

SERVICE IM SPORT

Trainerfortbildung

ZUSAMMENFASSUNG

Belastung – Beanspruchung – Anpassung

BSFZ Schloss Schielleiten bei Stubenberg am See

Veranstaltet von der Österreichischen Bundes-Sportorganisation (BSO)
mit Unterstützung des BKA.

BUNDESKANZLERAMT  SPORT

 **BSO**
SERVICE IM SPORT

ANMELDEBESTÄTIGUNG

für die

TRAINERTAGUNG

Belastung – Beanspruchung - Anpassung

Freitag, 19. September 2008, 15.00 – 20.00 Uhr
Samstag, 20. September 2008, 9.00 - 16.00 Uhr

BSFZ Schloss Schielleiten bei Stubenberg

ÖSTERREICHISCHE
BUNDES-SPORTORGANISATION
1040 Wien, Prinz-Eugen-Straße 12
Tel.: 01/504 44 55
Fax: 01/504 44 55-66
e-mail: office@bso.or.at
http://www.bso.or.at
ZVR 428 560 407

Wien, 10. 09. 2008

Liebe Teilnehmerinnen und Teilnehmer!

Herzlichen Dank für die Anmeldung zur Tagung der Österreichischen Bundes-Sportorganisation und des Staatssekretariats für Sport im Bundeskanzleramt.

Wir senden Ihnen beiliegend:

- das genaue Programm und allgemeine Informationen,
- eine Unterlage mit den Referatsinhalten zum Einlesen,
- die dzt. aktuelle Teilnehmerliste.

Arbeitskreise:

Ihre WS Einteilung beheben Sie bitte bei der Anmeldung in Schielleiten. Sie können, da die beiden WS zweimal durchgeführt werden, an beiden WS teilnehmen.

Skripten:

Alle Teilnehmer erhalten eine Zusammenfassung der Referate.

Anmeldung:

Die Anmeldung erfolgt im Foyer des Schlosses Schielleiten.

Eröffnung: 16.00 Uhr im Schloss Schielleiten, Festsaal, 1. Stock.

Unterbringung: D

Die Unterbringung erfolgt in Zwei- und Dreibettzimmern, die Zimmereinteilung wird durch den Veranstalter vorgenommen und liegt bei der Anmeldung auf. Wir bitten um Verständnis, dass wir keine Einbettzimmerwünsche berücksichtigen konnten.

Kosten: Die Teilnahme an der Tagung inklusive des Abend- und Mittagessens ist frei. Die Kosten der Übernachtung in der Höhe von € 36 waren schon bei der Anmeldung einzuzahlen. Zimmerreservierung nur bei erfolgter Überweisung.

Wir wünschen eine gute Anreise und freuen uns schon auf eine interessante Veranstaltung.

Mit freundlichen Grüßen



Helmar Hasenöhr
Trainerreferat

**Trainerfortbildung
„BELASTUNG – BEANSPRUCHUNG - ANPASSUNG“**

BSFZ Schloss Schielleiten

Freitag, 19. September 2008, 16.00 Uhr – Samstag, 20. September 2008, 16.00 Uhr

Programm:

Freitag, 19. September 2008

Ab 15.00 Uhr	<i>Anmeldung</i>
16.00 Uhr	<i>Eröffnung und Einführung</i> Mag. Gerhard Scherbaum, Vorsitzender des Trainerreferates
16.15 Uhr	<i>Referat I</i> <i>Kraft – Training von Kraft – Energiestoffwechsel und mögliche Anpassungserscheinungen</i> Univ. Prof. Dr. Ulrich Hartmann, Leiter des Instituts für Bewegungs- und Trainingswissenschaften der Universität Leipzig
17.45 Uhr	<i>Referat II</i> <i>Schnelligkeitstraining: klassische Konzepte und innovative Zugänge am Prüfstand</i> Dr. Roland Werthner, Sportwissenschaftler, Sportakademie Linz
20.00 Uhr	<i>Trainerabend</i>

Samstag, 20. September 2008

7.30 Uhr	<i>Frühstück</i>
9.00 Uhr	<i>Referat III</i> <i>Adaption am Ausdauertraining- Vergleich der Adaptionsmodelle für die Trainerpraxis</i> Univ. Prof. Dr. Georg Neumann, Leipzig
10.30 Uhr	<i>Referat IV</i> <i>Belastung – Beanspruchung – Techniktraining</i> <i>Biomechanische Grundlagen für die Trainingspraxis</i> Univ. Prof. Dr. Wolfram Müller, Kompetenzzentrum für Bewegungswissenschaften der Karl Franzens - Universität Graz
12.00 Uhr	<i>Mittagessen</i>
13.00 Uhr	<i>Workshop 1. Runde</i> <i>WS I</i> <i>Training in der geschlossenen kinematischen Kette – Neuromuskuläre und bindegewebige Anpassungsmöglichkeiten</i> Mag. Erwin Reiterer, Sportakademie Wien
	<i>WS II</i> <i>Aus der Praxis für die Praxis der ausdauerdominierten Sportarten</i> Manfred Zeilinger, Heeressportzentrum
14.30 Uhr	<i>Workshop 2. Runde</i>
16.00 Uhr	<i>Zusammenfassung und Ende</i>

Die Teilnehmer haben die Möglichkeit an beiden Workshops teilzunehmen.

REFERATSABSTRAKTE

Referat 1

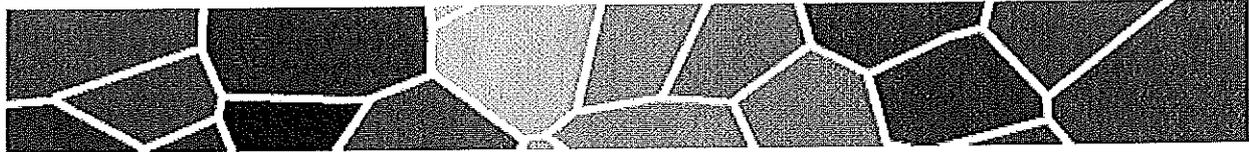
Kraft – Training von Kraft – Energiestoffwechsel und mögliche Anpassungserscheinungen

Univ. Prof. Dr. Ulrich Hartmann, Institut für Bewegungs- und Trainingswissenschaften der
Universität Leipzig

Für die aus der Literatur zu entnehmenden Vorstellungen hinsichtlich des Strukturmodells der Kraft liegen für die stoffwechselbedingten Belastungsbedingungen, den zellulären Energiestoffwechsel sowie die damit verbundenen Anpassungserscheinungen für nahezu alle Kraft- und Kraftausdauerbelastungen überwiegend phänomenologisch begründete Trainingseffekte vor. Über die entsprechenden stoffwechselbedingten Zusammenhänge und Wirkweisen herrscht nur z.T. bzw. eine scheinbare Klarheit, ohne dass diese ausreichend wissenschaftlich untermauert ist. Basierend darauf existieren empirisch untermauert trainingsmethodische Umsetzungen in der Praxis.

Als weitere „stillschweigende“ Implikationen werden Begrifflichkeiten wie z.B. „Ermüdung“ und „Regeneration“ relativ subjektiv eingesetzt, die ebenfalls nur in Ansätzen oder unter bestimmten, spezifischen Sichtweisen definiert sind; biologisch strukturelle Aspekte werden nur wenig berücksichtigt oder diskutiert. Darüber hinaus bleibt ungeklärt, ob entsprechende Trainingsvorgaben überhaupt, in welchen Variationsbreiten und in welcher Abhängigkeit vom Niveau der Leistungsfähigkeit zu den erwarteten Anpassungen führen. Über entsprechende Trainingsmitteluntersuchungen bzw. deren Auswirkungen liegen nur wenige (meist unpublizierte) Studien vor.

Resümee: Ein Grossteil der metabolischen Sichtweisen bei „Kraft“-Belastungen basiert auf deskriptiven bzw. phänomenologischen Sichtweisen und entspricht nur teilweise den zugrundeliegenden biologischen Bedingungen. Besonders unter leistungssportlichen als auch Aspekten von Sport und Gesundheit sollten die traditionell existierenden Sichtweisen einzelner Trainingsmethoden, die in diesem Kontext erwarteten Anpassungsvorgänge, die gegebenen Interpretationsansätze sowie die formulierten Trainingsprinzipien überdacht werden.



Prof. Dr. Ulrich Hartmann
Leiter des Institutes für
Bewegungs- und Trainingswissenschaft
der Sportarten
Universität Leipzig

✉ uhartmann@uni-leipzig.de

Vortrag: ***"Kraft – Training von Kraft –
Energietoffwechsel und mögliche
Anpassungserscheinungen"***

Prof. Dr. Ulrich Hartmann studierte Biologie und Sportwissenschaft an der Universität Bonn und der Deutschen Sporthochschule Köln. Besondere Arbeitsgebiete liegen im Bereich der Trainingswissenschaft sowie der Leistungsphysiologie.

Von 2000 bis Anfang 2008 war er Professor an der Technischen Universität München und leitete das Fachgebiete für Theorie und Praxis der Sportarten, seit 2008 ist er Leiter des Instituts für Bewegungs- und Trainingswissenschaft der Sportarten an der Universität Leipzig. Er ist Gastprofessor an Universitäten in Beijing, Shanghai und Salzburg sowie Dozent an der Trainerakademie in Köln.

Er ist wissenschaftlicher Berater zahlreicher nationaler und internationaler Sportverbände und hat seit über 25 Jahren zahlreiche Athleten aus verschiedensten Sportarten zur Vorbereitung auf internationale Meisterschaften sowie die Olympischen Spiele betreut.

