

## 4 Anpassung durch Training

Nach HOLLMANN werden in der Sportmedizin die folgenden fünf motorischen Hauptbeanspruchungsformen unterschieden:

- Ausdauer
- Kraft
- Schnelligkeit
- Flexibilität
- Koordination.

Davon zählen die drei erstgenannten zu den „klassischen“ Hauptbeanspruchungsformen. Obwohl die Übergänge zwischen den einzelnen Bereichen fließend sind und teilweise sogar Überschneidungen bestehen, ist eine Abgrenzung der Begriffe erforderlich. Der menschliche Organismus ist, wie alle lebenden Organismen, charakterisiert durch die Fähigkeit der Anpassung; diese Adaptation ist jedoch spezifisch ausgerichtet auf einen bestimmten Reiz. Dieser Reiz wird durch die sportliche Betätigung gesetzt, z.B. durch das Ausdauer- oder Krafttraining bzw. durch das Üben einer sportartspezifischen Technik. Auf diese Weise werden ganz spezielle Anpassungserscheinungen am Organismus auftreten.

### 4.1 Charakterisierung der motorischen Hauptbeanspruchungsformen

#### **Ausdauer**

Ausdauer ist charakterisiert durch die Fähigkeit, eine gegebene Leistung über einen möglichst langen Zeitraum durchhalten zu können.

**Definition:**

*Ausdauer ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber Ermüdung.*

Die Ausdauer schlechthin gibt es nicht, die Verwendung dieses Begriffes ist für die praktische Tätigkeit wenig geeignet. In Abhängigkeit von der zu bewältigenden körperlichen Belastung bzw. dem Ziel der sportlichen Betätigung muss nach folgenden Gesichtspunkten unterschieden werden (siehe auch Kapitel 4.4):

#### **a. Größenumfang der eingesetzten Muskulatur**

In der Medizin wird von *lokaler Muskelausdauer* gesprochen, wenn weniger als 1/7 der gesamten Skelettmuskulatur eines Menschen eingesetzt wird. Das würde z.B. die Bewegung eines Armes oder eines Beines bedeuten.

Unter *allgemeiner Muskelausdauer* wird dagegen eine sportliche Betätigung verstanden, die den Einsatz von mehr als 1/7 der Skelettmuskulatur erfordert.

#### **b. Art der muskulären Energiebereitstellung**

Die Energiegewinnung erfolgt *aerob*, wenn ausreichend Sauerstoff zur oxidativen Verbrennung der Nährstoffe vorhanden ist. Ist die Sauerstoffzufuhr zur oxidativen Verbrennung nur unzureichend (z.B. bei hohen Belastungsintensitäten), wird die Energie für die Muskeltätigkeit *anaerob* gewonnen.

#### **c. Kontraktionsform der Muskulatur**

Es muss unterschieden werden in *dynamische* Muskelarbeit, also Bewegungsarbeit, und *statische* Arbeit (Haltungs- oder Haltearbeit). Prinzipiell kann festgestellt werden, dass die dynamische Arbeit, bei der ein Wechsel zwischen Kontraktion und Erschlaffung der arbeitenden Muskulatur stattfindet, günstiger für den menschlichen Organismus ist als statische Arbeit. Diese führt wegen der Dauerkontraktion zur raschen Ermüdung.

#### d. Dauer der Belastung

Hier ist zwischen *Kurz-, Mittel- und Langzeitausdauer* zu unterscheiden, wobei jede Sportart spezifische Anforderungen an die Dauer der Belastung stellt.

#### e. Sportpraktische Anwendung

Für die Sportpraxis ist die Unterscheidung zwischen *allgemeiner, sportartunabhängiger Ausdauer* (Grundlagenausdauer) und *spezieller Ausdauer* (spezifisch für eine bestimmte Sportart) von Bedeutung. Dabei widerspiegelt die Grundlagenausdauer die aerobe Kapazität des Organismus und kann gemessen werden anhand des physiologischen Parameters maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_{2max}$ ).

### Kraft

#### **Definition:**

*Kraft ist die Fähigkeit des Nerv - Muskel - Systems, durch Muskeltätigkeit*

- *Widerstände zu überwinden*
- *Widerständen entgegenzuwirken*
- *Widerstände zu halten.*

Das Überwinden von Widerständen wird auch als dynamisch - positive Muskelarbeit bezeichnet. Hier kommt es im Zuge der Kraftentwicklung zu einer Verkürzung der Muskellänge. Diese Kraftfähigkeit wird z.B. beim Springen, Stoßen oder Werfen eingesetzt.

