SKRIPTUM SPORTKUNDE

Zusammengestellt von:

Mag. Michael Katter

Mag. Dr. Ernst Köppel

Inhaltsverzeichnis

Sportliches Training 4
Definition sportliches Training 4
Merkmale des sportlichen Trainings 4
Grundbegriffe des Trainings 5
Trainingsbelastung 5
Die Trainingshäufigkeit 5
Trainingsanpassung 6
Training: Belastungsmerkmale/Belastungsnormative 6
Trainingsinhalt 6
Trainingsmethode 6
Trainingsart 12
Trainingsmittel 12
Trainingsperiode 12
Trainingsprinzipien 12
Trainingsstufen 21
Trainingszyklus 21
Trainingseinheit 21
Trainingskontrolle 23
Trainingsziel 28
Motorische Grundeigenschaften 28
Kraft 29
Schnelligkeit 38
Ausdauer 41
Beweglichkeit 52
Koordinative Fähigkeiten 56
Bewegungslehre 61
Bewegungslehre 62
Bewegungsanalysen - Bewegung von Außen gesehen 64
Was ist Biomechanik? 65
Die Phasenstruktur von Bewegungen 65
Bewegungsmerkmale 68
Varianten der Bewegungsstruktur 70
Videoanalyse als zentrales optisches Messverfahren im Sport 72
Videoanalyse als zentrales optisches Messverfahren im Sport 73
Körperschwerpunkt - Körperachsen 75
Biomechanische Prinzipien 77

Bewegung von Innen gesehen – Bewegungskoordination **86**
Motorisches Lernen -Aufbau der Bewegungskoordination **90**

Sportliches Training

Definition sportliches Training

Komplexe planmäßige und sachorientierte Einwirkung auf die sportliche Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft durch Trainingstätigkeit des Sportlers und Führungs- und Lenkungsmaßnahmen von Trainern mit dem Ziel, die Leistungsfähigkeit zu steigern bzw. zu stabilisieren (Schnabel 1994, 240).

Training umfasst alle Maßnahmen zur Steigerung und Stabilisierung der sportlichen Leistung. Aus biologischer Sicht bedeutet Training die Anpassung des Körpers (Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Beweglichkeit) auf bestimmte Belastungsreize bezüglich metabolischer (den Stoffwechsel betreffend), morphologischer und koordinativer Vorgänge.

Merkmale des sportlichen Trainings

Zielgerichtetheit

Sie äußert sich darin, dass im Prinzip das gesamte Training sowie jede einzelne Anforderung, jede Aufgabe, jede Maßnahme, jede im Training angewendete Methode auf ein Ziel gerichtet ist. Dabei sind globale Leistungsziele für längerfristige Zeiträume von Zwischenzielen zu unterscheiden, die für mittelfristige oder auch kurzfristige Zeiträume gestellt werden. Jede einzelne Trainingseinheit muss im Prinzip zielgebunden realisiert werden.

Planmäßigkeit und Systematik

Die Trainingsmethodik wird in der Regel von erkannten Gesetzmäßigkeiten abgeleitet: Sie findet ihren Ausdruck in Plänen für die Leistungsentwicklung sowie auch für einzelne Leistungsvoraussetzungen bzw. –faktoren. Auf diese Weise wird bewusst von einem bestimmten Ausgangszustand zu einem vorgesehenen relativen Endzustand fortgeschritten und spontanes Wirken der Gesetzmäßigkeiten mit der Gefahr von Fehlbelastungen der Sportler vermieden. Planmäßigkeit und Systematik helfen auch, wichtige Bestandteile des Trainingsprozesses miteinander zu verknüpfen (z. B. Training und Wettkampf, Heimtraining und Lehrgangstraining, Trainingsbelastung und Belastung außerhalb des Trainings).

Grundbegriffe des Trainings

Trainingsbelastung

Gesamtheit der auf den Organismus einwirkenden Belastungsreize. Gewöhnlich wird zwischen äußerer und innerer Belastung unterschieden. Die äußere Belastung wird über die Belastungskomponenten durch Angaben zu Intensitäten, Übungswiederholungen, Zeiten etc. quantitativ erfaßt. Die innere Belastung (= Beanspruchung) stellt die biologische Reaktion der Organsysteme auf die äußere Belastung dar. Sie kann vor allem mit physiologischen und biochemischen Parametern (z. B. Herzfrequenz, Blutlaktatwerte) deutlich gemacht werden.

Belastungsmerkmale (Belastungskomponenten, Belastungsnormative)
Belastungen erzeugen einen Reiz, der zu mehr oder minder effektiven Anpassungserscheinungen des Organismus führt. Mit den Belastungsmerkmalen beschreibt man die Struktur eines Trainingsprozesses, d.h. es wird deutlich, wie intensiv, wie umfangreich und mit welchen Pausen trainiert wird.

Belastungsintensität	Anstrengungsgrad; Art und Weise der Ausführung	Beschreibungsgrößen/-merkmale Geschwindigkeiten in Zeit, Herzfrequenzen, Laktatwerte im Blut; kg, Watt, Prozentwert zur Bestmarke weitere Beschreibungsmöglichkeit: maximal, submaximal, gering
Belastungsumfang	Gesamtumfang der Belastungen	km, kg; Anzahl der Wiederholungen; Stunden, Minuten
Belastungsdauer	Zeit der Belastungseinwirkung einer Übung (Übungsfolgesfolge)	Sek., Minuten, Stunden
Belastungsdichte	zeitliche Aufeinanderfolge von Belastungen; Verhältnis von Belastung und Erholung	Zeitintervalle zwischen den Einzelbelastungen; Verhältnis von Belastungs-und Erholungszeit

Die Trainingshäufigkeit

ist bestimmt durch die Anzahl der wöchentlichen Trainingseinheiten (oder bezogen auf einen Mikrozyklus von 7-10 Tagen)

Diese Belastungsmerkmale kennzeichnen jeden Trainingsprozess und sollten deshalb zur genauere Kennzeichnung angegeben werden. Sie müssen auf die verschiedenen Aspekte der Konditionsentwicklung bezogen werden.

Trainingsanpassung

Funktionelle und morphologische Veränderung der Organsysteme auf die wirksamen Belastungsreize hin. Die Anpassung äußert sich gewöhnlich zweifach: in einer Vergrößerung der Leistungsreserven und in der Fähigkeit zu tieferer Ausschöpfung der Reserven.

Training: Belastungsmerkmale/Belastungsnormative

Größen zur Festlegung der Trainingsbelastung: Belastungsintensität, -dauer, -dichte, -umfang und Trainingshäufigkeit. Sie beeinflussen sich gegenseitig (z.B. Umfang und Intensität)

Trainingsinhalt

Tätigkeit, die im Training ausgeübt wird, um die Trainingsziele zu erreichen. "Die sinnvollste Unterteilung ist die nach der Bewegungsstruktur im Vergleich zur Disziplinbewegung:

Allgemein entwickelnde Übungen sind mit der disziplinspezifischen Bewegung in Umfang und Dynamik nicht verwandt. Z. B. beidbeinige Strecksprünge aus der Hockstellung im Vergleich zu Startübungen im Sprint.
Spezialübungen (Imitationsübungen) enthalten einzelne Elemente der Disziplinbewegung und stimmen darin annähernd auch in der Dynamik überein. Z. B. einbeinige Schrittwechselsprünge vorwärts im Vergleich zum Sprintlauf.
Wettkampfübungen sind im Gesamtbewegungsablauf zumindest annähernd mit der Zieltechnik identisch. Z. B. fliegende Sprints." (Grosser/Starischka)

Trainingsmethode

Planmäßiges Verfahren, das gemäß dem Trainingsziel die Trainingsinhalte, Trainingsmittel und die Belastungsweise festlegt. Eigenständige Grundmethoden haben sich vor allem im Konditionsbereich herauskristallisiert (Dauer-, Intervall-, Wiederholungs-, Kontrollmethode). Innerhalb dieser gibt es viele Varianten (z. B. Pyramidenmethode im Krafttraining oder variable Dauermethoden im Ausdauertraining).

Trainingsmethoden im Ausdauertraining

Wie bei jedem Training sind auch beim Ausdauertraining die Belastungsmerkmale von entscheidender Bedeutung:

- Belastungsintensität
- Belastungsdichte
- Belastungsumfang
- Belastungsdauer
- Trainingshäufigkeit

Die Trainingsmethoden zur Gestaltung einzelner Trainingseinheiten unterscheiden sich also durch die unterschiedliche Gewichtung von Intensität, Umfang und Dichte und Dauer. Als Haupttrainingsmethoden gelten die **Dauermethode**, die **Intervallmethode** und die **Wiederholungsmethode.** Hinzu kommt noch die **Wettkampfmethode.**

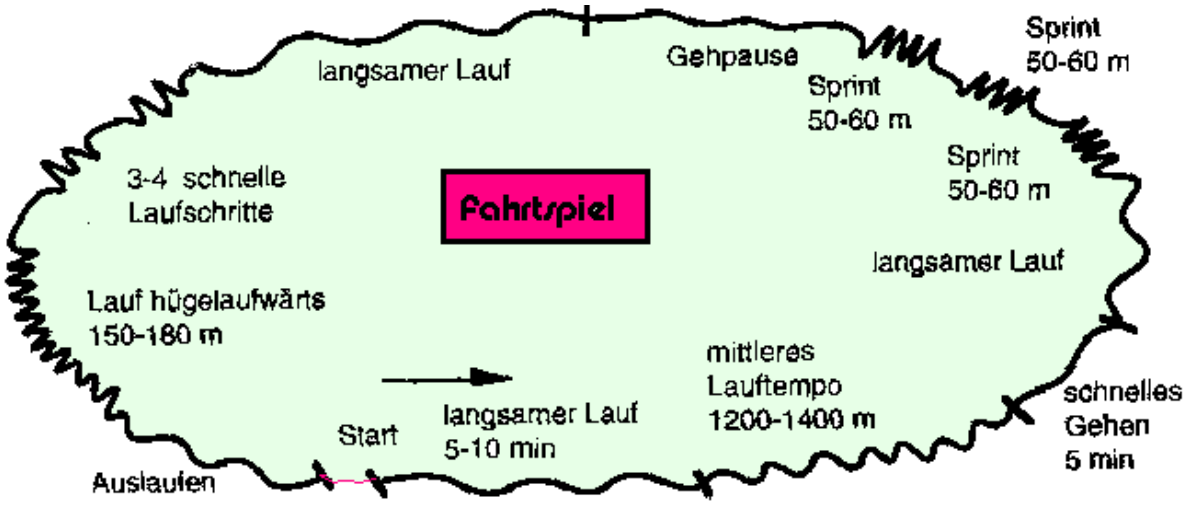
Dauermethoden

Dauermethoden sind gekennzeichnet durch lange gleichmäßige Ausdauerbelastungen ohne Pausen. Dauermethoden sind also maximal dicht und umfangsbetont; die Intensität variiert je nach Zielsetzung der Trainingseinheit zwischen "sehr gering" und "Wettkampftempo". (In diesem Zusammenhang wird auch von extensiver und intensiver Dauermethode gesprochen).

Im Vordergrund steht die Verbesserung der aeroben Kapazität, die vorzüglich durch die maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit charakterisiert ist.

Abhängig von der gewählten Dauermethode werden unterschiedliche Effekte erzielt. Die Unterschiede der einzelnen Dauermethoden sind im folgenden kurz dargestellt. Wenn insbesondere extensiv trainiert wird, d.h. mit hohem Trainingsumfang und niedriger Intensität, werden im Bereich des Fettstoffwechsels adaptative physiologische Wirkungen erzielt. Bei der extensiven, kontinuierlichen Dauermethode stehen vornehmlich folgende Trainingswirkungen im Vordergrund: Die Ökonomisierung der Herz-Kreislauf-Arbeit, Verbesserung der Fettverbrennung und die Verbesserung der peripheren Durchblutung.

Neben der gleichmäßigen Dauerbelastung sind auch Varianten möglich. Bei der Tempowechselmethode wird die Intensität planmäßig variiert. Beim sog. Fahrtspiel wird die Intensität spielerisch von niedrig bis maximal variiert. (Der Unterschied zur Intervallmethode ist dabei fließend).

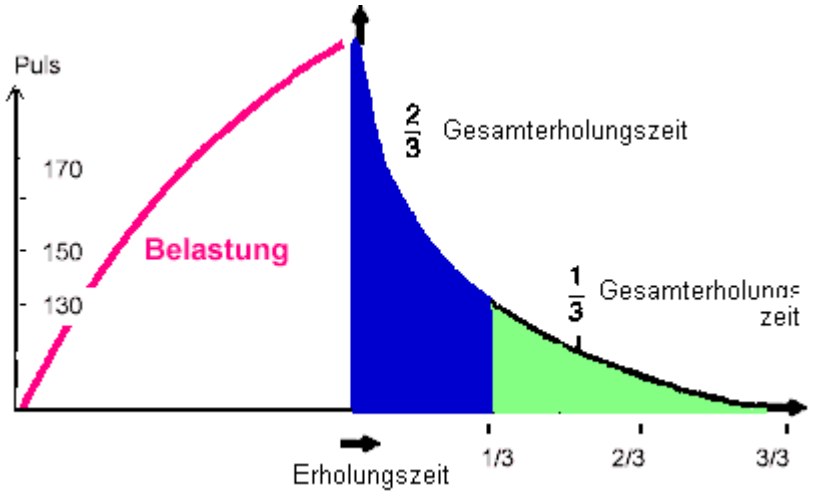


Intervallmethoden

Intervallmethoden zeichnen sich - im Unterschied zu den Dauermethoden dadurch aus, dass der Trainingsablauf von Pausen unterbrochen wird. Die Pausen werden im Intervalltraining so gewählt, dass sie nicht zur vollständigen Erholung führen. Die Pausenlänge ist vielmehr so zu gestalten, dass die nächste Belastung dann folgt, wenn man sich eine gleiche Belastung gerade eben wieder zutraut. Man nennt solche Pausen **lohnende Pausen**, weil der Körper zu dem genannten Zeitpunkt den wesentlichen Anteil der Erholung nach der vorangegangenen Belastung geschafft hat.

Werden unter einer Intervallmethode Übungen aus dem Ausdauerspektrum durchgeführt, kann die Länge der lohnenden Pause über die Herzfrequenz gesteuert werden. Es ist jedoch nicht möglich, einen für alle Personen gültigen universellen Herzfrequenzwert anzugeben, der das Ende der lohnenden Pause anzeigt, weil das Herzfrequenzverhalten abhängig vom Trainingszustand, der Veranlagung und dem Alter individuell verschieden ist.

Bei der lohnenden Pause erholt sich der Körper im ersten Drittel der Erholungszeit etwa zu zwei Dritteln. Bei der unvollständigen Erholung wird nur dieses erste Drittel genutzt, man bezeichnet dies als lohnende Pause. Oft wird eine Herzfrequenz von 120 Schlägen pro Minute angegeben, die den richtigen Zeitpunkt zur Wiederaufnahme der Belastung anzeigen soll, dies ist jedoch von individuellen Faktoren abhängig und nur als grober Richtwert zu verstehen. Der individuell passende Wert ist von jedem Sportler gemäß seinen Erfahrungen zu bestimmen.



Man unterscheidet die **intensive** und die **extensive Intervallmethode:**

Die **intensive Intervallmethode**	Belastungsintensität 80-90 %	v.a.Verbesserung aerob-anareober Energiebereitstellung
Die **extensive Intervallmethode**	Belastungsintensität 60-80%	v.a.Verbesserung aeroben Energiebereitstellung

Die Wiederholungsmethode

Die Wiederholungsmethode ist eine Trainingsform, bei der mit sehr hohen Intensitäten (90-100%) trainiert wird. Dies ist nur durch lange und vollständige Pausen möglich. Im Mittelpunkt der Trainingswirkungen steht dabei die aerob-anaerobe Energiebereitstellung.

Die Wettkampfmethode

Sie wird in Form von Trainings- und Aufbauwettkämpfen angewandt. Sie ist durch eine einmalige Belastung mit höchster Intensität gekennzeichnet. Es werden also wettkampfgemäße Funktionszustände des Organismus angestrebt

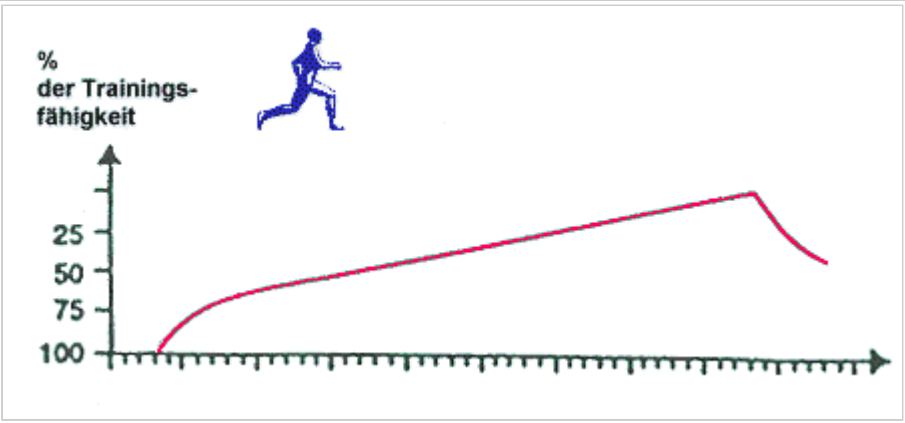
Trainingsmethoden im Ausdauertraining - Übersicht

Dauermethode länger andauernde Belastung ohne Unterbrechung - mit konstanter Intensität	**Belastung** - Intensität gering bis mittel (extensiv); Belastungsdauer bis zu mehreren Stunden möglich; aerobe Beanspruchung - Intensität hoch (intensiv); Belastungsdauer etwa bis 45 min; aerob-anaerobe Beanspruchung	**Effekt** Grundlagenausdauer; Belastungsverträglichkeit/aerobe Leistungsfähigkeit durch Ökonomisierung; Muskelfaserveränderungen (FT Fasern >ST-Fasern); Fettstoffwechsel/Monotonieverträglichkeit Grundlagenausdauer; Kraftausdauer; Langzeitausdauer; Belastungsverträglichkeit für intensivere Anforderungen/aerobe Kapazität; Ökonomisierung im aerob-anaeroben Funktionsbereich;
- mit wechselnder Intensität (Wechselmethode)	bei ständigem Verbleib im trainingswirksamen Bereich wechselt die Intensität planmäßig oder geländebedingt zwischen gering bis hoch	Glykogenstoffwechsel; Muskelfaserveränderungen)/psychische Durchhalte- und Konzentrationsfähigkeit; Wirkung wie konstante Dauermethoden/Umstellungsfähigkeit (physiologisch; psychisch)/Erholungsfähigkeit
Intervallmethode Wechsel zwischen relativ kurzen Belastungs- und Entlastungsphasen; Intervalle nur zur bedingten (unvollständigen) Erholung	- Intensität gering bis mittel (extensiv)/Belastungsdauer bis ca. 10 min und großer Gesamtumfang; aerobe Beanspruchung - Intensität hoch, aber nicht maximal (intensiv); Belastungsdauer zumeist bis etwa 60 s; aerob-anaerobe Beanspruchung	Grundlagenausdauer; Kraftausdauer; Belastungsverträglichkeit/ aerobe Leistungsfähigkeit; STF/ Umstellungsfähigkeit; Konzentrations- und Mobilisierungsfähigkeit Grundlagen- und Kraftausdauer im aerob-anaeroben Funktionsbereich/aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit; STF; FTF; Laktatverträglichkeit; Herzvolumenvergrößerung
Wiederholungsmethode Wechsel zwischen sehr intensiven, relativ kurzen Belastungsphasen und lang dauernden Erholungsphasen; geringer Gesamtumfang	wettkampfspezifische Intensität; Belastungsdauer im Unterdistanzbereich der Kurz- und Mittelzeitdisziplinen bzw. Überdistanz im Sprint; anaerobe Beanspruchung	wettkampfspezifische Ausdauer; Schnellkraftausdauer/ anaerobe Kapazität und Leistungsfähigkeit/Laktattoleranz, -verträglichkeit und -kompensationsfähigkeit; FTF/ Mobilisations- und Durchhaltefähigkeit unter anaeroben Bedingungen
Wettkampfmethode einmalige, seltener mehrfache Belastung mit höchstem Einsatz und wettkampftypischem Verhalten/Trainingswettkämpfe;	Wettkampfdistanz; Unterwettkampfdistanz; Überwettkampfdistanz; mit'Trainingspartner/ Gegner und ggf. sporttechnischer und taktischer Aufgabenstellung	komplexe Leistungsfähigkeit; Entwicklung wettkampftypischer Beziehungen zwischen allen Leistungsvoraussetzungen und deren wettkampfspezifischer Ausprägung

(nach Harre u.a.)

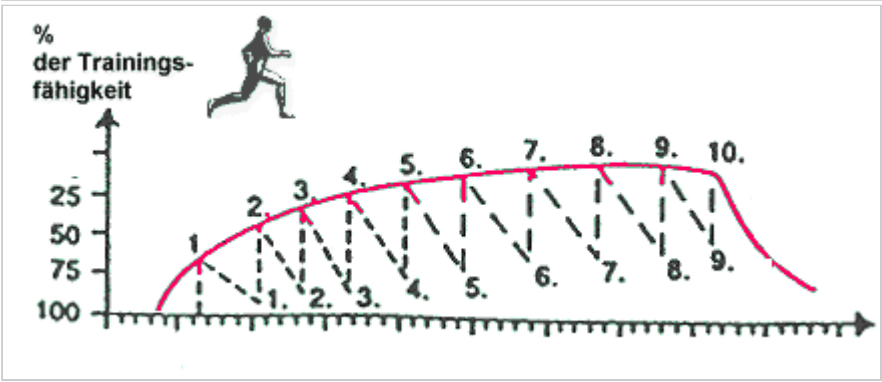
Trainingsmethoden Ausdauertraining

Diese Übersicht bezieht sich auf ein Leistungstraining. Die angegebenen Werte sind als grobe Richtwerte zu verstehen.
Entscheidend ist die trainingsmethodische Systematik.



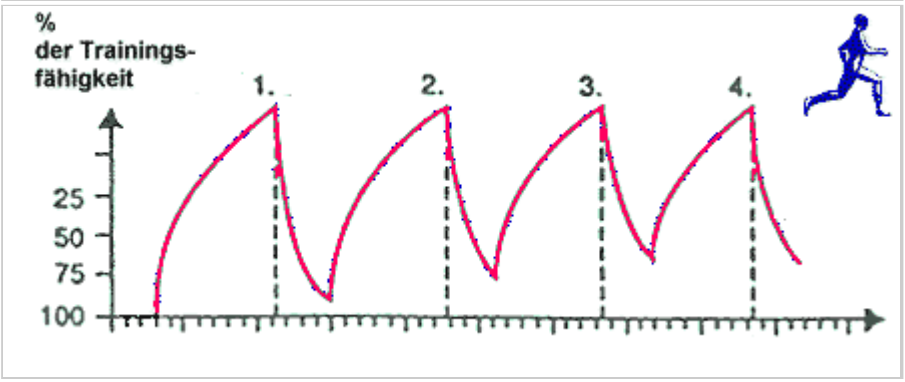
Dauermethode

Belastungsintensität - im Bereich der aeroben Schwelle
Pause - keine
Belastungsumfang - sehr groß
Belastungsdauer - 30 Min.-2Std.



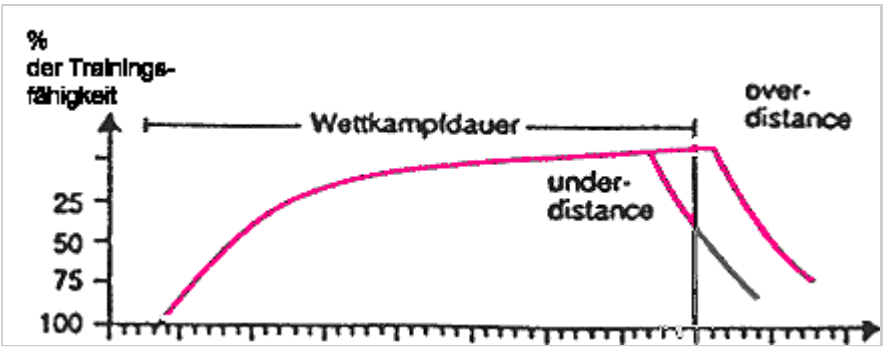
Intervallmethode

Belastungsintensität - 60-80%
Pause - "lohnendePause"
Belastungsumfang - Mittel
Belastungsdauer- kurz bis mittel



Wiederholungsmethode

Belastungsintensität -90-100%
Pause - vollständig
Belastungsumfang - gering
Belastungsdauer - kurz-mittel

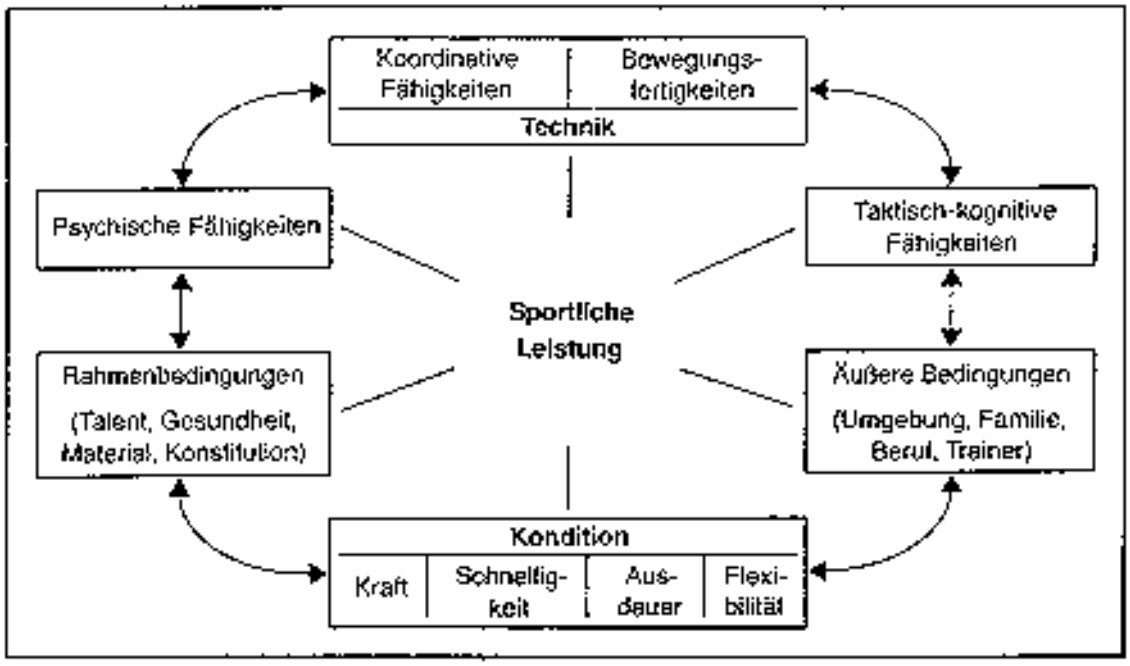


Wettkampfmethode

Belastungsintensität - 95-100%
Pause-keine
Belastungsumfang -gering bis mittel
Belastungsdauer -mittel-lang

Trainingsart

Ausrichtung des Trainings auf die Komponenten der sportlichen Leistung (Kondition, Technik, Taktik) und deren Elemente



Trainingsmittel

Sind alle organisatorischen, informativen Maßnahmen und Geräte, die den Trainingsablauf unterstützen und ermöglichen. Organisatorische Trainingsmittel sind Aufstellungsformen und Unterrichtsführung; informative Trainingsmittel sind Bewegungsanweisungen, -beschreibungen und Medien; Geräte können sein Hanteln, Kasten, Stoppuhr, Reck usw. (Jonath 1988, 288)

Trainingsperiode

Zyklus innerhalb eines systematischen Trainingsaufbaus(z.B. innerhalb eines Jahres – Vorbereitungs-, Wettkampf- und Übergangsperioden)

Trainingsprinzipien

Als Trainingsprinzip kann eine übergeordnete Anweisung zum Handeln im sportlichen Training bezeichnet werden. Trainingsprinzipien stellen eher eine allgemeine Orientierungsgrundlage als eine konkrete Handlungsrichtlinie dar.

Basis für die Aufstellung von Trainingsprinzipien sind neben wissenschaftlichen Erkenntnissen sicher immer auch trainingspraktische Erfahrungen. Ein Trainingsprinzip ist keine Gesetzesaussage, es kann nur "mehr oder weniger effektiv" sein.

Prinzip der Entwicklungs- und Gesundheitsförderung

Wenn es eine Leistidee der Trainingsprinzipien gibt, so ist das Prinzip von Gesundheits- und Entwicklungsförderung von zentraler Bedeutung auch wenn der moderne Hochleistungssport dem nicht immer Rechnung trägt.

Training ist so zu gestalten, "dass es die physische, psychische bzw. motorische Entwicklung zu keinem Zeitpunkt hemmt, sondern fördert und unter verantwortungsbewusster Vermeidung oder weitestgehender Reduzierung von Risiken die Gesundheit allseitig fördert. Mit Hilfe des Konditionstrainings ist eine breite Grundlage körperlich-motorischer Leistungsfähigkeit und Belastungsverträglichkeit zu schaffen; auf dieser Basis kann dann ein rechtzeitig und zunehmend speziell auf die angestrebte Leistungsdisziplin ausgerichtetes Training durchgeführt werden. Rechtzeitig bedeutet auch, dass die für die einzelnen konditionellen Fähigkeiten günstigen Altersabschnitte bestmöglich genutzt werden." (Grosser/Starischka)

Prinzip des wirksamen Belastungsreizes

Dieses Prinzip geht davon aus, dass der Trainingsreiz eine bestimmte Intensitätsschwelle überschreiten muss, um überhaupt eine Anpassungsreaktion auszulösen, d. h., um trainingswirksam zu sein.

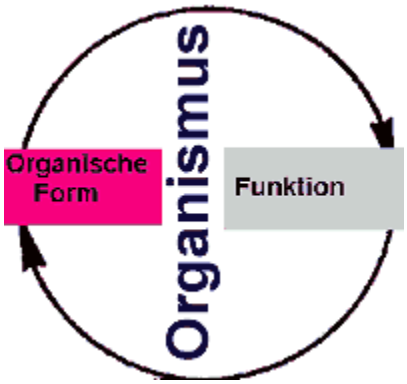
Biologischer Hintergrund ist die sog. Reizstufenregel, nach der im Hinblick auf funktionelle und morphologische Anpassungsänderungen unterschwellige (= unter der wirksamen Reizschwelle), überschwellig schwache, überschwellig starke und zu starke Reize unterschieden werden.

Unterschwellige Reize bleiben wirkungslos, überschwellig schwache erhalten das Funktionsniveau, überschwellig starke (= optimale) lösen physiologische und anatomische Änderungen aus; zu starke Reize schädigen die Funktion. Der Schwellenwert des Belastungsreizes hängt vom Leistungszustand des Sportlers ab.

Ausgangssituation:
Bestehendes Leistungsniveau
Plan:
Verbesserung des Leistungsniveaus durch regelmäßige und häufige Wiederholungen mit allmählicher Belastungssteigerung.
Ergebnis:
In der Regel eine deutliche Steigerung der trainierten Leistungsfaktoren
Die Trainingswissenschaft hat diesen Prozess im einzelnen erforscht und präzise beschrieben. Dabei wurde eine Reihe von Prinzipien formuliert, die im folgenden kurz dargestellt werden sollen:

Der Zusammenhang von Form und Funktionstüchtigkeit

Zwischen der organischen Form und ihrer Funktion besteht eine eindeutige Wechselbeziehung. Veränderungen der Formen verändern auch die Funktionstüchtigkeit: Ein durch regelmäßiges Training vergrößertes Herz ist auch ein gestärktes Herz, das eine bessere Ausdauerleistung ermöglicht als ein kleines und unterentwickeltes "Büroherz".



