

Wachstum und Reife – grundlegende Erkenntnisse und Empfehlungen für die sportliche Ausbildung von Nachwuchssportlerinnen und -sportlern



Dr. med. habil. Gudrun Fröhner

Juni 2011

Gliederung

1. **Einleitende Bemerkungen**
2. **Definition** der Entwicklung unter Beachtung von Wachstum und Reife
3. **Diagnostik** von Wachstum und Reife
4. **Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte**, insbes. des weiblichen Geschlechts
5. **Leistungsentwicklungen und Risiken** in der biologischen Entwicklung
6. **Praktische Empfehlungen** für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung

Die Bedeutung biologischer Bedingungen für den erfolgreichen, langfristigen Leistungsaufbau ergibt sich aus der **Besonderheit und Einzigartigkeit der Menschen**.

Für das Training sind deshalb Entscheidungen nötig:

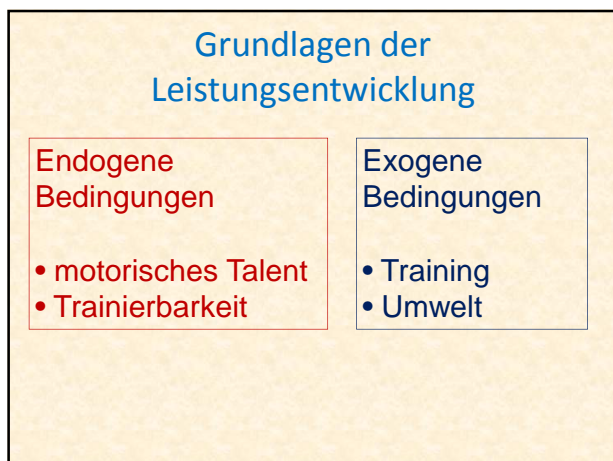
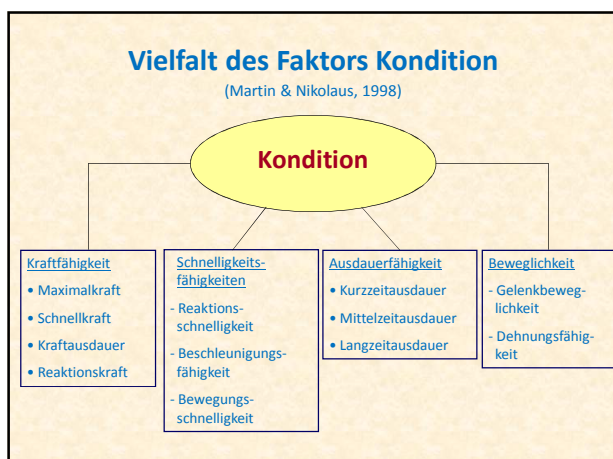
- Beachtung allgemeiner Entwicklungsgesetzmäßigkeiten
- Beachtung der Unterschiede in der biologischen Entwicklung
- Beachtung der Unterschiede konstitutioneller, genetisch bedingter Zustandsgrößen, bspw. des Körperbaus, des Zustandes des Stütz- und Bewegungssystems, der funktionell-nervalen Regulation
- Beachtung der Unterschiede des Anpassungszustandes
Leitzustandsgrößen erkennen!!!

Leitzustandsgrößen erkennen, bedeutet:

In Kenntnis der Stärken des Sportlers seine wesentlichen Schwachstellen bei Belastungsanforderungen beachten und wenn möglich verringern.

Wesentliche Faktoren für die komplexe sportliche Leistung





Mögliche Probleme der Trainierbarkeit

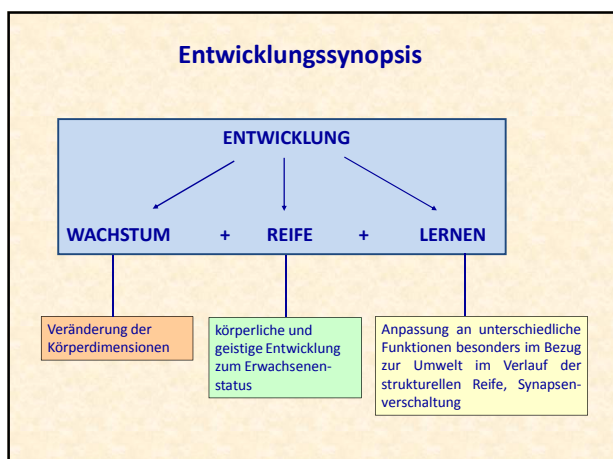
Risikofaktoren für das Entstehen von Fehlbelastungsfolgen im Kindes- und Jugendalter - Missverhältnis von Belastung und Belastbarkeit -

Endogen	Exogen
<ul style="list-style-type: none"> • Wachstum und Reife • Ernährungszustand • Konstitutionelle Normabweichungen (Beinlängendifferenz, Achsdeformität, sehr weiches Bindegewebe) • Dysbalance der Haltung und Muskulatur • Verminderte Wiederherstellbarkeit • Erkrankungen • Psychische Besonderheiten • Individuelle motorische Fähigkeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Trainingsbelastung <ul style="list-style-type: none"> - Belastungssprünge - Belastungsumfang - Belastungsintensität - Unzureichende Regenerationszeit • Frühzeitig zu hohe Belastung • Frühzeitige Spezialisierung • Beanspruchung mit wiederholten Überforderungen • Ausrüstung • Sportartspezifische Umwelt (Regelwerk ...) • Sportgerechte Lebensweise • Tagesregime, Nachtschlaf

Fragestellung in Bezug auf das Beachten des Entwicklungsstandes, des Wachstums und der Reife

- Wie erhalte ich praktikable Informationen zum biologischen Entwicklungsstand, so dass sie auch im Training umsetzbar sind?
- Bei welchen Belastungsanforderungen sollte der biologische Entwicklungsstand generell berücksichtigt werden?