Wirkt der Körper durch Muskelarbeit Widerständen entgegen, leistet er dynamisch - negative Muskelarbeit (nachgebende Kraft). Diese Kraft wird als Bremskraft im Zuge einer Muskelverlängerung aufgewandt. Beispiele für diese Art der Kraftentwicklung sind das Bergabgehen oder der Moment des Abfangens des Gewichtes beim Gewichtheben.

Das Halten von Widerständen ist eine statische bzw. isometrische Muskelarbeit (Haltekraft), bei der die Muskellänge konstant bleibt und nur die Muskelspannung verändert wird.

Traditionell werden drei Hauptformen der Kraft unterschieden. Hierbei muss beachtet werden, dass eine Einordnung in eine Krafrichtung meistens unmöglich ist, vielmehr bestehen fließende Übergänge (siehe auch Kapitel 4.3).

#### **Definition:**

##### **Maximalkraft**

- *Höchster Kraftwert, der bei willkürlicher Muskelkontraktion gegenüber einem unüberwindlichen Widerstand realisiert werden kann*
- *Gewichtheben, Kugelstoßen*

##### **Schnellkraft**

- *Fähigkeit des Nerv - Muskel - Systems, Widerstände mit höchstmöglicher Kontraktionsgeschwindigkeit zu überwinden*
- *Wurf, Stoß, Sprung in der Leichtathletik*

##### **Kraftausdauer**

- *Ermüdungswiderstandsfähigkeit der Muskulatur bei andauernden Kraftleistungen*
- *Rudern, Schwimmen*

## Schnelligkeit, Flexibilität, Koordination

### **Definition:**

Schnelligkeit kennzeichnet die Fähigkeit zur Abwicklung einer gegebenen motorischen Aktion mit einem Minimum an Zeitaufwand.

### **Definition:**

Flexibilität (Gelenkigkeit, Beweglichkeit) ist ein Ausdruck für die willkürlich möglichen Bewegungsbereiche in einem oder in mehreren Gelenken.

### **Definition:**

Unter Koordination (Geschicklichkeit, Gewandtheit) wird das Zusammenwirken von Skelettmuskulatur und zentralem Nervensystem innerhalb eines gezielten Bewegungsablaufes verstanden.

(siehe auch Kapitel 4.5, 4.6 und 4.7)

## 4.2 Anpassungserscheinungen durch Training

Für den Leistungs- und Hochleistungssport allgemein ist die Stabilisierung und die Entwicklung der fünf motorischen Hauptbeanspruchungsformen von Bedeutung. Je nach Sportart bzw. -disziplin wird das Training bzw. Üben von Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Flexibilität oder Koordination vordergründig sein.

Wird die sportliche Betätigung weniger unter dem Aspekt der Leistung betrachtet, sondern mehr deren gesundheitliche Relevanz, so müssen insbesondere die motorischen Hauptbeanspruchungsformen Ausdauer und Kraft hervorgehoben werden. Durch Ausdauer- bzw. Kraft- oder Muskeltraining kann es am menschlichen Organismus zu Adaptationen kommen, die sowohl für den Sport als auch für die Präventivmedizin und Rehabilitation bedeutungsvoll sind.

Insbesondere die lokale aerobe, dynamische Muskelausdauer ist für die Präventivmedizin, Bewegungstherapie und die Rehabilitation von sehr großer Bedeutung, da es an der arbeitenden Muskulatur zu Anpassungen kommen kann, die positive Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit des Gesamtorganismus haben können.

### **Veränderungen durch Ausdauertraining**

Durch ein allgemeines aerobes dynamisches Muskelausdauertraining kommt es an vielen Organsystemen des menschlichen Körpers zu Anpassungserscheinungen.

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

- Erniedrigung der Herzschlagfrequenz in Ruhe
- Blutdruckstabilisierung
- Verlängerung der Dauer von Systole und Diastole
- Verbesserung der Durchblutung des Herzens selbst („Luxusdurchblutung“)
- Höheres Herzminutenvolumen bei Belastungen
- Höhere Belastbarkeit
- Ökonomisierung der Herzarbeit

#### **Adaptation am Atmungssystem:**

- Erhöhung der Vitalkapazität
- Steigerung des maximalen Atemminutenvolumens
- Kräftigung der Atemmuskulatur

#### Adaptation an der Körperperipherie (Skelettmuskulatur):

- Verbesserte Ökonomie der intramuskulären Blutverteilung
- Verbesserung der Durchblutung durch Kapillarisation
- Zunahme der oxidativen Kapazität

#### Adaptation am Stoffwechsel:

- Verschiebung der aerob - anaeroben Schwelle
- Vergrößerung der Energiespeicher in Leber und Muskulatur
- Aktivierung des Fett - Stoffwechsels
- Absinken von erhöhten Blutfettkonzentrationen
- Günstige Verschiebung einzelner Fettfraktionen im Blut

