

# Belegarbeit

## Verfahren zur Erfassung aktueller und habitueeller Belastungswirkungen

**Ort, Datum:** Torgelow, 20.9..99

**Student:** Jürgen Schwerin

**Semester:** 6

**Studienrichtung:** Magister Sportwissenschaft (Hauptfach), Erziehungswissenschaft,  
Psychologie  
(Nebenfächer)

**Dozent:** Prof. Dr. P. Hirtz, Dr. L. Nieber, Dr. W. Bartels

**Teilfach:** Spezialseminar - Bewegung, Sport, und Leistung

## Gliederung:

1. Einleitung
2. Leistung- Definition
3. Belastung-Beanspruchung-Regulation
  - 3.1. Belastung
  - 3.2. Beanspruchung
  - 3.3. Belastung-Beanspruchung-Regulation im Speziellen
    - 3.3.1. Umstellungsphase
    - 3.3.2. Wiederherstellungsphase
    - 3.3.3. Anpassungsphase
4. Belastungswirkungen
  - 4.1. Umstellung- aktuelle Belastungswirkungen
  - 4.2. Adaptationen – habituelle Belastungswirkungen
    - 4.2.1. Adaptation durch Ausdauertraining
    - 4.2.2. Adaptation durch Krafttraining
    - 4.2.3. Adaptation durch Schnelligkeitstraining
5. Verfahren zur Erfassung von Belastungswirkungen
  - 5.1. Verfahren zur Erfassung von aktuellen Belastungswirkungen
    - 5.1.1. Sportmedizinische Verfahren
  - 5.2. Verfahren zur Erfassung von habituellen Belastungswirkungen
    - 5.2.1. Sportmedizinische Verfahren
      - 5.2.1.1. Herz-Kreislaufsystem
      - 5.2.1.2. Atmung
      - 5.2.1.3. Stoffwechsel
      - 5.2.1.4. Hormonsystem
      - 5.2.1.5. Nervensystem
      - 5.2.1.6. Stütz- und Bewegungssystem
      - 5.2.1.7. Wasser- und Elektrolyt-Haushalt
      - 5.2.1.8. Immunsystem
    - 5.2.2. Sportmotorische Verfahren
      - 5.2.2.1. Ausdauer
      - 5.2.2.2. Kraft
      - 5.2.2.3. Schnelligkeit
6. Übertraining
7. Literaturverzeichnis

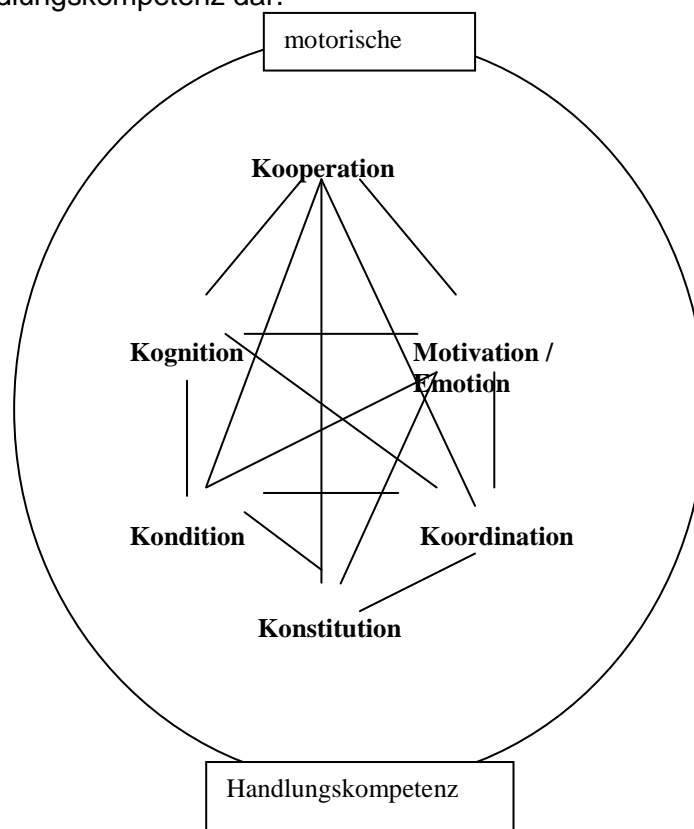
## 1. Einleitung

Das sportliche Belastungen sich auf den menschlichen Körper auswirken ist allseits bekannt. Man unterscheidet in aktuelle und habituelle Belastungswirkungen. Welche Verfahren der Erfassung dieser dienen und welche Begriffe im Zusammenhang dieser Thematik geklärt werden müssen, möchte ich im Folgenden ausführen.

## 2. Leistung- Definition

Leistung ist ein wertfreier und ein wertender Begriff. Wertend ist Leistung in Beziehung zu den Anforderungen und gesellschaftlichen Normen und zu den angewendeten Anstrengungen. Die sportliche Leistung ist eine nach bestimmten Bezugs- und Normensystemen gewertete Handlung in Einheit von Vollzug und Ergebnis.

Beim Betrachten der sportlichen Leistung muß der Zusammenhang zur Handlungsfähigkeit, Anforderung und dem Anforderungsprofil hergestellt werden. Aufgabenprofile verändern sich in Abhängigkeit von der Leistungsfähigkeit. Die Entstehung der sportlichen Leistung erfolgt durch exogene / apersonale und endogene / personale Faktoren. Die exogenen Bedingungen sind beispielsweise die Sportgeräte, die Ausrüstung und die Wettkampfbedingungen. Für die Darstellung der endogenen Faktoren möchte ich das Modell der individuellen motorischen Handlungskompetenz (- fähigkeit ) von HIRTZ u.a. 1994 hinzuziehen: Dieses Modell stellt die in Wechselwirkung stehenden sechs Komponenten der motorischen Handlungskompetenz dar.



### **3. Die Belastungs- Beanspruchung- Regulation**

Bevor ich etwas näher auf die sportmedizinische Belastungs-Beanspruchungs- Regulation eingehe, möchte ich die zugehörigen Begriffe erläutern.

#### **3.1. Belastung**

Im weiteren Sinne kennzeichnet der Begriff „Belastung“ positive und negative Erscheinungen in der Auseinandersetzung des Menschen mit seiner Umwelt. Belastungen können sehr komplex sein. Im sportwissenschaftlichen Lexikon wird Belastung als „... Gesamtheit der erfaßbaren Einflüsse bezeichnet, die von außen auf einen Menschen zukommen und auf ihn einwirken. ( RÖTHIG 1992 ; 63 ) Aus dem sportlichen Verständnis heraus sind die psychische Belastung, die Trainingsbelastung und die Belastung auf den Bewegungsapparat bedeutsam. Man unterscheidet ferner die äußere ( = die von außen am Körper angreifenden Kräfte ) und innere ( = die auf bestimmte Strukturen bzw. Bauelemente einwirkenden Kräfte ) Belastung auf den Bewegungsapparat. Die Trainingsbelastung ist die Beschreibungsgröße für die im Training gestellten Anforderungen an den Sportler. Der Belastungsprozeß wird durch die sportliche Aufgabe, durch die Ausführungsbedingungen und die personellen Leistungsvoraussetzungen bestimmt. Durch quantitative ( Umfang, Dichte, Intensität, Häufigkeit ) und qualitative ( Belastungsart ) Parameter kann man Belastung steuern.