- ### Gliederung
1. Einleitende Bemerkungen
 2. **Definition der Entwicklung** unter Beachtung von Wachstum und Reife
 3. Diagnostik von Wachstum und Reife
 4. Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte, insbes. des weiblichen Geschlechts
 5. Leistungsentwicklungen und Risiken in der biologischen Entwicklung
 6. Praktische Empfehlungen für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung



Wesentliche Merkmale der

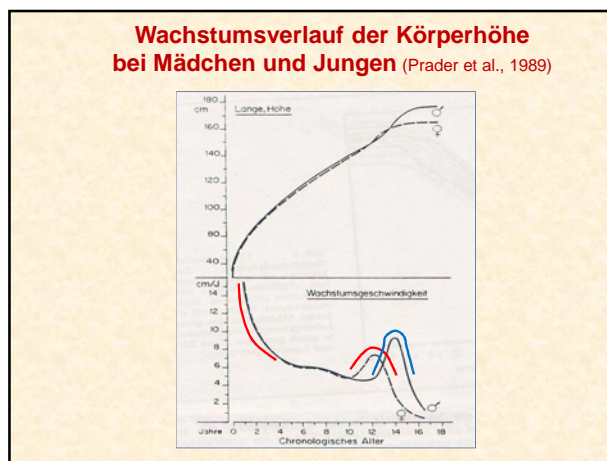
Anatomischen Entwicklung (Wachstum, Reife)	Physiologischen Entwicklung
<ul style="list-style-type: none"> - Wachstum (Dimensionen) - Proportionen des Körpers - Fettverteilung - Knochenreife - Dentition - Reifezeichen 	<ul style="list-style-type: none"> - Nervale Funktion (zeitig im Kindesalter) - Ökonomisierung des HKL-Systems - Grundumsatzbedarfsänderung - Hormonelle Reife

Im Umgang mit Kindern und Jugendlichen sind aus sportärztlicher Sicht folgende Kenntnisse nötig:

- Wissen zu Gesetzmäßigkeiten der allgemeinen Entwicklungsphysiologie
 - Normalität
 - Voraussetzungen (*Bedingungen*) für Normalität
 - Störfaktoren
- Kenntnisse zum konkreten individuellen Entwicklungsstand (*Diagnostik*)

↓

Möglichkeiten, Erfordernisse und Grenzen der Belastungsanforderungen für die Entwicklung der Gesundheit und Leistungsfähigkeit



Normalität des Wachstums der Körperhöhe

Die Normalität des Wachstums wird bestimmt durch Phasen differenzierter Wachstumsgeschwindigkeit (WGS) im Entwicklungsverlauf in Bezug zur Reife.

Allgemeine Gesetzmäßigkeiten:

Maximale (hohe) WGS:	- 1. Lebensjahr
	- Pubertät
Minimale WGS:	- direkt vor Beginn der Pubertät
Weitgehend harmonische WGS:	- Kindesalter (frühes Schulalter)

Individuelle Konkretheit:
Nicht das durchschnittliche Alter, das allgemein mit den Entwicklungsphasen verbunden wird, ist das praktische Korrelat, sondern die individuelle biologische Reife. Die WGS hat Bezug zur genetisch bestimmten Erwachsenkörperhöhe, d. h.:
relativ kleine Kinder – geringere WGS
relativ große Kinder – größere WGS

Grenzwerte: Selbst bei kleinen Kindern ist eine WGS von < 3 cm/Jahr zu niedrig und erfordert Ursachenermittlung.

Während der Entwicklung des gesunden Kindes bis zum Abschluss des Wachstums im Jugendalter wird ein bestimmter unterer Bereich nie unterschritten.

Normalität des Wachstums der Körpermasse

- Es besteht ein phasenhafter Verlauf in Bezug zur Reife, der jedoch durch exogene Faktoren (z. B. Ernährung) größere Streubreiten aufweisen kann.
- Zunehmende Körperhöhe bedeutet Zunahme der Körpermasse oder ohne Zunahme der Körpermasse kann ein Körperhöhenwachstum kaum erfolgen (besonders bei Kindern mit geringen Körpermassen).
- Die Relation von Körpermasse zu Körperhöhe ist stark typologisch geprägt (normal geringer bei leptomorphem, normal höher bei pyknomorphem und bei athletischem Status).

Merkmale des Wachstums

- Dimensionszunahme
- genetisch bestimmt (Körperhöhe, Wachstumsrate)
- verläuft unterschiedlich in Körperregionen (untere Extremitäten stärker als Rumpf)
- erfolgt ganztägig, bes. auch nachts (deshalb hoher Zeitbedarf bei zu beeinflussenden Veränderungen)
- wird von einwirkenden Kräften beeinflusst
- ist eine Stoffwechselleistung

Orientierung individueller Befunde im Vergleich zur Durchschnittsnorm mit Somatogrammen.

Merkmale der Reifung

- Differenzierung des Organismus bzw. seiner Bauteile
- Verbesserung der funktionellen Leistungsfähigkeit
- Entwicklung des funktionellen Systems

Für Stütz- und Bewegungssystem bedeutet das bspw.:

- (1) Sensomotorische Reifung (Differenzierung des ZNS)
- (2) Geistig seelische Entwicklung
- (3) Endokrine Veränderungen, die auch zur pubertären Geschlechtsreife führen.

Normalität der Reifephase Pubertät

Mädchen:	(10 ¼) 11	bis 13 ½	Jahre
Jungen:	(12) 12 ½	bis 15	Jahre

Abweichungen (mögliche Extremvarianten der Norm):

- Frühnormale Pubertät: ca. 2 – 5 Jahre Entwicklungsvorsprung
- Verzögerung der Geschlechtsentwicklung (nach BIERICH, 1975)
 - Bei Mädchen: mit 13 ¼ Jahren
noch keine sekundären Geschlechtsmerkmale
mit 15 ½ Jahren
noch keine Menarche
 - Bei Jungen: mit 13 ½ Jahren
noch keine Zeichen der Geschlechtsreife
mit 15 Jahren
noch keine Schambehaarung

Alle Extremvarianten können sehr unterschiedliche Ursachen haben. Sie erfordern ärztliche Vorstellung.

Altersbezug der Entwicklung

Für die Entwicklung sind folgende Phasen allgemein bekannt:

Entwicklungsphasen	Lebensjahre	
	Mädchen	Jungen
Säuglingsalter	1.	1.
Kleinkindalter	2. – 6.	2. – 6.
Kindesalter (= frühes Schulalter)	7. bis Beginn vorpuberale Phase	7. bis Beginn vorpuberale Phase
Vorpuberale Phase	ca. 9./10.	ca. 10./11.
Puberale Phase	ca. 11. – 13,5.	ca. 12,5 – 15.
Adoleszenz	> 13,5	> 15
Erwachsenenphase (Maturität)	↓ ab ca. 16./17.	↓ ab ca. 18./19.

