

Trainingswissenschaften

VO Trainingswissenschaften WS 2010/11

Mag.Dr. Raschner Christian

Zusammenfassung: MaBr (Zusammenfassung ersetzt nicht die Folien, gelbe Markierungen =

Trainingsmethoden → diese müssen in und auswendig bei der Prüfung beherrscht werden, Fehler leicht möglich)

Inhalt:

- 1) Allgemein
- 2) Schnelligkeitstraining
 - 2.a) Schnelligkeitstraining - Allgemein
 - 2.b) Trainingsmethoden zur elementaren Schnelligkeit (zyklisch + azyklisch)
 - 2.c) Trainingsmethoden zur intermuskuläre Koordination – Bewegungstechnik
 - 2.d) Trainingsmethoden zur Reaktionsschnelligkeit
 - 2.e) Diagnoseverfahren Schnelligkeit
 - 2.f) Studien zum Schnelligkeitstraining
- 3) Krafttraining
 - 3.a) Krafttraining - Allgemein
 - 3.b) Trainingsmethoden zur Kraftausdauer
 - 3.c) Trainingsmethoden zur Maximalkraft
 - 3.d) Trainingsmethoden zur Schnellkraft
 - 3.e) Technikspezifisches Krafttraining
 - 3.f) Diagnoseverfahren Kraft
 - 3.g) Studien zum Krafttraining
- 4) Koordinationstraining
 - 4.a) Koordinationstraining - Allgemein
 - 4.b) Trainingsmethoden zur Koordination
 - 4.c) Diagnoseverfahren Koordination
 - 4.d) Studien zum Koordinationstraining
- 5) Beweglichkeitstraining
 - 5.a) Beweglichkeitstraining – Allgemein
 - 5.b) Trainingsmethoden zur Beweglichkeit
 - 5.c) Diagnoseverfahren Beweglichkeit
 - 5.d) Studien zum Beweglichkeitstraining
- 6) Ausdauertraining
 - 6.a) Ausdauertraining – Allgemein
 - 6.b) Trainingsmethoden zur Ausdauer
 - 6.c) Diagnoseverfahren Ausdauer
 - 6.d) Studien zum Ausdauertraining

1) Allgemein

Es besteht kein relevanter Zusammenhang zwischen Trainingsumfang und Leistungsniveau. Der Trainingsumfang kann nur 9% der Leistungsunterschiede aufklären. Daher sollte insbesondere die Qualität des Trainings stets kritisch hinterfragt werden.

Die Trainingsqualität kann durch - Erstellung eines sportartspezifischen Anforderungsprofil, - sportmotorische und sportmedizinische Leistungsdiagnostik und durch - die Auswahl der Inhalte und Methoden im langfristigen Trainingsaufbau verbessert werden.

Diagnoseverfahren: Sportmotorische Tests (größter Teil der für die TW verwendet wird)
Biomechanische Analysen
Spiel- und Wettkampfanalysen
Psychologische Tests
Sportmedizinische Tests

Wichtig für die Leistungsdiagnostik:

- Validität (Gültigkeit)
- Normierung
- Ökonomie (Gesamtaufwand, Dauer, ...)
- Ansteuerung (nicht nur Auswertung sondern auch Besprechung der trainingswissenschaftlichen Folgerungen)
- Motivation (nur bei optimal motivierten Athleten sinnvoll)
- Angst vor Objektivität (Trainer befürchtet Aufdeckung von Mängel, ...)
- Trainingsmethodische Umsetzung (individuelle Trainingspläne)

Leistungsdiagnostik – Test Guidelines:

- gleiche Umgebungsumstände (Temperatur 22°, Luftfeuchtigkeit 40%, ...)
- Tageszeit (am Testprotokoll vermerken; besten Ergebnisse am frühen Abend)
- Testreihenfolge (Krafttests vor Ausdauer tests)
- Körperliche Vorbelastung jeweils gleich (ideal wie vor Wettkampf)
- Kleidung (eng anliegend um Körperstellungen besser beurteilen zu können)
- Aufwärmen (mind. 10min kurzes invasives, dynamisches Dehnen der involvierten Muskelgruppen)

2.a) Schnelligkeitstraining - Allgemein

Definition: Motorische Schnelligkeit bezeichnet die im Bereich motorischer Aktionen auftretende Schnelligkeit.
Schnelligkeit ist eine elementare Leistungsvoraussetzung. Sie wird dominant durch die Qualität neuromuskulärer Steuer- und Regelprozesse bestimmt, die in bewegungsspezifischen Zeitprogrammen bei azyklischen und zyklischen Bewegungen reflektiert werden.

Ziel: - schneller zu reagieren, koordinieren, agieren, handeln

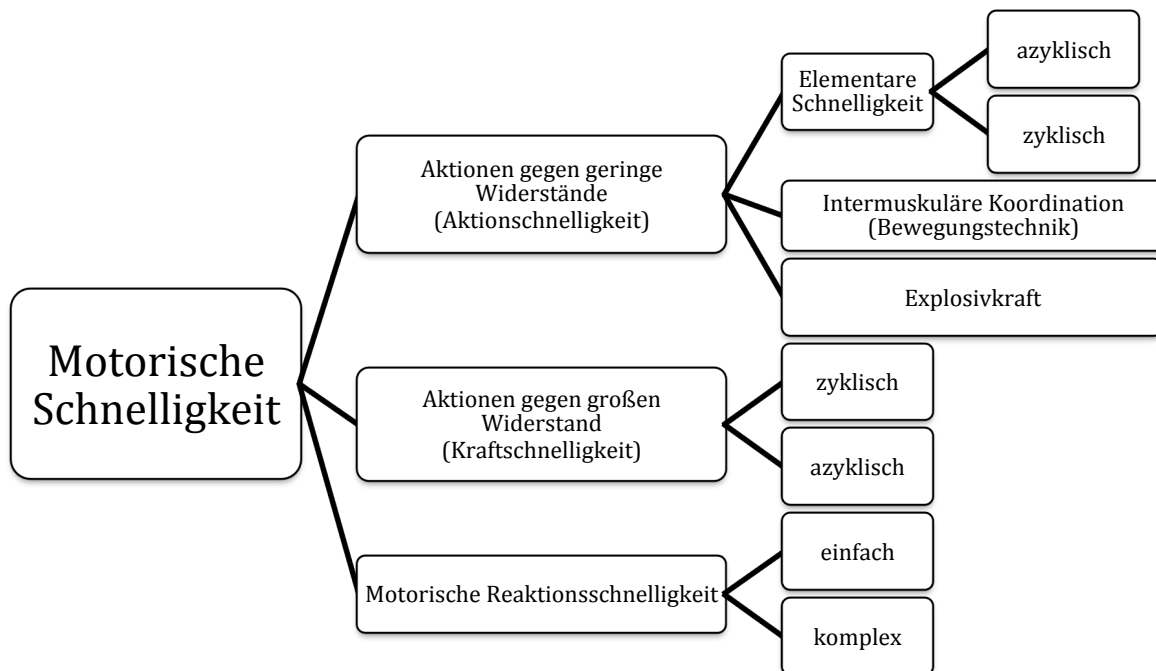
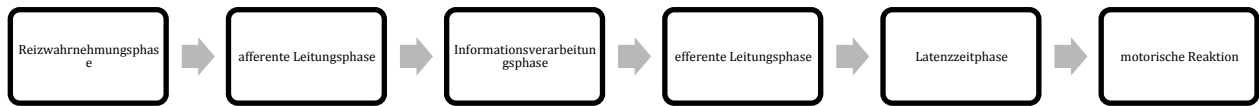
Grundsätze:

- frühzeitig beginnen
- Ermüdung vermeiden
- koordinationsorientiert üben
- maximale Geschwindigkeit anstreben (Reizanpassungen nur durch maximale Intensitäten)
- richtiges Aufwärmen (Einlaufen + kurzes dynamisches Dehnen)
- Azyklische und zyklisches Zeitprogramm müssen nacheinander ausgebildet werden (azyklische Schnelligkeit besitzt gewisse Basisfunktion)
- Forderung nach maximaler Motivation –entsprechende Konzentrationsfähigkeit

Einflussgrößen: - Anlage-, entwicklungs-, lernbedingte Einflussgrößen (Geschlecht, Alter, Konstitution, Talent, Technik, ...)
- Sensorisch-kognitive, psychische Einflussgrößen (Motivation, Konzentration, Informationsverarbeitung, ...)

- Neuronale Einflussgrößen (Reizleitungsgeschwindigkeit, Erregungs- und Hemmwechsel im ZNS = **intermuskuläre Koordination**, ...)
- Tendo-muskuläre Einflussgrößen (Muskelfasertyp-Verteilung, Dehnbarkeit, Muskeltemperatur, ...)

Ablaufphasen einer Reaktion:



Trainingsmethoden Aktionschnelligkeit:

- elementares Schnelligkeitstraining (Verbesserung der elementaren zyklischen und azyklischen Schnelligkeitsformen)
- Techniktraining (Verbesserung der intermuskulären Koordination von Zieltechniken)
- Krafttraining (Verbesserung der motorischen Schnellkraft) → Explosivkraftniveau)

Trainingsmethoden Kraftschnelligkeit: eig. so wie Schnellkraft; hauptsächlich sportartspezifisch (Bob anschieben beim Bobfahren im Eiskanal, Gegner wegschieben beim American Football, ...)