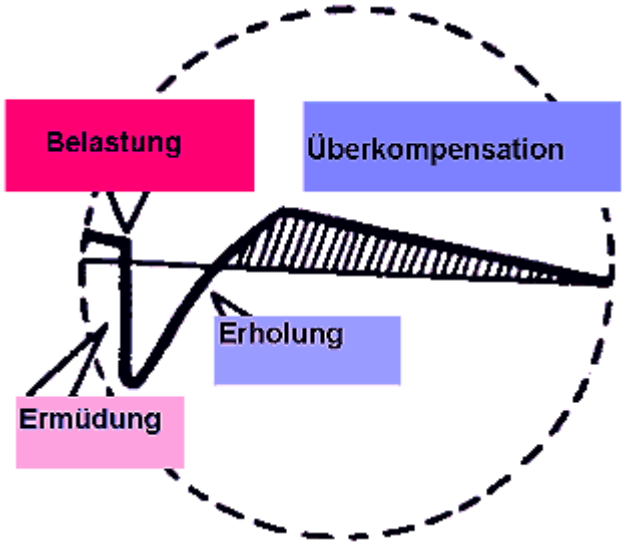
Umgekehrt bewirken Funktionsveränderungen auch deutliche Formveränderungen an den betroffenen Organen: Bei Ruhigstellung eines gebrochenen Beines im Gipsverband bildet sich die Muskulatur sehr auffällig zurück.

Die Homöostase

Autonome organische Systeme bewahren ihre Stabilität, indem sie auf jede Veränderung mit Reaktionen antworten, die das Gleichgewicht zwischen äußeren Anforderungen und der Funktionstüchtigkeit des Systems aufrecht erhalten. Dieses Fließgleichgewicht wird Homöostase genannt.

Je intensiver die zeitweiligen Auslenkungen bei Belastungen aus der Homöostase sind, umso markanter sind auch die Kompensationsphänomene, mit denen das Gleichgewicht wiederhergestellt wird.

Training kann als gezielt gesetzte Auslenkung aus einem bestehenden Funktionsgleichgewicht verstanden werden, um die Kompensationsvorgänge auszulösen.



Das Wirkungsgefüge von Belastung und Anpassung

Bleiben Belastungsreize unter einem bestimmten individuellen Schwellenwert (20-30% der individuellen Maximalbelastbarkeit), dann werden positive Anpassungserscheinungen nicht ausgelöst. Adaptionen werden also erst durch ein quantitatives und qualitatives Belastungsminimum in Gang gesetzt. Belastung, Ermüdung und Erholung dürfen nicht als getrennte Phänomene des Trainings angesehen werden, sondern sie bilden ein fein aufeinander abzustimmendes Wirkungsgefüge.

Belastung ist abstufbar nach Intensität, Dichte, Dauer und Umfang.

Die Ermüdung ist ein Signal dafür, dass durch den Verbrauch funktioneller und energetischer Potentiale ein Kompensationsbedarf eingetreten ist. Entscheidend ist nun, dass während der Erholung nicht nur die ausgeschöpften Energiereservoire wieder aufgefüllt werden, sondern durch Überkompensation erfolgt ein Aufbau von Energiepotentialen über das ursprüngliche Ausgangsniveau hinaus.
Mit der Überkompensation (siehe Kapitel: Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung) betreibt der Organismus also eine Art "Vorratswirtschaft" , indem er sich auf ein höheres Leistungsniveau entwickelt, von dem aus zukünftige Belastungen ökonomischer zu bewältigen sind.

Auf diese Weise verschiebt sich im Verlaufe eines Anpassungsprozesses das Leistungsniveau und damit auch der untere Schwellenwert immer weiter nach oben. Um einen kontinuierlichen Leistungszuwachs zu erzielen, müssen deshalb die Trainingsreize nach dem Prinzip der steigenden Belastung schrittweise erhöht werden. Man kann also durchaus feststellen, dass im Trainingsprozess selbst der Druck nach ständiger Leistungssteigerung erzeugt wird. Andererseits liegt aber in der stetig wachsenden und

unmittelbar erfahrbaren Leistung auch ein stark motivierendes Element zur Fortsetzung des Trainings.
(nach E. Hildenbrandt, Training im Schulsport, Sportpädagogik 5/81)

Das Prinzip der optimalen Relation der Entwicklung der Leistungskomponenten

Dieses Prinzip beinhaltet das abhängige und aufeinander bezogene Training von Kondition, Technik und Kognition/Taktik und weiterer Faktoren.

Durch das Fehlen von Rahmentrainingsplänen bzw. sportartspezifischen Anforderungsprofilen ist es für den Trainer besonders in den Sportspielen sehr schwierig, die einzelnen für die Sportart relevanten Leistungskomponenten optimal auszubilden. Oftmals wird das Konditionstraining zu stark forciert, ein andermal wird hauptsächlich im Technikbereich gearbeitet und auf das Konditionstraining „vergessen". Grosser et al. (1986, 43) formulieren in dieser Hinsicht treffend: „Je früher koordinativ-technische Abläufe beherrscht werden, desto ökonomischer und sportartspezifischer können konditionelle Teile – und zwar meistens mit der technisch richtigen Bewegung – weitertrainiert werden. Es ergibt sich folglich eine stets günstige Beeinflussung von Kondition und Technik".

Aber nicht nur das Verhältnis Kondition – Koordination muss beachtet werden. Bei vielen Sportarten stößt die Entwicklung der sportlichen Leistungsfähigkeit auch dann auf Probleme, wenn in einer Sportart mehrere konditionelle Fähigkeiten miteinander konkurrieren, wie dies z. B. im Zehnkampf oder in den großen Sportspielen der Fall ist.

Kraft und Ausdauer, Ausdauer und Schnelligkeit stehen sich in ihrer extremen Ausprägung diametral gegenüber. Ein zu hohes Niveau an Ausdauer beinhaltet stets eine Abnahme an Maximalkraft/Schnellkraft und Schnelligkeit, da es zu einer Umverteilung innerhalb der individuellen Muskelfasertypen kommt. Nur mit der entsprechenden Kompromissformel können die konkurrierenden Fähigkeiten in einem optimalen Verhältnis zueinander entwickelt werden. In den meisten Sportarten steht demnach die Entwicklung einer ausreichenden Grundlagenausdauer, nicht jedoch ihre extreme Ausbildung im Vordergrund, da dies nicht zu Lasten der anderen Komponenten der komplexen sportlichen Leistungsfähigkeit geht.

Das Prinzip der optimalen Relation der Entwicklung der Leistungskomponenten lässt sich in Anlehnung an Grosser et al. (1986, 43) thesenartig wie folgt formulieren:

- Alle zu verändernden Komponenten (konditionelle, koordinative, psychische, taktische etc.) beeinflussen sich wechselwirkend!

- Eine konditionelle Veränderung (Steigerung oder Abnahme) beeinflusst quantitativ und zum Teil auch qualitativ Bewegungsabläufe und nimmt damit Einfluss auf die sportartspezifische Technik. Die Technik muss den veränderten konditionellen Voraussetzungen in einem entsprechenden Zeitabschnitt angepasst werden.
- Zeitlich vorangestelltes Konditionstraining – vor allem intensives Ausdauertraining und Kraftausdauertraining – wirkt sich meist negativ auf ein nachfolgendes Techniktraining aus. Deshalb hat ein Techniktraining vor einem Konditionstraining bzw. parallel dazu zu erfolgen.
- Alle sportartspezifischen (techniknahen) Übungen müssen der Grundstruktur der Wettkampftechnik entsprechen bzw. nahekommen unter Berücksichtigung spezieller funktionell-biochemischer, anatomisch-morphologischer und psychologischer Besonderheiten (Kniewinkel beim alpinen Schilauf: 90 bis 110°, Dauer der Belastung: Ballwechsel beim Tennis oder Tischtennis etc.).

Prinzip der progressiven Belastung/Belastungssteigerung

Bei Trainingsbelastungen, die über eine längere Zeitdauer gleich bleiben, hat sich der Organismus so angepasst, dass dieselben Belastungsreize nicht mehr überschwellig stark wirken oder sogar unterschwellig werden.
Sie rufen dann keine weitere Leistungssteigerung hervor.
Die Trainingsbelastung muss also in gewissen Zeitabständen gesteigert werden(allmählich oder sprunghaft) geschehen.

"Die Steigerung in kleinen Schritten (allmählich) ist immer sinnvoll, solange über diese Art noch eine Leistungsverbesserung erreicht wird. Die möglichen unangenehmen Begleitumstände von Belastungssprüngen (erhöhte Schädigungsmöglichkeit, Leistungsinstabilität) können damit zurückgedrängt werden. Ein sprunghafter Belastungsanstieg wird jedoch bei hohem Trainingszustand notwendig, wenn die geringen Erhöhungen der äußeren Belastung keine bleibenden Beanspruchungsfolgen mehr bewirken. Eine beträchtliche und damit abrupte Erhöhung der Anforderungen zwingt den Organismus zu weiteren Anpassungsvorgängen. Voraussetzung dazu ist allerdings eine bereits gut entwickelte Leistungsfähigkeit. Um Stabilität des dann erhöhten Adaptationszustandes zu erreichen, sind längere Zeitspannen notwendig als beim kleinstufigen Fortschreiten.
Möglichkeiten der progressiven Belastungssteigerung sind gegeben über Änderung der Belastungskomponenten, durch höhere koordinative Ansprüche, durch die Zahl der Wettkämpfe. Langfristig ist die Änderung der Belastungskomponenten in folgender Reihenfolge sinnvoll: Erhöhung der Trainingshäufigkeit (Trainingseinheiten pro Woche),

Erhöhung des Trainingsumfangs innerhalb der Trainingseinheit, Verkürzung der Pausen, Erhöhung der Trainingsintensität.

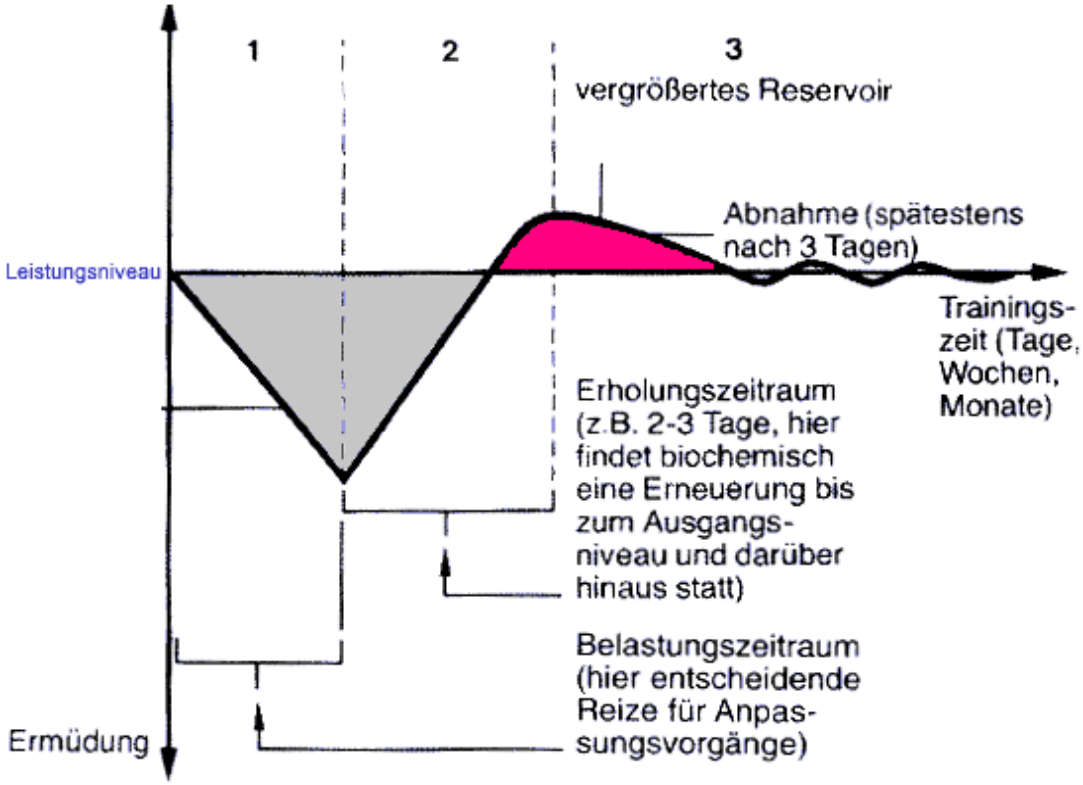
Biologisch ist der Inhalt dieses Prinzips mit der Tatsache zu begründen, dass die biologische Adaptation nicht linearen, sondern parabolischen Kurvenverlauf zeigt, weil der Organismus bei hohem Anpassungszustand geringere Antwortreaktionen von sich gibt als vorher. Für die Entwicklung des Trainings- bzw. Leistungszustands stellt sich als Resultat ein immer weiteres »Aufscheren« zwischen Belastungskurve und Trainingszustandskurve heraus". (Grosser/Starischka)

Prinzip der optimalen Gestaltung von Belastung und Erholung

Nach einer wirkungsvollen Trainingsbelastung (Trainingseinheit) ist eine bestimmte Zeit der Wiederherstellung notwendig , um eine erneute gleichgeartete Belastung durchführen zu können.
Belastung und Erholung sind gewissermaßen als Einheit zu betrachten. Biologische Grundlage ist das Phänomen der Überkompensation (Superkompensation) demzufolge es nach einem entsprechend starken Belastungsreiz nicht nur zur Wiederherstellung (= Kompensation) des Ausgangsniveaus, sondern zu einer Überkompensation (=erhöhte Wiederherstellung) kommt.
Das erhöhte Niveau bleibt aber nach einer einmaligen Belastung nicht erhalten, sondern bildet sich wieder zurück. Die Niveaukurve pendelt gewissermaßen um die Linie des Ausgangsniveaus aus. Damit kann sich neben der ersten Superkompensation noch ein zweiter - allerdings bereits niedrigerer- Superkompensationsgipfel zeigen. Die optimale neue Belastung muss notwendigerweise auf den Höhepunkt der Superkompensationsphase Rücksicht nehmen.

In der Trainingspraxis ist es nicht einfach, den jeweiligen optimalen Zeitpunkt der Wiederbelastung zu finden, da außer der vorausgegangenen Belastung auch die individuelle Anpassungsfähigkeit, die Ernährung und sonstige trainingsbegleitende Maßnahmen eine Rolle spielen. Letztlich führen neben dem theoretischen Wissen nur Erfahrung und Beobachtung zu konkreten Ergebnissen. Bei Trainingsanfängern vollzieht sich die Umsetzung der Superkompensation in ein höheres Leistungsniveau wesentlich schneller als bei schon jahrelang trainierenden Sportlern.

Modell der Überkompensation (Superkompensation)



Während der Erholung werden die ausgeschöpften Energiereservoire nicht nur aufgefüllt , sondern durch Überkompensation erfolgt ein Aufbau von Energiepotentialen über das ursprüngliche Ausgangsniveau hinaus. Mit der Überkompensation betreibt der Organismus also eine Art "Vorratswirtschaft" , indem er sich auf ein höheres Leistungsniveau entwickelt, von dem aus zukünftige Belastungen ökonomischer zu bewältigen sind. Auf diese Weise verschiebt sich im Verlaufe eines Anpassungsprozesses das Leistungsniveau und damit auch der untere Schwellenwert immer weiter nach oben.

Um einen kontinuierlichen Leistungszuwachs zu erzielen, müssen deshalb die Trainingsreize nach dem Prinzip der steigenden Belastung schrittweise erhöht werden. Man kann also durchaus feststellen, dass im Trainingsprozess selbst der Druck nach ständiger Leistungssteigerung erzeugt wird. Andererseits liegt aber in der stetig wachsenden und unmittelbar erfahrbaren Leistung auch ein stark motivierendes Element zur Fortsetzung des Trainings.

Prinzip der Periodisierung und Zyklisierung

Das Ganzjahrestraining muss jedoch planmäßig aufgebaut sein, damit ein hoher Leistungszuwachs erzielt wird und bei den wichtigsten Wettkämpfen die höchste Leistungsfähigkeit erreicht wird

In der Praxis zählen zur Periodisierung folgende Abschnitte eines Jahres:

- Vorbereitungsperiode(n)
- Wettkampfperiode (n),
- Übergangsperiode (n)

"Ein Sportler kann nicht ganzjährig im Hochleistungszustand sein, da er sich damit im Grenzbereich seiner individuellen Belastbarkeit befindet. Sehr leicht ist damit die Gefahr verbunden, dass die anabole (= aufbauende Stoffwechsellage) Gesamtsituation in eine katabole (= abbauende) übergeht.

Aus biologischen Gründen ist also ein Belastungswechsel notwendig. Der Phasencharakter des Adaptationsverlaufs mit Steigerungs-, Stabilisierungs- und Reduktionsphasen verlangt sowohl langfristig nach Einteilung des Trainingsjahres in aufbauende, stabilisierende und reduzierende Belastungsperioden (Vorbereitungs-, Wettkampf-, Übergangsperiode) als auch mittelfristig im Rahmen der Mesozyklen einen Wechsel von belastungssteigernden, belastungserhaltenden und belastungsreduzierenden Mikrozyklen. Dadurch können einerseits Belastungsüberforderungen vermieden und andererseits höhere Leistungsspitzen zu bestimmten Zeiten erreicht werden." (Grosser/ Starischka)

Prinzip der Wiederholung und Dauerhaftigkeit (Kontinuität)

Ein einmaliges Training löst noch keine erkennbaren Anpassungen aus. Zum Erreichen einer optimalen Anpassung ist es notwendig, mehrfach die Belastung zu wiederholen, da für eine stabile Anpassung der Organismus zunächst eine Reihe von akuten Umstellungen einzelner Funktionssysteme durchlaufen muss.

"Die endgültige Adaptation ist erst erreicht, wenn über die Anreicherung von Substraten (= energiereiche Stoffe) hinaus auch in anderen Funktionssystemen (z. B. Enzymsystem, Hormonsystem) Umstellungen erfolgten, und vor allem auch das Zentralnervensystem als die Führungsinstanz von Bewegungsleistungen sich angepasst hat. Es ist bekannt, dass sich die metabolischen und auch enzymatischen Umstellungsvorgänge relativ schnell vollziehen (2-3 Wochen) und für strukturelle (morphologische) Änderungen längere Zeitspannen (mindestens 4-6 Wochen) anzusetzen sind. Die steuernden und regelnden Strukturen des Zentralnervensystems benötigen die längste Anpassungszeit (Monate).

Bleiben regelmäßige und dauerhafte Belastungsreize aus, so stellt sich eine Rückbildung der funktionellen und morphologischen Umstellungen ein (Deadaptation). Bei bereits vollzogener Anpassung kommt es damit zu einem Stabilitätsverlust des Steuer- und Regelsystems." (Grosser/Starischka)

Prinzip der Variation der Trainingsbelastung

Gleichartige Trainingsreize über einen längeren Zeitraum können zu einer Stagnation führen. Durch Veränderung des Belastungsreizes kann die dies verhindert werden. Diese Variation der Belastungsreize kann sich im Training nicht nur auf Intensitätsänderungen, sondern vor allem auf den Wechsel von Trainingsinhalten, der Bewegungsdynamik, der Pausengestaltung, also auch der Trainingsmethoden zu beziehen.

"Sie stellen für den angesprochenen Bereich (vegetatives Nervensystem) eine Unterbrechung der Belastungsmonotonie dar und verursachen als ungewohnte Belastungsreize weitere Homöostasestörungen mit nachfolgenden Anpassungen. Das Prinzip der Variation spielt eine wesentliche Rolle im Hochleistungstraining, weil dort im Zuge der Spezialisierung die Variation der Belastungskomponenten, -inhalte und -methoden von vornherein nicht mehr gegeben ist, das Eintreten von Leistungsbarrieren andererseits geradezu nach Variation des Trainings verlangt. Die Änderung ist dann im Rahmen eines vorgegebenen Intensitätsbereichs möglich und auch wirksam." (Grosser/Starischka)

Trainingsstufen

Zeitlicher Abschnitt im langfristigen (mehrjährigen) Trainingsaufbau. Nach allgemeiner Zielsetzung werden Grundlagen- (= Anfänger-), Aufbau(= Fortgeschrittenen-), Anschluss- (= Könner-) und Höchstleistungstraining (= Spitzenathleten) unterschieden.

Trainingszyklus

Planungsabschnitt vom zeitlich umfangreichsten (wie Mehrjahres- und Jahreszyklus) über mittlere (wie Perioden, Makro- und Mikrozyklus) bis zum kleinsten (wie Tageszyklus und Trainingseinheit)

Trainingseinheit

Ein inhaltlich, zeitlich und organisatorisch geschlossenes Ganzes; ihre Struktur ist meist eine Dreiteilung: Aufwärmen - Hauptteil - Abwärmen

Aufwärmen – Abwärmen

Eine Auf- und Abwärmphase sollte Bestandteil jedes Trainings- und Wettkampfprozesses sein. Sportler sollten wissen, dass ein gezieltes Aufwärmen die Leistungsfähigkeit verbessert und die Verletzungsgefahr reduziert.

Wirkungen des Aufwärmens

Nervensystem

Beschleunigter Ablauf nervaler Erregungsprozesse Anstieg von Reaktions- und Kontraktionsgeschwindigkeit

Herz- Kreislauf-System

Steigerung von Herzfrequenz, Blutdruck und Atmung Vermehrung der Durchblutung der in der Sportart eingesetzten Muskeln

Stoffwechsel

Steigerung der Körpertemperatur Verbesserung der Energiebereitstellungsvorgänge

Muskeln, Sehnen, Bänder

Reduzierung der inneren Reibung von Muskeln, Sehnen und Bändern Reduzierung der Verletzungsgefahr

Gelenke

Vermehrung der Produktion von Gelenkschmiere Dickenzunahme des Gelenkknorpels durch Flüssigkeitseinlagerungen

Sinnesorgane

Erhöhung der Aufnahmefähigkeit der verschiedenen Analysatoren

Psychischer Bereich

Abbau von nervösen Spannungszustände Steigerung der Motivation

Unter allgemeinem Aufwärmen versteht man Maßnahmen, die darauf abzielen, den gesamten Körper sportartunabhängig zu aktivieren. Dies wird durch Übungen erreicht, die zu einer Erwärmung der großen Muskelgruppen führen (z.B. beim Einlaufen /leichtes Einspielen/ Dehnung).

Im speziellen Aufwärmen sind die einzelnen Übungen gezielt auf die Anforderungen einer bestimmten Sportart ausgerichtet und beinhalten neben Dehnübungen auch technische Elemente wie z.B. Dribbel-, Schlag- oder Wurfübungen.

Also: Erwärmung, Dehnung, sportartspezifische Vorbereitung

schafft Leistungsbereitschaft	Das richtige Aufwärmen bereitet physisch und psychisch auf die sportliche Leistung bzw. den zentralen Stundeninhalt vor.
... schafft Körperbewusstsein	Aufwärmen sollte kein lästiges Übel sein , sondern auch Spaß machen. Aufwärmen ist so abwechslungsreich, wie der Sport selbst. Dabei sollte ein Gespür für die Funktion und den Aufbau der Aufwärmphase entwickelt werden.
...wird langsam gesteigert	Ein gutes Aufwärmen ist stets von langsam ansteigender Intensität gekennzeichnet. Es muss motivierend sein und Raum für individuellen Aktivierungsbedarf lassen.
...ist keine Trainingszeit	Das Aufwärmen ist keine Trainingszeit, weil Training zu Ermüdung führt. Aufwärmen sollte aber aktivieren. Kurzzeitig hohe Belastungen von Kraft und Schnelligkeit können Teil des Aufwärmens sein. Aber immer wieder lockern und entspannen. Koordinationsaufgaben oder Dehnübungen sollten Bestandteil des Aufwärmens sein.
...sollte in den Hauptteil übergehen	Zwischen dem Aufwärmen und der eigentlichen Belastung dürfen keine langen Wartezeiten entstehen.

Trainingskontrolle

Erfassen des Trainingszustandes (= Leistungs-Ist-Situation) bzw. einzelner Komponenten (z. B. Schnellkraft, Sprintausdauer) mittels sportmotorischer, physiologischer, biomechanischer, biochemischer und Beobachtungsverfahren(Tests).

Leistungsdiagnostik

Die Leistungsdiagnostik ist die Voraussetzung der Trainingssteuerung. Nur auf der Grundlage einer genauen sportartspezifischen und sportmedizinischen Analyse des Leistungs-Ist-Zustandes kann für den Sportler kurz-, mittel- und langfristig seine individuelle Höchstleistung geplant werden.

An leistungsdiagnostischen Verfahren – Grosser/Neumaier (1988, 19) bezeichnen sie auch als Kontrollverfahren – können unterschieden werden:

- Befragung, Interview;
- Beobachtung (durch Trainer/Berater; mit Dokumentation, Raster, Video/Film, Computer u. ä.);
- Sportmotorische Tests;

- Sportpsychologische Verfahren;
- Sport- und leistungsmedizinische Verfahren (kardiologische, physiologische und biochemische) Verfahren;
- Funktionell-anatomische Verfahren;
- Biomechanische Verfahren.

In diesem Kapitel werden ausschließlich die sportmotorischen Tests bzw. sport- und leistungsmedizinischen Untersuchungen behandelt.

Sportmotorische Tests:

Definition:

Sportmotorische Tests sind wissenschaftliche Routineverfahren zur Untersuchung eines oder mehrerer theoretisch definierbarer und empirisch abgrenzbarer Persönlichkeitsmerkmale. Gegenstandsbereiche sind das individuelle, allgemeine und spezielle motorische Fähigkeitsniveau. Ziel ist eine möglichst quantitative Aussage über den relativen Grad der individuellen Merkmalsausprägung. Tests müssen unter Standardbedingungen durchführbar sein und den statistischen Gütekriterien des jeweiligen testtheoretischen Modells genügen (Bös 1987, 61).

Die sportmotorischen Tests müssen also unter standardisierten Bedingungen (1), wissenschaftlichen Kriterien (2), empirisch abgrenzbarer Merkmalen (3) ablaufen und quantitative Aussagen (4) über den jeweiligen Konditionszustand ermöglichen.

Ad 1. („Standardisierte Bedingungen"):

Standardisierte Bedingungen sind eine notwendige Voraussetzung, um die eigenen Testergebnisse mit denen anderer Gruppen bzw. mit Richtwerten vergleichen zu können (interindividuelle Vergleichbarkeit). Hierzu sind u. a. zu rechnen: Exakte Testanweisung, Angaben über Art und Verwendung von Testgeräten, Angaben zur Testvorbereitung (Aufwärmen, Vorversuche, ...), Berücksichtigung von Tages- und Jahreszeit, Angaben zur Auswertung, Interpretation u. a. m.

Ad 2. („Wissenschaftliche Kriterien"):

Zu den wissenschaftlichen Kriterien, denen ein sportmotorischer Konditionstest genügen muss, werden die HAUPTGÜTEKRITERIEN

Gültigkeit (Validität),

Zuverlässigkeit (Reliabilität) und

Objektivität -

Zusammen informieren sie über die

Aussagekraft (Athentizität)

des jeweiligen Tests – sowie die für die Anwendung in der Sportpraxis ebenfalls hoch einzuschätzenden NEBENGÜTEKRITERIEN

Ökonomie,
Normierung,
Vergleichbarkeit und
Nützlichkeit

gerechnet.

Die Gültigkeit (Validität) eines Tests gibt an, in welchem Ausmaß er wirklich das erfaßt, was er entsprechend seiner speziellen Fragestellung erfassen soll.

Die Zuverlässigkeit (Reliabilität) eines Tests gibt den Grad der Genauigkeit an, mit der er das entsprechende Merkmal misst (Messgenauigkeit). Die Überprüfung der Zuverlässigkeit erfolgt meist mit Hilfe der Wiederholungsmethode (Retest; der Konditionstest wird unter möglichst gleichen Bedingungen in geringem zeitlichem Abstand, d. h. unter weitestgehender Ausschaltung von Stör- oder Trainingseffekten mit den Sportlern wiederholt).

Die Objektivität eines Tests drückt den Grad der Unabhängigkeit der Testleistung von der Person des Untersuchers (Testleiter), des Auswerters und des Beurteilers aus. Es wird dementsprechend unterschieden in:

- Durchführungsobjektivität (Beschreibung des Tests muss klar sein),
- Auswertungsobjektivität (positiv bei „messender“ Leistungserfassung und
- Interpretationsobjektivität (bei numerisch erfassten Ergebnissen – cm, sec... – positiv).

Die Höhe der KORRELATIONSKOEFFIZIENTEN für die Gütekriterien von Konditionstests dient als Orientierungshilfe für Trainer und Sportler, sobald Konditionstests im Trainingsprozess zur Anwendung gelangen. Wenn möglich, sollten solche Konditionstests ausgewählt werden, die durch zumindest annehmbare **Gütekoeffizienten** gekennzeichnet sind (vgl. folgende Tabelle; bei diesen Werten sind zudem Angaben über Größe und Zusammensetzung der Stichprobe [Sportlergruppe, an der der Koeffizient ermittelt wurde] und die Struktur des Testmerkmals [messbar oder bewertbar] zu berücksichtigen).

Gütekoeffizient	Gültigkeit	Zuverlässigkeit	Objektivität
0,95 – 0,99	-	Ausgezeichnet	Ausgezeichnet
0,90 – 0,94	-	Sehr gut	Sehr gut
0,85 – 0,89	Ausgezeichnet	Annehmbar	Annehmbar
0,80 – 0,84	Sehr gut	Annehmbar	Annehmbar
0,75 – 0,79	Annehmbar	Schwach	Schwach
0,70 – 0,74	Annehmbar	Schwach	Schwach
0,65 – 0,69	Fraglich (annehmbar für sehr komplexe Tests)	Fraglich (annehmbar für Testbatterien)	Fraglich
0,60 – 0,64	Fraglich	Fraglich	Fraglich

Tab.: Gütekoeffizienten sportmotorischer Tests (nach Barrow/Mc Gee 1971)

Als ökonomisch wird derjenige Konditionstest erachtet, der

- in kurzer Zeit durchführbar ist,
- dabei nur wenig Testmaterial und Testgerät benötigt,
- einfach zu handhaben ist,
- auch als Gruppentest durchgeführt werden kann,
- schnell und ohne großen Rechenaufwand auswertbar ist.

Als normiert wird derjenige Konditionstest bezeichnet, für den Angaben vorliegen, die zur Einordnung des individuellen Testergebnisses als Bezugsgrößen herangezogen werden können. Exakt bestimmte altersspezifische, geschlechtsspezifische, leistungsniveauspezifische, trainingsgruppenspezifische u. a. Normwerte rationalisieren die unmittelbare Auswertungsarbeit (im strengen Sinne sind konditionelle Normwerte objektive Durchschnittswerte des aktuellen konditionellen Leistungszustandes, die aus der Untersuchung repräsentativer Sportlergruppen gewonnen werden. Als Orientierungshilfe zur Interpretation werden u. a. herangezogen:

- Mittelwerte (z. B. arithmetisches Mittel ...)
- Streuungsmaße (z. B. Standardabweichung ...)
- Vorliegende Punkt („Norm„) – Tabellen.

