

## Belastbarkeitssicherung bei Nachwuchssportlern unter besonderer Beachtung des Stütz- und Bewegungssystems, vor allem der Wirbelsäulenregion

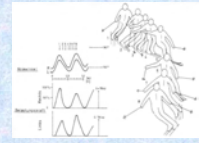


Dr. med. habil. Gudrun Fröhner

Juni 2011

## Gliederung

1. Definitionen
2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
3. Probleme der Belastbarkeit
4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
5. Diagnostik der Belastbarkeit
6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

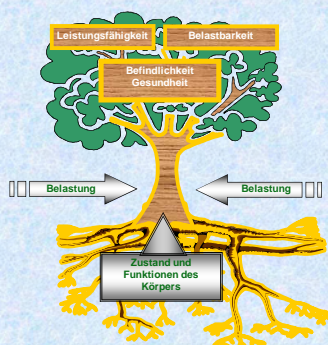


Die Aufmerksamkeit der Trainer/Übungsleiter darf sich (besonders im Nachwuchsleistungssport) nicht nur auf die sportlichen Techniken und leistungsentwickelnden Belastungen beziehen, sondern muss umfassend auch die wesentlichen Belastbarkeitsbedingungen beachten:

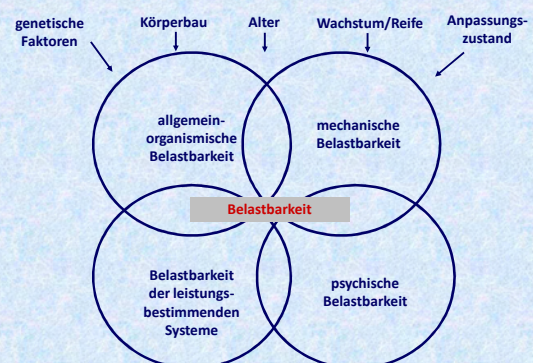
- den morphologischen und funktionellen Zustand und die Reaktionen des Körpers und seiner Funktionen auf Belastungen, weiterhin auf die unterschiedlichen Belastungsqualitäten und -quantitäten
- den Gesundheitszustand

### Sportliche Belastbarkeit – allgemein

- ist eine Funktion des Organismus bzw. verschiedener Gewebe und Systeme
- in Wechselwirkung mit der sportlichen Belastung
- gekennzeichnet durch Toleranz der biologischen Gewebe und Systeme gegenüber motorischen Belastungen/ Leistungsanforderungen
- bedeutet, dass der Organismus sich nach der Belastung wiederherstellt



### Kategorien der Belastbarkeit im sportlichen Training



nach Fröhner 1993; Martin & Nicolaus 1998

### Kategorie der Belastbarkeit im Sport und wesentliche biologische Funktionssysteme

Kategorie der Belastbarkeit	Wesentliche Funktionssysteme
Allgemein-organismische Belastbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>intakte Funktion der Systeme zur Infektabwehr</li> <li>wiederherstellbare Stoffwechsellhomöostase einschließlich der Elektrolytbilanz</li> <li>intakte Funktion des Herz-Kreislauf-Systems und anderer regulativer Systeme</li> </ul>
Mechanische Belastbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Funktion des nervalen Systems, der Muskulatur und des koordinierten Zusammenspiels</li> <li>Zustand der passiv belasteten Skeletteile</li> </ul>
Belastbarkeit der leistungsbestimmenden Systeme	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Ausdauer:</b> Muskuläre Funktionen, Stoffwechsel, Herz- Kreislauf-System</li> <li><b>Kraftsportarten:</b> Nervale und muskuläre Funktionen</li> <li><b>Technische Sportarten:</b> Nervale und muskuläre Funktionen in hoher Variabilität</li> <li><b>Spiel- und Kampfsportarten:</b> Komplexe Anforderungen an nervale und muskuläre Funktionen, Stoffwechsel</li> </ul>
Psychische Belastbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>Psychoneurale Konstitution</li> <li>allgemeine Homöostase – Regulation verschiedener organischer Systeme</li> </ul>

Eine **Störung oder Normabweichung der Belastbarkeit** liegt vor bei:

- **aktuellen gesundheitlichen Beeinträchtigungen (differente Grade)**
- **unzureichender Wiederherstellbarkeit bzw. Wiederherstellung der belasteten Gewebe und Systeme im Training**
- **deutlich normabweichenden anatomisch-funktionellen Zustandsausprägungen des Organismus, die in Wechselwirkung mit der vorgesehenen Belastung eine hohes Risiko für das Überschreiten der Toleranzgrenze der mechanischen Belastbarkeit darstellen**
- **Beeinträchtigung von Systemen oder Funktionen, die nicht direkt für die Leistung benötigt werden, jedoch bei Leistungs- und Belastungsanforderungen (allgemein organismische Belastbarkeit) mit beansprucht werden, d. h., Beeinträchtigungen der Harmonie und vielseitigen Optimierung des Organismus (z. B. psychische Besonderheiten, Stoffwechselstörungen wie Diabetes, Schilddrüsenfunktionen)**

Die größte Häufigkeit an Trainingsausfalltagen ergibt sich durch Probleme des SBS



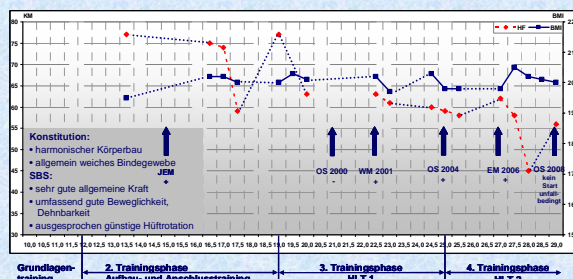
- Fehlbelastungsfolgen und Verletzungen des SBS werden zunehmend zum limitierenden Faktor der sportlichen Leistungsentwicklung durch **nicht tolerierte** mechanische Belastungen.
- **Auch bei talentierten Sportlern werden mögliche Leistungen dadurch nicht erbracht.**