#### Adaptation am Nervensystem und hormonelle Regulation:

- Allgemeine Anregung der Hormonproduktion
- Reduktion der Hormonausschüttung bei körperlichem und psychischen Stress
- Vergrößerung der Regelbreite des vegetativen Nervensystems
- Verbesserung der Stimmungslage

Aus diesen Anpassungen an den verschiedenen Organsystemen lassen sich zusammengefasst folgende gesundheitliche Auswirkungen von Ausdauertraining ableiten:

- Verringerung des Sauerstoffbedarfes des Herzens für eine gegebene körperliche Belastung
- Reduzierung der Herzbelastung für eine gegebene Körperarbeit
- Steigerung der Leistungsfähigkeit des Herzens / bessere Erholungsfähigkeit
- Verbesserung der Atmungsökonomie auf gegebenen Belastungsstufen
- Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme
- Gewichtsreduktion
- Günstige Beeinflussung des
  - Blutgerinnungssystems
  - Blutzuckerspiegels
  - Blutfettspiegels
- Stabilisierung des vegetativen Nervensystems
- Erhöhung der Stresstoleranz
- Reduzierung von Risikofaktoren für Herz – Kreislauf – Erkrankungen

### ***Veränderungen durch Krafttraining***

Auch durch ein Kraft- bzw. Muskeltraining sind am menschlichen Körper entsprechende Adaptationen zu verzeichnen. Dabei ist ganz entscheidend, welche Methodik des Krafttrainings angewendet wird. Das heißt, die Veränderungen durch ein Maximalkrafttraining werden sich von denen eines Kraftausdauertrainings graduell unterscheiden.

Auch ohne sichtbare Veränderungen an der Muskulatur kommt es schon nach wenigen Wochen Krafttraining zur Zunahme der Muskelkraft. Dies geschieht vorwiegend durch die Verbesserung des Zusammenwirkens von Nervensystem und Muskulatur.

Nach mehreren Wochen Krafttraining tritt ein weiterer Kraftzuwachs durch eine Vergrößerung des Muskelfaserquerschnitts infolge Hypertrophie (Zellvergrößerung) der einzelnen Muskelfasern auf. Dies wird begleitet von einer sicht- und messbaren Dickenzunahme der trainierten Skelettmuskulatur. Wird über einen sehr langen Zeitraum angemessen trainiert (Jahre), kann es darüber hinaus auch zu Veränderungen am Stütz- und Bewegungsapparat kommen, die sich z.B. in einer Dickenzunahme von Gelenkknorpel oder einer Erhöhung der Knochendichte äußern.

## Gesundheitliche Bedeutung eines Kraft- bzw. Muskeltrainings:

Neben der Bedeutung des Krafttrainings für leistungssportliche Ziele hat auch ein gemäßigtes muskelerhaltendes Krafttraining (Muskeltraining) aus der Sicht der Präventivmedizin, der Bewegungstherapie und der Rehabilitation einen hohen Stellenwert.

Dafür gibt es verschiedene Gründe, von denen einige hier beispielhaft dargestellt werden sollen.

- 70 % aller Altersunfälle sind auf eine Verminderung der Geh-, Lauf- und Sprungfähigkeit zurückzuführen.
- ein Trainingsprogramm des aktiven Bewegungsapparates mit einer ausreichenden Beweglichkeitsschulung führt zur Erhaltung dieser Fähigkeiten im Alter
- Angemessen ausgebildete Kraftfähigkeiten, insbesondere der Stammmuskulatur (Bauch- und Rückenmuskeln), haben eine vorrangig gesundheitsbezogene Bedeutung im Zusammenhang mit der aufrechten Haltung des Menschen.
- durch ein stabilisierendes Muskelkorsett können Haltungsschäden und Abnutzungsprozesse an der Wirbelsäule verhindert werden
- Die Belastungsverträglichkeit des Stütz- und Bewegungssystems kann erhöht werden.
- Ein gezieltes Krafttraining wirkt gelenkstabilisierend.
- Ein allgemeines Krafttraining kann die im Alter auftretende Osteoporose reduzieren bzw. verzögern.

Für gesundheitliche Zwecke bezüglich langfristiger Anpassung des Herz- Kreislauf- Systems ist ein Sprinttraining, welches die Grundschnelligkeit beeinflusst, nicht von Nutzen. Für die Grundschnelligkeit spielt nämlich die Leistungsfähigkeit der inneren Organe wie Herz, Kreislauf und Atmung bei einem gesunden Menschen jungen und mittleren Alters keine Rolle.

Trotzdem ist der Erhalt der motorischen Hauptbeanspruchungsform Schnelligkeit bis ins hohe Alter für die Gesundheit von Nutzen, um z.B. schnell und angemessen auf plötzliche Umwelteinflüsse reagieren zu können.

