

# LEHRBUCH

## Team ICG® Germany

LEHRHEFT: Trainingswissenschaftliche Grundlagen  
- Allgemeine Trainingslehre

Verantwortlich: Deutscher Fitness & Aerobic Verband e.V.  
unter Leitung von Prof. Dr. Theodor Stemper, Sportwissenschaftler



Weltweit anerkannte Ausbildungen

DFAV e.V.  
Geschäftsstelle  
Potsdamer Platz 2  
53119 Bonn  
Tel.: +49 (0)2 28-7 25 30-0  
Fax: +49 (0)2 28-7 25 30-29  
E-Mail: [info@dfav.de](mailto:info@dfav.de)  
Internet: [www.dfav.de](http://www.dfav.de)

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Grundlagen des Fitnessstrainings</b>	<b>4</b>
1.1. Definition Training	4
1.2. Trainingssteuerung	5
1.3. Motorische Fähigkeiten	6
1.4. Trainingsprinzipien	8
1.4.1. Prinzipien der Belastung	8
1.4.2. Prinzipien der Zyklisierung	10
1.4.3. Prinzipien der Spezialisierung und Proportionalisierung	11
1.5. Biologische Anpassung	11
1.6. Belastungsnormative	12
1.6.1. Definition der Belastungsnormative	12
1.6.2. Dimensionen der Belastungsnormative	13
<b>2. Training der Ausdauer</b>	<b>16</b>
2.1. Definition Ausdauer	16
2.2. Ziele des Ausdauertrainings	16
2.3. Arten der Ausdauer	17
2.4. Trainingsmethoden der Ausdauer	21
2.5. Trainingsbereiche des Ausdauertrainings	23
2.6. Belastungssteuerung im Ausdauertraining	24
2.6.1. Herzfrequenz	24
2.6.2. Weitere Parameter der Belastungssteuerung	26
2.7. Anpassungserscheinungen des Ausdauertrainings	27
2.8. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht	32
<b>3. Training der Kraft</b>	<b>32</b>
3.1. Definition Kraft	32
3.2. Trainingsziele Kraft	33
3.3. Arten der Kraft	34
3.4. Einflüsse auf das Kraftverhalten	35
3.5. Erscheinungsformen der Kraft	36
3.6. Trainingsmethoden der Kraft	40
3.7. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht	45
<b>4. Training der Beweglichkeit</b>	<b>45</b>
4.1. Definition Beweglichkeit	46
4.2. Arten der Beweglichkeit	48
4.3. Trainingsmethoden der Beweglichkeit	49
4.3.1. Aktiv-statische Dehnung	50
4.3.2. Aktiv-dynamische Dehnung	51
4.3.3. Passiv-statische Dehnung	51
4.3.4. Passiv-dynamische Dehnung	51

4.3.5. Anspannungs-Entspannungs-Dehnen (AED) auch postisometrische Relaxation (PIR) und Contract-Hold-Relax-Stretch (CHRS)	52
4.4. Anpassungserscheinungen des Dehnens	53
4.4.1. Vermutete Effekte des Dehnens	53
4.4.2. Nachgewiesenen Effekte des Dehnens	56
4.4.3. Konsequenzen für das Dehnen	57
4.5. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht	57
<b>5. Training der Koordination</b>	<b>58</b>
5.1. Definition Koordination	58
5.2. Arten der Koordination	59
5.3. Trainingsmethoden der Koordination	61
5.4. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht	63
<b>6. Training der Schnelligkeit</b>	<b>64</b>
6.1. Definition Schnelligkeit	64
6.2. Arten der Schnelligkeit	65
6.3. Trainingsmethoden der Schnelligkeit	66
<b>7. Grundlagen der Erstellung von Trainingsplänen</b>	<b>68</b>
<b>8. Ernährung</b>	<b>72</b>
8.1. DGE-Ernährungskreis	72
8.2. Aufgabe und Funktion der Nährstoffe	73
8.3. Nährstoffspeicher	74
8.4. Kohlenhydrate	75
8.5. Fette	76
8.6. Eiweiße	77
8.7. Vitamine	77
8.8. Mineralstoffe	78
8.9. Folgen des Flüssigkeitsverlustes	80
8.10. Gewichtskontrolle	81
<b>9. Tabellenverzeichnis</b>	<b>82</b>
<b>10. Abbildungsverzeichnis</b>	<b>83</b>
<b>11. Literaturverzeichnis</b>	<b>84</b>
<b>12. Kontrollfragen</b>	<b>85</b>

## 1. Grundlagen des Fitnessstrainings

**Mit diesem Kapitel sollten Sie Frage 1 und 2 aus Kapitel 11. Kontrollfragen beantworten können!**

Training ist ein sehr vielschichtiger Prozess. Der Begriff bezieht sich sowohl auf das Handeln von Menschen im Training (Trainierende) als auch auf die Betreuung Trainierender durch fachlich geschultes Personal (Trainer).

Training kann in ganz verschiedenen Trainingsbereichen stattfinden, nämlich als Hochleistungstraining, Leistungstraining, Fitnessstraining, Gesundheits-/Präventionstraining, Rehabilitationstraining.

Im Fitness-Studio stellt Training die Basis des Angebots dar. Es wird ohne und mit Geräten unterschiedlicher Art und in verschiedenen Kursprogrammen angeboten. Die dort tätigen Trainerinnen und Trainer müssen fundierte Kenntnisse über **Begriffe, Methoden und Prinzipien** besitzen, um das Training korrekt planen und steuern zu können. Diese Kenntnisse werden im Folgenden vorgestellt und im Hinblick auf das optimale Training jeder motorischen Fähigkeit erläutert.

Unter **Fitness** wird dabei ein durch Training, bewusste Ernährung und gesunde Lebensführung gezielt angestrebter psychophysischer Leistungszustand verstanden. Dieser ermöglicht es dem Menschen, auf Anforderungen der Umwelt angemessen reagieren zu können und das, was er sich an Handlungen vornimmt, ohne Komplikationen auszuführen (vgl. Stemper, 1988, 15).

### 1.1. Definition Training

„Training ist die **systematische Wiederholung** gezielter **überschwelliger** Muskelanspannung mit morphologischen und funktionellen **Anpassungserscheinungen** zum Zwecke der **Leistungssteigerung**.“ Diese sportmedizinische Sicht von Hollmann und Hettinger (1990) stellt den Aspekt der Anpassungserscheinungen zum einen morphologisch dar, zum Beispiel der durch das Training verursachte dickere Muskel, als auch funktionell, wie das leistungs- und anpassungsfähigere Herz oder Zentralnervensystem. Darüber hinaus gibt die Definition auch den sportlichen Aspekt wieder, indem auf die Leistungssteigerung verwiesen wird.

Auch in anderen, eher traditionellen **Definitionen** stehen häufig die Leistungsmaximierung und der starke Bezug zum Leistungs- und Wettkampfsport im Vordergrund.

Im **Fitnessbereich** wird aber nur selten mit Wettkampfzielen trainiert (Ausnahme: Bodybuilding und Kraftdreikampf sowie Kampfsport und Gruppenwettbewerbe). In der Regel aber geht es hier weniger um eine Maximierung der Leistung, sondern um den Aufbau oder den Erhalt der Fitness oder um Anpassungen, die es ermöglichen, den Alltagsbelastungen (besser) stand zu halten. - `To be fit´ heißt auch `angepasst sein für/an´.

Für die Situation im Fitness-Studio ist daher eine allgemeinere Definition des Begriffs Training geeigneter, die etwa so lauten könnte: „Training ist ein **planmäßiger und kontrollierter Prozess** zur Optimierung und/oder Stabilisierung des



TEAM ICG®



**DEUTSCHER FITNESS & AEROBIC VERBAND**  
german fitness & aerobic association

psychophysischen Leistungszustandes. Es werden **Trainingsziele** festgelegt, deren Realisation über die Bestimmung von **Trainingsinhalten** und **Trainingsmethoden** unter Berücksichtigung von **Trainingsprinzipien** angestrebt wird. Entsprechend der verschiedenen Zielsetzungen können verschiedene **Trainingsarten** (z. B. Ausdauertraining, Krafttraining) unterschieden werden.“ (Bös & Feldmeier, 1992)

## 1.2. Trainingssteuerung

Unter dem Begriff **‘Trainingssteuerung’** werden alle Maßnahmen verstanden, um einen Leistungszustand zu erreichen und/oder zu halten, wofür man zwischen **Planung**, **Durchführung** und **Ergebniskontrolle** unterscheidet. Diese drei Grobphasen sind in der Abbildung **‘Modell der Trainingsplanung und -steuerung’** genauer differenziert:

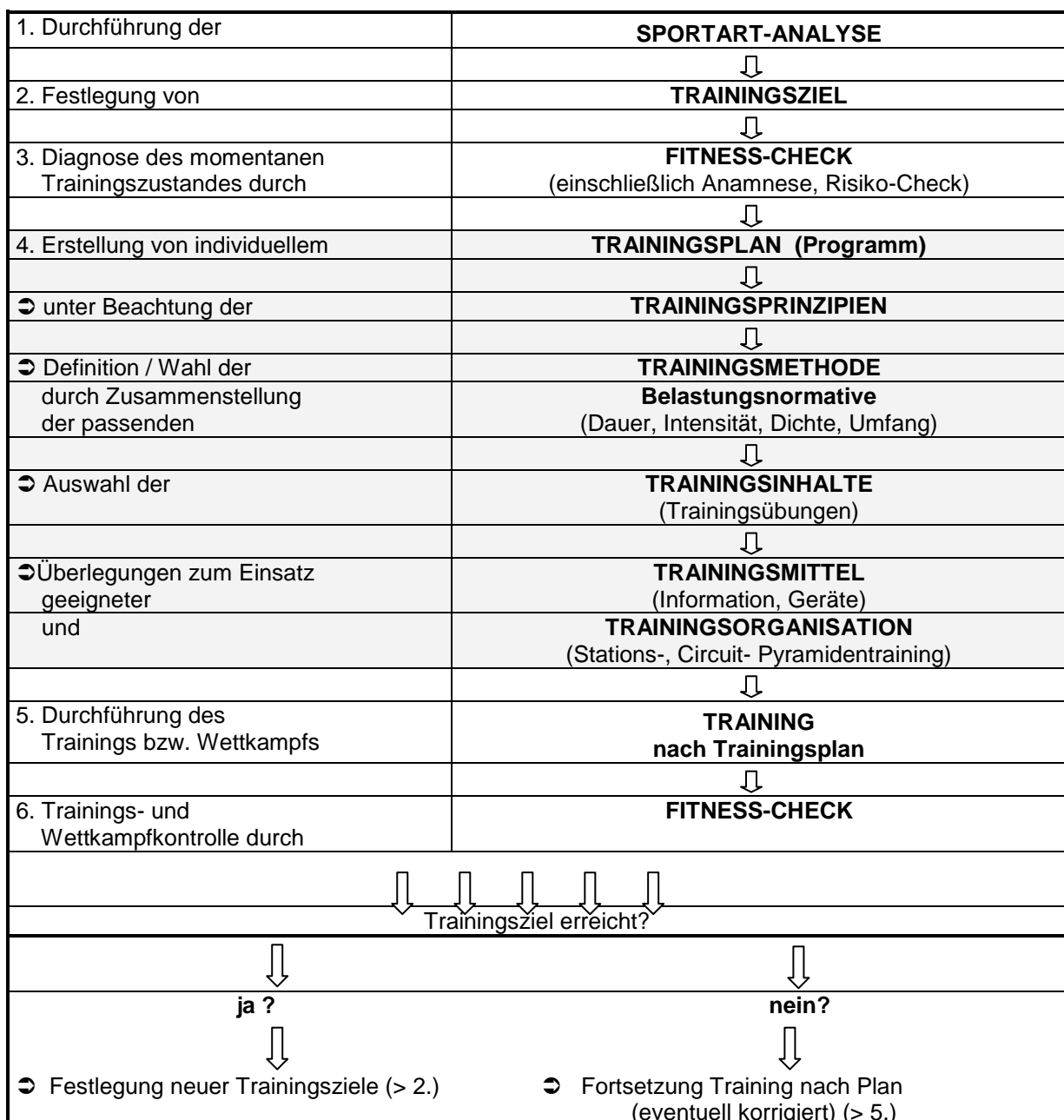


Abbildung 1: Modell der Trainingsplanung und -steuerung

Das Fließmodell ist eigentlich eher ein **Regelkreis** mit den drei oben genannten Grobphasen, an die sich noch eine Auswertung und eine Rückkopplung anschließt. Für die Praxis bedeutet dies, dass ein **Trainingsplan** nur auf Grundlage einer IST-Analyse mit Anamnese und Fitness-Test bzw. –Check erstellt werden kann, und dass erst durch einen Re-Test (bzw. Re-Check) der Grad der Verbesserung sichtbar wird, wodurch dann auch der Regelkreis eingeleitet wird, indem der Plan fortgesetzt oder verändert wird, bzw. neue Ziele festgelegt werden. Für die **Trainingsplanerstellung** müssen die **Trainingsmethoden** mit ihren **Belastungsnormativen**, die **Trainingsprinzipien** und die **Organisationsformen** beherrscht werden, die im Laufe dieses Heftes noch in Bezug zu den einzelnen motorischen Fähigkeiten erläutert werden.

### 1.3. Motorische Fähigkeiten

Sportliche Bewegungen sind das Ergebnis einzelner motorischer Handlungen, die es zu erlernen, verbessern, optimieren oder maximieren gilt. Jede sportliche Bewegung hat dabei besondere Leistungsvoraussetzungen, die als **sportmotorische Fähigkeiten** bezeichnet werden. Hier unterscheidet man die **allgemeinen** von den **speziellen, sportartspezifischen** Fähigkeiten. Im Folgenden wird nur auf die **fünf allgemeinen Fähigkeiten**, Ausdauer, Kraft, Beweglichkeit, Schnelligkeit und Koordination, eingegangen. Bei einer Kombination aus zwei Grundeigenschaften entstehen weitere Eigenschaften als Mischformen (vgl. Abbildung `Modell der sportlichen Leistung und der motorischen Fähigkeiten`), so wie sie in der Regel in der Praxis auch auftreten.

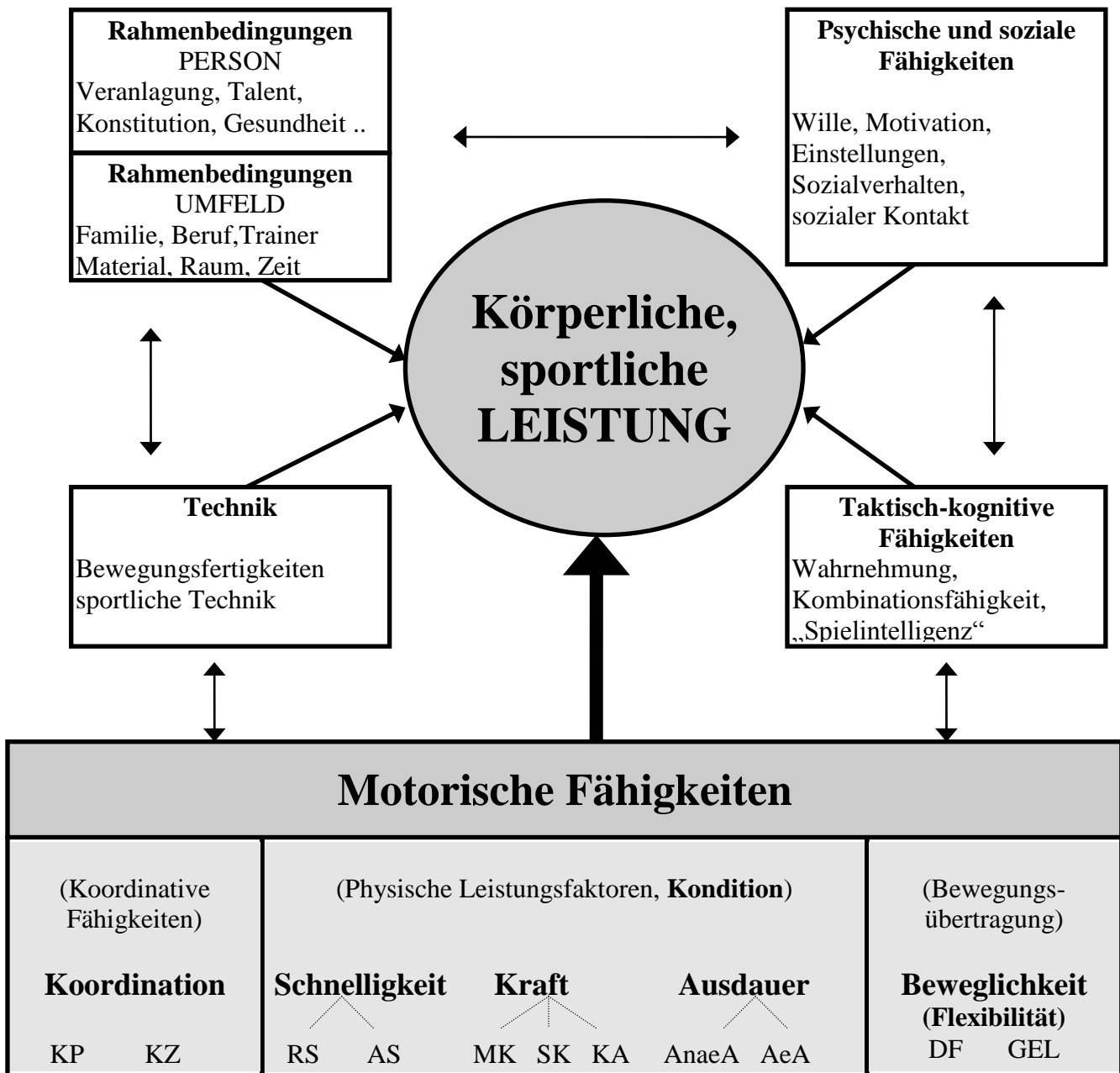


Abbildung 2: Modell der sportlichen Leistung und der motorischen Fähigkeiten

Häufig werden die fünf motorischen Fähigkeiten oder Eigenschaften nach **konditionellen** und **koordinativen** unterteilt, wobei es, wie in der Abbildung zu sehen ist, auch hier Überlappungen gibt. Nur die Koordination bei Präzisionsaufgaben ist nach diesem Modell eine rein koordinative Fähigkeit und nur die aerobe Ausdauer ist eine rein konditionelle Fähigkeit. Kraft, und Schnelligkeit sind sowohl koordinativ, als auch konditionell bestimmt, wobei die Beweglichkeit eine eigenständige Form ist, die Kraft mehr von der „Kondition“ und die Schnelligkeit mehr von der „Koordination“ abhängt. Für die einzelnen motorischen Fähigkeiten sei auf die speziellen Kapitel verwiesen.

## 1.4. Trainingsprinzipien

Die körperliche Leistungssteigerung unterliegt **biologischen Grundsätzen**, die in der Trainingslehre unter der Beachtung von Trainingsprinzipien umgesetzt werden. Die meisten Systematiken unterscheiden drei Gruppen: Prinzipien der **Belastung**, der **Zyklisierung** und der **Spezialisierung und Proportionalisierung**.

### 1.4.1 Prinzipien der Belastung

Die **sieben** `Prinzipien der Belastung´ oder die sieben `Prinzipien zur Auslösung der Anpassung´ beschreiben die Grundsätze des Trainings unter der Berücksichtigung der Anpassungsreaktionen des Körpers, um eine Leistungssteigerung zu erreichen. Für die Erhaltung des Fitnessniveaus kann auch eine Leistungsstagnation angestrebt werden. Die wichtigsten sind:

- **Das Prinzip des wirksamen Belastungsreizes.**  
Es besagt, dass ein Trainingsreiz eine Schwelle überschreiten muss, um Anpassungserscheinungen auszulösen und damit trainingswirksam zu sein. Die **Schultz-Arndt´sche Reizstufenregel** beschreibt vier Reizarten:

Reizstärke	Lage	Wirkung
unterschwellige Reize	unter der Schwelle	wirkungslos
überschwellig schwache Reize	an der Schwelle	Stagnation
überschwellig starke Reize	über der Schwelle	Anpassung
zu starke Reize	weit über der Schwelle	Zerstörung

Tabelle 1: Schultz-Arndt´sche Reizstufenregel

Ziel sind `überschwellig starke Reize´ zur Verbesserung bzw. `überschwellig schwache Reize´, wenn das Niveau gehalten werden soll.

- **Das Prinzip der progressiven Belastungssteigerung.**  
Das Prinzip gilt für die Leistungssteigerung. Damit soll eine Stagnation verhindert werden, die bei ständig gleich bleibender Belastung eintreten würde. Da sich das Leistungsniveau des Körpers erhöht hat, sind ehemals `überschwellig starke Reize´ nur noch `überschwellig schwache Reize´. Um dies zu verhindern, muss der Reiz über mindestens eines der **Belastungsnormative** (siehe dazu folgende Seite) erhöht werden, was in der Regel in der **Reihenfolge**:

1. Verkürzung der Pausen
2. Erhöhung des Umfangs
3. Erhöhung der Trainingshäufigkeit
4. Erhöhung der Intensität

geschieht.

Da sich die Systeme im Körper unterschiedlich schnell anpassen, muss eine **Überlastung** ausgeschlossen werden, da sonst durch das 'Übertraining' die Verletzungsanfälligkeit steigt (vgl. Prinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung, weiter unten).

	schnell
Vegetativum	▼▼▼▼▼
Herz-Kreislauf-System	▼▼▼▼
Muskulatur	▼▼▼
Sehnen, Bänder	▼▼
Knochen, Gelenke	▼
	langsam

Abbildung 3: Biologische Anpassung der einzelnen Systeme (vgl. auch Kapitel 1.5)

- Das **Prinzip der Variation der Trainingsbelastung** soll die Stagnation durch eine Veränderung des Reizes verhindern, wobei hierbei der **Inhalt** variiert wird, indem eine andere Übung, eine andere Reihenfolge der Übungen, eine andere Bewegungsgeschwindigkeit bzw. -ausführung oder eine andere Organisationsformen ins Training eingebaut wird.
- Mit dem **Prinzip der individuellen Belastung** soll gewährleistet werden, dass nicht alle nach dem gleichen Plan trainieren, sondern in Abhängigkeit von Ziel, Ausgangslage und Veranlagung bzw. Leistungs- bzw. Fitnesszustand belastet werden, so wie es in der **Anamnese** und dem **Fitnessstest** herausgefunden wurde.
- Über das **Prinzip der richtigen Belastungsfolge** wird aus energetisch-koordinativen Gründen eine **Reihenfolge** für das Training verschiedener motorischer Fähigkeiten in einer Trainingseinheit festgelegt. Hier gilt in der Regel im Leistungstraining: Koordination vor Schnelligkeit vor Kraft vor Ausdauer; die Beweglichkeit (vgl. Kapitel ebd.) wird je nach Methode an einer anderen Stelle eingebaut. Geht es um Erhaltungstraining, ist die Reihenfolge nicht so wichtig, da in der Regel keine optimaler Leistungsbereitschaft und keine hohen bis submaximalen Leistungen erforderlich sind.

- Beim **Prinzip der wechselnden Belastung** sollen verschiedene Teilsysteme (ZNS, HKS, etc.) durch wechselnde Belastungsformen angeregt werden, was im Fitnesstraining häufig durch das **Zirkeltraining** geschieht, da hier beim Anfänger die Teilsysteme `Muskulatur` und `HKS` gleichzeitig verbessert werden.
- Eine optimale Leistungssteigerung erfolgt im Sinne der `**biologischen Anpassung**` (vgl. Kapitel ebd.) nur durch die richtige Relation von Belastung (Intensität und Umfang) und Erholung (Dauer und Art), wie es von dem **Prinzip der optimalen Gestaltung von Belastung und Erholung** gefordert wird. Der günstigste Zeitpunkt für ein neues Training liegt je nach Intensität, Umfang und Inhalt des Trainings etwa 12 bis 72 Stunden später (Erholungsphase), da dann das Funktionsniveau erhöht ist und der Organismus auf eine neue Belastung vorbereitet ist. Erfolgt dann kein neuer Reiz, fällt das Niveau wieder ab und es tritt eine **Stagnation** ein, wie es ebenso bei zu niedrigen Reizen (vgl. `Prinzip des wirksamen Belastungsreizes`) oder zu gleichförmigen Trainingseinheiten (vgl. `Prinzip der Variation der Trainingsbelastung`) eintreten würde. Erfolgt der Reiz zu früh und die Erholung ist noch nicht vollständig abgeschlossen, entsteht ein so genanntes `**Übertraining**` mit Leistungsabfall und erhöhter Verletzungsgefahr.

#### 1.4.2. Prinzipien der Zyklisierung

Nachdem über die `Prinzipien zur Auslösung der Anpassung` eine **Verbesserung** erreicht wurde, dienen die folgenden drei Prinzipien in erster Linie dem **Funktionserhalt**.

- Nach dem **Prinzip der Kontinuität** muss die Belastung dauerhaft wiederholt werden, um eine dauerhafte Anpassung hervor zu rufen bzw. zu erhalten. Eine unregelmäßige Belastung würde die Systeme wieder auf das Ausgangsniveau der alltäglichen Belastung sinken lassen. Hierdurch wird nicht die Trainingshäufigkeit pro Woche beschrieben, sondern das **ganzjährig geplante Training** eines Sportlers vom Gelegenheitsportler abgegrenzt.
- Mit dem **Prinzip der Periodisierung** soll der Sportler im Jahreszyklus optimal belastet und seine Wettkampfperiode vor- und nachbereitet werden. Hierzu werden die **Belastungs-, Anpassungs- und Erholungsphasen** über das ganze Jahr und zum Teil auch über mehrere Jahre hinweg geplant (vgl. `Prinzip der altersgemäßen Belastung`). Dies beginnt mit der Planung der Trainingseinheit, geht über den Tageszyklus hin zum Wochenplan („Mikrozyklus“ genannt) und zum „Mesozyklus“ und „Makrozyklus“ (mehrere Wochen und Monate). Diese, für den Wettkampfsportler typische aber für den Fitness Kunden eher untypische Planung, wird im Fitnessbereich in der Regel nicht eingehalten. Doch das Prinzip wird zumindest für diejenigen relevant, die am Übergang vom Freizeit- und Gesundheitssport zum Amateursport sind.

Dort wird aufgeteilt in das **Prinzip der periodisierten Belastung** und in das **Prinzip der periodisierten Erholung**. Und selbst der weniger ehrgeizige Fitnesssportler profitiert von einer zumindest angedeuteten Periodisierung und damit Abwechslung seines Trainings.