Vergleichbarkeit liegt dann vor, wenn ein (mehrere) Paralleltest(s) bzw. Tests mit ähnlicher Gültigkeitsaussage vorliegen, mit denen der ausgewählte Konditionstest in Bezug gesetzt werden kann.

Als nützlich wird derjenige Konditionstest bezeichnet, der eine konditionelle Fähigkeit erfasst, für deren Kenntnis praktisches Bedürfnis und echtes Erkenntnisinteresse vorliegen.

Ad 3. („Empirisch abgrenzbare Kriterien"):

Durch die Forderung, Konditionstests sollen empirisch abgrenzbare Merkmale erfassen, wird der Testgegenstand auf realwissenschaftliche zugängliche Anteile der konditionellen Fähigkeiten begrenzt. Begriffliche („spekulative") Anteile wie beispielsweise „Willenskraft", „Durchstehvermögen" sind somit nicht Gegenstand sportmotorischer Konditionstests.

Ad 4. („Messziel ist quantitative Aussage"):

Der Anspruch, quantitative Aussagen des konditionellen Leistungszustandes zu ermöglichen, zielt auf das Datenniveau des jeweiligen Konditionstests. In ihrer Mehrzahl liefern sie metrische (intervallskalierte) Daten, z. B. Sprungkraftmessung: Weite; Ausdauermessung: Zeit. Es liegen demnach meist genügend fein ausdifferenzierbare Daten mit hohem Informationsgehalt vor.

Zur Durchführung und Auswertung von Konditionstests

Um die Ergebnisse sportmotorischer Konditionstests einheitlich interpretieren und zielgerichtet in den individuellen Trainingsprozess einbauen zu können, ist es erforderlich, wichtige methodische Durchführungsgrundsätze zu berücksichtigen:

- Die an individuellen Trainingszielen orientierte Auswahl des sportmotorischen Konditionstests sollte unter Berücksichtigung seiner Gütekriterien erfolgen („Welche konditionelle Fähigkeit soll mit welchem Test erfasst werden?").
- Testart und Testtermine sollten langfristig in den individuellen Trainingsprozess eingebaut werden.
- Die Testvorbereitung sollte standardisiert und unter Verwendung adäquater Hilfsmittel erfolgen, unter anderem betrifft dies:
  - Vorbereitung des Testraums, der Testgeräte, von Hilfsmitteln etc.
  - Einweisung der Testhelfer
- Die Testdurchführung muss standardisiert werden:
  - Der Test muss unter vergleichbaren zeitlichen, räumlichen, apparativen und Materialbedingungen durchgeführt werden.
  - Sinn und Zweck der Tests sind den Sportlern zu erläutern.
  - Die Testanweisung muss verlesen und das Testverhalten demonstriert werden.
  - Die Sportler müssen über die Anzahl der Vorversuche informiert werden.
  - Auf die strikte Einhaltung der Testanweisung (Bewegungsanweisung) muss hingewiesen werden.
- Die Testwerte müssen exakt und unmittelbar protokolliert werden.

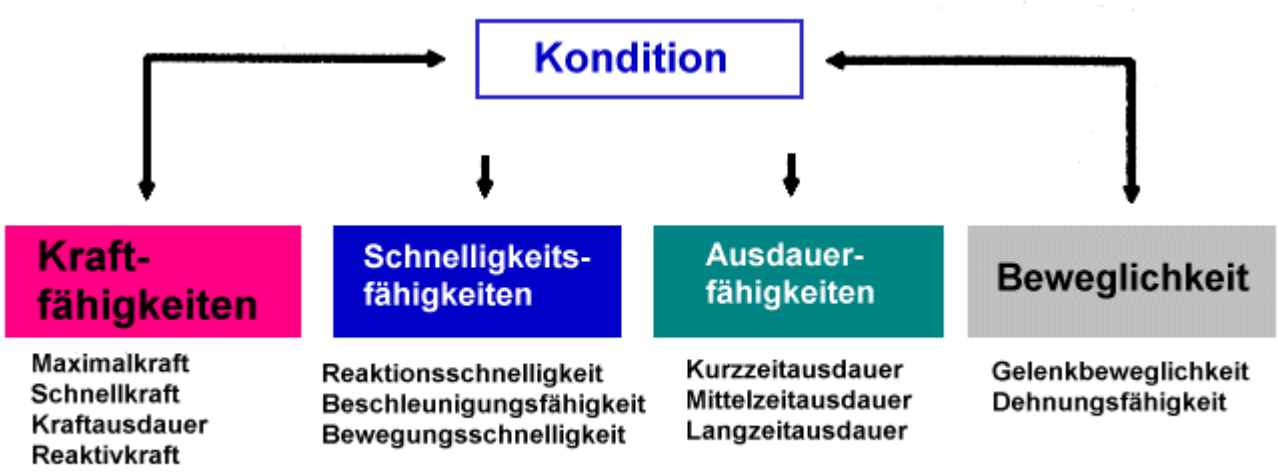
Die weitergehende Auswertung der Testdaten (Rohdaten) erfolgt unter Nutzung mathematisch-statistischer Verfahren.

Trainingsziel

Zielsetzung des Trainings. Je nach Grad der Verallgemeinerung kann ein Trainingsziel unterschiedlich formuliert sein:

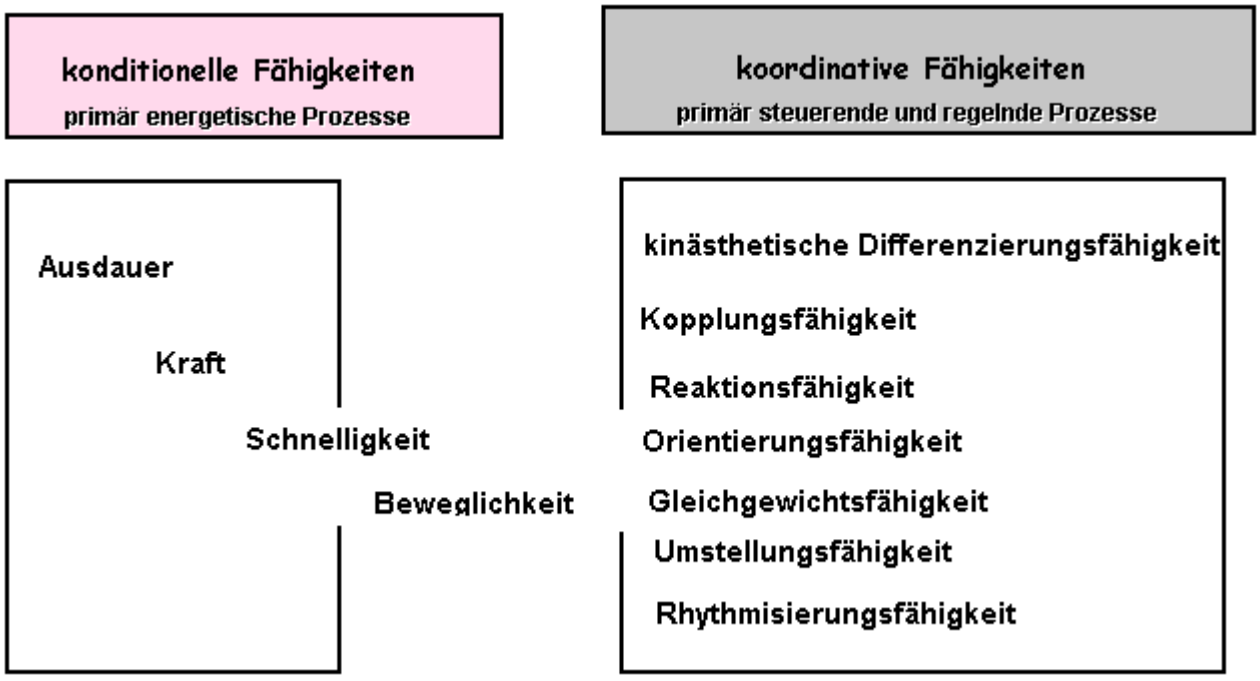
"*Übergeordnete Ziele* (Grobziele) auf oberster Entscheidungsebene sind z. B. Hochleistung, Fitness, Gesundheit oder auch im Rahmen des Leistungssports die Platzierung unter den ersten drei bei den nächsten Meisterschaften.
Teilziele (Feinziele) auf mittlerer Ebene sind meist konkrete Angaben im Rahmen der Komponenten der sportlichen Leistung, wie z. B. Verbesserung der Kondition oder der Lauftechnik im Sprint.
Zielfaktoren (Feinstziele) auf unterster Entscheidungsebene sind direkt ins Training übertragbar (operationalisierbar). Meist handelt es sich um Konditionselemente, Formen der Bewegungstechnik oder um bestimmte Taktikvarianten. Beispiele: Verbesserung der Maximalkraft, der Reaktivkraft oder der Sprintausdauer." (Grosser/Starischka)

Motorische Grundeigenschaften



Die motorischen Grundeigenschaften stehen in wechselseitiger Beziehung zueinander und treten als sportspezifische Anforderung oft in Kombination auf (z.B. Schnellkraft, Schnelligkeitsausdauer etc.) und hängen auch mit koordinativen Aspekten zusammen. Beweglichkeit wird heute meist nicht mehr eindeutig den konditionellen Fähigkeiten zugeordnet, da koordinative Aspekte eine wichtige Funktion haben (vgl. Meinel/Schnabel 1998, S. 206). Auch die Schnelligkeit beruht wesentlich auf

zentralnervösen Steuerungsprozessen (vgl. Martin u.a.), wird aber traditionell den konditionellen Fähigkeiten zugeordnet.



Kraft

"Die konditionelle Fähigkeit Kraft beschreibt solche Muskelleistungen, die mindestens 30 % der jeweils überwindbaren Last betragen". (Martin) Die traditionelle Einteilung der Kraft erfolgt in Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer. Nach neueren Untersuchungen sollte noch die Reaktivkraft hinzukommen.

Maximalkraft:

Definition:

Maximalkraft ist die größtmögliche Kraft, die willkürlich gegen einen Widerstand ausgeübt werden kann.

Kraftausdauer:

Definition:

Kraftausdauer ist die Ermüdungwiderstandsfähigkeit bei lang andauernden oder sich wiederholenden Kraftleistungen.

Schnellkraft:

Definition:

Schnellkraft ist die Fähigkeit, den eigenen Körper oder ein Gerät mit hoher Geschwindigkeit zu bewegen bzw. Widerstände mit höchstmöglicher Kontraktionsgeschwindigkeit zu überwinden.

Reaktivkraft:

Definition:

Fähigkeit bei Dehnungs-Verkürzungszyklen der Muskulatur einen hohen Kraftstoß zu erzeugen (Kombination von exzentrischer und konzentrischer Kontraktion)

Auswirkungen des Krafttrainings

- Muskulatur
    - Erhöhung der Kraftfähigkeit
    - Kraftersparnis durch Ökonomisierung der Muskelarbeit
    - Ausgleich muskulärer Defizite – Dysbalancen (zuerst Dehnen – dann Kräftigen)
    - Vermeidung muskulärer Überlastung – Verletzungsprophylaxe (Optimales Zusammenspiel der Muskeln untereinander wichtig)
    - Vorbeugung gegen altersbedingten Kraft- und Massenverlust
- Bindegewebe
    - Straffung des körperüberziehenden Bindegewebsnetzes
    - Kräftigung von Sehnen und Bändern
- Knochen
    - Erhöhung der Knochenfestigung (vermehrte Kalksalzeinlagerung)
    - Erhaltung der Knochenelastizität
- Gelenke
    - Beweglichkeitsverbesserung
    - Gelenkschutz über „Muskelmanschette“
    - Kräftigung des Kapselbandapparates
    - Knorpelstoffwechselaktivierung
- Stoffwechsel
    - Vermeidung der Stoffwechselverlangsamung (Muskelgewebe ist stoffwechselaktiver als Fettgewebe)
- Wirbelsäule
    - Beseitigung von Haltungsschwächen und Muskelungleichgewichten
    - Erhöhung der Belastungstoleranz
    - Vorbeugung von Bandscheibenleiden
- Nervensystem
    - Erhöhung der muskulären Aktivierbarkeit und des muskulären Zusammenspiels
    - Erhöhung von Präzision und Geschwindigkeit der Bewegungsausführung

- Erhöhung des „Körperfühlvermögens“ und der Aufmerksamkeit
- Unfallprophylaxe

- „Körperformung“
  - Verbesserung des äußeren Erscheinungsbildes
- Psyche
  - Wohlbefinden
  - Vitalitätsgefühl
  - Erhöhung des Selbstwertgefühls
- Soziale Effekte
  - Geringere Pflegebedürftigkeit im Alter
  - Verbesserte gesellschaftliche Akzeptanz
- Leistungsfähigkeit
  - Krafttraining zur Steigerung der allgemeinen und sportartspezifischen Leistungsfähigkeit

Allgemeine Zielsetzungen des Krafttrainings

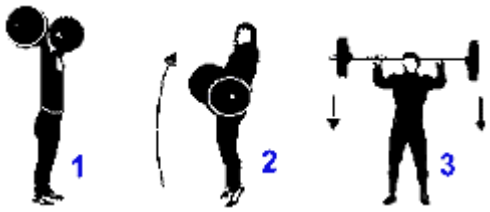
- Erweiterung des Energiepotentials der Muskulatur („muskuläre Kraftkomponente“)
  - Faserquerschnittsflächen-vergrößerung
  - Verbesserung des Energieflusses
- Verbesserung der Effizienz der Muskulatur („nervale Kraftkomponente“)
  - Nervale Ansteuerung optimieren
  - Inter- und intramuskuläre Koordination optimieren

Durch Krafttraining zu beeinflussende Faktoren

- Muskelfaserspektrum
- Muskelquerschnitt
- Intramuskuläre Koordination
- Intermuskuläre Koordination
- Energiebereitstellung
- Volitive Steuerung und Motivation
- Beherrschungsgrad der sportlichen Technik

Arbeitsweisen der Muskulatur - Kontraktionsformen

Bei einer Muskelkontraktion kann ein Muskel die Ausgangslänge beibehalten, sich verkürzen oder ausdehnen.



1 isometrisch : (haltend-statisch)

Es treten intramuskuläre Spannungsänderungen auf, ohne dass es zu einer Längenänderung der Muskeln kommt. Der Muskel verkürzt sich gar nicht oder nur minimal. Er wird angespannt, ohne seine Länge zu verändern.

(Beispiel: Bleibt man während des Klimmzuges in einer bestimmten Höhe hängen und verharrt einige Zeit in dieser Position, leistet der Muskel statische Arbeit und verkürzt sich isometrisch.)

2 konzentrisch: (positiv-dynamisch, überwindend)

Die intramuskuläre Spannung ändert sich und die Muskeln verkürzen sich. Nähern sich *Ursprung und Ansatz des Muskels* an und verkürzt sich dabei der Muskel, spricht man von konzentrischer Muskelarbeit.

(Beispiel Klimmzug: Um den Körper an der Reckstange hochzuziehen, muss der Oberarm gebeugt werden. Der Bizeps arbeitet konzentrisch.)

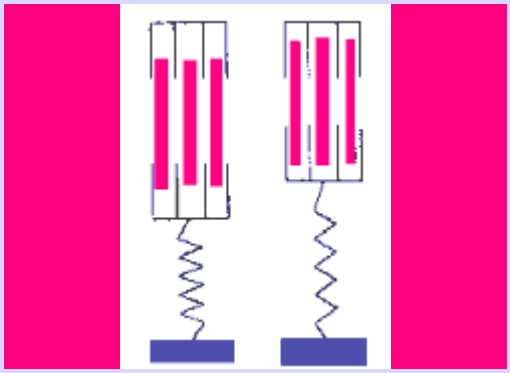
3 exzentrisch: (negativ-dynamisch, nachgebend)

Es kommt zu Spannungsänderungen und Verlängerung/Dehnung der Muskeln. Wird ein Muskel auseinander gezogen, also während sich Ansatz und Ursprung des Muskels voneinander entfernen, versucht der Muskel, die Bewegung abzubremsen. In diesem Falle spricht man von einer exzentrischen Kontraktion.

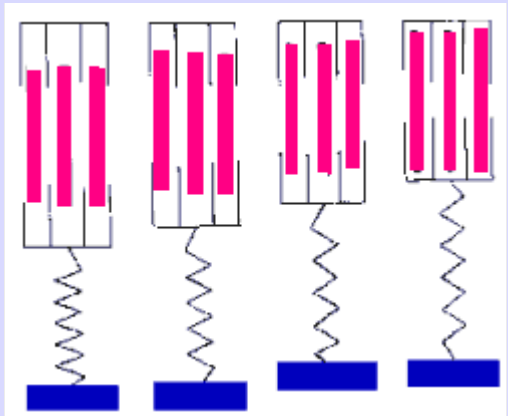
(Beispiel: Wird der Körper nach einem Klimmzug wieder herabgelassen, bremst der Bizeps durch seine Kontraktion die Bewegung ab.)

Schematische Darstellung

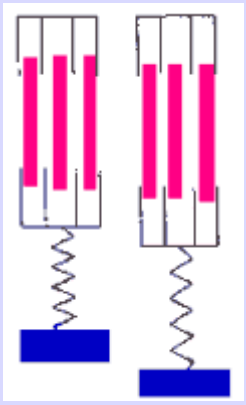
Die **isometrische Kontraktion** bewirkt eine Haltearbeit (statische Arbeit).
Es ergibt sich keine Längenveränderung, obwohl sich das kontraktile Element des Muskels verkürzt, um eine hohe Muskelspannung zu erzeugen.



Die **konzentrische Kontraktion** bewirkt die dynamisch-positive (überwindende) Arbeit.
Dabei verändert der Muskel gleichzeitig seine Spannung und seine Länge.
Es ist die wichtigste Kontraktionsform im Krafttraining.



Die **exzentrische Kontraktion** bewirkt eine dynamisch-negative (nachgebende) Arbeit.
Ursprung und Ansatz des Muskels entfernen sich voneinander.
Dadurch wird der Muskel länger und entwickelt eine hohe Spannung.
Die exzentrische Kontraktion ist für viele Abbremsbewegungen wichtig.

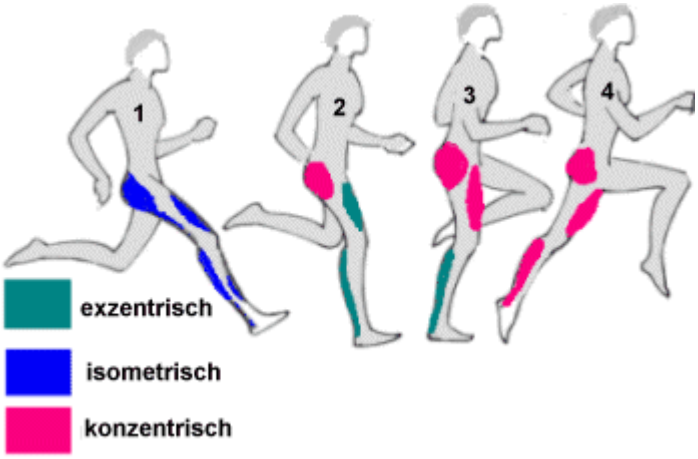


(nach Martin)

Bei einer Muskelkontraktion kann ein Muskel die Ausgangslänge beibehalten, sich verkürzen oder ausdehnen.

Beispiel:

Absprung Weitsprung



(nach Grosser/Neumaier: Techniktraining)

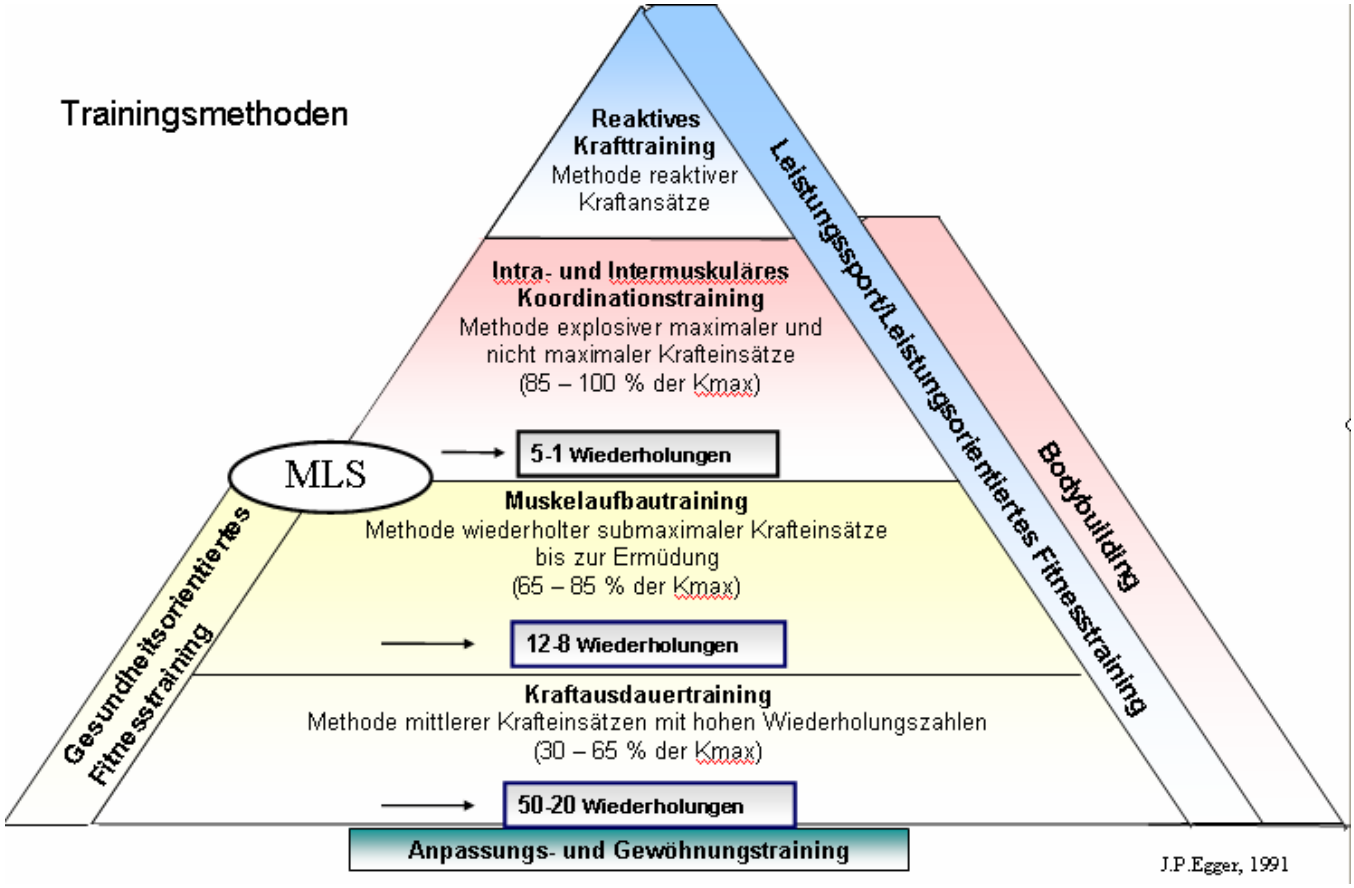
Nach neueren Untersuchungen zu den Kraftarten wird die Maximalkraft als eine "Basiskraft" dargestellt.

Absolute Kraft

Definition: Das höchstmögliche Kraftpotential, das ein Muskel aufgrund seines Querschnitts und seiner Qualität zur Verfügung hat. Neben der willkürlich entwickelbaren Kraft kommt die Möglichkeit der autonom geschützten Reserven hinzu.

Relative Kraft

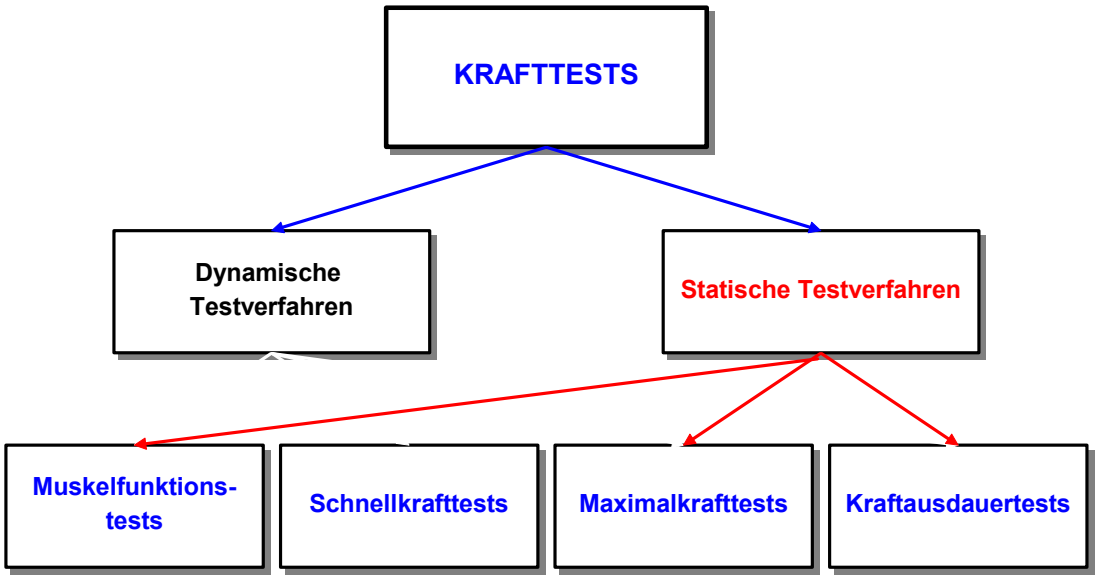
Definition: die relative Kraft ist die maximale Kraft, die ein Sportler im Verhältnis zu seinem Körpergewicht entwickeln kann. (Also Relative Kraft = Maximalkraft : Körpergewicht)



Trainingsgrundsätze im Krafttraining

- Übungen exakt ausführen
- Übung beenden, wenn *„persönliches" Wiederholungsmaximum* erreicht ist - ist dann der Fall, wenn Bewegungsausführung nicht mehr korrekt ist
- Bewegungsgeschwindigkeit soll möglichst zügig sein
- Pausen wie Schnelligkeit

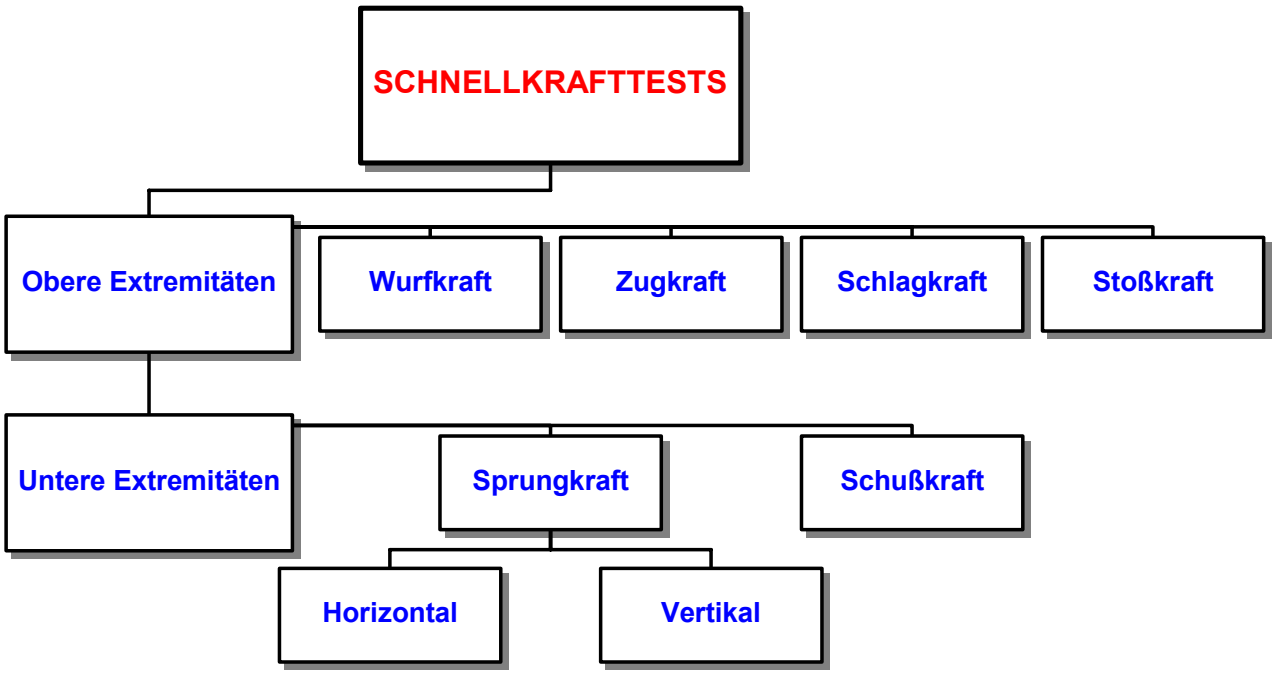
Tests



Muskelfunktion

Es können alle gängigen Methoden zur Muskelfunktionsüberprüfung angewandt werden!