Trainingsmethoden Reaktionsschnelligkeit:

- Spezifische Reaktionsschulung einfacher Reaktionen
- Spezielle Reaktionsschulung komplexer Reaktionen

2.b) Trainingsmethoden zum elementaren Schnelligkeitstraining (zyklisch + azyklisch)

Zeitprogramme: Zeitprogramme sind ein Ausdruck der elementaren Schnelligkeit; Zeitprogramme sind bewegungsspezifisch - strukturähnliche Bewegungen werden auf der Grundlage gleicher Zeitprogramme gesteuert. Das Zeitprogramm beinhaltet die zeitlich abgestimmten neuromuskuläre Impulsfolge des Muskeleinsatzes, die Dauer und das Anstiegsverhalten der muskulären Aktivität. Qualitätsunterschiede der Bewegungsschnelligkeit können sich auch in den Zeitprogrammen widerspiegeln.

Azyklisch: Kurze Zeitprogramme Bodenkontaktzeit < 170 ms
Lange Zeitprogramme Bodenkontaktzeit > 170 ms

Zyklisch: Kurze Zeitprogramme Frequenz > 12 Hz
Lange Zeitprogramme Frequenz < 12 Hz

Ein einmal ausgebildetes neuromuskuläres Impulsmuster (Zeitprogramm) verliert mit hoher Wahrscheinlichkeit auch bei großer Wiederholungsdichte nicht an Qualität.

Schnelligkeitsquotient: $SQ = \text{zyklisch elementares ZP} / \text{azyklisch elementares ZP}$
(z.B. Beintapping in Hz/Nieder-Hoch-Sprung in sek)
ZP ... Zeitprogramm in [Hz]
SQ ... Schnelligkeitsquotient
SQ von 75 zeigt gute elementare Schnelligkeitsvoraussetzungen

Elementare Schnelligkeit - Trainingsmethoden: a) Klassisches azyklisches und zyklisches Zeitprogramm-Training
b) Differenzierungstraining, Variation- bzw. Kontrastmethode (azyklisch und zyklisch)

a) **Klassisches Zeitprogramm-Training:** (für zyklische + azyklische elementare Schnelligkeit)

Für die Ausbildung entsprechender Ansteuerungsqualitäten (kurze Zeitprogramme) sind im Training die Rahmenbedingungen so zu verändern, dass die angestrebte neuromuskuläre Prognosestruktur erreicht wird, durch

- Körpergewichtsentlastung (Sprungspinne)
- leichtere/kleinere Geräte (Bälle, Wurfgeräte, Paddel, ...)
- Vorgabe prognostischer Geschwindigkeiten (Frequenzvorgabe, akustischer Signalgeber, Laufband)
- Bewegungsgesteuerte Elektrostimulation (Triggerung durch Lichtschranke – Signal an EMS erfolgt kurz vor Bodenkontakt – Stimulierung der Waden) – nur azyklisch

Das im Training unter erleichterten oder vorgegebenen Bedingungen ausgebildete Zeitprogramm soll anschließend auch unter Normalbedingungen reproduziert werden können.

Richtlinien zur Ausbildung der azyklischen Schnelligkeit:

- Training unter Körpergewichtsentlastung akzentuiert im Jahr einsetzen (z.B. 1x im Herbst für 6 Wochen und 1x im Mai für 3 Wochen)
- 2 Trainingseinheiten pro Woche und 2-3 Serien pro Trainingseinheit (Pause 5-10 min)
- 400-700 Sprünge in 6 Wochen (mind. 30/max. 60 Sprünge pro Trainingseinheit)
- nach 3-4 Wochen Training Erholungspause sichern

- Entlastung ca. 30% des Körpergewichts (z.B. mit Sprungspinne)
- Fallhöhe 35-40cm
- als eigener Teil des Trainings um maximale Konzentration des Sportlers zu sichern
- Zielprogramm (Stützzeit kürzer als 170ms) muss in mindestens 70% der Versuche realisiert werden!
- Richtige Bewegungsanweisungen (maximal schneller Absprung - nicht maximal hoch, bewusste Vorspannung in der Wadenmuskulatur, kein Durschlagen der Fersen auf den Boden, Arme als Schwungelemente ausschalten, ...)

Richtlinien zur Ausbildung der zyklischen Schnelligkeit:

- Belastungsintensität maximal, Belastungsdauer 5-10 sek (3 schnelle Wiederholungen), Belastungsumfang 3-5 Serien (Pause 5min), 2-3 Trainingseinheiten pro Woche (Tappings,)
- Richtige Bewegungsanweisungen (maximale Frequenz - nicht maximal schnelle Fortbewegung, kleine Amplituden und bewusste aktive Bewegungsumkehr nach unten, ...)
- Entlastung (mit Sprungspinne) und Differenzierungstraining miteinbringen
- Auch am ungebremsten Fahrradergometer möglich (→ Übertragungseffekt auf andere)

b) **Differenzierungstraining:** (für elementare Schnelligkeit)

- gezielte Variation elementarer Schnelligkeitsübungen (Variation der Ent- bzw. Belastung/der Sprung- bzw. Fallhöhe/der Bodenbeschaffenheit/der Ausgangsposition/der Armbewegung/des Feedbacks)
- Wahrnehmungsschulung und Aufmerksamkeitslenkung auf Übergänge und Differenzen zwischen den einzelnen Übungen

2.c) Trainingsmethoden zur intermuskuläre Koordination - Bewegungstechnik

Allgemein: ! Vorhandene Muskelkraft eines Athleten soll durch verbesserte intermuskuläre Koordination effektiver genutzt werden!
 ! Bei den intermuskulären Koordinationsübungen soll die Aufmerksamkeit auf einen Aspekt der Bewegung gelenkt werden, ohne dabei den gesamten Bewegungskomplex zu vernachlässigen. (nach Schöllhorn) !
 Trainingsmittel: Speedy Steps

Trainingsmethoden: a) Sprint ABC
 b) Variations- und Kontrastmethode
 c) Überpotentialmethode

a) **Sprint ABC:** Sprint ABC Übungen dienen der technischen Ausbildung; Teilbewegungen werden technisch aufbereitet und bei geringer Geschwindigkeit geübt → Problematik der Geschwindigkeitsbarrieren, weil Übungen den maximalen koordinativen Beanspruchungen nicht gerecht werden; Bei Spitzensportler tritt daher maximal nur ein Ökonomisierungseffekt der Muskularbeit auf, für weniger gute Sprinter aber sehr wohl effizient.

b) **Variations- und Kontrastmethode:** Schöllhorn verweist besonders auf die optimale Abstimmung von Spannungs- und

Entspannungsphasen sowie auf die Bedeutung der Kreuzkoordination hin.

Variationsmethode: siehe Differenzierungstraining

Kontrastmethode:

- möglichst unterschiedliche Sinnessysteme zum Bewegungslernen einsetzen
- komplexe Bewegungen vereinfachen (nicht zerlegen!) und sukzessiv schwerer gestalten
- auf einzelne Aspekte der Gesamtbewegung konzentrieren (z.B. Sprinter ist mit Oberkörper zu weit hinten → Wahrnehmung darauf schulen durch Lauf mit extrem vorgelehnten Oberkörper und dann mit weit zurückgelehntem)
- neue Bewegung zuerst langsam, dann schneller ausführen

- c) **Überpotentialmethode:**
- Zugunterstützung mittels Flaschenzugmechanismus bzw. Expander
 - Bergabläufe
 - Laufband mit supramaximalen Geschwindigkeiten
 - Leichtere Geräte – Bälle, entlastende Apparate
 - Zugwiderstandsläufe (Fallschirmlauf)

2.d) Trainingsmethoden zur Reaktionsschnelligkeit

- Allgemein:
- Die Latenzzeit ist die Zeitspanne vom Auftreten einer Regung im Rezeptor bis zur Bildung eines effektorischen Befehls.
 - Die Reaktionszeit ist die Zeit vom Setzen eines Sinnesreizes bis zur ersten sichtbaren motorischen Beantwortung.
 - Gewisser Spannungszustand in der Muskulatur ist für eine gute Reaktion erforderlich.
 - Männer erreichen schnellere Reaktionszeiten als Frauen.
 - Direktes Vs. Peripheres Sehen hat Einfluss auf die Reaktionszeiten.
 - Schnellere Reaktionszeiten beim Ausatmen.
 - Besserer Fitnesszustand – bessere Reaktionszeiten.