Bis dato veröffentlichte er ca. 70 Artikel als Erstautor und weitere 90 als Zweit- bzw. Mitautor, mehrfach war er mit der Organisation und Durchführung wissenschaftlicher Kongresse betraut.

Er ist seit vielen Jahren eingeladener Redner sowohl in Deutschland als auch im Ausland, u.a. in Argentinien, Belgien, Brasilien, Bulgarien, China (PR), Ecuador, Estland, Finnland, Griechenland, Großbritannien, Hongkong, Indien, Indonesien, Iran, Israel, Italien, Japan, Kolumbien, Korea (Süd-), Kroatien, Litauen, Malta, Mexiko, Nepal, Österreich, Portugal, Saudi Arabien, Schweiz, Serbien, Singapur, Slowakei, Spanien, Swasiland, Taiwan, Thailand, Türkei, Uruguay, Vereinigte Arabische Emirate, Vereinigte Staaten von Amerika und Zypern (Nord) sowie vielfach gebeten zu Einladungen zu internationalen / nationalen (Sport)Verbänden zu Aus- und Weiterbildungsveranstaltungen.

Referat 2

Schnelligkeitstraining

Klassische Konzepte und innovative Zugänge am Prüfstand

Dr. Roland Werthner, Sportwissenschaftler, Bundessportakademie Linz

Obwohl Schnelligkeitsaspekte in nahezu allen Sportarten leistungs(mit)bestimmend sind, hat sich die klassische Trainingslehre im Vergleich zu den Ausdauer-, Kraft-, Koordinations- und Beweglichkeits-Forschungs- und Publikationsschwerpunkten der letzten 30 Jahre verhältnismäßig wenig mit dem Gesamtkomplex der Schnelligkeitsoptimierungsprozesse bzw. mit den Wechselwirkungen von schnelligkeitsrelevanten Teilsystemen beschäftigt. Erkenntnisse der Trainingswissenschaft gibt es meist nur zu Anpassungen in Teilkomponenten einer komplexen Schnelligkeitsleistung.

Der Erfahrungs- und Erkenntnisschatz von Spitzentrainern übersteigt demnach im Gehalt und der Vielfalt von eingesetzten Trainingsformen auch bei weitem die in der Literatur publizierten und meist verallgemeinerten Schnelligkeits-Trainingsgrundsätze. Im Referat werden aus mehreren Blickwinkeln klassische Trainingsprinzipien mit aktuellen Modellen der Trainingswissenschaft, innovativen Trainingskonzepten erfolgreicher Trainer sowie eigenen Untersuchungsergebnissen konfrontiert, diskutiert bzw. teilweise auch neu zusammengesetzt.

Auch wenn die Sprint-Schnelligkeit bzw. das Zustandekommen einer herausragenden Laufschnelligkeit seit dem Weltrekordlauf von Usain Bolt (Maximalgeschwindigkeit 43,9 km/h) wieder an Interesse gewonnen hat, mindestens genauso spannend ist das Aufzeigen und Erforschen der Vielfalt an relevanten Schnelligkeitsfaktoren in den unterschiedlichsten Sportarten bzw. die Diskussion von Trainings- und Anpassungspotentialen.

Schnelligkeitstraining ist mit Sicherheit wesentlich mehr als ein Sprinttraining.

Abhängig vom Anforderungsprofil einer Sportart kommen in völlig unterschiedlichen Kombinationen neurophysiologische, energetische, koordinative, biomechanische und Kraft-Grundlagen zum Tragen.

Wie und wie weit kann man Impuls- und Innervationsmuster, Nervenleitgeschwindigkeiten, Muskelfasern, Frequenzen, Bodenkontaktzeiten durch Training verändern? Welche Rolle spielen Wahrnehmungs- und Reaktions-Schnelligkeitsleistungen in den unterschiedlichsten Sportarten? Wie groß ist der „Talent“-Faktor in Schnelligkeitsdisziplinen wirklich? Gibt es so etwas wie eine zyklische und azyklische elementare Schnelligkeit? Haben sich die „neuen Wege“ im Schnelligkeitstraining (Bauersfeld, Voß - 1992) bewährt bzw. durchgesetzt?

Welches Potential besteht in einer schnelligkeitsorientierten Optimierung des Zusammenspiels der Muskeln bzw. Muskelfasern (inter-/intramuskuläre Koordination)? Wie weit kommt man mit einem „differentiellen“ Training (Schöllhorn - 1995), wie weit kommt man mit einem maximalkraftorientierten Schnellkrafttraining (Bührle, Schmidbleicher 1985)?

In welchen Sportarten ist ein an der Muskelleistungsschwelle orientiertes Trainingskonzept sinnvoll?

Welches Potential zur Schnelligkeitsverbesserung besteht in der Optimierung der Technik bzw. im Ausnützen biomechanischer Wechselwirkungen? Welche sauberen Möglichkeiten zum Aufbau bzw. der schnelleren und längeren Ausnützung energetischer Ressourcen gibt es?

Wo liegen die Möglichkeiten und Grenzen eines supramaximalen Schnelligkeitstrainings?

Auch wenn bei weitem nicht alles beantwortet werden kann. Das Referat soll Lust auf ein kreatives Schnelligkeitstraining machen und zumindest in Ansätzen eingefahrene Trainingskonzepte aufsprengen. Neue Trainingsübungen, innovative Trainingsgeräte, veränderte Schwerpunktsetzungen können – intelligent eingesetzt - zu besseren Leistungen und einem Boom bei schnelligkeitsorientierten Sportarten führen.

Referat 3

Adaption an Ausdauertraining – Vergleich der Adaptionsmodelle und Trainingskonsequenzen

Univ. Prof. Dr. Georg Neumann, Leipzig

Einleitung

Zur Adaptation an des sportliche Training liegen zahlreiche Erkenntnisse vor (HOLLMANN & HETTINGER, 1990; NEUMANN & SCHÜLER, 1994; ENGELHARDT & NEUMANN, 1994, NEUMANN; PFÜTZNER & BERBALK, 2001 u.a.). An repräsentativen Populationen von Leistungssportlern ist es schwierig, die Anpassungen mehrjährig leistungsdiagnostisch zu bewerten. Meist wurde nur über einzelne Athleten, die im Längsschnitt analysiert wurden, berichtet.

Die standardisierte und regelmäßige Leistungsdiagnostik der Nationalkader Triathlon Männer (einschließlich Junioren) am IAT Leipzig gestattete es, eine repräsentative Zahl von Athleten über 5 Jahre in ihrer Entwicklung zu analysieren. Mir der folgenden Arbeit sollten insbesondere die quantifizierbaren Daten der Leistungsdiagnostik im mehrjährigen Längsschnitt aufbereitet werden. Voraussetzung dafür war eine relevante sportartspezifische Diagnostik, die in regelmäßigen Abständen mehrmals im Jahr und über mehrere Jahre standardisiert durchgeführt wurde.

Material und Methodik

Auf dem Laufband wurde mit einem 4 x 4 km Stufentest ohne Anstellwinkel belastet. Die Anfangsgeschwindigkeit richtete sich nach dem aktuellen Leistungsniveau. Nach jeder durchgelaufenen Stufe wurde die Geschwindigkeit um 0,25 m/s (0,9 km/h) gesteigert. Am Ende jeder Stufe wurden die Sauerstoffaufnahme und in der Pause von einer Minute das Laktat bestimmt. Die Hf-Messung erfolgte fortlaufend. Das Orientierungskriterium für die Leistungsfähigkeit war die erreichte Geschwindigkeit bei 2 mmol/l Laktat (vL2). Nach einer Erholungszeit von 3 bis 4 Stunden wurde ein separater Kurzzeitstufentest (VO₂max-Test) durchgeführt. Begonnen wurde bei 4,5 m/s (16,2 km/h) über 30 s und die Geschwindigkeitssteigerung erfolgte alle 30 s bis zum Abbruch. Etwa 60 s vor Abbruch wurde dem Triathleten ein Mundstück gereicht und die Atemgasanalyse bis zum Abbruch durchgeführt. Der Höchstwert in der Sauerstoffaufnahme galt als die VO₂max. Die Hf wurde fortlaufend gemessen. Nach Belastungsende wurde das Laktat in der 3., 6. und 10. Minute bestimmt.

Berechnete wurden Mittelwert und Standardabweichung und die lineare Regression. Statistische Unterschiede wurden mit dem doppelseitigen t-Test ermittelt. Unterschiede von < 0,05 wurden als signifikant angesehen.

Referat 4

Belastung – Beanspruchung – Techniktraining: Biomechanische Grundlagen für die Trainingspraxis

Univ. Prof. Dr. Wolfram Müller, Kompetenzzentrum für Bewegungswissenschaften
der Karl Franzens- Universität Graz

Vorbemerkungen:

Literatur:

Lehrbücher für Medizinische Physik:

Kamke, Walcher: Physik für Mediziner; Teubner 1994, 95-109

Fercher: Medizinische Physik, Springer

Physikalische Literatur:

Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, de Gruyter, 1974, Kap. 5, 230-253

Gerthsen: Physik, Springer, 1995, Kap. 3.4, 130-135

Weiterführende Literatur zur Biomechanik:

Nigg, Herzog: Biomechanics, Wiley, 1999

Özkaya, Nordin: Fundamentals of Biomechanics Springer, 1999

Chapman: Biomechanical Analysis of Fundamental Human Movements
Humphrey, Delange: Biomechanics, Springer, 2004

Biomechanische Grundlagen:

Kräfteaddition und Kräftezerlegung anhand von Beispielen
Kräftegleichgewicht
Drehmomentgleichgewicht
Kräftepaar
Schwerpunkt, Massenmittelpunkt, Standfestigkeit
Dehnung, Scherung und Torsion fester Stoffe
Elastische Beanspruchung der Materie
Spannung und Druck
Einheiten von Spannung und Druck
Hooksches Gesetz
Elastizitätsmodul
Schermodul (Torsionsmodul)
Elastizität, Plastizität, Viskosität,
Bruchspannung
Biegebelastung
Neutrale Faser
Elastische Eigenschaften von Biomaterialien (Beispiele)
Beispiele des Spannungs- und Dehnungszustandes im menschlichen Körper
Mechanische Beanspruchung von Gelenken: Beispiele Hüftgelenk, Kniegelenk.