Schnellkraft



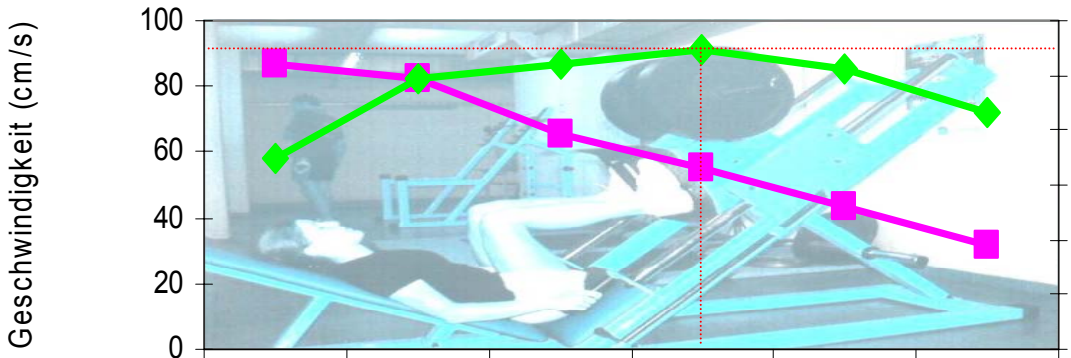
Obere Extremitäten:

- Wurfkraft
  - 2 kg Medizinballwurf beidarmig
  - „Andere“ Wurfformen
- Stoßkraft
  - 2 kg Medizinballstoß links und rechts
  - Bankdrücken ... MLS
  - Nackendrücken ... MLS
- Zugkraft
  - Bankziehen ... MLS
- Schlagkraft
  - Sportartspezifische Tests

Untere Extremitäten:

- Horizontale Sprungkraft
  - Standweitsprung
  - Dreierhop links u. rechts
  - Mehrfachsprünge
- Vertikale Sprungkraft
  - Counter-movement-jump
    - Mit Ausholbewegung
  - Squat-jump
    - Ohne Ausholbewegung
- Schußkraft
  - Sportartspezifische Tests
- Schnellkraft - allgemein:
  - Kniebeugen ... MLS
  - Beinpresse ...MLS

Muskelleistungstest (MLS…Muskelleistungsschwelle):



	20	30	40	50	60	70
Geschwindigkeit (cm/s)	86,6	82,2	65,5	55,4	43,2	31,5
Power (Watt)	173,6	246,4	260,7	274,2	255,6	216,8

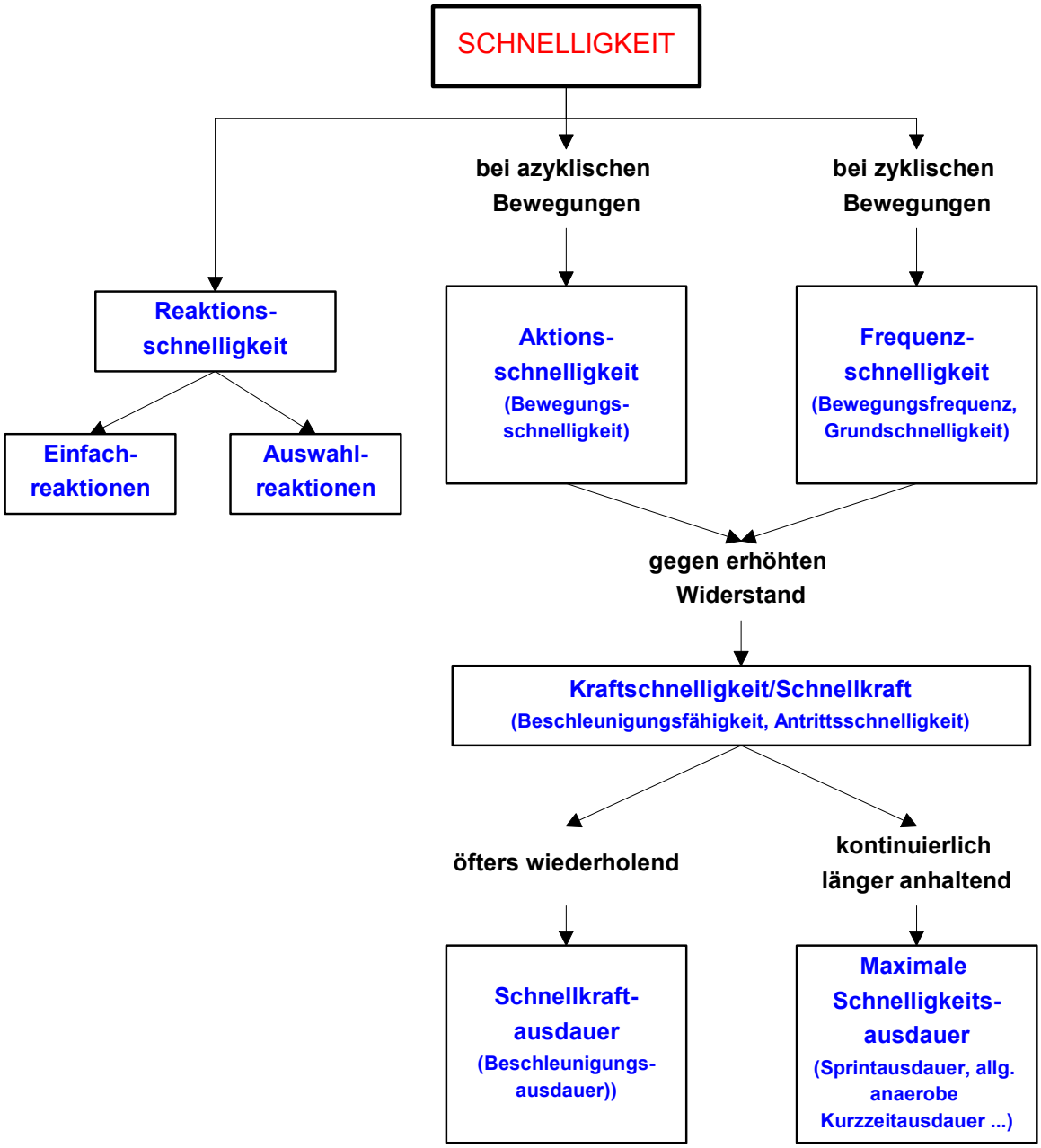
Last (kg)

Schnelligkeit

Schnelligkeitsleistungen treten im Sport in sehr verschiedener Form auf. Um Schnelligkeit von Schnellkraft abzugrenzen wird in neueren Arbeiten der Aspekt des geringen Widerstands aufgenommen. Deutlich wird aber auch, dass Schnelligkeit als eine koordinativ-konditionelle Fähigkeit gesehen wird und die klassische Einteilung als konditionelle Fähigkeit aufgegeben bzw. relativiert wird.

"Schnelligkeit bei sportlichen Bewegungen ist die Fähigkeit auf einen Reiz bzw. auf ein Signal hin schnellstmöglich zu reagieren und/oder Bewegungen bei geringen Widerständen mit höchster Geschwindigkeit durchzuführen."(Martin u.a.)

"Koordinativ-konstitutionell determinierte Leistungsvoraussetzung, um in kürzester Zeit auf Reize zu reagieren bzw. Informationen zu verarbeiten sowie Bewegungen oder motorische Handlungen unter erleichterten und/oder sportartspezifischen Bedingungen mit maximaler Bewegungsintensität ausführen zu können, wobei durch eine sehr kurze Belastungsdauer eine Leistungslimitierung durch Ermüdung ausgeschlossen wird." (Schnabel/Harre/Borde)



Unterschieden wird meist auch in Aktionsschnelligkeit (zyklisch; azyklisch) und Reaktionsschnelligkeit.

Die Aktionsschnelligkeit wird über die Kontraktions- und Bewegungsgeschwindigkeiten des Nerv-Muskelsystems erreicht. Die Reaktionsgeschwindigkeit ist die psychophysische Fähigkeit auf Reize und Signale zu reagieren.

Der Begriff der Schnelligkeitsausdauer ist im engeren Sinne nur dann als Schnelligkeitsleistung zu verstehen, wenn es um Sprintschnelligkeit bis zu ca. 30 Sek. geht und maximale Schnelligkeit beinhaltet. Schnelligkeitsleistungen über diesen Zeitraum hinaus können zwar mit höher, aber nicht mit höchster Intensität betreiben werden. Insofern müssen sie eher dem Bereich der Ausdauer zugeordnet werden.

Die Praxis von Schnelligkeitsleistungen im Sport zeigt, dass Reaktionsleistungen (oft in Verbindung mit Antizipationsleistungen) und Beschleunigungsleistungen ein wesentlicher Aspekt der Schnelligkeit sind. Martin u.a. gehen deshalb von einer zwei- bzw. dreiphasigen Verlaufsform von Schnelligkeitsleistungen aus.

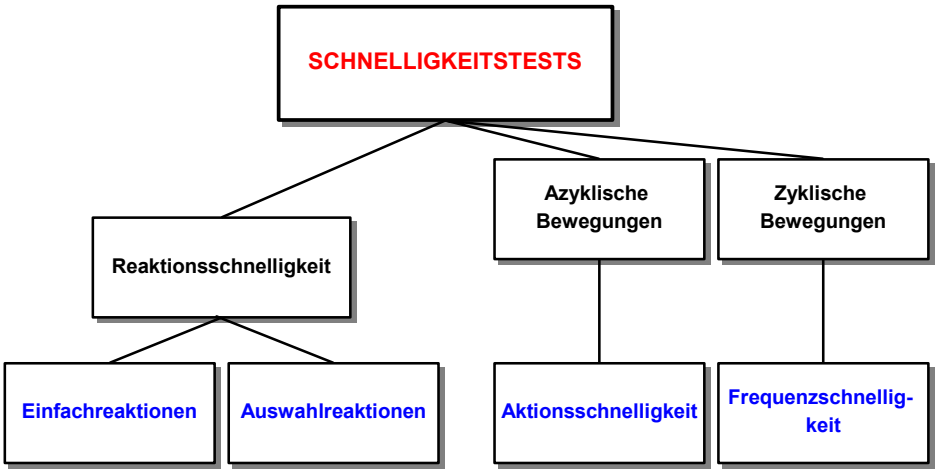
Zweiphasig (selbstgewählter Beschleunigungsbeginn)	Dreiphasig
• **Beschleunigungsleistung** • **Schnelligkeitsleistung**	• **Reaktionsleistung** • **Beschleunigungsleistung** • **Schnelligkeitsleistung**
Beispiel: Weitsprung, Kugelstoß	Beispiel: Sprint, Sportspiele

Prinzipien des Schnelligkeitstrainings

Beim Schnelligkeitstraining sollten (nach Martin u.a.) folgende Prinzipien beachtet werden:

1. Die Körpertemperatur muss bei Schnelligkeitsleistungen erheblich über der Umgebungstemperatur liegen. Es ist erstrebenswert, Körpertemperaturen von 38,5° zu erreichen, die allerdings eine systematische Aufwärmarbeit von 15 bis 30 min und den Erhalt dieser Temperatur voraussetzen. Die Leistung verbesserte sich bei Untersuchungen dadurch deutlich.
2. Zur Verbesserung der Schnelligkeitsleistungen gehört es, dass die Bewegungsabläufe mit großer technischer Präzision durchgeführt werden. Deshalb soll eine Bewegung (Start oder zyklische Bewegungsabläufe) erst dann schnell durchgeführt werden, wenn die richtige Technik stabilisiert ist.
3. Vor jedem Schnelligkeitstraining muss die Muskulatur dehnfähig gemacht werden, um die inneren Widerstände zu minimieren. Wenn sich ein Muskel kontrahiert, muss sein Antagonist leicht dehnbar sein, um beispielsweise die Gelenkbewegung nicht zu stark zu bremsen.
4. Die äußeren Trainingsbedingungen müssen zum Einschleifen schneller Bewegungsabläufe optimal gestaltet, organisiert und gesteuert werden, so dass das Training ohne Störfaktoren ablaufen kann. Die Trainingsbedingungen sollten sogar standardisiert werden, d. h. stets die gleichen sein.
5. Schnelligkeitstraining sollte ständig unter den Bedingungen von Ergebnis-Rückmeldungen stattfinden, um Leistungsveränderungen genau zu erfassen.
6. Schnelligkeitstraining muss hochmotiviert und mit dem Willen zur optimalen Leistung durchgeführt werden.

Tests



- Zyklische Schnelligkeit
  - 5-m Sprint Hochstart
  - 10-m Sprint Hochstart
  - 20-m Sprint Hochstart
  - Tapping Beine stehend
  - Tapping Arme stehend
- Azyklische Schnelligkeit
  - Drop-jump (Nieder-Hochsprung) (40cm)
- Zyklische und azyklische Schnelligkeit
  - Schnelligkeitsquotient = (Tapping x 1000)/Drop-jump
- Reaktionsschnelligkeit
  - Fallstabtest
  - Messen der Reaktionszeit
    - Akustische Signale
    - Visuelle Signale
    - Taktile Signale

Ausdauer

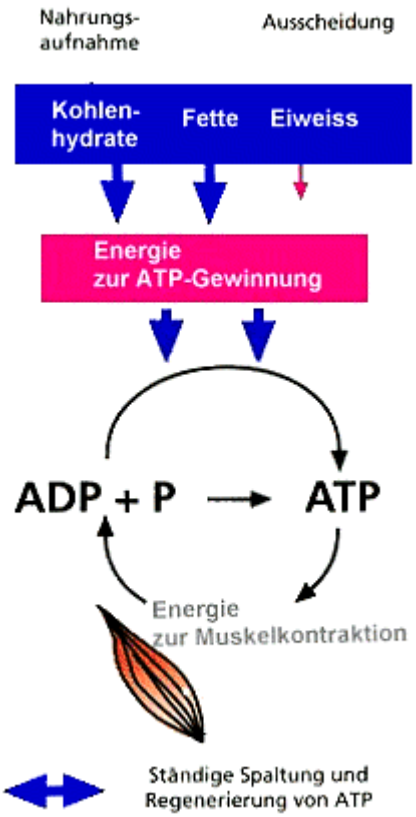
Ausdauer ist die Ermüdungswiderstandsfähigkeit bei lang andauernden Belastungen. Da wir aber Ausdauerleistungen in den verschiedensten Formen vollbringen, bietet sich eine Unterscheidung in verschiedene Ausdauerleistungsfähigkeiten an.

Grundlagenausdauer - Allgemeine Ausdauer Spezifische Ausdauerfähigkeit bei langandauernden Belastungen in aerober Stoffwechsellage.	Spezielle Ausdauer sportart- und wettkampfspezifische Leistungsfähigkeit

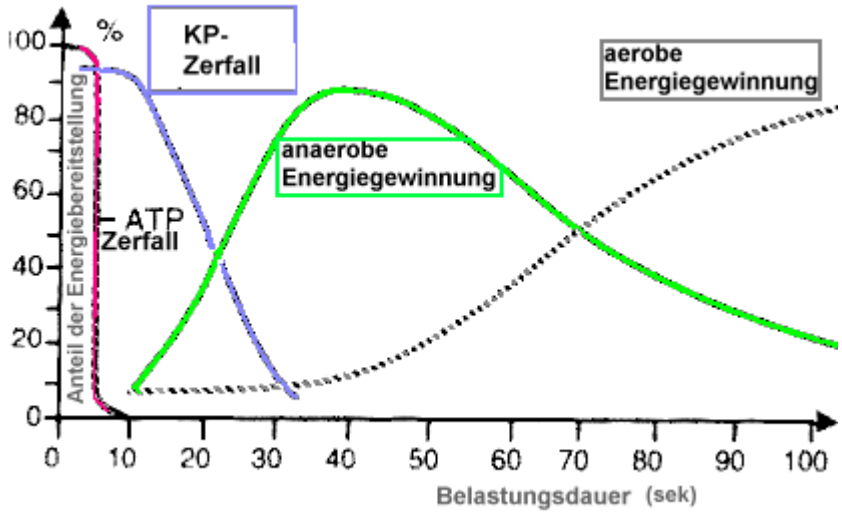
Energiegewinnung in der Muskelzelle

Bedeutung des Energiestoffwechsels bei Ausdauerleistungen

Die Energie für sportliche Leistungen wird nicht unmittelbar aus der Nahrung (Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße) gewonnen. Das in allen Körperzellen gespeicherte **Adenosintriphosphat (ATP)** liefert die notwendige Energie. Je nach Beanspruchung können dabei unterschiedliche Phasen der Energiebereitstellung durchlaufen werden.



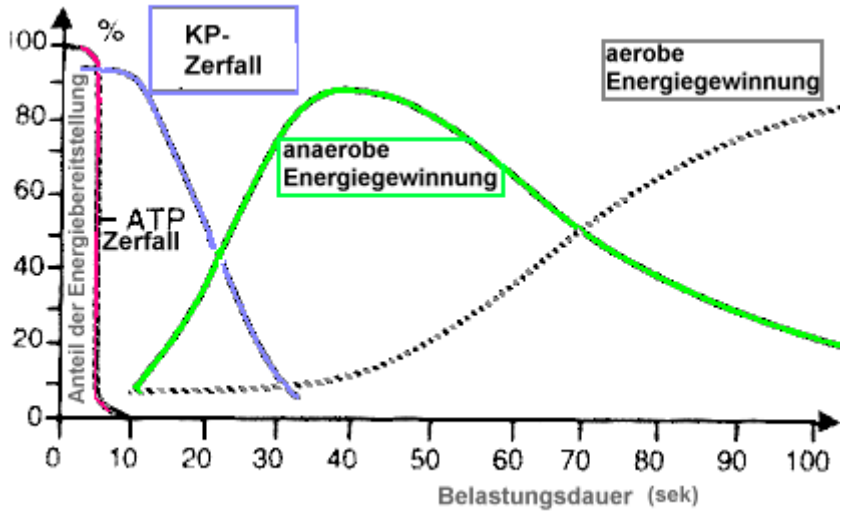
Wichtig dabei ist, ob dies mit ausreichender Sauerstoffaufnahme (aerob) oder unzureichender Sauerstoffaufnahme (anaerob)geschieht und ob dabei Milchsäure (Laktat) entsteht oder nicht. Bei einem 800m-Lauf sieht dies ungefähr so aus.



(nach Keul u.a)

1. Die anaerob-alaktazide Phase der Energiebereitstellung (rote und blaue Kurve)

Zunächst zerfällt das das in den Mitochondrien vorhandene ATP. Das ATP zerfällt bei der Muskelkontraktion in das Adenosindiphoshat (ADP) und einen Phosphatrest P. Der Körper muss dann dafür sorgen, dass neues ATP hergestellt wird. Die Energie eines weiteren Phospats in der der Muskelzelle, des Kreatinphosphats (KP), sorgt kurzfristig dafür, dass aus ADP und P wieder ATP entsteht (Resynthese von ATP).

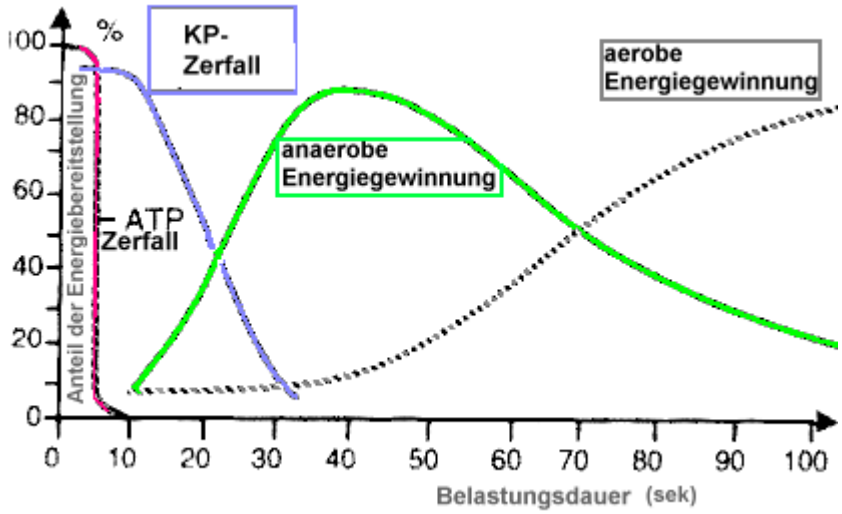


Man nennt dies die anaerob-alaktazide Phase der Energiebereitstellung *(kein Sauerstoff erforderlich, keine Milchsäure als Stoffwechselendprodukt).*

2. Die anaerob-laktazide Energiebereitstellung (grüne Kurve)

Noch bevor die Vorräte an energiereichen Phosphaten verbraucht sind, ist die nächst schnellere Variante des Energiestoffwechsels aktiv geworden, die **anaerob-laktazide Energiebereitstellung** durch den Abbau von Glukose.

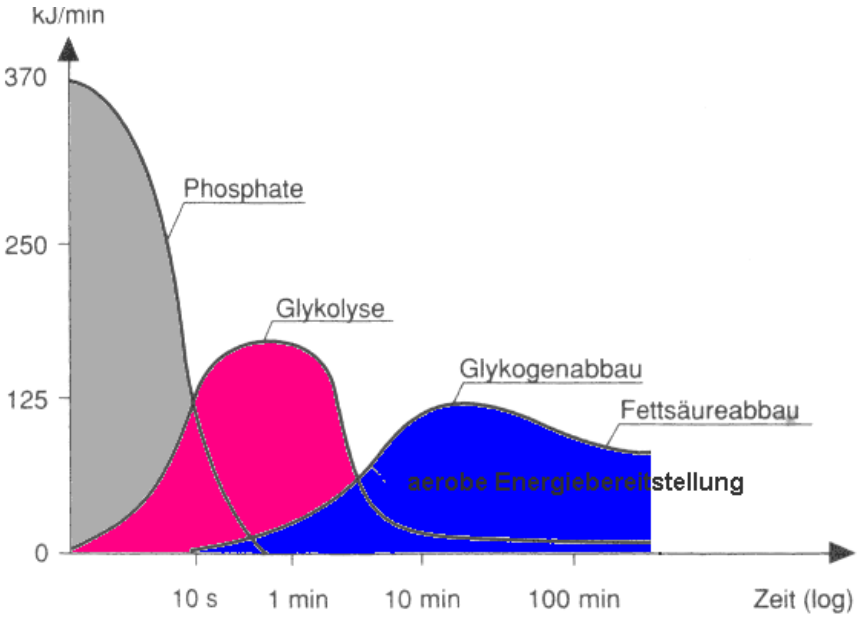
Bereits nach einigen Sekunden wird die anaerob-laktazide Energiebereitstellung genutzt. Dieser Weg wird immer dann bestritten, wenn nicht genug Sauerstoff zur Energiegewinnung zur Verfügung steht. Die benötigte Energie steht dabei schnell zur Verfügung, die Energieausbeute ist aber gering, da das Zuckermolokül nicht vollständig zerlegt wird. Es entsteht Milchsäure (Laktat), die schnell zur Ermüdung führt, wenn sie sich verstärkt anhäuft. Die Ausbeute von 2 Molekülen ATP aus einem Molekül Glukose ist gering; der anaerob-laktazide Stoffwechsel arbeitet also in Hinblick auf die Ausnutzung der Nahrungskohlenhydrate unökonomisch. Bei erschöpfenden Anstrengungen mit einer Belastungsdauer von etwa einer Minute wird der anaerob-laktazide Stoffwechsel ausgereizt; mit einem Anteil von maximal rund 70 % an der Gesamtenergieproduktion wird ein Höhepunkt etwa 45 Sekunden nach Beginn der harten zusätzlichen körperlichen Belastung erreicht. Im Spitzenbereich werden bei Auslastung des anaerob-laktaziden Stoffwechsels Laktatkonzentrationen bis zu 25 mmol/Liter im Blut gemessen; in dieser Hinsicht Untrainierte erreichen 7-8 mmol/l.



3. Der aerob-alaktazide Abbau von Glukose und Fett(säuren) **(graue Kurve)**

Nur wenn genug Sauerstoff zur Verfügung steht, kann die Glucose vollständig abgebaut werden. Dieser Vorgang dauert aber deutlich länger, wie man der Grafik entnehmen kann. Die Energieausbeute ist aber deutlich größer (38 Moleküle ATP aus einem Zuckermolekül). Auf aeroben Weg können zudem auch die Fettsäuren abgebaut werden.

Überblick

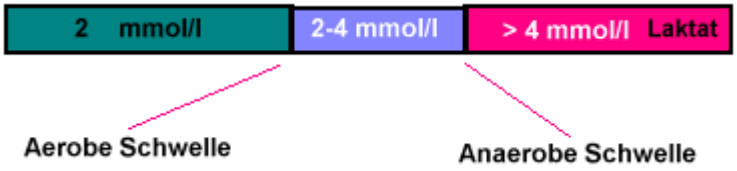


Die aerobe Stoffwechsellage ist auch die Grundlage für umfangreiche Trainings- und Wettkampfbelastungen

Aerobe Schwelle - anerobe Schwelle - Sauerstoffschuld

Je größer die maximale Sauerstoffaufnahme eines Sportlers, desto mehr Sauerstoff steht für die aerobe Energiegewinnung zur Verfügung. Die Sauerstoffaufnahmefähigkeit kann durch eine Zunahme des Schlagvolumens, der arterio-venösen Sauerstoffdifferenz und der Transportkapazität des Blutes erhöht werden (Trainingswirkungen). Je höher der Prozentsatz, mit dem die maximale Sauerstoffaufnahmefähigkeit an der anaeroben Schwelle genutzt werden kann, um so besser ist die Sauerstoffausnutzung.

Die Ausdauerleistungsfähigkeit kann durch folgende Schwellenwerte charakterisiert werden:



Die aerobe Schwelle liegt bei ca. 2 mmol Laktat/Liter Blut und entspricht somit einer Belastungsintensität, bei welcher der Laktatspiegel diesen Wert gerade übersteigt. Ab dieser Schwelle kann die benötigte Energie nur durch zusätzliche Energiegewinnung aus dem anaerob-laktaziden Stoffwechselweg bereitgestellt werden, der Laktatspiegel beginnt zu steigen. Bei Belastungsintensitäten unterhalb dieser Schwelle erfolgt die Energiegewinnung fast ausschließlich aerob; der Laktatspiegel bleibt in der Nähe des Ruhewertes.	Der aerob-anaerobe Übergangsbereich ist der Bereich zwischen der aeroben und anaeroben Schwelle. Die Laktatbildung nimmt mit steigender Belastungsintensität zwar zu, jedoch stehen Laktatbildung und Laktatabbau immer im Gleichgewicht.	Die anaerobe Schwelle liegt etwa bei 4 mmol Laktat/Liter Blut, sie ist jedoch abhängig vom Trainingszustand. Bei Belastungsintensitäten an dieser Schwelle liegt ein maximales Laktatgleichgewicht vor, d.h. Laktatbildung und Laktatabbau stehen gerade noch im Gleichgewicht. Man nennt diesen Zustand auch Steady-state. Eine höhere Belastungsintensität führt zu einem starken Anstieg des Laktatspiegels. Die Sauerstoffaufnahme reicht nicht mehr aus, den Gesamtenergiebedarf zu decken, es kommt zur schnellen Erschöpfung durch Übersäuerung.

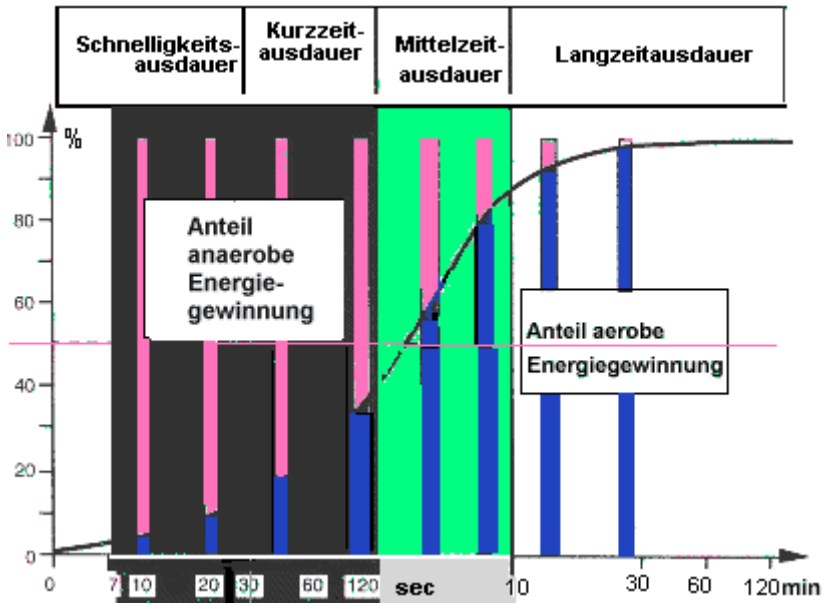
Bereits zu Beginn jeder Belastung entsteht ein Sauerstoffdefizit, weil der Körper mit der nur langsam anlaufenden Sauerstoffaufnahme den plötzlich auftretenden Sauerstoffbedarf nicht decken kann. Dieses Defizit vergrößert sich, wenn der Sauerstoffbedarf die Sauerstoffaufnahmefähigkeit übersteigt. Nach Beendigung der Belastung läuft die aerobe Energiegewinnung weiter, die Sauerstoffaufnahme ist größer als der Ruhebedarf.
Die Sauerstoffmenge, welche nach Beendigung einer Belastung mehr als dem Ruhebedarf entsprechend aufgenommen wird, bezeichnet man als Sauerstoffschuld.

Die Sauerstoffmehraufnahme nach Belastungsende dient der erhöhten Aktivität des Herz-Kreislauf-Systems und folgenden Stoffwechselprozessen:

- Auffüllen der ATP/KP-Speicher (etwa 2 min),
- Auffüllen der Sauerstoffspeicher in Blut- und Muskelzellen,
- Abbau und Verwertung der Milchsäure (50% in etwa 15 min)
- Energiebereitstellung für die verstärkte Tätigkeit der Herz- und Atemmuskulatur

Zeitliche Einteilung von Ausdauerleistungen

Die Wettkampfdisziplinen der Ausdauersportler werden gerne nach ihrer zeitlichen Dauer geordnet. Hinter dieser Ordnung stehen Gesichtspunkte der Energiebereitstellung, weil kurze intensive Ausdauerbelastungen anders energetisch versorgt werden müssen als lange extensive.



Schnelligkeitsausdauer

Dauer (ca.) zwischen 7und 35 Sekunden; die Energiebereitstellung erfolgt anaerob-alaktazid und anaerob-laktazid.

Kurzzeitausdauer

Belastungszeiten zwischen 35 Sekunden und 2 Minuten; der Schwerpunkt der Energiebereitstellung liegt auf der anaerob-laktaziden Variante des Stoffwechsels.

Mittelzeitausdauer

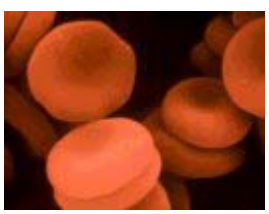
Mittelzeitausdauer wird gefordert bei Wettkampfzeiten zwischen 2 und 10 Minuten. Hier beginnt der aerobe Stoffwechsel an Bedeutung zu gewinnen; bei einer Belastungszeit von

rund drei Minuten rechnet man mit Anteilen von 50% anaerober und 50 % aerober Energiebereitstellung. Dieses Verhältnis verschiebt sich bei zunehmender Laufstrecke mehr und mehr zum aeroben Zweig. Als Brennstoff des aeroben Stoffwechsels sind ausschließlich Kohlehydrate von Bedeutung.

Langzeitausdauer

Unter die Langzeitausdauer fallen Belastungen zwischen 10 und mehreren Stunden. Oft wird hier noch unterteilt in verschiedene Formen der Langzeitausdauer. Die Energiebereitstellung erfolgt überwiegend aerob unter Verbrennung von Kohlenhydraten, bei längeren Belastungen auch Fetten. Bei Tempoverschärfungen wird der anaerob-laktazide Energiestoffwechsel in Anspruch genommen.