Diese Phasen sind eine durchschnittliche Orientierung und weisen biologische und soziale Korrelate auf.

Physiologische Grundlagen des Wachstums und der Reife

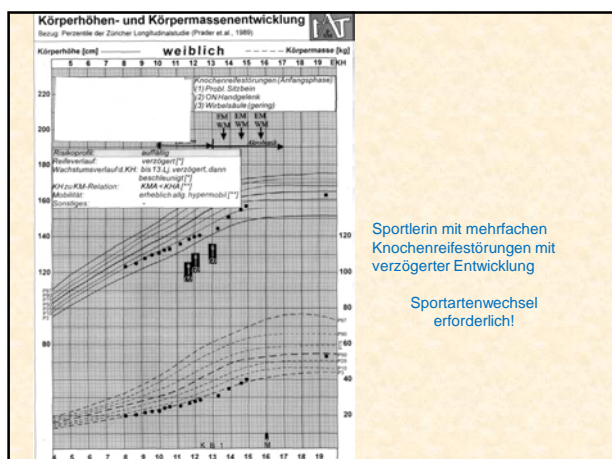
1. Genetisches Programm
2. Entwicklung und Reifung des hormonellen Systems

Weitere unbedingte Erfordernisse für Wachstum und Reife:

3. Richtige Ernährung
4. Ausreichend Nachtschlaf
5. Allgemeine Gesundheit
6. Psychische Ausgeglichenheit

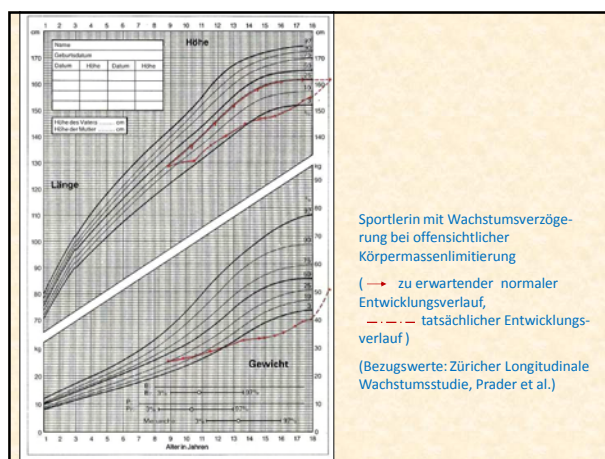
Störfaktoren für Wachstum und Reife

- **Allgemeinkrankheiten** (wie chronische Krankheiten, viele Krankheiten, besonders Magen-Darm-Störungen, Hormonstörungen)
- **Ernährungsmängel**
- **Psychische Überbeanspruchung**
- **Physische Überbeanspruchung**
- **Drogen**
- **Sozial ungünstige Bedingungen**



Sportlerin mit mehrfachen
Knochenreifefstörungen mit
verzögerter Entwicklung

Sportartenwechsel
erforderlich!



Sportlerin mit Wachstumsverzögerung bei offensichtlicher
Körpermassenlimitierung

(→ zu erwartender normaler
Entwicklungsverlauf,
--- tatsächlicher Entwicklungs-
verlauf)

(Bezugswerte: Züricher Longitudinale
Wachstumsstudie, Prader et al.)

Gliederung

1. Einleitende Bemerkungen
2. Definition der Entwicklung unter Beachtung von Wachstum und Reife
3. **Diagnostik von Wachstum und Reife**
4. Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte, insbes. des weiblichen Geschlechts
5. Leistungsentwicklungen und Risiken in der biologischen Entwicklung
6. Praktische Empfehlungen für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung

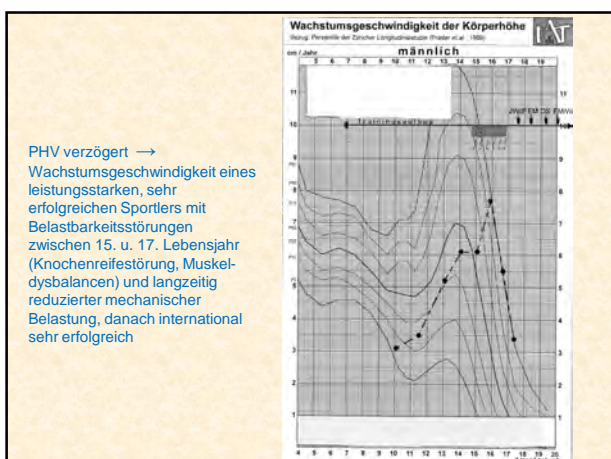
Die Messung der Körperhöhe muss exakt erfolgen!!

- Geeignete Messeinrichtung: geeichte Messlatte
- Etwa gleiche Tageszeit (in Bezug zur Vormessung), möglichst morgens unbelastet
- Einhalten der Messvorschrift (Fersen, Gesäß und Rücken berühren die Messlatte; Kopfhaltung mit waagerechter Frankfurter Linie, Messung am Ende eines tiefen Einatmungsvorganges).

Für die Messung der Körpermasse nötig:

- Geeichte Waage
- Möglichst morgens nach Blasen- und Darmentleerung und vor dem Frühstück
- Nur mit Unterwäsche bekleidet messen.

Wichtig ist das Beurteilen der
Wachstumsgeschwindigkeit im Vergleich zu
bisherigen Untersuchungen –
stets bezogen auf ein Jahr.