Statische und dynamische Belastungen im Sport:

Biomechanische Modelle
Kräfte bei Sprüngen und Landungen
Heben von Gewichten
Beweglichkeit
Technisch optimale Ausführung von Bewegungen im Hinblick auf minimale Belastungen.
Beispiele sportlicher Bewegungsabläufe
Sportunfälle (Beispiele)

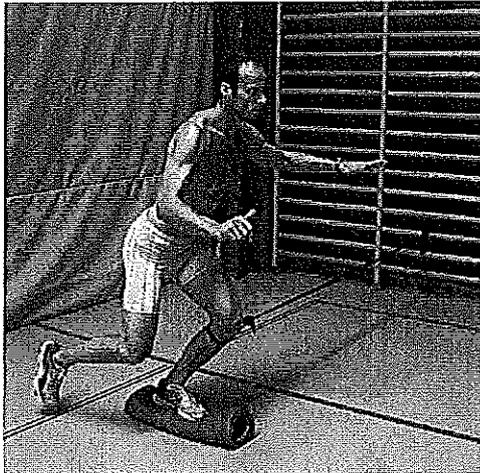
Workshop 1

Belastungsverträglichkeit – Training in der geschlossenen kinematischen Kette – neuromuskuläre und bindegewebige Anpassungsmöglichkeiten

Mag. Erwin Reiterer, Bundessportakademie Wien

Belastungsverträglichkeit

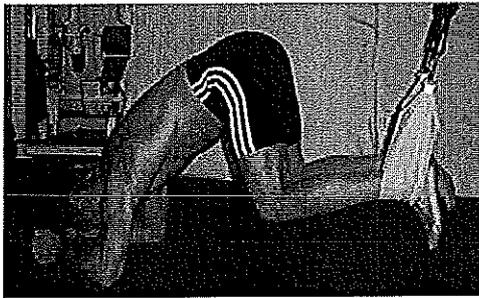
Das leistungsorientierte Training verlangt eine „dynamische“ Stabilisation der Gelenk- und Segmentssysteme v.a. im Bereich der „lokalen Stabilisatoren“, um die vielfach „sprunghaften“ Umfangs- und Intensitätserhöhungen verletzungsfrei tolerieren zu können.



Im Vortrag werden aktuelle Erkenntnisse zum Thema Muskelketten - Training in der geschlossenen kinematischen Kette - und bindegewebige Anpassungsreserven für eine optimale Belastungsverträglichkeit während „Spitzenbelastungen“ vor und nach schmerzbedingten Zustandsbildern diskutiert.

Verletzungen beeinflussen, auch wenn diese „spürbar“ abgeklungen sind, das Bewegungsmuster der Gelenk- bzw. Segmentsysteme in der Gesamtkoordination.

Das neuromuskuläre System ist „fehlinnerviert“, die intermuskuläre Koordination beeinflusst, die „maximale“ Leistungsfähigkeit nicht abrufbar, verletzungstechnische Auswirkungen wahrscheinlich!



Im work – shop werden die in der Theorie aufgezeigten Erkenntnisse praktisch – methodisch aufgegriffen und u.a. mit Hilfe des „Sling – Trainers“ [Konzept nach Hape Meier] umgesetzt.

V.a. finden die nachfolgenden Körperpartien im Sinne einer Primär- bzw. Sekundärprävention [nach Physiotherapeutischen Maßnahmen] Berücksichtigung:

- Schulterinstabilitäten
- Kreuz – Darmbeingelenk
- Wirbelsegmente in der Lenden- u. Brustwirbelregion
- Fuß-, Knie- und Hüftgelenk

Die angesprochenen Körpersysteme werden mit Komplexübungen, primär in der „geschlossenen kinematischen Kette“, erfasst.

Workshop 2

Aus der Praxis für die Praxis der ausdauerdominierten Sportarten

Manfred Zeilinger, Heeressportzentrum

Wird bei der Tagung aufliegen

Organisation

Gögl Andreas, MMag.	J
Hasenöhr Helmar	J
Scherbaum Gerhard, MR Mag.	J

Referent

Hartmann Ulrich, Univ.Prof. Dr.	J
Müller Wolfram, Univ.Prof. Dr.	J
Neumann Georg, Univ.Prof. Dr. med.	J
Reiterer Erwin, Mag.	N
Werthner Roland, Dr.	J
Zellinger Manfred, Oberst	J

Teilnehmer

Ackerl Christian; Vereinstrainer	Kanu	J mit Daniel Lipcsei
Aigner Walter; Trainer	Rudern/Ruder Club Stein	J mit Milan Drazdil
Almer Hertha, Mag.; Trainerin	Badminton	N
Almer Alexander, DI; Ausbildungsreferent	Badmintonverband	N
Anderl Günter; Trainer	Eishockey	J - nach Möglichkeit Einzelzimmer
Angermann Michael, Dr.; Trainer Nordisch	Skigymnasium Stams	J mit Volker Pichler
Antl Leopold, HR; Trainer	Boxverband/LV NÖ	J
Bader Thomas; LZ-Trainer	Triathlon/LV VlbG	J
Bair Roland; Trainer	Ski	J
Beyer Bernhard, Mag.; Trainingskoordination	Schule und Sportmodell Bgld.	J mit Johann Szabo
Böhme Thomas; Trainer	Rudern/LV Salzburg	J
Brunner Roland; Trainer	Badminton	N
Cirtek Viktor; Trainer	Eishockey/Junior Capitals	J
Czech Rudi, Dipl.Sptl.; Nachwuchsbetreuer	Landhockey	J
Dengg Manfred; Trainer	Polizeisportverband/Langlauf	J mit Anton Lengauer-Stockner
Dietl Klaus, Ing.; FrÖ-Koordinator	ASKÖ	J
Dittel Franz; Trainer	Sportunion	J mit Hermann Feest
Dohr Karin, Mag.; Sportwissenschaftlerin	Schulsportleistungsmodell Kärnten	J mit Mag. Steinwender
Dormayr Gerhard; Trainer	Heeresunteroffiziersakademie	J
Dornetshumer Helmut; Trainer	Fußball/LV OÖ	Privat - mit Gattin
Drazdil Milan; Trainer	Rudern/Steiner Ruder Club	J mit Walter Aigner
Dvorak Eva; Trainerin	Tanzsport/ÖTSV	J wenn möglich Einzelzimmer
Dygryn Gerald, Mag.	Triathlon	N
Eberhart Tanja; Trainerin	ULC-Kottingbrunn	J
Eckart Rena; Sportkoordinatorin	Badminton	J
Egger Erich; Trainer	Radsport/Triathlon/Skilauf	J - nach Möglichkeit Einzelzimmer
Ehn Gert, Mag.; Trainer	ÖSV/Trainerreferat	N
Engl Christoph, Mag.; Jugendkoordinator	Ruderverband	J
Ernst Günter; Trainer	Sportservice Vorarlberg/Olympiade	N

Belastung-Beanspruchung-Anpassung, Trainerfortbildung
(19.09.2008 15:00 - 20.09.2008 16:00), BSFZ Schloss
Schielleiten