### Steuerung der mechanischen Belastbarkeit

Ständige Ursachenanalysen bei häufig auftretenden Fehlbelastungsfolgen oder Verletzungen ermöglichen oft wirksame Begrenzungen, z. B. durch:

- Umstellung der sportlichen Technik zur Begrenzung von Zug-, Druck-, Rotations-, Scherbewegungen
- Beachten der Kinematik, der Massenkräfte und der Regeneration (z. B. Pausendauer) zur besseren Gestaltung der Belastung

### Wirkung des sportinteressierten Betreuungsteams

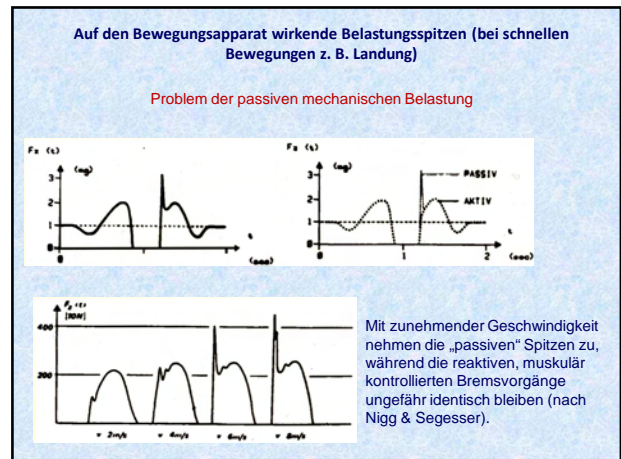
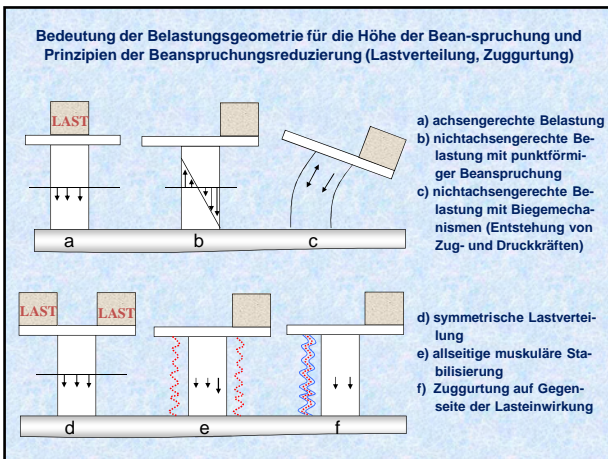


Sportlerin mit frühzeitig bekannten Risikofaktoren (Spondylolyse) für die Belastbarkeit – erfolgreiche Laufbahn durch gewissenhafte Trainingsmethodik und sportmedizinische Prävention und Therapie (Fröhner, Berbalk, Graumnitz, Küchler & Wagner, 2008)

### Steuerung der mechanischen Belastbarkeit

Probleme der mechanischen Belastbarkeit führen in vielen Sportarten aufgrund **exogener** und/oder **endogener** Bedingungen zu Grenzen der Anpassung und Leistungsfähigkeit des SBS aufgrund von:

- Bewegungsstrukturen
- Trainingsumfängen
- Belastungsgestaltung
- Sportgeräten/Sportanlagen
- Individuellen Zustandsgrößen



**Schnelle passive Muskeldehnung**

Passive Muskeldehnungen führen eher zu Verletzungen als aktive Dehnungen (z. B. über Antagonisten) wegen

- fehlender neuraler Vorinformation und
- hoher Bewegungsgeschwindigkeit

Besonders häufig durch abrupte Änderung der Bewegungsrichtung, durch harte, nicht achsensgerechte Landungen und in allgemeinen Trainingsformen durch harte Böden, schnelles Bergablaufen, harte Landungen, Absprünge.

**Individuelle Belastbarkeit**

Individuell unterschiedliche Beanspruchung und Anpassung der inhomogenen Sportlergruppe sind bedingt durch:

- genetisches Potential
- differenten biologischen Entwicklungsstand
- differenten Anpassungszustand
- Training bei allgemeinen gesundheitlichen Störungen

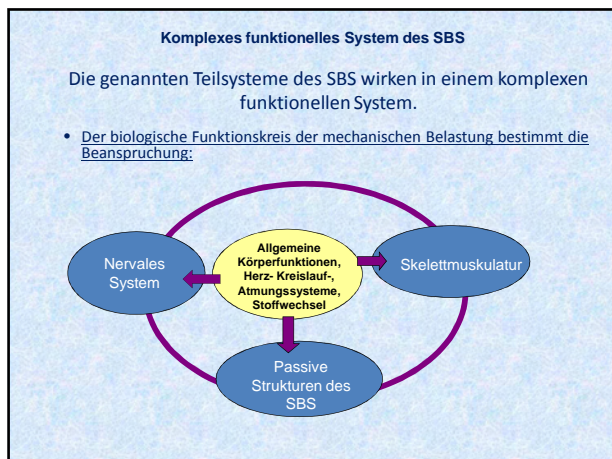
Deshalb:

- Problem der Grenzwertkalkulation
- Sekundärinformationen zu biologischen Bedingungen und ausreichend Beobachtung durch den Trainer wichtig!