Gesundheitsrelevant ist auch die Verbesserung bzw. der Erhalt der Koordination durch das Üben von Bewegungsabläufen insbesondere im höheren Lebensalter. Da die koordinativen Fähigkeiten altersabhängig sind, d.h. sie verschlechtern sich mit zunehmendem Alter, sollten spezielle Fähigkeiten wie z.B. die Gleichgewichtsfähigkeit geschult werden. Dies könnte, ebenso wie das Üben risikoarmer Bewegungsabläufe, zur Unfallverhütung beitragen.

Im Alter kommt es zu einer Abnahme der Dehnungsfähigkeit der Strukturen, welche für die Beweglichkeit zuständig sind. Durch regelmäßige Dehnübungen kann dies zwar nicht vollständig verhindert werden, aber das Ausmaß dieser Vorgänge positiv beeinflusst werden.

## Kontrollfragen

1. Nennen und definieren Sie die fünf motorischen Hauptbeanspruchungsformen!
2. Nach welchen Gesichtspunkten muss die Ausdauer unterschieden werden?
3. Erklären Sie die Begriffe Maximalkraft, Schnellkraft und Kraftausdauer und nennen Sie jeweils zwei Beispielsportarten!
4. Welche gesundheitlichen Auswirkungen hat ein ausdauerorientiertes Training?
5. Nennen Sie drei Punkte, die die gesundheitliche Bedeutung eines Muskeltrainings unterstreichen!

## 5 Sportverletzungen

75 % aller Unfälle und fast alle Sportschäden, soweit sie nicht Folgen von Unfällen sind, beruhen auf menschlichem Fehlverhalten.

### **Definition:**

*Eine Sportverletzung (Sportunfall) ist eine akute Verletzung durch äußere Gewalteinwirkung im Zusammenhang mit einer sportlichen Betätigung.*

### **Versicherungsrechtliche Unfalldefinition:**

„Unfälle sind zeitlich begrenzte, von außen auf den Körper einwirkende Ereignisse, die zu einem Gesundheitsschaden oder zum Tod führen.“ (§ 8, Abs. 1, S. 2 SGB VII)

Im Gegensatz dazu ist ein Sportschaden häufig das Ergebnis einer ständigen Fehlbelastung, meistens am passiven Bewegungsapparat, bzw. der Endzustand nach einem komplizierten Heilungsverlauf einer Sportverletzung. Ein Sportschaden kann auch entstehen, wenn schon eine Vorschädigung (z.B. am Bewegungsapparat) besteht und Leistungs- oder Hochleistungssport betrieben wird.

Typische Fehl- bzw. Überlastungsfolgen sind z.B. an den Sehnen die Sehnenansatzreizung („Tennisellenbogen“) und Knorpelschäden an den Gelenken.

### 5.1 Ursachen von Sportverletzungen

Die Ursachen für akute Sportverletzungen sind vielfältig und in den einzelnen Sportarten unterschiedlich. Eine Analyse hinsichtlich der Unfallursachen sollte aber den ersten Schritt zur Unfallverhütung darstellen.

#### **Ermüdung**

Die meisten Schul- und Studentensportunfälle ereignen sich im letzten Drittel der Sportstunde.

#### **Ungenügende Vorbereitung**

Dazu zählen v. a. das Aufwärmen und Dehnen vor dem Training. Nur eine auf 38° - 38,5° C erwärmte Muskulatur hat die für den maximalen Stoffwechsel notwendige Temperatur.

#### **Überschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit**

Dies tritt besonders in Form zu hoher Belastungsanforderungen nach Trainingspause, Verletzung oder Erkrankungen auf.

#### **Erkrankung**

Erkrankungen können zur Minderung der körperlichen Leistungsfähigkeit führen und sich bei sportlicher Belastung eventuell verschlimmern.

#### **Disziplinlosigkeit**

Nichtberücksichtigung sportlicher Regeln und Sicherheitsvorschriften.

#### **Voller Magen**

Kein Sport sollte direkt nach Mahlzeiten betrieben werden, da die Gefahr von Herzrhythmusstörungen besteht.

#### **Alkohol**

Alkohol beeinträchtigt die Koordination und die Kreislaufregulation.

#### **Klima**

Das Klima kann in Form von Hitze - und Kältebelastungen Ursache von Unfällen sein.

#### **Verletzungen durch den Gegner**

Dies sind meist unbeabsichtigte, nicht vorhersehbare Ereignisse, die durch die zunehmende Härte, z.B. in Spielsportarten zu schwerwiegenden Verletzungen führen können.

#### **Organisatorische Mängel**

**Ungünstig angelegte Sportstätten, Bodenbeläge, Beleuchtung**