Zimmerreservierung

Farnleitner Christine; Pitching Coach Junioren	Baseball/Softball	J - mit Caroline Meriaux
Feest Hermann; Trainer	ASKÖ	J mit Franz Dittel
Flunger-Sandra; Stützpunkttrainerin Biathlon	ÖSV	J
Fuhrmann Stefan; Trainer	Fußball/LV Burgenland	N
Grabmayr Kurt; Trainer/Vereinsobmann	Eishockey	N
Grechtshammer Peter, Mag.; Trainer	Fußball/SK Rapid	J mit Obritzberger
Hahn Hilmar; Trainer und Bundesfachwart	ASVÖ	J
Haiden Franz; Trainer	ÖSV	J
Halasz Christina, Dipl.Sptl.; Dipl.Sportlehrerin	Ski-HASCH-Schladming	J
Hammerschmid Karl; Landestrainer	Radsport/LV OÖ	J - mit Christian Mitmasser
Hartberger Thomas, Mag.; Trainer	Orientierungslauf	J - 3-Bett mit Schiller/Ungersbäck
Hierschläger Anton; Trainer	Landesskiverband OÖ	J
Hirschmugl Michael; Konditionstrainer	Fußball/LV Wien	J
Höchsmann Georg; Referent Trainerausbildung	Bundessportakademie Wien	J
Hoi Gerhard, Mag.; Trainer und Vereinsobmann	Radsport	J
Holzhaider Thomas; Trainer	Heeresunteroffiziersakademie	J
Hörschläger Waltraud, MMag; Dissertantin	Uni Salzburg	J mit Wolfgang Schnessl
Huber Johann; Trainer/Vereinsobmann	Volleyball	N
Huber Hansi; Trainer	Volleyball	N
Jalitsch Gerald, Mag.; Trainer	Leichtathletik/KSV	N
Jankowski Jerzy; Trainer	Volleyball/ATSV St. Martin	J mit Günter Wöss
Juri Martin, Dr.; Sportlicher Leiter	LA/Laufsport	J
Kaiblinger Alfred, Obstlt.; Trainer	ÖRV	J - mit Gattin
Karlovic Gerhard; Trainer	Judo/LV NÖ	J
Kermer Peter; Trainer	Rudern/Steiner Ruder Club	J mit Kurt Weigl
Kernbauer Otmar; Übungsleiter	Taekwondo/Vorau	N
Kindermann Bernd, Mag.; Koordinator	Radsport	N
Kiss Anton; Nachwuchstrainer	Fußball	J
Klapper Reinhard, Dr.; Instruktor	Triathlon	J
Knoll Barbara; Trainerin		J mit Dr. Kovarik
Kömives Georg; Landestrainer	Turnen/LV OÖ	N
Köppel Ernst, Mag. Dr.; Sportlicher Leiter	Sport BORG Graz	N
Kopper Reinald H.; Trainer	Sportschießen	J
Kornfeind Ferry; Trainer	Rudern	J
Korosec Wolfgang; Trainer	Bundesheer/ÖSV-Biathlon	J
Kosmata Peter, Mag.; Trainer	Ringen	J
Kovarik Josef, Dr.	Sportwissenschaftler	J mit Frau Knoll
Krahofer Ralf; Vereinstrainer	Taekwondo	J - mit Sophie Pachner
Krebs Herbert; Trainer	Kraftdreikampf/ÖVK	J
Krenn Siegfried; Trainer/Vizepräsident	Rodeln/LV OÖ	J
Kriechhammer Bernd; Nachwuchstrainer	Turnen/LV Salzburg	zimmer mit Eveline Kriechhammer
Kriechhammer Eveline; Nachwuchstrainerin	Turnen	!zimmer mit Bernd Kriechhammer

Schielleitenden

Kürmer Gottfried; Trainer	Sportunion	J mit Niels Ruso
Kutzschbach Klaus; Trainer	Eishockey/WEV	J mit Ruzicka oder Divjak
Lampel Karl Heinz; Sportleiter Gewehr	Schützenbund/SV Graz	N
Lamprecht Josef; Lehrwart	Sportkegeln/LV Kärnten	J
Landl Peter; Trainer	Skihauptschule Schladming	N
Langlois Martin; Bundestrainer	Baseball	N
Lanzrath Herbert, Dr.; Trainer	Bogensport	ett mit Mag. Stangl und M. Ptacnik
Lauermann Inge; Nordic Walking Instructor	Naturfreunde	J mit Peter Staribacher
Lauth Bernd; Trainer	WSV Zell amSee	N
Leitner Manfred, Mag.; Direktor	Bundessportakademie Linz	N
Lengauer-Stockner Anton; Trainer Biathlon	Polizeisport und ÖSV	J mit Manfred Dengg
Lilge Wilhelm, Mag.; Spartentrainer	Leichtathletik	J
Lipcsei Daniel; Trainer	Kanu/ÖKV	J mit Christian Ackerl
Liskar Peter; Jugendtrainer	Sportunion/UWW	J nach Möglichkeit Einzelzimmer
Mannich Walter; Lehrwart	PSV Leoben	J
Maringer Georg		N
Matzner Ingrid; Betreuerin	Bogensport	J
Melcher Michael, DI; Ausbildungsreferent	Orientierungslauf	N
Meriaux Caroline; Übungsleiterin	Baseball/Softball	J - mit Christine Farnleitner
Mitmasser Christian; Jugendtrainer	Radsport	J - mit Karl Hammerschmid
Nader Daniel; Trainer	Boxen	J mit Kurt Schindler
Neulinger Erich, Mag.; Trainer	Schwimmen/ÖSV	J
Nichterwitz Rene; Trainer	Badminton/ÖBV	J
Nigrowics Franz; Trainer	Fußball	N
Obritzberger Peter; Trainer	Fußball/SK Rapid Wien	J mit Grechtshammer
Orsolits Johann; Trainer	Radsport	J mit Manfred Stiegler
Pachner Sophie; Vereinstrainerin	Taekwondo	J - mit Ralf Krahofer
Peischler Christoph, Mag.; Sportwissenschaftler	Sport-Borg Graz	N
Pelikan Gerald; Ausbildungsreferent/Trainer	Boxen	J wenn möglich Einzelzimmer
Peterka Michaela; Trainerin	American Football	N
Peuckert Antje, Dr.; Sportwissenschaftlerin	Sportservice Vorarlberg/Olympiade	N
Pichler Volker; Trainer	Skigym.Stams/Ski NK	J mit Michael Angermann
Pichler Josef; Vereinstrainer	Karate/KV Bruck/Mur	N
Piller Dagmar; Lehrwartin	ASKÖ/FIT	J mit Wucher Susanne?
Pilz Hans Peter; Trainer	Polizeisportverband	J - mit Thomas Tönig
Pipal Franz; Trainer	Fußball/LV Burgenland	N
Platzer Werner; Landestrainer/Präsident	Kraftdreikampf/LV Steiermark	J
Pranjkovic-Kovac Dijana; Trainerin	Karate/KV Bruck/Mur	N
Ptacnik Martin; Trainer	Bogensport	t mit Mag. Stangl und Dr. Lanzrath
Pühringer Hannes, DI; Trainer	Floorball	J mit Mag. Resmann
Radlinger Christian; Vereinstrainer	Taekwondo	J - mit Tobisch Stefan
Rasch Erwin, Mag.; Trainer/Sportwissenschaftler	Handball	J

Schielleitenden

Rauch Lutz; Nachwuchskoordinator/Teamcoach	Baseball		J
Reichel Walter, Mag.; Sportwissenschaftler	Inst.f.Sportmedizin Kärnten		J
Resmann Christian, Mag.; Ausbildungsreferent	Floorball	J mit DI Pühringer	
Richter Thomas, Dr.; Arzt	Eiskunstlauf	J mit Sabina Richter Pavlasova	
Richter-Pavlasova Sabina; Trainerin	Eiskunstlauf	J mit Dr. Thomas Richter	
Rosar Kurt; Konditionstrainer	Handball/WAT Margareten		N
Rumpler Stefan; Trainer	ASKÖ NÖ/Kunstturnen		J
Ruso Niels, Mag.	Sportwissenschaftler	J mit Gottfried Kürmer	
Schaffer Gerhard; Trainer	Volleyteam Südstadt		J
Schatte Kathrin, Mag.; Nationaltrainerin/Frauen Nact	Radsport/ÖRV		J
Schiller Michael; Trainer	Ski Sprunglauf/LV Wien	3-Bett mit Ungersbäck/Hartberger	
Schindler Kurt; Trainer	Boxen	J mit Daniel Nader	
Schnessl Wolfgang; Trainer	Turn-Gym-Union Salzburg	J mit Waltraud Hörschläger	
Schöberl Stefan; Trainer	Judo		N
Schoder Jürgen; Lehrwart	Eishockey		N
Scholler Josef, Dr.; Trainerreferent	Ski/LV NÖ		J
Schwarz Maria; Trainerin	Behindertensport		N
Simi Helmut, Mag.; Sportwissenschaftler	FH Joanneum		N
Stadlbauer Josef; Trainer	Polizeisport/Rad		J
Stangl Gunter, Mag.; Ausbildungsreferent/Trainer	Bogensport	3-Bett mit Dr. Lanzrat und M. Ptacnik	
Staribacher Peter; Fitness-Trainer	Naturfreunde	J mit Inge Laueremann	
Steinwender Christine, Mag.; Sportwissenschaftlerin	Schulsportleistungsmodell Kärnten	J mit Mag. Karin Dohr	
Stiegler Manfred; Vereinstrainer	Radsport/MTB	J mit Johann Orsolits	
Strauß Pia; Trainerin	Tischtennis/LV Wien	J - ev. bis Sonntag	
Suppan Hermann; Bundesfachwart ASKÖ	Gewichtheben		N
Szabo Johann; Sportlicher Leiter	Bgl.Schule & Sport Modell	J mit Mag. Bernhard Breyer	
Tobisch Barbara; Vereinstrainerin	Taekwondo	J - mit Jürgen Tobisch	
Tobisch Jürgen; Vereinstrainer	Taekwondo	J - mit Barbara Tobisch	
Tobisch Stefan; Trainer	Taekwondo	J - mit Christian Radlinger	
Tönig Thomas; Trainer	Polizeisportverband	J - mit Hans Peter PILZ	
Trimmel Nicole; Trainerin	Kickboxen		J
Ungersbäck Kurt, Mag.; Trainer Langlauf	SKI/LV NÖ	J - 3-Bett mit Hartberger /Schiller	
Vorraber Friedrich; Trainer	Eis- und Stocksport		N
Wallner Dietmar, Mag.; Sportwissenschaftler	FH Joanneum		N
Wegscheider Robert; Trainer	Eishockey	J - nach Möglichkeit Einzelzimmer	
Weidlitsch Michael	Institut für Spowi Wien		N
Weigl Kurt, Ing.; Ausbildung	Rudern/Steiner Ruder Club	J mit Peter Kermer	
Wiederer Christian, Dr.; Trainer	Handball/WAT Margareten		N
Windhaber Jana, Dr.; Sportärztin	LKH/Graz Sportambulanz		N
Wöhler Josef; Trainer	ULC Hirtenberg		J
Wondra Heinz; Bundestrainer	Radball		J
Wöss Günter; Nachwuchsbetreuer	Volleyball/ATSV St. Martin	J mit Jerzy Jankowski	