- Gliederung**
1. Definitionen
  2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
  3. Probleme der Belastbarkeit
  4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
  5. Diagnostik der Belastbarkeit
  6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

**Teilsysteme und Funktion des SBS**  
Funktion und mechanische Eigenschaften der Teilsysteme des SBS (nach Debrunner, 1985)

Teilsystem	Funktion	Mechanische Eigenschaften	Vergleichbares Material
Knochen	Stützelement	druck- u. zugfest, biege- und scherfest	Hartholz
Knorpel (ZWS)	Stützelement	druckfest, elastisch, Stoßdämpfer	Hartgummi
Knorpel (Gelenk)	Gelenkbeweglichkeit	gering reibungsresistent	Kugellager
Synovialflüssigkeit	Puffer	Druckausgleich	Öl
Bänder	Gelenkführung	zugfest	Seil
Muskeln	Motor	kontraktill, dehnbar	
Sehnen	Kraftüberträger	zugfest	Seil
Nervensystem	Kontroll- und Steuerorgan		Regelsystem, PC, Stromleitungen
Gefäßsystem	Versorgung		
Haut	Schutz	zugfest, elastisch	Leder



**Pathogenetische Wirkung mechanischer Beanspruchungen auf die Teilsysteme des SBS (nach Debrunner, 1985)**

Teilsystem	Spezifische mechanische Beanspruchung/ Anpassungsreiz	Pathogenetische Wirkung
<b>Knochen</b>	Biege-, Scher-, Druckbeanspruchung	Fraktur, Osteonekrosen, Umbauzonen
<b>Gelenkknorpel/ ZWS</b>	Scher- und Druckbeanspruchung	Ulceration, Degeneration, Arthrose
<b>Bänder</b>	Zugbeanspruchung	Überdehnung, Riss, Schlottergelenk
<b>Muskulatur</b>	Zugbeanspruchung (Dehnung), Kontraktion (Spannung)	Hartspann, Verkrampfungen, Myogelosen, Kontrakturen, Riss
<b>Sehnen</b>	Zugbeanspruchung	Tendinosen, Tendoperiostosen
<b>Wachstumsknorpel</b>	Scher-, Druck- und Rotationsbewegungen	Reifestörungen, Nekrosen

Die Wirbelsäule, der **Wirbelsäulenfunktionskomplex** mit den vielfältigen Funktionen weist große Bedeutung für die Belastbarkeit des Stütz- und Bewegungssystems auf.

Zur Sicherung der Wirbelsäulenfunktion muss diese Gliederkette diverser Gelenke (etwa 100 nach Junghanns) und Synarthrosen

**so stabil wie möglich und**

**so beweglich wie notwendig sein.**

Für die Sicherung der Belastbarkeit der Wirbelsäule im sportlichen Leistungsaufbau sind folgende Kenntnisse wichtig:

- Anatomische Grundlagen
- Physiologische Funktionen (Haltung, Beweglichkeit, reaktives Verhalten)
- Entwicklungsbedingte Veränderungen von Struktur und Funktion
- Beanspruchung durch sportliche Belastungen/Techniken
- Belastbarkeitssichernde trainingsbegleitende Übungsprogramme

Weiterhin wichtig für belastbarkeitssichernde, besonders individuelle Einflussnahme

- Erkennen von Technikvariationen, die zu einer erhöhten Beanspruchung des Stütz- und Bewegungssystems, speziell der Wirbelsäule führen.
- Meiden von außergewöhnlich hohen Belastungen und von Belastungssprüngen für stark beanspruchte Regionen der Wirbelsäule
- Kenntnisse evtl. vorliegender Problemregionen

### Struktur- und Funktionskomplex der Wirbelsäule

#### Wirbelkörper (WK) - wichtige Stützfunktion

- Form und Größe der Wirbelkörper ist an die Schwingung der Wirbelsäule und die Belastung angepasst: in Halswirbelsäule klein, in Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule zunehmend größer
- Insgesamt umfangreichster Bestandteil des Achsenskeletts

### Anpassung des Wirbelkörpers an Belastung = Aktivitätshypertrophie

#### Äußere Form

- WK häufig flacher als bei Untrainierten
- WK häufig breiter (bes. in LWS, aber auch BWS), Ventralverbreiterung

#### Struktur der WK

- Knochenbälkchen haben intensiven Bau- und Betriebsstoffwechsel, sind gut durchblutet (sehr reaktionsfähig), kennzeichnen Tragsystem mit Sparbauweise, bes. dicht an Stellen hoher Belastung, parallel zur vertikalen Belastungsachse, bes. an Stellen hoher Zug- und Druckbelastung
- Verdickung der kompakten Rinde
- Bei langzeitigem Sport lange Osteoblastenfähigkeit!!!

### Probleme der Anpassung durch inadäquate Belastung (Dauer, Intensität)

- Besonders in Reifephase mit hoher Wachstumsgeschwindigkeit (Pubertät):
  - erhöhte Empfindlichkeit der vorderen Randleisten bei Stauchung (Schwerkraft)
    - ⇒ Randleistenstörungen, Keilwirbel

### Struktur- und Funktionskomplex der Wirbelsäule

#### Zwischenwirbelscheiben - wichtige Pufferfunktion

- **Gesamte Dicke beträgt etwa 1/4 der Wirbelsäulenlänge**
- Gallertkern sichert Elastizität (Stoßdämpferfunktion)
- **Form:** an Wirbelkörper angepasst (bohnenförmig in Halswirbelsäulen- und Lendenbereich, herzförmig im Brustwirbelsäulenteil)
- **Höhen:** in Brustwirbelsäule am niedrigsten, in Lendenwirbelsäule am größten (bis L4, bei L5/S1 wieder niedriger), in Halswirbelsäule und Lendenwirbelsäule meist vorn deutlich höher als hinten