- Trainingsmethoden:
- a) Wiederholungsmethode
 - b) Teilmethode
 - c) Sensorische Methode
 - d) Spezielle Reaktionsschulung komplexer Reaktionen
(Wahrnehmungs- und Antizipationstraining)

- a) **Wiederholungsmethode:**
- Wiederholtes schnelles Reagieren;
 - vom einfachen zum Komplizierten;
 - begleitendes mentales Training;
- b) **Teilmethode:**
- analytische Methode
 - nur ein Teil einer Gesamtbewegung wird ausgeführt und analysiert (z.B. Weichboden hinter Startblock und Sprinter macht nur Abdruck)
- c) **Sensorische Methode:**
- maximal schnelles Reagieren nach Signal
 - Bewegungsablauf mit zunehmender Geschwindigkeit ausführen – Vergleich der subjektiven Empfindung mit der objektiven Bewegungszeit
 - Bewegung soll mit unterschiedlichen vorher festgelegten

Geschwindigkeiten ausgeführt werden
 - Zeit selber einschätzen lernen – Mikrozeitintervalle bestimmen

2.e) Diagnoseverfahren Schnelligkeit

- a) Reaktionsschnelligkeit: 1-fach und 4-fach Reaktionstest
 Bestimmung der Reaktionsschnelligkeit – einfach und komplex
- b) Elementare Schnelligkeitstests:
 Azyklisch: „20 auf 20“ bzw. „40 auf 40“ (stehend)
 Zyklisch: Tappingtest (stehend)
- c) Komplexe Schnelligkeitstests: Sprint (über verschiedene Distanzen)

Materialien: Optojump (optische Sensoren zur Erfassung der Schrittlänge, Bodenkontaktzeit, usw. während eins Sprints)
 Kontaktmatten (zur Messung der Tappingfrequenzen)
 Laser Geschwindigkeitsmessgerät
 Sportartspezifische Geräte (Speedpaddler, Rodelsimulator, ...)

2.f) Studien zum Schnelligkeitstraining

Letzelter/Letzelter (2002): untersuchten die Indikatoren der Sprintfähigkeit beim 100m-Lauf; Start-Beschleunigung (durch Zwischenzeit bei 30m), Pick-up Beschleunigung (Teilzeit von 30-60m), Sprintschnelligkeit (Teilzeit von 60-80m) und Sprintausdauer (Teilzeit von 80-100m);

Lehmann (1992): Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Laufgeschwindigkeit, azyklischer bzw. zyklischer Geschwindigkeit → hochsignifikanter Zusammenhang zwischen der maximalen Laufgeschwindigkeit, der zyklischen und azyklischen Geschwindigkeit sowie dem Schnelligkeitsquotienten;

Birklbauer (1998): Vergleich der Wirksamkeit der Methode der konstanten Übungsanweisung und der Differenzierungsmethode auf die Stützzeitverbesserung und die Verbesserung der EKA (=Effektivitätskoeffizient beim Absprung) mit 24 Nachwuchsathleten (10-15 Jahre) eines LA Clubs → kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Trainingsmethoden

Zallinger (1994): Unabhängigkeit von energetischen Bedingungen bei zyklischen Zeitprogrammen → trotz hohen Laktatwerten kann die beste Tappingfrequenz erreicht werden

3.a) Krafttraining - Allgemein

Explosivkraft: $\text{Explosivkraft} = \frac{F}{T}$

Explosivkraftdefizit: Differenz zwischen isometrischer Maximalkraft (F_{mm}) und Maximalkraft (F_m); EDS gibt also prozentual das Kraftpotential an, das bei einem Versuch nicht ausgenutzt wird; (bei Absprung- und

Abwurfphasen beträgt EDS ca. 50%)

$$\text{EDS [\%]} = (\text{Fmm} - \text{Fm}) / \text{Fmm} * 100$$

Faktor Zeit: Zeit um das Kraftmaximum T_m zu erreichen variiert von Person zu Person; unter isometrischen Bedingungen beträgt sie im Mittel 0,4-0,8s;

Intrinsische Faktoren: Die Kraft die ein Sportler aufbringen kann hängt von verschiedenen Faktoren ab (Geschwindigkeit, Körperposition, Bewegungsrichtung, ...);

Extrinsische Faktoren: Bedeutung des Widerstandes

Kraft-Geschwindigkeits-Beziehung: Wenn die Anfangsbewegung zu schnell gemacht wird, können im folgenden Abschnitt die Entwicklung von hohen Kräften eingeschränkt sein;
 F_{mm} bestimmt die Kraftwerte, die ein Sportler unter dynamischen Bedingungen aufbringen kann;

Bewegungsrichtung: Bei nachgebenden, exzentrischen Bewegungsabschnitten kann der isometrische Maximalkraftwert (F_{mm}) deutlich überschritten werden;
 durch fehlende zentralnervöse Ansteuerung und anderen Faktoren kann bei konzentrischen oder isometrischen Bewegungen die eigentliche Maximalkraft jedoch nicht ausgenutzt werden;
 → Hill'sche Gleichung (Kraft-Last-Beziehung)

Relativkraft: Relativkraft = gemessene Maximalkraft/Körpermasse
 Unterschiede im Kraftniveau bei zwei Sportlern können sein,
 wegen - Maximalkraftfähigkeiten
 - Koordination der Muskelaktivität (inter- und intramuskulär)

Ein positiver Einfluss des Krafttrainings auf eine Sportart hängt stark davon ab, ob ein begleitendes Techniktraining der Zielbewegung erfolgte (Transfer)!

Entwicklungsgerechter Aufbau:

Basis: Stabilisationszentriertes Krafttraining (Rumpfstabilität stärken)
 Koordinationszentriertes Krafttraining
 mit steigendem Leistungsniveau bzw. Alter auf technikspezifisches Krafttraining wechseln bzw. gezielt intramuskuläres Krafttraining, Muskelaufbautraining oder Kraftausdauertraining betreiben;

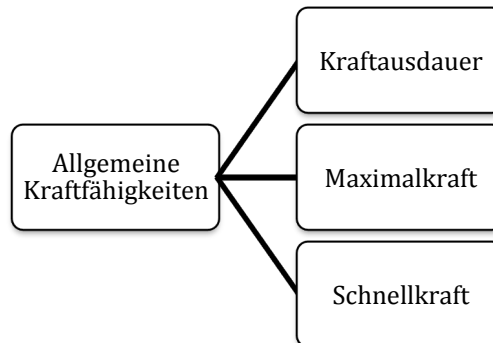
Kinder und Krafttraining:

Falsche Argumente: KT beeinflusst das Wachstum bei Kindern negativ!
 KT ist für Kinder gefährlich! (nur unbeaufsichtigt gefährlich)
 KT ist sinnlos da die hormonellen Voraussetzungen fehlen!
 (Kraftfähigkeiten sind jedoch eine Zusammensetzung aus neuronalen und muskulären Bedingungen)

Krafttraining hat viele positive Auswirkungen bei Kindern (nach Faigenbaum), aber am sichersten ist es wahrscheinlich Kinder nur mit dem eigenen Körpergewicht zu trainieren;

Methode des stabilisationszentrierten- und koordinationszentrierten Krafttrainings

(STZK&KZKT): nur mit geringsten Gewichten bzw. nur Körpergewicht
 8-15 Wiederholungen bzw. Haltezeiten bis 30 sek
 Training mit MFD-Platten, Slings, Ropes, Swiss-Bällen, ...



Klassische Trainingsmethoden im Krafttraining:

- 1) Trainingsmethoden zur Verbesserung der allgemeinen motorischen Kraft
 (Kraftausdauer, Maximalkraft, Schnellkraft)
- 2) Trainingsmethoden zur Verbesserung der speziellen motorischen Kraft

3.b) Trainingsmethoden zur Kraftausdauer

Kraftausdauer ist die Ermüdungsfähigkeit des Organismus bei lang andauernden Kraftleistungen; (sowohl isometrisch, konzentrisch-dynamisch, exzentrisch-dynamisch als auch im Dehnungs-Verkürzungszyklus)

Dauer und Intensität der Belastung bestimmt den jeweiligen Anteil der unterschiedlichen Kraft- und Ausdauerparameter;

Zielsetzung:

- Die Reduktion der Kraftstoßimpulse möglichst gering halten
- Erreichen einer hohen Wiederholungszahl
- Bessere Toleranz gegenüber hohen Laktatwerten
- Bildung einer Basis für weiteres Krafttraining
- Dynamisches Kraftausdauertraining insbesondere für Gesundheitssport
- Kapillarisation

Kraftausdauer-Methode:

	Kraftausdauer-Methode	
	Intensiv	Extensiv
Reizintensität	50-60%	40-50%
Wiederholungen/Serie	20-40	40-60
Serien/Trainingseinheit	6-8	mind. 3
Serienpause	0,5-1 min	0,5-1 min
Kontraktionsgeschw.	langsam bis zügig	

3.c) Trainingsmethoden zur Maximalkraft

- 2 Ansätze: 1) Trainingsmethoden zur Verbesserung der Absolutkraft
 - Methode der wiederholten submaximalen Kontraktion bis zur Erschöpfung
 2) Trainingsmethoden zur Verbesserung der intramuskulären Koordination (IK)
 - Methode zur Verbesserung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit

Maximalkraftbestimmung: 1) Isometrischer Maximalkrafttest
 2) Dynamischer Maximalkrafttest (1-RM)
 3) Ableitung aus Wiederholungszeit (8WH = ca. 80% von Fmm)
 ... zur Belastungsintensitätssteuerung im Krafttraining
 ... zu Beginn des Trainings sind Maximalkraftbestimmungen öfter zu wiederholen (sogar wöchentlich)

Training in Pyramidenform: Ziel: Hypertrophie (höhere Wiederholungszahlen)
 Maximalkraft (niedrigere Wiederholungszahlen)
 Gut geeignet im Jugendtraining oder bei kurzen Vorbereitungsperioden

	Intensität	Wiederholungen
Einfache Pyramide	75-80-85-90-95%	5-4-3-2-1
Stumpfe Pyramide	60-65-70-75-80%	8-7-6-5-4
Doppelte Pyramide	80-85-90-95-95-90-85-80%	4-3-2-1-1-2-3-4