Belastung-Beanspruchung-Anpassung, Trainerfortbildung

Zimmerreservierung

(19.09.2008 15:00 - 20.09.2008 16:00), BSFZ Schloss

Schielleiter

Wucher Susanne; Übungsleiterin	Kneipp Aktivclub Hörbranz	J
Zainlinger Ralph, Dipl.Ing.; Trainer	Volleyball	J
Zingl Anton; Übungsleiter	Taekwondo/Dechantskirchen	N
Zinkl Richard; Trainer	Taekwondo/Dechantskirchen	N
Zisser Stefan; Übungsleiter	Taekwondo	N
Zsolt Zakarias, Mag.; Sportkoordinator	SSL Kärnten	J mit Kosmata

Summe (gesamt 170)



Österreichische Bundes-Sportorganisation
BSFZ Schloss Schelleititz, 19. – 20.09.2008

„Kraft – Training von Kraft –
Energstoffwechsel und mögliche
Anpassungserscheinungen“

Prof. Dr. Ulrich Hartmann

ulrich.hartmann@uni-leipzig.de

Einige Definitionen...

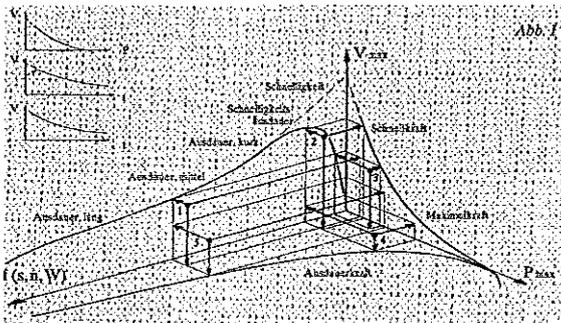
Die Maximalkraft stellt den höchsten, bei maximaler Willkürkontraktion gegen einen unüberwindlichen Widerstand realisierten Kraftwert dar.

Schnellkraft ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems, Widerstände mit höchstmöglicher Kontraktionsgeschwindigkeit zu überwinden.

Kraftausdauer ist die Widerstandsfähigkeit gegen die Ermüdung von langanhaltenden Kraftleistungen.

Reaktivkraft ist die Fähigkeit, unter Ausnutzung des Dehnung-Verkürzungs-Zyklus (DVZ) in kürzester Zeit hohe reaktive Spannungsfähigkeiten zu realisieren.

vgl. u.a. EHLENZ et al./SCHMIDTBLEICHER/BÜHRLE/HOLLMANN...



Strukturmodell von Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit

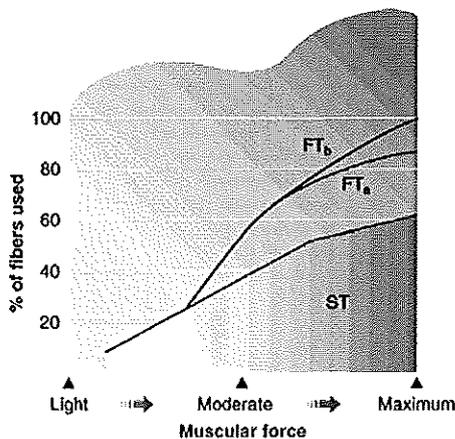
Gundlach, 1968

Menschliches Leistungsvermögen :

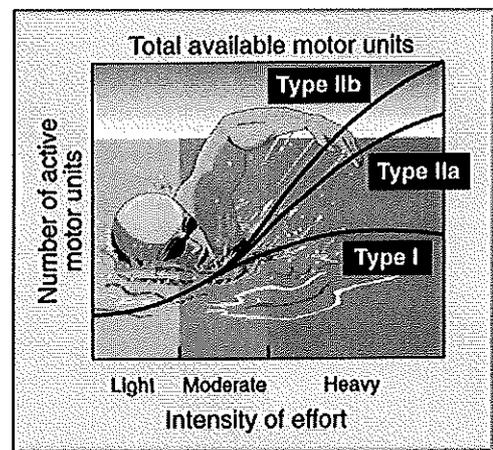
Max. Leistung bei
Hochsprung aus dem Stand (McGilvery)
~ 4000 - 4500 Watt bei 70 kg KG, 30 kg Muskelmasse
~ 150 W/kg ~ 15,3 mkp/sec kg = 35,8 cal/sec kg

Max. Leistung bei
Hochsprung aus dem Stand (McGilvery)
~ 5000 - 5500 Watt bei 80 kg KG, 38 kg Muskelmasse
~ 145 W/kg ~ 14,8 mkp/sec kg = 34,5 cal/sec kg

100 m Lauf ~ 10 sec 100 W/kg = 10,3 mkp/sec kg
= 24 cal/kg sec Muskelmasse (Hasselbach)
bei 30–40 kg Muskelmasse ~ 3000–4000 W/Schritt

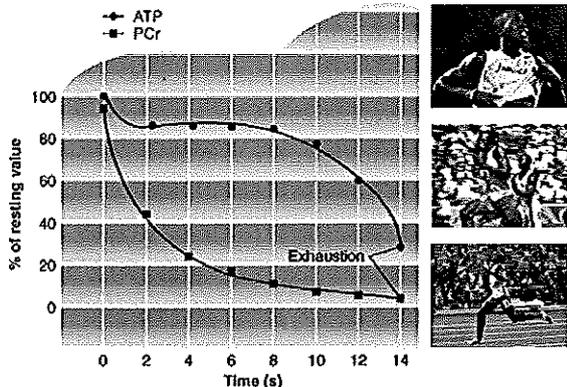


WILMORE und COSTILL 2000



WILMORE und COSTILL 2000

ATP und CRPH während 100m Sprint



Einige generelle Aspekte (II)

- Mechanische Leistung (W/kg Muskel ~ kg BW) kann überwiegend als eine Funktion der freien Energie der Muskelzelle (-DGATP_{cyt} (kJ/mol⁻³)) bzw. des zellulären Systems schneller Phosphate gesehen werden.
- Die Abnahme der mechanischen Leistung am Ende einer erschöpfenden Leistung ("fatigue") resultiert aus der Abnahme der -DGATP_{cyt} von -65 kJ/mmol in Ruhe auf ungefähr -45 kJ/mmol eines sehr niedrigen Niveaus der [PCr] zum Zeitpunkt der Erschöpfung.

→ D.h., es gibt einen sehr engen Zusammenhang zwischen Energie(Stoffwechsel) und Leistung bzw. Kraft!

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II (MHC IIb), B (Fast-twitch fiber)	Typ II A (MHC IIa), (vom. intermediär; Fast-twitch-fib.)	Typ I (MHC I), A (Slow-twitch fiber)
weiß, schnell, leicht ermüdbar	weiß, schnell, rel. ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
Ft-Iib	Ft-IIa (vormals Ft-IIc)	I, St
40 - 55%, max 90%; kaum noch bei Hochausdauertr.	normal 2% - 15%; Ausdauertr. bis 30%	50% → max 90% bei Hochausdauertr.
Glykolytisch (gering oxidativ, hoch glykolyt.; cytopl.reich, mitochon.arm)	Glykolytisch (mittel bis hoch oxidativ)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
ATP 5 - 7 mmol/kg PCr 18 - 28 mmol/kg		ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
hohe Myosin-ATPase Aktivität; schnelle Myosine	geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine	
Innervation durch schnelle Motoneurone	langsame Motoneurone	
Schnelligkeit → 15kp/cm ² Kraft	6kp/cm ²	Ausdauer ←

Verhältnis von Körpermasse (BM), Zellmasse (BCM), und Muskelmasse (MuM)

- Die physische Leistungsfähigkeit (Kraft und Stoffwechselkapazität) resultiert aus der aktiven Zellmasse (BCM) bzw. der aktiv einsetzbaren Muskelmasse (akt MuM).
- Die Kraft ist eine Funktion der Muskelquerschnitte und der Myosinstruktur der Muskelfasern (Slow und Fast twitch fibers):

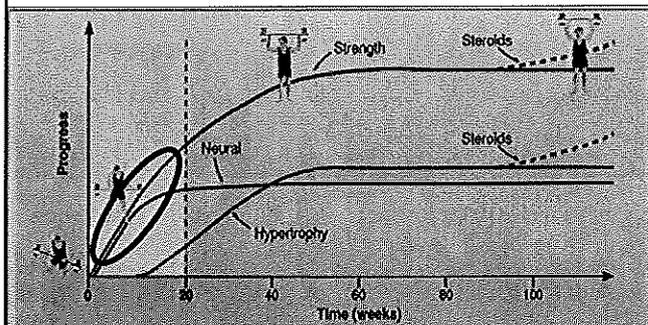
1: ST-fiber (niedrige ATPase Aktiv. => Kraft ~ 6kp cm²) (Typ MHC I, belastungsresistent | Langsam | Ausdauer-Faser)

2: FT-fiber (hohe ATPase Aktiv. => Kraft ~ 15kp cm²) (Typ MHC IIa, wenig belastungsresistent |)