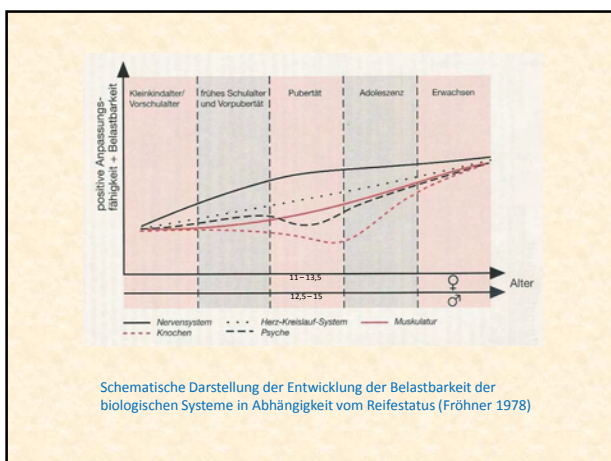


Möglichkeiten zur Schätzung der biologischen Reife

Methode	Vorteil	Nachteil
Anthropometrie (z. B. KEI)	- Praktikabel	Relativ hohe Fehlerbreite, besonders durch typologische Unterschiede, endogene und exogene Einflüsse
Klinischer Reifestatus (nach Tanner)	- Gut nutzbar zum Beachten im Training - Relativ exakte Aussage zur Entwicklungsphase	- Feststellung nur durch betreuenden Arzt - Mögliche Reifedissoziation
Knochenalter	- exakt, entsprechend den Standards	- Feststellung nur durch Arzt - Röntgenstrahlung!!! - mögliche Reifedissoziation - in Phasen langsamen Knochenwachstums (ml. 10-12, wbl. 8-10), relativ unempfindlich



- ### Gliederung
1. Einleitende Bemerkungen
 2. Definition der Entwicklung unter Beachtung von Wachstum und Reife
 3. Diagnostik von Wachstum und Reife
 - 4. Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte, insbes. des weiblichen Geschlechts**
 5. Leistungsentwicklung und Risiken in der biologischen Entwicklung
 6. Praktische Empfehlungen für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung



- ### Verschiedene Organe/Strukturen wachsen nach der Geburt unterschiedlich bis zum Erwachsenen, beispielsweise:
- Gehirn etwa 3,7-fach
 - Herz etwa 15-fach
 - Leber etwa 18-fach
 - Muskulatur etwa 35-fach
- d. h. frühzeitige Entwicklung des Gehirns**

Für die **Motorik** von besonderer Bedeutung ist nicht nur die **Hirnmassenentwicklung**, sondern auch die **funktionelle nervale Entwicklung**, die **Plastizität** des Nervensystems.

Die **Plastizität** (Formbarkeit) des Nervensystems ermöglicht die große Anpassungsfähigkeit.

Die Plastizität ist um so größer je jünger das Kind ist.

Vielfältige motorische Anforderungen = wichtige Entwicklungsfaktoren

Normalität der Entwicklung der Muskeln

Kindesalter:

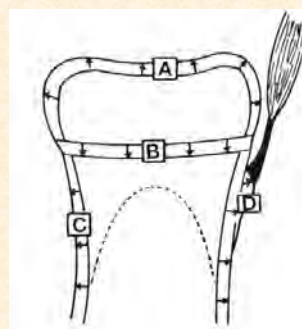
- Noch geringe Ausprägung der Muskelmasse. Nach TITTEL weist ein 6-jähriges Kind 21% Muskelmasse im Vergleich zur Körpermasse auf (Erwachsene ca. 43,5%). Die Fasern sind dünner, elastischer. Das Muskelgewebe ist wasserreich und enthält wenig kontraktile Eiweiße. Damit besteht ein geringer Muskeltonus und eine gute Dehnbarkeit.
- Die Beugemuskulatur weist ein höheres Kraftpotential als die Streckmuskulatur auf.
- Weit entwickelt, fast vollständig, ist bereits die nervale Innervation (motorische Endplatten).

Pubertät:

- Bereits zu Beginn (bei Mädchen), häufig etwas verzögert (bei Jungen) sprunghafte Entwicklung der Muskulatur. Gesamtmasse erreicht rasch 25-30% der Körpermasse.
- Deutliche Zunahme der Muskelkraft der Streckmuskeln.
- Weitere Entwicklung der Nervenfasern und Blutgefäße intramuskulär.

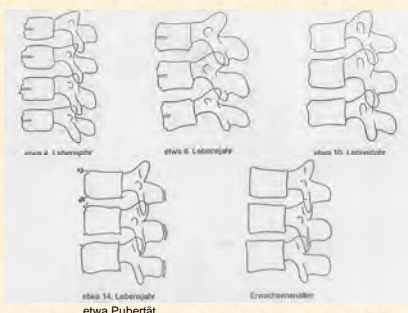
Die Entwicklung des „Sinnesorgans“ Muskel ist bereits zeitig mit ca. 7-8 Jahren weitgehend abgeschlossen, die Entwicklung als „Arbeitsorgan“ ca. 10 Jahre später.

Wachstum der Knochen im Reifeprozess



- A = Vergrößerung der Epiphyse (Wachstum des Gelenkkopfes)
- B = Längenwachstum (Epiphysenfuge)
- C = Dickenwachstum (Diaphyse)
- D = Wachstum im Bereich von Sehnenansätzen (Apophyse)

Normale Wirbelsäulenentwicklung im Altersgang (nach GRASHEY)



Die erhebliche Veränderung der Wirbelkörper ist erkennbar. Die Randleisten sind im Reifeprozess bei zunehmender Verknocherung besonders gefährdet (?). Im Erwachsenenalter besteht diese Gefahr nicht mehr.

Körperbauliche und funktionelle Entwicklung im Verlauf der Reife als synoptische Betrachtung

Reifephase	Präpubertät	Pubertät	Adoleszenz
Wachstum	=	↑ ↑ ↑	↘ —
Muskuläre Leistungsfähigkeit	↑ ↑	↑ ↑	↑ ↑
Belastbarkeit Knochen (Wirbelsäule)	=	↓ ↓	=
funktionell-nervale Entwicklung	E — H	E — H	E — H

E = Erregung / H= Hemmung / = gleichbleibend, harmonisch entwickelnd / ↑ zunehmende Entwicklung, Verbesserung der Funktion / ↓ verminderte Entwicklung, Abnahme der Funktion

Wesentliche biologische Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen

Besonderheiten bei Mädchen:

- **Kürzere Entwicklungsdauer** bis zum Pubertätsbeginn, zeitigeres Stagnieren des Wachstums der KH und KM, frühzeitig veränderte KM-Zusammensetzung mit hohen Fettprozenten
- **Generell frühzeitigere Entwicklung des nervalen Systems** (große Plastizität), frühere Markscheidenreifung
- **Weichere Muskulatur und Bänder**, bessere Beweglichkeit
- **Geringere Muskelmassenentwicklung**, frühzeitig stagnierend, besonders ab Pubertät
- **Geringer Mitochondrienanzahl und –oberfläche** in den Muskelfasern
- **Geringere Proteinsynthese**
- **Zunehmend verstärkt mögliche Lipolyse**
- **Ungünstigere räumliche Orientierung**

Psychische Unterschiede:

- Mädchen sind **weniger risikofreudig** (Berk, 1997), oft aber **ehrgeiziger** usw.