Exzentrisches Krafttraining („real“ exzentrisches Training):

- Problematik: Intensität wird meist über konzent. Maximalkraft bestimmt (1RM);
 Exzent. Kraft ist aber um 20-40% größer → exzentrische Belastung
 daher immer submaximal im normalen Training
- Methoden:
 - konzent. Hebung mit 2 Armen/Beinen – exzent. Phase nur einseitig
 - Weight Releasers (Geräte für Training mit freien Hanteln)
 - Hilfestellung von Trainer/Partner/...
 - „Eccentric Bike“ (Ergometer mit Motor, man muss Pedale bremsen)
- Effekt:
 - verstärkte Rekrutierung der fast twitch fibers (→ Schnellkrafttraining)
 - höhere neuronale Anpassung als bei konzent. Training
 - Verstärkte „Cross-education“ (Transfer von einer Gliedmaße zur anderen)
 - beste Wirkungen in Kombination mit konzentrischem Training

Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen bis zur Erschöpfung:

	TM der wiederholten submax. Kontraktionen bis zur Erschöpfung		
	Standardmethode I	Standardmethode II	Standardmethode III
Arbeitsweise	Konzentrisch/exzentrisch	Konzentrisch/exzentrisch	Konzentrisch/exzentrisch
Krafteinsatz	Kontinuierlich-explosiv	Kontinuierlich-explosiv	Kontinuierlich-explosiv
Intensität	80-85%	70-80-85-90%	60-70%
Wiederholungen	8-10	10-10-7-5	15-20
Serien	3-5	1-1-1-1	3
Serienpause	3-5 min	3-5 min	3-5 min

- Totale Auslastung durch: 1) Forced Reps (Partner hilft bei den letzten Reps so wenig wie möglich mit)
 (ca. 3-4 zusätzliche WH) 2) Negative Reps (Partner hilft nur konzentrisch, exzentrisch muss selbst machen)
 3) Super-Sets (Sofortiger Wechsel zu einer Übung mit der gleichen Muskelgruppe)

4) Burns (Wiederholungen in Gelenkwinkelbereichen, die günstiger sind, also im nicht maximalen Belastungsbereich)

TM der kurzzeitigen maximalen Kontraktionen:

Trainingsziel: Reduktion des Kraftdefizits (Kraftdefizit ist individuell sehr unterschiedlich, Normwert ca. 30%; vor allem bei Sportarten in denen die relative Kraft leistungsbestimmend ist, kommt es auf ein möglichst kleines Kraftdefizit an)

Prinzip: sehr hohe Lasten
 explosive Kraftentfaltung
 lange Pausen
 intensive Aufwärmarbeit

	TM der kurzzeitigen maximalen Kontraktionen		
	Maximale Kontraktion	Submaximale Kontraktion	Supramaximale Kontraktion
Arbeitsweise	Exzentrisch/konzentrisch	Exzentrisch/konzentrisch	Exzentrisch
Krafteinsatz	explosiv	explosiv	explosiv
Intensität	100	90-95-97-100	Bis 140
Wiederholungen	1	4-3-2-1	1-3
Serien	5	1-1-1-1	5-8
Pause zw. WH	-	3-5 sek	10-15 sek
Serienpause	3-5 min	3- 5min	3-5 min

	Adaptionen an die Trainingsmethoden			
	Kraftausdauer Methode	Methode der wiederholten submaximalen Kontraktionen	Methode der kurzzeitigen maximalen Kontraktionen	Reaktivkraft-training
Kraftfähigkeiten, Komponenten				
a) Maximalkraft	+	+++	++	
b) Schnellkraft				
Dynamisches Kraftmaximum		+	++	
Explosivkraft			+++	+
Reaktivkraft			+	+++
c) Kraftausdauer	+++	+	+	
Einflussgrößen				
a) Tendomuskuläre Faktoren				
Muskelmasse/Hypertrophie	+	+++	+	
FT-Massenanteil			+	
Elastizität Muskel, Sehne			+	+++
Enzymaktivität	++	++		
Kapillarisierung	+	+		
b) Neuronale Faktoren				
Willkürliche Aktivierung			+++	+
Voraktivierung, Reflexaktivierung			+	++++

3.d) Trainingsmethoden zur Schnellkraft

Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems einen möglichst großen Impuls in der zur Verfügung stehenden Zeit zu produzieren.

Ein möglichst hoher Kraftwert ist notwendig zur Erzeugung eines hohen Kraftstoßes ($p=m*v$ oder $p=m*a*t$); → da die Zeit [t] meist begrenzt und die Masse [m] konstant ist, ist ein hoher Beschleunigungswert [a] von großer Wichtigkeit;

Das Niveau der Explosivkraft korreliert hoch signifikant (ca. 0,6) mit der Maximalkraft; (Kugelstoßer weisen z.B. sehr hohe Maximalkräfte auf);

Trainingsmethoden zur Verbesserung der motorischen Schnellkraft:

- Maximalkrafttraining (vor allem „real excentric training“)
- Muskelleistungstraining
- Vibrationstraining
- Reaktives Krafttraining

Muskelleistungstraining:

	Muskelleistungstraining
Intensität	30% Gewicht bei höchster erbrachter Leistung
Bewegungsgeschw.	95-100% der max. Leistung
Wiederholungen	bis 95% von maximaler Leistung unterschritten
Serien	4-6
Pause	3-5 min

Vibrationskrafttraining:

Von außen einwirkende mechanische Vibrationen übertragen sich auf neuromuskuläres System; Durch diese Vibrationen kommt es zur Dehnung der Muskulatur und die Muskelspindeln sorgen dadurch für die erhöhte Muskelstimulation;

Anwendung: Training, Regeneration, (Osteoporose-)Rehabilitation, Prävention

Achtung: - Es gibt viele Non-Responder (Kontrollen erforderlich)
- Niedrige Frequenzen (<20 Hz) im Sinusbereich für länger Zeit sind schädlich, da sie die Eigenfrequenz der Organe erreichen können!

Frequenz (30-60Hz), gebeugte Gelenke, ohne und mit Zusatzlasten, Amplitude (1-10mm)

	Vibrationskrafttraining
Intensität	50-100%
Bewegungsgeschw.	je nach Zielsetzung
Serien	5-8 Serien
Wiederholungen	je nach Zielsetzung bzw. halten bis 30 sek
Pause	3-5 min

Reaktivkraft:

- Unter Reaktivkraft wird das Vermögen verstanden, bei einem schnell ablaufenden „Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus“ (bis 250ms) einer Muskelschlinge einen hohen Kraftstoß realisieren zu können (Sprint/Bodenturnen 110ms, Drop Jump 170ms, ...);
- neuronale Mechanismen: Voraktivierung (gut voraktivierte Muskulatur notwendig)
Muskeldehnungsreflex
Golgi-Sehnen-Reflex

- Muskel- und Sehnenelastizität (durch Dehnung wird elastische Energie gespeichert, die in der konzentrischen Phase genutzt werden kann – z.B. Fliege mit Finger wegschnippen)
- Frauen erreichen weniger Performance in der Reaktivkraft als Männer, weil sie mehr Typ I Fasern haben und eine andere neuromuskuläre Aktivierung haben;

Reaktivkrafttraining (plyometric training):

Am effektivsten haben sich eine Kombination aus Krafttraining (Pyramidenform) und Sprungserien erwiesen!

	Reaktivkrafttraining
Trainingsumfang	6-10 Wochen mit 3 TE/Woche
Intensität	- Regulierung über Fallhöhe – optimal wenn KSP maximal gehoben werden muss - maximale Sprunghöhe
Bewegungsgeschw.	maximal (kürzester Bodenkontakt)
Serien	4-6 Serien
Wiederholungen	6-10
Serienpause	5-10 min
Wiederholungspause	3-10s

3.e) Technikspezifisches Krafttraining

Imitationsübungen müssen der kinematischen und dynamischen Struktur der Wettkampfbewegung möglichst nahe kommen; (z.B. Skianzug mit Gewichten)
Die bei der Imitationsübung verwendeten Widerstandsgrößen müssen so gewählt werden, dass die wettkampfspezifische Belastung nur geringfügig über bzw. unterschritten wird;
Bei der Wahl der Bewegungsfrequenz muss auf die wettkampfspezifische Art der Energiebereitstellung Rücksicht genommen werden;
Die Seriedauer soll einerseits Ermüdung bewirken, andererseits müssen auch am Ende der Serie die wesentlichsten Intensitätsparameter der Imitationsübung erhalten bleiben;
Training mit spezifisch entwickelten Geräten (Ski Power Simulator, Skating Simulator, ...);

3.f) Kraftdiagnostik

Je nach Anforderungsprofil der Sportart und Verfügbarkeit von Testgeräten kommen unterschiedlichste Krafttests zur Anwendung:

- Kraftausdauerests Vs. Maximalkrafttests Vs. Schnellkrafttests
- Allgemeine Krafttests Vs. sportartspezifische Krafttests
- Isometrische Krafttests (Länge des aktiven Muskels soll konstant bleiben; nur für 1 Gelenkwinkel aussagekräftig) (z.B. Back-Check-Test, Handgriff-Dynamometer, Isometric-Neck-Test)
- Isokinetische Krafttests (konstante Geschw. des Hebelarms über eine vorgegebene Bewegungsamplitude; Nm, J, W) (z.B. Contrex-Leg-Press, Contrex-Multi-Joint → Open Kinematic Chain, Closed Kinematic Chain)
- Ballistische/Dynamische Krafttests (Schnellkrafttests) (Kistler-Sprungkrafttest, MLD, Myotest, Jump and Reach)