Methoden im Krafttraining

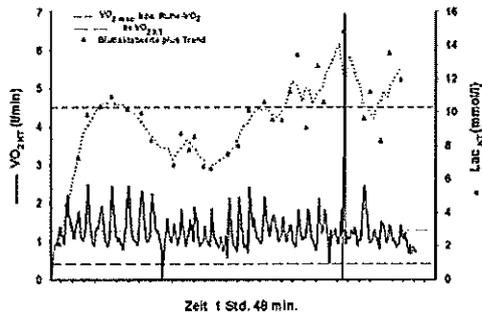


Krafttraining bei nicht spezifisch Trainierten bzw. im Anfängerbereich

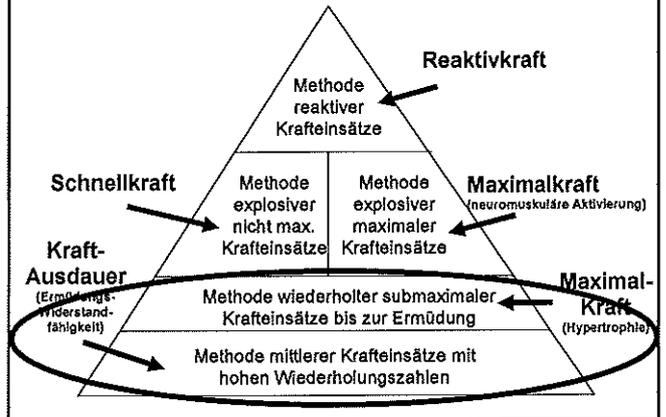


Neural and muscular adaptation during resistance training.

Sauerstoffaufnahme und Laktatwerte während einer Krafttrainingseinheit

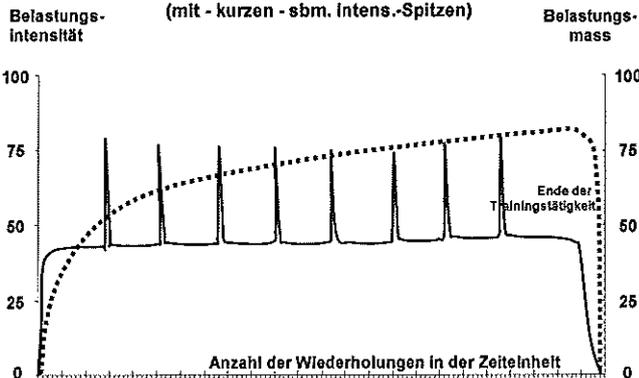


Methoden im Krafttraining



Dauermethode,

(mit - kurzen - sbm. intens.-Spitzen)



Anmerkungen zur Kraftausdauer (KA):

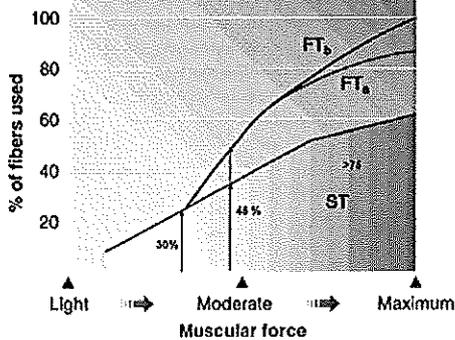
Kombinierte Erscheinung, Kraft und Ausdauer werden zu einer spezifischen Fähigkeit verbunden. Je nach Ausrichtung vermehrt Anforderungen an Ausdauer oder Kraft.

KA-Belastungen mit Kräfteinsätzen >80% -> Leistungssteigerung nur über Verbesserung der Maximalkraft (SCHMIDTBLEICHER, 1984).

KA-Belastungen <30% -> wirkungslos für die Entwicklung der KA (Transfereffekt zur aeroben Ausdauer).

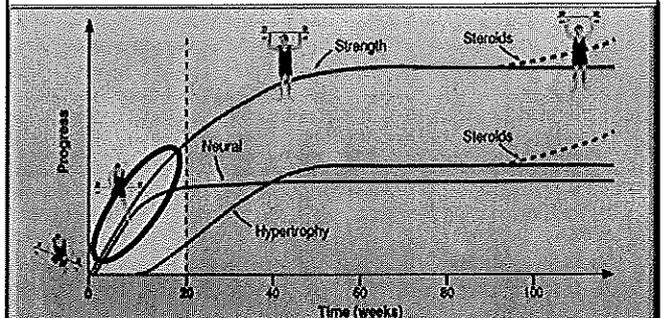
Ursachen für Ermüdung:

- Energetische Aspekte.
- Zentralnervöse Einflüsse sowie Beeinträchtigungen der neuromuskulären Übergangsstrukturen.



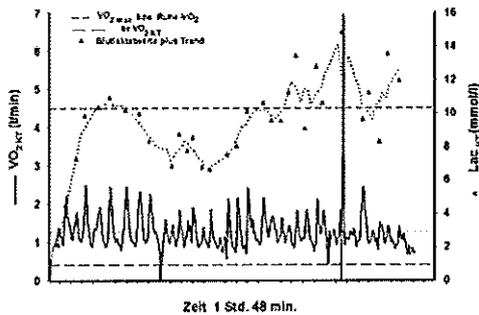
WILMORE und COSTILL 2000

„Kraft“wirkungen bei nicht spezifisch Trainierten bzw. im Anfängerbereich

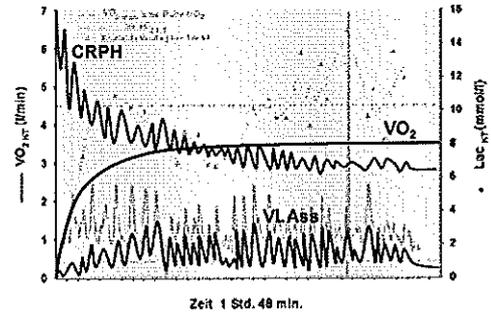


Neural and muscular adaptation during resistance training.

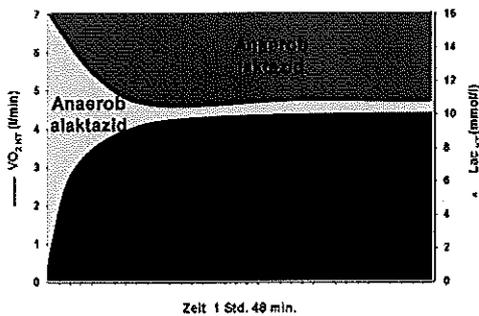
Sauerstoffaufnahme und Laktatwerte während einer Krafttrainingseinheit



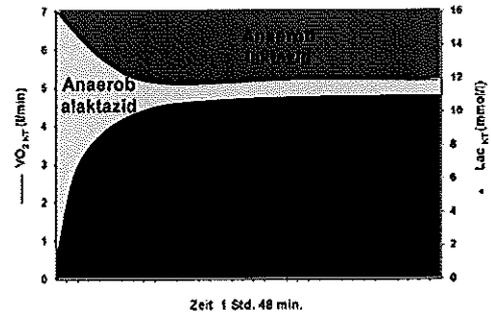
Energiestoffwechsel während einer Krafttrainingseinheit



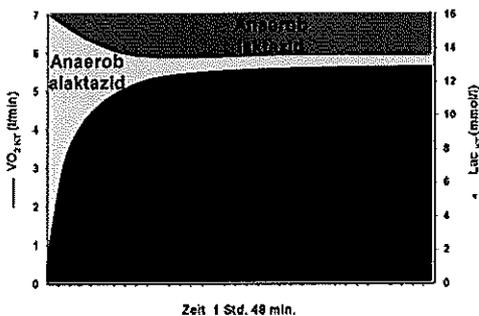
Energiebereitstellungsanteile während einer Krafttrainingseinheit



Energiebereitstellungsanteile während einer Krafttrainingseinheit im besser trainierten Zustand



Energiebereitstellungsanteile während einer Krafttrainingseinheit im hoch trainierten Zustand

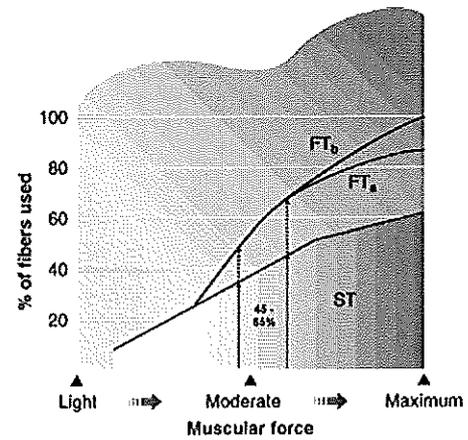


Schlussfolgerungen: Stoffwechselbedingte Komponenten der Leistungsfähigkeit (I)

- Die physische Leistungsfähigkeit eines MZ-KA Sportlers (Ruderer, SkILL) hat zwei Komponenten:
- 1: Eine optimierte aktive Zellmasse (1/3 Körpermasse als akt. MuM). Diese ist eine Funktion eines optimalen Krafttrainings.
- 2: Eine um ca. 60% gesteigerte max. oxidative Leistung der akt. MuM durch Steigerung des Mitochondriengehaltes von normal 3,0 % auf 5.5 % je kg der akt. MuM (60%). Diese ist eine Funktion eines extensiven Ausdauertrainings.
- Beides kann nicht nacheinander erworben werden, sondern muss gleichzeitig unter Berücksichtigung der individuellen Veranlagung entwickelt werden .