Folgende praktische Hinweise für das Training ergeben sich aus diesen Erkenntnissen.

- Die Einheit von Belastung und Wiederherstellung ist die Grundlage für jede Leistungsentwicklung.
- Die schrittweise Belastungserhöhung sichert optimale Leistungsentwicklung von Sportlern.
- Unter- und Überbelastungen stören eine optimale, aber individuell abhängige Leistungsentwicklung.
- Mit Hilfe der Leistungsdiagnostik und der Kooperation mit Sportlern ist die wissenschaftliche Grundlage für ein effektives Training gegeben.
- Fehlbelastungen können einen Leistungsrückgang auslösen.

- Je größer der Belastungsumfang, desto größer der Funktionsgewinn ( bis zum Optimum ).

### **3.2. Beanspruchung**

Die individuelle Auswirkung einer Belastung wird demgegenüber als Beanspruchung ...“ ( RÖTHIG 1992 ; 63 ) definiert. Weiter wird unter Beanspruchung die Summe aller Belastungsauswirkungen im Organismus, entsprechend der individuellen Eigenart verstanden.

### **3.3. Die Belastungs- Beanspruchung- Regulation im Speziellen**

Jetzt möchte ich aber näher auf die Regulation von Belastung und Beanspruchung eingehen.

Die Belastungs- Beanspruchung- Regulation erfolgt in drei Phasen, der Umstellungs-, der Wiederherstellungs- und der Anpassungsphase.

#### **3.3.1. Die Umstellungsphase**

- umfaßt Sofortreaktionen ( einschließlich kurzfristiger Nachwirkungen ) als unmittelbare Folge der Beanspruchung.

Nach der Belastung kommt es zur Homöostasestörung und diese führt zur Funktionsumstellung in den Organsystemen.

Homöostase ist der Gleichgewichtszustand der Funktionssysteme des Organismus bei Körperruhe.

Eine einmalige, kurzzeitige Belastung ( eine Trainingseinheit ) zieht eine adäquate Funktionsumstellung der Organsysteme, d.h. eine funktionelle Kompensation unter Nutzung der momentanen Regelbreite ( z.B. Arbeitsbereich des Herz-Kreislauf-Systems mit Herzfrequenzregulation von 60 bis 180 / min , nach sich.

Das Ausmaß der Umstellungsreaktion ist abhängig von der Belastungsart und dem Niveau der schon vorhandenen Anpassung.

Folgende Beurteilungskriterien sind für die Umstellungsreaktion bedeutsam:

- die Leistungsfähigkeit ( die Steigerung dieser führt zur Erweiterung der Regelbreite der Organsysteme )
- die Ökonomisierung ( Verringerung ) des psycho- physischen Aufwandes bei vorgegebener Belastung
- funktionelle Stabilität ( zuverlässige Aufrechterhaltung der Funktionen ) bei lang anhaltender und wiederholter Belastung
- funktionelle Beweglichkeit ( schnelle Umstellung und Mobilisation ) bei entsprechenden Anforderungen

### **3.3.2. Die Wiederherstellungsphase**

Sie wird auch als Phase der Regeneration bezeichnet und ist in die sofortige und späte Phase gegliedert. Der Unterschied liegt im Zeitraum der Wiederherstellung.

Die sofortige (auch kurze ) Phase dauert bis zu einigen Stunden an. Sie besteht aus der Übergangsphase, die die Rückstellung der sympathiko- adrenalen Aktivierung sowie die Wiederherstellung der Homöostase beinhaltet, und der anabolen Phase, die die Wiederauffüllung der Energiereserven umfaßt.

Die späte ( auch effektorische ) Phase kann bis zu mehreren Tagen anhalten.

Hier ist die anabole Hormonwirkung ( Insulin, Androgene, Thyroxin ) voll ausgeprägt, besonders in Wirkung auf die Eiweißsynthese ( strukturelle und funktionelle Proteine ).

Die volle energetische Kompensation ist wesentlicher Ausgangspunkt für die Aktivierung der Proteinsynthese. Außerdem wird die Regulation der Immunabwehr abgesichert. In dieser Phase wirken die psychische Entspannung und der Schlaf fördernd.

### **3.3.3. Die Anpassungsphase**

Bei regelmäßiger und reizwirksamer Trainingsbelastung – also sportlichem Training- findet der Übergang von der aktuellen Umstellung zur Anpassung statt. Diese andere Qualität der Beanspruchung führt zur Anpassung, die sich zum Beispiel durch die Vergrößerung der Herzfrequenz-Regelbreite auf 40 bis 210 / min äußern kann.

#### **Anpassungen**

sind länger anhaltende, relativ stabile strukturelle und funktionelle Modifikationen an Organen und Funktionssystemen. Adaptation ( Anpassung ) ist ein Grundphänomen lebender Organismen.

Sie ist das Ergebnis langfristiger Belastungs-Beanspruchungs-Regulationen.

Ausgehend von dieser Regulation würde ich die Umstellungsphase als aktuelle und die Anpassungsphase als habituelle Belastungswirkung einstufen.

Auch NEUMANN / SCHÜLER 1989 sagen: „Eine einmalige Trainingsbelastung führt zu Umstellungen in den Funktionssystemen des Organismus. Das regelmäßige und wiederholte Training führt zu fortwährenden Umstellungen und anhaltenden Rester müdungen im Organismus, und als Folge davon kommt es zur Adaptationen. Die Adaptationen an das Training sind im Organismus unterschiedlich und sie vollziehen sich in Abhängigkeit von der Höhe der Belastung der Organe und Funktionssysteme.“ (NEUMANN / SCHÜLER 1989; 82 )

Funktionssysteme sind beispielsweise das Zentrale Nervensystem, das Hormonsystem, der Stoffwechsel, die Atmung, das Herz- Kreislaufsystem, das Stütz- und Bewegungssystem, das Immunsystem, das Verdauungssystem sowie der Wasser- und Elektrolythaushalt.

Im Folgenden möchte ich etwas näher darauf eingehen, wie diese Belastungswirkungen konkret aussehen.

#### **4. Belastungswirkungen**

##### **4.1. Umstellungen- aktuelle Belastungswirkungen**

Bei jeder Belastung wird, wie schon beschrieben die Homöostase gestört und es tritt eine Ermüdung ein. Nach der Ermüdung ( zeitweise verminderten Leistungsfähigkeit ) schwingen die Auslenkungen Funktionssysteme wieder in die Homöostase zurück.