#### 1.4.3. Prinzipien der Spezialisierung und Proportionalisierung:

In dieser Gruppe gibt es vier Prinzipien, die alle dem Amateur- und Profisport zuzuordnen sind, bzw. für diejenigen wichtig sind, die diese Laufbahn einschlagen wollen, weshalb sie nur kurz dargestellt werden. Die ersten zwei stellen die `Spezialisierung` dar, die letzten zwei die `Proportionalisierung`.

- Mit dem **Prinzip der altersgemäßen Belastung** soll im Trainingsaufbau das **biologische Alter** beachtet werden, um die so genannten **sensiblen Phasen** (vgl. z. B. im Kapitel `Koordination` den Abschnitt `Besonderheiten im Alter und der Geschlechter) zu nutzen.
- Mit dem **Prinzip der zielgerichteten Belastung** will man dem charakteristischen Anforderungsprofil jeder Sportart in konditioneller und koordinativer Form gerecht werden. Allerdings darf nicht zu früh zu speziell trainiert werden, da jede Sportart von den fünf motorischen Fähigkeiten als Grundlage profitiert. Problematisch wird z. B. so eine zu frühe Festlegung, wenn durch aerobes Ausdauertraining über viele Jahre die Muskelfasern ihre (Maximal-)Kraft- und Schnellkraftfähigkeit verlieren.
- Das **Prinzip der optimalen Relation von allgemeiner und spezieller Ausbildung** beschreibt die Unterschiede zwischen dem Anfänger, der allgemeiner, also breitbandiger trainiert und einem Fortgeschrittenen, der speziell für seine Sportart trainiert.
- Mit dem **Prinzip der optimalen Relation der Entwicklung der Leistungskomponenten** soll das richtige Verhältnis aller die Leistung beeinflussenden Faktoren für die Sportart gefunden werden. Dies ist wegen der Vielzahl der zu beachtenden Komponenten (Kondition, Koordination, Technik, Taktik, Kognition, etc.) die schwierigste wissenschaftliche und trainings-praktische Herausforderung beim (Leistungs-)Sportler.

#### 1.5. Biologische Anpassung

Mit dem **Modell der Superkompensation** kann dieser Vorgang verständlich beschrieben werden - allerdings ist nach heutigem Stand der Wissenschaft dieses Modell wirklich nur als Verständnishilfe zu sehen. Viele Prozesse laufen anders ab, als es das Modell darstellt, vor allem kann die Zeitachse und Intensitätsachse für die verschiedenen Systeme nicht immer gleich gesetzt werden.

In der Abbildung ist die x-Achse die Zeitachse und die y-Achse das derzeitige Leistungsniveau, was z. B. durch die Alltagsbelastung geprägt wird. So hat z.B. ein Bauarbeiter in der Regel ein höheres Leistungsniveau als ein Büroangestellter. Wird jetzt das Training aufgenommen (Schnittpunkt von x- und y-Achse), so sinkt zunächst das Leistungsniveau, der Sportler **ermüdet** und der Körper baut je nach Intensität und Umfang des Reizes mehr oder weniger Substanz ab (katabole Phase). Mit dem Cool-Down des Trainings beginnt bereits die Phase der Erholung mit erneutem **Substrataufbau** (anabole Phase), der im weiteren Verlauf über das alte Niveau hinausgeht. Dieser **Mehrausgleich** wird „Superkompensation“ (Überkompensation) genannt. Wird die Belastung nicht wiederholt, fällt das Leistungsniveau wieder auf die Alltagsbelastung zurück. Hollmann und Hettinger (2000) beschreiben diesen Vorgang mit dem **dynamischen Gleichgewicht**, der so genannten **Homöostase**, in dem sich unser Körper immer befindet und das automatisch über Rezeptoren und Regelmechanismen überwacht wird. Tritt in einem System eine Schwachstelle auf, so werden Maßnahmen zur Beseitigung derselben eingeleitet; lebende Systeme kontrollieren sich somit ständig selbstständig. Training als geplanter Reiz führt auch zu `Schwachstellen´ bzw. zur Ermüdung, was das Leistungsniveau senkt. Damit ist das Gleichgewicht (die Homöostase) des Körpers gestört. Darauf reagiert der Körper mit der Beseitigung oder auch Regeneration der Schwachstelle. Als **Schutzfunktion** wird die Schwachstelle allerdings nicht nur `repariert´, sondern auf einen besseren Funktionszustand ‚aufgerüstet‘, um im Falle einer gleich großen Belastung besser gegen Störungen vorbereitet zu sein. Diese Verbesserung bezeichnet man als **Adaption** bzw. synonym als **Adaptation**.

## 1.6. Belastungsnormative

In der trainingswissenschaftlichen Fachliteratur werden die Begriffe **Belastungsnormative**, - **komponenten** und – **faktoren** synonym benutzt. Im Folgenden wird nur der Begriff Normative bzw. Belastungsnormative verwendet.

### 1.6.1 Definition der Belastungsnormative:

<b>Belastungsnormative</b>	<b>Bedeutung</b>
Belastungsintensität	Stärke bzw. Höhe der Belastung
Belastungsdauer	Begrenzung der Belastung durch Strecke oder Zeit
Belastungsdichte	Verhältnis von Belastung zu Pause
Belastungsumfang	Gesamtmenge der Belastung in der Trainingseinheit
Belastungshäufigkeit	Anzahl der Reize innerhalb einer Trainingseinheit (z.B. Wdh.)
Bewegungsausführung	Art der Bewegung (Qualität, Tempo)
Trainingshäufigkeit	Anzahl der Trainingseinheiten pro Woche/Tag

Tabelle 2: Bedeutung der Belastungsnormative

Die **Belastungsnormative** beeinflussen sich wechselseitig, weshalb es nicht möglich ist, alle zugleich maximal auszugestalten. So sind z.B. hohe Intensitäten an kurze Dauer, kurze intensive Reize an längere Pausen gekoppelt.

Als **Faustregel** gilt: `Je höher die Belastung, umso kürzer die Dauer und umso länger die Pause und geringer der Umfang´. Entsprechendes gilt im umgekehrten Fall in entgegen gesetzter Richtung für die niedrigen Reize, die dann eine lange Dauer und einen großen Umfang haben können.

Für die Wirkung, also die Anpassung im Organismus, ist die **Reizintensität** das entscheidende Normativ. Es bestimmt am deutlichsten, wie der Körper beansprucht wird, also welche **Muskelfasern** angesprochen werden, welche Form des **neuro-muskulären** Zusammenspiels vorherrscht und welche Form der **Energiebereitstellung** im Vordergrund steht.

In der Trainingspraxis wird die Belastungsintensität meist in Prozent des individuellen maximalen Leistungsvermögens angegeben, was jedoch für die Trainingssteuerung nur nach einem Maximaltest umsetzbar wäre. Dieser Maximaltest ist jedoch im Breiten- und Fitnesssport eher unüblich, womit die Angaben (vgl. die Kapitel `Krafttraining´ und `Ausdauertraining´) auch nur bedingt als Orientierungshilfe dienen. Darüber hinaus beziehen sich die Prozentangaben auf verschiedene Messgrößen, so ist die Belastungsdauer im Ausdauertraining oft die Strecke (100 m Lauf etc.) und im Krafttraining oft die Wiederholungszahl bei konstant vorgegebenem Tempo. Wegen dieser unterschiedlichen Dimensionen wird im Kapitel **Dimensionen der Belastungsnormative** auf allgemeingültige Angaben zu den Normativen zurückgegriffen.

Eine Beschreibung des Normatives **`Bewegungsausführung´** ist in der Literatur im Übrigen selten anzutreffen, wobei es im Sinne der Qualität der Bewegung besonders in den motorischen Fähigkeiten Kraft, Beweglichkeit und Koordination zum Tragen kommt. Sicherlich ist es auch in den Bereichen Schnelligkeit und Ausdauer wichtig - wenngleich uns der qualitativ `schlechte´ Laufstil von Ben Johnson dort eher das Gegenteil beweist.

Die **Trainingshäufigkeit** steht im engen Bezug zum `Trainingsprinzip der optimalen Relation von Belastung und Erholung´, weshalb hier auf das Kapitel `Trainingsprinzipien´ zurückverwiesen wird.

### 1.6.2 Dimensionen der Belastungsnormative

Häufig ist in der Literatur nur eine Beschreibung der Normative für die Bereiche **Kraft** und **Ausdauer** vorzufinden, wobei diese Normative ebenso auf die Bereiche **Beweglichkeit**, **Schnelligkeit** und **Koordination** angewendet werden können. In der folgenden Tabelle werden deshalb die Normative zuerst für den Bereich Kraft und Ausdauer und dann erweitert für die anderen drei Bereiche gegenüber gestellt.

	<b>Kraft</b>	<b>Ausdauer</b>
<p><u>Belastungsintensität</u> wird bestimmt durch</p> <p>Intensität wird beschrieben mit Hilfe von</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Last (kg) in einer bestimmten Übung</li> <li>-Prozent der Maximalkraft</li> <li>-Größe des Impulses (N/s) in einer Übung</li> <li>-Höhe des Impulses bei einer Bewegung (mittel bis maximal)</li> <li>-subjektives Anstrengungsgefühl (leicht...schwer)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Bewegungsgeschwindigkeit – Tempo (m/s; km/h)</li> <li>-Prozent einer Leistung (Zeit) auf einer Strecke</li> <li>-Leistung einer Übung (Watt)</li> <li>-Herzfrequenz (% von Max.)</li> <li>-Laktatwert</li> <li>-Prozent der max. O<sub>2</sub> Aufnahme</li> <li>-Atemfrequenz</li> <li>-Atem-Schritt-Rhythmus (Laufen)</li> <li>-Subjektives Anstrengungsgefühl</li> </ul>
<p><u>Belastungsdauer</u> wird bestimmt durch</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Anzahl der Wiederholungen</li> <li>-Zeit für eine Übung (Sek./Min.); vor allem bei statischen Übungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Strecke (m/km)</li> <li>-Zeit (Sek./Min./Std.) der Belastung</li> </ul>
<p><u>Belastungsdichte</u> wird bestimmt durch</p> <p>Dichte wird gekennzeichnet als</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pausenzeit (Sek./Min.) zwischen den Serien</li> <li>-Verhältnis (2:1, 1:3 ..) von Belastung zu Pause</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Pausenzeit (Sek./Min.) zwischen den Teilstrecken</li> <li>-Verhältnis (2:1, 1:3 ) von Belastung zu Pause</li> </ul>
<p><u>Belastungsumfang</u> wird bestimmt durch</p> <p>wird ermittelt</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Last (kg, Tonnen) in einer Trainingseinheit</li> <li>-Übungen * Serien * Wiederholungen(Zeit)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Gesamtstrecke (km) in einer Trainingseinheit</li> <li>-Summe aller Teilstrecken</li> </ul>

Tabelle 3: Belastungsnormative für Kraft und Ausdauer (Modifikation und Erweiterung in Anlehnung an Martin, 1991)

	<b>Beweglichkeit</b>	<b>Koordination</b>	<b>Schnelligkeit</b>
<p><u>Belastungsintensität</u> wird bestimmt durch</p> <p>Intensität wird beschrieben mit Hilfe von</p>	<p>-Winkelgrad (°) bis zur Dehnbelastungsfähigkeit</p> <p>-subjektives Spannungsgefühl (leicht/mittel/stark) des zu dehnenden Muskels</p>	<p>-Grad des instabilen Untergrundes z.B. bei Gleichgewichtsübungen</p> <p>-subjektiver Schwierigkeitsgrad (leicht/mittel/stark) der Übung</p>	<p>-Bewegungsgeschwindigkeit und gleichbleibende Impulshöhe</p> <p>-subjektives Anstrengungsgefühl (leicht/schwer)</p>
<p><u>Belastungsdauer</u> wird bestimmt durch</p>	<p>-Zeit in (Sek./Min./Std.) der statischen Dehnung</p> <p>-Wiederholungen bei dynamischer Dehnung</p>	<p>-Zeit (Sek./Min./Std.) der statischen Übung</p> <p>-Wiederholungen bei dynamischer Übung</p>	<p>-Zeit (Sek./Min./Std.)</p> <p>-Anzahl der Wiederholungen</p>
<p><u>Belastungsdichte</u> wird bestimmt durch</p> <p>Dichte wird gekennzeichnet</p>	<p>-Pausenzeit (Sek./Min.) zwischen den Dehnserien</p> <p>-Verhältnis (2:1, 1:3) von Belastung zu Pause</p>	<p>-Pausenzeit (Sek./Min.) zwischen den Übungen</p> <p>-Verhältnis (2:1, 1:3) von Belastung zu Pause</p>	<p>-Pausenzeit (Sek./Min.) zwischen den Übungen</p> <p>-Verhältnis (2:1, 1:3) von Belastung zu Pause</p>
<p><u>Belastungsumfang</u> wird bestimmt durch</p> <p>wird ermittelt</p>	<p>-Gesamtdehnungsdauer</p> <p>-Übungen * Serien * Wiederholungen (Zeit)</p>	<p>-Gesamtübungsdauer</p> <p>-Übungen * Serien * Wiederholungen (Zeit)</p>	<p>-Gesamtübungsdauer</p> <p>-Summe aller Teilstrecken -Übungen * Serien * Zeit</p>

Tabelle 4: Belastungsnormative für Beweglichkeit, Koordination und Schnelligkeit (Modifikation)

## 2. Training der Ausdauer

**Mit diesem Kapitel sollten Sie Frage 3 und 4 aus Kapitel 11. Kontrollfragen beantworten können!**

Ein Ausdauertraining ist vor allem ein **Umfangtraining**, d. h. dass die Länge des Trainings im Vordergrund steht, was mit dem Normativ **‘Dauer’** bzw. **‘Umfang’** beschrieben wird.

### 2.1 Definition Ausdauer

Unter Ausdauer versteht man die Fähigkeit, eine gegebene **Leistung** über einen möglichst **langen Zeitraum** physisch und psychisch aufrecht erhalten zu können, obwohl deren Dauer und Intensität letztlich zu einer unüberwindbaren (manifesten) Ermüdung (Leistungseinbuße) führt. Gleichfalls drückt sich die Ausdauer in der Fähigkeit aus, nach Belastungen schnell wieder erholt zu sein.

Kurz gesagt ist Ausdauer die **physische** und **psychische Ermüdungswiderstandsfähigkeit** und rasche **Wiederherstellungsfähigkeit**. (nach Hollmann).

Die **physische** Widerstandsfähigkeit bezieht sich auf den gesamten Organismus, oder auch Teilsysteme davon, wie **Stoffwechsel, Muskulatur, Nervensystem**, etc.

Die **psychische** Widerstandsfähigkeit drückt aus, wie lange ein Sportler sich einem Reiz, der eigentlich zum Abbruch der Belastung auffordert, widersetzen kann, was auch als **psychische Härte**, z.B. beim 400m-Lauf bezeichnet wird.

### 2.2 Ziele des Ausdauertrainings

• Stabilisierung und Steigerung der allgemeinen Fitness bzw. Leistungsfähigkeit
• Training des Herz-Kreislauf- und Atmungssystems
• Gesundheitsvorsorge (Prävention) mit Abbau von Risikofaktoren (Cholesterin, hoher Blutdruck, Fettstoffwechselstörungen) bzw. Aufbau von Schutzfaktoren (z.B. „gute“ Blutzucker-, Fett-, Vitamin-, Mineralien- und Hormonwerte)
• Rehabilitation bei Herz-Kreislauf- und Stoffwechselerkrankungen
• Figurformung, Fettabbau, Gewichtsreduktion
• Stressabbau, Entspannung
• Unterhaltung, Spaß, Abwechslung, soziale Kontakte
• allgemeines Wohlbefinden (ggf. auch durch Endorphinausschüttung – so genannte ‘runner’s high’?)

Tabelle 5: Ziele im Ausdauertraining

Die Trainingsziele beim Ausdauertraining richten sich nach dem Trainingsbereich (Gesundheit bis Leistung). Bei Leistungssportlern stehen die Erfordernisse der Sportart und bei Gesundheitsorientierten mögliche gesundheitliche Anpassungserscheinungen durch Ausdauertraining im Vordergrund. Für den Fitnessbereich lassen sich die folgenden **typischen Ziele** nennen, die mit Ausdauertraining zu verwirklichen sind (vgl. auch Buskies/Boeckh-Behrens 1995):

Aus **sportmedizinischer Sicht** liegen die Ziele des Ausdauertrainings vor allem in der Verbesserung:

1. der Ventilation und des Gasaustausches in der Lunge
2. der Transportleistung des Herz-Kreislaufsystems
3. der Blutversorgung und des Gasaustausches in der Muskulatur
4. der Energiebereitstellung in der Muskulatur  
(vgl. dazu auch Zintl & Eisenhut, 2004).

Alle Maßnahmen führen damit zu einer **Ökonomisierung der Arbeitsleistung** der einzelnen Systeme und zu einer Minderbelastung im Alltag und im Sport bei vorgegebener Belastung. Dies kann man u.U. auch ‚kritisch‘ von der anderen Seite her betrachten, da hierdurch der Energieverbrauch im Alltag und im Sport bei vorgegebenen Belastungen sinkt, was für den Freizeitsportler, der ggf. durch solche Aktivitäten abnehmen will, definitiv ein Nachteil ist – wenn er die Belastungen nicht entsprechend anpasst.

### 2.3. Arten der Ausdauer

Die weitere **Systematisierung** bzw. **Untergliederung der Ausdauer** kann nach mehreren Gesichtspunkten bzw. Einteilungskriterien erfolgen, was als Verständnishilfe gedacht ist. In der Praxis kommen die in der folgenden Abbildung verdeutlichten Kriterien nicht einzeln vor. Die meisten sind zudem vor allem für die weitere Beschreibung der Ausdauer im Leistungssport von Bedeutung.

Einteilungskriterium	Ausdauerart
Anteil beteiligter Muskulatur	<ul style="list-style-type: none"> <li>• allgemein</li> <li>• lokal</li> </ul>
Energiebereitstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aerob</li> <li>• anaerob</li> </ul>
Belastungsart	<ul style="list-style-type: none"> <li>• dynamisch</li> <li>• statisch</li> </ul>
Zeitdauer	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kurzzeit-Ausdauer (KZA) 35 - 120 Sek.</li> <li>• Mittelzeit-Ausdauer (MZA) 2 - 11 Min.</li> <li>• Langzeit-Ausdauer (LZA) I 11 - 35 Min.</li> <li>• Langzeit-Ausdauer (LZA) II 35 - 90 Min.</li> <li>• Langzeit-Ausdauer (LZA) III 90 - 360 Min.</li> <li>• Langzeit-Ausdauer (LZA) IV über 360 Min.</li> </ul> <p>-----</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• anaerobe KZA 10 - 20 Sek.</li> <li>• anaerobe MZA 20 - 60 Sek.</li> <li>• anaerobe LZA 60-120 Sek.</li> <li>• aerobe KZA 3 - 10 Min.</li> <li>• aerobe MZA 10 - 30 Min.</li> <li>• aerobe LZA über 30 Min.</li> </ul>
<i>trainingsmethodisch</i>	
<i>sportmedizinisch</i>	
Bezug zu weiteren motorischen Fähigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kraft- Ausdauer</li> <li>• Schnellkraft- Ausdauer</li> <li>• Schnelligkeits- Ausdauer</li> </ul>

Tabelle 6: Arten und Typen der Ausdauer aus trainings-methodischer und sportmedizinischer Sicht (vgl. auch Zintl & Eisenhut,2004)

Zur Verdeutlichung dieser Einteilung dienen die folgenden Erläuterungen:

- Nach dem **Ausmaß der beanspruchten Muskulatur** unterscheidet man allgemeine und lokale Ausdauer.  
Von **allgemeiner** Ausdauer spricht man, wenn mehr als 1/6 bis 1/7 der gesamten Skelettmuskulatur belastet wird (z.B. mehr als die Muskulatur eines Beines), entsprechend beinhaltet die **lokale** Ausdauer Belastungen mit kleinen Muskelgruppen.  
Die lokale Ausdauer hat keine Trainingswirkung auf die **Kapazität des Herz-Kreislauf-Systems**, sondern nur auf den lokalen Stoffwechsel (Metabolismus) und die Koordination. Das Kreislaufsystem kann aber durchaus limitierend für die lokale Belastung sein.

- Nach der **Arbeitsweise der Muskulatur** (vgl. Kapitel `Kraft`) unterscheidet man statische und dynamische Ausdauer.  
Eine Ausdauerleistung findet **statisch** statt, wenn Haltearbeit geleistet wird (Daueraktion des Muskels) und **dynamisch**, wenn der Körper sich rhythmisch bewegt (z.B. Laufen, Radfahren, Schwimmen), also ein Wechsel von Aktion und Pause im Muskel stattfindet.
- Nach der **Art der Energiebereitstellung** unterscheidet man aerobe oder anaerobe Ausdauer.  
Die Energiegewinnung erfolgt **aerob**, wenn sie mit Hilfe von Sauerstoff erfolgt. Dann kann die Verbrennung der Nährstoffe (Kohlenhydrate, Fette und wenn notwendig auch Eiweiße) vollständig zu Wasserstoff und Kohlendioxid erfolgen. Von **anaerob** spricht man dagegen, wenn aufgrund der hohen Belastungsintensität oder schneller Belastungswechsel (Tempo oder auch Kräfteinsatz) die aerobe Energielieferung nicht ausreicht. Dann erfolgen Teile der Energiebereitstellung ohne Sauerstoff und es wird Laktat (Salz der Milchsäure) gebildet.  
Die meisten Sportarten beinhalten **Mischformen** von aerober und anaerober Ausdauer. Je besser der persönliche Leistungszustand, umso später setzt bei zunehmender Belastungsintensität die anaerobe Energiebereitstellung (Glykolyse) ein.  
(vgl. Kapitel `Energiebereitstellung` im Heft `Anatomie und Physiologie`).
- Auch nach dem **Zeitaspekt** lässt sich die Ausdauer weiter unterteilen.  
Danach lassen sich **Kurzzeit-, Mittelzeit- und Langzeitausdauer** unterscheiden (vgl. Tabelle `Arten und Typen der Ausdauer aus trainingsmethodischer und sportmedizinischer Sicht`). Belastungen unter 35-45 sec. werden aus trainingsmethodischer Sicht der motorischen Eigenschaft Schnelligkeit zugeordnet (vgl. Kapitel `Training der Schnelligkeit`). Die Einteilung nach der Zeit ist eigentlich für den Leistungssport von Bedeutung, wo es sich auf die typischen maximalen Belastungen in den Laufdisziplinen der Leichtathletik bezieht. Im Fitnessbereich wird in der Regel maximal trainiert. Eine Zeiteinteilung im o.g. Sinne ist daher nicht informativ. Eher ist hier bedeutsam, dass die Energiebereitstellung von der Dauer mitbestimmt wird: Je länger die Belastung, desto niedriger ist die Intensität, und umso aerober ist der Stoffwechsel und umgekehrt.
- Ausdauerfähigkeiten werden zudem häufig in Verbindung zu anderen motorischen Fähigkeiten gesehen.  
Zum Beispiel wird bei einer kombinierten Belastung von **Kraftausdauer** oder **Schnelligkeitsausdauer** gesprochen, jeweils mit unterschiedlich langen Belastungszeiten. Dabei ist die **Ausdauerkraft** eher aerob und `ausdauer näher`, die **Kraftausdauer** dagegen eher anaerob und `kraft näher` (höhere prozentuale Kraftleistung bei der Ausdauerbelastung).

- Für den **Leistungssport** würde man noch zwischen Grundlagenausdauer und spezieller Ausdauer unterscheiden müssen:  
Beide Typen der Ausdauer lassen sich weiter in verschiedene Arten unterteilen (vgl. Tabelle `Arten und Typen der Ausdauer aus trainingsmethodischer und sportmedizinischer Sicht`).
- Jeder Sportler kann von einem Training der Grundlagenausdauer profitieren. Der Anteil des speziellen Ausdauertrainings richtet sich nach der Sportart, der möglichen Trainingszeit und -häufigkeit und den weiteren Anforderungen der Sportart. Ein Zuviel an Ausdauertraining kann unter Umständen die Schnelligkeit und Kraft einschränken (vgl. Kapitel `Trainingsprinzipien der Proportionalisierung`). In Sportarten, die sich durch hohe Belastungsspitzen mit Intervallcharakter auszeichnen (Kampf- und Sportarten), kann die anaerobe Ausdauer die gleiche Bedeutung wie die aerobe Ausdauer haben.

Sportartspezifik	Ausdauerart
Art der motorischen Beanspruchung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprint- Ausdauer</li> <li>• Spiel-/Kampfsport- Ausdauer</li> <li>• Mehrkampf- Ausdauer</li> </ul>
<b>Grundlagenausdauer (GLA)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sportartübergreifendes Basisvermögen, Allgemeincharakter, Transfermöglichkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• azyklische GLA = Spielsport-/ Kampfsportausd.</li> <li>• GLA I = disziplinunabhängige GA</li> <li>• GLA II = disziplinbezogene Basisausd.</li> </ul>
<b>spezielle Ausdauer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• disziplinspezifisch; sportbezogen; optimiertes Verhältnis von Intensität und Dauer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• KZA &gt; z.T. Schnelligkeitsausdauer</li> <li>• MZA &gt; Kraftausdauer</li> <li>• LZA I &gt; maximale Langzeitausdauer</li> <li>• LZA II &gt; submaximale Langzeitausdauer</li> <li>• LZA III &gt; Marathon-Ausdauer</li> <li>• LZA IV &gt; Ultra-Langzeit-Ausdauer</li> </ul>

Tabelle 7: Arten und Typen der Ausdauer aus trainingsmethodischer und sportmedizinischer Sicht (vgl. auch Zintl & Eisenhut, 2004)

Die einzelnen **Einteilungskriterien** werden, wie bereits angedeutet, normalerweise kombiniert. So lassen sich dann zum Beispiel die folgenden Ausdauerarten nennen, denen schwerpunktmäßig folgende Sportarten bzw. Belastungen zugeordnet werden können.

<b>Ausdauerart</b>	<b>Basiseigenschaft für Sportart</b>
allgemeine, aerobe dynamische Langzeit-Ausdauer I bis IV (aadLA)	Laufen, Schwimmen, Radfahren (Langstrecke) `Herz-Kreislauf-Training´ als vorherrschende Ausdauerart im Fitnesstraining !
allgemeine, aerobe statische Kurzzeit-Ausdauer	Bogenschießen, Beinarbeit beim Reiten
allgemeine, anaerobe dynamische Kurzzeit-Ausdauer	Laufen, Schwimmen, Radfahren (Sprint oder Mittelstrecke) neben „aadLA“ die vorherrschende Ausdauerart im Leistungssport
allgemeine, anaerobe statische Kurzzeit-Ausdauer	Skiabfahrtslauf, zum Teil auch Geräteturnen
lokale, aerobe dynamische Langzeit-Ausdauer	./.
lokale, aerobe statische Kurzzeit-Ausdauer	Halteübungen beim Schießen und Bogenschießen
lokale, anaerobe dynamische Kurzzeit-Ausdauer	./.
lokale, anaerobe statische Kurzzeit-Ausdauer	Haltegriffe beim Ringen oder Judo etc.