Trainingseffekte bei optimierter Körpermasse

- Anthropometrische Voraussetzung: Größe ca. 197 ± 4 cm, Gewicht $\sim 95 \pm 5$ kg, $\sim 8\%$ Körperfett $\sim 7,5$ kg.
- Die BCM beträgt dann $\sim 52\%BM$ (~ 49 kg), ca. 85% hiervon sind Muskelmasse (MuM $\sim 41,6\%BM = 38\% = 44$ kg). Die akt. MuM $\sim 3/4$, $\sim 70\%$ MuM ($= 29$ kg).
- Bei $5,5\%$ Mitvol. würde eine $VO_{2,max}$ von ~ 6400 ml/min erreicht. ($\sim 88\%$ nutzbar für 6 min + 12% $VO_{2,max}$ anaerob) ~ 480 Watt / 6 min RE_{Gjess} bzw. 550 Watt / 5 min Fahrrad bzw. $6,7$ m/s (3000m Lauf).
- Resümee: Die Stoffwechsellleistung in den MZ-Ausdauersportarten beruht exklusiv auf der Zunahme der oxidativen Leistung (aeroben Kapazität) ! - Gleichzeitig Zunahme der BM bzw. der MuM (hypertrophie- & stoffwechselerbesserte Masse).



WILMORE und COSTILL 2000

„Probleme“ der Anpassung im Schnittstellenbereich Kraft # Ausdauer (I)

Kapillarisation:

- Ausdauertrainierte: $3,11 \pm 0,73$ / Faser
- Gewichtheber: $2,06 \pm 0,74$ / Faser

Krafttraining führt also nicht zu einer der hypertrophieadäquaten Kapillarzunahme !

Diffusionsweg/-strecke im Muskel:

- Langstreckenläufer weisen eine ca. 34% geringere Diffusionsstrecke auf, als Radsportler, die ein höheres Kraftniveau benötigen !

„Probleme“ der Anpassung im Schnittstellenbereich Kraft # Ausdauer (II)

Krafttraining

- Zunahme des Muskelquerschnitts
- Zunahme des Körpergewichts
- „Gemischtes“ Stoffwechsellmuster
- Fasertransformationen ?
→ genetische Disposition
→ strukturell vs. energetisch

z.B. von FT- zu ST-Fasern (langfristig);
Änderung des E-Stoffwechsels (kurz- bis mittelfristig)

Ausdauertraining

- Abnahme des Muskelquerschnitts
- Verminderung des Körpergewichts
- Verbesserung des oxidativen Stoffwechsellmusters

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II, B	Typ II, A (vormals Inter-fiber)	Typ I, A?? (Slow-twitch fiber)
Kraftausdauersportarten (Niveau niedrig)	weiß, schnell, ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
	(vormals Ft-IIc)	I, St
Lang- und Mittelzeitausdauersportarten (mittleres bis hohes Niveau)	2 - 15%; bis 30%	50% → max 90% bei Hochausdauertr.
	Glykolytisch (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
	ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg	ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
Fitness, Freizeit	geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine	geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine
Studio (Anfänger)	langsame Motoneurone	langsame Motoneurone
Schnelligkeit	15 kp/cm^2 Kraft	kp/cm^2 Ausdauer

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II, B	Typ II, A (vormals Inter-Fast-twitch fiber)	Typ I, A?? (Slow-twitch fiber)
Kraftausdauersportarten (Niveau hoch)	weiß, schnell, ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
	(vormals Ft-IIc)	I, St
Lang- und Mittelzeitausdauersportarten (Niveau niedrig)	2 - 15%; bis 30%	50% → max 90% bei Hochausdauertr.
	Glykolytisch (mittel bis hoch oxidativ)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
	ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg	ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
Fitness, Freizeit, Studio (Fortgeschritten)	geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine	geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine
	langsame Motoneurone	langsame Motoneurone
Schnelligkeit	15 kp/cm^2 Kraft	6 kp/cm^2 Ausdauer

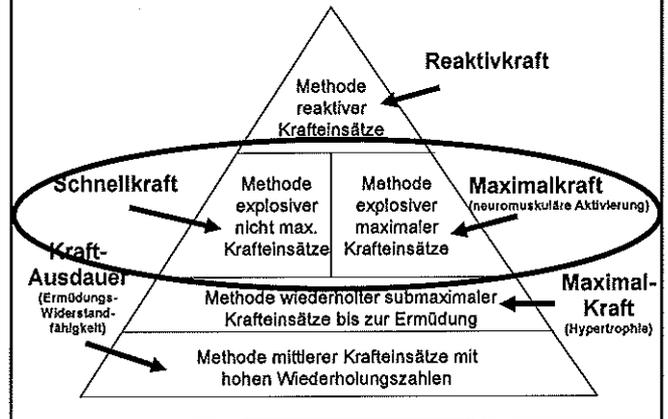
Muskelfasertyp und mechanische Leistung

- Die höchste ATP-Turnoverrate kann in den fast twitch IIb Fasern mit dem höchsten Gehalt an MHCIIb Typ Myosinen (> 60%) (> 5 mal MHC I) erwartet werden. → "sehr schnelle" Kraftgenerierung → drastische Ermüdung (s. TIDOW).
- Die fast twitch IIa Fasern (> 60% MHC IIa) erreichen ca. 4 mal höhere ATP-Turnoverraten als die MHC I Fasern. → "schnelle" Kraftgenerierung → relativ schnelle Ermüdung.

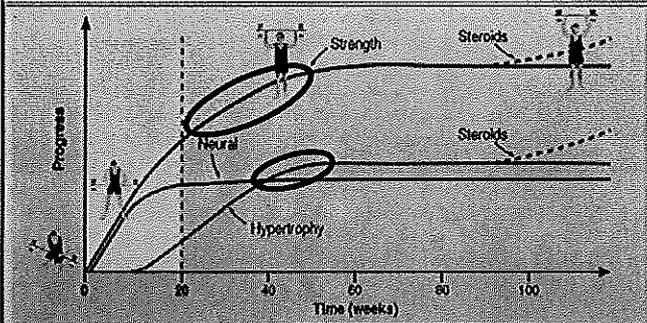
Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substanz zum Beispiel der Skelettmuskulatur		
Typ I (MHC I)	Typ IIa (MHC IIa)	Typ IIb (MHC IIb)
langsam, nicht ermüdend	relativ schnell, nicht ermüdend	relativ langsam, ermüdungsanfällig
ATP-Turnover: gering	ATP-Turnover: mittel	ATP-Turnover: hoch
Myosin: MHC I	Myosin: MHC IIa	Myosin: MHC IIb
aktive Zellmasse: gering	aktive Zellmasse: mittel	aktive Zellmasse: hoch
mitochondriale Dichte: gering	mitochondriale Dichte: mittel	mitochondriale Dichte: hoch
glykolytische Enzyme: gering	glykolytische Enzyme: mittel	glykolytische Enzyme: hoch
ATPase: gering	ATPase: mittel	ATPase: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substanz zum Beispiel der Skelettmuskulatur		
Typ I (MHC I)	Typ IIa (MHC IIa)	Typ IIb (MHC IIb)
langsam, nicht ermüdend	relativ schnell, nicht ermüdend	relativ langsam, ermüdungsanfällig
ATP-Turnover: gering	ATP-Turnover: mittel	ATP-Turnover: hoch
Myosin: MHC I	Myosin: MHC IIa	Myosin: MHC IIb
aktive Zellmasse: gering	aktive Zellmasse: mittel	aktive Zellmasse: hoch
mitochondriale Dichte: gering	mitochondriale Dichte: mittel	mitochondriale Dichte: hoch
glykolytische Enzyme: gering	glykolytische Enzyme: mittel	glykolytische Enzyme: hoch
ATPase: gering	ATPase: mittel	ATPase: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch
aktive Myofibrille: gering	aktive Myofibrille: mittel	aktive Myofibrille: hoch

Methoden im Krafttraining



„Kraft“wirkungen bei spezifisch Trainierten bzw. im Leistungsbereich



Neural and muscular adaptation during resistance training.

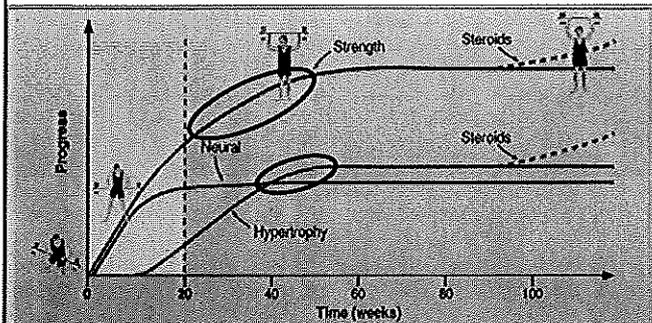
2- 3 Wochen Training:



Intramuskuläre Koordination:

- Optimierung im zeitlichen Zusammenwirken der motorischen Einheiten sowie Erhöhung der Aktionspotentialfrequenz der aktiven Motoneurone.
- Biochemische Anpassungen zur Verbesserung der Aktin- / Myosin Brückenbildung (enzymatische Aktivitätssteigerung von ATPase, Kreatinkinase und Glykolyseenzyme).