Gliederung

1. Einleitende Bemerkungen
2. Definition der Entwicklung unter Beachtung von Wachstum und Reife
3. Diagnostik von Wachstum und Reife
4. Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte, insbes. des weiblichen Geschlechts
- 5. Leistungsentwicklungen und Risiken in der biologischen Entwicklung**
6. Praktische Empfehlungen für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung

Leistungsentwicklung und Risiken im Sport weisen trotz einiger Übereinstimmungen von Mädchen und Jungen bis zum Pubertätsbeginn **genetisch bedingte, geschlechtsabhängige Unterschiede** auf, die sich nach Beginn der Pubertät verstärken.

Das **Kindesalter** ist für die zustands-gerechte und motivierte sportliche Tätigkeit eine **günstige Ausbildungszeit**, besonders auch für Mädchen, da funktionell-nervale Entwicklungen und koordinative Fähigkeiten bereits in ihrer kürzeren Entwicklungsphase bis zur Pubertät begünstigt werden.

Aspekte der sportlichen Leistungsentwicklung

Einfluss der Bewegung auf die psychomotorische Entwicklung bedeutet besonders im Kindesalter, besonders bei Mädchen mit der verkürzten Entwicklungszeit:

- zunehmende Beherrschung überflüssiger Freiheitsgrade für vielfältige Bewegungen (kontrollierte Bewegungen)
- rationelle Arbeitsweise des Stütz- und Bewegungssystems zur Begrenzung gesundheitlicher Störungen und muskuläre Dysbalancen (z. B. Becken-Bauchstatik)
- verbesserte Funktion der visuellen, kinästhetischen, taktilen und auditiven Analysatoren
- Wirkung auf psychische Prozesse (Reduzierung von Angst, Stress, Depression)
- Entwicklung der Persönlichkeitseigenschaften

Koordination – Entwicklung durch informationelles, koordinatives Training

Motorische Entwicklung

Die frühzeitige Entwicklung des nervalen Systems ermöglicht bereits im Kindesalter und frühen Schulalter eine sehr günstige Ausprägung der koordinativen Voraussetzungen der Bewegungen und damit der Motorik.

Zeitiger Beginn bei Mädchen sinnvoll

= **frühzeitige Entwicklung von Schnelligkeit (auch Reaktionszeit), Genauigkeit, Zuverlässigkeit**



Motorische
Entwicklung

Bei koordinativem Training

Mögliche Probleme für Belastbarkeit:

- ungenügende Aufmerksamkeit und Müdigkeit bei koordinativen Anforderungen

Verletzungsgefahr !
Besonders günstige Bedingungen für das Schulen von Bewegungstechniken!



Motorische
Entwicklung

Schnelligkeit

Günstige Entwicklung bereits im Kindes- und frühen Schulalter möglich.

- Schnelligkeit ist eine nervale Grundeigenschaft
- hohe Anforderungen an Koordination, damit an nervale Funktionen, besonders **neuromuskuläre Verschaltung** (besonders durch Training) von gleichgerichteten, möglichst schnellen Muskelfasern (besonders genetisch bedingt)
- **Günstig ist zeitiger Einfluss bei Mädchen**



Motorische
Entwicklung

Schnelligkeit

Mögliche Probleme für Belastbarkeit (mit Pubertät stark zunehmend):

- Störanfälligkeit der reifenden Apophysen (Ansatz besonders aktiver Muskeln) in der Phase der Pubertät (= bei forciertem Knochenreife)
- Bei Mädchen, durch weiches Bindegewebe, Risiko erhöht



Motorische
Entwicklung

Kraft

- kann sich im Kindes- und Jugendalter entwickeln, vor der Pubertät vor allem über die neuromuskuläre Ansteuerung (= informationell-koordinatives Training, Lernprozess) ab der puberalen Phase besonders durch die veränderte metabolische Basis (über veränderten Hormonstatus)
- Kraftentwicklung über die neuromuskuläre Ansteuerung ist **besonders für Mädchen ein Faktor der Prävention**, auch zum Vermeiden der oft zunehmenden Haltungsinstabilität oder von Haltungsdysbalancen in der Pubertät, **des Trainings der Extensoren (bes. Rumpfaufrichtung)**




Motorische
Entwicklung

Kraft

Mögliche Probleme für Belastbarkeit:

- Krafttraining nach dem metabolischen Prinzip der Ermüdungsprovokation ist im vorpuberalen Alter nicht nur uneffektiv, sondern birgt auch Gefahren für das Stütz- und Bewegungssystem
- Im puberalen Alter bestehen Gefährdungen für den reifenden Knochen (Epiphysen, Apophysen), besonders durch hohe, nicht achsengerechte und impulsartige Belastungen.
- Gefahr muskulärer Dysbalance bei Einseitigkeit der Belastung, z. B. Hyperlordose der LWS, bes. bei Mädchen



Motorische
Entwicklung

Ausdauer

ist bereits im Kindesalter trainierbar, effektiv aber erst nach der Pubertät.

- Wirkt auf die Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung, besonders über die adaptive Prägung von Struktur und Funktion vegetativ gesteuerter Organe (Herz, Kreislauf, Atmung, Stoffwechsel, endokrine Vorgänge, Thermoregulation)
- Frauen haben durch geringere KM u. KH und durch bessere Bedingungen für die Lipolyse oft Vorteile.

! Ausdauertraining steht keinesfalls für das Training von Kindern im Vordergrund !