### Besonderheit der Ernährung der Zwischenwirbelscheibe und Grundlage der Funktionsfähigkeit = Wechsel von statischer und dynamischer Belastung

- ab 4. Lbj. keine eigenen arteriellen Gefäße mehr, sondern
- Ernährung über Pumpmechanismen (Diffusion), über benachbarte Wirbelkörper
- Mit Einschleusung neuer Substanzen in Phase der Entlastung
- Und Ausschleusung von Flüssigkeit mit niedrigmolekularen Substanzen und Stoffwechselschlacken

**Überhöhte und überlange Belastung kann Stoffwechsel stören**

### Struktur- und Funktionskomplex der Wirbelsäule

#### Bandverbindungen: = straffes Bindegewebe

- Zwischenbogenbänder schließen Wirbelkanal, sind elastisch
- Zwischendornbänder und Dornspitzenbänder dienen dem Halt zwischen den Dornen, sind vorwiegend Kollagen (straffes Bindegewebe)
- Ventrales Längsband ist fest mit Wirbelkörpern verbunden, nicht mit Zwischenwirbelscheibe - breit
- Dorsales Längsband (schmal) liegt vor Wirbelkanal, haftet fest an Zwischenwirbelscheiben und etwas schmaler an den Wirbelkörpern, ist schwächer als das ventrale

#### Bei Vorneige:

Kompression vorn, Gallertkern wandert nach hinten, Zug an den hinteren Längsbändern

### Funktion der Bänder: Zusammenhalt der Wirbelsäule

- **Lange Bänder** (vorderes und hinteres Längsband, Dornspitzenband) beeinflussen charakteristische Eigenform und Spannungszustand des Wirbelsäulensystems
- **Kurze Bänder** (Zwischenbogen-, Zwischendorn- und Zwischenquerfortsatzbänder) begrenzen das Bewegungssegment (Schutz vor extremen Bewegungen)

### Struktur- und Funktionskomplex der Wirbelsäule

Die **Muskulatur** ist entscheidendes Funktionssystem bei der

- Herstellung/Aufrechterhaltung des Gleichgewichts zwischen Schwerkraft und Haltekraft
- Für zielgerichtete Bewegungsfunktionen
- Für reaktives Verhalten des Körpers bei Bewegungsumstellungen

### Struktur und Funktion der Wirbelsäulenmuskulatur

#### Lange Rückenmuskulatur:

- Mehr seitlich gelegen
- Großer Querschnitt
- Eigentliche Arbeitsmuskulatur („dynamische Komponente“)

#### Kurze Rückenmuskulatur:

- Spannen sich zwischen 2-3 Wirbeln
- Relativ geringer Querschnitt
- Eigentliche Stellmuskeln („statische Komponente“)

Kurze Muskeln stellen das eigentliche Achsenskelett so ein, dass lange Muskeln möglichst lange Wege zum Schwerpunkt / Drehpunkt haben (ökonomisch, kraftsparend).

Das System der langen und kurzen Muskeln des Rückens bringt die Wirbelsäule relativ rasch und sicher in die gewünschte Stellung und ermöglicht stabiles Fixieren



Großes Problem für die Belastbarkeit :

- Muskuläre Schwäche
- Schwäche des Bandapparates
- Sehr lockeres Bindegewebe

### Struktur- und Funktionskomplex der Wirbelsäule

Das **nervale System** ist der umfassende Organisator für die Aktivierung der Organsysteme, der Haut, Muskulatur u. a. Strukturen des Körpers und für Rückkopplungen

Die Wirbelsäule ermöglicht den Austritt der peripheren und vegetativen Nerven



## Grundlagen für Funktionen der Wirbelsäule sind:

- Struktur- und Funktionskomplexe der Wirbelsäule selbst
- Stellung der kleinen Wirbelgelenke
- Begrenzende Strukturen, z. B. Rippen
- Diverse Ansatz- und Verlaufskonstruktionen der Muskeln
- Nervale Ansteuerung der Muskulatur
- Nervale Rückkopplungen

## Hemmende, begrenzende Strukturkomplexe für

Flexion	Extension	Seitneige	Rotation
<b>Straffe Rückenmuskeln</b>	Kräftiger gerader Bauchmuskel	Starke Muskeln: Rückenstrecker, schräge Bauchmuskeln, kleine schräge Rückenmuskeln, M. quadratus l.	Besonders durch Ausrichtung der Gelenkfortsätze und Rippen
<b>Straffe dorsale Bänder (kollagen)</b>	Straffe vordere Bänder	Bänder der Gegenseite	
<b>Rippen- und Brustbeinkonstrukte</b>	Hohe Dornfortsätze	In HWS durch Querfortsätze, in BWS durch Rippen, in LWS durch Rippen-Becken-Ansätze	

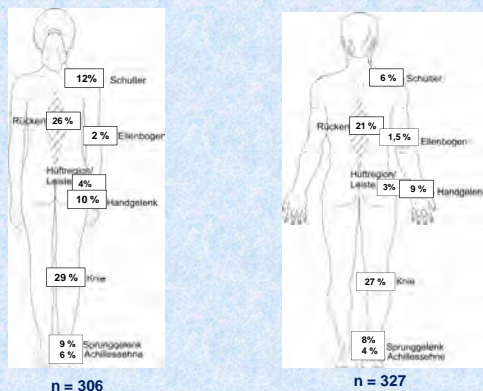
## Zu beachten:

- Jegliche Übergangsregionen weisen häufig Anomalien auf.
- Hier werden häufiger Belastbarkeitsprobleme ausgelöst.
- **Störungen in einer Übergangsregion können das gesamte Wirbelsäulengefüge beeinträchtigen.**

## Gliederung

1. Definitionen
2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
3. Probleme der Belastbarkeit
4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
5. Diagnostik der Belastbarkeit
6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

Prozentuale Beeinträchtigung der betroffenen Regionen im Bezug zur Gesamtanzahl (%) aller erfassten Altersklassen bei Mädchen und Jungen



## Für belastbarkeitssichernde Maßnahmen ist es wichtig, die Ursachen zu ermitteln!

Dabei ist zunächst der Mechanismus, der zur Beeinträchtigung führt, zu differenzieren, z.