Wirkungen des Ausdauertrainings - Übersicht

	Herz-Kreislauf	• Vergrößerung des HerzmuskelsSportherz (Erweiterung der Herzhöhlen) • Verdickung des Herzmuskels • Erhöhung des Schlagvolumens • Erhöhung des Herzminutenvolumens • Verbesserte Sauerstoffaufnahme • Senkung des Ruhepulses • Verbesserte Kapillarisierung • Vergrößerung der arterio-venösen O2-Differenz • Stabilisierung des Blutdrucks
	Muskulatur - Stoffwechsel	• Erhöhte Zahl der Mitochondrien (v.a.in den ST-Fasern) • Verbesserte Leistungsfähigkeit der Enzyme in den Mitochondrien • Erweiterung der Glykogenspeicher
	Blut	• Vermehrung der roten Blutkörperchen • Vermehrung des Hämoglobins (roter Blutfarbstoff) • Zunahme des Blutplasmas • Erweiterte Pufferkapazität bei Übersäuerung

	Lunge - Atmung	• Vertiefte Atmung • Vergrößerung des Atemminutenvolumens • Erhöhte Vitalkapazität
	Nervensystem	• beruhigende Wirkung auf das Nervensystem • Steigerung der parasysmpathischen Aktivität

Trainingsmethoden im Ausdauertraining – Übersicht

Dauermethode länger andauernde Belastung ohne Unterbrechung - mit konstanter Intensität	**Belastung** - Intensität gering bis mittel (extensiv); Belastungsdauer bis zu mehreren Stunden möglich; aerobe Beanspruchung - Intensität hoch (intensiv); Belastungsdauer etwa bis 45 min; aerob-anaerobe Beanspruchung	**Effekt** Grundlagenausdauer; Belastungsverträglichkeit/aerobe Leistungsfähigkeit durch Ökonomisierung; Muskelfaserveränderungen (FT Fasern >ST-Fasern); Fettstoffwechsel/Monotonieverträglichkeit Grundlagenausdauer; Kraftausdauer; Langzeitausdauer; Belastungsverträglichkeit für intensivere Anforderungen/aerobe Kapazität; Ökonomisierung im aerob-anaeroben Funktionsbereich;
- mit wechselnder Intensität (Wechselmethode)	bei ständigem Verbleib im trainingswirksamen Bereich wechselt die Intensität planmäßig oder geländebedingt zwischen gering bis hoch	Glykogenstoffwechsel; Muskelfaserveränderungen/psychische Durchhalte- und Konzentrationsfähigkeit; Wirkung wie konstante Dauermethoden/Umstellungsfähigkeit (physiologisch; psychisch)/Erholungsfähigkeit

Intervallmethode Wechsel zwischen relativ kurzen Belastungs- und Entlastungsphasen; Intervalle nur zur bedingten (unvollständigen) Erholung	- Intensität gering bis mittel (extensiv)/Belastungsdauer bis ca. 10 min und großer Gesamtumfang; aerobe Beanspruchung - Intensität hoch, aber nicht maximal (intensiv); Belastungsdauer zumeist bis etwa 60 s; aerob-anaerobe Beanspruchung	Grundlagenausdauer; Kraftausdauer; Belastungsverträglichkeit/ aerobe Leistungsfähigkeit; STF/ Umstellungsfähigkeit; Konzentrations- und Mobilisierungsfähigkeit Grundlagen- und Kraftausdauer im aerob-anaeroben Funktionsbereich/aerobe und anaerobe Leistungsfähigkeit; STF; FTF; Laktatverträglichkeit; Herzvolumenvergrößerung
Wiederholungsmethode Wechsel zwischen sehr intensiven, relativ kurzen Belastungsphasen und lang dauernden Erholungsphasen; geringer Gesamtumfang	wettkampfspezifische Intensität; Belastungsdauer im Unterdistanzbereich der Kurz- und Mittelzeitdisziplinen bzw Überdistanz im Sprint; anaerobe Beanspruchung	wettkampfspezifische Ausdauer; Schnellkraftausdauer/ anaerobe Kapazität und Leistungsfähigkeit/Laktattoleranz, -verträglichkeit und -kompensationsfähigkeit; FTF/ Mobilisations- und Durchhaltefähigkeit unter anaeroben Bedingungen
Wettkampfmethode einmalige, seltener mehrfache Belastung mit höchstem Einsatz und wettkampftypischem Verhalten/Trainingswettkämpfe;	Wettkampfdistanz; Unterwettkampfdistanz; Überwettkampfdistanz; mitTrainingspartner/ Gegner und ggf. sporttechnischer und taktischer Aufgabenstellung	komplexe Leistungsfähigkeit; Entwicklung wettkampftypischer Beziehungen zwischen allen Leistungsvoraussetzungen und deren wettkampfspezifischer Ausprägung

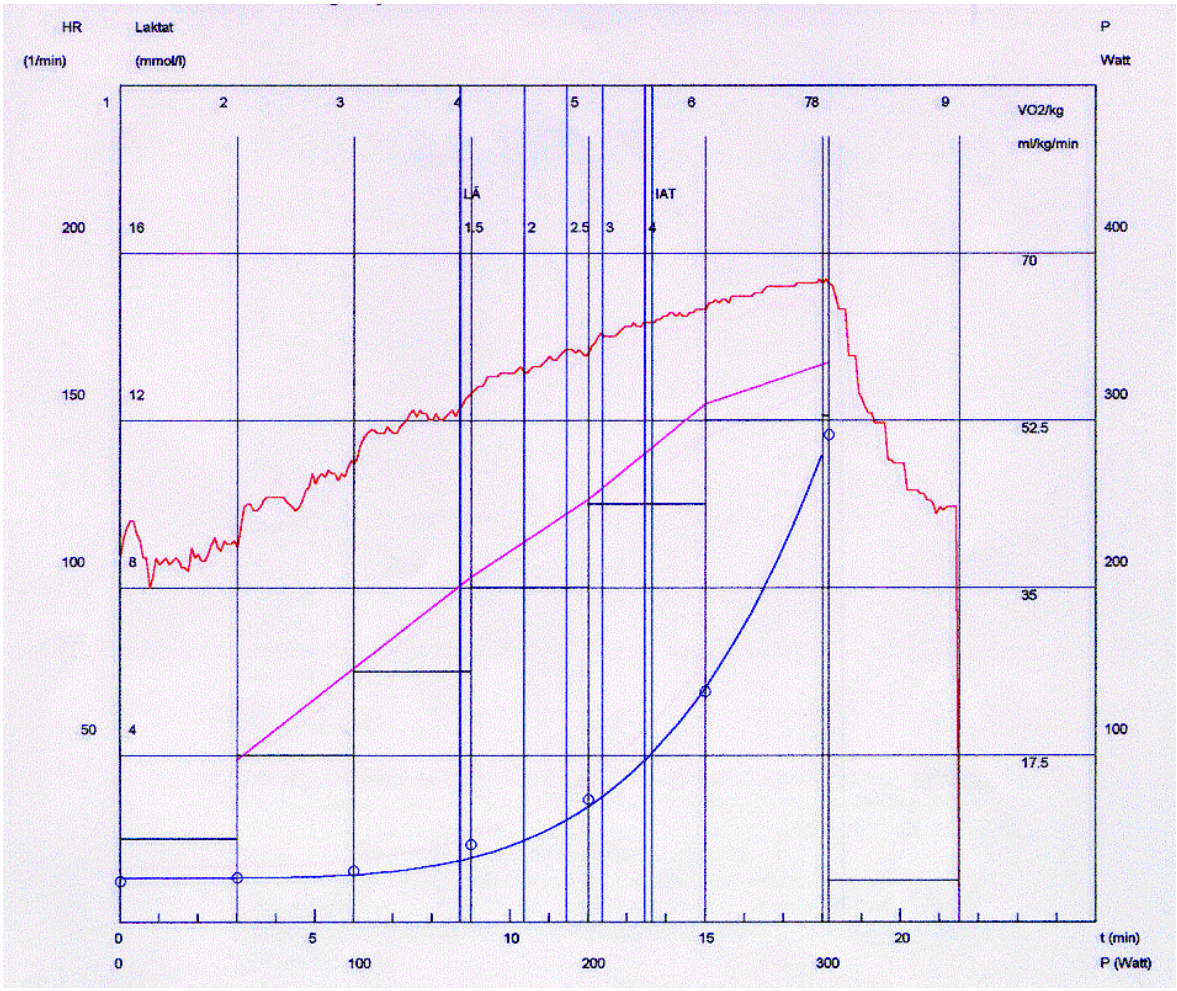
(nach Harre u.a.)

Tests

- „Einfache Lauftests“
  - Cooper-Test (12-Minuten-Lauf)
  - 5000 m Lauf
- Lauftests mit begleitender Herzfrequenzmessung
- Conconi-Test
  - Durchführungsmodalitäten
    - Auf 400 m Rundbahn beginnend mit langsamen Lauftempo alle 200 m Temposteigerung um 0,5 km/h bis das vorgegebene Tempo nicht mehr gehalten werden kann
    - Herzfrequenzwerte werden mittels Pulsmesser (Fa. Polar) aufgezeichnet und computerunterstützt ausgewertet
  - Wertung des Tests - Probleme
    - Eignet sich durch Feststellung der maximalen Laufgeschwindigkeit für Ermittlung der aktuellen aeroben Ausdauerleistungsfähigkeit.

- Herzfrequenzkurven intraindividuell vergleichbar (Entwicklung)
- Für die Trainingssteuerung über die „unblutig“ ermittelte „anaerobe Schwelle“ ist der Conconi-Test jedoch weniger bzw. nur bedingt geeignet (Weineck 1997, 196)

- Laktattests (Labortests)
  - Ergo(spiro)metrie mit Aufnahme der Laktatleistungskurve
    - Durchführungsmodalitäten
      - Stufentest (Fahrrad, Laufband, Ruderergometer ...)
        - Steigerung der Stufen alle 3 Minuten
        - Belastungssteigerung bis zur Ausbelastung
        - Laktatabnahmen
          - Vor Belastungsbeginn
          - Am Ende jeder Belastungsstufe
          - 3 Minuten nach Belastungsende
        - Herzfrequenzaufzeichnung während der Belastung
        - Messung der Sauerstoffaufnahme während der Belastung
    - Auswertung
      - Bestimmung der Laktatschwellen
      - Bestimmung des respiratorischen Quotienten (RQ)
      - Quotient aus Kohlendioxidabgabe und Sauerstoffaufnahme
      - Ruhe RQ = ca. 0,85 - im Bereich der anaeroben Schwelle ca. 1,0 (Hinweis, dass hauptsächlich Kohlenhydrate verstoffwechselt werden)
    - Maximalwerte
      - Laktat
      - Herzfrequenz
      - Sauerstoffaufnahme
      - Leistung



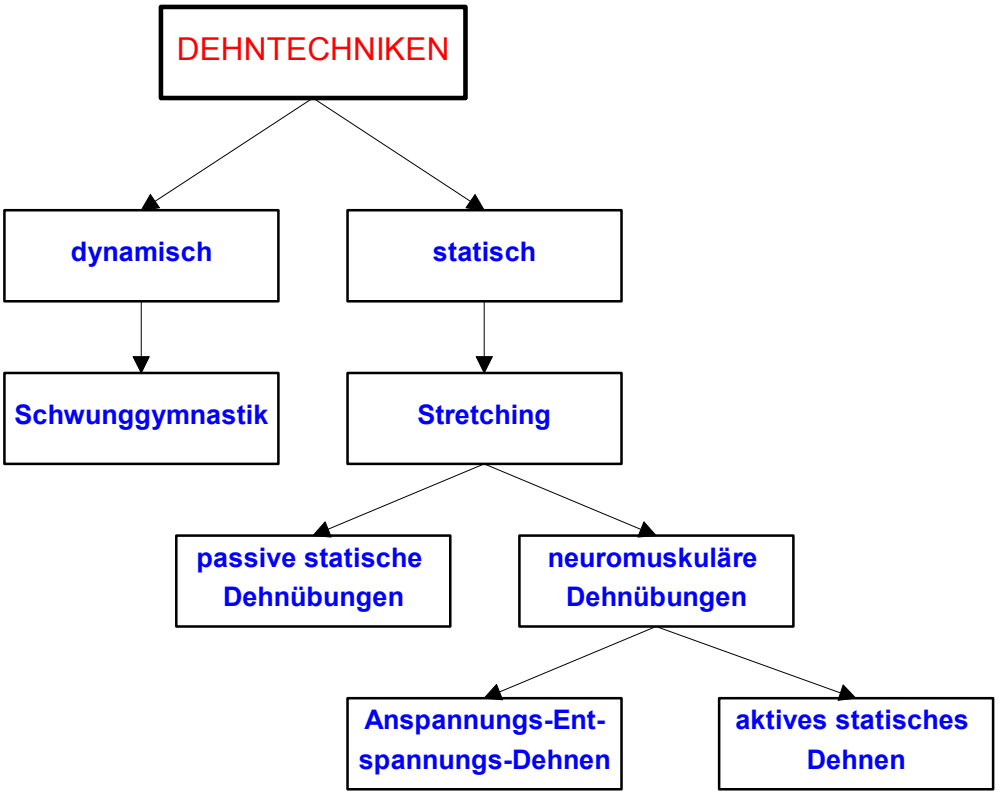
BERECHNETE WERTE	
P soll	225 Watt
P max	322 Watt
P soll/kg	3,0 Watt
P max/kg	4,3 Watt
Rel. Leistungsvermögen	143%
Pschwelle (IAT)/Pmax	67%

SCHWELLEN UND MAXIMALWERTE				
	HR (1/min)	P (Watt)	Laktat (mmol/l)	VO2/kg (ml/min/kg)
Maximum	175	322	14,4	55,8
1,5 mmol/l	89	71	1,5	18,9
2 mmol/l	112	129	2	27,6
2,5 mmol/l	122	155	2,5	30,5
3 mmol/l	128	174	3	34,7
4 mmol/l	136	200	4	40,3
Laktatäquivalent	121	152	2,4	29,8
Indiv. anaerobe Schwelle	143	217	4,8	42,6

Beweglichkeit

Beweglichkeit ist die Fähigkeit, Bewegungen mit großer bzw. optimaler Schwingungsweite der Gelenke auszuführen.

Beweglichkeitstraining - Dehnungsmethoden

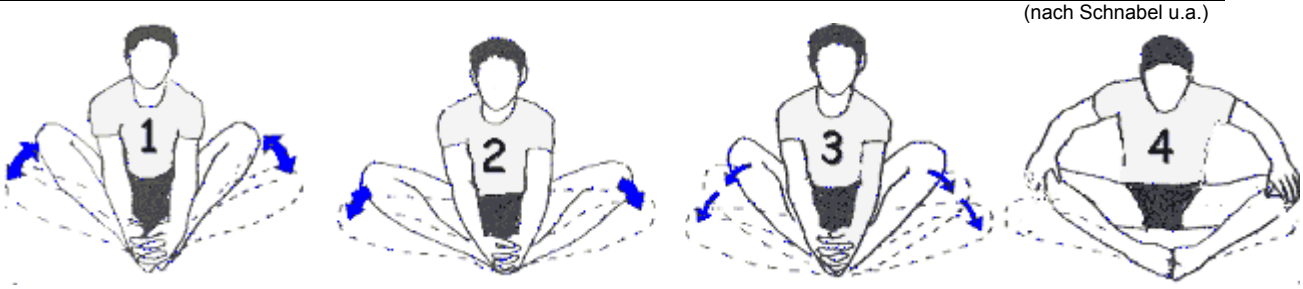


Spring 1986

Entsprechend der Arbeitsweise der Muskulatur werden zwei grundsätzliche Methoden der Dehnung unterschieden: Das dynamische Dehnen und das statische Dehnen.

1 aktiv-dynamische Dehnung	2 Aktiv-statische Dehnung (permanent)	3 aktiv-statische Dehnung (in Teilschritten)	4 passiv-statische oder dynamische Dehnung

(nach Schnabel u.a.)



Dem dynamischen Dehnen wird die sog. Schwunggymnastik zugeordnet. Zum statischen Dehnen gehört das "Stretching".

Wozu benötigt man Stretching?

Einer der häufigsten Ursachenverminderter Leistungsfähigkeit und gesteigerter Verletzungsanfälligkeit ist das gestörte Gelenk-Muskel-Verhalten hinsichtlich der Dehn- und Kraftfähigkeit. Stretching trägt entscheidend zu einer Zustandsänderung dieses Verhaltens bei im Sinne einer

- Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit
- gezielten Dehnung von Muskeln die aufgrund ihrer Fasertypologie und ihrer Rolle innerhalb des Bewequngsapparats verstärkt zur Verspannung neigen
- intensiven Vorbereitung des Bewegungsapparats auf spezifische Anforderungen m Training und Wettkampf, um eine verbesserte Belastungsverträglichkeit zu erreichen
- Unterstützung der Regenerationsfähigkeit des Bewegungsapparats nach Sport und Arbeit.

Funktionsgymnastik – was ist das?

"...Funktionsgymnastik basiert auf einem Übungsgut, das nach ganz bestimmten Gesichtspunkten der Anatomie und der funktionellen Bewegungslehre entwickelt und zusammengestellt wurde. Ziel der Gymnastik ist es, das Muskel- und Gelenkverhalten zu verbessern, um die Leistungsfähigkeit und die Belastungsverträglichkeit des Bewegungsapparats zu verbessern.

Anwendungsbereiche im Sport:

- Harmonische Ausbildung möglichst aller Organsysteme, wobei verständlicherweise der Schwerpunkt auf der Verbesserung der Leistungsfähigkeit des Bewegungsapparats liegt.
- Ausgleich angeborener oder durch Training erworbener Funktionsschwächen des Stütz- und Bewegungsapparats, um Sportverletzungen und Schäden vorzubeugen. – Vorbereitung des Organismus auf maximale Beanspruchungsformen im Sport (Aufwärmen vor Training und Wettkampf)
- Nacharbeitung (Abwärmen/Cool-down) bei sportlichen Belastungen, um die körpereigene Regenerationsfähigkeit zu unterstützen.
- Förderung des psycho-physischen Wohlbefindens (Entspannung) mit der Absicht, die Gesundheit im allgemeinen und die sport-spezifische Handlungsfähigkeit im besonderen zu verbessern.

Im Mittelpunkt: Funktionelle Einheit „Gelenk-Muskel-Zentralnervensystem“ Skelettmuskel und Gelenk bilden eine Einheit, die sich nicht nur auf das gemeinsame „Funktionieren“ beider Anteile im Bewegungsvollzug reduziert, sondern in der Funktions- und Leistungsfähigkeit des einen Teilsystems die des anderen wechselseitig beeinflusst (Brzank/ Pieper 1985). Über allem wacht ein ständig kontrollierendes und entscheidendes Nervensystem, von dem die Impulse für die Gelenk-Muskel-Funktion ausgehen.

Die konsequente Berücksichtigung der Gelenk-Muskel-Beziehungen und der Belastungsverträglichkeit bindegewebiger Strukturen sind die entscheidenden Merkmale der Wirksamkeit funktionsgymnastischer Übungen. Sie sind deswegen Übungen mit gleicher Zielsetzung überlegen. Die Tatsache, dass Beschwerden am Stütz- und Bewegungsapparat bei Sporttreibenden in zunehmenden Maße zu beobachten sind, unterstreicht die Notwendigkeit, über verletzungs- und schadensvorbeugende Maßnahmen nachzudenken, damit der Sport seiner ursprünglichen Sinngebung, nämlich gesund zu erhalten, nicht beraubt wird....

Zwischen den Muskeln und den einzelnen Gelenkstrukturen (Gelenkpartner, Kapsel, Knorpel und Bänder) bestehen enge wechselseitig sich beeinflussende Beziehungen. Störungen in der Muskulatur können die Gelenkfunktion behindern. Veränderte Gelenkfunktion kann ihrerseits wiederum die Muskelfunktion einschränken. Diese quasi sich selbstständig unterhaltende Kettenreaktion kann nur durch funktionales Körpertraining, bei dem dehnende, entspannende und kräftigende Übungen im Vordergrund stehen, durchbrochen werden. Ziel ist das Erreichen eines arthromuskulären Gleichgewichts, d.h. eines ausgewogenen, physiologischen Konditionszustands der funktionellen Einheit „Gelenk-Muskel-Neuronale Steuerungsprozesse".
Jede Störung dieses Gleichgewichts wie z.B. mangelhafte Dehnfähigkeit der Muskulatur hat nicht nur ungünstige Auswirkungen auf die Strukturelemente des Gelenks (z.B. Überbelastung des Knorpels), sondern auch auf die sehnigen Ansatzstellen des Muskels am Knochen (Tendinosen). Muskelzerrungen und Risse werden ebenfalls dadurch begünstigt. Die muskuläre Dysbalance (z.B. Ungleichgewichtigkeit in den Kraftfähigkeiten der gelenkumspannenden Muskeln) wird nach den Erkenntnissen der Physiotherapie als eine Hauptursache für muskuläre Fehlfunktion angesehen (vergl. Sommer u.a. 1988).

Muskuläre Dysbalancen können im Sport – vom Trainer und Sportler zumeist nicht bemerkt – jederzeit und in allen Bereichen der Skelettmuskulatur entstehen. Häufig werden sie schicksalhaft hingenommen, statt sie gezielt durch geeignete Maßnahmen zu beeinflussen. Physiologische Gelenk-Muskel-Funktion kann als die beste „Lebensversicherung“ des

Bewegungsapparats angesehen werden. Da „allgemeine Gymnastik“ in der Regel Störungen in den Gelenk-Muskel-Beziehungen nicht wirksam beheben kann, gilt es die Prinzipien des funktionalen Körpertrainings im Rahmen einer vernünftigen Physioprophylaxe frühzeitig in das normale Übungsangebot zu integrieren. In jenen Sportarten, in denen sich aufgrund der Spezifik einseitige Beanspruchungen nicht immer vermeiden lassen, kann Funktionsgymnastik den Charakter eines Ausgleichstrainings mit therapeutischer Wirkung annehmen.

Muskeln sind nicht gleich Muskeln

Muskeln unterscheiden sich nicht nur in der für jedermann sichtbaren Form voneinander. Sie haben gemäß der Rolle, die sie am Bewegungsapparat spielen, eine unterschiedliche Faserzusammensetzung. Muskeln, die halten und stützen, zeichnen sich durch einen hohen Anteil langsamer ST-Fasern (ST = slow twitch) aus. Muskeln dagegen, die vorwiegend für die Bewegung verantwortlich sind, verfügen über sehr viele schnelle FT-Fasern (FT = fast twitch). Grundsätzlich besitzt jeder Muskel beide Fasertypen, je nach Funktion mal von den einen ein wenig mehr, von den anderen weniger. Mit der Fasertypologie des Muskels sind bestimmte Neigungen verbunden.

Manche Muskeln neigen dazu, sich bei Fehlbeanspruchung zu verspannen und zu verkürzen, andere dagegen schwächen sich ab. Typische Muskeln, die zur Verkürzung tendieren und im Sport sehr häufig Probleme bereiten sind:

– Kapuzenmuskel (absteigender Anteil) – Schulterblattheber
– Rückenstrecker im Hals- und Lendenbereich
– Hüftbeuger
– Adduktoren
– Kniegelenkbeuger
– Kniegelenkstrecker, gerader Kopf
– Wadenmuskel

Mit Abschwächung reagieren:

– Kapuzenmuskel aufsteigender und mittlerer Anteil
– Rückenstrecker im Brustbereich
– Gesäßmuskel
– Fußmuskel
– Kniegelenkstrecker, innerer und äußerer Anteil
– Schienbeinmuskel
– Fußmuskel

Tests

- Ausschultern
- Hürdensitztest nach Grosser
- Rumpfbeuge vorwärts
- Quer- bzw. Seitspagat
- Alle „gängigen“ Muskelfunktionstests

Koordinative Fähigkeiten

Die koordinativen Fähigkeiten - Synonym: Gewandtheit - sind Fähigkeiten, die primär koordinativ, d. h. durch die Prozesse der Bewegungssteuerung und -regelung bestimmt werden (Hirtz 1981, 348).

Sie befähigen den Sportler, motorische Aktionen in vorhersehbaren (Stereotyp) und unvorhersehbaren (Anpassung) Situationen sicher und ökonomisch zu beherrschen und sportliche Bewegungen relativ schnell zu erlernen (Frey 1977, 356).

kinästetische 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 Körperverlagerungen 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.

Trainierbarkeit der Bewegungskoordination

- Bewegungskoordination ist maßgeblich Steuerung und Regelung von Bewegungsabläufen - diese Vorgänge unterliegen zentralen Mechanismen.
- Bei Vollendung des dritten Lebensjahres Gehirn des Menschen bereits 80 % seiner endgültigen Größe - zur Ausreifung seiner für Steuerung und Regelung der Motorik zuständigen Bezirke bedarf es der Reizung und Beanspruchung!
- Entscheidende Prägephase für Bewegungskoordination liegt in den frühen Phasen der Individualentwicklung!

Didaktische Hinweise zur Optimierung der Bewegungskoordination

- Wechselwirkung der koordinativen Fähigkeiten hängt vom Zusammenspiel mit den koordinativ-energetischen Fähigkeiten (Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit) sowie der Beweglichkeit ab - kombinierte Förderung dieser Fähigkeiten!
- Koordinative Fähigkeiten können nie zu früh ausgebildet werden - im Mittelpunkt stehen vielseitige Anregungen und nicht geforderte Leistungen!
- In ermüdetem Zustand können koordinative Fähigkeiten (wie auch das Techniklernen) kaum gefördert werden!
- Wer nicht immer wieder neue Bewegungsabläufe erlernt, bereits beherrschte variiert und modifiziert, der stagniert - Automatismen hemmen die Weiterentwicklung der Lernfähigkeit und optimale Förderung der koordinativen Fähigkeiten!
- Trainingsprinzipien der bewussten Variation und Kombination sind die „Geheimrezepte“!
- Variation und Kombination verlangen relativ gefestigte Bewegungsstrukturen!
- Einheitlicher Prozess bei Ausbildung der konditionellen, koordinativen Fähigkeiten und technischen Elemente!

Die Bedeutung koordinativer Fähigkeiten - Darstellung anhand der Sportart Tischtennis

Tischtennis ist eine Sportart, in der alle sieben koordinativen Fähigkeiten zum Tragen kommen, allerdings mit unterschiedlicher Gewichtung. Dieses Rückschlagspiel zeichnet sich durch eine große Vielfalt von Schlag- und Handlungsmöglichkeiten aus. Einige Anforderungen an die koordinative Fähigkeiten sollen jetzt vorgestellt werden:

Kinästhetische Differenzierungsfähigkeit

Sie wird im Tischtennis in vielfacher Weise gefordert. Deshalb zählt sie auch in dieser Sportart zu den bedeutendsten Fähigkeiten.

- Der Ball muss sehr präzise getroffen werden

- der Schläger muss zum Ball entsprechend der gewünschten Fluglinie und der Geschwindigkeit des Balles eingestellt werden,

- die Bewegungsrichtung des Schlägers beeinflusst das Flugverhalten des Balles nach vorne oben bzw. nach vorne unten,

- der Krafteinsatz bestimmt die Geschwindigkeit des Ballfluges und damit das Spieltempo.

Darüber hinaus muss der Spieler in der Lage sein, die Muskulatur nach einer Schlagbewegung entspannen zu können. (Fehlende Entspannungsfähigkeit führt zu einer unökonomischen Spielweise und zu einer schnellen Ermüdung.)

Koppelungsfähigkeit

Der Spieler muss in der Lage sein, die Koordination von Teilkörperbewegungen von Beinen, Rumpf, Armen, Hand und Schläger optimal räumlich, zeitlich und dynamisch aufeinander abzustimmen.

Folgende Teilbewegungen lassen sich bei einer Schlagbewegung grob unterscheiden:

- Bewegungen der Füße (Fußstellung),

- Bewegungen der Beine (Beugung bzw. Streckung vor dem Schlag), - Bewegungen des Rumpfes (vertikal, horizontal, verwrungen),

- Bewegungen des Schlagarmes (Bewegungskette: Oberarm - Unterarm- Hand-Schläger),

- Bewegungen des Gegenarmes (Gegenwirkungsgesetz).

Reaktionsfähigkeit

Wegen der hohen Fluggeschwindigkeit und des relativ großen Spielfelds ist eine besonders ausgeprägte Reaktionsfähigkeit gefordert. Es muss dabei reagiert werden auf

- die Bewegung des Gegners, - die Bewegung des Balles,

- die Bewegung des Doppelpartners,

- auf die Einwirkung äußerer Faktoren (z. B. Zuschauer). Dabei kommt der Schnelligkeit, mit der eine motorische Aktion eingeleitet wird, eine entscheidende Bedeutung zu. Erschwerend fällt dabei ins Gewicht, daß immer auf mehrere Signale (komplexe Reaktion) mit unterschiedlichen Aktionen geantwortet werden kann (Wahlreaktion), z. B. Angriffsschlag, Finte, etc.

Orientierungsfähigkeit

Um sich orientieren zu können, müssen viele Signale unterschiedlicher Bedeutung wahrgenommen und verarbeitet werden.

Im Tischtennis sind dies

a) die eigene Stellung und Bewegung (Laufrichtung, Geschwindigkeit) im Spielfeld,

b) die Bewegungen des bzw. der Gegner (Doppel),

c) die Stellung und Bewegung des Doppelpartners,

d) die Flugeigenschaften des Balles (Richtung, Länge, Schnitt/ Rotation).

Dabei wird als Wahrnehmungsleistung gefordert, dass

- das Signal entdeckt wird (z. B. den Ball sehen, Bewegungen des Gegners),
- das Signal erkannt wird (z. B. der Ball ist scharf oder unterschnitten etc.),
- man verschiedene Signale unterscheiden kann (z. B. Position der beiden Gegner im Doppel),
- Signale wiedererkannt werden (z. B.Schnitt beim Aufschlag).

Auf Grund der auf dieser Wahrnehmung basierenden Orientierung muss z. B. in Sekundenbruchteilen die Planung der eigenen Verteidigungs- oder Angriffsaktion erfolgen.

"Ehrlich gesagt, ich habe mir Tischtennis immer ganz anders vorgestellt"

Umstellungsfähigkeit

- Finten des Gegners,
- Fehler beim Vorausnehmen (Antizipation) der gegnerischen Aktion, - schlechte Ausführung eigener Schläge,
- Situationsveränderungen im äußeren und inneren Milieu (z. B. Sichtverhältnisse),
- oder unvorhergesehene Reaktionen des Doppelpartners

machen eine Umstellung des Handlungsprogramms im Tischtennis - der Schläger muss zum Ball entsprechend der gewünschten Fluglinie und der Geschwindigkeit des Balles eingestellt werden, erforderlich.

Besonders deutlich wird die Bedeutung der Umstellungsfähigkeit bei Netz- oder Kantenbällen .

Rhythmisierungsfähigkeit

Beim Tischtennis geht es weniger darum, einen vorgegebenen Rhythmus wahrzunehmen um sich anzupassen, sondern mehr um die Fähigkeit

- den eigenen Schlagrhythmus gegenüber dem des Gegners zu behaupten,

- einen bewussten Rhythmus oder Tempowechsel vorzunehmen,

- Rhythmische Abfolgen (Lauf - Schlag - Lauf) optimal aufeinander abzustimmen,

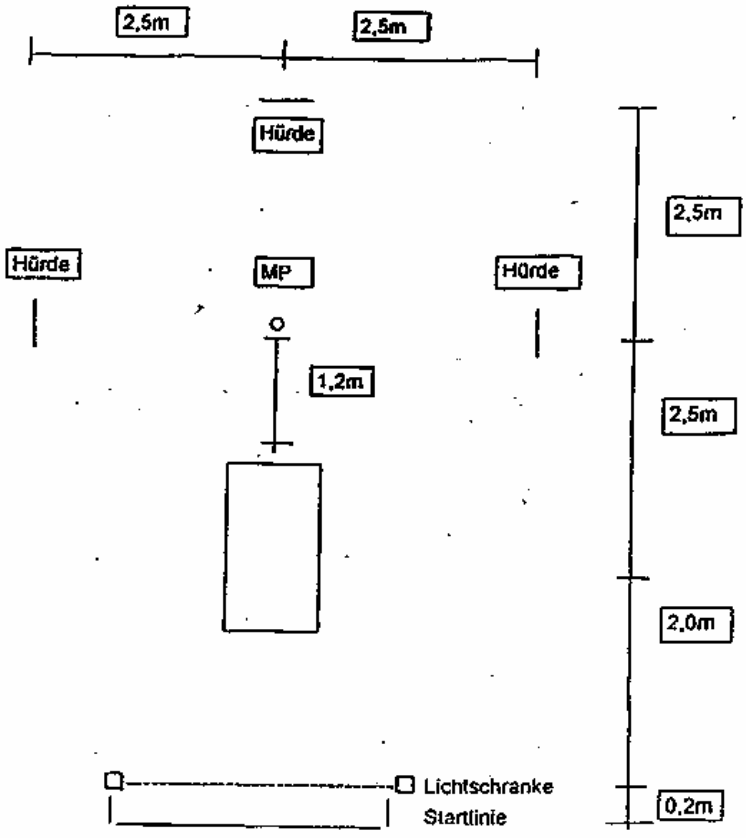
- zwischen Spannung und Entspannung ökonomisch zu wechseln (s. Differenzierungsfähigkeit).