- 2) **taktile Analysatoren** (Afferenzen aus den Mechanorezeptoren der Haut (z.B. Druck-, Vibrationsrezeptoren))
- 3) **Vestibularanalysator** (Afferenzen aus dem Gleichgewichtsorgan)
- 4) **Optischer Analysator** (Afferenzen aus dem „Telerezeptor“ Auge)
- 5) **Akustischer Analysator** (auditive Afferenzen)

Das Bewegungsgefühl liefert am schnellsten Informationen über den Körper und verarbeitet Informationen über Muskellänge, Sehnenspannung, Gelenkstellung und Geschwindigkeit der Gelenkbewegungen; Koordinationstraining zielt auf eine Verbesserung der Selbstregulation hin (gleichzeitig auch Wahrnehmungs- und Bewegungstraining); nie zu früh und nie zu spät zu beginnen)

Koordinationstraining als präventive Intervention:

- Statistisch abgesicherte Erfolge bei Sprunggelenkverletzungen
- Kaum statistisch belegte Erfolge bei Knieverletzungen
- Fixierung des Sprunggelenks erhöht die neuromuskuläre Beanspruchung der knieumgreifenden Muskulatur
- Anpassung der präventiven Intervention an die Sportart bzw. Indikation
- Vielseitige Reize durch sensomotorisches Training setzen

Systemdynamischer Ansatz: Die Erkenntnis, dass schon bei einfachsten Übungen praktisch nie zwei identische Bewegungen erzielt werden können, erweitert die klassischen Vorstellungen des Koordinationstraining; der Wechsel zwischen zwei stabilen Zuständen führt über eine Instabilität → diese ist notwendig für Adaptionsprozesse; Bei einer Übung soll es nie darum gehen Stabilisation bewusst herbeizuführen bzw. länger zu halten bei koordinativen Einteilen (Fehler zum Lernen); Lernrelevante Infos liegen im Übergang zwischen den zwei Ausführungsvarianten;

Differentielles Lernen: Lern- und Übungsbedingungen so variieren, dass die Wahrnehmung von Differenzen auf allen Sinnesebenen möglich wird und sensorische Erwartungen ausgebildet werden können → kein bloßes Aneinanderreihen von Übungsvarianten; Konzept macht sich die Notwendigkeit von Schwankungen (Fehlern) zunutze; Schwankungen als Abweichung von Bezugspunkt → Differenzen die es einem System erlauben, sich ständig auf verändernde Bedingungen einzustellen und adäquat zu reagieren; → keine Begründung für Wiederholen!

Koordinatives Anforderungsprofil verändern:

1) Verschieben der Druckregler:

- **Zeitdruck** (bei Bewegungsbeginn - Reaktionsschnelligkeit; bei Bewegungsdurchführung – Aktionsschnelligkeit)
- **Komplexitätsdruck** (Simultankoordination, Sukzessivkoordination)
- **Präzisionsdruck** (Genauigkeitsanforderungen – Ergebnisgenauigkeit & Verlaufsgenauigkeit)
- **Situationsdruck** (Situationsvariabilität, Situationskomplexität)
- **Belastungsdruck** (Physische Beanspruchung, Psychische Beanspruchung)

2) Verschieben der Informationsregler:

- **ungewohnte optische Anforderungen** (Veränderung der Perspektive, Entfernung, schwache Beleuchtung, Gegenlicht, ...)
- **ungewohnte akustische Anforderungen** (Veränderung der Lautstärke rhythmischer Vorgaben, ungewohnte Geräuschkulisse, ausschalten akustischer Rückmeldungen)

Södermann (2000): Balance Board Training: Prävention von Verletzungen der unteren Extremitäten bei Fußballspielerinnen. Koordinationstraining bewirkt bessere Balance, aber keine signifikanten Unterschiede bei Art und Anzahl der Verletzungen.

Petersen (2005): Präventionsprogramm mit Gleichgewichts- und Sprungtraining bei Handballerinnen. Weniger Knie- und Sprunggelenkverletzungen, aber nicht signifikant.

Verhagen (2005): Propriozeptives Balance-Board-Training. Training am Balance Board während des Aufwärmens im Volleyball - signifikant weniger Knöchelverletzungen.

5.a) Beweglichkeitstraining - Allgemein

Beweglichkeit ist eine elementare Voraussetzung für eine qualitativ und quantitativ gute Bewegungsausführung → Beweglichkeitstraining ist wichtiger Bestandteil im Trainingsprozess;

Aufwärmen inklusive Dehnen vor einer Trainingseinheit führen zu einer kurzzeitigen Verbesserung der Beweglichkeit, aber für eine nachhaltige Verbesserung sind eigenständige Einheiten nötig – ähnlich wie bei Verbesserungen der Ausdauer und Kraft;

Mangelnde Beweglichkeit bzw. Verkürzungen können auch zu diversen gesundheitlichen Beschwerden (Rückenprobleme, etc.) führen;

Die Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit wird auch durch neuronale Anpassungen verursacht – höhere Toleranz der Schmerzrezeptoren des tendomuskulären Systems; Für die Dehnintensität ist offensichtlich die Schmerzwahrnehmung als wichtiges Kriterium anzunehmen;

Für Leistungssportler muss das Dehnen differenzierter betrachtet bzw. geplant werden als für Freizeitsportler – ebenso für junge versus ältere Leute;

Titin: Der größte Teil der mechanischen Ruhespannung geht von den Titinfilamenten aus; Sie sorgen zum einen dafür, dass die Sarkomere nicht bis zu dem kritischen Punkt gedehnt werden, an dem sich Myosin- und Aktinfilamente nicht mehr überlappen („yield point“ = Fließgrenze; bei ca. 3,5 µm) und zum anderen dafür, dass der Muskel nach einer Dehnung wieder seine Ausgangslänge (Ruhelänge, ca. 2 µm) einnimmt.

Ziele des Dehnens:

- Vorbereitung der Muskulatur auf die anstehenden sportlichen Anforderungen → „optimale Muskellänge“ (ein verkürzter Antagonist kann nämlich die Arbeit des Agonisten behindern; aber auch nicht maximal)
- Prophylaxe von Muskelverkürzungen (Verkürzung eines Muskels kann zu Dysbalancen führen)
- psychische Entspannung

Leistungsbegrenzende Einflussgrößen der Beweglichkeit:

- Gelenksstruktur
- Dehnungsfähigkeit der Sehnen, Bänder, Gelenkskapseln und Haut
- Muskelfaszien (von innen nach außen: Endomysium - Perimysium - Epimysium)
- Muskelmasse, - elastizität, intermuskuläre Koordinationsfähigkeit (nur bei wenigen Gelenken ist die maximale Reichweite muskulär bedingt)
- Knöchelhemmung (z.B. Überstrecken des Ellbogens)
- Alter und Geschlecht (Frauen besser wie Männer)

- Erwärmungszustand, Tageszeit
- Außentemperatur (Viskosität innerhalb der Muskulatur)
- Zentrale oder lokale Ermüdung

Ursachen von Bewegungseinschränkungen:

- neurophysiologische Faktoren (Nervenkompressionen, psychische Einflüsse, Spastizität, koordinative Probleme, Schmerzen durch Arthrose)
- muskuläre Faktoren (Verkürzungen, Verlust von in Serie geschalteten Sarkomeren, Verklebungen des Muskelgewebes, Ödeme, Massenhemmungen bei Bodybuildern)
- bindegewebige, knöcherne und mechanische Faktoren (erworbene knöcherne Veränderungen, Gelenkserguss, Verklebungen, anlagebedingte Voraussetzungen, Einklemmung von Band- und Kapselstrukturen)
- sonstiges (Nichtgebrauch des ROM - Range of Motion, Schwangerschaft, Medikamente, ...)
- echte Verkürzungen der Muskulatur mit einer Abnahme der in Serie geschalteten Sarkomere sind nur bei tage/wochenlanger Immobilisation in Ursprung und Ansatz angenäherter Position bei Tierversuchen beobachtet worden. Nach Ende der Ruhigstellung ist der Prozess wieder umkehrbar → stark genetisch disponierte individuelle Muskellänge;