Ausdauer

Mögliche Probleme für Belastbarkeit besonders bei ausdauertrainierten Kindern als akute und chronische Folge der Ermüdung bei zu geringen Erholungspausen:

- Abschwächung/Suppression des Immunsystems
- Ermüdungsfehler bei motorischen Abläufen mit Fehlbelastungsfolgen und Verletzungen
- Vermehrte Bildung von Stresshormonen mit entsprechend negativen Folgen
- Beeinträchtigung schneller Bewegungsabläufe

Belastbarkeitsprobleme werden potenziert durch:

- Ernährungsbegrenzung, pathologische Essstörungen, verzögerte Reife

Jede Bewegungsleistung setzt sich im Training aus zwei komplex wirkenden Anteilen zusammen:

1. Einem energetisch-konditionellen (besonders mit zunehmender biologischer Reife wirksam)
2. Einem informationell-kordinativen.

Für das Training der Kinder und Jugendlichen bis zur Pubertät ist der 2. Anteil der effektive, der auch Grundlage der Belastbarkeitsicherung darstellt. Ausreichend gut bei Mädchen nutzen.

Beweglichkeit

Motorische Entwicklung

Die Entwicklung ist vom Schulkindalter bis zum Erwachsenenalter möglich, jedoch im Kindes- und frühen Jugendalter auf Grund des noch relativ weichen Bindegewebes am effektivsten; auch später ist noch erheblicher Beweglichkeitsgewinn möglich (z. B. Yoga).

Beweglichkeit = wesentlicher Faktor der Prävention

Mögliche Probleme für Belastbarkeit:

- bei unzureichender muskulärer Absicherung der Gelenkregion (bes. bei Mädchen zu beachten)
- Bei Entwicklung von Hyperlaxidität
- Wenn Grenzen der Beweglichkeit bewusst überschritten werden

Probleme der Trainierbarkeit besonders bei Beachtung der biologischen Entwicklung

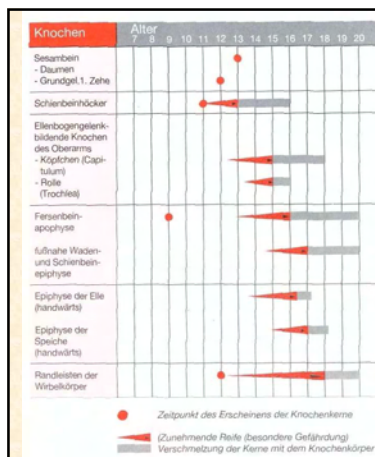
Risiken für Gesundheit und Belastbarkeit in der Entwicklung:

- Störungen des reifenden Knochens, besonders in der puberalen Phase, bei erheblichen Entwicklungsverzögerungen, bei Entwicklungssprüngen
- Störungen der Muskulatur und Sehnen, zunehmend mit Kraftentwicklung ab fortgeschrittener puberaler Phase, besonders in der Adoleszenz und bei Erwachsenen

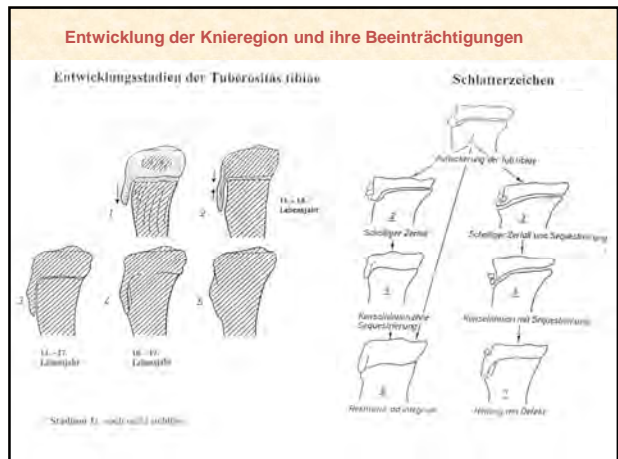
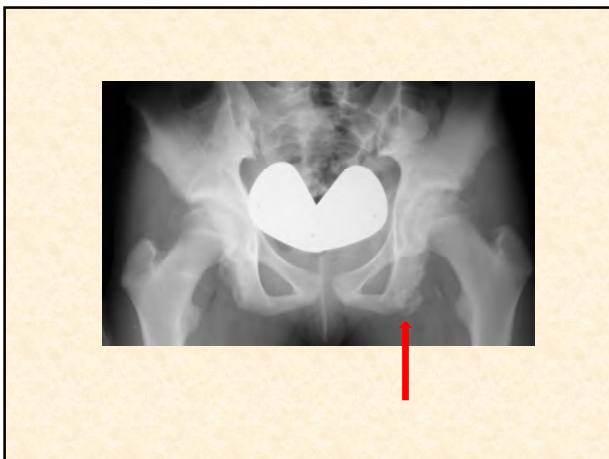
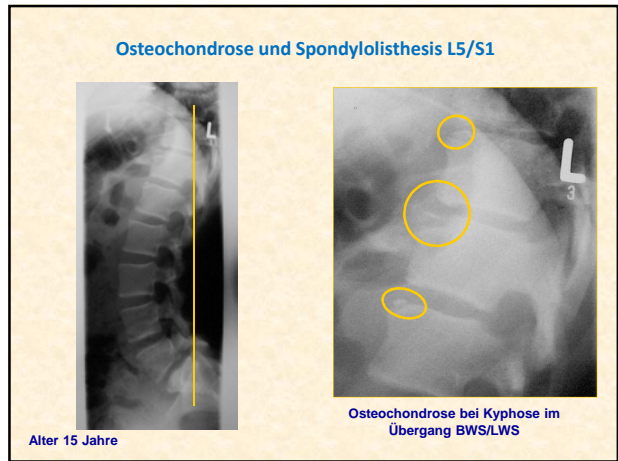
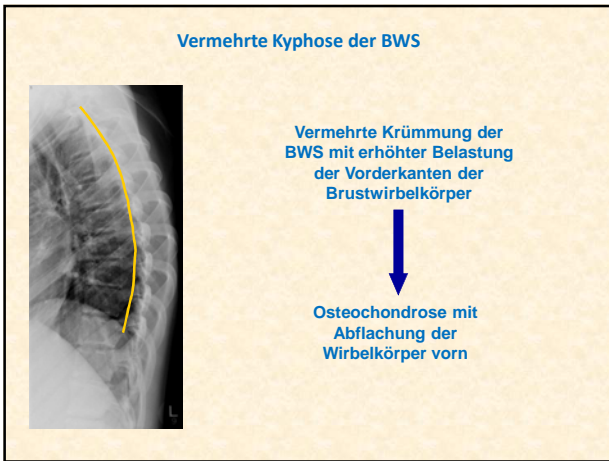
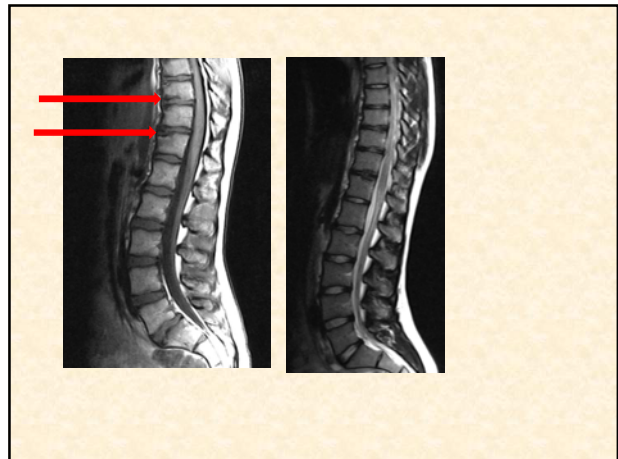
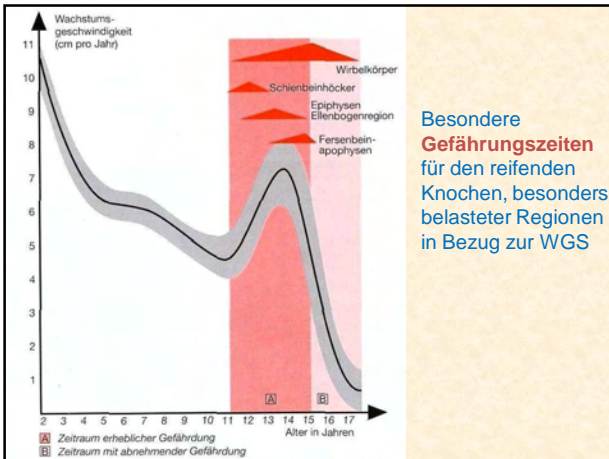
Zusammenhang zwischen mechanischer Belastung und Knochenreifstörungen