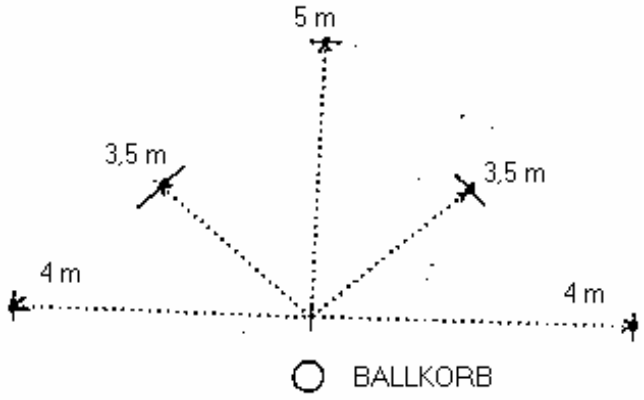
Gleichgewichtsfähigkeit

Sie spielt im Tischtennis eine untergeordnete Rolle. Eine besondere Schulung ist nicht nötig, da der erforderliche Ausbildungsgrad über die Schulung der anderen Fähigkeiten erreicht wird.

Tests

- Hürden - Bumeranglauf
- Wiener Koordinationsparcours
- Stationslauf - 1 Durchgang (tennisspezifisch)
- Verschiedene „TDS-Tests“, wie z. B. Balance…





Bewegungslehre

Definition

Die Bewegungslehre erforscht das Gesamtsystem, das allen zielgerichteten Bewegungen zugrunde liegt.

Die Bandbreite der Analysemöglichkeiten von Bewegung ist recht umfangreich:

- Die Bewegung wird beschrieben und/oder mit Bildern, Filmen etc. erfasst
- Die Bewegung wird in Phasen eingeteilt; Funktionen dieser Phasen werden analysiert
- Qualitätsmerkmale von Bewegung werden erstellt
- Zweckmäßige (optimale) Bewegungen zur Lösung eines Bewegungsproblems werden entwickelt
- Biologische Eigenarten des menschlichen Körpers werden zu physikalische Prinzipien in Beziehung gesetzt
- Die inneren Prozesse der Bewegungssteuerung und Bewegungskoordination (Nervensystem, Muskulatur) werden untersucht
- Es wird gefragt, wie Bewegungen gelernt werden und wie fehlerhafte Bewegungen entstehen
- Es werden Vorschläge für Lehr-/Lernprozesse erstellt

Bereiche der Bewegungslehre

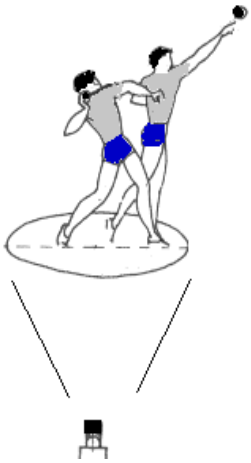
Die Bewegungslehre fasst die Gesamtheit der wissenschaftlichen Aussagen zum Problemkomplex der Bewegung im Sport zusammen. Ihr Gegenstandsbereich erstreckt sich gleichermaßen auf die äußerlich sichtbaren Abläufe, d.h. auf die Bewegungen als raum-zeitliche Veränderungen, wie auf die körperinternen Steuerungs- und Funktionsprozesse, die am Zustandekommen der sichtbaren Vollzüge beteiligt sind. In diesem Zusammenhang wird von Außen- und Innenaspekten der Bewegung gesprochen.

Wesentliche Ziele der Bearbeitung des **Außenaspekts** sind u. a. die Beschreibung, Erklärung, Systematisierung und Klassifizierung von Technikformen, die Bereitstellung allgemeiner Beurteilungskategorien für beobachtbare Vollzüge, die präzise Analyse realer Bewegungsausführungen, die Entwicklung neuer Lösungsmöglichkeiten und die Untersuchung der sportspezifischen Bewegungsaufgaben, vor allem der ablaufrelevanten Rahmenbedingungen und Bezugsgrundlagen.

Im zweiten Bereich, der den **Innenaspekt** betrifft, steht die Ermittlung von Gesetzmäßigkeiten der Bewegungskoordination im Vordergrund. Besondere Aufmerksamkeit wird ihrer Veränderung durch motorische Lern- und Entwicklungsprozesse gewidmet. Weitere wichtige Fragestellungen beziehen sich auf die Möglichkeit einer Beschreibung der Qualität interner Prozesse und Funktionen über so genannte motorische Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie auf die Konstruktion von spezifischen Methoden und Diagnoseinstrumenten zur Erfassung dieser hypothetischen Dimensionen. Der angedeuteten Aufgabenvielfalt entsprechend, präsentiert sich die Bewegungslehre heute als ein wenig einheitliches Lehr- und Forschungsgebiet. Es haben sich verschiedene Ansätze und Konzeptionen entwickelt, die hinsichtlich ihrer wissenschaftstheoretischen Positionen, Forschungsschwerpunkte und -methoden mehr oder weniger deutlich voneinander abgrenzbar sind. Sie werden als Betrachtungsweisen oder als Bewegungslehren des Sports bezeichnet.

Außen- und Innenaspekt der Bewegungslehre

Außenaspekt
Standpunkt des objektiven Beobachters
(die sichtbare Bewegung wird untersucht)

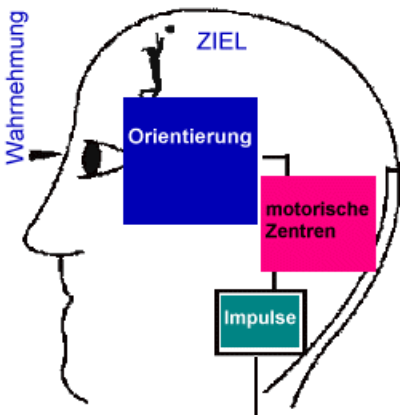


- Wie lässt sich die Bewegung beschreiben?
- Welche mechanischen und biologischen Voraussetzungen sind zu berücksichtigen?
- Was ist eine zweckmäßige sportliche Technik?

Der Ausgangspunkt zur Analyse ist die sichtbare Bewegung

Untersuchungsmethoden:
Beobachtung, Analyse, Vergleich; Anwendung physikalischer und biologischer Erkenntnisse

Innenaspekt
Dies ist der Standpunkt des Sportlers/der Sportlerin (die interne Bewegungssteuerung wird untersucht)



- Welche Prozesse laufen in dem sich bewegenden Sportler ab?
- Wie werden Bewegungen gesteuert und reguliert? (Wahrnehmungs-, Vorstellungs-, Denkprozesse als Bestandteil äußerlich sichtbarer Bewegung)

Ausgangspunkt ist der Mensch als wahrnehmendes, denkendes und handelndes Wesen

Untersuchungsmethoden:
Ermittlung der Gesetzmäßigkeiten der Bewegungskoordination Neurophysiologie; Handlungspsychologie

Bewegungsanalysen - Bewegung von Außen gesehen

Die morphologische (phänografische) Betrachtung

Bei morphologischen Betrachtungen untersuchen wir den äußerlich sichtbaren Teil der Bewegung. Nicht sichtbare Teile der Bewegung sind z.B. auftretende Kräfte, wirkende physikalische Gesetze oder innere Steuerungsprozesse der Bewegung durch den Sportler. Die phänografische (morphologische) Untersuchung ist oft die erste Stufe der Erforschung einer Bewegung, im Alltag eines Lehrers oder Trainers oft die einzige. Neben der einfachen Beobachtung (Fremd- und Selbstbeobachtung) bieten sich auch Methoden an, welche die Beobachtungen objektivieren. Serienfotografie, Film- und Videoaufnahmen bieten sich hier an. Dabei kann eine Untersuchung der Gesamtbewegung (z.B. Phasenanalyse;) von Bewegungstechniken bestimmter Sportler erfolgen.

Es können aber auch gezielt Einzelaspekte untersucht werden, die für die Bewegungsqualität wichtig sind. Dabei können auch Überschneidungen zu biomechanischen Untersuchungen erfolgen.

- Längenmerkmale (z.B. Schrittlängen, Beschleunigungswege, Abflughöhen...)
- Winkelmerkmale (z.B. Absprungwinkel, Gelenkwinkel ...)
- Zeitmerkmale (z.B. Zeitdauer bestimmter Bewegungen oder Teilbewegungen)
- Relationen von Längen-, Winkel- und Zeitmerkmalen
- Relationen von Bewegungsmerkmalen zu anthropometrischen Merkmalen (Körperbau) Vergleich verschiedener Sportler hinsichtlich dieser Merkmale

Was ist Biomechanik?

Die Biomechanik des Sports ist die Wissenschaft von der mechanischen Beschreibung und Erklärung der Erscheinungen und Ursachen von Bewegungen im Sport unter Zugrundelegung der Bedingungen des menschlichen Organismus". (Willimczik, Bewegungswissenschaft)

"Die Biomechanik erforscht die Form der Bewegungsabläufe von Lebewesen, die mechanischen Kräfte, die auf die Lebewesen einwirken, und die Wirkung derjenigen mechanischen Kräfte, die von den Lebewesen erzeugt werden. Außerdem untersucht die Biomechanik den Zusammenhang zwischen der Wirkung der Kräfte und der Form der Bewegungsabläufe.
Um diese rein physikalischen Aufgaben erfüllen zu können, ist es notwendig, dass sich die Biomechanik auch mit dem Körperbau des Lebewesens befasst; denn erst die Gesamtbetrachtung des Baues und der Funktion des Körpers liefert gültige Ergebnisse. Wir werden später noch kennen lernen, dass etwas, das aus der Sicht der reinen Mechanik zweckmäßig ist, bei der Berücksichtigung des Körperbaues eines Lebewesens nicht unbedingt auch zweckmäßig sein muss.

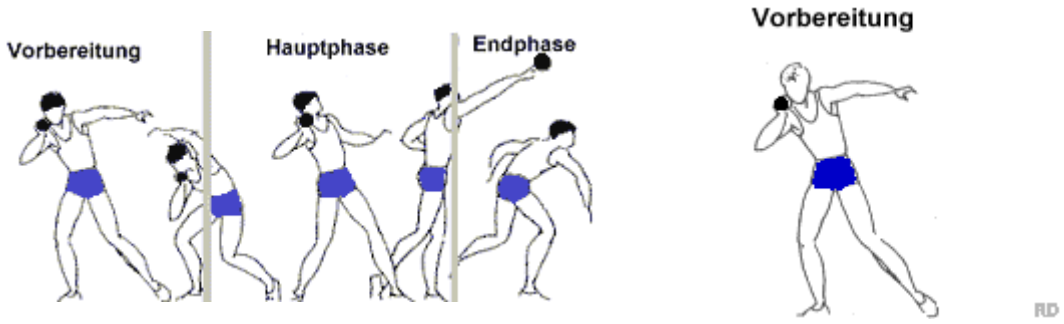
Das bedeutet natürlich nicht, dass in einem solchen Fall die Gesetze der Mechanik ungültig sind; denn die zu berücksichtigenden anatomischen Bedingungen unterliegen auch wieder mechanischen Gesetzen. Außerdem muss die Biomechanik die physiologischen Gesetze des Körpers in die Betrachtung mit einbeziehen und sie tut gut daran, sich an die Biologie zu wenden, um den Bau und die Funktion eines Organismus aus dem Gang der Entwicklungsgeschichte zu verstehen. Erst die umfassende Erforschung der mechanischen Umwelt, der Struktur und der Funktion eines Lebewesens liefert biomechanische Prinzipien. Diese machen eine Aussage über die bestmögliche Ökonomie einer organischen Bewegung." (Wiemann, Sportkunde)

Die Phasenstruktur von Bewegungen

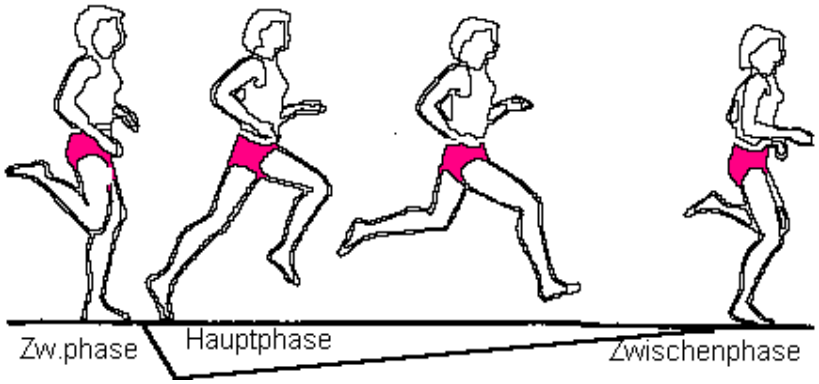
Bei **azyklischen Bewegungen** wird das Bewegungsziel wird durch eine einmalige Aktion erreicht (Beispiel: Werfen, Springen). Die Reihenfolge der Teilbewegungen ist nicht umkehrbar. Die Bewegung kann dabei in drei Phasen gegliedert werden. Es lassen sich **Vorbereitungs-, Haupt-,** und **Endphase** unterscheiden. Jede Teilbewegung hat eine besondere Funktion im Gesamtablauf. In der Hauptphase wird das eigentliche Bewegungsziel erreicht.

Beispiel:

Kugelstoßen (Standstoß)



Bei **zyklischen Bewegungen** wiederholen sich gleichartige Teilbewegungen (Beispiel: Laufen, Rudern). Der Bewegungsablauf lässt sich in **zwei Phasen** einteilen. Es kommt zu einer Überlagerung von Vorbereitungs- und Endphase (Phasenverschmelzung). Man bezeichnet die Struktur der Bewegung dann als **Hauptphase** und **Zwischenphase**. Bei einer Reihe von Bewegungen kommt es zu einer Kombination von zyklischen und azyklischen Bewegungen.



Zur Vorbereitungsphase:

"...Charakteristisch für die Vorbereitungsphase ist ihre Bedeutung: sie dient der Schaffung optimaler Voraussetzungen der optimalen Vorbereitung der in der nachfolgenden Hauptphase auszuführenden Aktionen. Diese optimalen Voraussetzungen zeigen beim Menschen weitgehende Übereinstimmung: Man führt eine "Ausholbewegung" aus, die gegen die eigentlich gewollte Bewegungsrichtung gerichtet ist.

Zur Hauptphase:

"Das Kernstück einer sportlichen Bewegung ist die **Hauptphase**. Ihre Bedeutung liegt in der unmittelbaren Bewältigung der entsprechenden Bewegungsaufgabe; ihre Funktion ist, die gestellte Aufgabe zu lösen. Wenn wir einen möglichst hohen Schlusssprung oder einen möglichst weiten Stoß oder eine möglichst schnelle Fortbewegung im Wasser oder auf dem Eis erreichen wollen, dann werden diese Aufgaben durch die in der Hauptphase ausgeführten Aktionen gelöst: durch das möglichst schnelle Strecken in Sprung-, Knie- und Hüftgelenk beim Springen, durch die vom Körper weg gerichtete Armstreckung beim Stoßen oder durch die nach hinten gerichteten Arm- bzw. Beinbewegungen im Wasser oder auf dem Eis. Sehr allgemein betrachtet, kann man im Sport zwei Aufgabentypen unterscheiden, die in den jeweiligen Hauptphasen zu lösen sind. Der eine Typ umfasst diejenigen Aufgaben, in denen man nur sich selbst einen Bewegungsimpuls zu erteilen hat, um von der einen zu einer anderen Ortsstelle zu kommen, um also so genannte Lokomotionen auszuführen. Beispiele hierfür sind das Laufen, das Springen, das Schwimmen oder Rudern. Beim zweiten Typ steht nicht die Bewegung des eigenen, sondern die eines anderen Körpers im Vordergrund. Der eigene Körper oder auch nur Teile des eigenen Körpers, die Hand, der Fuß, beim Kopfball auch der Kopf, müssen so bewegt werden, dass das mit dem Körperteil kontaktierende Objekt in gezielter Weise bewegt wird. Beispiele hierfür sind das Weitwerfen, das Kicken, das Schlagen des Tennisballs oder des (Box-) Gegners. .."

Zur Endphase:

"Als Endphase kennzeichnet man jenen Bewegungsabschnitt, in dem die Aktionen der Hauptphase in einen Gleichgewichtszustand übergeleitet werden. Dieser Gleichgewichtszustand kann ein Zustand relativer Ruhe, er kann aber auch nur ein kurzzeitiges Durchgangsstadium vor dem Beginn einer neuen Bewegung sein. Die eigentliche Bewegungsaufgabe ist mit dem Ende der Hauptphase gelöst, die Kugel oder der Speer hat z. B. die Hand verlassen, der Sportler befindet sich jedoch noch in einem Bewegungszustand, der erst durch Übergangsaktionen "beruhigt" werden muss. Besondere Bedeutung erhalten die Aktionen in der Endphase aus dreierlei Gründen. Ein erster Grund ist die Sicherheit. Wer eine Latte oder ein Pferd übersprungen und wer eine Saltodrehung ausgeführt hat, der darf sich noch nicht "zur Ruhe setzen". Er muss sich, um Verletzungen zu vermeiden, auch noch um den Übergang in einen sicheren Stand bzw. um eine ungefährliche Landung kümmern. Dies trifft auch in jenen Sportarten zu, bei denen das Landen selbst zu der eigentlichen Bewegungsaufgabe nicht mehr gerechnet werden darf. Ein zweiter Grund liegt in den jeweils vorgegebenen Wettkampfregeln. Bekanntlich darf man

beim Kugelstoßen, beim Speer-, Diskus- oder Hammerwerfen, aber auch beim Aufschlag im Tennis oder beim Wurf auf das Tor im Handball nicht "übertreten". Diese Regelvorschriften bedingen, dass auch noch den Aktionen, die nach Erledigung der eigentlichen Bewegungsaufgabe auszuführen sind, Beachtung geschenkt wird. Ein dritter Grund für die Bedeutung der Endphase betrifft den Übergang zu neuen oder die Wiederholung von bereits ausgeführten Bewegungen. Wenn wir an einen Umschwung vorwärts vorlinks oder an einen Kippaufschwung eine Hocke anschließen wollen, dann muss die Endphase des Umschwungs oder der Kippe bereits die Vorbereitungsphase der Hocke überlagert sein. Dasselbe gilt, wenn wir wie etwa beim Torlauf an einen Schwung gleich einen zweiten anfügen müssen. Auch hier ist beim "Aussteuern" des ersten bereits der Beginn des nächsten Schwungs vorzubereiten. Und es gilt schließlich - wie schon angedeutet - für alle zyklischen Bewegungsabläufe, für die das Zusammenfallen von Vorbereitungs- und Endphase charakteristisch und mit dem Begriff der Phasenverschmelzung gekennzeichnet ist."

Bewegungsmerkmale

Die Phasenanalyse ist eine erste Möglichkeit, Bewegungen zu beschreiben. Weitere äußerlich sichtbare Merkmale zur Beschreibung der Qualität einer Bewegung sind mit den Begriffen Bewegungsrhythmus, Bewegungskopplung, Bewegungsfluss, Bewegungspräzision, Bewegungskonstanz, Bewegungsumfang, Bewegungstempo, Bewegungsstärke gegeben. (nach Meinel/Schnabel)

Beim Erlernen einer Bewegung sind diese Merkmale zunächst unzureichend ausgebildet.

Bewegungsrhythmus

Bewegungsmerkmal der zeitlichen Ordnung

Charakteristische zeitliche Ordnung eines Bewegungsablaufs, sichtbar im dynamischen und räumlich-zeitlichen Verlauf. Gleichartige Elemente werden bei Wiederholungen flüssig ineinander gefügt.

"...Charakteristisch für eine sehr gute Bewegungsausführung im Sport ist ein periodischer Wechsel von Spannung und Entspannung und nicht eine ständige Verkrampfung. Jeder Bewegungsablauf im Sport hat hinsichtlich der Dynamik eine für ihn typische zeitliche Gliederung. Optimal ist eine Bewegungsausführung nur dann, wenn der Wechsel von Spannung und Entspannung dieser Gliederung entspricht.

Der Ausführende empfindet daher eine rhythmische Bewegungsausführung als besonders leicht, als wenig belastend. Er kann dementsprechend bei solchen Bewegungen länger

"durchhalten", er ermüdet nicht so schnell. Er kann aber auch in ermüdetem und erschöpftem Zustand noch einmal sich zur Mobilisation seiner letzten Kräfte mitreißen lassen." (Göhner)

Bewegungskopplung

ist das zweckmäßige Zusammenspiel der Teilbewegungen in einem Bewegungsablauf.
Teilbewegungen müssen sowohl räumlich, zeitlich und dynamisch aufeinander abgestimmt sein, damit man von einer gelungenen Bewegung sprechen kann. Meinel/Schnabel betonen dabei vor allem folgende Kopplungsbereiche: Schwungübertragung (Impulsübertragung von Teilkörperbewegungen auf den Gesamtkörper), zeitliche Verschiebungen von Teilbewegungen, Formen des Rumpfeinsatzes, Steuerfunktion des Kopfes.

Bewegungsfluss

Kontinuität des Verlaufs einer Bewegung. Abgestimmtes Verhältnis von Kraftimpulsen.
Bewegungsfluss ist der Grad der Kontinuität im Ablauf eines motorischen Aktes, er schließt die Bewegungselastizität als eine spezielle Ausprägung des Bewegungsflusses ein. · Objektivierung in Weg-, Weg-Zeit- wie auch Kraft-Zeit-Verläufen;

tritt in Erscheinung:

- im räumlichen Verlauf (rund, kurvig, keine Ecken);
- im zeitlichen Verlauf (allmählich, nicht plötzlich, nicht sprunghaft, nicht abrupt);
- im dynamischen Verlauf (fließend und nicht abrupte Übergänge im Kraftverlauf).

Bewegungspräzision

Übereinstimmung von Soll- und Istwert
Sie ist objektivierbar durch direkten oder indirekten Ist-Soll-Wertvergleich.

Bewegungskonstanz

Übereinstimmung wiederholter Bewegungsabläufe beim Vergleich untereinander
Die Bewegungskonstanz erstreckt sich auf Leistungsergebnisse oder die Bewegungsstruktur und deren Merkmale, Kennlinien und Kenngrößen.

Bewegungsumfang

Räumliche Ausdehnung eines Bewegungsablaufs
Optimum wird durch Anforderung der Bewegungsaufgabe vorgegeben; qualitative Erhebung durch vergleichende Beobachtung und Einschätzung durch Sportlehrer und Trainer.

Bewegungstempo

Schnelligkeit von Gesamt- oder Teilbewegungen

Das Bewegungstempo bezieht sich auf die zeitliche Dauer bzw. Bewegungsfrequenz und Geschwindigkeit von genauen Bewegungsakten oder von Teilbewegungen.

Bewegungsstärke

Merkmal des Krafteinsatzes beim Bewegungsvollzug

Objektivierung durch dynamografische und physiologische Methoden (Elektromyografie) möglich.

Varianten der Bewegungsstruktur

"...Bei azyklischen Bewegungsakten: treten weitere Differenzierungen der Grundstruktur auf. Die wichtigsten sind: die mehrfache Ausholbewegung, die bewusste Unterdrückung der Vorbereitungsphase, die untergliederte Hauptphase bei Lokomotionsbewegungen mit Flugphasen (Feinstrukturierung). Bei zyklischen Bewegungsakten: Abwandlung der Grundstruktur durch Phasenverschmelzung. Je eine Vorbereitungs- und eine Endphase werden zu einer Zwischenphase vereinigt, die die Aufgaben beider erfüllt.

Bewegungskombinationen können ebenfalls zu einer Verschmelzung von End- und Vorbereitungsphasen führen. Werden dabei zwei oder mehrere azyklische Bewegungsakte in unmittelbarer Folge ausgeführt, so bezeichnen wir das als eine Sukzessivkombination. Simultankombinationen treten auf, wenn während einer Lokomotionsbewegung eine Wurf-, Stoß- oder Schlagbewegung ausgeführt wird, wobei die Lokomotion jedoch ihrer Funktion nach selbständig bleibt und nicht untergeordnet ist.

Bewegungsstruktur nach Funktionsphasen

"GÖHNER ... beginnt nicht mit der Festlegung bestimmter Funktionsstrukturen oder verschiedener Phasentypen. Diese ergeben sich vielmehr erst als Ergebnis seiner Bewegungsanalysen. Ausgangspunkt ist für ihn die Definition eines grundlegenden Analyseelements, das er als Funktionsphase bezeichnet (1979 a, 119):

"Unter einem funktionalen Verlaufsabschnitt bzw. unter einer Funktionsphase soll jener Geschehensabschnitt eines Bewegungsablaufs verstanden werden, für den sich aufzeigen lässt, dass das, was während dieses Geschehens vom Bewegersystem

ausgeführt wird, eine bestimmte Funktion hat - im Hinblick auf die mit der Bewegung zu erreichenden Bewegungsziele und die dabei einzuhaltenden Bedingungen."

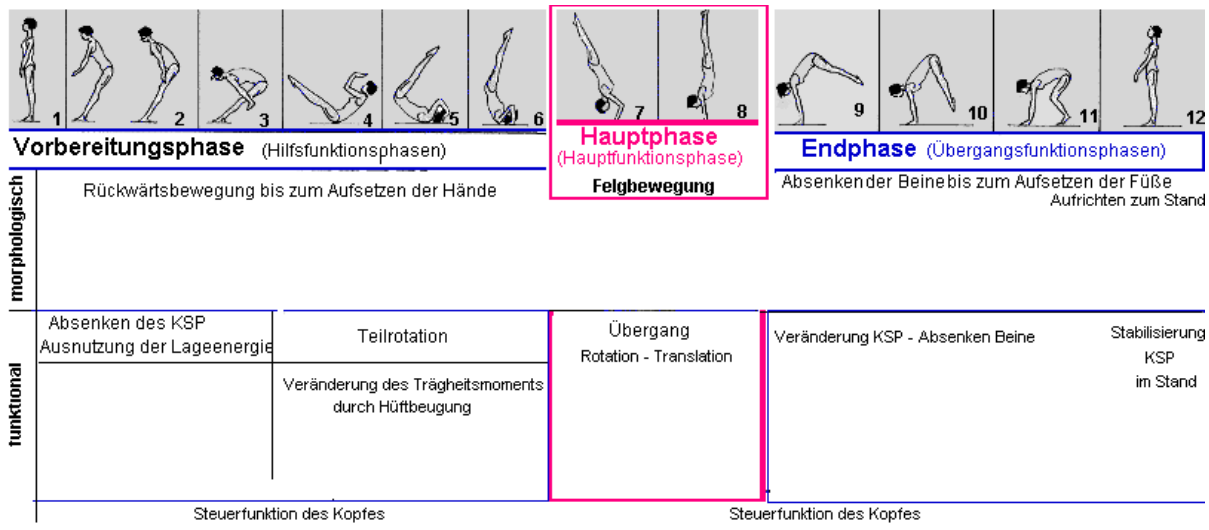
Hat man die Funktionsphasen einer Bewegung erkannt, dann ergeben diese kein beliebiges Gebilde, sondern sind in sich geordnet. Zwischen ihnen können funktionale Abhängigkeitsbeziehungen bestehen, die GÖHNER (1979 a, 178ff) als Grundlage für ihre Klassifizierung heranzieht. Grob betrachtet, gibt es dabei zunächst einmal zwei Möglichkeiten: Ein Bewegungsabschnitt kann entweder funktional abhängig von einem anderen oder funktional unabhängig sein. Als funktional abhängig ist eine Phase dann zu bezeichnen, wenn ihre Funktion nur dadurch beschrieben werden kann, dass auf eine weitere Funktionsphase Bezug genommen wird (1979 a, 178). Bei funktional unabhängigen Abschnitten ist es dagegen nicht notwendig, andere Phasen zur Funktionsbeschreibung heranzuziehen. Ihre Bedeutung ergibt sich allein aus den Bezugsgrundlagen, insbesondere aus den vorgegebenen Bewegungszielen.

Beispiele für funktional unabhängige Phasen sind das Überqueren der Latte beim Hochsprung, die Phase des Ballkontakts beim Tennisschlag oder die Flugphase bei einer Saltobewegung. Der Anlauf zum Sprung und das Ausholen zum Schlag haben dagegen eine vorbereitende Funktion (Erreichen einer möglichst guten Ausgangsposition) für andere Geschehensabschnitte und sind daher als funktional abhängig einzuordnen.

Auf Grund der Einführung der funktionalen Abhängigkeitsbeziehungen ergeben sich also zunächst einmal zwei Phasentypen. Für die funktional unabhängigen Abschnitte wählt GÖHNER den Begriff **Hauptfunktionsphase** während er für die funktional abhängigen Abschnitte den Begriff Hilfsfunktionsphase verwendet. Dabei wird im Gegensatz zu den Gliederungen von MEINEL und RIELING nicht behauptet, dass alle (azyklischen) Techniken im Sport bzw. Gerätturnen eine gleiche Funktionsstruktur besitzen Hinsichtlich der **Hauptfunktionsphase** lässt sich z. B. nur ableiten, dass es mindestens eine solche in jedem Bewegungsablauf geben muss. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass Bewegungsabläufe mehr als eine Hauptfunktionsphase besitzen (Jazzgymnastik, Jazztanz)

- Hauptfunktionsphasen sich in einigen Fällen erst aus der Überlagerung von (mindestens) zwei voneinander abhängigen Funktionsphasen ergeben (Skidrehen und Skikanten) und
- Hauptfunktionsphasen sich bei Modifikationen der Bezugsgrundlagen verändern können (Stützüberschlag rw. kann einmal selbständiger Bewegungsablauf sein und einmal als Vorbewegung z. B. zum Salto rw. dienen) (1979 a, 181 ff).

Auch die Anordnung der Hilfsfunktionsphasen ist nicht bei allen sportlichen Bewegungen gleich. Unter Beachtung der Zeitfolge kommt GÖHNER zu einer Typisierung der funktionalen Abhängigkeiten. Er unterscheidet zwischen ***vorbereitenden, unterstützenden und überleitenden Abschnitten***, je nachdem, ob bei der Kennzeichnung der Funktion der entsprechenden Phasen auf nachfolgende, zugleich ablaufende oder bereits abgelaufene Funktionsphasen Bezug genommen wird (1979 a, 184). Die Hilfsphasen lassen sich weiterhin in solche erster-, zweiter- und höherer Ordnung unterteilen, in Abhängigkeit davon, ob ihre Hilfe der Hauptphase gilt oder der ersten-, zweiten- usw. Hilfsphase, die dem Hauptabschnitt vorangeht oder nachfolgt (GÖHNER 1975, 6).



Videoanalyse als zentrales optisches Messverfahren im Sport

Die Videoanalyse ist Bestandteil optischer Messverfahren (Kinematographie) in der Biomechanik bzw. in der Bewegungsphänographie. Im Unterschied zu anderen Verfahren (Serienfotographie, Lichtspuraufnahmen, Film) ist sie leicht und effektiv im Leistungskurs einsetzbar. Mit der Digitalfotografie könnte im Zusammenhang mit Computernutzung ein weiteres praktisches Analyseverfahren für die Schule hinzukommen.

Einige Hinweise zur optimalen Nutzung der Videotechnik:.