Tabelle 8: Ausdauerarten und ihre Bedeutung für Sportarten

Im Fitnessbereich dominiert bei gesundheitsorientierter Ausrichtung eindeutig die **allgemeine, aerobe dynamische Ausdauer** (aadA; auch aadLA für L = Langzeitausdauer). Es ist gleichzeitig die Ausdauerart, die als sportartübergreifende Basisfähigkeit gilt.

#### 2.4. Trainingsmethoden der Ausdauer

**Trainingsmethoden** sind die passenden **Belastungsgefüge** zur **Verwirklichung** von **Trainingszielen**. Sie werden aus den Belastungsnormativen zusammengestellt (vgl. Kapitel `Belastungsnormative´). Durch deren Kombination haben sich **vier Grundmethoden** (in der Tabelle `Trainingsmethoden im Ausdauertraining und ihre Kennzeichen´ fett dargestellt) mit zahlreichen **Variationen** etabliert. Die folgende Abbildung stellt die Methoden und ihre Eignung im Überblick zusammen:

Methode	Kennzeichen	Eignung
<b>Dauermethoden</b>	ununterbrochene Dauerbelastung (ohne Pause), Intensität gering bis mittel (z.T. submaximal), hoher Umfang	eher aerob (Grundlage)
kontinuierliche Dauermethode	Dauerbelastung mit gleich bleibender Intensität	Regeneration, Stabilisierung
Dauer-Wechselmethode	Dauerbelastung mit geplanten Wechseln der Belastungsintensität	Stabilisierung, Entwicklung
Fahrtspiel	Dauerbelastung mit zufälligen (programm- bzw. geländebedingten) Wechseln der Intensität	Entwicklung, Ökonomisierung, wechselnde Stoffwechselbedingungen
<b>Intervallmethoden</b>	Wechsel zwischen kurzen (15-60 Sek.), mittleren (60-180 Sek.) und langen (3- ca. 10 Min.) Belastungs- und Entlastungsphasen (unvollständige Pause, sog. 'lohnende' Pausen)	aerob - anaerober Wechsel
extensive Intervalle	Belastungsintensität leicht bis mittel (50-75%), Dauer mittel bis lang, Pause 'lohnend' (1/3 Pause; 15 - 90 sec.)	Entwicklung Grundlagen- und Kraftausdauer
intensive Intervalle	Belastungsintensität submaximal bis maximal (> 75%), Dauer kurz bis mittel, Pause 'lohnend' (2/3 Pause; 30 - 180 sec.)	Wettkampfspezifische Ausdauer
<b>Wiederholungsmethode</b>	Wechsel zwischen hochintensiven bis maximalen, relativ kurzen Belastungsphasen und lang andauernden (sog. 'vollständigen') Pausen, geringer Belastungsumfang	u.U. stark anaerob
<b>Wettkampf- und Kontrollmethode</b>	Imitation der Wettkampfbelastung unter typischen Bedingungen	wettkampfspezifisch

Tabelle 9: Trainingsmethoden im Ausdauertraining und ihre Kennzeichen

Die typischen Methoden im Fitnessstraining für das Ausdauertraining sind die Dauermethoden, wovon das Fahrtspiel wegen der nicht zu planenden Stoffwechselsituation zumindest bei Anfängern nicht zum Einsatz kommt. Bei den Intervallmethoden bietet sich die extensive Variante auch für ambitionierte Anfänger an. Allerdings ist diese Methode nicht die richtige Bezeichnung für Anfänger, die noch keine Dauerbelastung durchhalten können und daher Pausen einlegen. Hier würde man von eher von 'unterbrochener Dauermethode' sprechen.

Fortgeschrittene profitieren von den Intervallmethoden, besonders von der intensive Variante, durch eine Verbesserung des Tempos z. B. beim Laufen. Die Wiederholungs-, sowie die Wettkampf- und Kontrollmethode sind typisch für den Leistungssport.

## 2.5. Trainingsbereiche des Ausdauertrainings

Die Anpassungen in den Organ- und Funktionssystemen benötigen ein Ausdauertraining auf unterschiedlichen Intensitätsstufen. Dabei gilt die Regel, dass die Belastungsintensität immer nur im Rahmen der physiologischen Belastungsverträglichkeit der jeweiligen Person liegen darf.

Die Bereiche lassen sich vor allem hinsichtlich der darin vorherrschenden Belastungsintensität aufsteigend ordnen. Dazu lassen sich entsprechende Stoffwechselbelastungen, Steuerungsgrößen (Herzfrequenz, Atmung, Laktat) und Trainingsmethoden (von der Dauer- bis zur Wettkampfmethode) zuordnen, wie die folgenden beiden Tabellen 'Einordnung der Trainingsbereiche' und 'Trainingsbereiche und -methoden zur Ausdauerentwicklung' verdeutlichen.

Bereich/Fähigkeit	Bezeichnung	Stoffwechsellage
Kompensation und Regeneration	REKOM	aerob
Grundlagenausdauer	GA 1	aerob
Kraftausdauer	KA 1	aerob
Grundlagenausdauer	GA 2	aerob-anaerob
Kraftausdauer	KA 2	anaerob-aerob
Wettkampfausdauer	WA	aerob-anaerob bis anaerob-aerob
Schnelligkeitsausdauer	SA	anaerob

Tabelle 10: Einordnung der Trainingsbereiche und der zu trainierenden Fähigkeiten nach der Stoffwechsellage (nach Hottenrott & Neumann, 2008)

<b>Bereich</b>	<b>Ziel</b>	<b>Intensität *</b>	<b>Methode</b>
<b>REKOM (REG) (Regeneration, Kompensation)</b>	Unterstützung der Erholung, Ausgleich, Fettstoffwechsel	sehr gering / niedrig 55 - 70 % Hf max. Laktat < 2 mmol/l	Dauermethode
<b>GA 1 (GAT 1) (Grundlagenausdauer) KA 1 (Kraftausdauer)</b>	<b>Stabilisierung</b> (und Entwicklung) von Grundlagenausdauer, Fettstoffwechsel Kraftausdauer	niedrig bis mittel 65 - 75 (80) % Hf max. Laktat < 2 mmol/l	Dauermethode
<b>GA 1/2 (GAT 2)</b>	<b>Ökonomisierung</b> und Entwicklung der Grundlagenausdauer	mittel 70 - 80 (85) % Hf max. Laktat 2 – 3 mmol/l	(wechselhafte) Dauermethode, Fahrtspiel
<b>GA 2 (GAT 3 / EB) KA2</b>	<b>Entwicklung</b> von Grundlagenausdauer, Kraftausdauer	mittel bis submaximal 75 - 85 (90) % Hf max. Laktat 3 – 5 (7) mmol/l	Dauermethoden, vor allem Fahrtspiel extensive Intervalle
<b>WSA / SB (wettkampfspezifische Ausdauer; Spitzenbereich)</b>	Ausprägung der wettkampfbezogenen Ausdauerleistung	submaximal bis maximal über 85(90) % Hf max. Laktat über 6 mmol/l	Wettkampfmethode intensive Intervalle, Wiederholungsmethode

- Untrainierte erreichen ihre Pulsfrequenz bei gleichen Laktatwerten eher als Trainierte

Tabelle 11: Trainingsbereiche und –methoden zur Ausdauerentwicklung (in Anlehnung an Peters & Stemper, 1996 und Hottenrott & Neumann, 2008)

Basis für die Wahl hoher Trainingsintensitäten in den ‚oberen Bereichen‘ ist immer eine bereits hohe aerobe Grundlagenausdauer. Daher sind Anfänger und Fortgeschrittene in der Regel am besten in den Bereichen REKOM, GA 1 und GA 1/2 aufgehoben. Erst bei einer guten Ausdauerleistung sind auch anspruchsvollere Trainingsbereiche ratsam, wie GA 2 und später WSA.

## 2.6. Belastungssteuerung im Ausdauertraining

Für die Steuerung der Belastung im Ausdauertraining gibt es verschiedenen Möglichkeiten: Herzfrequenz, subjektives Belastungsempfinden, Atemfrequenz und Atem-Schritt-Rhythmus sowie Laktatkontrolle.

### 2.6.1 Herzfrequenz

Das Ausdauertraining wird in der Praxis zumeist durch die Herzfrequenz gesteuert, die in verschiedenen Tests ermittelt werden kann. Zudem besteht die Möglichkeit, die Belastungsgrenze auch ohne Test zu bestimmen, indem die **Trainingsherzfrequenz** mit Hilfe von Formeln

errechnet wird. Die folgende Tabelle stellt eine Vielzahl von Formeln dar, die in der Vergangenheit angewendet wurden.

Formel	Aussage
220 Hf – Lebensalter (LA)	maximale Herzfrequenz
200 Hf – Lebensalter	submaximale Herzfrequenz
220 Hf – LA * 65 %	aerobe Schwelle
220 Hf – LA * 75 %	Mischstoffwechsel
220 Hf – LA * 85 %	‚anaerobe‘ Schwelle
160/170/180 Hf – LA	wie 65/75/85% s.o.
(Hf max – Ruhe Hf) * 65/75/85% + Ruhe Hf	Karvonen-Formel mit Berücksichtigung der Ruhe Hf

Tabelle 12: Beispiele für Herzfrequenzformeln (unvollständige Liste)

Darüber hinaus existieren noch viele weitere Formeln, alle mit Vor- und Nachteilen, die hier allerdings nicht besprochen werden sollen. Grundsätzlich sind Formeln zu hinterfragen, da nicht jeder die gleiche maximale Herzfrequenz hat, weshalb streng genommen z.B. schon für Frauen alle Formeln eher über 226 Hf statt über 220 Hf berechnet werden müssten. Des Weiteren ist die Bestimmung der Energiebereitstellung bzw. die Stoffwechsellage über die Herzfrequenz nicht grundsätzlich gültig, da es sehr viele individuelle Varianten gibt. Nicht zuletzt ist die Herzfrequenz auch stark von Tagesrhythmen abhängig, vom Klima, von psychischer Belastung oder auch von hormonellen Veränderungen, wie z.B. im Monatszyklus der Frau. Auch sportartabhängig müssten die Formeln eigentlich angepasst werden. Für das Laufen und das Fahrradfahren bzw. weitere andere Belastungen müssten die Formeln verändert werden, da die Menge der belasteten Muskulatur variiert, womit auch die maximale Herzfrequenz unterschiedlich ist, weshalb man z.B. beim Laufen eigentlich eher mit der Formel  $220 \text{ Hf} - \frac{1}{2} \text{ Lebensalter}$  rechnet.

Um den vielen **verschiedenen Parametern** gerecht zu werden, bietet sich deshalb eine neue Formel nach Hottenrott (2008) an:

$$\text{THF} = \text{HF max} * 0,70 * \text{LF i} * \text{TZ i} * \text{GF i} * \text{SP i}$$

In dieser Formel wird die **Trainings-Herzfrequenz** (THF) aus dem Produkt der maximalen Herzfrequenz (HF max), der Leistungsfaktoren (LF i), der Trainingszielfaktoren (TZ i), der Geschlechtsfaktoren (GF i) und der Sportfaktoren (SP i) gebildet.

Die **maximale Herzfrequenz** (HF max) sollte möglichst durch einen sportartspezifischen Test bestimmt werden, wenn dies nicht möglich ist, dann gilt für Erwachsene:  $\text{HF max} = 208 - 0,7 \times \text{Lebensalter}$  und für Kinder und Jugendliche  $\text{HF max} = 220 - \text{Lebensalter}$ .

Die **Leistungsfaktoren** (LF i) richten sich nach dem Trainingsniveau:  
Einsteiger:  $i1 = 1,0$ ; Fitnesssportler:  $i2 = 1,03$ ; Leistungssportler:  $i3 = 1,06$ .

Über die **Trainingszielfaktoren** (TZ i) wird ähnlich den Prozentangaben in den anderen Formeln das Ziel des Ausdauertrainings bestimmt:  
Grundlagenausdauer 1:  $i1 = 1,0$ ; Grundlagenausdauer 1-2:  $i2 = 1,1$ ;  
Grundlagenausdauer 2:  $i3 = 1,2$

Die **Geschlechtsfaktoren** (GF i) berücksichtigen u. a. die Herzgröße: Frauen:  
niedrige Intensität:  $i1 = 1,1$ ; mittlere Intensität  $i2 = 1,06$ ; hohe Intensität  $i3 = 1,03$ ; Männer:  $i4 = \text{immer } 1,0$

Mit dem **Sportartfaktor** (SP i) wird die aktivierte Muskelmasse berücksichtigt, wobei der Wert für das Laufen  $i1 = 1$ , für das Radfahren  $0,93$  und das Inline-Skaten und Skilanglauf  $1,07$  ist.

Demnach kann man Beispielwerte für eine Frau bzw. einen Mann mit einer maximalen Herzfrequenz von 180 Schlägen/min ermitteln:

<b>Grundlagenausdauertraining 1 (Fettstoffwechseltraining):</b>		
<b>Einsteiger</b>	<b>Fitnesssportler</b>	<b>Leistungssportler</b>
Frauen: 139	Frauen: 143	Frauen: 147
Männer: 126	Männer: 130	Männer: 134
<b>HerzKreislauftraining (GA 1-2):</b>		
<b>Einsteiger</b>	<b>Fitnesssportler</b>	<b>Leistungssportler</b>
Frauen: 147	Frauen: 151	Frauen: 156
Männer: 139	Männer: 143	Männer: 147
<b>Intensives Ausdauertraining (GA 2):</b>		
<b>Einsteiger</b>	<b>Fitnesssportler</b>	<b>Leistungssportler</b>
Frauen: 154	Frauen: 160	Frauen: 165
Männer: 151	Männer: 156	Männer: 160

Tabelle 13: Beispielwerte zur Hottenrott-Formel (nach Hottenrott, 2008)

## 2.6.2. Weitere Parameter der Belastungssteuerung

Als weitere, einfach zugängliche Steuergrößen für die Kontrolle der Belastungsintensität haben sich die **Atmung** und das **Belastungsempfinden** bewährt, wobei letzteres in der Regel etwas länger eingeübt werden muss.

Als Regeln für ein aerobes Training im Bereich GA 1 bzw. GA 1/2 sind bekannt:

Atmung: `Laufen ohne zu Schnaufen`.

Atmung beim aeroben Laufen: Etwa 4 Schritte einatmen und 4 Schritte ausatmen (d.h. 8 Schritte / Atemzyklus).

Subjektives Belastungsempfinden nach der BORG-Skala (mit Werten von 6 bis 20): Die `wahrgenommene Anstrengung` (= rating of perceived exertion,

RPE) sollte etwa 'besinnliche' 11-12 (ziemlich leicht) oder 13-14 (etwas schwer) betragen.

Am exaktesten ist jedoch die Trainingssteuerung über den **Laktatwert**, der i.d.R. aus einem Tropfen Kapillarblut bestimmt wird. Da es mittlerweile zahlreiche preiswerte mobile Messgeräte zur Laktatbestimmung gibt, wird diese in zunehmendem Maße auch in Fitness-Studios angeboten. Die üblichen Werte sind:

Laktat bis 2 mmol/l Blut: Rein aerobe Belastungen,

Laktat zwischen 2 und 4 mmol/l Blut: Aerob-anaerober Übergang,

Laktat über 4 mmol/l: Zunehmend anaerobe Belastungen.

Allerdings sind dies nur Richtwerte. Genauer ist die Ermittlung der individuellen anaeroben Schwelle (IAS) in einem Laktat-Stufen-Test (siehe Lehrheft 'Diagnostik'), die u.U. deutlich von dem Wert 4 mmol/l, meist nach unten, abweichen kann.

## 2.7. Anpassungserscheinungen des Ausdauertrainings

Die **Anpassungen** richten sich nach der Trainingsmethode bzw. nach der Art des Trainings. Da im Fitnessbereich überwiegend ein allgemeines aerobes dynamisches Ausdauertraining (aadA) durchgeführt wird, und da das aadA die motorische Beanspruchung ist, deren Effekte am besten untersucht worden sind, wird im Folgenden nur hierauf Bezug genommen.

Bedingt durch die dramatische Zunahme an **Herz-Kreislauf-** und **Stoffwechselerkrankungen** (Zivilisationserkrankungen) wurde in unzähligen Studien unter anderem der Einfluss fehlender oder vorhandener ausdauernder Bewegung analysiert. Dabei kam eine Fülle an positiven Effekten des Ausdauertrainings heraus, die kurz in der folgenden Abbildung zusammengefasst sind.

Allerdings treten die aufgeführten Effekte nicht immer vollständig und auch nicht immer gleichzeitig auf. Bei sehr geringen Trainingsbelastungen (also geringe Umfänge und Intensitäten) bleiben die organischen Anpassungen unter Umständen sogar fast vollständig aus, so dass der verbesserte Trainingszustand dann vorwiegend auf einer Ökonomisierung der Herz-Kreislauf- und Stoffwechseltätigkeit beruht.



Muskelzelle als Effektor	Herz als Förderpumpe	Blut als Transportmittel	Gefäß als Transportweg bzw. Austauschort
Vergößerung der Energiespeicher (Anstieg des Muskelglykogens Von 200 auf 400g, des Leberglykogen von 60 auf 120g, der Muskeltriglyzeride von 800 auf 1200g)	Herzinnenraumvergrößerung (=Herzerweiterung) von 650 auf 900-1000 ml  Hermuskeldickenwachstum mit Herzgewichtszunahme von 250 auf 350-500g	Erhöhung der Blutmenge von 5 auf 6 l  Erhöhung der absoluten Zahl der roten Blutkörperchen (als Sauerstofftransportträger)  Optimierung der Sauerstofftransportkapazität u.a. Funktionen (z.B. Verbesserung der Wärmeregulation oder der Pufferkapazität = Voraussetzung für eine geringere lokale und allgemeine Ermüdbarkeit)	Vermehrung der Kapillaren  Vergrößerung ihrer Austauschfläche  Optimierung des Stoffaustausches  Optimierung der Blutverteilung (Gefäßengstellung in der nicht arbeitenden Muskulatur)
Vergößerung der Umsatzkapazität (Mitochondrienvergrößerung um 50%, Steigerung der Ökonomisierung der regulierenden Hormone)	Ökonomisierung der Herzarbeit (Abnahme der Herzfrequenz, Zunahme des Schlagvolumens)		Mehrdurchblutung der Arbeitsmuskulatur mit verbesserter Sauerstoff- und Nährstoffversorgung bzw. verbesserter Entsorgung von Abbauprodukten
Verbesserung der Stoffwechselqualität (Zunahme des Fettanteils an der Energieumwandlung, erhöhte Nutzung zuckerneubildender Stoffwechselwege)	Erhöhung der Förderkapazität (das Herzminutenvolumen steigt von 20 auf 30-40 l/min)		

### 1. mit Wirkung auf das Herz-Kreislauf-Geschehen

-Pulsfrequenz und systolischer Blutdruck in Ruhe und submaximaler Belastung	↓	Dies führt zu: Einsparung des Sauerstoffverbrauchs im Herzmuskel und damit zur <b>Ökonomisierung der Herzarbeit</b>
-Systolen- und Diastolendauer	↑	
-Schlagvolumen (ohne Herzvergrößerung)	↑	
-Peripherer Widerstand	↓	
-Kapillaroberfläche im Skelettmuskel	↑	
-Koronare Kollateralgefäße (bei vorliegender Koronarinsuffizienz)	↑	
Katecholaminausschüttung	↓	

### 2. mit Wirkung auf das Stoffwechselsystem

-Blutlaktatspiegel bei submaximaler Belastung	↓	Dies weist auf <b>Begünstigung des oxidativen Stoffwechsels</b> hin
-Laktatbeseitigung nach Belastung	↑	
-Bluttriglyzeridspiegel	↓	Dies bedeutet: <b>Zunahme des Fettstoffwechselanteils</b> in der Energiebereitstellung
-Lipaseaktivität	↑	
-Verhältnis freier Fettsäuren zu Glycerol	↓	
-HDL-Cholesterin	↑	Deutet auf erhöhte <b>Schutzwirkung gegenüber Atherosklerose</b> hin
-LDL-Cholesterin	↓	

### 3. mit Wirkung auf das Blutgerinnungsmuster

Fibrinolyse	↑	Dies bedeutet: <b>herabgesetzte Thrombusbildung im Blut</b> (geringeres Infarktrisiko)
Thrombozytenaggregation	↓	

Tabelle 14: Effekte des allgemeinen aeroben Ausdauertrainings (Weineck, 2000)

Im Einzelnen lassen sich diese Effekte, die eine große gesundheitliche Bedeutung für verschiedene Systeme des Körpers haben, folgendermaßen kommentieren:

#### Veränderungen am **Herz-Kreislauf-System**:

- Ein untrainiertes Herz wiegt im Mittel ca. 300 g, das Volumen beträgt 500-700 ml, was sich durch Ausdauertraining auf 900-1.400 ml mit ca. 500g Gewicht verändern kann, wodurch das Schlagvolumen auf ca. 150-200 ml steigt, statt 60-90 ml. Damit sinkt die **Herzfrequenz** in Ruhe im Durchschnitt auf 50-60 Schläge pro Minute statt 70-80 Schläge. Ab einem bestimmten Trainingsumfang steigt das Herzvolumen an (Sportherzausbildung nach ca. drei Jahren) mit vielen Vorteilen:
- In Ruhe kommt das Herz für das gleiche Herzminutenvolumen mit geringerer Schlagzahl aus, was sich wie auch unter Belastung durch die dort ebenfalls geringere Schlagzahl energiesparend auswirkt. Durch die niedrigere Schlagzahl steht während der Diastole mehr Zeit zur Verfügung, wodurch die **Herzdurchblutung** verbessert wird.
- Ebenfalls wird die Muskulatur besser durchblutet, was durch die Vergrößerung der **Kapillaraustauschfläche** geschieht (in Ruhe nur 3-5% geöffnet). Das Öffnen weiterer Kapillaren hat einen positiven Einfluss auf den Stoffaustausch und verändert insgesamt den Blutdruck, der mit zunehmender Kapillarfläche sinkt. Des Weiteren werden in der arbeitenden Muskulatur die Gefäße erweitert und in der nicht belasteten Region verkleinert, wodurch nun 80% der Gesamtblutdurchströmung der Muskulatur zur Verfügung stehen, während dies in Ruhe nur etwa 20% sind.
- Durch die Erhöhung des Blutvolumens um 10-20% und der Erhöhung der roten Blutkörperchen (Erythrozyten) steigt der **Hämoglobingehalt**, der für den **Sauerstofftransport** zu den Erfolgsorganen verantwortlich ist.

#### Veränderungen am **Atemsystem**:

- Unter normalen Umständen ist das Lungenvolumen bzw. die **Diffusionskapazität** bei Ausdauerleistungen nicht leistungsbegrenzend, dennoch lassen sich auch in diesem Bereich Adaptationserscheinungen auslösen, die vor allem mit Beginn des Jugendtrainings zu einem größeren Brustkorb mit einer Leistungslunge führen können. Dies führt zu einer **Atmungsökonomisierung**, ähnlich der des Herzens. Durch die Hypertrophie nimmt die Atemtiefe zu und demzufolge die Atemfrequenz ab. Vor allem zeigt sich eine Verbesserung der Vitalkapazität (maximale Luftmenge je Atemzug) und ein Absinken der Restluft (verbleibender Anteil an verbrauchter Luft je Atemzug) was insgesamt das Atemminutenvolumen ansteige lässt.

#### Veränderung an der **Muskelzelle**:

- Die Zahl und Größe der **Mitochondrien** steigt an, wodurch die aerobe Energiegewinnung verbessert wird. Wahrscheinlich ist der **leistungsrelevanteste Effekt** jedoch in der höheren Aktivität der Enzyme zur oxidativen Energiegewinnung zu suchen.
- Die **Energiespeicher** vergrößern sich, was sich zum einen im geringfügig höheren Gehalt an Adenosintriphosphat und Kreatinphosphat widerspiegelt, zum anderen auch im deutlichen Anstieg des Glykogendepots des Muskels. Da auch die intrazellulären Fettspeicher ansteigen, also diejenigen, die bei Belastung unmittelbar zur Verfügung stehen, wird bei submaximalen Belastungen das Muskelglykogen geschont.

#### Veränderung im **Fettstoffwechsel**:

- Durch Ausdauertraining werden die **Triglyceride** (Neutralfette) reduziert, da sie für die Energiegewinnung genutzt werden.
- Ausdauertraining lässt den HDL Spiegel ansteigen, wodurch das Risiko der **Arteriosklerose** sinkt; dies ist besonders hoch, wenn LDL: HDL größer als 4: 1 ist, was durch das Training beeinflusst werden kann.

In der folgenden Abbildung wird die akzentuierte Wirkung des Ausdauertrainings mit anderen Methoden kurz unkommentiert vorgestellt.

Methodenbezeichnung	mögliche Zielsetzungen, Anwendungen
Extensive Dauermethode	Ökonomisierung der Herzkreislaufarbeit, Erweiterung der Aeroben Kapazität (Grundbereich), Fettstoffwechseltraining, Regenerationsbeschleunigung, Stabilisierung eines Leistungsniveaus, Ökonomisierung der Bewegungstechnik
Intensive Dauermethode	Erweiterung der aeroben Kapazität (Entwicklungsbereich), Anheben der IANS/ANS, Glykogenstoffwechseltraining (Superkompensation), Laktatkompensation, Stabilisierung der Bewegungstechnik
variable Dauermethode	Erweiterung der aeroben Kapazität (wie bei extensiver und intensiver Dauermethode), Erhöhung der Belastungsverträglichkeit bei variierender Langzeitbelastung; Beschleunigung der Wiederherstellung bei Intermittierender Belastung, Variation der Bewegungsmuster (keine unerwünschte Stabilisierung)
extensive Intervallmethode +KZI (3-8 Min.) extensive Intervallmethode +MZI (1-3 Min.)	Erweiterung der aeroben Kapazität (Entwicklungsbereich), Anheben der IANS/ANS, Laktatkompensationstraining, Entwicklung der anaeroben-laktaziden Kapazität, Kraftausdauertraining
intensive Intervallmethode +KZI (20-40Sek.) intensive Intervallmethode +MZI (50-90 Sek.)	Entwicklung und Erweiterung der anaeroben-laktaziden Kapazität, Säuretoleranztraining, Verbesserung der kurzfristigen Erholungsfähigkeit, Bewegungstechnik mit Wettkampfschwindigkeit, Schnelligkeitsausdauer- und Kraftausdauertraining
intensive Intervallmethode +extreme KZI (5-9 Sek.)	Erweiterung der anaeroben-alaktaziden Kapazität, Verbesserung der Laktatelimination, Schnelligkeits- und Schnellkraftausdauertraining, Förderung der aeroben Leistungsfähigkeit
Wiederholungsmethode +LZI (3-8 Min.) Wiederholungsmethode +MZI (1-2 Min.) Wiederholungsmethode +KZI (20-30 Sek.)	Anpassung an wettkampfspezifische Belastungen, Erweiterung der komplexen Funktionsamplitude, Schnelligkeitsausdauer- und Kraftausdauertraining
Wettkampf- oder Kontrollmethode	Entwicklung der wettkampfspezifischen Ausdauer, Erweiterung der spezifischen Leistungsfähigkeit auf höchstem Funktionsniveau, Erfahrungserwerb und Anwendung taktischen Verhaltens.