„ Ungeklärt ist, ob eine derartige Spurenbildung bereits während der Beanspruchung erfolgt oder erst in der Erholungsphase. Dieses Problem ist für das trainingsmethodische Vorgehen insofern bedeutsam, weil man entscheiden muß, ob die neue Belastung schon vor oder erst nach Abschluß der Erholungsphase gesetzt werden kann, wenn man den optimalen Anpassungseffekt erreichen will. ES ist nicht eindeutig, wie sich adaptive Spuren in dem einen oder anderen Fall formieren und welche Besonderheiten bei der Ausbildung einzelner konditioneller Fähigkeiten zu berücksichtigen ist.“ ( SCHNABEL 1997, 75 )

Es werden Energiereserven beansprucht und dazu Funktionsamplituden erweitert; z.B. sinkt der ph-Wert, aber steigen die Herzschlag- und Atemfrequenz und somit das Atemminutenvolumen und Atemzugvolumen, um den erhöhten Sauerstoffbedarf zu sichern.

Bei Ausdauerbelastungen sind ebenfalls Laktatwertsteigerungen meßbar, wobei der aerob- anaerobe Übergangsbereich bei 2 bis 4 mmol / l liegt .

Allerdings sind sie abhängig von der Dauer und Art der Belastung ( Kurzzeitausdauer (KZA) : 35s- 2min; Mittelzeitausdauer (MZA): 2- 10min; Langzeitausdauer (LZA): I: 10-35min;II: 35-90min; III 90-360min; IV : über 360min ) Die durchschnittlichen Laktatkonzentrationen nach Wettkampfleistungen in den verschiedenen Ausdauersportarten sollen nachfolgend einen kurzen einen Einblick geben:

	<b>KZA-Lactat</b>	<b>MZA-Lactat</b>	<b>LZA I-Lactat</b>	<b>LZA II-Lactat</b>	<b>LZA III-Lactat</b>	<b>LZA-IV-Lactat</b>
<b>Schwimmen</b>	100- 18	400- 16	1500- 12		Marathon-8	100km-2
<b>Laufen</b>	400- 22	1500- 20	500-16		Marathon-8	100km-2
	800- 20	3000HI- 16	10km -14			

nach NEUMANN /SCHÜLER 1989 , Seite 108, Tab. 21

Beim Belastungs- EKG (Elektro-Kardiogramm ) nehmen durch eine provozierte Belastung „die vagalen Einflüsse auf das Herz ab, die sich auch im EKG äußern.Die Sinusbradykardie verändert sich,... die ST-Strecke senkt sich ankerförmig. ... " (NEUMANN / SCHÜLER 1989; 79 )

Bei Belastung ist ein Anstieg des Blutdrucks zu verzeichnen.

#### **4.2. Adaptationen- habituelle Belastungswirkungen**

Ein wesentliches Merkmal der Adaptationen an das sportliche Training ist die Sportartspezifität. Die Belastungskriterien bestimmen die Anpassungsbelastungen.

Bei diesen bleibenden Beanspruchungsfolgen unterscheidet SCHNABEL 1997 in zwei Grundmechanismen: der Informationsorganisation ( Systeme der Handlungssteuerung und der Bewegungsregulation ) und der morphologisch- funktionellen Anpassung ( Systeme der Energielieferung und Energieübertragung ).

Bei Adaptationsvorgängen kommt es nach Wegfall der spezifischen Belastungsreize zu einer Rückbildung der Anpassungsmechanismen. ( nach PAHLKE 1999 )



#### **4.2.1. Adaptationen- durch Ausdauertraining**

„Ein wirksames Ausdauertraining führt zu strukturellen ( funktionellen und baulichen ) Veränderungen im Gesamtorganismus.“ ( BADTKE 1999; 385 )

- Kapazitätenerweiterung und Funktionsstabilisierung des Herzkreislaufes und des Lungensystems
- Optimierung der Blutzusammensetzung und –funktion
- Zuverlässigere motorische Ansteuerung der Skelettmuskulatur
- Erweiterung des Energiedurchsatzes, Speicherung von Energieträgern und Abtransport von Stoffwechselendprodukten
- Optimierung der Struktur des Stütz- und Bewegungsapparates
- Erhöhung des Durchsatzes der Leber und Niere
- Speicherkapazitätvergrößerung der Leber für Glykogen
- Ausscheidung störender und Zurückhaltung unverzichtbarer Metabolite in der Niere
- Schnellere Verarbeitung von größeren Kohlenhydratangeboten des Verdauungssystems
- Positive Stimulierung des Immunsystems
- Sensitivitätssteigerung der Harmonisierung vom Energiestoffwechsel
- Verlängere Stabilisierung des inneren Milieus
- Verringerung der hormonellen Veränderungen
- Kaschierung des Schmerzes, Vermittlung von Wohlbefinden bis Hochgefühle durch gesteigerte Endorphinausschüttungen

Bessere Abpufferung / Toleranz von negativen Umfeldeinflüssen ( Streß, Geräusche, Vergiftungen, Infekten, Verletzungen ) ( nach PAHLKE 1999 )

#### **4.2.2. Adaptationen- durch Krafttraining**

„Die menschliche Kraft ist biologisch determiniert. Eine Zunahme der Kraft beruht auf entsprechenden neuralen, hormonellen, biochemischen und strukturellen Veränderungen. Die Anpassungen der Muskulatur an ein adäquates Krafttraining vollziehen sich in Abhängigkeit vom Zeitraum unterschiedlich.“ ( BADTKE 1999; 392 )

- Erhöhung der Auslastung der Muskelfaserkapazität = Basis der initialen Kraftzunahme
- nach 2- 3 Wochen:
  - + Kraftzuwachs durch veränderte neurale Ansteuerung der Muskelfasern

- + Zuschaltung zusätzlicher motorischer Einheiten( Rekrutierung ) und gleichzeitige verstärkte Aktivierung von bereits arbeitenden motorischen Einheiten ( Synchronisation )
- Nach 4- 6 Wochen:
  - + zusätzliche strukturelle und biochemische Anpassungen:
    - + Vergrößerung des Muskelfaserquerschnitts ( durch Myofibrillenvergrößerung durch Neubildung von Actin- und Myosinfilamenten sowie Vergrößerung des sarkoplasmatischen Retikulums )
  - + Adaptationen des Stoffwechselverhaltens der Muskelfasertypen im Sinne einer metabolischen Differenzierung ( Enzymaktivitäten, Mitochondrienzahl, Kapillarisation u.ä. )
    - + Vermehrung der Substrateinlagerung ( Muskelglykogen und Creatinphosphat )in die Muskelzelle
- Vergrößerung der motorischen Endplatte und Markscheidenzunahme der peripheren Nerven → Verbesserung der Nervenleitgeschwindigkeit ( nach PAHLKE 1999 )

#### **4.2.3. Adaptationen- durch Schnelligkeitstraining**

„Ein effektives Schnelligkeitstraining führt zu strukturellen und funktionellen Anpassungsreaktionen des neuromuskulären Funktionssystems, wobei die biologisch wirksamen Zeiträume für eine Adaptation nach den bisherigen Kenntnissen bei 6 bis 8 Wochen liegen. Die angesprochenen motorischen Einheiten weisen folgende Anpassungsreaktionen auf:

- Vergrößerung des Muskelfaserquerschnitts ( durch Myofibrillenvergrößerung durch Neubildung von Actin- und Myosinfilamenten sowie Vergrößerung des sarkoplasmatischen Retikulums )
- Adaptationen des Stoffwechselverhaltens der Muskelfasertypen im Sinne einer metabolischen Differenzierung ( Enzymaktivitäten, Mitochondrienzahl, Kapillarisation u. ä. )
- Vermehrung der Substrateinlagerung ( Muskelglykogen und Creatinphosphat ) in die Muskelzelle
- Vergrößerung der motorischen Endplatte und Markscheidenzunahme der peripheren Nerven → Verbesserung der Nervenleitgeschwindigkeit
- Beschleunigung der Auslösung des Kontraktionsvorganges durch vermehrte und schnellere Calciumionen- Freisetzung

- Anreicherung von Azetylcholin ( Transmitter ) in den synaptischen Bläschen zur Beschleunigung der Erregungsübertragung
- Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination
- Erhöhung der Zugfestigkeit von Bänder, Sehnen und Fasern
- Dickenzunahme an Gelenkknorpel ( nach PAHLKE 1999 )

## **5. Verfahren zur Erfassung von Belastungswirkungen**

Für die Diagnostik von Umstellungen und Adaptationen ausgewählter Funktionssysteme des Organismus gelten bestimmte Voraussetzungen.