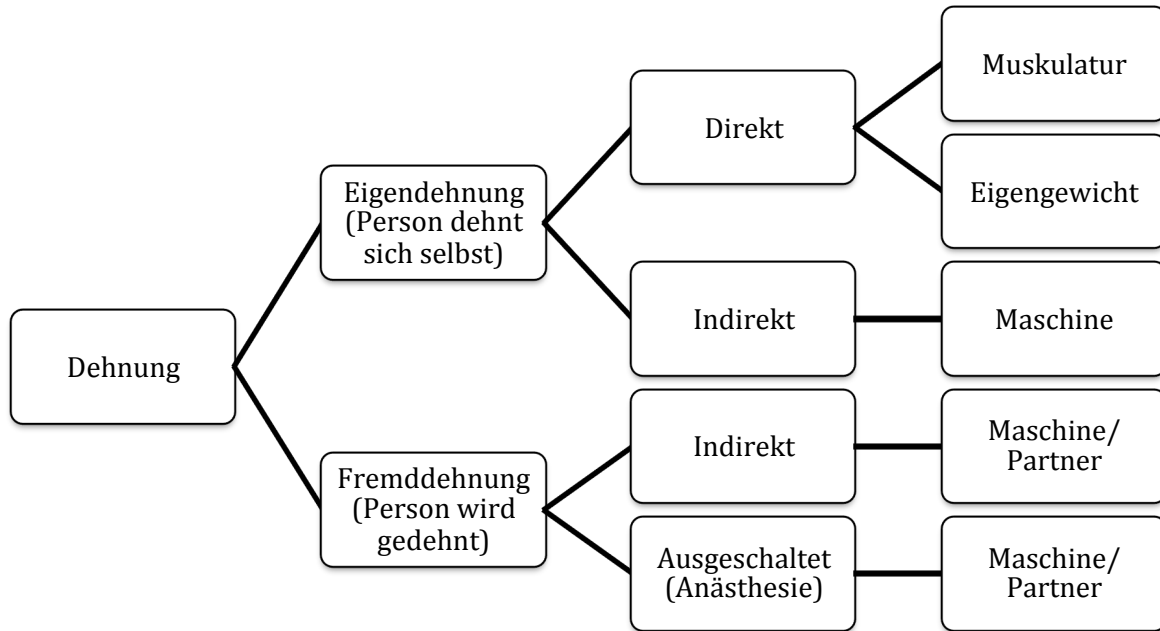
Vorsicht: - bei zu viel Dehnung ist mitunter auch die Gelenksführung und Gelenksicherung nicht mehr gewährleistet;

- Muskel/Sehnen/Bänder/Kapseln haben auch sensorische Funktion, daher könnte bei zu viel Veränderung mitunter auch die Sensorik gestört werden;
- Bei Dehnung geraten nicht nur die Sarkomere, sondern auch die Muskel-Sehnenübergänge und Sehnen-Knochenübergänge unter Dehnspannung;
- Tonische, langsam zuckende Muskeln werden als Muskeln angesehen, die zur Verkürzung neigen; Phasische schnell zuckende Muskeln werden als Muskeln angesehen, die zur Abschwächung neigen;

Bewegungsreserve: = Differenz zwischen passiver (Eigendehnung) und aktiver Beweglichkeit (Fremddehnung);

Dehnzeiträume: - singuläre Dehnungen (einzelne bzw. wenige Wiederholungen)
 - kurzzeitige Dehnungen (15-30 min Dehnungsprogramme)
 - langzeitige Dehnungen (über Tage/Woche gehende Programme)

Dehneffekte: - kurzzeitige Effekte die unmittelbar nach dem Dehnen zu beobachten sind durch geringfügige Absenkung des Dehnwiderstands; nach ca. 30-60 min ist dieser Effekt (Hysterese-Effekt) nicht mehr nachweisbar;
 - mittelfristige Effekte die nach wiederholtem Dehnen über Stunden bis Wochen zu beobachten sind; hier lässt der Sportler in der Regel eine höhere Dehnungsspannung zu.
 - langfristige Effekte die nach Wochen bis Monate (Jahre) durch gezieltes Dehnen zu beobachten sind; hier kommt es zu Anpassungen der Gewebe und zur !!Erhöhung des Dehnwiderstand!!; die Erhöhung des Dehnwiderstandes ist eine normale biologische Reaktion auf wiederholte Beanspruchungen;



Körperliche Regeneration: Statisches Dehnen nach intensiven Trainingseinheiten verhindert die Regenerationsfähigkeit der Muskeln. Nach Belastung mit viel Laktatbildung soll auf ein nachfolgendes Dehnen verzichtet werden; für muskuläre Entspannung eignet sich Auslaufen besser als Dehnen, weil die Muskulatur besser mit Sauerstoff versorgt wird und erst nach Abklingen der Übersäuerung des Muskelgewebes und mit dem Auffüllen von Flüssigkeits- und Mineralstoffverlusten soll gedehnt werden.

Warm-Up: Dynamisches Dehnen (bessere Erhöhung der Bewegungsamplitude)
Cool-Down: Statisches Dehnen, daneben auch intermittierendes Dehnen (günstig ist der rhythmische Wechsel von Dehnung und Entspannung, Dehnpause, bei intensiveren Belastungen)

Dehnen und Leistungsfähigkeit:

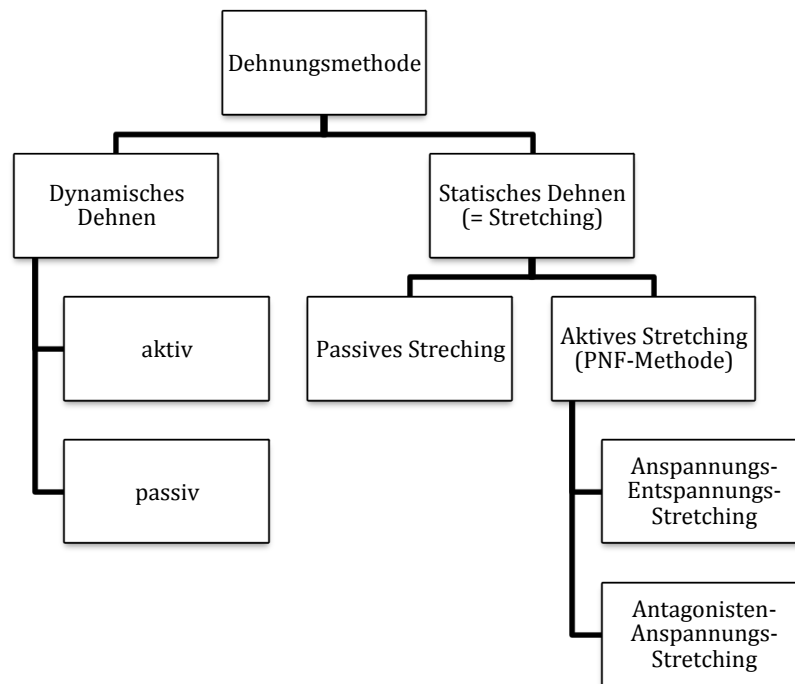
- Dehnen vor Ausdauerleistungen → „steifere“ Sportler haben geringeren O₂-Verbrauch beim Laufen, weil durch viel Dehnen verformtes Bindegewebe kann weniger Energie speichern bzw. wieder abgeben;
- Dehnen vor Kraftausdauerleistungen → intensives statisches Dehnen reduziert die Kraftausdauerleistung, weil es zu einer reduzierten Durchblutung der betreffenden Muskulatur kommt;
- Dehnen vor Kraft/Schnellkraftleistungen → Einbuße von 5 – 10% durch statisches Dehnen vor intensiven Kraftübungen, weil Dehnen psychophysische Entspannungseffekte bewirkt und über die Hemmung des H-Reflexes messbar wird, auch die mechanischen Eigenschaften des Bindegewebes, der Muskulatur und der Sehnen werden durch plastische Verformung verändert;
- Dehnen vor Schnellkeitsleistungen → Dehnen vor Sprintleistungen verlängert die Sprintzeit bei aktiven Sportlern;

→ Das Dehnen muss auf die Sportart, die individuellen Voraussetzungen und den Zeitpunkt der Intervention abgestimmt sein;

Dehnen als Prophylaxe:

- Stretchen vor oder nach dem Sport verhindert den Muskelkater nicht
- Statisches Dehnen verstärkt sogar die subjektiven Beschwerden nach exzentrischem Training, weil die Muskulatur durch das Dehnen einer weiteren mechanischen Belastung ausgesetzt werden
- Intensives statisches Dehnen in der Aufwärmphase erwirkt anstatt einer Leistungssteigerung und Verletzungsprophylaxe eher eine Leistungsminderung und eine Anhebung des Verletzungsrisiko
- Da die meisten Muskelverletzungen eher im Längsverlauf und nicht im Querverlauf entstehen, wäre ein sportartspezifisches Koordinationstraining zur Verletzungsprophylaxe besser geeignet;
- Zu geringe aber auch zu hohe Beweglichkeit kann zu erhöhter Verletzungsanfälligkeit führen (U-förmige Beziehung);

5.b) Trainingsmethoden zur Beweglichkeit



	Statische Methode	CR-Methode	AC-Methode	CR-AC-Methode	Dynamische Methode
Erhaltung und Erweiterung der Beweglichkeit	+	++	+++	+++	++
Gelenkkontrolle in endgradiger Beweglichkeit	0	+	+++	+++	++
aufwärmende Effekte	0	++	+++	+++	+
kräftigende Effekte	0	++	++	+++	+
regenerative Effekte	+	-	-	-	+

- + ... für den Zweck geeignet
- ++ ... für den Zweck gut geeignet
- +++ ... für den Zweck bestens geeignet
- 0 ... keine Wirkung
- ... für den Zweck ungeeignet

Statisches Dehnen (Stretching)	
Beschreibung	langames, sehr kontrolliertes Dehnen ohne Nachzufedern - Einnahme einer endgradigen Position
Ausführung	10-30 sek halten 3-6 WH/Muskel

CR-Stretching (Postisometrische Dehnungsmethode)	
Beschreibung	Zielmuskel wird maximal isometrisch angespannt, dann gedehnt aktiv oder passiv
Ausführung	Maximale Anspannung für 2-10 sek, Entspannung für max. 2-3 sek anschließende Dehnung für < 10 sek halten, 3-6 WH/Muskel