KZI, MZI, LZI = Kurz-, Mittel-, Langzeitintervall; IANS/ANS = (individuelle) anaerobe Schwelle

Tabelle 15: Effekte der speziellen Methoden (Zintl, 1994)

## 2.8. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht

Im Wesentlichen sind keine Besonderheiten zu vermerken. Im Altersgang lässt zwar die Ausdauer nach, aber vor allem aufgrund fehlender Bewegungsreize. Sie ist bei Gesunden ohne weiteres auch im Alter gut trainierbar. Der Unterschied bei den Geschlechtern wird in erster Linie durch das kleinere Herz der Frau bestimmt, was aber bei einem in der Regel kleineren Körper absolut nur geringen Einfluss hat.

## 3. Training der Kraft

**Mit diesem Kapitel sollten Sie Frage 5 und 6 aus Kapitel 11. Kontrollfragen beantworten können!**

Die Kraft hat für das Training im Fitness-Studio die hervorragende Bedeutung. Fitness-Studios der ersten Generation („Mucki-Buden“) waren sogar fast ausschließlich auf Krafttraining ausgerichtet.

### 3.1. Definition Kraft

Kraft lässt sich **physikalisch** definieren als Produkt aus Masse mal Beschleunigung. Die Einheit der Kraft ist `Newton`, die Einheit der Masse `Kilogramm` und die Einheit für Beschleunigung `Meter pro Sekunde<sup>2</sup>'. „Für die Kraft gilt demnach die folgende **Grundgleichung der Mechanik nach Newton**:

$$\text{Kraft} = \text{Masse} * \text{Beschleunigung}$$

$$F = m \times a$$

$$1 \text{ N} = \text{kg} \times \text{m} / \text{s}^2$$

Kraft ist damit die Ursache von Bewegungsänderung oder Formveränderung an Körpern.

Die rein physikalische Betrachtung muss aus **biologischer** bzw. **physiologischer Sicht** ergänzt werden. Die folgende Definition geht dabei über die rein mechanische Betrachtungsweise hinaus und bezieht die Art des **Nerv-Muskelzusammenspiels** mit ein.

Kraft ist demnach die Fähigkeit des Nerv-Muskelsystems, aufgrund von Erregungs- und Stoffwechselprozessen in der Muskulatur, einen äußeren Widerstand zu **überwinden** (konzentrische Muskelaktion), ihm **entgegenzuwirken** (exzentrische Muskelaktion) oder ihn zu **halten** (isometrische Muskelaktion). Kraft ist somit die wirkende Ursache für Bewegung (vgl. auch Ehlenz et al, 1991).

### 3.2. Trainingsziele Kraft

Die Ziele beim Krafttraining können je nach Alter, Geschlecht, Trainingszustand etc. sehr unterschiedlich sein, da z.B. sowohl mehr die Leistung erhaltende als auch verändernde Ziele im Vordergrund stehen können.

Ursprünglich wurden Trainingsmaschinen vorwiegend im Bereich des Leistungssports eingesetzt, hier besonders in kraftabhängigen Disziplinen der Leicht- und Schwerathletik oder des Gewichthebens sowie des Powerliftings (Kraft-Dreikampf), um die Krafftfähigkeiten der Athleten zu verbessern. Später wurde dann auch das Gerätetraining vereinzelt als begleitendes Basistraining in anderen Sportarten, wie Spielsportarten und Zweikampfsportarten (Ringen u. a.), durchgeführt. Im Fitness Studio haben sich aber eine Reihe anderer Ziele etabliert.

Bei den **präventiven Zielen** stehen der Erhalt und die Verbesserung der Leistungsfähigkeit und der Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungsapparates im Vordergrund. Ebenso ist eine Verringerung des Verletzungs- und Verschleißrisikos im Alltag, bei der Arbeit und im Sport angestrebt.

Bei den **rehabilitativen Zielen** ist die Beschleunigung der Genesung nach Verletzungen oder operativen Eingriffen am Bewegungsapparat, z. B. nach Bandscheibenvorfällen, Knochenbrüchen, Bänderrissen zu nennen. Neben dem raschen Wiederaufbau der muskulären Leistungsfähigkeit nach beschwerde- und verletzungsbedingten Ruhepausen dient diese Form der Rehabilitation auch der Verringerung bzw. Vermeidung von Beschwerden und funktionellen Einbußen bei dauerhaft (chronisch) oder gelegentlich (latent) auftretenden Beschwerden am Bewegungsapparat, wie z. B. Rückenschmerzen oder Kniebeschwerden.

Das **Ziel der Leistungssteigerung** haben vor allem Sportler, die mit dem Kraftzuwachs bzw. der Krafftähigkeit eine wichtige Grundlage für die meisten Sportarten erwerben. Darüber hinaus kann das Training auch zum Ausgleich (zur Kompensation) der Kraftdefizite für die nicht speziell trainierten Muskelgruppen bei Sportarten mit einseitiger Kraftbeanspruchung eingesetzt werden. Besonders im **Bodybuilding** hat das Gerätetraining von Beginn an großen Anklang gefunden und sich schnell zum hauptsächlichen Trainingsinhalt entwickelt, da durch das Training die Hypertrophie der Muskulatur und die Proportionierung der einzelnen Körperregionen erzielt werden kann.

Meistens ist aber, bei Männern wie bei Frauen, die **Körperformung** der Grund zum Besuch eines Fitnessclubs. Außer für das allgemeine Ziel ‚Körperkräftigung‘ wird das Krafttraining hier mit dem speziellen Ziel durchgeführt, um z.B. bei Übergewicht eine Reduzierung des Körpergewichts zu erreichen (Abnehmen, häufig bei Frauen). Das gelingt durch umfangs- und intensitätsbetontes Training im Sinne der Gewebestraffung (Bodyshaping). Vor allem bei Männern dominiert dagegen das Ziel der Profilierung der Muskulatur bzw. des Aufbaus von Muskelmasse. In beiden Fällen gilt: Mehr Muskelmasse bedeutet auch relativ gesehen eine Verringerung des Körperfettanteils und durch den dadurch erhöhten Grundumsatz kann sich über lange Zeit gesehen auch der absolute Fettanteil reduzieren.

### 3.3 Arten der Kraft

Bei den Arten der Kraft wird die **Arbeitsweise**, die **Kontraktionsform** und der **Charakter** unterscheiden (vgl. folgende Tabelle).

Arten der Kraft				
<b>Arbeitsweise</b>	statisch		dynamisch	
<b>Kontraktionsform</b>	isometrisch		iso-tonisch	auxo-tonisch
<b>Charakter</b>	konzentrisch	exzentrisch	konzentrisch	
				exzentrisch

Tabelle 16: Arten der Kraft

Die Arbeitsweise ist **statisch**, wenn der Muskel **Haltearbeit** verrichtet. Die Kontraktionsform ist dann isometrisch, weil sich die Spannung verändert, aber die Länge des Muskels konstant bleibt. Trotzdem wird hier zwischen einem konzentrischen und exzentrischen Charakter unterschieden, bei dem es um die Richtung der Arbeit des Muskels im Verhältnis zur **Erdanziehungskraft** geht, also eher mit der Absicht, diese trotz hoher Last zu überwinden oder dieser entgegenzuwirken.

Bei der **dynamischen Arbeitsweise** unterscheidet man drei Kontraktionsformen, wovon die Isotonische nur im Versuchsaufbau es vivo und die isokinetische nur mit aufwändigen Maschinen durchzuführen ist. Dadurch werden äußere Kräfte so hoch gehalten, dass das Nerv-Muskel-System in jeder Phase der Bewegung gegen angepasste hohe Widerstände mit **gleichmäßiger Geschwindigkeit** (iso = gleich, kinesis = Bewegung) tätig sein muss. Diese gleichmäßige Geschwindigkeit ist i.d.R. nur mit computergesteuerten Geräten zu erreichen. Die apparativen Erfordernisse sind sehr kostenintensiv, so dass eine Anschaffung solcher Geräte in erster Linie im Rehabilitationsbereich erfolgt, wo sich das isokinetische Training auch als besonders wirkungsvoll erwiesen hat. Besonders empfehlenswert ist diese Trainingsform aber auch entsprechend ihrer Charakteristik in Sportarten mit geschwindigkeitskonstanten Bewegungen, wie im Schwimmen.

Bei den meisten Alltagsbelastungen beruht die dynamische Kontraktion dagegen im Normalfall auf der **auxotonischen** Muskelkontraktion. Der Muskel muss sich wegen der ständig **variierenden Gelenkwinkel** und **Geschwindigkeiten** mit stets wachsender oder abfallender Spannung kontrahieren. Durch fortgesetztes Zu- und Abschalten motorischer Einheiten passt sich der Muskel diesen sich immer wieder ändernden Kraftanforderungen an. Allerdings ist auch jede dynamische Arbeitsweise ganz zu Beginn isometrisch. Denn zunächst muss die Spannung im Muskel allmählich soweit erhöht werden, dass sie größer als der äußere Widerstand ist (isometrische Phase; Dauer in der Regel allerdings nur wenige Millisekunden). Erst dann kann die Bewegung als dynamische Phase erfolgen. Sowohl während der statischen als auch während der dynamischen Arbeitsweise des Muskels können die entfaltenen Kräfte **konzentrischen** oder **exzentrischen** Charakter haben.

Ist die Arbeit mit einer Verkürzung der tätigen Muskeln verbunden, oder wird eine **Verkürzung angestrebt**, dann spricht man vom konzentrischen Charakter der Arbeit.

Ist die Arbeit mit einer gleichzeitigen **Dehnung der verkürzten Muskeln** verbunden oder wird die Dehnung angestrebt – und zwar bei weiterhin bestehender Anspannung der Muskeln –, dann spricht man von exzentrischer Arbeit. (Diese ist nicht mit der isolierten Dehnung **ohne** Muskelspannung, häufig auch als `Stretching´ bezeichnet, zu verwechseln!).

### 3.4 Einflüsse auf das Kraftverhalten

- **Muskelfasertypen**

Erfahrungen aus der Praxis zeigen, dass nicht alle Sportler durch die gleichen Trainingsmaßnahmen auch den gleichen Erfolg erzielen. Dies hängt damit zusammen, dass bei jedem der Anteil der **Muskelfasertypen** verschieden ist. Wie im Lehrheft `Anatomie und Physiologie´ beschrieben, wird in ST-, FTG- und FTO-Fasern unterschieden, wobei die FTG-Fasern für das intensive Krafttraining die größte Bedeutung haben und die FTO-Fasern bei langjährigem aeroben Ausdauertraining die Eigenschaften der ST-Fasern annehmen können.

Die Zusammensetzung des Skelettmuskels aus den Fasertypen ist für beide Geschlechter anlagebedingt. Der überwiegende Teil der Bevölkerung zeigt nach den gängigen Lehrmeinungen zufolge ein Ausstattungsverhältnis von etwa 50 - 60 % ST-Fasern und 40 - 50 % FT-Fasern (davon ca. 60 % FTO, 40 % FTG). In Einzelfällen kann das Verteilungsmuster jedoch bis zu einem Verhältnis von 90:10 bzw. 10:90 abweichen (Hollmann/Hettinger 1980). Solche Personen sind dann die `geborenen´ Marathonläufer bzw. Sprinter.

Unabhängig von der prozentualen Faserverteilung werden bei **langsamen Bewegungen** bis zu ca. 40 % der maximalen Belastungsintensität vorwiegend ST-Fasern beansprucht. Erst bei weiter steigender oder von Beginn an höherer Belastung schalten sich entsprechend die FTO- und FTG-Fasern zu, bis das Maximum des Fasereinsatzes von 80 - 90 % erreicht ist. Die Muskeln verfügen dann stets noch über eine sog. Faserreserve (autonom geschützte Reserve), d. h. es kommen nie alle Fasern gleichzeitig zum Einsatz. Dies bedeutet, dass für die **Effizienz eines maximalen Fasereinsatzes** nicht nur der richtige, hohe Bewegungswiderstand wichtig ist, sondern auch eine explosive Bewegungsausführung. Ein Maximalkrafttraining dieser Art ist somit auch geeignet, über den Einsatz der weißen Muskelfasertypen die Schnellkraftleistung zu verbessern.

- **Muskel-Sehnen-System**

Eine größere **Muskelmasse** beeinflusst das Kraftverhalten wegen des dann vorhandenen größeren Muskelquerschnitts positiv. Der Einfluss der Muskel- und Sehnenelastizität bewirkt eine Steigerung des Kraftverhaltens nicht über die **Elastizität** im Sinne von Dehnbarkeit, sondern im Sinne des Bestrebens der gedehnten, elastischen Muskel-Sehnen-Struktur (tendomuskuläre Struktur), sich wieder auf die ursprüngliche Ruhelänge zusammenzuziehen. Zu diesen elastischen Kräften zählen wir neben den Sehnen auch bedingt das

Bindegewebe im Muskel und besonders die sog. Titinfilamente. Dagegen sind die **enzymatische Kapazität** und **Kapillarisation** des Muskels eher von Bedeutung bei der Energiebereitstellung während der anaeroben Trainingseinheiten, auch im Sinne des Kraftausdauertrainings, sowie im Anschluss an diese Belastungen zwecks Regeneration.

- Neuronale Einflussgrößen

Die Innervation der Muskelfasern, also die Ansteuerung der Muskelfasern durch Nerven, erfolgt durch große oder kleine motorische Nervenzellen - je nachdem, welche Muskelfasern innerviert werden müssen. Die Menge an Muskelfasern, die ein Nerv ansteuern kann, reicht von ca. 10 in der Finger- bis zu etwa 2000 Fasern in der Oberschenkelmuskulatur, also je feiner die Bewegung, desto weniger Muskelfasern gehören zu einer motorischen Einheit. Der Grad der intramuskulären Koordination und damit die Höhe der Faseraktivierung ist neuromuskulär je nach Trainingszustand bis maximal 70 % (untrainiert) bzw. bis 95 % (trainiert) aller Fasern willkürlich möglich. Diese Aktivierungsfähigkeit ist abhängig von der **Rekrutierung, Frequenzierung und Synchronisation**.

Bei langsamen Willkürkontraktionen mit 50 % der Maximalkraft werden ca. 80 % der Fasern aktiviert; die restlichen 50 % der Kraft werden von den verbleibenden 15-20 % der Fasern erbracht. So ist demzufolge jeder Einheit ein Kraftwert zuzuordnen, ab der sie für die entsprechende Last innerviert wird. Diesen Kraftwert nennt man **statische Rekrutierungsschwelle**. Bei schnellen Willkürkontraktionen mit **steilem Kraftanstieg** werden die Fasern auch schon unterhalb dieser Schwelle aktiviert, um die Steilheit zu ermöglichen, wir sprechen dann von der **dynamischen Rekrutierungsschwelle**.

Die Maximalkraft wird von der Vollständigkeit der Rekrutierung beeinflusst, während die Explosivkraft von der Schnelligkeit der aufeinander folgenden Aktivierung der motorischen Einheiten beeinflusst wird, die sog. Frequenzierung. Die **Frequenzierung** kann zwar nicht, wie die Rekrutierung, die Maximalkraft beeinflussen, wohl aber die Steilheit des Kraftanstieges. Somit sind beide eng miteinander verknüpft.

Die **Synchronisation** ist notwendig, um mehrere motorische Einheiten zeitgleich oder zeitversetzt, je nach benötigtem Kraftaufwand, zu innervieren. Dies kann intra- und intermuskulär geschehen. Zur **Reflexförderung** zählt der Dehnreflex im so genannten Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ, schnelle Abfolge von exzentrischer und konzentrischer Muskel-Belastung), der mit zunehmender Dehngeschwindigkeit zunimmt.

### 3.5. Erscheinungsformen der Kraft

Die Kraft äußert sich vornehmlich als **Maximalkraft, Schnellkraft** und **Kraftausdauer**. Diese Dreiteilung stammt aus der Sportpraxis und frühen Trainingslehre von Toni Nett (1964) und hat sich bis heute bewährt. Allerdings werden die drei Formen bzw. `Subkategorien der Kraft´ nach heutigem Stand nicht mehr als gleichwertig angesehen, sondern Schnellkraft und Kraftausdauer werden

der Maximalkraft unterstellt, da deren Ausprägung abhängig ist bzw. beschränkt wird durch die **Höhe der Maximalkraft** (vgl. Abb.).

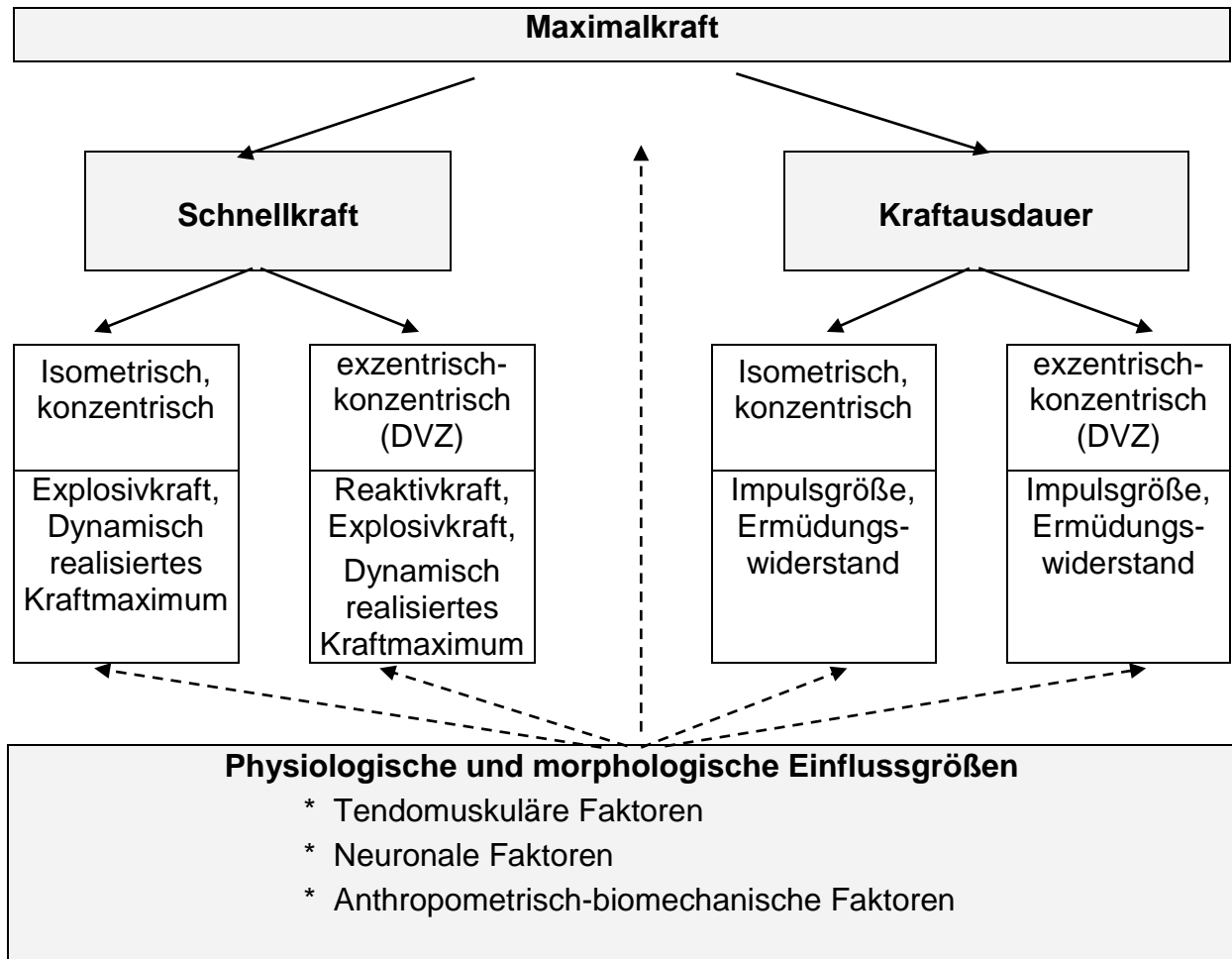


Abbildung 5: Struktur der Krafftigkeiten und –komponenten (vgl. Güllich & Schmidtbleicher, 2000)

### • Maximalkraft

Die **Maximalkraft** ist die größtmögliche Kraft, die willkürlich aktiviert werden kann, weshalb sie auch in ihrer ein Mal realisierten dynamischen Form als **One Repetition Maximum** (ORM) bzw. **Einer-Wiederholungs-Maximum (1 WM)** bezeichnet wird. Sie ist durch das Training der **intramuskulären Koordination** bis auf 90/95% der **Absolutkraft** (die höchste willkürlich und unwillkürlich zu erzeugende Kraft) zu steigern. Somit ist die Maximalkraft der willentlich beeinflussbare Anteil der Absolutkraft, oder die durch den physiologischen Querschnitt bestimmte Kraft. Die **autonom geschützte Reserve** bildet die Differenz vom 'ORM' zur Absolutkraft und ist nur unwillkürlich in lebensbedrohlichen Situationen abrufbar, bzw. in Laborversuchen durch Elektrostimulation oder durch ggf. durch Doping.

Die **intramuskuläre Koordination (IK)** beschreibt die **Anzahl der aktivierten motorischen Einheiten** eines Muskels. Da die Reizschwelle der einzelnen motorischen Einheiten unterschiedlich ist, werden bei einem schwachen Reiz nur die leicht erregbaren Einheiten angesprochen. Dadurch ist eine abgestufte Kontraktion des Gesamtmuskels möglich. Ein Kräfteinsatz bzw. eine Bewegung, wie das Heben einer Hantel, lässt sich umso feiner abstufen, je weniger Muskelfasern zu einer Einheit gehören. Andererseits gilt, dass die intramuskuläre Koordination umso besser ist, je weniger motorische Einheiten für einen gegebenen Bewegungsablauf eingesetzt werden müssen. Dadurch bleibt eine große Reserve an motorischen Einheiten, die für diesen Bewegungsablauf einsetzbar sind, so dass damit auch die Kraft und die Kontraktionsgeschwindigkeit noch gesteigert werden können.

Die Ermittlung des `ORM` (1 WM; auch 1er Maximum) erfolgt im Maximalkrafttest (vgl. Heft `Diagnostik`). Die Maximalkraft tritt theoretisch sowohl in isometrischen als auch in dynamisch-konzentrischen und dynamisch-exzentrischen Maximalkontraktionen auf, weshalb man wegen der Arbeitsweise und des Charakters eigentlich auch drei Arten der Maximalkraft unterscheiden müsste. In der Praxis ist diese Gliederung aber nicht sinnvoll, da die isometrische und die dynamische Maximalkraft annähernd gleich sind (die Übereinstimmung beträgt ca. 90 %; Korrelation von  $r = .92$  bis  $.96$ ).

Die Entfaltung der **Maximalkraft** enthält immer statische (isometrische) und dynamische (auxotonische) Anteile und zwar in der Form, dass bei der Kraftentfaltung die Kontraktion so lange **isometrisch** bleibt, wie die muskulären Kräfte die Last noch nicht überwinden können bzw. bis sie der Last schließlich entsprechen. Sobald aber die Kraftentfaltung des Muskels die äußere Last überschreitet (das Gewicht bewegt sich) sprechen wir von **konzentrischer Kontraktion**. Demzufolge wird der beschleunigungswirksame Anteil der Kraft immer geringer, je näher man sich der Maximalkraft nähert und dies theoretisch so lange, bis die Beschleunigung bei Null liegt, womit dann die konzentrische Kraft in die isometrische Kraft übergeht (vgl. physikalische Formel:  $\text{Kraft} = \text{Masse} \cdot \text{Beschleunigung}$ ). Und das ist bei der Maximalkraft der Fall.

Die **exzentrische Maximalkraft** muss dagegen gesondert betrachtet werden, da sie die **größte Maximalkraft** ist. Die exzentrische Maximalkraft, die bei Dehnung eines gleichzeitig maximal kontrahierten Muskels vorliegt, zeigt höhere Werte als die statische Maximalkraft (5-40 %, je nach Muskelgruppe und Trainingszustand). Bei der exzentrischen Maximalkraft können Lasten noch kontrolliert abgebremst werden, für die die isometrische Maximalkraft, geschweige denn die konzentrische Maximalkraft, nicht mehr ausreicht. Dies liegt an der Besonderheit der Arbeitsweise der Muskulatur während der Exzentrik: Hier addieren sich die willkürlich erreichbaren Anspannungs- bzw. Kontraktionskräfte, die reflektorische Aktivierung von Muskelfasern durch den Dehnungsreflex (= Muskelspindelreflex) und die passiven Elastizitätskräfte, besonders die der Titinfilamente (vgl. `Dehnungseigenschaften des Muskels` im Kapitel `Vermutete Effekte des Dehnens`).

Die Differenz zwischen statischer (isometrischer) und dynamisch-exzentrischer Kraft bezeichnet man auch als **Kraftdefizit**.

Bei untrainierten Personen beträgt das Kraftdefizit für die Armstrecker 25-40%, für die Kniegelenkstreckmuskulatur zwischen 5% und 30% und für die Kniegelenkbeuger häufig unter 10%. Bei Trainierten kann das Kraftdefizit bis auf 5% und weniger sinken.

Je geringer dieses Kraftdefizit bei einem Maximalkrafttest ausfällt, desto höher ist der **Qualitätsgrad** bzw. der Trainingszustand der 'willkürlichen Aktivierungsfähigkeit' (intramuskuläre Koordination) der Muskulatur. Umgekehrt gilt, dass bei einem großen Kraftdefizit durch Training eher die willkürliche Aktivierungsfähigkeit der Muskulatur, bei einem kleinen Kraftdefizit dagegen eher die Hypertrophie (Muskelquantität) angesteuert werden sollte.