„Die Validität ( Gültigkeit ), Reliabilität ( Zuverlässigkeit ) und Objektivität der Leistungsdiagnostik der Funktionssysteme sind dann gegeben, wenn

- die Belastung standardisiert und reproduzierbar ist,
- die trainingsbedingten Störeinflüsse überschaubar sind,
- die Leistungsstruktur der Sportart bekannt ist,
- die leistungsbeeinflussenden Funktionssysteme repräsentativ gemessen werden können,
- die Hauptleistungskomponenten einer Sportart adäquat und komplex überprüft werden und

Kenntnisse über die Trainingsbelastung vor der Untersuchung vorliegen.“ (NEUMANN / SCHÜLER 1989; 82 )

Um Umstellungen und Anpassungen zu erfassen, werden vorwiegend sportmedizinische und –motorische/- psychologische Verfahren genutzt.

Die sportmedizinischen Verfahren möchte ich nach einigen Funktionskreisen ordnen und die sportmotorischen Verfahren nach den konditionellen Fähigkeiten systematisieren.

### **5.1. Verfahren zur Erfassung von aktuellen Belastungswirkungen**

Bei diesen sogenannten Umstellungen kommen meist sportmedizinische und sportpsychologische Testverfahren zum Einsatz, die wegen der Vermeidung von Dopplungen genauer im Kapitel 5.2. beschrieben sind.

### **5.1.1. Sportmedizinische Tests:**

#### Herzfrequenz

Die Herzfrequenzsteigerung bei Belastung ist eine aktuelle Belastungswirkung und kann durch Belastungs-EKG und handelsübliche Herzfrequenz-Meßgeräte mit Brustgurt und Armbanduhr wahrgenommen werden.

#### Blutdruck

Den Blutdruckanstieg bei Belastung erfaßt man mittels eines handelsübliches Blutdruckmeßgerätes.

Die momentanen Belastungsauswirkungen im Atmungssystem lassen sich beispielsweise durch die aufwendige DOUGLAS-SACK-Technologie messen. ( vgl. 5.2.1.2.)

Im Stoffwechselsystem ist die Blutglucosekonzentration, die bei Ausdauerbelastung abnimmt, enzymatisch durch Ohrkappillarblut ermittelbar, außerdem ist sie bei Ausdauerbelastungen über 60 min ohne diagnostischen Sinn..

Die Methode zur Ermittlung der Lactatkonzentration im Blut, wird im Kapitel 5.2.1.3. näher erläutert.

Höchstwerte für Lactatkonzentrationen wurden bei Ringern (bis 28 mmol /l ) und Mittelstreckenläufern (bis 24 mmol /l ) festgestellt. Die höchsten Lactatanstiege werden bei sportlichen Belastungen in den Bereichen: Kurz- und Mittelzeitausdauer (35 sek bis 10 min ) und die geringsten bei Langzeitausdauer (IV – über 360min) erreicht.

Ein weiteres Meßverfahren ist der Einsatz des Ergometers.

Die Ergometrie ermöglicht eine genaue Belastungsdosierung und den Vergleich zu der Leistung in einem physikalischen Maß ( Watt ).

Um aktuelle Belastungswirkungen zu erfassen eignet sich also hervorragend das Fahrrad- / Ruder u.s.w. –ergometer, denn nach Erfassung der Ruhewerte ist ein Verfolgen der belastungsadäquat steigenden Werte, wie beispielsweise die Herzschlagfrequenz, Lactatkonzentration, ventilatorisch respiratorischer Quotient, ph-Wert, Atemäquivalent, Blutdruck sehr gut meß- und sichtbar. Diese dienen auch als Meßgrößen für die Ausbelastung des Probanden beim Stufentest, der laut World Health Organisation (WHO) bei 25 Watt beginnt und eine Steigerung alle 2min um 25 Watt aufweisen muß. Im Labor

können ebenfalls spiroergometrische Untersuchungen während einer Ergometerbelastung durchgeführt werden, um die Umstellung des Atmungssystem zu erfassen.

Sonst wird auch noch das Herzfrequenzmeßgerät mit Brustgurt und Armbanduhr genutzt, um das Herzfrequenzverhalten zu erfassen.

Im Nachwuchstraining findet ebenfalls noch die Pulsermittlung per Finger am Handgelenk bzw. an der Halsschlagader Anwendung.

### Sportpsychologische Verfahren:

Tests:

Ein Verfahren, um den die Veränderungen des Aktivitätszustandes des ZNS festzustellen, ist die Flimmerverschmelzungsfrequenz. ( BEYER 1982 )

Bei dieser Methode guckt der Proband in ein Tubus und signalisiert per Knopfdruck, wenn er zwei flimmernde Lichtpunkte nicht mehr getrennt wahrnimmt und wenn er aus einem Lichtpunkt wieder zwei Lichtquellen sieht.

Zuerst erfolgt eine Ruhemessung, die bei Sportlern etwa 47 +/- 2 Hz betragen. Nach einem Aufwärmprogramm, während und nach intensiven Trainings- und Wettkampfbelastungen ist eine Erhöhung mindestens 4 Hz zu erwarten. Nach Ermüdungen ist mit einem Abfall um mindestens 3 Hz zu rechnen. (nach NEUMANN /SCHÜLER 1989, 134 )

### Befragungen

Mit Fragebogen, die die subjektive Befindlichkeit erfassen, erhält man ebenfalls Aussagen zu den Umstellungen des belasteten Sportlers.

## **5.2. Verfahren zur Erfassung von habituellen Belastungswirkungen**

Durch sogenannte Prä- und Postvergleiche der sportmotorischen Ausdauer-, Kraft-, Schnelligkeits-, Beweglichkeits- und Koordinations-Tests und sportmedizinischer Verfahren zur Erfassung aktueller Belastungswirkungen können habituelle Belastungswirkungen gemessen werden.

### **5.2.1. Sportmedizinische Verfahren**

Sportmedizinische Verfahren erfordern meist einen erheblichen Aufwand und sind meist nur unter Laborbedingungen durchführbar.