AC-Stretching	
Beschreibung	Antagonist wird während Dehnung angespannt
Ausführung	10-30 sek halten 3-6 WH/Muskel

CR-AC-Stretching	
Beschreibung	Zielmuskel wird angespannt, dann bei gespanntem Antagonist gedehnt
Ausführung	Maximale Anspannung für 2-10 sek, Entspannung für max. 2-3 sek 10-30 sek halten mit gespannten Antagonisten, 3-6 WH/Muskel

Dynamisches Dehnen	
Beschreibung	von weichen rhythmischen bis schnell wippenden, federnden, meist in das extreme Bewegungsausmaß der Gelenke gehende Bewegungen
Ausführung	Aktiv: 10-12 federnde Bewegungen/Serie; 3-6 Wiederholungen/Muskel Passiv: 6-10 federnde Bewegungen/Serie; 3-6 Wiederholungen/Muskel

Intermittierendes Dehnen	
Beschreibung	Langsames dynamisches Dehnen und Halten des Dehnreizes in der Endstellung
Ausführung	Haltdauer 10-15 sek; Pause 5-10 sek; 6-10 Wiederholungen/Muskel;

Effektivität bezüglich Vergrößerung der Bewegungsreichweite:

- 1) CR-AC (am effektivsten)
- 2) AC
- 3) Dynamisches Dehnen
- 4) CR
- 5) Statisches Dehnen

Vibrationstraining: Dehntraining lässt sich durch zeitnahe Vibration steigern! (Übungen z.B. auf einer Power Plate durchführen)

5.c) Diagnoseverfahren Beweglichkeit

Verfahren: Stand and Reach (wie bei Innsbrucker Sport-Aufnahmeprüfung)
Sit and Reach (haben Athleten mit längeren Armen einen Vorteil?)
Medi Mouse (Gerät zur Diagnose der Beweglichkeit der Wirbelsäule)

Zebris (Untersuchung der Beweglichkeit und Bewegungskoordination mit Einzelmarkern)
 Manuelle Muskelfunktionsdiagnostik nach Janda (manuelle Tests für die wichtigsten Muskelgruppen)

5.d) Studien Beweglichkeitstraining

- Issurin (1994): Zunahme der Dehnfähigkeit bei Vibration
- Nelson (2005): Intensives statisches Dehnen reduziert die Kraftausdauerleistung um 28%.
- Henning (1994): Hochsignifikante Abnahme der Sprungleistung bei statischem Dehnen
- Nelson (2005): Statisches Dehnen direkt vor dem Sprint - Rückgang der Laufleistung
- Pope (1998): mehr als 1000 Soldaten untersucht mit dem Ergebnis, dass Dehnen keinen Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit hat;
- Kokonen, Nelson (2005): Untersuchte College-Studenten und maß die konzentrische Maximalkraft der Kniebeuger- und Strecker; Dehnen der Hüft-, Oberschenkel- und Wadenmuskulatur vor Leistungserfassung führte zu einem signifikantem Kraftabfall;

6.a) Ausdauertraining - Allgemein

Ausdauer: wird definiert als die Fähigkeit einer sportlichen Belastung physisch und psychisch möglichst lange widerstehen zu können und sich nach der Belastung möglichst rasch zu erholen;
 Das Niveau der Ausdauerleistungsfähigkeit wird in erster Linie von der Funktion des Herz-Kreislauf-System, des Stoffwechsels und des Nervensystems bestimmt.

- Differenzierungsaspekte:
- Energiebereitstellung
 - Sportartspezifik
 - Zeitdauer
 - muskulärer Anteil

Formen der Ermüdung:

- Physische Ermüdung
- Sensorische Ermüdung
- Motivationale Ermüdung
- Motorische Ermüdung
- Mentale Ermüdung

Aerobe Ausdauer:

- Energiebereitstellung wird überwiegend durch Sauerstoffzufuhr abgedeckt;
- O₂-Aufnahme und O₂-Verbrauch stehen im Gleichgewicht
- Belastungen weniger intensiv - lassen sich lange aufrecht erhalten

Anaerobe Ausdauer:

- Es muss eine Sauerstoffschuld eingegangen werden
- O₂-Bedarf ist höher als O₂-Aufnahme
- Belastungen sind relativ hoch und nur für eine begrenzte Zeit möglich

Physiologische Anpassungen durch Ausdauertraining:

- Typ II Muskelfasern werden zu Typ I umgewandelt (durch zu umfangreiches Ausdauertraining sinkt die Schnellkraft!)
- Kapillarisation
- Speicherkapazitäten
- Herz-Kreislauf-System (Erweiterung der Herzhöhlen, Verdickung der Herzwände, Erhöhung des Schlagvolumens, Erhöhung des HVM, Senkung des Ruhepuls, beschleunigte Pulsberuhigung nach Belastungsende)
- Pulmonale Anpassungen (Steigerung des VO_{2max})
- Aerob-anaerobe Schwellen und Übergänge

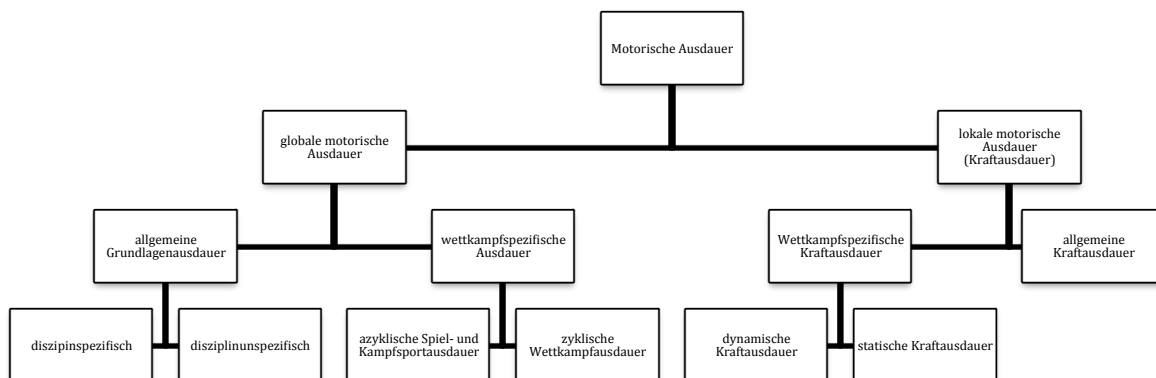
Herzfrequenzvariabilität: ist ein Maß für die unterschiedlichen Abstände von Herzschlag zu Herzschlag; unser Herz schlägt einmal in einem etwas kürzerem und einmal in einem etwas längerem Abstand (durch die unterschiedlichen Einflüsse von Parasympathikus und Sympathikus);
 → umso höher die HRV umso besser ist der Trainingszustand bzw. Regenerationszustand;

Übertraining: ... trotz Regeneration mindestens ca. zwei Wochen anhaltender Leistungsabfall ohne nachweisbare organische krankhafte Ursache;

a) Sympathikotones ÜT: mit ausgeprägten vegetativen Symptomen wie erhöhte Herzfrequenz, Schlafstörungen, emotionale Instabilität und organbezogene Beschwerden;

b) Parasympathikotones ÜT: phlegmatisch bis depressive Komponente, ist wegen Symptomarmut schwerer zu erkennen;

- Ursachen: - über einen längeren Zeitraum wiederholt absolvierte hohe Trainingsintensitäten, insbesondere im anaerob-laktaziden oder hochintensiven Ausdauerbereich;
 - hohe, innerhalb kurzer Zeit angestiegene Trainingsumfänge oder zu häufige Wettkämpfe
 - zusätzliche unberücksichtigte Faktoren (Prüfungen, Beziehung, ...)



	Kurzezeitdauer	Mittelzeitdauer	Langzeitdauer			
			I	II	III	IV
Belastungsdauer	35sek - 2min	2-10min	10-35min	35-90min	90min - 6h	> 6h
Belastungsintensität	maximal	maximal	submaximal	submaximal	mittel	leicht
Hf/min	185-200	190-210	180-190	170-190	150-180	120-170
% VO ₂ max	100	95-100	90-95	80-95	60-90	50-60
Lac mmol/l	10-18	12-20	10-14	6-8	4-5	<3

Kinder und Ausdauertraining:

Man muss die Spitzenbelastungen trainieren und nicht den Durchschnitt → es besteht keine Gefahr durch zu hohe Pulswerte oder zu hohen Laktatwerten bei gesunden Kindern;
In vielen Sportarten ist Ausdauertraining wichtig, aber speziell im Nachwuchsbereich darf dies nicht auf Kosten der Bewegungskoordination/Schnellkraft/Kraft gehen!