Die **Maximalkraft** ist abhängig von der Größe des Muskelquerschnitts und von der intramuskulären Koordination, mit der die Anzahl der **gleichzeitig einsetzbaren Muskelfasern** beschrieben wird. Je mehr von ihnen synchron aktiviert werden können, umso höher ist die daraus resultierende Maximalkraft. Demnach steigt die Maximalkraft nicht nur mit der Muskelmasse, sondern auch und vor allem in Verbindung mit der Fähigkeit, möglichst viele Muskelfasern gleichzeitig bei einem Krafteinsatz zu aktivieren. Das bedeutet für die Trainingspraxis im Krafttraining, nicht nur Trainingsreize für die Erhöhung des Muskelfaserquerschnitts zu setzen (wie häufig im Bodybuilding), sondern auch für die intramuskuläre Koordinationsfähigkeit der Muskulatur (wie im Gewichtheben), also auch Wert auf das Zusammenspiel möglichst vieler motorischer Einheiten eines Muskels zu legen. Als motorische Einheit werden Verbindungen zwischen Nervenzellkörper (Motoneuron), Nervenfasern (Neurit) und Anknüpfstellen an den versorgten Muskelfasern (motorische Endplatte) bezeichnet.

- **Schnellkraft**

Die Schnellkraft ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, Widerständen auf einem vorgegebenen Weg bzw. einer festgelegten Zeit einen möglichst hohen Kraftstoß (Impuls) zu erteilen (vgl. Bührle 1985; Güllich & Schmidtbleicher, 2000).

Sportpraktisch bedeutet dies, dass die Schnellkraft die Beschleunigung bzw. Geschwindigkeit, die Sportler ihrem eigenen Körper oder Teilen des Körpers bzw. eine Sportgerät verleihen, begrenzt. Theoretisch ist die Aussage zerlegbar in einen **Impuls**, der sich durch die **Steilheit des Kraftanstiegs** auszeichnet, in das letztlich **realisierte Kraftmaximum** und in die **Impulsdauer**, also den Beschleunigungsweg, der in den meisten Sportarten begrenzt ist. Aus diesem Grund sind die zwei wesentlichen Faktoren der Schnellkraft das realisierte Kraftmaximum und der Impuls. Je kürzer die Zeit der Beschleunigung ist (unter 200 msec.), desto bedeutender wird der Faktor Impuls, der auch als **Explosivkraft** bezeichnet wird. Bei längeren (über 200 msec) Beschleunigungswegen gewinnt der Faktor Kraftmaximum an Bedeutung.

Eine besondere Form der Schnellkraft findet sich als **Reaktivkraft** im sogenannten Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (DVZ). Der DVZ ist eine exzentrisch-konzentrische Muskelaktion. Die Reaktivkraft ermöglicht es, aus einer abbremsenden (exzentrische) Kraft möglichst schnell in eine

beschleunigende (konzentrische) Kraft zu wechseln, wie z. B. beim Absprung oder dem Sprintlauf. 90% aller sportlichen Bewegungen beinhalten einen DVZ, der in einen kurzen und langen DVZ unterteilt wird < 170 / 200 msec oder > 200 msec).

- **Kraftausdauer**

Die **Kraftausdauer** ist die von der Maximalkraft abhängige Ermüdungswiderstandsfähigkeit gegen lang dauernde, sich wiederholende Belastungen bei statischer oder dynamischer Muskelarbeitsweise. Kraftausdauer ist also die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, eine möglichst hohe Impuls- bzw. Kraftstoßsumme in einer gegebenen Zeit gegen höhere Lasten zu produzieren, ohne zu ermüden (vgl. auch Güllich & Schmidtbleicher, 2000).

Zur Abgrenzung des Kraftaspektes vom Ausdaueraspekt wird in der Regel als Last 30 % des `ORM´ angegeben, wobei sich in der Praxis von Trainierten häufig eine Last von 50 % als angemessener zeigt. Nur dann erfolgt eine anaerobe Energiebereitstellung innerhalb der bis zu 2 Minuten langen Belastungsintervalle. Dass die Kraftausdauer überwiegend von der Maximalkraft abhängt (vgl. Abbildung `Struktur der Krafftfähigkeiten und –komponenten´) wird damit erklärt, dass im DVZ bei Kraftausdauerbelastungen die absoluten Ergebnisse stärker durch die relative Schnellkraft als durch die Ermüdungsresistenz bestimmt werden. So setzt sich die Kraftausdauer aus **zwei Komponenten** zusammen: Aus der **Größe der Einzelkraftstöße** und aus der Fähigkeit, die **Reduktion der Kraftstöße** möglichst gering zu halten (vgl. Güllich & Schmidtbleicher, 2000). Die von der Maximalkraft stark abhängige Explosivkraft bestimmt hier vor allem die Güte und Stärke der Einzelkraftstöße, weshalb die Kraftausdauer in erster Linie von der Maximalkraft abhängt.

Die **Ermüdungskomponente** wird bei Belastungen von bis zu 10 Sekunden von der effektiven Übertragung des neuronalen Impulses begrenzt, oberhalb der 10 Sekunden entsteht die Reduzierung des Leistungsvermögens durch die Reduzierung der energiereichen Phosphate.

Typische **Beispiele für Sportarten** mit Kraftausdauercharakter sind im statischen Fall das Geräteturnen oder im dynamischen Fall das Rudern.

### 3.6. Trainingsmethoden Kraft

Krafttraining wird im allgemeinen mit Muskelwachstum und Massezunahme verbunden, obwohl diese muskulären Einflüsse nur ein kleiner Teil des Faktor-komplexes Kraft sind. Im Folgenden werden die Trainingsmethoden nach ihren **Wirkungen** eingeteilt, was die Zuordnung von Methode und Ziel ermöglicht. (Gleichzeitig wird in Klammern die Art der Muskeltätigkeit angegeben).

Für die **Reizkonfiguration** der Methoden werden üblicher Weise die Belastungsnormative genutzt, wobei es aber gerade im Krafttraining Sinn macht, die **Kontraktionsgeschwindigkeit** (Trainingsqualität) und die **Art der Kraft** mit einzubeziehen. Dass bei den Belastungsnormativen die Intensität nicht ganz stimmig in Prozent bezüglich des 1er Max. angegeben wird, wurde bereits erwähnt. Dies liegt

daran, dass die gesamte Reizkonfiguration aus den Erfahrungswerten erfolgreicher Trainingsgruppen von Schwer- und Leichtathleten entstanden ist, und die zugehörigen Untersuchungen sich im Wesentlichen nur auf die untere Extremität bezogen haben. Für eine Übertragung auf die obere Extremität bedeutet das, aufgrund des höheren FT-Faseranteils, dass i.d.R. bei gleicher Reizintensität eine etwas geringere Reizdauer und -häufigkeit notwendig ist.

### • Trainingsmethode zur Steigerung der Muskelmasse

(Methode der wiederholten submaximalen Belastungen bis zur Erschöpfung)  
Diese Methode mit dem Ziel der Steigerung der **Hypertrophie** (Zunahme der Muskelmasse) bedeutet immer ein Training bis zur Erschöpfung mit folgender submaximaler Reizkonfiguration:

60-85 %	Reizintensität bzgl. des 1er Maximums
6-20	Wiederholungen pro Serie
5-6	Serien je Muskelgruppe pro Trainingseinheit
2-3	Minuten Serienpause
langsam	
bis zügige	Kontraktionsgeschwindigkeit.

Bei der Hypertrophie geht man von einem **Wirkungskomplex** zur Auslösung des Muskelwachstums aus. Wahrscheinlich ist es die hohe Spannung über längere Zeit, die zur weitgehenden, aber nur kurzfristig anhaltenden Ausschöpfung der energiereichen Phosphate führt, und dabei die H<sup>+</sup>-Ionen Konzentration so stark ansteigen lässt, dass es zur Übersäuerung kommt. Studien zeigen nach Belastungen mit 5 Sätzen à 12 Wiederholungen mit 45 Sekunden Belastungsdauer je Satz Laktatwerte im zweistelligen Bereich, z.T. bis zu 20mmol/l Blut. Parallel dazu kommt es zu Mikrotraumen (Mikroverletzungen), die jedoch innerhalb der folgenden 8 bis 15 Tage (!) durch Reparaturmechanismen wieder vollständig repariert werden, die allerdings ebenfalls als auslösender Reiz für das Muskelwachstum gelten könnten (wie die Devise der Bodybuilder andeutet: „No pain, no gain!“ bzw. „Go hard or go home“). Als **Anpassungserscheinung** an diese Trainingsmethode ist vorwiegend das Muskelwachstum zu erwarten, d.h. also eine Vergrößerung der Maximalkraft durch die Querschnittvergrößerung des Muskels, z. T. aber einhergehend mit Verlusten der Explosivkraft.

### • Trainingsmethode zur Entwicklung der willkürlichen Aktivierungsfähigkeit

(Methode der kurzzeitigen maximalen und explosiven Kontraktionen zur Steigerung der willkürlichen neuromuskulären Aktivierungsfähigkeit)

Für die **neuronale Anpassung** ist es notwendig, möglichst viele alpha-Motoneurone gleichzeitig mit einer hohen Aktivierung anzusprechen, d.h. es sind Methoden der maximalen explosiven Kontraktion einzusetzen, um die **intramuskuläre Koordination** zu verbessern. Diese hohen willkürlichen Nervenrekrutierungen werden nur bei Lasten über 90 % des 1er Max. erreicht und setzen eine schnelle

Kontraktion voraus, um **steile Kraftanstiege** hervorzurufen. Es gilt folgende Reizkonfiguration:

90-100 %	konzentrisch; Reizintensität des 1er Maximums
über 100 %	isometrisch
120-140 %	exzentrisch
1-3	Wiederholungen pro Serie
2-8	Serien je Muskelgruppe pro Trainingseinheit
über 6	Minuten Serienpause
explosive	Kontraktionsgeschwindigkeit (wird angestrebt!- ist aber wegen der hohen Last nicht sichtbar!)

Die **willkürlich realisierbare** neuromuskuläre Aktivierung ist bei unilateralen (einarmig/-beinig) Maximalkontraktionen höher als bei bilateralen und damit gemäß dem Trainingsziel eigentlich vorzuziehen. Unter einer explosiven Kontraktionsgeschwindigkeit ist nicht eine schnelle Lastbewegung zu verstehen (diese wäre nur mit niedrigeren Intensitäten zu erreichen), sondern die Anforderung an das Nerv-Muskel-System in kürzester Zeit einen steilen Kraftanstieg durch hohe Rekrutierung und Frequenzierung zu ermöglichen. Aufgrund dieser hohen neuronalen Belastung ist eine Serienpausenzeit von z. T. über sechs Minuten notwendig, um das Fortleitungsvermögen vor allem auf spinal-segmentaler Ebene wieder zu ermöglichen. Da die Regeneration des Muskels und des Herz-Kreislaufsystems wesentlich schneller ist, kann in der Praxis die Serienpause durchaus für das Training anderer Muskelgruppen genutzt werden.

**Supramaximale exzentrische Bewegungen** (120-140%) weisen zwar keine explosiven Kontraktionsmerkmale mehr auf, aber in Versuchen wurden dennoch Verbesserungen in der Explosivkraft ermittelt, was auch an Anpassungserscheinungen in den Sehnen und Bindegewebsanteilen der Muskeln, sowie an der hohen FT-Faser Aktivierung liegen dürfte. Bei hoher FT-Faser Aktivierung kommt es durch die erhöhte traumatische Anfälligkeit (Muskelkater) dieser Fasern zu Anpassungen in den Bindegewebsanteilen des Muskels (sog. `Stiffness´ =Verhärtung) und damit im Folgenden bei Explosiv-Kontraktionen zu verbesserter Kraftübertragung aufgrund der Zugdämpfung. Somit liegen die Anpassungserscheinungen vorwiegend in der erhöhten Explosivkraft. Eine hohe FT-Aktivierung auf maximalem Niveau kann jedoch nur kurzzeitig gehalten werden (Versuche mit EMG sprechen von 500 msec.), so dass für die Praxis z.B. ein Anreißen des Gewichtes bzw. kleine Bewegungen mit hoher Geschwindigkeit als empfehlenswert herausgestellt haben.

#### • Trainingsmethoden zur Entwicklung der Reaktivkraft

(Methode der wiederholten Belastungen im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus zur Steigerung der Reaktivkraft)

Die **Reaktivkraft** ist diejenige Kraft, die es ermöglicht, aus einer exzentrisch abgebremsten Bewegung möglichst schnell und kraftvoll in eine konzentrisch beschleunigte Bewegung zu wechseln, weshalb sie für den größten Teil aller sportlichen Bewegungen von großer Bedeutung ist.

Die Reizkonfiguration für die Verbesserung der Reaktivkraft in einem **kurzen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus** (der vorwiegend mit sog. Drop Jumps mit einer Kontraktionsdauer <170 / 200 msec trainiert wird) sind:

0 %	Reizintensität des 1er Maximums
100 %	der maximalen Sprungleistung
10-12	Wiederholungen pro Serie
> 6-?	Sekunden Pause zwischen den Wiederholungen
3-5	Serien pro Muskelgruppe je Trainingseinheit
> 10-?	Minuten Serienpause
explosive	Kontraktionsgeschwindigkeit

Ein kurzer DVZ, wie er durch **Drop-Jump** trainiert wird, findet sich z.B. beim Seil springen, bei allen Sprintschritten oder beim letzten Schritt vor dem Absprung aus hohen Geschwindigkeiten (z.B. Weitsprung). Durch das Training mit Drop-Jumps soll die **Stützphase** möglichst minimiert werden, und damit der sog. Reaktivitätsindex (RI = Flughöhe / Kontaktzeit) gesteigert werden. Mit zunehmender Fallhöhe nimmt die Dehngeschwindigkeit der Muskulatur zu, was bis zu einer individuell optimalen Fallhöhe zur Verbesserung der **Dehnreflexaktivität** führt, so dass somit die Anpassungen vorwiegend in der Reaktivkraft liegen, also die zeitliche Verkürzung des DVZ.

Die Reizkonfiguration für die Verbesserung der Reaktivkraft in einem **langen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus** (trainiert mit dem so genannten Countermovement-Jump (CMJ) mit einer Kontraktionsdauer von >200 bis ca. <400 msec) sind:

0 %	Reizintensität des 1er Maximums
100 %	der Maximalen Sprungleistung
10-12	Wiederholungen pro Serie
> 8-?	Sekunden Pause zwischen den Wiederholungen
3-5	Serien pro Muskelgruppe je Trainingseinheit
> 10-?	Minuten Serienpause
explosive	Kontraktionsgeschwindigkeit

Ein **Countermovement-Jump** ist der beidbeinige Absprung aus dem Stand, wobei vor dem Sprung durch Hoch-Tief Bewegungen und Armeinsatz Schwung geholt wird. Hierbei soll die **Sprunghöhe** maximiert werden, um eine möglichst hohe **neuromuskuläre Aktivierung** zu erreichen.

Beim Reaktivkrafttraining ist als **Trainingsadaptation** vorrangig die neuronale Voraktivierung, die Reflexaktivierung und die Festigkeit der Sehnen sowie des muskulären Bindegewebes zu nennen. Verbesserungen in der Reaktivkraft führen auch immer zu Verbesserungen in der Schnellkraft.

#### • **Trainingsmethoden zur Entwicklung der Kraftausdauer**

(Methode der mittleren Belastungen mit hohen Wiederholungszahlen)

Um in einer gegebenen Zeit eine möglichst hohe Impulssumme (Kraftstoßsumme) gegen höhere Lasten zu produzieren, wie es die Definition zur **Kraftausdauer**

ausdrückt, ist das Zusammenwirken von Maximal- und Schnellkraft mit einer anaeroben energetischen Ermüdungskomponente erforderlich. Daher lautet die notwendige Reizkonfiguration:

(30)50-60 % Reizintensität des 1er Maximums  
20-40 Wiederholungen  
6-8 Serien pro Muskelgruppe je Trainingseinheit  
0,5-1,0 Minuten Serienpause  
langsame  
bis zügige Kontraktionsgeschwindigkeit

Für die energetische Komponente ist die anaerobe Kapazität entscheidend. Daher wird im Kraftausdauertraining auf die Ausschöpfung der **sauerstoffunabhängigen Energiebereitstellung** großer Wert gelegt. Das **Kraftausdauerverhalten im DVZ** ist eine typische Muskelaktivität des Sports, vor allem mit Komponenten der reaktiven Arbeit, was für Drop-Jumps sprechen würde. Diese sollten ohne Pause als Prellsprünge zwischen mehreren Kästen erfolgen, um keine Pause zwischen den Wiederholungen entstehen zu lassen. Um eine hohe anaerob-laktazide Energiebereitstellung mit hoher Ausschöpfung zu gewährleisten, ist eine Wiederholungszahl mit submaximalen Sprüngen z. T. mit 60 Wiederholungen notwendig.

#### • Intensivtrainingsmethoden

Neben den oben beschriebenen Grundmethoden des Krafttrainings sind im Bodybuilding und Kraftsport viele **Intensivtrainingsmethoden** verbreitet, die jedoch nach allgemeiner Auffassung Leistungsbodybuildern mit mehrjähriger Trainingserfahrung vorbehalten bleiben sollten, da sie auch nur für diese Gruppe notwendig sind. Für Anfänger sind sie ungeeignet, da sie mehr schaden als helfen. Das Ziel dieser intensiven Methoden besteht darin, die Intensität des Trainingsreizes und damit die **Muskelermüdung** weiter zu steigern. Dazu sind in der Praxis mehrere Verfahren bekannt, von denen hier einige aufgeführt sind:

- cheating (= Mogeln), d.h. die Bewegung wird abgefälscht, indem der 'tote Punkt' des maximalen Hebels schwunghaft überwunden wird
- forced repetition (= erzwungene Wiederholung), d.h. ein Partner hilft bei der Bewegung, z.B. durch Zug an der Hantelstange beim Bankdrücken, um gemeinsam mehr Wiederholungen zu schaffen
- burns (= Brennen), d.h. Durchführung von Teilbewegungen, wenn die ganze Bewegung nicht mehr gelingt, bis zum Muskelversagen
- peak contraction (= Endkontraktion), d.h. isometrische Anspannung von 2-3 Sek. in der Endphase einer Bewegung
- Supersätze, d.h. Training von Agonist und Antagonist ohne Pause, wobei die starke Durchblutungssteigerung einen Aufpumpeffekt (= flushing) nach sich zieht.

### 3.7. Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht

Die Kraft lässt sich, entgegen immer noch weit verbreiteter Auffassungen, bis ins hohe **Alter** erhalten bzw. sogar steigern. Das ist auch sehr empfehlenswert, da bedingt durch den Fortschritt der zunehmenden Technisierung unserer Zivilisation die körperliche Aktivität immer mehr nachlässt. Dies führt zu einer so genannten `Nicht-Gebrauchs-Atrophie´ die die ohnehin natürliche Atrophie im Altersgang noch verstärkt und die Mobilität einschränkt. Die Gelenkbelastung bei altersgemäß angepasstem und dosiertem Training ist nicht schädlicher als die Auswirkungen durch Fehlbelastungen der Gelenke bei neuromuskulären Dysbalancen. Um Fehlbelastungen zu vermeiden, sollte jedoch gerade mit Älteren die Trainingsbewegung ausgiebig geschult werden, da sie i.d.R. mehr Zeit zum Bewegungslernen benötigen als Jüngere.

Der Kraftunterschied zwischen **Mann** und **Frau** ist in der Regel nur absolut zu sehen - aber bezogen auf das Körpergewicht und unter der Berücksichtigung des Muskelmasseanteils ist die Kraft der Geschlechter relativ betrachtet in etwa gleich.

Bei **Kindern** und **Jugendlichen** ist im Vergleich zu Erwachsenen die Gefahr von Überlastungsschäden durch unphysiologische Belastungsreize wie Zug-, Druck- und Scherkräfte nur dann besonders groß, wenn unsachgemäß trainiert wird. Zahlreiche Studien haben inzwischen aber belegt, dass auch Kinder und Jugendliche mit einer sach- und altersgemäßen Anleitung von Krafttraining profitieren.

Dennoch sollte berücksichtigt werden, dass bei Kinder bis etwa zum 14. Lebensjahr

- die Knochen durch Mehreinlagerungen weicheren organischen Materials erhöht biegsam, aber vermindert zug- und druckfest sind,
- das Sehnen- und Bändergewebe noch nicht ausreichend zugfest ist und
- das Knorpelgewebe und die noch nicht voll verknöcherten Wachstumsfugen einer höheren Gefährdung gegenüber starken Druck- und Scherkräften ausgesetzt sind.

Positive Anpassungserscheinungen in der Muskulatur treten bei Kindern ca. ab dem achten Lebensjahr vor allem in Form koordinativer Verbesserungen auf. Deutliche Hypertrophie-Effekte lassen sich dagegen i.d.R. erst mit Beginn der Pubertät erwarten. Da das heutige kindliche Alltags- und Freizeitverhalten Kraftdefizite hervorrufen kann, da aufgrund geringer Alltagsaktivitäten oft die natürliche Kraftentwicklung ausbleibt, was sich u. U. auch in Haltungsschwächen zeigen kann, ist ein gezieltes Krafttraining schon in jungen Jahren notwendiger denn ja.

## 4. Training der Beweglichkeit

**Mit diesem Kapitel sollten Sie Frage 7 aus Kapitel 11. Kontrollfragen beantworten können!**

In der **Beweglichkeitsforschung** der letzten Jahre hat das Thema Dehnen den Schwerpunkt gebildet, was zahlreiche neue Ergebnisse hervorgebracht hat, die in diesem Kapitel erläutert werden.

Da aber viele Punkte noch nicht vollständig durch Studien geklärt sind, sollen die folgenden Ausführungen nicht als ein neues `Dogma´ aufgefasst werden, sondern

sie stellen eher eine Zusammenfassung der **aktuellen wissenschaftlichen Forschung** dar.

Extreme Ansichten, die nicht dem allgemeinen wissenschaftlichen Erkenntnisstand folgen, können zum Teil auf Internetseiten (z.B. `www.physio-team-barsinghausen.de`) nachgelesen werden. Hier wird das Dehnen als Zeitverschwendung angesehen. Dieser Auffassung schließen sich die folgenden Ausführungen nicht an.

Denn schon rein pragmatisch gesehen, hat die Beweglichkeit nicht nur im Sport, sondern auch im Alltag einen hohen Stellenwert, um die Einschränkungen bei den Aktivitäten des täglichen Lebens nicht nur im Alter zu minimieren – vgl. das Beispiel `‘Schuhe zubinden’` im Kapitel Koordination. Daher spielt das Thema Beweglichkeit und Dehntraining auch im Fitness-Studio nach wie vor eine große Rolle.

#### 4.1 Definition Beweglichkeit

Beweglichkeit ist die Fähigkeit des **neuro-muskulären Systems**, Bewegungen mit der erforderlichen, optimalen bzw. maximalen **Schwingungsweite** im Gelenk oder in den beteiligten Gelenken willkürlich oder unwillkürlich ausführen zu können (in Anlehnung an Martin, Carl & Lehnertz, 2001). Als Synonym wird hier häufig der Begriff **‘Flexibilität’** verwendet. Diese wiederum ist abhängig von der `‘Gelenkigkeit’`, als Sammelbegriff für die Bewegungsamplitude der passiven Systeme, und der `‘Dehnfähigkeit’`, die sich auf die Muskulatur bezieht.

Das Maß der Gelenk- bzw. Bewegungsamplitude wird von **fünf Parametern** (Kennwerten) bestimmt (determiniert). Ziel ist es, soweit möglich, diese Parameter positiv zu beeinflussen.

- **Anatomische** Parameter:

- Zustand der knöchernen Formelemente des Gelenkes und dessen Freiheitsgrade
- Zustand der bindegewebigen Formelemente des Gelenkes (Kapseln und Bänder)
- Art des Muskels (Fiederung und Masse)

z.B. Freiheitsgrade: Ein Kugelgelenk hat im Vergleich zum Scharniergelenk mehr Freiheitsgrade (3:1) (vgl. Grafik-Katalog S. 13-15)

- **Physiologische** Parameter:

- Gelenkstoffwechsel
- Zustand der auf das Gelenk wirkenden Muskulatur (Elastizität, Dehnfähigkeit des Antagonisten)
- Geschlecht, hormonelle Situation
- Lebensalter
- Körpertemperatur
- energetische Ermüdung

z.B. Körpertemperatur: Mit zunehmender Temperatur steigt die Beweglichkeit.

• **Neuro-physiologische** Parameter:

- Steuerungsprozesse, wie Hemmung und Aktivierung
- intra- und intermuskuläre Koordination

z.B. können Anfänger oft nicht aktiv dehnen, da ihnen isolierte willentliche Muskelkontraktionen schwer fallen.

• **Psychische** Parameter:

- Erregung
- Stress
- geistige Ermüdung

z.B. lässt durch Stress die Beweglichkeit nach, weil die Muskel(an)spannung zunimmt.

• **Physikalische** Parameter:

- Tageszeit
- Außentemperatur
- äußere Kräfte

z.B. ist man morgens unbeweglicher als vormittags

Die physikalischen Parameter gehören zu den **exogenen Faktoren** (von außen wirkend), alle anderen zu den **endogenen Faktoren** (innere Faktoren). Diese alte Unterteilung erscheint aber heute nicht mehr sehr sinnvoll, da der Trainingsaspekt zu wenig Beachtung findet - denn wirklich beeinflussbar sind nur einige der oben genannten Parameter.

In der folgenden Tabelle sind deshalb die genannten fünf Parameter in **beeinflussbare** (trainierbare) und **nicht beeinflussbare Parameter** unterteilt worden.

<b>Bestimmende Parameter für die Beweglichkeit</b>
<p><b>beeinflussbare Faktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Körpertemperatur</li> <li>• Stress</li> <li>• Ermüdung</li> <li>• Gelenkstoffwechsel</li> <li>• Zustand der auf das Gelenk wirkenden Muskulatur und deren Masse</li> <li>• neuro-physiologische Steuerungsprozesse,</li> <li>• psycho-physische Hemmungs- und Aktivierungsprozesse,</li> <li>• Dehnfähigkeit des Antagonisten</li> </ul>
<p><b>nicht beeinflussbare Faktoren</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tageszeit</li> <li>• Außentemperatur</li> <li>• Zustand der knöchernen Formelemente des Gelenks,</li> <li>• Zustand der bindegewebigen Formelemente des Gelenks,</li> <li>• Geschlecht, hormonelle Situation</li> <li>• Lebensalter</li> </ul>

Tabelle 17: Bestimmende Parameter für die Gelenkbeweglichkeit (nach Klee und Wiemann, 2005)

## 4.2 Arten der Beweglichkeit

Wie alle anderen sportmotorischen Fähigkeiten wird auch die Beweglichkeit weiter unterteilt (vgl. Kapitel `Definition`) in die **Gelenkigkeit** und die **Dehnfähigkeit**, so dass die Beweglichkeit (Flexibilität) sich aus der Gelenkigkeit und der Dehnfähigkeit zusammensetzt.