Nachfolgend werde ich ein Verfahren etwas näher beleuchten und weitere nur nennen

### 5.2.1.1. Herz-Kreislauf-System

#### Herzgröße

Das Herz paßt sich an wirksames und zunehmende Trainings Belastung (besonders Ausdauertraining) durch eine Hypertrophie an. Diese wird z.B. durch die nichtinvasive zweidimensionale Echokardiographie, die Teile der Herzgröße, besonders die Durchmesser beider Ventrikel und des Kammerseptums, direkt messen, nachweisbar.

„Daraus können die Masse der Ventrikel, ihr Volumen, die Kontraktionsgeschwindigkeit u.a. kardiodynamisch bedeutsame Größen errechnet werden. Der Einsatz der Echokardiographie gewinnt im Sport zunehmend an Bedeutung, zumal bestimmte Anpassungen treffender und wiederholt erfaßt werden können.

Bewertung:

Die durchschnittliche Herzgröße beträgt bei Kindern ( 6. bis 14. Lebensjahr ) 250 ml bis 600ml, bei untrainierten Männern 700ml bis 800ml und bei untrainierten Frauen 500 bis 600ml. Die Herzgröße ist stark von der Körpermasse abhängig. Durch Errechnung des Herzquotienten ( HV / kg ) wird das das Herzvolumen vergleichbar. Untrainierte haben einen Herzquotienten von 10 +/- 1 (ml/ kg ). Übersteigt der Herzquotient den Wert von 11,0 (ml / kg), so ist auf einen Trainingseinfluß auf die Herzgröße zu schließen. Ausdauertrainierte Sportler weisen einen Herzquotienten von 13 bis 15 (ml/ kg) auf. ... Wird durch die Trainingsbelastung in einer Sportart die individuell maximale Herzgröße erreicht ( 950 ml bei Sportlern und 850 ml bei Sportlerinnen) , so sind im Verlaufe des Trainings keine nennenswerten Veränderungen zu erwarten. Auch wenn die Belastung sich erhöht, bleibt die Herzgröße gleich, obwohl die funktionellen Meßgrößen, wie die maximale Sauerstoffaufnahme, zunehmen.“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 84 )

Auch eine röntgenologische Methode wird zur Bestimmung der Herzgröße angewendet.

#### EKG

Die Anpassung an sportliche Belastung spiegelt sich auch im **EKG** wieder, wie z.B.

- Sinusbradykardie ( Hf kleiner als 60 Schläge /min; hohe Bradykardie Hf kleiner als 40 Schläge /min)
- Zunahme der Größe des QSR- Komplexes ( R-Zacken-Anstieg in  $V_2, V_4$  über 50 % )

Gemessen wird mit handelsüblichen EKG-Geräten (z.B. 6-Kanal-EKG).

Vor allem die Hypertrophie des linken Ventrikels ist durch das EKG nachweisbar.

### Herzfrequenz

Die Herzfrequenzmessung, bei der sich eine habituelle Anpassung an ein Ausdauertraining durch den niederen Ruhewert und einen weniger schnell steigenden Puls während der Belastung äußert, kann durch Belastungs-EKG und handelsübliche Herzfrequenz-Meßgeräte mit Brustgurt und Armbanduhr wahrgenommen werden.

### Blutdruck

Besonders das Ausdauertraining senkt den Ruheblutdruck und ist ein Zeichen der Adaptation und wird mittels einem Prä- und Postvergleich der Ruhewerte durch ein handelsübliches Blutdruckmeßgerät erfaßt. .

## **5.2.1.2. Atmungssystem**

### Sauerstoffaufnahme

Die maximale Sauerstoffaufnahme ist als summative Meßgröße der Sauerstoffaufnehmenden, -transportierenden und -verwertenden Funktionssysteme zu verstehen. Bis zu 80 ml / min / kg beim Langstreckenlauf wurden schon gemessen und dienen als Indiz für eine Adaptation.

„Die Messung der maximalen Sauerstoffaufnahme ist unter Trainingsbedingungen aufwendig. Am zuverlässigsten und robustesten ist in der Sportpraxis die Anwendung der DOUGLAS-SACK-Technologie.“ Dabei wird der zu Untersuchende von den Untersuchenden begleitet. „ Der Wechsel der mit Atemluft gefüllten Säcke erfolgt am zweckmäßigsten aus dem Begleitfahrzeug heraus. Mit einem Fahrzeug kann man sowohl Läufer, Skilangläufer, Radsportler als auch Ruderer begleiten.. Bei Untersuchungen von Schwimmern erfolgt die meßtechnische Begleitung vom Beckenrand her. ... Der größte diagnostische Wert der Messung der Sauerstoffaufnahme unter sportartspezifischer Belastung besteht darin, daß ermittelt wird, bei wieviel Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme sich der Sportler in aerober Stoffwechsellage belastet.

Bewertung:

Im Verlaufe eines Trainingsjahres kann sich die maximale Sauerstoffaufnahme um 20 bis 30 % , in Abhängigkeit vom Trainingsinhalt, individuell verändern. Außer vom Training wird die maximale Sauerstoffaufnahme weiter vom Alter, Geschlecht und der allgemeinen körperlichen Leistungsfähigkeit beeinflusst.“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 101 )

### Atemminutenvolumen (AMV)

Aufgrund des hohen technischen Aufwandes unter sportpraktischen Bedingungen wird das AMV vorwiegend im Labor gemessen. Außer beim Schwimmen ( bei der Bestimmung von Ventilationsgrößen ) ist die diagnostische Aussage des AMV gering, „sie reduziert sich auf den Nachweis von Ökonomisierungsprozessen der Atmung. Ausdauertrainierte erreichen bedeutend höhere Atemleistungen in aerober Stoffwechsellage als Untrainierte.“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989;103 ).

### **5.2.1.3. Stoffwechselsystem**

#### Kohlenhydratstoffwechsel

Lactat

Meßmethode:

„Die Bestimmung der Blutlactatkonzentration erfolgt enzymatisch in einer Modifikation nach HOHORST et. Al (1959). Für eine Bestimmung ist eine Probenmenge von 20 Mikroliter Blut (meist Ohrkapillarblut) ausreichend.“ Hier können verschiedene Meßfehler ( bei der Enteiweißung, Methodenfehler ) auftreten.

Bewertung

„Die Blutlactatkonzentration ist eine bevorzugte Stoffwechselmeßgröße in der sportmedizinischen Leistungsdiagnostik und informiert über die Beanspruchung des anaeroben Stoffwechsels (Glycolyse ) oder von den Anteilen sportlicher Leistungen. Die diagnostische Bewertung der Lactatkonzentration erfolgt nach mehreren Gesichtspunkten:“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 106 )

Höchstwerte für Lactatkonzentrationen wurden bei Ringer (bis 28 mmol /l ) und Mittelstreckenläufern (bis 24 mmol /l ) festgestellt. Die höchsten Lactatanstiege werden bei sportlichen Belastungen in den Bereichen: Kurz- und Mittelzeitausdauer (35 sek bis 10 min ) und die geringsten bei Langzeitausdauer (IV – über 360min) erreicht.