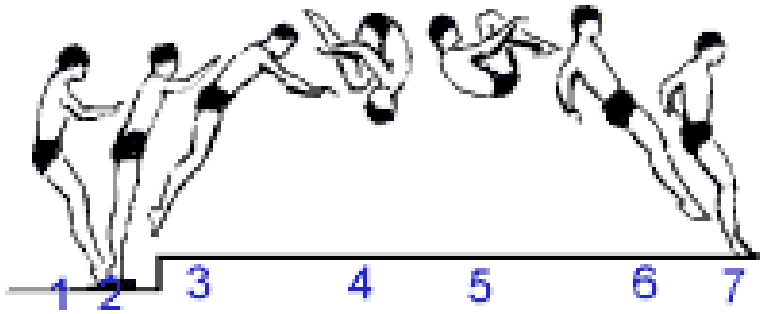
- Bestimme genau den Untersuchungsbereich! (was genau soll untersucht werden; bereits vorhandene Hypothesen)
- Welche Hilfsmittel sind erforderlich (Geräte, evtl. Markierungen, Hilfslinien, Raster etc.)
- Wie muss die Kamera postiert werden, damit die Untersuchungsfrage überprüft werden kann?
- Wie können Ungenauigkeiten durch Winkelverschiebungen möglichst vermieden werden? (senkrechte Kameraposition zur Untersuchungsebene)
- Gibt es Markierungensmöglichkeiten in der Kamera selbst (Rastergitter)?
- Ist der Hintergrund so ausgewählt, dass keine Störungen auftreten? (Licht, störende Gegenstände)
- Müssen zusätzliche Ablaufbedingungen schriftlich notiert werden? (z.B. subjektive Einschätzungen)

Bewegungsanalyse Salto vorwärts - morphologische und biomechanische Aspekte

Die Gruppe der freien Überschlagsbewegungen setzt sich aus Bewegungsformen zusammen, bei denen der Körper um 360° gedreht wird, ohne dass dabei eine Handstützphase erfolgt. Freie Überschläge können um verschiedene Drehachsen geturnt werden, z. B. um die Breitenachse wie der Salto vw., um die Tiefenachse wie das freie Rad,

um die Breitenachse bei gleichzeitiger Drehung um die Längenachse wie beim Salto rw. mit Schraube.

Das Gelingen des Saltos vw. hängt von der Sprunghöhe und der Drehgeschwindigkeit ab. Da die Bahn des KSPs - wie bei allen anderen freien Überschlagbewegungen - nach dem Absprung nicht mehr beeinflusst werden kann (kräftefreies System), kommt dem technisch richtigen Absprungverhalten eine besondere Bedeutung zu. Eine ausreichende Sprunghöhe wird durch den dynamischen Absprung vom Reutherbrett in Verbindung mit einem schnellen beidseitigen Armschwung vorwärts - aufwärts erreicht. Um durch **Impulsübertragung** von den Armen auf den Körper einen optimalen Absprung erzielen zu können, muss die Aufwärtsbewegung der Arme abgebremst sein, wenn die Füße den Boden verlassen. Der Turnende muss mit einer solchen Körperrücklage auf das Brett springen, dass er im Absprung nur eine geringe Vorlage hat (2/3), wodurch ein **exzentrischer Stoß** mit einem Drehimpuls nach vorn bei ausreichender Sprunghöhe erreicht wird. Dieser Drehimpuls reicht für eine Körperdrehung von 360° nur dann aus, wenn der Turnende durch Veränderung seiner Körperhaltung während der Flugphase das Trägheitsmoment verringert und damit die Winkelgeschwindigkeit erhöht. Durch Hocken der Beine, Rundung des Rückens und Umklammern der Unterschenkel werden die einzelnen **Körperteile der Drehachse genähert**, so dass sich als Folge der Körper schneller dreht. Zur Vorbereitung der Landung muss durch Strecken des Körpers (Entfernen der Körperteile von der Drehachse) des **Trägheitsmoment erhöht und damit die Winkelgeschwindigkeit** verringert werden



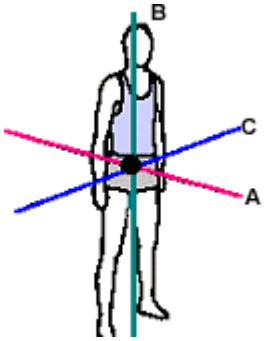
Körperschwerpunkt - Körperachsen

Der **Körperschwerpunkt (KSP)** ist ein fiktiver Punkt in dem die Masse des gesamten Körpers gedacht werden kann und Angriffspunkt der Schwerkraft. Anders formuliert: Im KSP halten sich die Schwerkraftmomente aller Masseteile die Waage. Besondere Bedeutung hat der KSP deshalb, weil er als Angriffspunkt für die Schwerkraft bei jeder Bewegung wichtig ist (Angriffspunkt aller äußeren Kräfte).

Im Gegensatz zu starren Körpern gibt es jedoch beim Menschen keinen festen KSP, sondern er ist abhängig von der Körperposition und der Masseverteilung im Körper.
Im Stand befindet sich der KSP ungefähr in Hüfthöhe. Im Extremfall kann er sich (aufgrund der Körperposition) auch außerhalb des Körpers befinden.

Handstand-Abrollen (Sicherer Stand in der Senkrechten; durch Verlagerung des KSP kommt es zur Abrollbewegung

Drehachsen des menschlichen Körpers

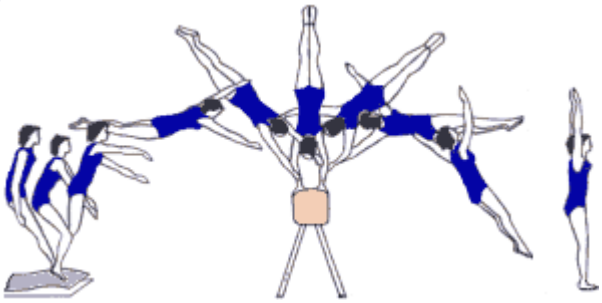


A - Horizontalachse (Tiefenachse); Hauptbewegungsrichtung parallel zum Boden/Erdoberfläche

B - Vertikalachse (Längsachse); senkrecht zur Erdoberfläche

C - Querachse (Breitenachse) quer zur Hauptbewegungsrichtung und parallel zur Erdoberfläche

Ein weiteres Beispiel

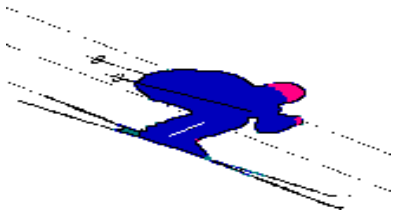


Überschlag mit Drehung um Tiefenachse und Breitenachse

Translation und Rotation

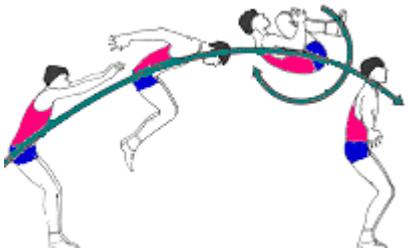
Bei der Bewegung des Körpers wird zwischen Translation und Rotation unterschieden.

Translation
Sind fortschreitende Bewegungen aller Punkte eines Körpers um dieselbe Streckenlänge auf geraden oder gekrümmten Bahnen



Rotation
um eine Drehachse bzw. einen Drehpunkt (Bsp. Pirouette), wobei der Drehpunkt auch außerhalb des Körpers (z.B. Riesenfelge am Reck) liegen kann

Bei den meisten Bewegungen kommen **Translationen und Rotationen gleichzeitig** vor bzw. überlagern sich wie das Beispiel Salto vw. zeigt.



Biomechanische Prinzipien

Bei sportlichen Bewegungen gelten mechanische Gesetze unter Berücksichtigung biologischer Besonderheiten des menschlichen Körpers. Es ist daher nicht möglich, aus einem physikalischen Gesetz unmittelbar einen optimalen Bewegungsablauf zu konstruieren, da der Körper und die Sportart/Bewegung spezifische Voraussetzungen haben. Deshalb sollte man von biomechanischen Prinzipien als Leitlinien sprechen (Gesetze wie in der Physik sind es ohnehin nicht).

Hochmut formulierte fünf biomechanische Prinzipien

Das biomechanische Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges:

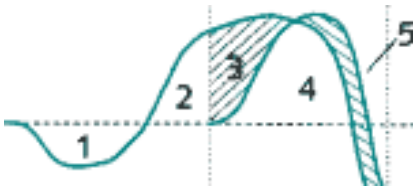
Eine konstante Kraft gibt einer Masse eine umso höhere Endgeschwindigkeit, je länger die Kraft auf die Masse einwirkt. Das Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges kommt bei solchen sportlichen Bewegungen zum Tragen, die hohe Endgeschwindigkeiten erfordern (z. B. Würfe/Stöße in der Leichtathletik). Länge und Richtung des Beschleunigungsverlaufs müssen optimal gestaltet werden. Optimal bedeutet nicht unbedingt maximale Länge des Beschleunigungsweges.

Ist der Beschleunigungsweg sportartspezifisch bedingt, zeitlich oder räumlich begrenzt (Start, Sprünge mit Anlauf), gilt das Prinzip nicht."(Kursbuch 3 Bewegungslehre)
Bei Sportarten, bei denen es darum geht, schnellstmöglich Kraft zu entwickeln, müssen die größten Beschleunigungskräfte am Anfang der Beschleunigungsphase wirksam werden (z.B. Boxen).

Für Sportarten, bei denen eine möglichst hohe *Endgeschwindigkeit* erreicht werden soll (leichtathletische Wurfdisziplinen), liegen die größten Beschleunigungskräfte am Ende der Beschleunigungsphase (Kugelstoß, Diskus).

2. Das biomechanische Prinzip der maximalen Anfangskraft

Dieses Prinzip besagt, dass eine Bewegung, mit der eine hohe Endgeschwindigkeit erreicht werden soll, durch eine entgegengesetzt gerichtete Bewegung einzuleiten ist. Durch das Abbremsen der Gegenbewegung entsteht eine **Anfangskraft**, durch die der Kraftstoß (Impuls) vergrößert wird. Grundlage für die Erklärung des Prinzips ist die oben bereits aufgeführte Beziehung zwischen der Krafteinwirkung während der Zeit (Dynamik) und der Ortsänderung eines Körpers während der gleichen Zeit (Kinematik).

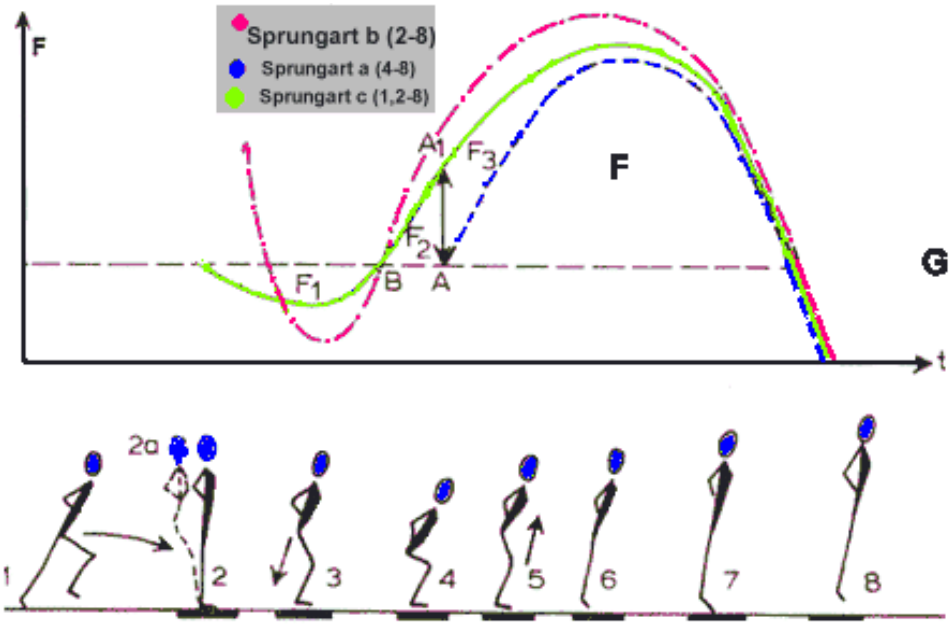


Bei Beuge- und Streckbewegungen ist mit direkter Bewegungsumkehr zu Beginn der Streckbewegung eine positive Anfangskraft vorhanden Ist die Ausholbewegung und der die Ausholbewegung abfangende Bremskraftstoß zu groß, wird für das Abbremsen der Ausholbewegung zuviel von der zur Verfügung stehenden Kraft verbraucht, die dem Beschleunigungskraftstoß nicht mehr zur Verfügung stehen kann. Bremskraftstoß und Beschleunigungskraftstoß dürfen ein optimales Verhältnis nicht überschreiten. Dieses Verhältnis ist für Vertikalsprünge aus Untersuchungsergebnissen gewonnen und beträgt (ca.) 1:3.

Kraftstoßverlauf

Länge und Art des Beschleunigungsweges sind entscheidend für die am Ende der Beschleunigungsphase erreichte Geschwindigkeit. Um eine möglichst große Geschwindigkeit beim Absprung zu erzielen, muss der Beschleunigungs-Kraftstoß möglichst groß sein. Dies ist einerseits durch eine möglichst große Anfangskraft zu erreichen, andererseits durch Verlängerung der Einwirkungsdauer der Anfangskraft, also durch einen möglichst langen Beschleunigungsweg.

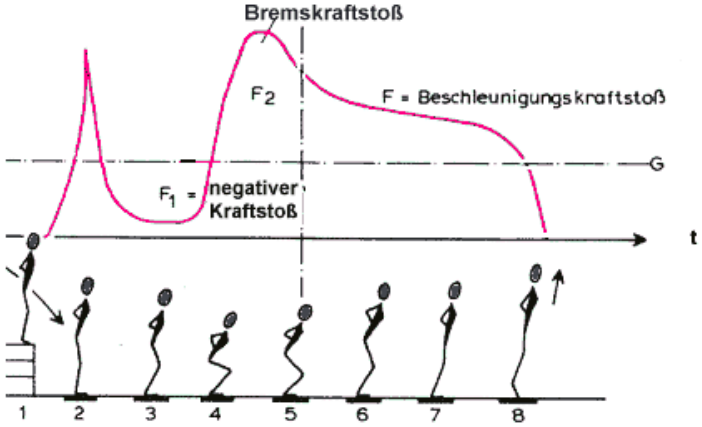
Kraftstoßverlauf bei Sprungart a, b, c



F= Kraft
F1=negativer Kraftstoß
F2=Bremskraftstoß
F3=Beschleunigungskraftstoß
B=Beginn des Bremskraftstoßes
A-A1=Anfangskraft
t=Zeit
G=Gewichtskraft des Springers

Bei b und c liegt die Anfangskraft deutlich höher als bei Sprungart a (die Muskeln leiten die Bewegungsumkehr mit deutlich höherer Kraft ein)

Kraftstoßverlauf bei Sprungart d

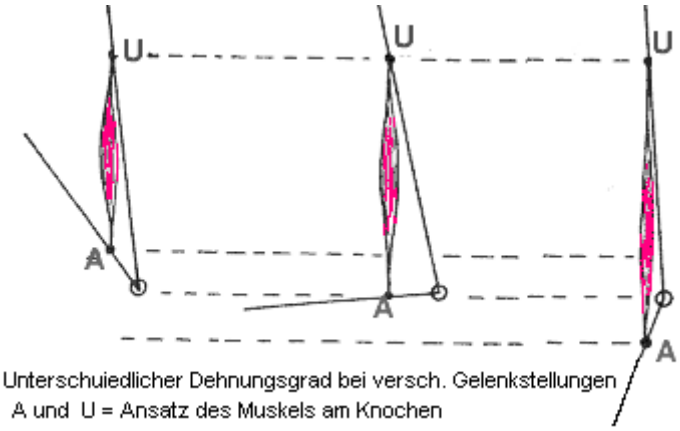


Ungünstiges Verhältnis von Bremskraftstoß und Beschleunigungskraftstoß. Die Anfangskraft ist deshalb geringer als bei den Sprungarten b und c.

Prinzip vom vorgedehnten Muskel

Die biomechanischen Prinzipien des optimalen Beschleunigungsweges und der maximalen Anfangskraft stehen in einem engen Zusammenhang mit dem Prinzip vom vorgedehnten Muskel. Im Allgemeinen kann davon ausgegangen werden, dass ein vorgedehnter Muskel leistungsfähiger ist: **Optimale Dehnung führt zu maximaler Kraftentwicklung** *Bsp. Speerwurf* Allerdings kann die Grenze einer optimalen Vordehnung auch überschritten werden. Die gestrichelte Senkrechte kennzeichnet den Punkt, in dem ein optimaler Dehnungsgrad ein Maximum in der Zugspannung des arbeitenden Muskels bedingt. Allerdings ist noch nicht genau bekannt, in welcher Winkelstellung der einzelnen Gelenke des menschlichen Körpers der optimale Dehnungsgrad der beteiligten Muskulatur erreicht ist. Man kann annehmen, dass bei extrem gestreckten Gelenken der optimale Dehnungsgrad der Beugemuskulatur überschritten ist. Entsprechendes gilt für die Streckmuskulatur bei maximaler Beugung. Diese biologischen Bedingungen des vorgedehnten Muskels sind bei der Ausführung von Ausholbewegungen zu berücksichtigen.

Betrachtet man Ursprung- und Ansatzstelle eines Muskels am Knochen bei verschiedenen Winkelstellungen des Gelenks erkennt man, dass die Strecke U-A bei maximal gewinkeltem Gelenk am kürzesten, bei gestrecktem Gelenk am längsten ist. Entsprechend verhält sich der Dehnungszustand des zwischen U und A ausgespannten Muskels.



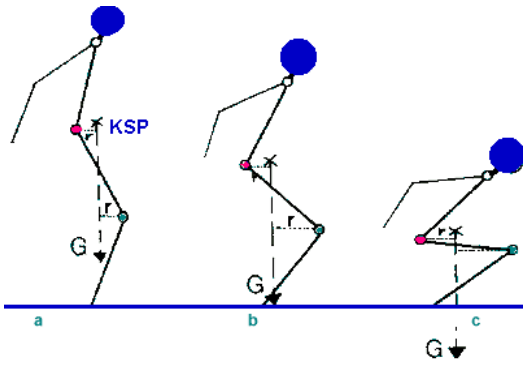
Unterschuiedlicher Dehnungsgrad bei versch. Gelenkstellungen
A und U = Ansatz des Muskels am Knochen

Physikalische und biologische Bedingungen bei der Länge des Beschleunigungsweges

Wollen wir unserem Körper durch eine Sprungbewegung eine möglichst große Abfluggeschwindigkeit vermitteln, müssen wir vor dem Sprung den Körper in entgegengesetzter Richtung absenken, damit wir während der eigentlichen Sprungbewegung genügend "Zeit" haben, um unsere Muskelkraft auf den Körper wirken zu lassen. Wir stellen außerdem fest, dass wir die Ausholbewegung nicht zu tief ausführen dürfen, wenn wir eine maximale Sprunghöhe erreichen wollen. Bei der Gestaltung der räumlichen Länge der Ausholbewegung konkurrieren zwei Bedingungen, eine physikalische und eine biologische.

Die physikalische Bedingung verlangt, die Ausholbewegung möglichst groß zu gestalten, damit wir beim Sprung längs eines möglichst großen (maximalen) Beschleunigungsweges unsere Muskelkraft, die wir nicht beliebig zu steigern vermögen, auf den Körper wirken lassen können.

Physikalisch heißt das: Je größer die Zeit (t) ist, während der die Kraft F auf einen Körper wirkt, desto größer wird der Kraftstoß (F * t), der dem Körper bis zum Ende des Kraftstoßes einen möglichst großen Impuls (m * v) übermitteln kann.



Schwerkraftmomente bzgl. Hüft- und Kniegelenk in verschiedenen Beinbeugestellungen;

G: Gewicht

KSP(X): Körperschwerpunkt

r: Kraftarm des Gewichts

Die biologische Bedingung verlangt ihrerseits, die Knie- und Hüftgelenke in der Ausholbewegung nicht zu stark zu beugen, damit die Schwerkraftmomente bezüglich Hüft- und Kniegelenk (G * r), die unsere Muskelkraft überwinden muss, nicht zu groß werden und uns überfordern. Außerdem ist die Muskulatur nur in einem bestimmten Dehnungsbereich optimal leistungsfähig. Prinzip vom vorgedehnten Muskel

Beide Bedingungen muss der Springer in ein möglichst günstiges (optimales) Verhältnis bringen, damit der Beschleunigungsweg eine optimale Länge erhält." (Aus: Wiemann, Analyse sportlicher Bewegungen)

3. Prinzip der (zeitlichen)Koordination von Einzelimpulsen/Teilimpulsen

Die Biomechanik erfasst mit dem Koordinationsbegriff die räumliche, zeitliche und kräftemäßige Ordnung menschlicher Bewegungsvollzüge. Jeder Sportler, der sich bewegt (auch jedes sich bewegende Sportgerät) besitzt eine Masse und eine Geschwindigkeit, also einen Impuls. Entsprechend haben auch Teilbewegungen(z.B. Sprungbein, Arme etc) (Teil-) Impulse. Dadurch wird der Impuls des Gesamtsystems erzeugt bzw. geändert.

Was ist ein Impuls

Der Impuls beschreibt den Bewegungszustand (fortschreitende Bewegung) eines Körpers (Masse) nach Richtung und Geschwindigkeit.

p = m * v ; Impuls p = masse * Geschwindigkeit

Die räumliche Komponente

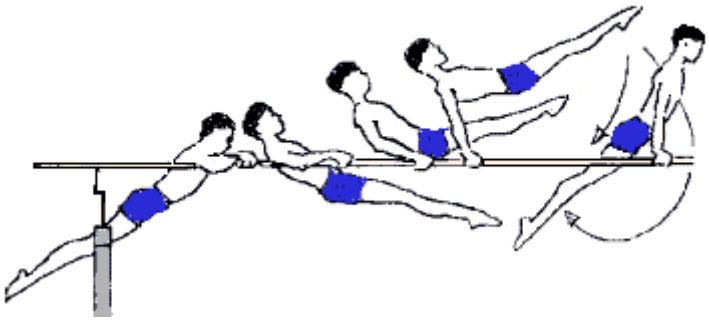
Neben der zeitlichen spielt auch die räumliche Komponente, also die Richtung der Impulse, eine wichtige Rolle. Die Gesamtgeschwindigkeit ist dann besonders hoch, wenn die Teilimpulse in die gleiche Richtung weisen.

Aufgrund des Baus der menschlichen Gelenke (Rotationsbewegungen) ist die räumliche Gleichgerichtetheit oft nur bedingt möglich. Bestimmte Bewegungen bzw. Körperteile erzeugen auch entgegengesetzte Reaktionskräfte.

Impulsübertragung

Trifft ein bewegter Körper auf einen anderen Körper (oder wird dieser abgebremst) kommt es zu einer *Impulsübertragung*

Impulsübertragungen durch Abbremsen eines oder mehrerer Körperteile spielen im Sport eine wichtige Rolle. Beispiele: Armbewegung Hochsprung, Salto; Turnbewegungen: Kippe, Schwungstemme am Barren, Schwungstemme vorwärts am Barren (Aufstemmen im Vorschwung)



Kinetion und Modulation von Ganzkörperbewegungen

Der Standwurf beim Basketball bzw. das Pritschen oder Baggern beim Volleyball können als anschauliche Beispiele dieses Prinzips gesehen werden, das in einigen Lehrbüchern als ein eigenständiges biomechanisches Prinzip gesehen wird (vgl. Wiemann).

Es handelt sich hierbei jedoch mehr um einen Aspekt der Koordination von Teilimpulsen bzw. der Bewegungskopplung.

Starke Muskeln der Beine und des Beckens haben die Aufgabe, die notwendige kinetische Energie zu schaffen. (Kinetion - die beteiligten Muskeln werden auch als Kinetoren bezeichnet) Die kinetische Energie wird durch die Rumpfmuskeln auf Schultern, Arme und Ball übertragen. Die relativ schwachen Muskeln der Arme modulieren die Bewegung (Modulatoren). Dies ist besonders wichtig bei Bewegungen, wo nicht die hohe Endgeschwindigkeit, sondern die Präzision der Bewegung entscheidend ist (Volleyball, Basketball). Neben der Beschleunigung hat also die steuernde Feinabstimmung der Bewegung (durch die Hände bzw. Arme) eine besondere Bedeutung.

4. Prinzip der Gegenwirkung und Drehrückstoß

Das Reaktionsgesetz (3. Newtonsches Gesetz) besagt: Wirkt ein Körper A auf einen Körper B die Kraft F aus, dann übt Körper B auf A eine gleichgroße, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft F aus.

Bei sportlichen Bewegungen liefert in der Regel die mechanische Umwelt die Reaktionskraft zur Muskelkraft des Sportlers.

actio = reactio

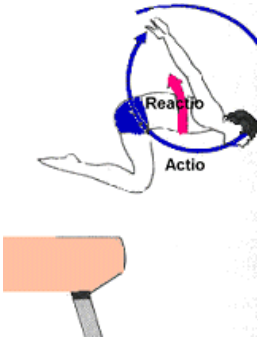
Finden Aktionen bestimmter Körperteile keine Reaktion in der Umwelt (Flugbewegungen, freier Fall), so sind notwendigerweise Gegenbewegungen anderer Körperteile die Folge.

<u>Drehrückstoß</u>

Drehrückstoß benötigen wir besonders bei Bewegungen, bei denen das Gleichgewicht wiederhergestellt werden soll. Die Arme können z.B. durch das Schwingen nach hinten bzw. in Gegenrichtung einen Sturz vermeiden helfen (was meist reflektorisch geschieht).

Beispiel Sprung

Hat ein Springer in der zweiten Flugphase zu viel Vorlage, so kann er durch Armkreisen vorwärts eine korrekte Landung erreichen. Zu einer Wirkung besteht immer eine entgegengesetzt gerichtete und gleich große Gegenwirkung. (Gegenwirkungsprinzip) Nach dem Absprung ist die Flugbahn des Körperschwerpunkts durch die Schwerkraft und den Absprungimpuls festgelegt. In diesem Zustand gilt der Impulserhaltungssatz: Der Gesamtimpuls des Springers kann in der Flugphase durch innere mechanische Kräfte, z. B. die Muskelkraft, nicht mehr verändert werden. Einem Teil des Körpers kann jedoch beispielsweise ein Drehimpuls vermittelt werden, wenn gleichzeitig in



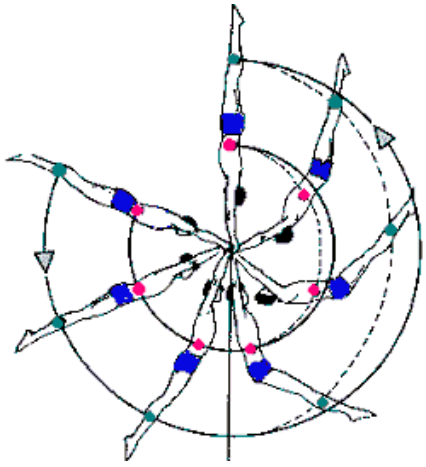
einem anderen Körperteil ein gleich großer, aber entgegengesetzter Drehimpuls entsteht. Der Gesamtimpuls bleibt also konstant. Demnach ermöglicht das Armkreisen vorwärts ein Wiederaufrichten des Rumpfes(Rückwärtsdrehung). Der Drehimpuls der Arme muss gleich groß sein wie der Drehimpuls des Rumpfes (actio = reactio), diesem aber entgegengerichtet sein. Da das Trägheitsmoment des korrigierenden Körperteils (hier also der Arme) im Vergleich zum Trägheitsmoment des zu korrigierenden Körperteils (Rumpf) relativ klein ist, muss für eine geringfügige Korrektur der Körperhaltung verhältnismäßig schnelles und weiträumiges Armkreisen erfolgen.

Sichtbarmachung von Reaktionskräften mit Hilfe eines Drehstuhls

5. Prinzip der Impulserhaltung (bei Dreh- und Pendelbewegungen)

Impulserhaltungssatz
In einem System ruhender der bewegter Körper, das gegen die Einwirkung äußerer Kräfte abgeschlossen ist, bleibt bei beliebiger Wechselwirkung der Kräfte untereinander die Summe aller Bewegungsgrößen unverändert. Bilden zwei Massen m1 und m2 ein solches System und sind v1 und v2 ihre Anfangs- und u1 und u2 ihre Endgeschwindigkeiten, so gilt nach dem Impulserhaltungssatz
Durch Annäherung der Extremitäten an eine Drehachse können Drehbewegungen ohne Veränderung des Krafteinsatzes beschleunigt werden. Dies lässt sich mit dem Prinzip der Impulserhaltung erklären.

Vergrößerung der Winkelgeschwindigkeit durch Verkleinerung des Trägheitsmoments (infolge der Annäherung der Masseteile an die Drehachse). Bei der Riesenfelge ist die Reckstange die Drehachse.

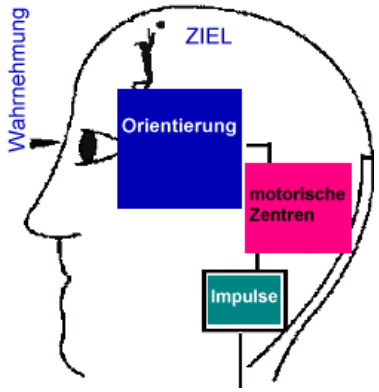


Bewegung von Innen gesehen – Bewegungskoordination

Bewegungsabläufe sind uns oft so vertraut, dass wir uns zunächst einmal klarmachen müssen, wie viele Einzelbewegungen eine gelungene Sportbewegung ausmachen und wie wir während unserer Bewegungshandlung noch ständig modifizierend in den Bewegungsablauf eingreifen.

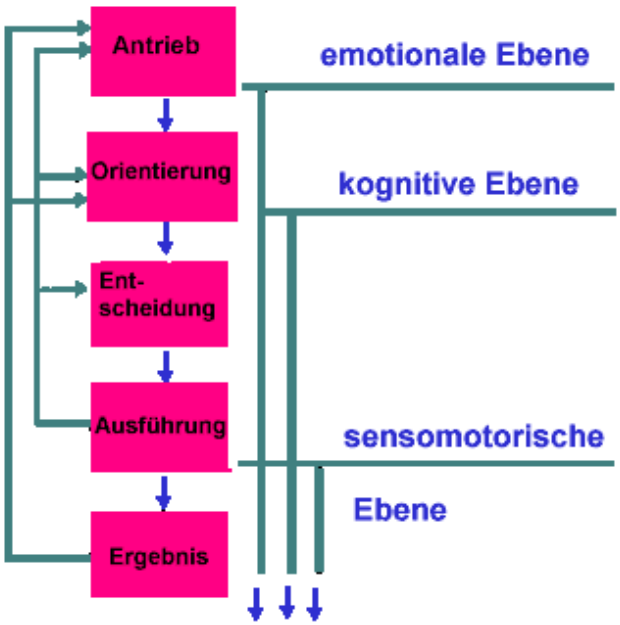
Wie entstehen fein abgestimmte Bewegungen?

Die Antwort ist nur im Zusammenhang mit der Arbeitsweise unseres Nervensystems zu geben. Das Zentralnervensystem (ZNS) steuert diesen Prozess aufgrund von



- inneren und äußeren Wahrnehmungsprozessen
- Informations- und Rückinformationsprozessen
- Denk- und Vorstellungsprozessen
- im Gehirn gespeicherter Bewegungsentwürfen
- Antizipations- und Kontrollprozessen
- physiologischen und biochemischen Prozessen zwischen Nerv und Muskel

Wahrnehmungs- und Bewegungsprozesse sind aber eingebunden Bewegungshandlungen. Eine Handlung beginnt nicht erst mit ihrer sichtbaren Ausführung. Bevor die sensomotorische Ebene im Ausführungsteil beginnt, laufen (meist) noch kognitive und emotionale Prozesse ab. Sinnesorgane, Nervensystem und Muskulatur bilden das sensomotorische System. Die Feinabstimmung verschiedener Muskeleinsatze, die motorische Aktivitäten hervorrufen, wird von bestimmten Sinnesempfindungen gesteuert. Dieses wechselseitige Zusammenspiel motorischer und sensorischer Systeme bezeichnet man als Sensomotorik.