Art der Knochenreifstörung	Region (Beispiele)	Auslösende Belastungsursache
Osteochondrose Osteochondritis diss.	Ellenbogen (M. Panner) Knie Sprunggelenksregion Wirbelkörper (M. Scheuermann)	Druck- und Scherkräfte mit direkter Wirkung auf den reifenden Knochen
Epiphysenfugenstörung	distale Elle und Speiche	Druck- und Scher- bzw. Zugkräfte
Apophysenstörung	Knie: M. Schlatter, M. Sinding-Larsen, Fersenbein: M. Sever Sitzbein: M. Sorrell	Zugkräfte über Muskeln, Sehnen
Compactastörungen	Mittelfußknochen, Wadenbein, Schenkelhals	Druckkräfte mit dauerhaften Biegespannungen auf den Knochen

Alle diese Formen können neben der Belastungsursache durch endogen ungünstige Bedingungen der Belastbarkeit früher oder überhaupt erst auftreten.



Reifezeiten wesentlicher Knochen, die im sportlichen Training besonders beansprucht werden (nach Grashey/Birkner 1953, Greulich/Pyle 1959) in Bezug zum Signalknochen der beginnenden Pubertät (Sesambein des Daumens) bei Jungen. Die Zeiten liegen bei Mädchen im Allgemeinen früher.



Indikatoren der verminderten Belastbarkeit (Risiken für die Gesundheit)

Faktoren	Nachweisbarer Gefährdungszustand
Biologische Entwicklung (Reifestatus, Wachstum, Entwicklungsdynamik)	<ul style="list-style-type: none"> - Puberale Phase - Erhebliche Entwicklungsverzögerung, jedoch im Altersabschnitt (CA) der Adoleszenz - Entwicklungssprung
Ernährungszustand	Abnorme, besonders reduzierter Ernährungszustand

Fröhner, 1990

Indikatoren der verminderten Belastbarkeit (Risiken für die Gesundheit)

Faktoren	Nachweisbarer Gefährdungszustand
Konstitutionelle Bedingungen des Stütz- und Bewegungssystems	<ul style="list-style-type: none"> - Erhebliche Hypermobilität - Genetisch bedingte anatomische Normvarianten
Trainingsbedingte Anpassungen	<ul style="list-style-type: none"> - Frühzeitige Dysharmonie bzw. Dysbalancen der Muskulatur und Körperhaltung - Erworbene Formfehler
Allgemeine Belastungsverarbeitungen	- Unvollständige Regeneration, besonders bei Belastungsdiskontinuität

Fröhner, 1990

Gliederung

1. Einleitende Bemerkungen
2. Definition der Entwicklung unter Beachtung von Wachstum und Reife
3. Diagnostik von Wachstum und Reife
4. Allgemeine entwicklungsphysiologische Aspekte, insbes. des weiblichen Geschlechts
5. Leistungsentwicklungen und Risiken in der biologischen Entwicklung
6. **Praktische Empfehlungen** für die sportliche Ausbildung bei Beachtung der biologischen Entwicklung

1. Grundsatz

für Sport im Kindes- und Jugendalter:
Entwicklungsphysiologische Kenntnisse zur Ausprägung von Körperstrukturen und -funktionen sind Grundlage für Leistungsanforderungen, Belastung und Belastungsgestaltung zum Sichern der Belastbarkeit und Erreichen von Anpassungen

Allgemeine entwicklungsphysiologische Gesetzmäßigkeiten

führen zu:
allgemeinen Orientierungen für das Training in den Altersklassen zur Leistungsentwicklung und Belastbarkeitssicherung

Allgemeine Orientierungen zur Entwicklungsphysiologie

- Im Kindesalter ist der Reifeprozess relativ harmonisch.
- Bei Beachtung des individuellen Reifeverlaufs, der individuell vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten entsteht eine weitgehend stabile Belastbarkeitssituation
- Mit Beginn der Pubertät können vor allem Störungen am reifenden Knochen (Beginn an unteren Extremitäten) auftreten.