Bei einem Prä- und Post Vergleich eines Ergometrischen Stufentests ist in der Lactatkonzentration (mmol/l) – Leistungs (Watt) – Exponential- Kurve festzustellen, daß die Kurve bei einem Trainierten weniger steil ansteigt als bei einem Untrainierten.

Außerdem ist eine Rechtsverschiebung dieser Kurve bei Trainierten gegenüber Untrainierten Sportlern ein Ausdruck der hochgesetzten aeroben- anaeroben Schwelle, die normalerweise bei 2- 4 mmol/ l liegt.

„Werden standardisierte submaximale ergometrische und sportartspezifische Belastungen wiederholt durchgeführt (z.B. im Verlauf eines Trainingsjahres), so nimmt als Anzeichen gestiegener aerober Leistungsfähigkeit und bei Ökonomisierungsprozessen die Lactatkonzentration ab.“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 107 )

Durch ein modifiziertes spektralkolometrisches Meßverfahren sind durch das Ausdauertraining eine verringerte Ruhekonzentration sowie ein geringerer Anstieg der Freien Fettsäurenkonzentration festzustellen.

#### **5.2.1.4. Hormonsystem**

Bei den Hormonen Catecholamine, Cortisol und Insulin bringen die Meßmethoden relativ hohe Meßfehler mit sich.

Bei der Bestimmung der Catecholaminkonzentration schwankt der Meßfehler der flourometrischen Untersuchung beispielsweise zwischen 10 und 20 %, außerdem ist eine große Menge (10 ml) Blut vonnöten. „ Als Zeichen einer Anpassung an sportliches Training kommt es zum Abfall der Konzentration der Catecholamine im Blut bei vergleichbarer Leistung; die Konzentration der Catecholaminabbauprodukte im Sammelurin vermindert sich ebenfalls.... Insgesamt gibt es noch keine ausreichenden Kenntnisse der Catecholaminveränderungen bei sportlichen Belastungen“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 126 f ), aufgrund zu hoher Mindestblutmengen.

#### **5.2.1.5. Nervensystem**

Beim zentralnervalen Nervensystem geben das Elektroenzephalogramm (EEG), die Flimmerverschmelzungsfrequenz (FVF) und die Tachystoskopie eine Antwort auf die Anpassung an sportliches Training.

Im neuromuskulären Funktionssystem dienen die Elektromyographie, der elektrische Muskeltest ( nach TITOV) und die Muskeltonusmessung dazu.

Der Folge-Verhalten-Test (sensomotorischer test ) ermöglicht Informationen über die Güte der Bewegungssteuerung und-regelung und damit auch über den Entwicklungsstand koordinativer sportartspezifischer Fähigkeiten.

Das Tapping (motorische Rhythmusproduktion ) wird genutzt, um den Grad der zentralnervaler Aktivierung und die Rhythmusstabilität festzustellen.

#### **5.2.1.6. Stütz- und Bewegungssystem**

##### Muskeltest nach JANDA

„Der Muskeltest nach JANDA (1986) ist eine semiobjektive Methode. Das hauptsächliche Anliegen beim Einsatz dieses Tests ist, daß die zur Verkürzung und Abschwächung neigenden Muskelgruppen geprüft werden. Die Originalempfehlung von JANDA ist für den Sport nur teilweise nutzbar, so daß in der Praxis die Modifikation von SCHMIDT et al. (1983 ) gebräuchlich ist. Dieses Testkonzept orientiert auf nur drei Grundstufen (Stufe 3, 4, 5 ) der Prüfung der Muskelleistung. ...

- 3: Bewegung gegen Schwerkraft möglich (50 % der Muskelleistung)
- 4: Bewegung gegen geringen Widerstand (75 % der Muskelleistung)
- 5: Bewegung gegen starken Widerstand ( 100 % der Muskelleistung)

Zur Verkürzung neigende Muskelgruppen z.B.: dreiköpfiger Wadenmuskel

Zur Abschwächung neigende Muskelgruppen z.B.: großer Gesäßmuskel

Bewertung:

Durch Prä- und Post-Tests vor /nach dem Dehnungsprogramm für verkürzte und dem Kräftigungsprogramm für abgeschwächte Muskeln sind Anpassungseffekte feststellbar und so Muskeldysbalancen zu verringern.

Muskelbiopsie

Die im Jahre 1962 von BERGSTRÖM eingeführte bekannte Muskelbiopsie ist eine invasive Methode, bei der mit einer Hohlneedle 20 bis 40 mg Gewebe ( vorrangig aus den Muskeln: M. quadriceps femoris (vastus lateralis), M. deltoideus, M. gastrocnemius) entnommen werden.

Davon sind dann Aussagen über die Fasertypisierung, Muskelfaserfläche, Kapillarisation, Substratniveau und Enzymaktivitäten möglich.

### **5.2.1.7. Wasser- und Elektrolythaushalt**

„Hochtrainierte Sportler tolerieren höhere Flüssigkeitsverluste als Untrainierte und halten dabei ihre Leistung stabil. Die Bestimmung des Massenverlustes erfolgt mit einer geeichten medizinischen Waage oder einer Lastenwaage. Um den realen Verlust an Körpermasse (feste und flüssige ) festzustellen, muß die aufgenommene Flüssigkeit berücksichtigt werden Zur Abschätzung des Verlustes an Körperwasser ( Angaben in % ) schlägt BÖHMER (1981 ) eine Berechnung vor.

#### **Bewertung**

Bei Abnahmen der Masse bis 5 % des Körperwassers oder 3 bis 4 % der Gesamtkörpermasse(Gewicht) sind kaum bei Trainierten Leistungseinbußen zu erwarten.“ ( NEUMANN/ SCHÜLER 1989; 160 )

Das Zellpackungsvolumen, die Osmolalität, Plasmaproteine (Albumin), Elektrolyte und Hormone geben ebenfalls Aussagen zu Veränderungen im Wasser- und Elektrolythaushalt durch körperliche Belastungen.

### **5.2.1.8. Immunsystem**

Durch höhere sportliche Anforderungen wird auch das biologische Abwehrsystem aktiviert.

Der Lymphozytentransformationstest dient der Erfassung der Stimulierbarkeit der B- und T-Lymphozyten. „Der Mittelwert Hochtrainierter befindet sich an der unteren Grenze des Referenzwertes Untrainierter. Sowohl nach Ausdauer- als auch nach Kraftbelastungen sind signifikante Abnahmen in den Transformationraten der Lymphozyten auf 35% bei Langzeitausdauerleistungen und auf 47 % bei Gewichtheberleistungen nachweisbar.“ ( NEUMANN /SCHÜLER 1989 ;169 ) Durch erschwerte äußere Bedingungen ist eine Abnahme bis auf 12 % möglich.

„Die Veränderungen der Meßgrößen des Immunsystems müssen entsprechend dem gegenwärtigen Erkenntnisstand noch vorsichtig interpretiert werden.“ ( NEUMANN / SCHÜLER 1989 )

### **5.2.2. Sportmotorische Verfahren**

In meinen Ausführungen werde ich einen Test etwas genauer vorstellen und weitere nennen.