Physiologische Erkenntnisse:

- Training mit hohen Intensitäten fördert qualitative Anpassungen der Mitochondrien in Skelettmuskeln;
- Sprint-Intervalltraining ist eine zeitlich sehr effiziente Methode um schnelle Adaptionen zu erzielen;
- Training nahe oder bei VO₂max könnte die effektivste Intensität zur Verbesserung von VO₂max bei gut Trainierten Läufern sein;

High Intensity Training (HIT):

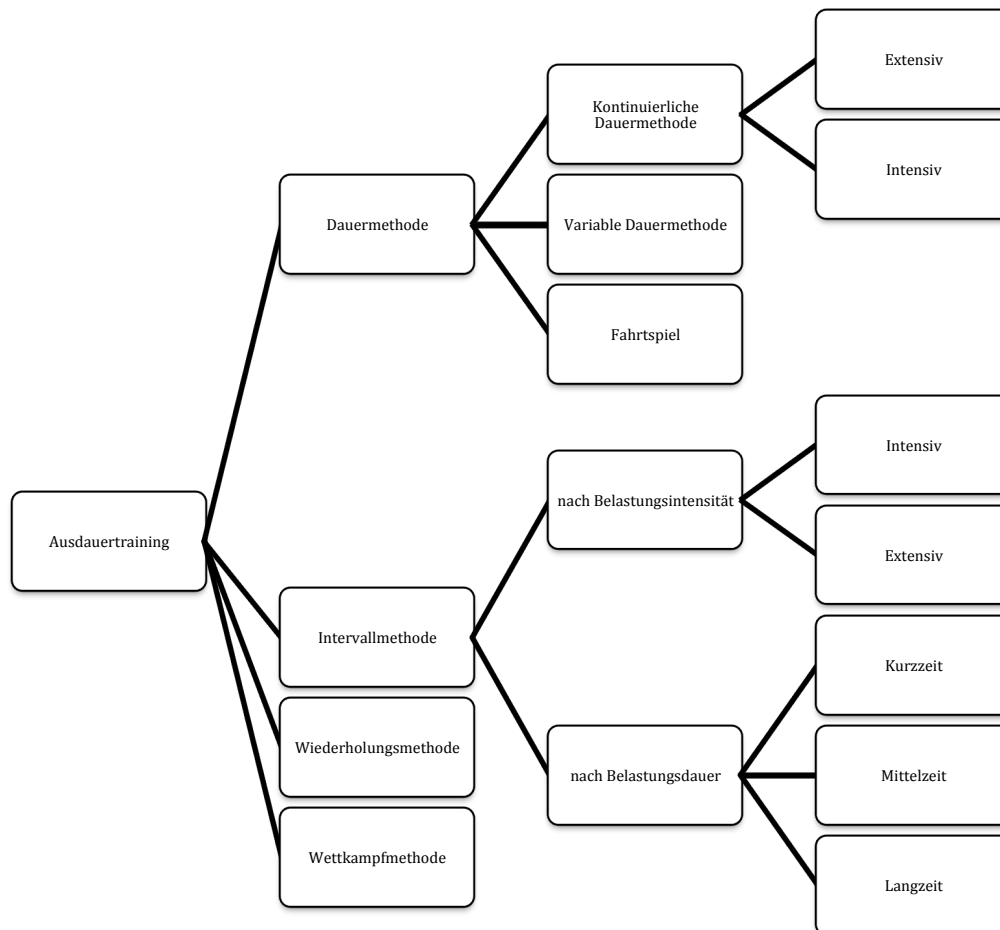
- Nahezu allen Studien mit mäßig bis gut trainierten Probanden, die HIT mit HVT (High Volume Training) vergleichen, zeigten kaum Anpassungsunterschiede der Ausdauerleistungsfähigkeit zwischen beiden Methoden. Allerdings gibt es erhebliche Unterschiede in der Trainingszeit mit teilweise nur 1/10 des Gesamtumfangs von HVT;
- Man muss davon ausgehen, dass dauerhaft ausgeübte submaximale Belastungen nicht zu weiteren Steigerungen der Leistungsfähigkeit beitragen (Trainingsreiz langfristig nicht mehr vorhanden) → Anreichern der Trainingsqualität durch das Einstreuen hoher bis höchster Intensitäten;
- Bessere Effekte werden mit hohen Laktatwerten erreicht

Laktat: Alte Vorstellung: Abfallprodukt/Hauptfaktor d. Muskelermüdung/führt zu Übertraining;
Neue Vorstellung: Laktat als Treibstoff (auch im Gehirn), Regulation der Gewebsanpassung, Laktat als Signalmolekül („Laktomon“)

Spielsportspezifische Ausdauer:

- kurze Perioden von sehr hoher Intensität wiederholen sich über einen längeren Zeitraum (beschleunigen, abstoppen, Finten, Sprünge, ...)
 - Änderung der Aktivität bis zu über 1000 mal (Fussball, Handball, Tennis, ...)
- Ziel des Ausdauertrainings für Ballsportarten ist daher die Verkürzung der Erholungszeit zwischen den Perioden von hoher Intensität! (Intervalltraining mit hoher Intensität mit dem Ball)

6.b) Trainingsmethoden zur Ausdauer



	Variable Dauermethode	Kontinuierliche Dauermethode		Fahrtspiel
		Extensiv	Intensiv	
Intensität	80-90%	45-70%	75-85%	80-100%
Belastungsdauer	30min - 2h	30min - 6h	20min - 3h	10min - 2h
Wiederholungen	-	-	-	-
Pausendauer	-	-	-	-
Ausführung	Planmäßiger Wechsel der Intensität	Gleichmäßiges, nicht zu hohes Tempo über längere Strecken	Gleichmäßiges, nicht zu hohes Tempo über längere Strecken	Unplanmäßiger Wechsel der Intensität (geländebedingt oder nach subjektivem Empfinden)

	Extensives Intervalltraining		Intensives Intervalltraining	
	Langzeitintervall	Mittelzeitintervall	Mittelzeitintervall	Kurzzeitintervall
Intensität	70-80%	70-80%	80-90%	80-90%
Belastungsdauer	3-8min	1-3min	1-3min	15-60sek
Wiederholungen	12-40	12-40	6-15	6-15
Pausendauer	Lohnende Pause (Hf < 140)			

	Wiederholungsmethode	
	mit Kurzzeitintervallen	mit Mittelzeitintervallen
Intensität	90-100%	90-100%
Belastungsdauer	15-60sek	3-8min

Wiederholungen	4-8	4-8
Pausendauer	Volle Pausen (4-30min)	Volle Pausen (4-30min)

	Wettkampfmethode	
Intensität	95-100%	
Belastungsdauer	je nach Streckenlänge	
Wiederholungen	-	
Pausendauer	-	

4 Grundsätze des Ausdauertraining:

- 1) Vielseitig (Laufen, Biken, Fahrrad, Inline, Schwimmen, Klettern, ...)
- 2) Erlebnisreich (in der Natur, in der Gruppe, bei jedem Wetter, ...)
- 3) Koordinativ (Gelände nutzen, Koordinationsübungen einbauen, ...)
- 4) Qualitativ (aktuelles Wissen heranziehen, alle Methoden/Umfänge/...)

Generell ist anzumerken, dass Trainingseinheiten zu sehr im mittleren Intensitätsbereich absolviert werden → mehr intensive Einheiten zu wirklich extensivem Ausdauertraining!

6.c) Diagnoseverfahren Ausdauer

Allgemeine Ausdauerdiagnostik:

- Cooper Test (12min Lauftest – grobe Abschätzung der VO_{2max} und Geschwindigkeit an der anaeroben Schwelle bei Untrainierten)
- Conconi Test (Bestimmung der anaeroben Schwelle; volle Ausbelastung durch 12-16 Geschwindigkeitssteigerungen alle 200m - Auswertung der Hf)

Sportmedizinische Ausdauerstest:

- Fahrradergometrie (Feststellung der max. aeroben Leistungsfähigkeit in W/kg Körpergewicht; stufenförmige Belastung 25/50W Stufendauer für 3min)
- Laufbandergometrie (die Werte der VO_{2max} liegen bei der Laufbandergometrie ca. 10% höher als bei der Fahrradergometrie, weil mehr Muskelmasse aktiv)

Sportartspezifische Ausdauerstest:

- Feldtest (Parcours)
- Labortest (allgemeine Labortest berücksichtigen die sportartspezifische Beanspruchung nicht ausreichend → Spezialergometer)

Spielanalyse: - Subjektive Eindrucksanalyse (Zuschauer)

- Spielspezifische Beobachtung/Scouting (Trainer)
- Systematische Spielanalyse (Sportwissenschaftler)

Spielanalysesysteme:

- Spielsysteme (Verteilung der Aktionsräume auf dem Spielfeld)
- Konditionelle Leistungserfassung (Laufleistungen einzelner Spieler – differenziert in Gehen, Traben, Laufen, ...)
- Aktionsradien der Spieler (Erstellung von Diagrammen/Punktewolken über den Aktionsräumen der Spieler)
- Zweikampfanalysen (gewonnene/verlorene Zweikämpfe)
- Regelwidriges Verhalten (Auflistung der Foulspiele)

- Statistik der Ballkontakte und Zuspiele

...

6.d) Studien zum Ausdauertraining

Neumann, Gohlitz (1996): Ein gut ausgeprägtes Grundlagenausdauerlevel schützt vor der Gefahr des Übertrainings;

Bosco (1997): Testete italienische Skirennläufer und kam zu dem Schluss, dass die anaerobe Ausdauer (vor allem Schnellkraftausdauer) entscheidend ist und kritisierte zu hohe Umfänge an aeroben Training;

Midgley (2006): Training at or near VO_{2max} may be the most effective intensity to enhance VO_{2max} in well trained distance runners → High Intensity Training (HIT);

Hollmann, Hettinger (2000): Die Werte der VO_{2max} liegen bei der Fahrradergometrie ca. 10% niedriger als bei der Laufbandergometrie; Ursache ist unter anderem die vermehrte Muskelmasse im Einsatz;