B. ob es eine

- Verletzung
- Fehlbelastungsfolge oder
- Erkrankung ist.

**Risikofaktoren und gesundheitliche Störungen mit Beeinträchtigungen der Belastbarkeit:**

Region der Wirbelsäule:

- **Haltungsschwäche, Haltungs- und Stellungsfehler der Wirbelsäule**
- **vermehrte Kyphose**
- **M. Scheuermann (juvenile Osteochondrose)**
- **vermehrte Lordose**
- **Skoliose**
- **Spondylolyse/ Spondylolisthesis (Wirbelgleiten)**
- Osteoporose, Osteomalazie (Knochenmaterialstörung)
- Degenerative Wirbelsäulenerkrankungen
- Zustand nach Entzündung, bei Tumoren
- Zustand nach Verletzungen
- Wirbelsäulenfehlbildungen (Fehlbildungen der Wirbelkörper, -bögen, -gelenke und Wirbelfortsätze)
- **Vertebragene Schmerzzustände, funktionell**

**Wesentliche Handlungsstrategien für die Prävention von Belastbarkeitsstörungen der Wirbelsäulenregion**

Der Wechsel von statischer und dynamischer Belastung entspricht dem günstigen Funktionsreiz für das Stütz- und Bewegungssystem.

Eine gleichmäßige Entwicklung von Stabilität und Mobilität ist ein Grundsatz der orthopädisch orientierten Einflussnahme.

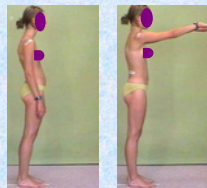
Die allseitige Kräftigung der Muskulatur ist Voraussetzung dafür, dass die Beanspruchungen des passiven Stütz- und Bewegungssystems (Bänder, Sehnen, Knorpel, Knochen) begrenzt werden.

Das schwächste Glied des Stütz- und Bewegungssystems ist zu beachten.

Die Beanspruchung des Stütz- und Bewegungsapparates sollte nach ökonomischen Prinzipien der Mechanik erfolgen.

**Wesentliche Haltungsfehler der Wirbelsäule (funktionell)**

- Rundrücken mit einer Totalkyphose
- Hohlrundrücken mit einer vermehrten Brustkyphose und Lendenlordose
- Flachrücken mit einer verminderten Brustkyphose und Lendenlordose
- Skoliotische Fehlhaltung mit einer nichtfixierten Wirbelsäulenverschiebung



**Wesentliche Formfehler der Wirbelsäule (strukturell fixiert)**

- Kyphose (Hyperkyphose); fixierter Rundrücken, teilweise auch lokalisiert (Gibbus)
- Lordose (Hyperlordose)
- Flachrücken
- Skoliose

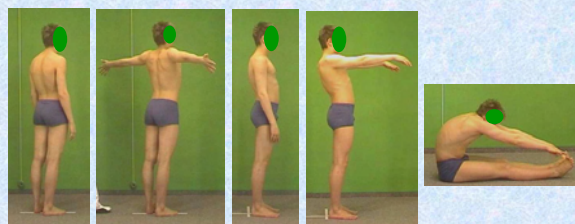


**Haltungsschwäche**



= durch Training (Regulation, Stabilisation) korrigierbar .

**Vermehrte und verlängerte Krümmung der Brustwirbelsäule, begrenzte Aufrichtbarkeit, deutliche Haltungsschwäche = Stellungsfehler**



### Vermehrte Krümmung der BWS, steiles Brustbein = Formfehler



Beachtung bei Belastung !

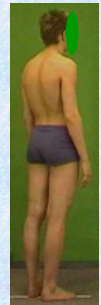
### Kyphotische Veränderungen

#### Zielstellung der Prävention:

- Kräftigung der Rückenmuskulatur besonders in dem Bereich der Kyphose, der Schulterblattfixatoren besonders bei hoher und verlängerter Kyphose
- Dehnung des Brustmuskels, des breiten Rückenmuskels
- Vermeidung einer zu geringen Dehnbarkeit des vorderen Bandapparates im Bereich der Kyphose
- Allgemeine Kräftigung der Rumpfmuskulatur

#### Kontraindizierte Übungen:

- Übungen, die die Kyphose verstärken, z. B. Rumpfbeugen vorwärts
- Übungen, die benachbarte Lordosen verstärken
- Stützübungen bei unzureichender Kraft der Schulterblattfixatoren
- Wirbelsäulenstauchende Übungen
- Atembegrenzende Übungen



### Gefahren für die Belastbarkeit durch vermehrten Rundrücken

- Durch Druck auf vordere Wirbelkörper entstehen Keilwirbel, teilweise **Osteochondrose**
- Durch Zug auf hintere Wirbelkörper entstehen **Keilwirbel und Spannungsschmerz**
- Begrenzung des Arm-Rumpf-Winkel-Öffnens
- Reizung der kleinen Wirbelgelenke besonders in der Lendenwirbelsäule
- Ausbildung einer fixierten muskulären Dysbalance

### Osteochondrose der Wirbelsäule (M. Scheuermann)

**Definition:** Knochenreifstörung im Bereich der Wirbelsäule mit Knorpelknorpelbrüchen in die Wirbelkörper (Krankheit der puberalen Wachstumsphase).