Besondere Beachtung erfordert der Abschnitt der Pubertät, besonders für die Belastbarkeit !

Merkmale:

- Zunehmendes Wachstum mit Peak etwa 1 Jahr nach Start der Pubertät
- Proportionsänderungen des Körpers (Zunahme Extremitätenlänge, Abnahme relative Sitzhöhe)
- im vegetativen Nervensystem: Umstellung vom Sympathikus des Kindes zum mehr dominierenden Parasympathikus (teilweise Kreislaufstörungen)
- zunehmende Knochenreife durch Kalziumeinlagerung im Wachstumsknochen (besondere Störanfälligkeit)
- zunehmende Ansprechbarkeit der Muskeln auf Trainingsreize
- erhöhte Gefahr der Dysbalance der Körperhaltung und der Muskulatur bei einseitigem Training oder motorischer Untätigkeit.

Nach Beendigung der Pubertät:

- Zunehmendes Erreichen der individuellen harmonischen Stabilität entsprechend der genetischen Anlage
- Zunehmende funktionelle motorische Anpassung entsprechend den Anforderungen im Training, dabei besondere Entwicklung der allgemeinen Körperfunktionen, der Muskulatur, des nervalen Systems

2. Grundsatz:

Kenntnis der **individuellen Entwicklung** im Training beachten – für Leistungsbeurteilung und Belastbarkeitssicherung

Die biologische Entwicklung bedarf der Beachtung, wenn diese eine wesentliche Leitzustandsgröße ist.

Bei der Vielzahl von Faktoren der komplexen sportlichen Leistung muss immer ein Abwägen erfolgen, wie schwerwiegend das Entwicklungsproblem für Leistung und Belastbarkeit ist!

Für die Praxis wichtig:

Besonders für Leistungsbeurteilungen, Trainierbarkeit und Belastbarkeitssicherungen sollten die Bedingungen des Wachstums und der Pubertätsstadien Beachtung finden.

Wenn erhebliche Abweichungen von der Norm bestehen, sind diese besonders zu berücksichtigende **Leitzustandsgrößen**.

Individuell abweichender Entwicklungsstand (als Leitzustandsgröße)

führt zu:

Präzisierungen der Trainingsanforderungen mit:

- Auswahl individuell günstiger Schwerpunkte der Leistungsentwicklung bzw. Belastungsbegrenzung
- Auswahl geeigneter belastbarkeitssichernder Maßnahmen

3. Grundsatz:

Beurteilung des Entwicklungsverlaufes in mittelfristigen Trainingsabschnitten:

- Führen von Wachstumskurven und exakte Messung mind. halbjährlich, bei Besonderheiten vierteljährlich
- Reifebeurteilung nach Pubertätsstadien durch betreuenden Arzt, besonders bei vermuteten Entwicklungsverzögerungen oder Akzelerationen
- Knochenalterbestimmung nur in sehr seltenen Fällen bei v. a. extreme Entwicklungsabweichungen

Aus Gründen der Leistungsbeurteilung, der Einschätzung der Trainierbarkeit und dem rechtzeitigen Erkennen disharmonischer Entwicklungen ist es sinnvoll und praktikabel, nicht das konkrete biologische Alter zu kennen, sondern den Reifestatus

Was hat der Reifestatus mit der Trainierbarkeit/Belastbarkeit/Gesundheit zu tun?

Reifestand **Kind** bedeutet für Belastbarkeit/Gesundheit:

Auf Grund der körperbaulich individuellen Harmonie sind keine wesentlichen Probleme zu erwarten, wenn Stütz- und Bewegungssystem und allgemeine Gesundheit in Ordnung sind und die Belastung/Technik den kindlichen Bedingungen entspricht.

Reifestand **Start Pubertät** bedeutet für Belastbarkeit/Gesundheit:

Start des vermehrten Körperhöhenwachstums. Reifender Knochen, Band- und Muskelansätze können zu Belastbarkeitsproblemen führen.

Reifestand **1. Hälfte Pubertät** bedeutet für Belastbarkeit/Gesundheit:

erhebliches Wachstum der Körperhöhe (Ernährung und Schlaf wichtig), erhebliche Empfindlichkeit der reifenden Knochen, auch der Muskel- und Bandansätze am Knochen.

Reifestand **2. Hälfte Pubertät** bedeutet für Belastbarkeit/Gesundheit:

noch erhebliches Wachstum der Körperhöhe jedoch mit abnehmender Tendenz. Die Empfindlichkeit des reifenden Knochens besteht wie in der 1. Phase, jedoch zunehmend Abnahme der Gefährdung.

Reifestand **Adoleszenz** bedeutet für Belastbarkeit/Gesundheit:

weitgehend endgültige Körperhöhe, Proportionen. Wenn die Belastung des Knochens dem Anpassungszustand entspricht, sind Gefährdungen für diese Strukturen geringer. Jedoch bedarf es der Beachtung der Gefahr für zunehmende Belastbarkeitsstörungen besonders der Muskeln und Sehnen.

Folgerungen für die sportliche Ausbildung am Beispiel von Sportlerinnen bei Beachtung der Entwicklung

1. Vielseitiges, motorisch-koordinatives Training bereits vor der Pubertät im Nachwuchs nutzen, da gute Bedingungen für Ansteuerung der Muskulatur über Nerven, genetisches Programm mit zeitiger Markscheidenreife
2. Günstige muskuläre Entspannungsfähigkeit bei Mädchen erfordert ausreichend gezielte Aktivierung
3. Stets Beachtung der Weichheit des Bindegewebes (gute Bewegungsansteuerung!)
4. Frühzeitig Kraftentwicklung anstreben (gute Muskelansteuerung, präzise Technik vermitteln), zunächst weitgehend achsengerecht ohne erhebliche Impulse

5. Zeitiges Individualisieren des Trainings, da zeitigerer Entwicklungsabschluss
6. Auf Entwicklungskontinuität zur Vermeidung von Pubertätsverzerrungen achten
7. Frühzeitige Begrenzung typischer Dysbalancen z. B. der häufig vermehrt auftretenden Lordosierung der LWS mit zunehmender Reife