### **5.2.2.1. Ausdauer**

Der Coopertest ( nach Kenneth COOPER ), der die aerobe und anaerobe Ausdauer beansprucht, erläutere ich im folgenden:

„Testaufgabe:

Die Testperson hat innerhalb von 12 Minuten eine möglichst lange flache Strecke laufend oder gehend zurückzulegen. Die Ausdauerleistungsfähigkeit der Person kann aufgrund der zurückgelegten Streckenlänge aus standardisierten Tabellen abgelesen werden.

Testgeräte:

Laufbahn oder Sporthalle, Stoppuhr, ev. Maßband“ ( FETZ / KORNEXL 1993, 61)

Weitere – in der Literatur aufgezeigte Tests sind

bei FETZ / KORNEXL 1993 ; S. 59 ff: Ausdauerlauf, Sportartspezifische Dauerbelastung, CONCONI-Test, Beugehang, Stufentest, Kniebeugen, Schwebesitz, HARVARD-Step-Test u.a.,

bei MÜHLFRIEDEL 1994, 117 f : Skitest, ebenfalls COOPER-TEST und CONCONI-Test.

In meiner Heimatsportart , der Leichtathletik, werden im Rahmen von Deutschland- weiten D- Kader- Tests der Coopertest, ein 150m-Sprint aus dem Hochstart und ein Stufentest am Laufbandergometer durchgeführt, die vom Institut für angewandte Trainingswissenschaft in Leipzig jährlich ausgewertet werden.

Am hiesigen Sportinstitut kommen beispielsweise der COOPER-Test in den Übungen zur Trainingslehre sowie ein 2000m-Walking-Test zum Einsatz. Im Rahmen des  
Spezialseminars

Sport und Leistung sowie im Laborpraktikum wurde außerdem ein Stufentest am Fahrradergometer durchgeführt.

### **5.2.2.2. Kraft**

Schnell / Sprungkraft: Jump and Reach-

„Testanweisung:

Die Testperson tritt vorlings an eine Wand (Testgerät ), streckt beide Arme in die Hochhalte und markiert mit den Spitzen der Mittelfinger in Schulterbreite die Reichhöhe. Die Markierungspunkte sollen auf gleicher Höhe liegen. Darauf tritt er 20 bis 30 cm von der

Wand zurück, stellt sich seitlich zu ihr, springt beidbeinig nach beliebiger Ausholbewegung vom Boden ab und tippt mit dem Mittelfinger der wandnahen Hand möglichst hoch an die Wand. Um eine Markierung zu erreichen, werden die Fingerspitzen mit Kreide bestrichen oder befeuchtet. Gemessen wird der vertikale Abstand zwischen Reichhöhe im Stand und im Sprung in cm.

Jeder Testperson stehen drei Versuche zu. Der beste wird gewertet. Ausreichende Erwärmung der Sprungmuskulatur vor dem Test und einige Vorversuche sind erforderlich.

Testgeräte: Meßstab oder Stahlbandmaß, Tuch zum Abwischen der Markierungen, Stuhl zum Hinaufsteigen beim Messen der Sprunghöhe, Kreide.

Geltungsbereich: Kinder, Jugendliche und Erwachsene

Fehlerquellen/ bes. Hinweise: Mangelhafte Streckung bei der Ermittlung der Reichhöhe; Absprung erfolgt zu weit von der Maßstelle; Absprung mit Anlauf

Modifikationen: Einbeiniger Hochsprung aus dem Stand ( li oder re )

Validitätsähnliche Tests: Standweitsprung

In sportwissenschaftlichen Labors wird die Sprungkraft durch die Analyse des Kraftstoßes beim Absprung von einer Meßplatte erfaßt. Eine andere Methode sieht das Erfassen der Flugdauer ( Zeit zwischen Absprung von einer Sprungmatte und Landung ) als Sprungkraftindikator vor. Dabei muß allerdings auf eine Landung mit gestreckten Beinen geachtet werden.“( FETZ / KORNEXL 1993 ; S. 20 ff )

Weitere – in der Literatur aufgezeigte Tests sind

bei FETZ / KORNEXL 1993 ; S. 20 ff: Standweitsprung, Dreier-Hop, Klimmzüge,

Armzugkrafttest, Beugestütze, Liegestütze, Tauhängeln, Handgriffkrafttest u.a.;

bei MÜHLFRIEDEL 1994, 87 f : Schnellkrafttest- speziell für das Basketballtraining ( nach JONATH / KREMPEL 1981, 251), Bankziehen .

In meiner Heimatsportart , der Leichtathletik, werden im Rahmen von Deutschland- weiten D- Kader- Tests: z.B. das Kugel-Schocken vorwärts, beidhändiger Medizinballwurf aus der Schrittstellung vorwärts und Standstoß mit der Kugel - für die Wurf /Stoßkraft durchgeführt.

Das sportwissenschaftliche Labor der Ernst- Moritz- Arndt- Universität- Greifswald nutzt

beispielsweise den Jump-and-Reach-Test mit Videoaufzeichnung- so geschehen im  
Rahmen  
des Spezialseminars Sport und Leistung- zur Messung der Sprungkraft der Sportstudenten.

### **5.2.2.3. Schnelligkeit**

Der ausführlich dargestellte Test beansprucht die zyklische Aktionsschnelligkeit der Arme.

Einarmiges Tapping:

Testanweisung:

Auf einer hüfthohenebenen Fläche ( Kasten , Tisch ) wird ein Brett mit den Maßen 50 x 30 x1  
cm aufgelegt. Die Tischkante und die 50 cm breite Brettkante  
schließen miteinander ab. Die Testperson stellt sich davor und legt die  
rechte ( li ) Hand bei leicht gebeugtem Arm unmittelbar neben dem  
Brett auf den Tisch ( Ausgangsstellung ). Auf das Kommando „Los“  
des Testleiters soll die Testperson mit der Hand 10 sec lang möglichst  
rasch abwechslungsweise links und rechts neben das Brett auf den  
Kasten ( Tisch ) „tappen“ .

Eine li- re (re- li ) Berührung zählt als ganze Übung.

Vermerkt wird die Zahl der vollständig ausgeführten Übungen innerhalb 10 Sekunden, bzw.  
zur exakten Messung die für 20 Hin- und Herbewegungen benötigte Zeit.

Sind mehrere Tapping- Bretter vorhanden, kann der Testleiter für alle Übenden zugleich das  
Start- und Schlußkommando geben, während Helfer die Wiederholung zählen.

Vor der Abnahme der Tests sollen die Testpersonen einen Vorversuch durchführen.

Testgeräte: Kästen, ( hüfthohe Tische ), Stoppuhr, Bretter (50 x 30 x 1cm )

Geltungsbereich: Jugendliche , Erwachsene

Fehlerquellen / Mangelhaftes Auftippen auf der Unterlage; Fehler beim

Bes. Hinweise: Zählen der Wiederholungen; die Testperson darf sich nicht mit der  
anderen Hand auf dem Tisch ( Kasten ) aufstützen.“ ( FETZ  
/KORNEXL 1993 ; 56 f )

Weitere – in der Literatur aufgezeigte Tests sind

bei FETZ / KORNEXL 1993 ; S. 50 ff: der 20- Meter- Sprint aus dem Hochstart,

Stabfassen, einbeiniges Tapping sowie bei MÜHLFRIEDEL 1994, 136 f : ebenfalls der

20- Meter- Sprint aus dem Hochstart, Kasseler Beschleunigungstest, Jump- and- Reach-  
Test,

beidhändiger Medizinballweitwurf ( MARTIN u.a. 1991, 164 f).