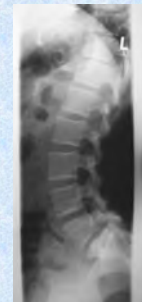
#### Diagnostische Zeichen:

##### Röntgen:

- Grund- und Deckplattenunregelmäßigkeiten (noch ohne Krankheitswert)
- Schmorlsche Knorpelknötchen
- Kantenabbruch
- Zwischenwirbelraumverschmälerung
- Keilwirbelbildung

##### Klinisch:

- Fixierte Kyphose der BWS
- Sargdeckelform des Thorax
- Flacher Brustkorb
- Schultervorstand
- Muskuläre Dysbalancen



### Zu beachtende Bewegungen bei M. Scheuermann

#### Zielstellung im Training:

- Aufrichtung durch allgemeine Körperschulung
- Stabilisierung der aufrichtenden Muskulatur
- Atemübungen
- Spezielle Übungen nach individuellem Befund
- Kompensatorische Entlastung der WS durch Bewegungsübungen im Liegen

#### Kontraindizierte Übungen:

- Rumpfbeugen vorwärts und besonders Nachfedern
- Liegestütz
- Hüpfen und Springen
- Klimmzug an den Ringen oder Reck
- Aufrichten aus Bauchlage
- Rumpfbeuge mit Zusatzlast
- Brustschwimmen mit erhobenem Kopf
- alle Übungen, die zur Verkürzung des großen Brustmuskels und breiten Rückenmuskels führen
- Langes Sitzen

### Problem der Belastbarkeit bei Spondylolyse/-listhesis

- Instabilität in betroffenem Segment (meist bei L5/S1) mit Reizung von Strukturen
- Gefahr für die darunter liegende Zwischenwirbelscheibe
- Gefahr des vermehrten Gleitens mit folgenden Belastbarkeitsstörungen besonders in der puberalen Phase (Spondylolisthesis)
- Problem der Tauglichkeit für Sportarten mit hoher Belastung des Übergangs zwischen LWS und Kreuzbein

### Skoliose

= seitliche Krümmungen der Wirbelsäule

- ab 10 ° nach COBB  
(leicht = bis 20 °; mittelschwer = bis 50 °; schwer = bis 90 °; sehr schwer > 90 °)
- mit Rotation der Wirbelkörper

= oft **Symptom einer Grundkrankheit**, jedoch Ursache überwiegend unbekannt (d. h. idiopathisch etwa 85 %)

= häufiger bei Frauen als bei Männern (etwa 5:1)



### Typische Skolioseerscheinungen



a = Asymmetrie von Brustkorb und Becken  
b = Rippenwulst bei Vorbeuge  
c = Lendenwulst bei Vorbeuge  
d = asymmetrische Seitneige  
e = schwache Schulterblattfixatoren  
f = steife Wirbelsäulensegmente

## Gliederung

1. Definitionen
2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
3. Probleme der Belastbarkeit
4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
5. Diagnostik der Belastbarkeit
6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung



### Grundsätze der Prävention

**Wirksame Primärprävention umfasst:**

- Förderung des individuellen und allgemeinen Gesundheitsbewusstseins
- Beeinflussung von Risiken und/oder Schutzfaktoren zur Verhinderung von gesundheitlichen Störungen.

**Wirksame Sekundärprävention umfasst:**

- Früherkennung und/oder Frühtherapie von Risikofaktoren (z. B. Bewegungstechniken, Belastungen, biologische Merkmale) und Gesundheitsstörungen zur Verbesserung der Heilungschancen und/oder Vermindern der Krankheitslast
- Absicherung einer möglichst vollständigen Wiederherstellung gesundheitlicher Störungen im möglichst kurzen Zeitraum
- Handlungsprogramme zum Vermeiden des Wiederauftretens einer erfolgreich behandelten Krankheit

**Wirksame tertiäre Prävention umfasst:**

- Verhindern des Fortschreitens einer chronischen Krankheit
- Beachtung der Erkrankung bei Anforderungen an den Körper

## Primäre Prävention erfordert Kenntnisse zu Belastbarkeitsbedingungen für die Sportart

**Besonders häufiges Überschreiten von Belastbarkeitsgrenzen durch:**

- Defizite der Sportmotorik (viele Ausweichbewegungen)
- Puberaler Wachstumsschub
- Belastungen im ermüdeten Zustand



**Muskelermüdung bedingt:**



- Ein Zunehmendes Ungleichgewicht der Muskelaktivität von Beugern und Streckern
- Die Abnahme der muskulären Stabilität durch begrenzte Nutzbarkeit des Gegenspannungsprinzips von Synergisten und Antagonisten
- Verstärkte Ausgleichsbewegungen
- Störungen der kinetischen Kette

**Beachtung diverser allgemeiner und sportart-spezifischer Ursachen, z. B. beim Alpinskiport:**

- Landung nach Sprüngen (Abfahrt)
- Schwünge mit zusätzlicher Hyperflexion und Innenrotation der Knie
- Stürze durch Fliehkraft
- Stürze durch Verkanten der Ski



**Sekundäre Prävention erfordert konkrete Diagnosen und Aufhellung der Ursachen**

**Knieschmerz**

Unterschiedliche Diagnosen

Unterschiedliche Ursachen

**Unterschiedliche Ursachen bei kindlichem Knieschmerz**

Endogen	Exogen
Wachstum	Bewegungstechnik
Reife	Belastungsumfang
Achsenabweichung	Belastungsintensität
Haltungsstörungen	Klimatische Faktoren
	Trainingsgeräte
d. h.: Sportarzt ist „Teil des Behandlungsprogramms“	d. h.: Trainer ist „Teil des Behandlungsprogramms“

Die konkrete Diagnose ist stets die absolut beste Basis, Mittel und Möglichkeiten zur raschen und vollständigen Wiederherstellung zu nutzen.