Die **Gelenkigkeit** wird durch die **bindegewebigen Formelemente** (Dicke der Gelenkknorpel, bzw. der Elastizität der Gelenkkapsel und Bänder) bestimmt. Sie sind, wie auch der **Gelenkstoffwechsel**, durch Training zu beeinflussen, wofür man in der Trainingspraxis das Gelenk in allen Achsen für 2 bis 5 Minuten mobilisiert. Das fördert den Gelenkstoffwechsel, also die Produktion und Verteilung der Synovialflüssigkeit (`Gelenkschmiere`), die den Knorpel durch Diffusion ernährt. Dies führt zu einem Aufquellen des Knorpels, wodurch die Dicke des Gelenkspalts zunimmt und die Schwingungsweite somit größer wird. Durch diese größere Amplitude kommt es dann auch zur Dehnung der Gelenkkapsel. Dagegen zählen die Bänder mit einer maximalen Elastizität von 5% (ein Nachgeben über 5% zählt als Bänderverletzung) eher zu den die Beweglichkeit begrenzenden Elementen des Gelenkes. Ihre Aufgabe ist vor allem die **Gelenkstabilisation** und Bewegungsführung (vgl. Kreuz- und Seitenbänder des Kniegelenkes)

Im Wesentlichen ist die **Beweglichkeit** aber abhängig von der **Dehnfähigkeit** der Muskulatur und damit vom **aktiven Bewegungsapparat**, der mit seiner Kraft und Masse die Amplitude im Gelenk mehr oder weniger stark begrenzt. Im Zuge der neuen Forschungsergebnisse kommen die **neurophysiologischen Steuerungsprozesse** des Muskels hinzu, die Einfluss auf die Spannung bzw. Entspannung des Muskels und damit auf seine Beweglichkeit nehmen. Für eine optimale Dehnung des Muskels und eine große Gelenkamplitude muss die **willkürliche Muskelspannung** also minimiert werden.

Auch eine gut entwickelte Muskulatur (große Masse und hohe Kraft) schließt ein hohes Maß an Beweglichkeit nicht aus - wie bei internationalen Top Bodybuildern zu sehen ist, es sei denn, es kommt zu einer **mechanischen Bewegungshemmung** infolge sehr stark entwickelter, und damit dann `blockierender` Muskelmassen, was allerdings auch durch große Fettmassen ausgelöst werden kann.

Für sportliche Belastungen, speziell in den **Sportarten** muss darüber hinaus die Unterteilung weiter geführt werden, und zwar in:

1. allgemeine und spezielle Beweglichkeit
2. passive und aktive Beweglichkeit.

Die **allgemeine** Beweglichkeit bezieht sich auf die alltags- und gesamtkörperbezogene Beweglichkeit, die je nach Zielgruppe (Ältere, Büroangestellte, Dachdecker, Sportler) verschieden ist. Somit passt sich die allgemeine Beweglichkeit in erster Linie den **Bewegungen des Alltags** an, was häufig der Grund für eine **Hypomobilität** (geringe Beweglichkeit) ist.

Die **spezielle** Beweglichkeit ist eine **sportartbezogene Beweglichkeit**, die häufig schwerpunktmäßig nur ein einzelnes Gelenke betrifft, wie z.B. die Schulter des Speerwerfers oder die Hüfte des Hürdenläufers.

Optimiert wird sie durch ein gezieltes Training, das optimalerweise schon in jungen Jahren beginnt und damit häufig auch den Übergang zur **Hypermobilität** bedeutet, wodurch wiederum die Verletzungsgefahr erhöht würde (vgl. z.B. Schulter und Ellbogen des ehemaligen Zehnkämpfers Frank Busemann).

Unter **passiver** Beweglichkeit versteht man Bewegungen im Gelenk, die mit Hilfe der **Schwerkraft**, durch **Geräte**, durch **Partner** oder **andere Muskeln** (nicht aber die Antagonisten – vgl. aktive Beweglichkeit) ausgeführt werden.

Unter **aktiver** Beweglichkeit versteht man dagegen willkürliche Bewegungen im Gelenk, die durch die Muskulatur ausgeführt wird, die das Gelenk umgibt. Im Hüftgelenk wäre zum Beispiel für die Anteversion des Beines der m. iliopsoas und für die Retroversion der m. gluteus zuständig.

Die maximale Amplitude bei Ante- bzw. Retroversion wird hierbei zuerst durch die Muskulatur und nicht durch den passiven Bewegungsapparat, begrenzt. Da die aktive Beweglichkeit nicht nur von der **Beweglichkeit des Agonisten** (in diesem Fall der der Bewegungsrichtung entgegenwirkende, zu dehnende Muskel), sondern auch von der **Kraft des Antagonisten** (in der Bewegungsrichtung wirkender Muskel) abhängig ist, muss personenabhängig untersucht werden, ob die Bewegungseinschränkung an einer Schwäche des Antagonisten (der dehnende Muskel) oder an einem Beweglichkeitsdefizit des Agonisten (der zu dehnende Zielmuskel) liegt.

Die aktive Beweglichkeit hat für den Sportler oft die größere Bedeutung, da hierdurch der effektiv nutzbare Aktionsradius limitiert wird und der **Beschleunigungsweg** seine Begrenzung findet. Deshalb muss sie im Training verbessert werden - entweder durch eine gezielte Kräftigung der Antagonisten oder durch Dehntraining des Zielmuskels. Dies hat dann zur Folge:

1. optimale Bewegungsausführung
2. qualitativ: Großer Bewegungsradius und damit längerer Beschleunigungsweg
3. quantitativ: Ökonomischer Krafteinsatz, da Antagonist weniger entgegenwirkt (bremst)
4. geringere Verletzungsgefahr (außer bei Hypermobilität).

Demnach ist die die passive Beweglichkeit immer größer als die aktive und bekommt als **Schutzfaktor** einen hohen Stellenwert.

Dieser Schutzfaktor kann u.U. Verletzungen verhindern und ist als Reserve zu verstehen, wenn bei unwillkürlichen Bewegungen eine größere Amplitude notwendig ist.

#### 4.3 Trainingsmethoden der Beweglichkeit

Beweglichkeitstraining ist vor allem Dehntraining. Und Dehnübungen werden bei vielen Sportlern seit jeher nahezu selbstverständlich begleitend zum Training ausgeführt. Allerdings sollte das Beweglichkeitstraining besser wie das für jede andere motorische Hauptbeanspruchungsform ein **eigenständiges Training** darstellen, um einen maximalen Nutzen zu erzielen. Genau so wichtig ist es, die Dehnübungen (sog. Übungsinhalt) so exakt wie möglich, d.h. funktionell,

auszuführen. Zur Auswahl der richtigen Dehntechnik und/oder –methodik gibt es bisher noch zu wenige Forschungsergebnisse, um abschließend von besonderer **Effektivität einer Methode** sprechen zu können: Nicht zu vergessen ist auch, dass die einzelnen Methoden eine Vielzahl von Vor- und Nachteilen haben, die bei der Methodenauswahl zu beachten sind.

Aus der Fülle der möglichen Kombinationen haben sich in der Praxis vor allem die folgenden fünf **Dehntechniken** durchgesetzt:

Dehnmethoden / -techniken				
aktive Dehnung		passive Dehnung		
Dehnung durch Kraft des Antagonisten des zu dehnenden Muskels		Dehnung durch Schwerkraft, Partner, andere Muskeln oder Geräte		
statisch	dynamisch	statisch	dynamisch	A-E-D
gehaltene Dehnung	rhythmische Dehnung	gehaltene Dauerdehnung	rhythmische Dehnung	starke Daueranspannung des Agonisten
reziproke Hemmung des Agonisten (zu dehnender Muskel)	‘Schwung-gymnastik’	‘Stretching’ (im engeren Sinne)		postiso-metrische Hemmung (Golgi, Sehne)

Tabelle 18: Merkmale der Dehntechniken (-methoden)

Im Folgenden werden die Methoden der Tabelle ‘Merkmale der Dehntechniken (-methoden)’ im Einzelnen bezüglich der **Durchführung** und der physiologischen **Reizverschaltung** genauer erläutert:

#### 4.3.1 Aktiv-statische Dehnung

- 1) aktives Einnehmen einer Dehnstellung bis zum leichten Ziehen im zu dehnenden Muskel durch Anspannen des Antagonisten über 5-7 Sekunden (dadurch Hemmung des Agonisten)
- 2) Halten der Dehnposition
- 3) langsames Auflösen der Dehnposition, Auslockern des Antagonisten.

Bei dieser Dehntechnik wird das Phänomen der **reziproken Hemmung des Agonisten** eingesetzt. Über neuro-physiologische Verschaltungen löst die

Anspannung im Antagonisten eine Hemmung des Gegenmuskels aus, wodurch sich dieser besser entspannen und dehnen kann.

#### 4.3.2 Aktiv-dynamische Dehnung

- 1) Weiches, rhythmisches bzw. intermittierendes Wippen, ca. 5 bis 20 Mal (keine `Zerrgymnastik`, da diese den **Muskelspindel-Reflex** auslösen könnte und damit den Effekt der antagonistischen Hemmung wieder aufheben würde).
- 2) Durch kleine, sich langsam steigernde Bewegungen wird ein einschleichender Reiz gesetzt, die `Schwingungsweite` (Bewegungsbereich) im Gelenk wird zunehmend erweitert.

#### 4.3.3 Passiv-statische Dehnung

Diese Dehnungsmethode stellt die **ursprüngliche Technik** dar, die häufig als `Stretching` im engeren Sinne bezeichnet wird. Der Muskel wird dabei in einer langsamen Bewegung bis zum möglichen Endanschlag (leichtes Muskelziehen ohne Schmerzen) gedehnt:

- 1) passives Einnehmen der Dehnstellung (leichtes Ziehen, Spannungsgefühl im Muskel) durch Partner, Schwerkraft andere Muskeln oder Gerät.
- 2) Halten der Dehnposition über 10 bis 30 Sekunden und ggf. direkt für weitere 10 bis 30 Sekunden erweitern.
- 3) Langsames Auflösen der Dehnposition, Auslockern.

In der Endposition wird der Muskel 10 bis 30 Sekunden gehalten (in der Literatur findet man Angaben von 5 bis 60 Sekunden). Sollte man die gewählte Position jedoch als unangenehm empfinden, oder sollten sogar Schmerzen entstehen, dann muss der Bewegungsausschlag und somit die Spannung entsprechend verringert werden. Das Dehnungsausmaß ist dann richtig dosiert, wenn während der gehaltenen Dehnung das **Spannungsgefühl** im Muskel nachlässt. Dieses Nachlassen des Spannungsgefühls signalisiert u. a. die **Hemmung der Gamma-Aktivität** des Streckreflexes der Muskelspindel und den einsetzenden `Creeping-Effekt` in den Sehnen, welche unter gleichbleibend hoher Spannung etwas nachgeben bzw. sich `entspannen`.

Das passive Stretching wird noch effektiver, wenn man nach Abschluss der ersten Dehnungsphase (in der sich das Spannungsgefühl im Muskel meist völlig verliert) noch etwas weiter dehnt und diese Dehnposition wiederum 10 bis 30 Sekunden hält.

#### 4.3.4 Passiv-dynamische Dehnung

Die passiv-dynamische Dehnmethode ähnelt stark der passiv-statischen Methode bis auf die Gefahr der **Muskelspindelaktivierung** durch zu schnelle Schwingungen.

- 1) Passives Einnehmen der Dehnstellung.
- 2) Durch rhythmisches, intermittierendes Wippen, ca. 5 bis 20 mal ohne Zerren, führt der Partner, die Schwerkraft, andere Muskeln oder ein Gerät den Sportler an die Beweglichkeitsgrenze heran.
- 3) Langsames Auflösen der Dehnposition, Auslockern

#### 4.3.5 Anspannungs-Entspannungs-Dehnen (AED) auch postisometrische Relaxation (PIR) oder Contract-Hold-Relax-Stretch (CHRS):

Diese nach den vorliegenden Befunden noch effektivere Form der Stretching-Übungen sollte erst dann gewählt werden, wenn ein ausreichendes **Körpergefühl** entwickelt ist und wenn der Bedarf nach intensiverer Dehnung besteht. Durch Reizung der Sehnenspindeln wird die Aktivität des gleichen Muskels gehemmt, was zu seiner Entspannung führt (postisometrische Relaxation). Dies erreicht man, indem eine Muskelgruppe oder ein Muskel zuerst stark isometrisch/statisch (d. h. ohne Längenänderung) für 6 bis 10 Sekunden anspannt und nach einer kurzen Pause (1 bis maximal 2 Sekunden) sanft dehnt. Die dann erreichte Endposition wird für 20 bis 30 Sekunden gehalten. Jegliches Zerren, Wippen und ruckartiges Bewegen muss unbedingt vermieden werden, da sonst die Muskelspindeln wieder erregt werden könnten, die Kontraktionen in der gedehnten Muskelgruppe auslösen würden. Dieser Hinweis ist besonders schwer umzusetzen, wenn diese Methode wie oft üblich mit Hilfe eines Partners erfolgt.

Es besteht allerdings Unklarheit, bei welcher **Sehnenspannung** die Eigenhemmung des Muskels ausgelöst wird. Alle neurophysiologischen Untersuchungen weisen nach, dass eine im Skelettmuskel ausgelöste `autogene Hemmung´ nur einige 100 Millisekunden anhält, d.h. die Dehnung käme dann (schon nach 1 bis 2 Sekunden) im Grunde schon zu spät. Demnach wurde im Sport diese Methode also vielleicht etwas voreilig als die optimale Dehnung favorisiert, obwohl sie in der Praxis sehr gute Ergebnisse zeigt. Folgender Ablauf hat sich bewährt:

- 1) Passives Einnehmen der Dehnstellung, das heißt leichtes `Ziehen´ im Muskel.
- 2) Isometrische (statische) Anspannung des zu dehnenden Muskels (!) für 6 bis 10 Sekunden in der Dehnposition.
- 3) Auflösen der Spannung 1, 2 bis 4 Sekunden.
- 4) Einnehmen der jetzt erweiterten Dehnstellung.
- 5) Halten der Dehnposition über 20 bis 30 Sekunden.
- 6) Langsames Auflösen der Dehnposition, Auslockern.

Diese grundsätzlichen Hinweise zur Methodik können vor allem hinsichtlich der **Dauer** und des **Umfangs** der Dehnung (Wiederholungszahl/Sätze) als auch in der **Anzahl** der Dehnübungen variiert werden.

#### 4.4 Anpassungserscheinungen des Dehnens

Bei den Anpassungserscheinungen müssen **vermutete Effekte** und **nachgewiesene Effekte** unterschieden werden, was erneut zeigt, dass zum Thema Dehnen aus wissenschaftlicher Sicht noch kein abschließendes Urteil vorliegt. Dehneffekte müssen darüber hinaus hinsichtlich **Kurzzeiteffekten**, d.h. Effekten kurz nach dem Dehnprogramm, und **Langzeiteffekten**, die erst nach langen Trainingsphasen sichtbar werden, unterschieden werden.

##### 4.4.1 Vermutete Effekte des Dehnens

Die Effekte des Dehnens unterscheiden sich hinsichtlich der Art des Dehnens, ob es sich also z.B. um ein Kurzzeitdehnen, d.h. ein zehn- bis dreißigminütiges Dehnprogramm, wie bei der Vorbereitung zum Training, oder ein Langzeitdehnen handelt, das mehrmals pro Woche bis sogar täglich ein Kurzzeitdehnprogramm als Trainingseinheit beinhaltet.

Bei den **kurzfristigen Effekten** des Dehnens erwartet man:

- 1) Eine Vergrößerung der Gelenkbeweglichkeit
- 2) eine Abnahme der Ruhespannung / verbesserte Entspannungsfähigkeit im Muskel
- 3) eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit
- 4) eine Vermeidung von Verletzungen
- 5) eine schnellere Regeneration.

Als die **langfristigen Effekte** des Dehnens werden meistens folgende Punkte genannt:

- 1) Muskelhyperplasie, bzw. Beseitigung oder Verhinderung von Verkürzungen,
- 2) Vorbeugung von Muskelkontrakturen durch Krafttraining
- 3) Beschleunigung der Rehabilitation nach Verletzungen
- 4) Herabsetzung der Ruhespannung
- 5) Vermeidung von Muskelstraffung / Abbau von Verspannungen
- 6) Vergrößerte Gelenkreichweite und damit längere Muskelarbeitswege
- 7) Verletzungsprophylaxe durch erhöhte Flexibilität
- 8) Steigerung der Muskelleistungsfähigkeit bzgl. Zugtoleranz beim Dehnen und bzgl. der Kraftentfaltung in gedehnter Position
- 9) Verbessertes Körpergefühl und Wohlbefinden.

Diese Vermutungen sollen im Folgenden auf der Basis der **Längenparameter**, der **Dehnungseigenschaften** und der **fibrillären Struktur** eines Muskels untersucht werden. Es ist anzumerken, dass bei weitem nicht alle oben genannten Effekte bis heute wissenschaftlich untersucht wurden, ein Grossteil der Angaben beruht auf **subjektiven Erfahrungen** von Praktikern.

- **Längenparameter des Muskels**

In der Muskelfunktionsdiagnostik wird ein Muskel, der zu wenig dehnfähig ist, mit dem Begriff 'verkürzt' gleichgesetzt. Das ist jedoch nur auf den ersten Blick hin,

physiologisch gesehen jedoch nicht zwingend richtig. Vorausgesetzt, zwei Menschen hätten bei einem Muskel exakt die gleiche Ursprung-Ansatz Distanz, so sagt das noch nichts darüber aus, ob die Muskeln auch gleich lang sind, da wir nicht wissen, wie das Verhältnis von Sehnenlänge zur Länge des Muskelbauches ist.

Hier kann also lediglich eine Aussage darüber getroffen werden, wer von den beiden Personen dehnfähiger ist - ein `relativer Vergleich`, der keine Aussage über **absolute Verkürzungen** ermöglicht.

Dies lässt sich damit erklären, dass der Muskel notwendiger Weise sein Kraftmaximum in der Gelenkwinkelstellung entwickeln muss, die ihm (personenabhängig) vorgegeben ist. Demnach entwickelt sich eine **funktionelle Länge**, die eine optimale Überlappung von Aktin und Myosin ermöglicht, was die entscheidende Voraussetzung eines Kraftmaximums ist.

Diese so genannte `Mediallänge` ist funktionell bedingt, weshalb es lange und kurze Muskeln bei verschiedenen Menschen gibt, wobei `kurz` noch immer nicht `verkürzt` bedeutet. Das heißt, dass zur Überprüfung der Länge eines Muskels Krafttests notwendig sind, da die funktionelle Länge in Abhängigkeit von der Gelenkwinkelstellung und dem Kraftmaximum einstellt, was wiederum von seinem täglichen **Arbeitssektor** bestimmt wird (Ökonomisierung der Arbeit). Verändert sich der Arbeitssektor, wird der Muskel mit einer funktionellen **Längenänderung** reagieren; er wird länger oder kürzer.

#### • Dehnungseigenschaften des Muskels

Zu den Dehnungseigenschaften eines Muskels zählt man die **Ruhedehnungsspannung**, die **Dehnfähigkeit** und die **Dehnbelastungsfähigkeit**, die sich aus der fibrillären Struktur ableiten lassen.

Bei der Dehnung eines **ruhenden, nicht innervierten Muskels** entsteht vor allem durch das **Titinfilament** ein Widerstand, die so genannte Ruhedehnungsspannung. Sie ist ein Zeichen der Elastizität des gesunden Muskels und nimmt exponentiell mit dem Grad der Dehnung zu, wie man der Ruhespannungs-Dehnungskurve entnehmen kann.

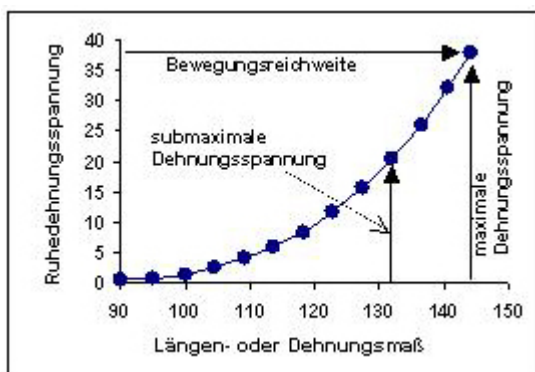


Abbildung 6: Ruhespannungs-Dehnungskurve (Klee und Wiemann, 2005)

Die maximal mögliche Dehnung des Muskels wird bei 160 % erreicht (die Ruhelänge entspricht 100 % als Ausgangswert). Nur in Experimenten mit Muskel-Sehnen-Präparaten können größere Dehnwerte erreicht werden, wobei bei 200 % das Präparat zerreißt. Diese Experimente haben früher zu einigen Missverständnissen und Fehldeutungen hinsichtlich des Dehnens geführt, so etwa der Behauptung, es gebe nach dem Dehnen einen 'Dehnungsrückstand', da der Muskel dann 'länger' sei. Eigentlich lagen dieser Beobachtung im Laborexperiment aber nur eine Schädigung des Präparats zugrunde, wenn es im unphysiologischen Bereich zwischen 160 und 200 % gedehnt worden war, die dann ein Zurückkehren des Präparats in die 'geordnete' Anordnung der Filamente verhinderte und eine 'Verlängerung' suggerierte. Im lebenden Organismus findet sich das so aber nicht. Überträgt man diesen physiologischen Dehnbereich der Ruhespannungs-Dehnungskurve auf den Muskel im Menschen, so lassen sich noch **Dehnfähigkeit** und **Dehnbelastungsfähigkeit** ableiten. Unter Dehnfähigkeit versteht man den maximal erreichbaren Gelenkwinkel im Flexibilitätstest und unter Dehnbelastungsfähigkeit diejenige Dehnspannung, die die Versuchsperson bereit ist zu ertragen.

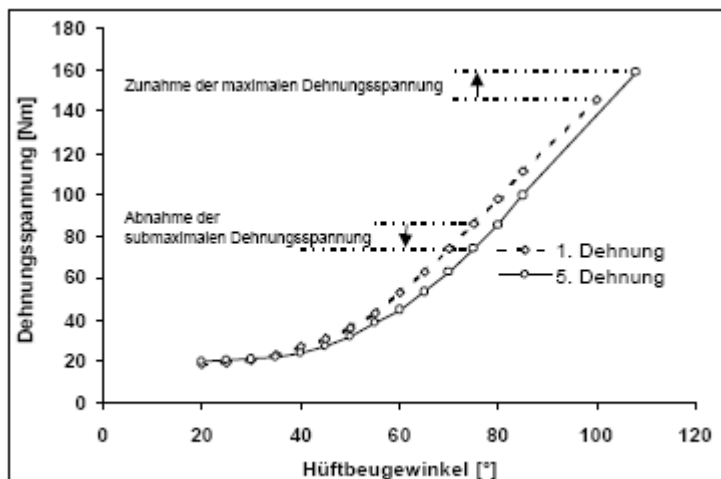


Abbildung 7:  
Links: Ruhespannungs-Dehnungskurve der ischiokruralen Muskeln einer 1. und einer 5. Dehnung  
(verändert nach Wiemann, 1994)

In der Abbildung geben die 160 % den Grenzbereich der Überlappung von Aktin und Myosin an, ab hier wird der Muskel nur noch von den **Faserhüllen** (Bindegewebe) gehalten. Diese galten bisher als die Verursacher der Ruhespannung, weshalb sie ein Ziel des Dehnens waren, in dem Sinne, dass versucht wurde, durch das Dehnen den Widerstand der Faserhüllen zu senken, um dem Muskel ein größeres Bewegungsmaß zu geben. Versuche mit Muskelpräparaten ohne Faserhüllen zeigen jedoch, dass der Muskel dennoch Ruhespannungen aufbringt, so dass die Ursache dafür tatsächlich in den tertiären Filamenten, den Titinfilamenten, zu suchen ist. Sie sichern andererseits auch die **strukturelle Organisation** im Muskel bei innerer und äußerer Spannung, und ziehen mit ihrem elastischen Anteil die Myosinfilamente wieder in ihre Ausgangsposition zurück (vgl. dazu Wiemann, 2000).

#### • **Fibrilliäre Struktur des Muskels**

Die Forschungsergebnisse der letzten Jahre brachten neue Erkenntnisse über die tertiären Filamente, zu denen drei Gruppen gehören:

- 1) Die **intermediären Filamente**, die das Sarkomer im Bereich der Z-Scheiben longitudinal ringförmig umspinnen und somit Kontakt zu den Sarkomeren und zum Sarkolemm der Nachbarfibrillen aufnehmen.
- 2) Die **Titinfilamente**, die zwischen den Z- und M-Scheiben verlaufen und das freie Ende der Myosinfilamente mit den M-Scheiben verbinden, also parallel zum Myosinfilament verlaufen und mit ihm eine funktionelle Einheit bilden. Der Abschnitt des Titinfilamentes von den Z-Scheiben bis zum Ende der Myosinfilamente ist hochelastisch.
- 3) **Intermediärfilamente**, die, wie das Desmin, Z-Scheiben miteinander verbinden (vgl. dazu Wiemann, 2000).

#### 4.4.2 Nachgewiesene Effekte des Dehnens

Die Betrachtung der Längenparameter, der Dehnungseigenschaften und der fibrilliären Struktur eines Muskels geben Anlass zu folgenden Hypothesen bezüglich der Wirkung auf das Dehnen:

- 1) Die **elastische Muskelspannung** bleibt stabil und senkt sich durch Dehnen, wenn überhaupt, dann nur kurzfristig ab. Einen **Dehnungsrückstand** gibt es nicht und eine **Längenveränderung** des Muskels ist durch Dehnen nicht zu erreichen.
- 2) Die Ruhespannung ändert sich bei **Hypertrophie** (Massenzunahme) und **Atrophie** (Massenverlust) des Muskels proportional, da Hypertrophie oder Atrophie auch die Menge der Titin-Filamente verändert, die vor allem für die Ruhespannung verantwortlich sind. Eine erhöhte Ruhespannung ist aber **nicht synonym** zu `verkürzter` Muskulatur, da sich die Muskellänge immer auf Dauer dem Gelenkwinkel bzw. Arbeitssektor anpasst.
- 3) Starkes und häufiges Dehnen erhöht die Ruhespannung, da es **hypertrophierende** Auswirkungen auf den Muskel hat und somit, wenn überhaupt, zur **Erhöhung der Ruhespannung** beiträgt.
- 4) Kurzzeitiges Dehnen hat im Vergleich zum **Arbeitssektor** keinen Einfluss auf die funktionelle Länge eines Muskels. Nur eine dauerhafte Veränderung des alltäglichen Arbeitssektors führt zu einem längeren bzw. kürzeren Muskel (z.B. ständiges Arbeiten in einer stark gebeugten Haltung).