Eine Handlung beginnt nicht erst mit ihrer sichtbaren Ausführung.
Bevor die sensomotorische Ebene im Ausführungsteil beginnt, laufen (meist) noch kognitive und emotionale Prozesse ab.

Nervensystem und Bewegungsteuerung

- Jede zielgerichtete Bewegung ist eine koordinative Gesamtleistung des ZNS unter Führung des Großhirns.
- Die Bewegungsvorstellungen des Großhirns sind nur durch Mitwirkung untergeordneter ZNS-Einheiten in reale Bewegungen umzusetzen.
- Das Kleinhirn ist der Fertigkeitsspeicher für Sportbewegungen

Wenn wir eine sportliche Bewegung ausführen, so ist es uns nur bedingt möglich, alle Teilbewegungen bewusst zu kontrollieren. Aufgrund der geringen Kapazität des Denkhirns (Großhirn) für Bewusstseinsprozesse kann die Aufmerksamkeit gleichzeitig auf nur sehr wenige Details einer sportlichen Aktion gerichtet sein.

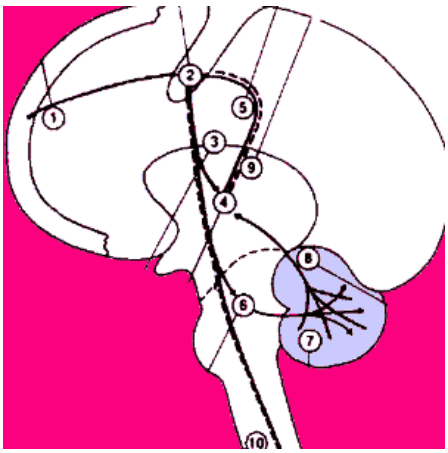
Was im Körper abläuft, ist dem Großhirn - das die bewussten Vorgänge steuert - nicht bewusst.

Trotzdem läuft bei geübten Spielern die Bewegung - dank der im Kleinhirn gespeicherten Fertigkeiten (Bewegungsprogramme/Bewegungsentwürfe) - ohne Fehlleistung ab. Alle Muskeln arbeiten koordiniert. Das "Bewegungshirn" - bei schnellen Bewegungen vor allem das Kleinhirn - ist für die Feinarbeit der Muskeln bei der Bewegungssteuerung verantwortlich.

Die Lösung sportmotorischer Aufgaben erfolgt unter Führung des Großhirns ("Denkhirn") auf der Basis im Kleinhirn gespeicherter Fertigkeitsprogramme. Die Präzision der im Kleinhirn gespeicherten Programme hängt davon ab, wie umfangreich und intensiv eine Bewegung geübt bzw. trainiert worden ist. Geübte Sportler haben für die wichtigsten Bewegungsformen ihrer Sportart im Kleinhirn sehr exakt und zuverlässig arbeitende Programme gespeichert, ein Resultat jahrelangen Techniktrainings.

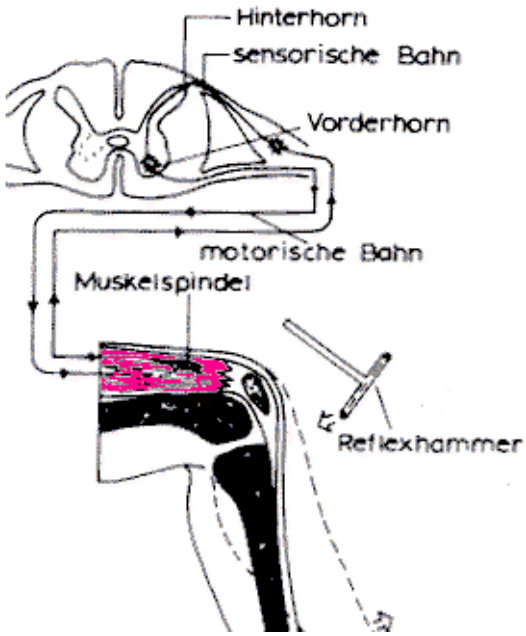
Ablauf

Der Entschluss zur Bewegung entsteht in den Assoziationsfeldern des Großhirns (1). Er enthält die Information, welche Körperteile die Bewegung ausführen sollen. Dieser Entschluss wird zu den sog. motorischen Feldern (Motorcortex) geleitet (2), die für alle Muskelpartien spezielle Nervenzellen besitzen. Diese Nervenzellen erteilen nun den für die Bewegung benötigten Bein-, Fuß-, Arm-, Handmuskeln usw. den Befehl Kraft zu bilden (3). Allein aufgrund dieser Befehle würde jedoch die Bewegung nur sehr grob und unzureichend koordiniert ablaufen, wobei die Ungenauigkeit durch antreibende Impulse aus dem



Zwischenhirn - ein Teil des Antriebs- und Empfindungshirns (Thalamus) - noch verstärkt wird (5). Gleichzeitig läuft der Rohbefehl auch über Querverbindungen in das Kleinhirn (6). Dort sind für alle geübten Bewegungen Programme gespeichert, die Informationen zur Feinkoordinierung der Muskelarbeit enthalten (7). Auf der Grundlage dieser Bewegungs(fertigkeits)programme dämpft das Kleinhirn über hemmenden Bahnen(8), so dass die Nervenzellen der motorischen Felder nur Befehle abgeben, die genau der vorgesehenen Bewegung entsprechen (9). Ein so durch das Kleinhirn modellierter Befehl läuft über das Rückenmark zu den Muskeln der beteiligten Glieder (10) und bewirkt schließlich, dass die Muskeln wohlabgestimmt - eben koordiniert.

Reflex



Die Bedeutung der Analysatoren bei der Bewegungskoordination

Beginnen wir (im sensomotorischen Teil) mit den äußeren und inneren Wahrnehmungen:

So genannte Analysatoren sind für die Wahrnehmungsprozesse zuständig. Hiermit sind aber nicht nur die Sinnesorgane gemeint, sondern die Funktionseinheit zur Aufnahme, Weiterleitung und Verarbeitung eines Sinnesreizes. Der Analysator besteht aus Rezeptor (zur Aufnahme von Informationen), **afferenter Nervenbahn** bis hin zur Hirnrinde.

Der optische Analysator leistet einen substantiellen Beitrag zur Bewegungsregulierung. Dies wird besonders deutlich, wenn der Sehsinn bei Bewegungshandlungen bewusst ausgeschaltet wird. Dann kommt es meistens zu erheblichen Bewegungsunsicherheiten. (vgl. AB Wahrnehmung) Die Sicherung des Bewegungsvollzuges wird weitgehend vom optischen Analysator geleistet, dessen Rezeptoren unter anderem Auskunft über Eigen- und Fremdbewegungen geben.

Der kinästhetische Analysator Dieser bewegungsempfindende Analysator hat seine Rezeptoren (sog. **Propriorezeptoren**) in den Muskelspindeln, Sehnen, und Gelenken. Sie geben Auskunft über die Änderung von Längen, Spannungs- und Gelenkveränderungen während der Bewegung. Seine hohe Leitungsgeschwindigkeit und Differenzierungsfähigkeit machen ihn für die (**reafferent**) Bewegungskonkontrolle besonders wichtig. Der

kinästhetische Analysator ist also für die Kontrolle der Eigenbewegung des Körpers zuständig und bei allen Bewegungen unverzichtbar. Jede Bewegung löst notwendig kinästhetische Signale aus.

Der statico-dynamische Analysator (**Vestibularanalysator**) das wichtigste Organ ist hier der Vestibulapparat im Innenohr. Er ist verantwortlich für die richtige Raumlage des Körpers bei motorischen Handlungen und informiert über Lage, Richtungs- und Beschleunigungsveränderungen des Kopfes. (Lage des Kopfes im Schwerefeld der Erde). Bewegungen des Kopfes werden in Richtung und Beschleunigung erfasst. Einen wichtigen Einfluss hat der Vestibularapparat auf die Augen und auf die Stützmotorik. Zusammen bilden sie die Grundlage des statico-dynamischen Analysators für die Gleichgewichtserhaltung des menschlichen Körpers.

Der **akustische Analysator** verarbeitet akustische Signale über den Bewegungsvollzug, Bewegungsauswirkungen oder Umwelt- bzw. Sportgerätgeräusche (z. B. aufspringende Bälle). Auch verbale oder rhythmisierende Unterstützungen (Klatschen) werden über den akustischen Analysator aufgenommen.

Der taktile Analysator erhält Informationen über die Rezeptoren der Haut. Über den taktilen Analysator gewinnen wir Informationen über die Form und die Oberfläche der berührten Gegenstände oder über Widerstände aus Luft und Wasser. (Taktile und kinästhetische Informationen sind aber oft nur schwer zu unterscheiden, da ihre Rezeptoren nahe zusammenliegen)

Motorisches Lernen -Aufbau der Bewegungskoordination

Lernphasen:
Wir durchlaufen beim Erlernen einer neuen Bewegung mehrere (ineinander übergehende) Phasen. In der Regel verfügen wir schon über bestimmte koordinative Grunderfahrungen und Bewegungserfahrungen.

Daher ist zu fragen:

Wie sieht die Lernausgangslage aus?
Welche Schritte sollen auf dem Weg zur Zielbewegung gewählt werden?
Wie lang muss ich auf dem Weg zum Ziel bei bestimmten Lernschritten üben?

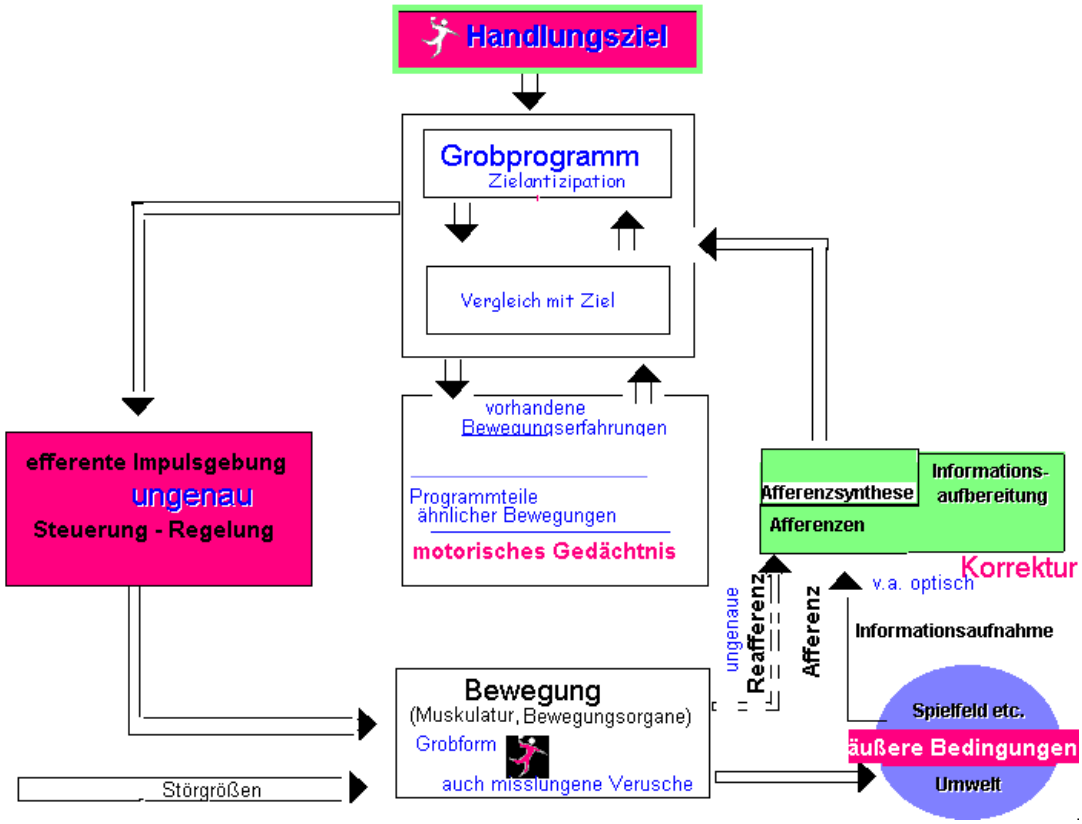
Phase 1 = Erwerb des Grundablaufs der Bewegung = Grobkoordination =>

gedankliches Erfassen der Lernaufgabe; grobe Vorstellung des Bewegungsablaufs; erste Versuche, den Bewegungsablauf zu realisieren / Bewegung gelingt meist nicht auf Anhieb; vorbereitende Aufgaben und Üben führen zur **Grobkoordination**
Unter günstigen Bedingungen kann die Bewegung relativ fehlerfrei ausgeführt werden.

Die Bewegung ist aber noch nicht automatisiert, läuft also noch nicht stabil ab. Für die Informationsaufnahme und -verarbeitung ist die unzureichende Verwertung von **afferenten** und **reafferenten** Signale kennzeichnend. Es ist zunächst nicht möglich, alle vor und während der Bewegungsausführung einlaufenden Signalreize zu verarbeiten. Die **Afferenzsynthese** ist dementsprechend unvollkommen.

Es dominiert der optische Analysator.
Der kinästhetische Analysator, dessen Vor- und Rückinformationen die (gekonnte) Bewegung maßgeblich steuern und regeln müssen, ist noch unzureichend aufnahmefähig. Die Signale sind zwar in großer Zahl vorhanden, sie können aber offensichtlich bei der Afferenzsynthese und der Entstehung des Bewegungsprogramms nicht entsprechend verarbeitet werden. Sie werden in dieser Phase nicht bewusst erfasst und daher nicht mit verbalen Informationen in Verbindung gebracht. Dies ist ein Grund dafür, dass dem Lernenden seine Bewegungsführung, sofern er sie nicht sehen kann, nicht genügend bewusst wird, und dass er Erklärungen und Korrekturhinweise sehr unvollkommen versteht und umsetzen kann. Diese kurz skizzierten Mängel und Besonderheiten in der Informationsaufnahme und -verarbeitung beim Bewegungsvollzug sind mit Sicherheit nicht auf die Tätigkeit der Sinnesorgane zurückzuführen. Die Funktionsweise des ZNS ist hier der entscheidende Grund. Vorhandene Bewegungserfahrungen können aber den Lernprozess und die Informationsverarbeitung deutlich positiv beeinflussen. Darum befindet sich auch ein erfahrener Sportler, der eine neue Bewegung erlernt, in einer anderen Ausgangssituation als der sportliche Anfänger. Die erste Lernphase verläuft für ihn in dieser Beziehung anders: Die sensorischen und verbalen Informationen bei der Aufgabenstellung werden besser aufgenommen und verarbeitet. Die Bewegungsvorstellung entwickelt sich schneller, auch in den kinästhetischen Anteilen. Der sportlich Unerfahrene hat dagegen nur ein optisches Abbild der Bewegung, die kinästhetischen Anteile gehen kaum in seine Bewegungsvorstellung ein.

„So fehlen einerseits Informationen, andererseits sind die verarbeiteten Informationen unscharf, teilweise fehlerhaft. Der Lernende erfasst häufig schon das ihm dargebotene Vorbild nicht hinreichend, so dass keine brauchbare erste Vorstellung, kein aufgabengemäßes Programm entstehen kann. So kommt es auch, dass die Wahrnehmung der vollzogenen Bewegung sehr verschwommen ist. Der Lernende »weiß« nicht, wie er eine Bewegung ausgeführt hat, wie dabei seine Körperhaltung war, und bei Drehbewegungen verliert er mitunter die Orientierung". Bei der Rückinformation dominiert in der ersten Lernphase dem Inhalt nach die Ergebnisinformation (resultative Reafferenz). Information über die Einzelheiten der Ausführung werden noch sehr unvollkommen verarbeitet."
(nach Meinel/Schnabel)



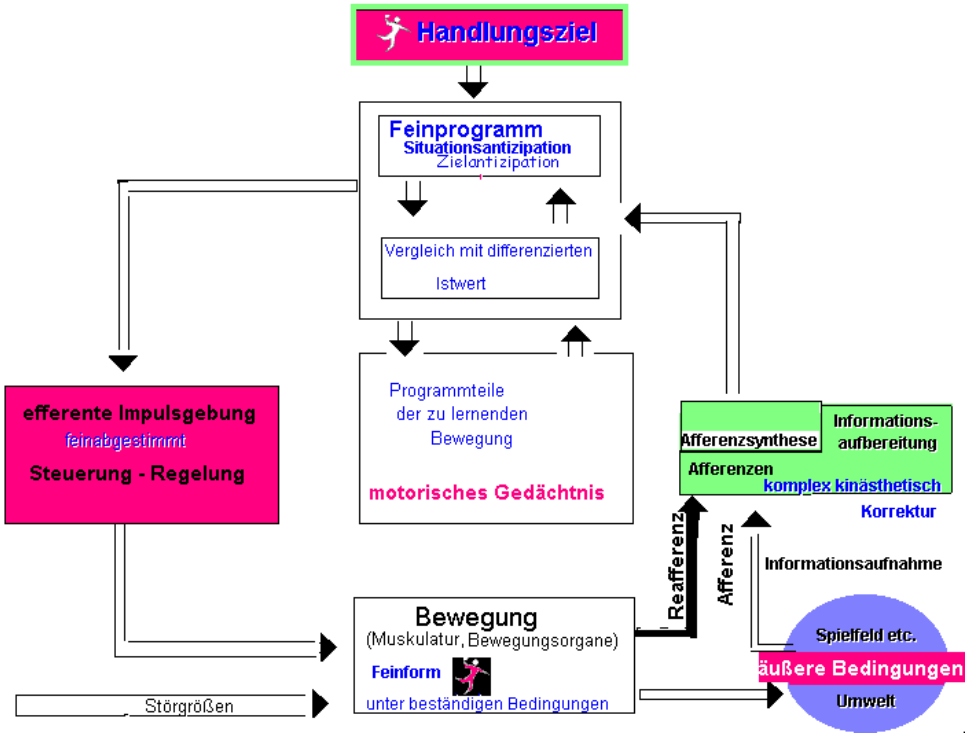
(nach Meinel/Schnabel bzw. Bernstein)

Phase 2 = Verfeinerung der Bewegung = Feinkoordination =>

Diese Lernphase umfasst den Lernverlauf vom Erreichen der Grobkoordination bis zu einem Stadium, indem der Lernende die Bewegungen unter konstanten Bedingungen nahezu

fehlerfrei ausführen kann. Das Technikleitbild einer gut koordinierten Bewegung (Bewegungsmerkmale) wird erreicht. Die Bewegungsempfindungen werden weitgehend präzisiert, differenziert und ggf. auch bewusst erfassbar und verbalisierbar. Der **kinestätische Analysator** wird jetzt verstärkt in die Bewegungssteuerung und -regelung einbezogen, die Bewegungsantizipation vervollkommnet.

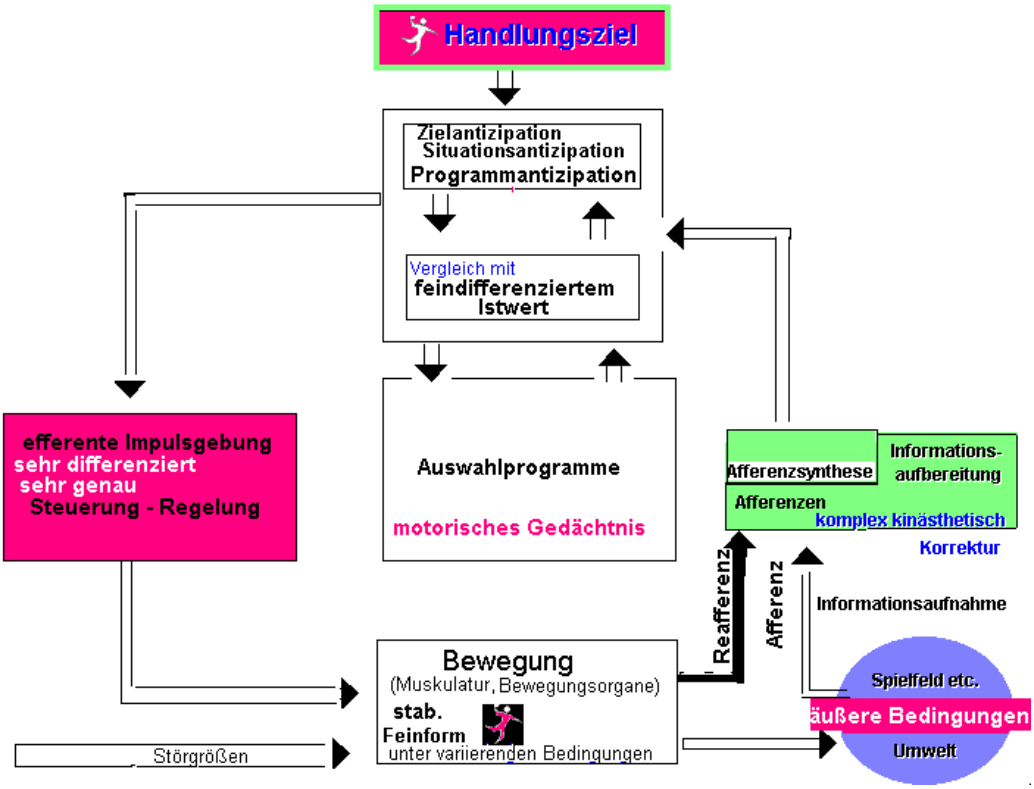
Dieser bewegungsempfindende Analysator hat seine Rezeptoren(sog. Propriorezeptoren) in den Muskelspindeln, Sehnen, und Gelenken. Sie geben Auskunft über die Änderung von Längen, Spannungs- und Gelenkveränderungen während der Bewegung. Seine hohe Leitungsgeschwindigkeit und Differenzierungsfähigkeit machen ihn für die (reafferente) Bewegungskonkontrolle besonders wichtig. Der kinästhetische Analysator ist also für die Kontrolle der Eigenbewegung des Körpers zuständig und bei allen Bewegungen unverzichtbar. Jede Bewegung löst notwendig kinästhetische Signale aus.



Phase 3 = Festigung und Anpassung der Bewegung unter wechselnden Bedingungen = Feinstkoordination =>

Die Ausführung gelingt auch unter erschwerten Bedingungen, die Bewegungsempfindungen werden präzise, wenn erforderlich auch bewusst erfassbar. Es ist nun ein detailliertes Bewegungsprogramm vorhanden, das variabel antizipiert und eingesetzt werden kann.

Mögliche Störungen und Schwierigkeiten können schon im Voraus eingeplant oder es kann situativ darauf reagiert werden.



Die wesentlichsten Teilprozesse solcher Theorien der Bewegungskoordination sind:

- Die orientierende und motivierende Informationsaufnahme und -aufbereitung durch die Analysatoren
- Die Programmierung des Bewegungsablaufes und Ergebnisvorausnahme (Antizipation) auf der Grundlage der Handlungsziele, der sensorischen Information über die Ausgangssituation und der Auswertung des motorischen Gedächtnisses.
- Die Erteilung der Steuerimpulse an die Muskulatur (Innervation).
- Die Bewegungsausführung durch die Bewegungsorgane in Wechselwirkung von Muskel- und äußeren Kräften.
- Die ständige Rückinformation (Feedback) über den Bewegungsablauf.
- Der Vergleich der Rückinformation mit dem antizipierten Ziel und Programm (Sollwert-Istwert-Vergleich).
- Die Erteilung von Regelimpulsen (Korrekturbefehlen an die Muskeln) (Vgl. Roth)

Afferenzen

Informationen bzw. Signalreize, die über die Sinnesorgane aufgenommen und an das zentrale Nervensystem(ZNS) weitergeleitet werden. (Wichtig für: Ausgangssituation, Zwischen- und Endergebnisse)

Afferenzsynthese

Die verschiedenen afferenten Informationen liefern ein "Bild" über den augenblicklichen Zustand der Umwelt, des Körpers bzw. der eigenen Bewegung.

Efferenzen

sind Information, die vom ZNS (Gehirn, Rückenmark) zur Peripherie (Bewegungsorganen) übermittelt werden.

Reafferenzen

liefern Rückmeldungen über Verlauf und Ergebnis der Bewegung (Rückinformation; Feedback), die von der Peripherie zum ZNS übermittelt werden.

Lernmethoden

Lernen erfolgt immer zwischen Lernenden, Lehrenden und dem Lerngegenstand (also hier der Bewegung). Dabei ist die Wahl der richtigen Methode für den Lernprozess wichtig. Nicht jede Methode ist den jeweiligen Bedingungen angemessen.

Analytisch-synthetische Methode

Bei dieser Methode werden einzelne Teile der Gesamtbewegung isoliert geübt. Nachdem die Einzelteile beherrscht werden, erfolgt die Zusammensetzung zur Gesamtbewegung (Zielübung). Besonders bei schwierigen Bewegungen ist diese Methode meist unverzichtbar, wobei die "Schwierigkeit" je nach Lernvoraussetzungen unterschiedlich sein kann. Der bewegungserfahrene Sportler kann in der regel schneller lernen. Die Problematik dieser Methode liegt aber in der Tatsache, daß beim Zusammensetzen der Einzelbewegungen zur Gesamtbewegung oft Zusatzbewegungen auftreten, die mit der eigentlichen Zielübung nichts zu tun haben bzw. diese sogar verändern können.

Ganzheitsmethode

Bei dieser Methode wird von Beginn an ganzheitlich geübt. Die Gesamtbewegung wird somit nicht auf- oder zergliedert, allerdings ist sie nicht immer anwendbar. Bei der Vermittlung einfacher Bewegungsabläufe ist die Ganzheitsmethode jedoch das richtige Verfahren, da ohne Umwege das eigentliche Lernziel direkt angesteuert wird. Bei schwierigen, komplexen Bewegungsabläufen muss der Lehrende jedoch auch auf die analytisch-synthetische Methode zurückgreifen.

Die induktive Methode

Bei dieser Methode wird das eigenständige Üben des Lernenden in den Vordergrund gestellt. Dem Lernenden werden auf seinem Lernweg Hilfen angeboten, der Lernende hat

aber so einen sehr großen Spielraum, um Erfahrungen zu sammeln. Voraussetzung ist allerdings, dass auf diese Weise die Bewegung auch wirklich gelernt werden kann. Es besteht die Gefahr, dass falsche Bewegungsmuster gelernt werden. In Kombination mit anderen Methoden ist aber der Aspekt der Selbständigkeit und Eigenständigkeit ein wichtiger Punkt.

Die deduktive Methode

Es wird versucht, dem Lernenden die entscheidenden Hilfen im Lernprozess vorzugeben. Um das Ziel schnell zu erreichen, verwendet der Lehrende als methodische Hilfe Bewegungsanweisungen und -vorschriften. Damit ist es möglich, dem Lernenden schnell eine Bewegungsvorstellung zu vermitteln, die auch schneller in die Praxis umgesetzt werden kann. Allerdings wirkt diese Methode ein wenig starr und lässt in der Reinform wenig Platz für Eigenständigkeit. Vor allem in sportlichen Leistungsgruppen, ob in der Schule oder im Verein, ist es mit dieser Methode möglich, in kurzer Zeit ein optimales Ergebnis zu erzielen.

Mentales Training (ideomotorisches Training)

"...Ganz allgemein versteht man unter mentalem Training das Sich-Vorstellen eines Bewegungsablaufs ohne tatsächliche motorische Ausführung.

Dieses Sich-Vorstellen kann auf unterschiedliche Art und Weise geschehen, je nachdem, welchem Medium der Vorstellungsinhalt entnommen wird. Es besteht die Möglichkeit, sowohl eigene Bewegungen oder Erinnerungsbilder eigener Bewegungsausführungen als auch fremde Vorbilder der anzustrebenden Fertigkeit zu wählen.

Der Übergang zu Visualisierungstechniken zeigt sich darin, dass alle beteiligten Sinnesqualitäten in die Vorstellungsarbeit mit einbezogen werden. Wenn auch beim mentalen Training visuelle Schwerpunkte gesetzt werden, steht es heute außer Zweifel, dass sowohl die Einbeziehung von emotionalen Komponenten der Bewegungsausführung als auch Empfindungsqualitäten des Tast- und Bewegungssinns die Wirksamkeit des mentalen Trainings wesentlich erhöhen....“

Ziele des Mentalen Trainings

Nach den bisherigen Erkenntnissen lassen sich folgende Ziele, Anwendungsfelder und Kriterien des mentalen Trainings aufzeichnen:

Lernen

Durch mentales Training können Lernprozesse sportlicher Bewegungen wesentlich beschleunigt werden. Am wirksamsten hat sich dabei die Kombination von praktischem und mentalem Training erwiesen.

Präzisieren

Bereits in der Grobform erlernte Bewegungen erfahren durch mentales Training eine beschleunigte Feinformung. Das mentale Training bietet die Möglichkeit, Bewegungen in präziser Art wiederholt zu durchdenken und zu erleben. Schwachstellen, Fehlerquellen oder Abweichungen können mental sowohl auf visueller als auch auf kinästhetischer Ebene verbessert werden, wodurch günstige Programmbedingungen für die aktive Ausführung geschaffen werden.

Stabilisieren

Mentales Training erlaubt die Festigung bzw. Stabilisierung und die längerfristige Bewahrung von Bewegungen. Die stabilisierende und bewahrende Funktion des mentalen Trainings kann auf spezifischen Anwendungsfeldern genutzt werden:

- Sportler, die durch Krankheit und Verletzung vom aktiven Training abgehalten werden, finden im mentalen Training ein wirksames Mittel, Bewegungsmuster oder Technikpläne immer wieder zu aktualisieren, sie bereitzustellen und somit die Pause ohne Qualitätsverlust zu bewältigen. Geichzeitig wird ein hohes Niveau der Motivation bewahrt, wodurch ebenfalls positive Wirkungen auf die spätere Wiederaufnahme des Trainings zu erwarten sind.

- Bei Sportarten mit hoher körperlicher Belastung ist eine Intensivierung des Trainings durch mentales Training möglich. Zehnkämpfer, Stabhochspringer oder Eiskunstläufer können in den Erholungsphasen durch mentale Übungen eine wesentlich effektivere Trainingswirkung erzielen.

- Bei Sportarten, die aus organischen oder organisatorischen Gründen nur eine begrenzte Anzahl von praktischen Ausführungen erlauben, beispielsweise Abfahrtslauf, Turmspringen oder Skispringen, bietet das mentale Training eine bedeutende Ergänzung und Vertiefung des aktiven Trainings.

- Mentales Training verleiht sowohl dem aktiv Trainierenden als auch dem durch Krankheit oder Verletzung pausierenden Sportler innere Sicherheit und

Selbstvertrauen. Das Erlebnis, die geforderte Aufgabe zumindest mental zu beherrschen, steigert die positive Leistungseinstellung und gibt dem Sportler auch im Falle des Misserfolgs das Gefühl, sein Bestes gegeben zu haben.

- Ängste und Hemmungen bei der Ausführung bestimmter Bewegungen können durch mentales Training erfolgreich bekämpft werden. Das erfolgreiche, angstfreie "Durchspielen" z.B. eines Hochsprungs, ohne die Latte zu berühren, vermindert Höhenangst und Sprunghemmungen.

- Mentales Training führt zu einer verbesserten konzentrativen Einstimmung auf den Wettkampf..."
  (Baumann, Psychologie im Sport)