**Bedeutung der Teamarbeit**

**Trainer/Sportarzt nötig**

## Gliederung

1. Definitionen
2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
3. Probleme der Belastbarkeit
4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
5. Diagnostik der Belastbarkeit
6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

## Die sportmedizinische Diagnostik als Vorsorgeuntersuchung soll folgende Anliegen umsetzen:

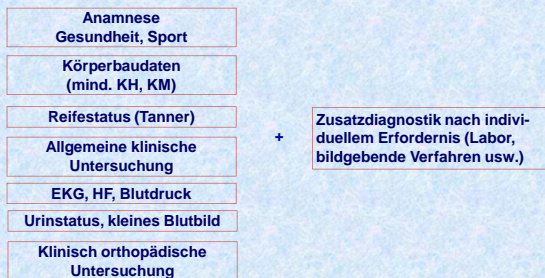
- **Beurteilung der Gesundheit und Belastbarkeit** für vorgesehene sportliche Belastung
- **Erkennen von Risiken** für das Entstehen von gesundheitlichen Störungen bzw. Belastbarkeitsstörungen durch den vorgesehen Sport
- **Ermittlung von Ursachen für das Auftreten von gesundheitlichen, belastbarkeitsbedingten Störungen**
- **Empfehlungen zur Risikobegrenzung** auf der Basis des individuellen Zustandes und der zu erwartenden Beanspruchung (präventive Maßnahmen, Kontrolluntersuchungen)

Die Begründung der Inhalte der sportärztlichen Untersuchungen im Kindes- und Jugendalter ergibt sich durch

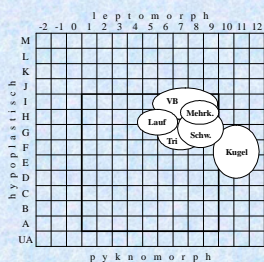
- erhebliche **Heterogenität** der Zustandsgrößen
- Besonderheiten in der Konstitution
- Unterschiede der Belastungseinflüsse (Adaptation, Belastungs- und Lernprozesse) in Bedeutung für die Belastbarkeit

## Inhalt der sportmedizinischen Diagnostik im Kindes- und Jugendalter

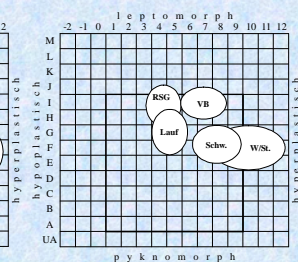
Bausteine des generell zu empfehlenden Untersuchungsprogramms



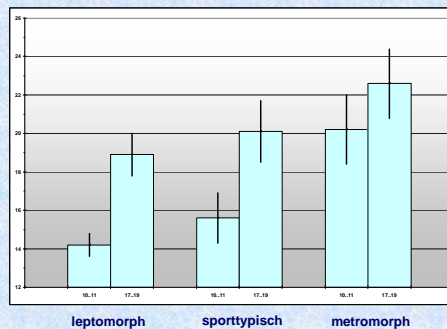
Körperbautypologie bei adoleszenten und erwachsenen männlichen Sportlern verschiedener Sportarten



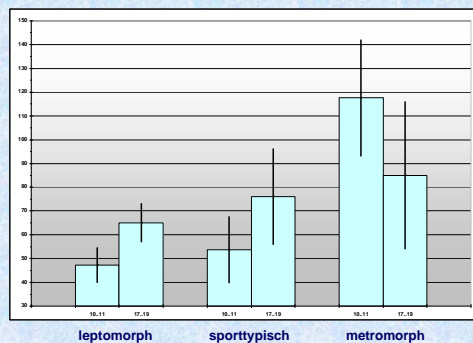
Körperbautypologie bei adoleszenten und erwachsenen weiblichen Sportlern verschiedener Sportarten



## Body Mass Index bei unterschiedlichen Körperbautypen – weiblich –



### Hautfaltensumme bei unterschiedlichen Körperbautypen – weiblich –



### Ermittlung des Reifestatus

#### Beurteilung der Reife:

Reifestatus = Reifestand

Die Beurteilung ist nach folgender Einteilung empfehlenswert, da Aussagen zur Belastbarkeit möglich sind:

- Kind
- Start Pubertät
- 1. Hälfte Pubertät
- 2. Hälfte Pubertät
- Adoleszenz
- Erwachsene

#### Orthopädische Diagnostik zur Beurteilung von

- Bindegewebeigenschaften
- Rumpfhaltung und –beweglichkeit
- Wirbelsäulenschwingung
- Stellung der unteren und oberen Extremitäten
- Fußstatik
- Muskulärer Zustand (allgemeine Kraft und Dehnbarkeit)

### Gesundheitsdiagnostik

zu Entscheidungen für zustandsadäquate, rechtzeitige und richtige Therapien und Belastungskonsequenzen:

### Bei Fehlbelastungsfolgen bzw. Verletzungen des Stütz- und Bewegungssystems nötig !!!

- Korrekte Diagnosen
- **Ausreichend rasches und korrektes Handeln (medizinische Maßnahmen, Belastung) zur raschen Wiederherstellung und Vermeidung von Chronifizierungen**
- Ursachenfindung (exogen bzw. endogen) zur Behebung derselben = Grundlage der sekundären Prävention