**Zusammenfassend** ist festzustellen, dass nachgewiesenermaßen das Dehnen nur zur Erhöhung der Gelenkreichweite beiträgt und das lediglich durch eine **Toleranzerhöhung** der Dehnbelastungsfähigkeit. Obwohl auch heute das Thema Flexibilität immer noch nicht als wissenschaftlich wie praktisch geklärt angesehen werden kann, ist aufgrund der aktuellen wissenschaftlichen Ergebnisse zum jetzigen Zeitpunkt von folgenden Punkten auszugehen:

- (a) Dehnen ist an sich weiterhin sinnvoll, um das Maximum einer Bewegungsamplitude zu erhalten, wenn dies gewünscht wird.

- (b) Die fünf wesentlichen Dehnmethoden sind in etwa gleichberechtigt; alle haben Vor- und Nachteile (vergleichbar mit einem Medikament verschiedener Hersteller für eine Krankheit). Die Effizienz der Techniken mit begleitender Agonisten- und/oder Antagonisten-Kontraktion scheint aber zumeist etwas höher als die der anderen zu sein, wobei bei diesen wiederum die dynamischen vor den statischen Techniken liegen.
- (c) Als Trainingseffekt ist bisher nur eine Vergrößerung der Bewegungsamplitude (Gelenkreichweite) nachzuweisen und dies vorwiegend über die Dehnbelastungsfähigkeit.
- (d) Eine echte Längenveränderung des Muskels im Sinne einer Anlagerung von Sarkomeren konnte bisher nicht nachgewiesen werden.
- (e) Der Lehrgrundsatz `tonische´ Muskeln sind verkürzt und `phasische´ Muskeln sind abgeschwächt bzw. überdehnt und `zu lang´ ist so nicht mehr haltbar, da es diese eindeutige Zuordnung nicht gibt. Selbst im selben Muskel können sich unterschiedliche Regionen finden.
- (f) Langzeitveränderungen im Sinne der Senkung des Tonus eines Muskels durch ein isoliertes Dehntraining sind unwahrscheinlich bzw. unmöglich.

#### 4.4.3 Konsequenzen für das Dehnen

Aus allen Überlegungen zu den Grundlagen des Dehnens ergeben sich Konsequenzen für die Dehnübungen:

- Aus **neuro-muskulärer** Sicht:

- (a) Die Dehnung langsam und ruhig durchführen, um den Muskelspindelreflex nicht auszulösen.
- (b) Durch Anspannung des Muskels wie beim AED vor dem Dehnen eventuell den Sehnenspindelreflex nutzen.
- (c) Wegen der reziproken Hemmung aktiv dehnen.

- Aus **tendo-muskulärer** Sicht:

- (d) Die Dehnzeit mindestens über mehrere Sekunden andauern lassen, um vor allem die Bindegewebsstrukturen in die Länge zu ziehen (so genannter `Creeping-Effekt´).

#### 4.5 Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht

Die natürliche Beweglichkeit ist im Kindes- und Jugendalter am größten, hier vor allem wegen der erhöhten **Gelenkigkeit**. Bereits nach dem zehnten bis zwölften Lebensjahr beginnt sie jedoch infolge **chemischer** und **struktureller Veränderungen** der beteiligten Gewebe abzunehmen, wenn keine Trainingsreize gesetzt werden. Ein frühes Bewegungstraining, welches das Maximum der Bewegungsamplitude beinhaltet, kann diesen Prozess i.d.R. verlangsamen, aber nur bei ausgiebiger Dehnpraxis ganz verhindern, da er u. a. auch ein **Alterungsprozess** ist.

Mit zunehmendem Alter vermindert sich die Gelenkbeweglichkeit vor allem aufgrund einer **Abnahme der Wassereinlagerungen** in den für die Beweglichkeit zuständigen

Strukturen (vgl. Mobilisation). Regelmäßiges Training kann zwar diese altersphysiologisch gegebenen Gesetzmäßigkeiten nicht außer Kraft setzen, aber den Grad dieser Vorgänge entscheidend beeinflussen.

**Hormonelle Unterschiede** sind - neben den anatomisch unterschiedlichen Gelenkformen - wesentlich verantwortlich für die im Durchschnitt größere Gelenkbeweglichkeit bei Mädchen und Frauen. Der höhere Östrogenspiegel bei Frauen führt einerseits zu einer etwas **vermehrten Wassereinlagerung**, andererseits zu einem erhöhten Fettgewebs- bzw. verringerten Muskelmasseanteil. Die Dehnungsfähigkeit der Frau ist somit vor allem wegen der etwas geringeren Gewebsdichte erhöht.

## 5 Training der Koordination

Viele Menschen sind zu unbeweglich, um sich die Schuhe mit nach vorne gebeugtem Oberkörper zuzubinden und versuchen es deswegen im Stehen, indem sie ein Bein anheben, verlieren aber dabei das Gleichgewicht - ein **Alltagsbeispiel** für die Koordination.

### 5.1 Definition Koordination

Unter Koordination versteht man “das Zusammenwirken von **Zentralnervensystem** und **Skelettmuskulatur** innerhalb eines gezielten **Bewegungsablaufes**“ (Hollmann & Hettinger, 2000). Häufig wird für dieses Zusammenwirken auch noch die Bedeutung der Sinnesorgane erwähnt.

Als **koordinative Fähigkeiten** werden Eigenschaften bezeichnet, die als Pendant zu den konditionellen Leistungsvoraussetzungen die sportliche Leistung bestimmen. Die koordinativen Fähigkeiten beziehen sich vor allem auf Prozesse der Bewegungssteuerung und -regelung, die den Sportler zu motorischen Aktionen in vorhersehbaren (Stereotyp) und unvorhersehbaren (Anpassung) Situationen befähigen. Demnach sollen koordinative Fähigkeiten bewirken, dass die Impulse innerhalb eines Bewegungsablaufs zeitlich, stärke- und umfangmäßig gut aufeinander abgestimmt werden und die entsprechenden Muskeln gezielt erreichen. Koordinative Fähigkeiten sind damit einerseits Voraussetzungen für die Bewegungssteuerung und -regelung, andererseits werden sie durch diese Vorgänge auch verbessert.

Diese Auffassung, und auch die daraus resultierende Systematik der koordinativen Fähigkeiten (vor allem nach den Arbeiten von Meinel & Schnabel oder Hirtz) ist nach wie vor zwar relevant für die Praxis, jedoch sportwissenschaftlich nicht mehr unumstritten, besonders hinsichtlich der ungeprüften Ableitung dieser Fähigkeiten aus den zu beobachtenden koordinativen Anforderungen.

## 5.2 Arten der Koordination

Häufig findet man in der Literatur die Begriffe `Geschicklichkeit`, `Gewandtheit` und `Technik` fälschlicher Weise als Synonym, obwohl die Geschicklichkeit eher die Feinmotorik meint, während die Gewandtheit auf die Gesamtmotorik abzielt und die Technik das Verhalten in einer sportspezifischen Situation, z.B. den Umgang mit einem Sportgerät, beschreibt.

Mit dem Grad der Qualität der Koordination steigt die **Präzision** der Bewegung und die Abläufe werden sichtbar geradliniger, müheloser und **ökonomischer**, so dass der Energieaufwand abnimmt. Dadurch sinkt der Ermüdungsgrad und die Zielbewegung kann länger, schneller, kräftiger, weiter oder höher durchgeführt werden, bzw bei gleicher Belastung sinkt die **Verletzungsgefahr**.

Weineck (2000) unterscheidet in **allgemeine** und **spezielle** koordinative Fähigkeiten, wobei die allgemeinen in **Alltagssituationen** und im Sport auftreten und sich durch vielfältige Bewegungen ausbilden. Die speziellen koordinativen Fähigkeiten beziehen sich auf die **Technik der Wettkampfdisziplin** und bedürfen des Trainings.

**Neuronal** kann man die intramuskuläre von der intermuskulären Koordination unterscheiden. **Intramuskuläre** Koordination bezieht sich auf das Zusammenwirken von Nervensystem und Skelettmuskel innerhalb eines Muskels und wird zumeist in Bezug auf den maximalen Einsatz und die notwendige Beanspruchungsgröße und Abstimmung der motorischen Einheiten aufeinander diskutiert (vgl. IK-Training im Kapitel `Kraft`). Die **intermuskuläre** Koordination ist dagegen das Zusammenwirken mehrerer Muskeln, und zwar zunächst der verschiedenen Agonisten im Sinne von Synergisten innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufes. Die Antagonisten der Bewegung werden durch die intermuskuläre Koordination gehemmt. Durch häufiges Training läuft die betreffende Bewegungsausführung leichter ab und es kommt zur Ausbildung eines **dynamischen Bewegungstereotyps**.

Das **System der koordinativen Fähigkeiten** von Meinel und Schnabel (1987) und Blume (1978) hat eine weite Verbreitung gefunden, wobei in drei allgemeine und sieben spezielle koordinative Bereiche aufgeteilt wurde. Heute wird die wissenschaftliche Bedeutung und die Übertragung auf die Trainingspraxis zwar hinterfragt, und in der bewegungswissenschaftlichen Koordinationsforschung so auch nicht mehr berücksichtigt, doch zur Beschreibung und zum Verständnis **koordinativer Anforderungen** ist sie nach wie vor hilfreich. Statt `Fähigkeit` müsste also eher `Anforderung` gedacht werden, da die genannten Fähigkeiten dem Anspruch einer klaren Dimensionierung und Unabhängigkeit voneinander nicht wirklich entsprechen.

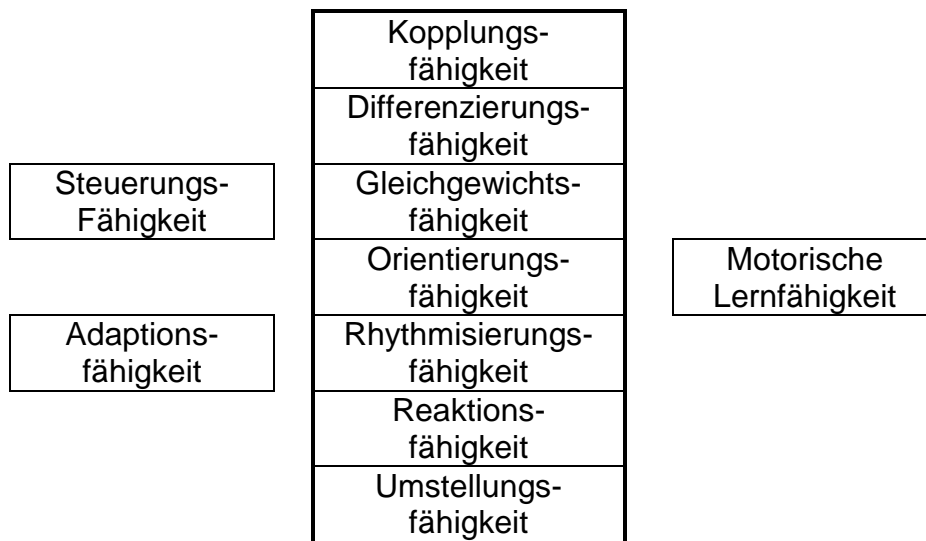


Tabelle 19: Strukturelles Gefüge der koordinativen Fähigkeiten (in der Mitte die speziellen, außen die allgemeinen Fähigkeiten; nach Meinel & Schnabel, 1987 und Blume, 1978)

Die **Steuerungsfähigkeit** bezieht sich auf die Kopplungs-, die Differenzierungs-, die Orientierungs- und die Rhythmisierungsfähigkeit. Die **Adaptionsfähigkeit** beinhaltet die Gleichgewichts-, die Orientierungs-, die Rhythmisierungs-, die Reaktions-, und die Umstellungsfähigkeit. Die **motorische Lernfähigkeit** wird von allen sieben speziellen Fähigkeiten beeinflusst, die im Folgenden kurz erläutert werden.

- **Kopplungsfähigkeit**

Sie ist die Fähigkeit, Teilkörperbewegungen, wie beispielsweise Teilbewegungen der Extremitäten und des Rumpfes untereinander und in Beziehung zu der auf ein bestimmtes Handlungsziel gerichteten Gesamtkörperbewegung zweckmäßig zu koordinieren. Bei schwierigen Koordinationsaufgaben, wie in der Gymnastik oder im Geräteturnen dominiert sie.

- **Differenzierungsfähigkeit**

Sie beschreibt das Erreichen einer hohen Feinabstimmung einzelner Bewegungsphasen und Teilkörperbewegungen, die in großer Bewegungsgenauigkeit und Bewegungsökonomie zum Ausdruck kommt. Hierzu ist ein hohes Maß an bewusster, präziser Wahrnehmung der Kraft-, Zeit- und Raumparameter notwendig. Hierfür benutzt man oft Begriffe wie; 'Bewegungsgefühl', 'Ballgefühl' und 'Tempogefühl' beschrieben.

- **Gleichgewichtsfähigkeit**

Sie kann in eine **statische** und eine **dynamische** Fähigkeit unterteilt werden, womit zum einen der gesamte Körper im Gleichgewichtszustand gehalten wird und zum anderen während oder nach umfangreichen Körperverschiebungen diesen Zustand beibehalten bzw. wiederhergestellt wird.

- **Orientierungsfähigkeit**

Sie beschreibt die Fähigkeit zur Bestimmung des Körpers im Raum, die Veränderung der Lage und der Bewegungen des Körpers in Raum und Zeit bezogen auf ein definiertes Aktionsfeld, wie im Spielfeld, Boxring und im Turnen. Darüber hinaus werden sich bewegende Objekte wie ein Ball, oder Subjekte, wie Gegner oder Partner für Aktionen eingeplant. Die Wahrnehmung der Lage und Bewegung und die motorische Aktion zur Lageveränderung des Körpers sind als eine Einheit zu verstehen, als die Fähigkeit der **raum-zeit-orientierten Bewegungssteuerung**.

- **Rhythmisierungsfähigkeit**

Sie ist die Fähigkeit, einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und auf die Eigenmotorik zu übertragen. Vorwiegend handelt es sich um die Wahrnehmung von akustisch, oft musikalisch sowie visuell vorgegebenen Rhythmen, die in Bewegungshandlungen umgesetzt werden, wie dies zum Beispiel in der Gymnastik, im Eiskunstlauf, in Aerobic oder im Mannschaftsruderboot der Fall ist.

- **Reaktionsfähigkeit**

Sie ist die Fähigkeit zur schnellen Einleitung und Ausführung zweckmäßiger kurzzeitiger motorischer Aktionen auf ein **Signal**, wie beim 100m-Sprint. Dabei kommt es darauf an, zum zweckmäßigsten Zeitpunkt und mit einer aufgabenadäquaten Geschwindigkeit zu reagieren, wobei meistens das maximal schnelle Reagieren das Optimum ist.

Die Signale können auf **akustischem, optischem, taktilem oder kinästhetischem** Weg übertragen werden.

- **Umstellungsfähigkeit**

Sie bezeichnet die Fähigkeit, während des Handlungsvollzuges aufgrund wahrgenommener oder antizipierter (vorausgesehener) **Situationsveränderungen** das Handlungsprogramm den neuen Gegebenheiten anzupassen oder die Handlung auf völlig andere Weise fortzusetzen. Hierbei sind vor allem die Schnelligkeit und Genauigkeit der **Wahrnehmung** sowie reichhaltige Bewegungserfahrungen bedeutend, um mehr Möglichkeiten des Umstellens entsprechend dem Handlungsziel auszuwählen.

Von den genannten koordinativen Fähigkeiten lässt sich die Kopplungs-, Orientierungs- und Rhythmisierungsfähigkeit gut im Aerobic schulen. Das statische Gleichgewicht wird z.B. im Einbeinstand verbessert, während durch Kniehebeläufe auf einer Matte z.B. das dynamische Gleichgewicht verbessert werden kann. Ungewohnte Übungen bzw. Materialien sind für ein Koordinationstraining besonders hilfreich.

### 5.3 Trainingsmethoden der Koordination

Wie schon bei der intermuskulären Koordination dargestellt, wird die Verbesserung der Koordination mit traditionellen und neueren Modellen erklärt. Allen gemein ist aber vor allem das gezielte, methodisch aufbereitete **Üben** der entsprechenden Bewegung. In einem klassischen Modell werden zur Beschreibung **vier**

**Lernabschnitte** durchlaufen, beginnend mit dem unkonditionierten Zustand bis zum Höchstmaß an koordinativen Fähigkeiten, die auch für das Verständnis und die praktische Anleitung von Fitness-Trainierenden hilfreich sind:

- Bildhafte Vorstellung des Bewegungsablaufes
- Aktive Durchführung der Bewegung unter Einbeziehung überflüssiger Muskelgruppen
- Zentralisation des Bewegungsablaufes, d. h. Ausschalten der mitbewegten überflüssigen Muskelgruppen
- Erreichen eines motorisch-dynamischen Stereotyps mit optimaler intra- und intermuskulärer Koordination d.h. eine räumlich-zeitlich identische Ausführung eines Bewegungsablaufes und einer Bewegungswiederholung als vollautomatisierte Bewegung.

Das zu frühe Einschleifen des **motorisch-dynamischen Stereotyps** im submaximalen Leistungsbereich kann aber ggf. kontraproduktiv sein und z.B. im Sprint zu einer so genannten 'Geschwindigkeitsbarriere' führen, die dann durch bestimmte Trainingsmaßnahmen wieder durchbrochen werden muss. Bei der Koordinationsverbesserung wird die aktive Bewegungsausführung durch 'mentales Üben', d. h. der intensiven Bewegungsvorstellung, unterstützt.

Für die Entwicklung der Koordination werden häufig die in der Tabelle `Methodische Maßnahmen und Übungsbeispiele´ dargestellten methodische Maßnahmen genutzt (vgl. Harre, 1979).

Methodische Maßnahme	Übungsbeispiele
Variation der Bewegungsausführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sprünge mit Anhocken, Angrätschen oder Anbeugen der Beine</li> <li>• Wideregleiche Ausführung der Körperübung</li> <li>• Übungen mit Tempo- und Rhythmuswechsel</li> </ul>
Veränderung der äußeren Bedingungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übungen im veränderten Gelände mit Geräten oder Partnern</li> <li>• Verkleinerung oder Erhöhung der Unterstützungsfläche</li> </ul>
Kombinieren von Bewegungsfertigkeiten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbindung verschiedener gymnastischer oder turnerischer Elemente</li> <li>• Spielkombination</li> </ul>
Üben unter Zeitdruck	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktionsschulende Übungen</li> <li>• Hindernisläufe nach Zeit</li> </ul>
Variation der Informationsaufnahme	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balancieren mit Blick nach oben, geneigtem Kopf oder verbundenen Augen</li> <li>• Üben vor dem Spiegel</li> <li>• Präzisionsbewegungen mit objektiver Zusatzinformation</li> </ul>
Üben nach Vorbelastung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausführen komplizierter Bewegungen am Ende einer Trainingseinheit</li> <li>• Balancieren nach mehreren schnellen Rollen oder Drehungen</li> </ul>

Tabelle 20: Methodische Maßnahmen und Übungsbeispiele für die Verbesserung der Koordination

Wegen der Verletzungsgefahr erfolgt das Training im ausgeruhten Zustand (vgl. `Prinzip der optimalen Belastungsfolge´ im Kapitel 1.4 Trainingsprinzipien), also nach dem warm-up, wie es auch in Kapitel 7. Grundlagen der Erstellung von Trainingsplänen ersichtlich wird.

#### 5.4 Besonderheiten hinsichtlich Alter und Geschlecht

Die Koordination hat ihr qualitatives Maximum bzw. Optimum zwischen dem 20. und 22. Lebensjahr und bleibt ca. bis zum 30. Lebensjahr auf gleichem Niveau. Ab dann kann der altersbedingte Rückgang der koordinativen Qualität durch Übung aufgehalten werden. Ein Höchstmaß an Koordination ist im Leistungssport bereits im 12. - 13. Lebensjahr möglich, wie z. B. im Kunstturnen. Demzufolge ist im Alter die

Koordination ohne Training wieder auf einem Tiefpunkt angelangt, was dann z.B. für die im höheren Alter so wichtige Sturzprophylaxe kontraproduktiv ist.

6	Training der Schnelligkeit
---	----------------------------

**Mit diesem Kapitel sollten Sie Frage 8 aus Kapitel 11. Kontrollfragen beantworten können!**

Um die Schnelligkeit von der Ausdauer abzugrenzen, wird vor allem die Belastungsdauer häufig auf 35 bis 45 Sekunden begrenzt (vgl. Kapitel `Training der Ausdauer`), wobei hier schon eine Mischbelastung (`Schnelligkeitsausdauer`) vorliegt. Schnelligkeit bezieht sich also zumeist auf noch kürzere, intensive Belastungen mit hohem Tempo.

Das Schnelligkeitstraining ist im Fitness-Studio allerdings selten anzutreffen, was in erster Linie damit zu tun hat, dass die wenigsten Geräte kompatibel für das Schnelligkeits- oder Schnellkrafttraining sind und darüber hinaus für Ungeübte auch die **Verletzungsgefahr** bei einem solchen Training sehr hoch ist. Des Weiteren wird häufig für den Nichtsportler und den gesundheitsorientierten Fitness-Sportler der **Nutzen** der Schnelligkeit als nur gering eingeschätzt, was jedoch durchaus kritisch hinterfragt werden sollte. Denn alltägliche Anforderungen an die Schnelligkeit sind häufig gegeben, so z.B. beim Stolpern, beim Abfangen des Körpers im Bus aufgrund eines plötzlichen Bremsens oder beim kurzen, schnellen Lauf zu Bus oder Bahn.

Grosser (1991) beschreibt **fünf Ziele** des, vor allem leichtathletisch orientierten, Schnelligkeitstrainings:

- In kürzester Zeit auf Signale zu reagieren
- Beschleunigungsphasen zu minimieren
- höchstmögliche Geschwindigkeit für Einzelbewegungen, Bewegungsfrequenzen und für Fortbewegungsgeschwindigkeiten zu erzielen
- schnellstmögliche Bewegung so oft bzw. so lange wie möglich ohne deutlichen Geschwindigkeitsverlust aufrechtzuerhalten
- kombinierte Bewegungsaktionen mit optimaler Präzision und höchstmöglicher Geschwindigkeit durchzuführen.

Auch hier findet sich in den ersten beiden Zielen der o. g. **Alltagsbezug** wieder. Dennoch aber ist die Bedeutung im Gesundheits- und Fitness-Sport gering, weshalb das Kapitel kürzer gefasst wird.

### 6.1 Definition Schnelligkeit

„Schnelligkeit beinhaltet im biologischen Bereich die Abwicklung einer gegebenen motorischen Aktion mit einem **Minimum an Zeitaufwand**“ (Hollmann & Hettinger, 1990) und ist bei „sportlichen Bewegungen die Fähigkeit, auf einen **Reiz** bzw. ein Signal hin schnellstmöglich zu reagieren und / oder Bewegungen bei geringen

Widerständen mit hoher Geschwindigkeit durchzuführen“ (Martin, Carl & Lehnertz, 2001).

Somit wird die Schnelligkeit aus den **zwei Komponenten Reaktionsschnelligkeit** und **Bewegungsschnelligkeit** gebildet, die sich weiter unterteilen lassen.

**Physiologische Voraussetzungen** für die Schnelligkeit sind ein hoher prozentualer Anteil an `schnellen` Muskelfasern (so genannte FT-Fasern), große Depots an energiereichen Phosphaten (ATP und KP) sowie eine optimale nervale Steuerung von Erregungs- und Hemmungszuständen.

## 6.2 Arten der Schnelligkeit

Grundsätzlich unterscheidet man bei der Schnelligkeit hinsichtlich der Bewegungsform zwischen **zyklischen** und **azyklischen** Bewegungen, manchmal auch als azyklische Sequenzschnelligkeit und zyklische Frequenzschnelligkeit bezeichnet. Zyklische Bewegungsformen sind eine Folge motorischer Aktionen, die fortwährend und gleichmäßig wiederholt werden; man findet sie zum Beispiel beim Laufen, Radfahren, Schwimmen. Sie stellen im Grunde damit eine ununterbrochene Folge jeweils einzelner azyklischer Bewegungen dar. Azyklische Bewegungstypen sind dagegen in sich abgeschlossene motorische Einzelaktionen bzw. Bewegungen, wie der Stoß, der Wurf, der Sprung oder der Schlag.

**Sportpraktisch** werden die `reinen` und die `komplexen` Schnelligkeitsformen unterschieden. Die **reinen Schnelligkeitsformen** sind dominant abhängig vom zentralen Nervensystem und von genetischen Faktoren, dazu zählen die **Grundschnelligkeit, Aktionsschnelligkeit** und **Reaktionsschnelligkeit**. In der Abbildung `Bedeutung der Schnelligkeitsfähigkeiten in verschiedenen Anwendungsbereichen` ist die Bedeutung der Schnelligkeitsformen für die Kraftsport-, Schnellkraftsport- und Spielsportarten dargestellt.

Anwendungsbereich	Gesundheits-sport	Fitness-sport	Kraft-sportarten	Schnellkraft-sportarten	Spiel-sportarten	Ausdauer-sportarten
Reaktions-schnelligkeit		X	X	X	XXX	X
Aktions-schnelligkeit		X	XX	XXX	XXX	X
Schnelligkeitsausdauer		X	XX	XXX	XXX	X

**Bedeutungsgrad : XXX = hoch XX = mittel X = gering**

Tabelle 21: Bedeutung der Schnelligkeitsfähigkeiten in verschiedenen Anwendungsbereichen (Blum & Friedmann, 1990)

Die **komplexen Schnelligkeitsformen**, Schnellkraft, Schnellkraftausdauer und maximale Schnelligkeitsausdauer, sind eine Kombination aus den verschiedenen motorischen Fähigkeiten Schnelligkeit, Kraft und Ausdauer.

Unter **Reaktionsschnelligkeit** versteht man die Antwort auf einen Reiz, der **optisch**, **akustisch** oder **taktil** sein kann. So führt zum Beispiel das Hupen eines Autos bestenfalls zum sofortigen schnelleren Gehen über die Straße.