In den leichtathletikspezifischen D-Kader- Tests werden der 30m-Sprint aus dem Tiefstart und die 30m-fliegend sowie ein 10m-Zonensprint durchgeführt. Beim 10m-Zonensprint, der auch sportartübergreifend genutzt werden kann, ist auf einer Strecke von 10m alle 50cm ein Sprungseil gelegt.

Die Testperson muß in jeden Zwischenraum mit wechselnden Füßen tippen, ohne das Seil zu berühren. Gemessen wird die Zeit zweier gültiger Versuche.

An unserem Institut werden außerdem z.B. das beidbeinige Tapping im Sitzen angewandt.

## **6. Übertraining**

Wenn von Belastungsauswirkungen die Rede ist, darf das Phänomen des Übertrainings nicht ignoriert werden.

„Unter Übertraining versteht man eine Leistungsminderung über längere Zeit in der sportlichen Spezialdisziplin, die ihre Ursache in einem Widerspruch zwischen Leistungsanforderung und Leistungsvermögen hat (Thiess 1980)“

Im sportwissenschaftlichen Lexikon wird das Übertraining so definiert.

„Durch ein über längere Zeit bestehendes Mißverhältnis zwischen relativ hohen Belastungsanforderungen und individuell geringerem Leistungsvermögen kann es zu einem chronischen Überlastungssyndrom kommen, das in seiner allgemeinen Auswirkung auf den menschlichen Organismus als Ü. bezeichnet wird. Je nachdem, welcher Anteil des vegetarischen Nervensystems in seiner Aktivität überwiegt, unterscheidet man eine sympathikotone und eine parasympathikotone Form des Ü. Das häufigere sympathikotone Ü. geht mit erhöhter Ruheherzfrequenz und verzögertem Rückgang der Belastungsherzfrequenz sowie Gewichtsabnahme und Schlafstörungen einher. Das seltenere parasympathikotone Ü. ist durch leichte Ermüdbarkeit sowie ausgeprägte Bradykardie und Leistungsminderung charakterisiert. Vorherrschend ist hierbei eine katabole Stoffwechsellage, die neuerdings durch Urin- Analysen hormoneller Abbauprodukte frühzeitig zu erkennen versucht wird.“ ( RÖTHIG u.a.; 540 )

THIESS ( 1980 ) nutzte auch den Begriff des „Fehltrainings“.

Erst bei Annäherung an die persönliche Höchstleistung wird ein „Übertraining“ durch subjektive und objektive Merkmale feststellbar:

Im physischen Bereich sind subjektiv Beschwerden an Muskeln, Sehnen, Bändern und Knochen;

im psychischen Bereich Trainingsunlust, Reizbarkeit, Schlaf- und Appetitlosigkeit, Gleichgültigkeit und erhöhtes Ruhebedürfnis ( = neurovegetative Störungen ) erkennbar. Objektive Merkmale sind das Nachlassen der Muskelleistung, Gewichtsabnahme, Neigung zu Muskelverletzungen, Sehnen- und Knochenhautentzündungen, Anstieg des systolischen Blutdruckes, Ruhepulsfrequenz, Atemäquivalent und Absinken der Vitalkapazität. Koordinationsstörungen und die Abnahme der Reaktionsgeschwindigkeit sind ebenfalls meßbar.

Als Ursachen werden

- zu schnelle Steigerung der Trainingsqualität,
- zu kleine Erholungspausen,
- zu häufige Beanspruchungen im Maximalbereich,
- berufliche Überforderungen,
- soziale Konfliktsituationen,
- sexuelle Exzesse,
- Ernährungsfehler,
- Mißbrauch von Pharmaka und
- Infekte aufgeführt.

(nach MELLEROWICZ / MELLER 1984, 95 )

Was mache ich nun als Trainer, wenn ich einen übertrainierten Athleten erkannt habe?

Von WEINECK (1985, 313 ) werden folgende Gegenmaßnahmen empfohlen:

- Ausschaltung aller sozialen und biologischen Faktoren, die den Eintritt eines Übertrainings fördern,
- Reduktion des Trainingsumfanges,
- Zum Ausgleich Spile und Gymnastik u.a.,
- Milieuwechsel (Reizklima, See ),
- Massagen und Bäder zur Förderung der Regeneration und
- Vollwertige, reichhaltige Ernährung.

Durch tägliche Gewichtskontrolle und Überwachung der Ruhepulsfrequenz kann der Athlet frühzeitig Erscheinungsformen dem Trainer mitteilen, um die gesundheitsgefährlichen Erscheinungsformen des Übertrainings zu vermeiden.



## 7. Literaturverzeichnis

1. Badtke, G. (Hrsg.): Lehrbuch der Sportmedizin.-4. Neubearb. Aufl.-Heidelberg, Leipzig 1999. Barth.
2. Neumann, G., Schüler, K.-P.: Sportmedizinische Funktionsdiagnostik. Leipzig 1989. Barth.
3. Mühlfriedel, B.: Trainingslehre. –5. überarb. Aufl.-Frankfurt a.M. 1994. Verlag Moritz Diesterweg GmbH & Co.
4. Baumann, H.; Reim, H.: Bewegungslehre. –3. überarb. Aufl.-Frankfurt a.M. 1994. Verlag Moritz Diesterweg GmbH & Co.
5. Fetz, F.; Kornexl, E.: Sportmotorische Tests. –3. überarb. Aufl.-Wien 1993. ÖBV Pädagogischer Verlag GmbH.
6. Schnabel, G. ... (Hrsg.): Trainingswissenschaft. Berlin 1997. Sportverlag.
7. Schwerpunkt: Nachwuchstraining. darin: Hirtz, P.; Nieber, L.: Zur Spielmethode im sportlichen Training.
8. Hollmann; Hettinger: Sportmedizin. 1990.
9. Bös, K.: Handbuch für Sportmotorische Tests.
10. Harre, D.: Trainingslehre: Einführung in die Theorie und Methodik d. sportl. Trainings. –10. überarb. Aufl.-Berlin 1986. Sportverlag.
11. Röthig, P. ua. (Hrsg.) Sportwissenschaftliches Lexikon-6. Völlig neu bearb. Aufl.-Schorndorf 1992. Verlag Hofmann.

12. Hirtz, P. u.a.: Aneignung individueller motorischer Handlungsfähigkeit im Sportunterricht. In: Körpererziehung 44 8 1994 ) 12, 402- 409.
13. MARTIN, D. u.a.: Handbuch der Trainingslehre. Schorndorf 1991. Hofmann Verlag.
14. JONATH, U., KREMPEL, R.: Konditionstraining. Reinbek 1981
15. Rost, K., Schön, R. : Talentsuche für die Leichtathletik. Ziele- Empfehlungen- Beispiele- Quellen. Leipzig 1996.