### Abschließende Bemerkungen zur Diagnostik der Gesundheit/Belastbarkeit aus präventiver Sicht

- Sportmedizinische Diagnostik zur Beurteilung der Gesundheit, der sportlichen Belastbarkeit = Prävention – **Ursachenanalyse!** (endogen/exogen).
- Wichtiger Inhalt orientiert sich an ganzheitlicher sportmedizinischer Untersuchung. Sportmedizinischer Komplex umfasst Entwicklungsmedizin, Innere und Orthopädie. Beurteilung der Belastbarkeit in Bezug zur Art der vorgesehenen sportlichen Belastung.
- Aus Untersuchungen sind Ableitung für Prävention, damit auch für Tauglichkeit nötig.
- Wiederholungsuntersuchungen möglichst durch gleichen Arzt zur Beurteilung der Entwicklungsdynamik.
- Kontakte mit Eltern selbstverständlich, besonders mit Sportlehrern/ Trainern.

## Gliederung

1. Definitionen
2. Besonderheiten des Stütz- und Bewegungssystems
3. Probleme der Belastbarkeit
4. Allgemeine Maßnahmen zur Belastbarkeitssicherung (Prävention – Beachtung endogener und exogener Merkmale)
5. Diagnostik der Belastbarkeit
6. Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

## Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeitssicherung

1. Planmäßiges Training zum Leistungsaufbau bei ausreichender Flexibilität begründet durch unterschiedliche Fähigkeiten/ Fertigkeiten, durch unterschiedliche Belastbarkeit, durch Regenerationserfordernisse bei gesundheitlichen Störungen
2. Vermeiden von Belastungsprüngen (besonders impulsartiger Bewegungen) – Gefahr besonders bei Quereinsteigern, bei Übergang zu sportbetonten Schulen bzw. Ausbildungen

## Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeits-sicherung

### Diagnostikkomplex

Gesundheit + Belastbarkeit + Leistungsfähigkeit

3. Systematische Untersuchungen der Gesundheit und Belastbarkeit (zu Beginn eines kontinuierlichen Trainings, im Verlauf des langfristigen Leistungsaufbaus, möglichst 1-2 x pro Jahr) bei zunehmender/hoher Belastung.

+

Ausreichend korrekte Methoden und deren Nutzung zum Messen der allgemeinen und speziellen Fitness, der muskulären Basis, technischer Fertigkeiten

*Abstimmung der Ergebnisse für weiteren Trainings-aufbau im Betreuungsteam.*

Normabweichung  
Halte- und  
Bewegungsapparat

Anpassungs-  
dysbalancen

Inadäquate  
Wiederherstellungs-  
fähigkeit

4. Kernprobleme der Belastbarkeit im sportlichen Leistungsaufbau erfordern Beachtung im Training.

um Anpassungen nicht zu gefährden. Kernprobleme sind z. B. Entwicklungsstand, Ernährungszustand, konstitutionell bedingte Normabweichungen besonders des Halte- und Bewegungssystems, z. B. das sehr weiche Bindegewebe, frühzeitig ausgeprägte Dysbalancen oder eine unzureichende Wiederherstellungsfähigkeit

**20-40% höhere Risiken bei bestehenden Kernproblemen**  
(Fröhner, Wagner 2006)

Ernährungszustand

Entwicklungsstand

Konstitutionelle  
Bedingungen

## Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeits-sicherung

5. Allgemeine Athletik (aA), spezielle Athletik (sA), spezifisches Training (sp. Tr.) sollten in ihrer Zuordnung Prinzipien der Periodisierung beachten, um im LLA die gewünschte Leistungssteigerung und Belastbarkeit zu erreichen.

Allg. Athletik

+

Spezielle  
Athletik

+

Spezif.  
Training

Die allgemeine Athletik soll besonders zur Funktionsentwicklung des schwächsten Gliedes der kinetischen Kette genutzt werden, außerdem zur Kompensation der spezifischen Belastung.

### Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeits-sicherung

6. Wenn Fehlbelastungsfolgen oder Verletzungen eintreten, sollten der **Trainer und der kundige Sportarzt ein „Teil des Behandlungsprogramms“** sein, in dem er die notwendigen Ursachen prüft und das zugrunde liegende Problem beheben hilft. **Auf Signale von Belastbarkeitsstörungen achten.**
7. **Infekte bedürfen einer ausreichenden Diagnostik, Therapie und Wiederherstellung.**

Bei jüngeren Sportlern ist häufig eine vollständige Wiederherstellung des beeinträchtigten Gewebes möglich. Diese Zeit und die effektive Therapie nutzen!! – dann langsamer Belastungsaufbau

### Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeits-sicherung

8. Die adäquaten sportartspezifischen Trainingsbedingungen und eine ausreichende allgemeine/sportartspezifische Aufwärmung sind Schlüsselemente, um **Gefährdungen von Anpassungen zu minimieren.**
9. Die Trainingsbedingungen und –umsetzungen sollen die **Prävention von Verletzungen** gewährleisten.

### Allgemeine Grundsätze für die Belastbarkeits-sicherung

10. **Sportgerechte Lebensweise** ist gerade im Kindes- und Jugendalter zu vermitteln (Bedeutung der ausreichenden, vielseitigen Ernährung, des ausreichenden Nachtschlafes, der ausreichenden Körperhygiene)
11. Die **richtige soziale Einbindung** ist Voraussetzung für die Entwicklung der Persönlichkeit (alle Erziehungsträger sind gefordert). Dies ist besonders mit zunehmendem Leistungsaufbau von Bedeutung.