Schnelligkeit		
Reaktionsschnelligkeit	Bewegungsschnelligkeit	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktion auf akustische, optische, taktile Signale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktionsschnelligkeit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schnellkraft</li> <li>• Schnellkraftausdauer</li> <li>• Schnelligkeitsausdauer</li> </ul>
Elementare Schnelligkeitsform	Elementare Schnelligkeitsform	Komplexe Schnelligkeitsform

Tabelle 22: Gliederung der Schnelligkeit

### 6.3 Trainingsmethoden der Schnelligkeit

Das Training der Schnelligkeit setzt ein **Aufwärmen** und vorbereitendes **Dehnen**, eine **technische Präzision**, eine hohe **Motivation** und eine Möglichkeit zur **Rückmeldung** voraus.

Die Körpertemperatur muss bei Schnelligkeitsleistungen erheblich über der Umgebungstemperatur liegen. Denn alle chemischen Prozesse, wie auch die Stoffwechselfvorgänge im Organismus und die Nervenleitungsgeschwindigkeit, sind temperaturabhängig. Der Energieumsatz pro Zeiteinheit steigt gemäß der **RGT-Regel** (Reaktions-Geschwindigkeits-Temperatur-Regel) mit steigender Temperatur an. Es ist erstrebenswert, Körpertemperaturen von 38,5° zu erreichen, die allerdings eine systematische Aufwärmarbeit von 15 bis 30 Minuten und den Erhalt dieser Temperatur voraussetzen. Es konnte festgestellt werden, dass sich Sprintzeiten durch Erhöhung der Körpertemperatur von 2,5 - 6 % verbesserten (Stoboy, 1972).

Vor jedem Schnelligkeitstraining muss die Zielmuskulatur dehnfähig gemacht werden, um die **inneren Widerstände** zu minimieren. Allerdings darf dies nicht so weit gehen, dass die erforderliche `stiffness` (Gegenpart zum creeping-Effekt) des Muskel-Sehnen-Systems verloren geht, so dass nach dem Dehnen immer nochmals aktivierende Übungen einzuplanen sind. Jedoch muss auf der Gegenseite sichergestellt sein, dass der Antagonist leicht dehnbar sein muss, um der agonistischen Muskulatur den geringsten Widerstand entgegenzusetzen (neuronale Verschaltung wie beim aktiven Dehnen).

Zur Verbesserung der Schnelligkeitsleistungen gehört es, dass die Bewegungsabläufe mit großer **technischer Präzision** durchgeführt werden. Deshalb soll eine Bewegung (Start oder zyklische Bewegungsabläufe) erst schnell durchgeführt werden, wenn die richtige Technik stabilisiert ist. Diese Forderung hat einen **neurophysiologischen** Grund. Schnelle Bewegungen müssen wegen des

Zeitdrucks zumeist auf spinaler Basis ablaufen. Das Üben dieser schnellen Abläufe wird deshalb gleichzeitig mit ihrer Programmierung verbunden. Da jedoch möglichst `technisch` richtige Programme gespeichert werden sollen, ist die Präzision der Bewegungsdurchführung für das Schnelligkeitstraining eine äußerst wichtige Voraussetzung.

Auch 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 standardisiert werden und das Training sollte ständig mit **Ergebnis-Rückmeldungen** z. B. mit Fotozellen, Lichtschranken, Sprints in Partnerform, Videoaufzeichnungen etc. stattfinden, da sonst nicht zu bewerten ist, welche Leistungsergebnisse sich im Training ergeben.

Schnelligkeitstraining muss hoch motiviert und mit dem **Willen zur optimalen Leistung** durchgeführt werden.

Die Verbesserung der **zyklischen Bewegungsschnelligkeit** umfasst Techniktraining, Krafttraining und Frequenztraining. Zwischen Maximalkraft und Bewegungsschnelligkeit besteht ein hoher Zusammenhang.

Techniktraining	Krafttraining	Frequenztraining
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lauschule</li> <li>• Koordinationsläufe</li> <li>• Steigerungsläufe</li> <li>• Fußgelenks- und Armarbeit</li> <li>• `Skippings`</li> <li>• leichte Bergabläufe</li> <li>• submaximale Intervallsprints</li> </ul> <p>Koordinations-schulung ist die Voraussetzung für unmittelbares spezielles Krafttraining und insbesondere für maximales Frequenztraining.</p>	<p><b>mittelbar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeit mit der Scheibenhantel oder an Kraftmaschinen im Gewichtsraum</li> <li>• kurze Sprünge</li> <li>• lange Sprünge</li> </ul> <p>Es scheint ein optimales Kraftniveau zu geben. Allgemeine Kraftbedarf der Transformation in spezielle Kraft.</p> <p><b>unmittelbar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antritte aus dem Block</li> <li>• `wind sprints`</li> <li>• Sprints mit Gewichtsweste o. Manschetten</li> <li>• Bergaufläufe</li> <li>• Treppenläufe</li> <li>• Ziehen von Partnern oder Gegenständen, Schieben von Mattenwägen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholungsmethode (2 bis 6, 7- bis 8-sekündige Sprints über 50 bis 80 m bei möglichst vollständiger Erholung von etwa 5 sek. Dauer über 30 bis 40 m bei 1 bis 3 min Pause innerhalb der Serie; im Abstand von 10 - 15 min. 3 - 4 Serien)</li> </ul> <p>Das Entstehen einer Geschwindigkeitsbarriere versucht man durch `wind sprints`, `Mischläufe`, Bergabläufe oder Läufe mit unterschiedlicher Schrittlänge und -frequenz zu vermeiden.</p>

Tabelle 23: Technik-, Kraft- und Frequenztraining

Die **azyklische Schnelligkeit** geht in die Kraftschnelligkeit bzw. in die Schnellkraft über und umgekehrt. Die Kraftschnelligkeit wird durch das Niveau der azyklischen Schnelligkeit beeinflusst. Deshalb ist eine definitive Grenzziehung zwischen azyklischer Bewegungsschnelligkeit, Kraftschnelligkeit oder Schnellkraft kaum möglich. Darin zeigt sich auch die Problematik, azyklische Schnelligkeit und Kraft trainingsmethodisch zu trennen (vgl. Letzelter, 1987).

## 7. Grundlagen der Erstellung von Trainingsplänen

Am Ende der Trainingsplanung steht die Aufgabe des Trainers, für den Trainierenden einen individuellen Trainingsplan zu erstellen, nach dem er in den nächsten Wochen trainiert. Abhängig von den Ergebnissen des Fitness-Checks muss festgelegt werden, welche Trainingsziele, -inhalte, -methoden und -organisationsformen für die jeweilige Person angemessen sind.

Jede Trainingseinheit besteht aus drei Abschnitten oder Phasen:

- **Aufwärmung** einleitender Teil mit allgemeinem, speziellem und individuellem Teil zur Vorbereitung auf den Hauptteil; evtl. Koordinationsübungen
- **Hauptteil** Training der fünf motorischen Fähigkeiten nach Zielsetzung
- **Abwärmen** Ausklang und Einleitung der Regeneration

Jede dieser Phasen muss im Trainingsplan berücksichtigt und mit entsprechenden Angaben beschrieben werden.

- **Aufwärmung**

Für die Aufwärmung (warm-up) bietet sich normalerweise eine allgemeine Belastung auf einem der Cardio-Geräte an, häufig kombiniert mit allgemeinen gymnastischen Dehn- und Mobilisationsübungen für die großen Gelenke und Muskelgruppen. Die Aufwärmphase dauert je nach Leistungsfähigkeit zwischen 10 und 20 Minuten und wird mit ansteigender Intensität bis zur gewünschten Trainingsintensität durchgeführt. Als Faustregel kann hier gelten, dass eine Pulsfrequenz von etwa 170 minus Lebensalter ( $220 - LA * 60 \%$ ) dabei nicht überschritten werden sollte. Im Trainingsplan sollten für diese Phase auf dem Cardio-Gerät folgende Angaben gemacht werden (vgl. Abbildung `Trainingsplan für das Training im Fitness-Studio`):

- gewähltes Ausdauergerät (Fahrradergometer, Rudergerät, Stepper, etc.),
- Belastungsnormative, wie Intensität (Pulsfrequenz und / oder physikalische Leistung auf dem Gerät, wie z.B. Watt auf dem Fahrradergometer) und Dauer der Belastung - in der Regel 10 bis 20 Minuten.

Zusätzlich sollten die Gymnastikübungen (Mobilisation, Dehnung, Kraft, Koordination) ausgeführt werden, die normalerweise während der Aufwärmphase durchgeführt werden. Dafür sollte ein separates Blatt zur

Verfügung stehen, auf dem alle Übungen mit Nummer und Foto oder Zeichnung abgebildet sind.

- **Hauptteil**

Den Hauptteil bilden bei einem allgemeinen Fitnesstraining normalerweise acht bis zwölf Übungen zur Kräftigung der Muskulatur. Diese werden in ein bis drei, bei Fortgeschrittenen auch drei bis sechs Sätzen oder Serien durchgeführt.

Die Wiederholungszahl steht im Verhältnis zur Intensität. Je höher die Intensität (in % der Maximalkraft), desto geringer ist normalerweise die Anzahl der Wiederholungen. Bei einem allgemeinen Fitnesstraining sind Belastungen in der Größenordnung von 40 - 60 % der Maximalkraft, entsprechend Wiederholungszahlen von 8 bis 15 die Regel. Je nach Trainingsziel, vor allem wenn es sich um Leistungsziele handelt, sind jedoch auch weitere Varianten denkbar (vgl. Kapitel `Training der Kraft'). Im Trainingsplan sollten neben jeder Übung folgende Angaben vermerkt sein:

- Wiederholungszahl,
- Intensität, als absolute Angabe in Kg oder als Angabe zur gewählten Anzahl von Gewichtsplatten,
- Anzahl der Sätze bzw. Serien.

Gleiches gilt, wenn andere motorische Fähigkeiten trainiert werden, z.B. wenn der Schwerpunkt im Ausdauerbereich liegt. Hier muss dann neben dem Hinweis zum ausgewählten Gerät wiederum, wie bereits für das Aufwärmen beschrieben, eine Angabe zur Intensität gemacht werden. Diese ist möglich durch die Festlegung der körperlichen Beanspruchung in Form der Pulsfrequenz, oder durch Angaben zur physikalischen Leistung, normalerweise in Watt auf dem Fahrradergometer oder in Kilometer pro Stunde (km/h) auf dem Laufband.

- **Abwärmen**

Die abschließende Angabe bezieht sich auf den Abwärmteil (cool down), der häufig mit dem Ausdauertraining gleich gesetzt wird, was aber nicht richtig ist, da das cool-down zur Einleitung der Regeneration beiträgt. Ein Ausdauertraining kann also höchstens in das cool-down übergehen, indem zum Schluss mit abnehmender Intensität gearbeitet wird. Da dies nur ein Teil dieser Phase ist, kann das Training, ähnlich der Aufwärmphase auch mit Dehnung, Gymnastik, Mobilisation und/oder Entspannung beendet werden. Andere entspannende Maßnahmen wie das anschließende Duschen, ein Saunagang oder Massagen runden die Ruhephase des Körpers ab.

Ein Beispiel für einen Trainingsplan zeigt die folgende Abbildung (‘Trainingsplan für das Training im Fitness-Studio’).

**Trainingsplan vom:** (Tagesdatum)

Persönliche Daten:

NAME					
VORNAME					
Straße					
Wohnort					
Beruf					
Geb. Datum		Größe (m)		Gewicht (kg)	
TRAINER					

1. Aufwärmprogramm
  - 1.1 Cardio

(Gerät) Nr.	Trainings-Belastung	Zeitraum	Zeitraum	Zeitraum
	Zeit			
	Puls			
	Watt / km/h / Stufe			
(Gerät) Nr.	Trainings-Belastung	Zeitraum	Zeitraum	Zeitraum
	Zeit			
	Puls			
	Watt / km/h / Stufe			

- 1.2 Dehnübungen (siehe Extrablatt)

Übungsnummer	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.
Bereich	Brust	Rücken	Nacken	OS vorne	OS hinten	Hüfte vorn	Adduktoren
Dauer							

2. Geräteprogramm  
(Organisation: Circuit oder Stationstraining)

Gerät	Nr.	D Nr.	Trainings- Belastung	Zeitraum	Zeitraum	Zeitraum
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			
(Bezeichnung)			kg /Stufe Wdh. Sätze			

3. Cool-Down

1. Cardio	siehe Aufwärmung	2. Dehnübungen	siehe Aufwärmung
-----------	---------------------	----------------	---------------------

Abbildung 8: Trainingsplan für das Training im Fitness-Studio

## 8. Ernährung

### 8.1 Ernährungskreis

Ernährungskreis



- 1 Gemüse und Salat
- 2 Obst
- 3 Milchprodukte
- 4 Fisch, Fleisch und Eier
- 5 Öle und Fette
- 6 Getreideprodukte, Kartoffeln
- 7 Getränke



## 8.2 Aufgabe und Funktion der Nährstoffe

Stoffgruppe	Funktion
Kohlenhydrate	Energieträger / Energiebereitstellung
Fette	Energieträger Schutz der Organe Isolierung Baustoffwechsel
Eiweiße	Grundbaustein Energieförderer in Notsituationen

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Energiegehalt 1 g =	
Kohlenhydrate	4 kcal
Fette	9 kcal
Eiweiße	4 kcal

---

---

---

---

---

---

---

---

Der Energiegehalt wird in Kilokalorien ausgedrückt (kcal). Eine kcal ist diejenige Wärmemenge, die notwendig ist, um einen Liter Wasser von 14,5 °C auf 15,5 °C zu erwärmen.



Stoffgruppe	Funktion
Vitamine	Steuerung von Stoffwechselprozessen
Mineralstoffe	Basis für alle Stoffwechselprozesse
Mengen- und Spurenelemente	Wirk- und Reglerstoffe
Wasser	Basis für Funktions- und Nährstoffe Regelung der Körpertemperatur Lösungsmittel Transportmittel Baustoff
Ballaststoffe	Unverdauliche Kohlenhydrate

---

---

---

---

---

---

---

---

### 8.3 Nährstoffspeicher

Nährstoff	Speicherort
Kohlenhydrate	Muskeln, Leber
Fette	Unterhautfettgewebe, Muskeln, Leber, Eingeweide
Eiweiße, Vitamine, Mineralien, Wasser	Keine direkte Speicherform

---

---

---

---

---

---

---

---



### 8.4 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate	Beispiele	Vorkommen
Einfachzucker (Monosaccharide)	Traubenzucker Fruchtzucker	Obst, Honig, Süß-waren, Fruchtsäfte
Zweifachzucker (Disaccharide)	Rohr-, Rüben-, Malz- und Milchzucker	Haushaltszucker, Malzbier, Joghurt
Mehrfachzucker (Oligosaccharide)	künstliches Zuckergemisch	Energiedrinks KJ-Konzentrate
Vielfachzucker (Polysaccharide)	Stärke, Zellulose, Glycogen	Kartoffeln, Getreide, Ge- müse, Brot, Nudeln, Reis

Einfache KH	Komplexe KH
Energiedichte	Nährstoffdichte
wenig Ballaststoffe = geringe Sättigung	Hauptquelle für Ballaststoffe = größere Sättigung
schnelle Verfügbarkeit	Langzeitwirkung
schnelle Verdauung	langsame Verdauung
ungünstige Auswirkungen direkt vor dem Training	gute Nährstoffzufuhr vor dem Training (1-2 Std. vorher)

---

---

---

---

---

---

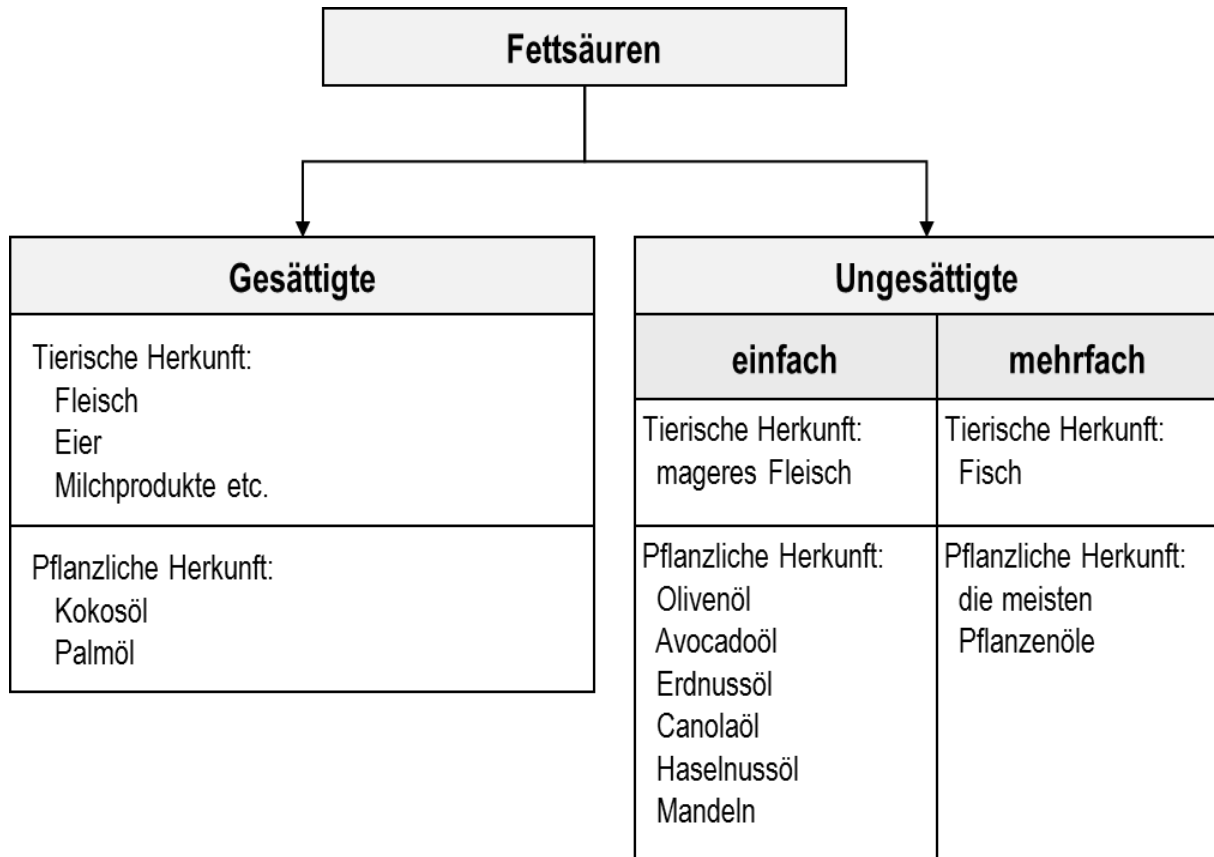
---

---

---

---

## 8.5 Fette



## 8.6 Eiweiße



	Tierische Eiweiße	Pflanzliche Eiweiße
Vorteile	Hoher Anteil an essentiellen Aminosäuren	Geringerer Anteil an Fett
Nachteile	Höherer Anteil an Fett	Geringerer Anteil an essentiellen Aminosäuren

## 8.7 Vitamine

### 1. fettlösliche

**A** **D** **E** **K**

Vorkommen:

Hauptsächlich in Milchprodukten, Fisch, Fleisch, Ei, Kartoffeln

### 2. wasserlösliche **B** -Komplex **C**

Vorkommen:

Hauptsächlich in Obst, Gemüse, Getreide, frischen pflanzlichen Nahrungsmitteln, Kartoffeln



## 8.9 Folgen des Flüssigkeitsverlustes

<b>Wasserverlust in % des Körpergewichts</b>	<b>Sportler/in mit 60 kg</b>	<b>Auswirkungen</b>
2 %	1,2 Liter	Vermindert die Ausdauer Durstgefühl
4%	2,4 Liter	Vermindert Ausdauer Vermindert Kraft Durstgefühl
6%	3,6 Liter	Körperliche Schwäche Reizbarkeit Totale Erschöpfung Sehr starkes Durstgefühl
>6%	>3,6 Liter	Übelkeit Erbrechen Mangelhafte motorische Koordination
10%	6 Liter	Lebensgefahr

1 Liter Schweißverlust = 1 kg Gewichtsverlust

## 8.10 Gewichtskontrolle

### Body Mass Index (BMI)

Beurteilung des relativen Körpergewichts  
BMI-Normalgewicht = 19 – 25

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (kg)}}{\text{Quadrat der Körperlänge (m}^2\text{)}}$$

### Körperkomposition

fettfreie Körpermasse

Körperfettanteil:

bei Männern ca. 10-15%

bei Frauen ca. 20-25%

$$\frac{\text{Körperfettanteil}}{\text{Magermasse}}$$

### Kalorienbedarf

Grundumsatz =

Körpergewicht (kg) x 24 (h) x 1 kcal

$$\begin{aligned} &\text{Grundumsatz} \\ &+ \text{Arbeitsumsatz} \\ &+ \text{Freizeitumsatz} \end{aligned}$$

$$= \text{Kalorienbedarf}$$

### Verteilung der Hauptnährstoffe:

#### ► Basisernährung

- Kohlenhydrate: 55-60%
- Fette: 25-30 %
- Eiweiße: 10-15 %

#### ► Bodybuilder

- allgemeine Empfehlungen zur Nährstoffverteilung
- absolute Eiweißzufuhr in Gramm erhöht
- absolut müssen mehr Kalorien aufgenommen werden.

## 9. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Schultz-Arndt´sche Reizstufenregel
Tabelle 2:	Bedeutung der Belastungsnormative
Tabelle 3:	Belastungsnormative für Kraft und Ausdauer
Tabelle 4:	Belastungsnormative für Beweglichkeit, Koordination und Schnelligkeit
Tabelle 5:	Ziele im Ausdauertraining
Tabelle 6:	Arten und Typen der Ausdauer aus trainingsmethodischer und sportmedizinischer Sicht
Tabelle 7:	Arten und Typen der Ausdauer aus trainingsmethodischer und sportmedizinischer Sicht für den Leistungssport
Tabelle 8:	Ausdauerarten und ihre Bedeutung für Sportarten
Tabelle 9:	Trainingsmethoden im Ausdauertraining und ihre Kennzeichen
Tabelle 10:	Einordnung der Trainingsbereiche und der zu trainierenden Fähigkeiten nach der Stoffwechsellage
Tabelle 11:	Trainingsbereiche und –methoden zur Ausdauerentwicklung
Tabelle 12:	Beispiele für Herzfrequenzformeln (unvollständige Liste)
Tabelle 13:	Beispielwerte zur Hottenrott-Formel
Tabelle 14:	Effekte des allgemeinen aeroben Ausdauertrainings
Tabelle 15:	Effekte der speziellen Methoden
Tabelle 16:	Arten der Kraft
Tabelle 17:	Bestimmende Parameter für die Gelenkbeweglichkeit
Tabelle 18:	Merkmale der Dehntechniken (-methoden)
Tabelle 19:	Strukturelles Gefüge der koordinativen Fähigkeiten (in der Mitte die speziellen, außen die allgemeinen Fähigkeiten)
Tabelle 20:	Methodische Maßnahmen und Übungsbeispiele
Tabelle 21:	Bedeutung der Schnelligkeitsfähigkeiten in verschiedenen Anwendungsbereichen
Tabelle 22:	Gliederung der Schnelligkeit
Tabelle 23:	Technik-, Kraft- und Frequenztraining

## 10. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Modell der Trainingsplanung und –steuerung
Abbildung 2:	Modell der sportlichen Leistung und der motorischen Fähigkeiten
Abbildung 3:	Biologische Anpassung der einzelnen Systeme
Abbildung 4:	Modell der Superkompensation
Abbildung 5:	Struktur der Krafftähigkeiten und –komponenten
Abbildung 6:	Ruhspannungs-Dehnungskurve
Abbildung 7:	Dehnungsparameter der ischiokruralen Muskulatur in der Ruhspannungs-Dehnungskurve
Abbildung 8:	Trainingsplan für das Training im Fitness-Studio

## 11. Literaturverzeichnis

- Boeckh-Behrens, W.-U. & Buskies, W. (2001). *Fitness-Krafttraining*. Reinbek.
- Bös, K. (1996). *Fitness testen und trainieren*. München.
- Buskies, W. (1999). *Sanftes Krafttraining*. Köln.
- De Marees, H. (2003). *Sportphysiologie*. Köln.
- Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin*. Stuttgart.
- Hottenrott, K. (2002). *Herzfrequenzvariabilität im Sport*. (DVS Band 129). Hamburg.
- Klee, A. & Wiemann, K. (2005). *Beweglichkeit / Dehnfähigkeit*. Schorndorf.
- Letzelter, H. & Letzelter, M. (1993). *Krafttraining*. Reinbek.
- Pschyrembel, Klinisches Wörterbuch* (1998). Berlin.
- Stemper, T. (verantw.) (2006). *Lehrbuch Lizenziertes Fitness Trainer DSSV*. (5. Auflage). Hamburg.
- Wiemann, K. (1994). Beeinflussung muskulärer Parameter durch unterschiedliche Dehnverfahren. In M. Hoster + H.-U. Nepper (Hrsg.), *Dehnen und Mobilisieren* (S. 40 – 71). Waldenburg
- Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In M. Siewers (Hrsg.), *Muskelkrafttraining* (S. 95-120).Kiel
- Weineck, J. (1994). *Sportbiologie* (4.Aufl.). Balingen.
- Weineck, J. (2000). *Optimales Training* (14. Aufl.). Balingen.
- Zintl, F. & Eisenhut, A. (2004). *Ausdauertraining*. München.

## 12. Lehrheft Training: Kontrollfragen

**Die Bearbeitung der Kontrollfragen sollte weitestgehend ohne das Lehrbuch geschehen und frei formuliert bzw. in Stichworten erfolgen und dienen der Seminarvorbereitung. Nicht beantwortete Fragen können im Seminar vom Dozenten erklärt werden.**

- 1.) Was ist mit dem Begriff `Trainingssteuerung´ gemeint? Skizzieren sie grob den Ablauf.
- 2.) Beschreiben sie ein Trainingsprinzip und stellen sie den Praxisbezug an einem Beispiel dar.
- 3.) Was ist im Ausdauertraining mit der Abkürzung `aadA´ gemeint? Wofür steht die Abkürzung und wie kann man dieses Training beschreiben?
- 4.) Wie lautet die Karvonen-Formel und was ist an ihr im Vergleich zu anderen Formeln besonders?
- 5.) Nennen Sie drei Gründe für ein Muskelaufbautraining, auch bis ins hohe Alter!
- 6.) Wie sind die Belastungsnormative für Kraftausdauer- und Muskelaufbautraining? Erstellen sie eine Tabelle.
- 7.) Welche fünf Dehnmethode gibt es?  
Erklären sie zwei davon und nennen sie Vor- und Nachteile.
- 8.) Versuchen sie die `Schnellkraft´ in Ihren eigenen Worten zu definieren.