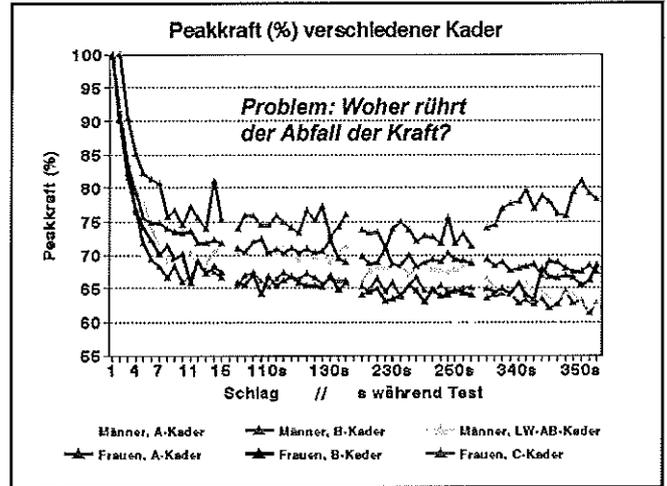
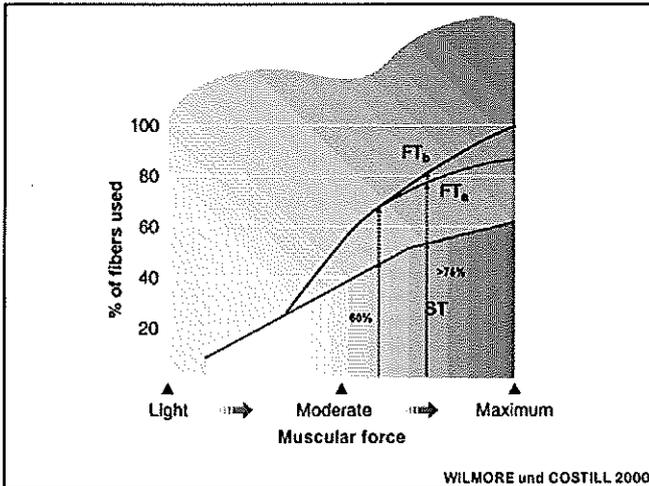
„Kraft“wirkungen bei spezifisch Trainierten bzw. im Leistungsbereich



Neural and muscular adaptation during resistance training.

Schlussfolgerungen: Stoffwechselbedingte Komponenten der Leistungsfähigkeit (II)

- Leistungsfähigkeit weniger guter MZ-KA Sportler bzw. spezifisch kraftorientierter Athleten (z.B. Kampfsport):
- 1: Eine (in Maßen) gesteigerte aktive Zellmasse (1/3 Körpermasse als akt. MuM). Diese ist eine Funktion eines (optimalen) Krafttrainings.
- 2: Eine um ca. 15-20% gesteigerte max. oxidative Leistung der akt. MuM durch Steigerung des Mitochondriengehaltes von normal 3,0 % auf 3,5 % je kg der akt. MuM (60%). Diese ist eine Funktion entsprechender Dauerbelastungen im Training.
- Auch hier gilt: Beides kann nicht nacheinander, sondern muss gleichzeitig unter Berücksichtigung des Anforderungsprofils der Sportart bzw. der individuellen Veranlagung (Fasermuskelzusammensetzung) entwickelt werden.



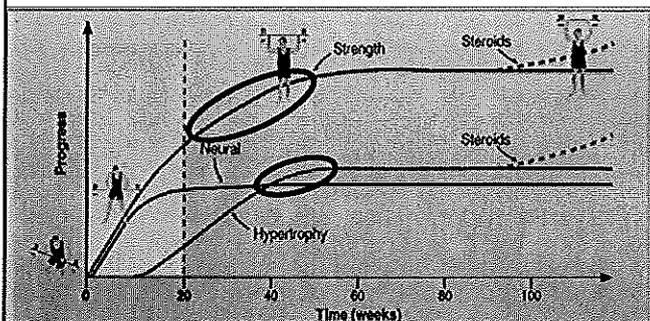
Trainingseffekte bei optimierter Körpermasse

- Anthropometrische Voraussetzung: Größe ca. 197 ± 4 cm, Gewicht $\sim 95 \pm 5$ kg, $\sim 8\%$ Körperfett $\sim 7,5$ kg.
- Die BCM beträgt dann $\sim 52\%$ BM (~ 49 kg), ca. 85% hiervon sind Muskelmasse (MuM $\sim 41,6\%$ BM = 38% = 44 kg). Die akt. MuM $\sim 3/4$, $\sim 70\%$ MuM (= 29 kg).
- Bei $3,5\%$ Mitvol. würde eine VO_2 max von ~ 4600 ml/min erreicht. ($\sim 75\%$ nutzbar für 6 min + 25% VO_2 max anaerob) ~ 380 Watt / 6 min RE_{Gjess} bzw. 400 Watt / 5 min Fahrrad bzw. $4,5$ m/s (Laufband).
- Resümee: Auch die Stoffwechsellistung eines weniger guten MZ-Ausdauersportlers beruht dominant auf der Zunahme der oxidativen Leistung (aeroben Kapazität) !

Energetisch bedingte Komponenten der „Kraft“Leistungsfähigkeit

- Mitochondrien scheinen dann optimal zuzunehmen, wenn eher wenig Myofibrillenmasse vorliegt.
- Wächst die Myofibrillenmasse (Hyperthopie), dann besteht die Tendenz, dass die Mitochondrienmasse nicht voll entwickelt wird.
- Als Regulator scheinen Ca^{++} -sensitive Proteine eine Rolle zu spielen. Steigt der Ca^{++} -Anteil in der Zelle, scheint sich die Myosinstruktur nach „rot“ zu verschieben.
- Im Vergleich zu den Mitochondrien scheinen die Myosine eine etwas längere Lebensdauer (geringere Turnoverrate) zu besitzen.

„Kraft“wirkungen bei spezifisch Trainierten bzw. im Leistungsbereich



Neural and muscular adaptation during resistance training.

Vergrößerung des Muskelquerschnitts (I):

- Reiz für das Dickenwachstum ist wahrscheinlich die mechanische Spannung die bei der Muskelkontraktion erzeugt wird.
- Im Verlauf der Querschnittszunahme der Muskelfaser kommt es zu einer Vermehrung & Konzentrationssteigerung der kontraktile Proteine Aktin und Myosin in der Muskelzelle.
- Anteil des Sarkoplasmas wird relativ vermindert. Maximalkraft steigt pro cm^2 Muskelquerschnitt bei Krafttrainierten deutlich an.
- Die Vergrößerung des Muskelquerschnitts erfordert eine Erhöhung der Zahl der Zellkerne in der Muskelzelle.

Vergrößerung des Muskelquerschnitts (II):

- Es wird angenommen, dass an die Muskelfaser anliegende "Satellitenzellen", krafttrainingsbedingt zur Teilung angeregt werden.
- Teilungsreiz → Sarkoplasmamaterial, das durch kleine Risse aus der Muskelhülle an die Satellitenzellen dringt; Verschmelzung dieser neu gebildeten Zellstruktur mit der Muskelfaser Vermehrung der Kernzahl (Hypertrophie).
- Die Hypertrophie betrifft hauptsächlich Typ II Fasern deren Querschnittsfläche um ein Drittel ansteigt mit gleichzeitiger Zunahme der Zellkerne (Thorstensson).
- Gleichzeitig verbesserte Anpassungen der Nerven-, Band-, Sehnen- und Bindegewebestrukturen.

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II, B (Fast-twitch fiber)	Typ II, A (vormals intermediär) (Fast-twitch fiber)	Typ I, A?? (Slow-twitch fiber)
weiß, schnell, leicht ermüdbar	weiß, schnell, rel. ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
Ft-IIb	Ft-IIa (vormals Ft-IIc)	I, St
40 - 55%, max 90%; kaum noch bei Hochausdauertr.	normal 2% - 15%; Ausdauertr. bis 30%	90% → max 90% bei Hochausdauertr.
Glykolytisch (gering oxidativ, hoch glykolyt.; cytopl.reich, mitochon.arm)	Glykolytisch (mittel bis hoch oxidativ)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
ATP 5 - 7 mmol/kg PCr 18 - 28 mmol/kg		ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
hohe Myosin-ATPase Aktivität; schnelle Myosine		geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine
Innervation durch schnelle Motoneurone		langsame Motoneurone
Schnelligkeit	15kp/cm ² Kraft	6kp/cm ² Ausdauer

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II, B (Fast-twitch fiber)	Typ II, A (vormals intermediär) (Fast-twitch fiber)	Typ I, A?? (Slow-twitch fiber)
weiß, schnell, leicht ermüdbar	weiß, schnell, rel. ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
Ft-IIb	Ft-IIa (vormals Ft-IIc)	I, St
40 - 55%, max 90%; kaum noch bei Hochausdauertr.	normal 2% - 15%; Ausdauertr. bis 30%	90% → max 90% bei Hochausdauertr.
Glykolytisch (gering oxidativ, hoch glykolyt.; cytopl.reich, mitochon.arm)	Glykolytisch (mittel bis hoch oxidativ)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
ATP 5 - 7 mmol/kg PCr 18 - 28 mmol/kg		ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
hohe Myosin-ATPase Aktivität; schnelle Myosine		geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine
Innervation durch schnelle Motoneurone		langsame Motoneurone
Schnelligkeit	15kp/cm ² Kraft	6kp/cm ² Ausdauer

Klassifikation des Fasertyps und spezifische Anpassungen in der Substruktur am Beispiel der Streckmuskulatur

Typ II, B (Fast-twitch fiber)	Typ II, A (vormals intermediär) (Fast-twitch fiber)	Typ I, A?? (Slow-twitch fiber)
weiß, schnell, leicht ermüdbar	weiß, schnell, rel. ermüdungsresistent	rot, langsam, ermüdungsresistent
Ft-IIb	Ft-IIa (vormals Ft-IIc)	I, St
40 - 55%, max 90%; kaum noch bei Hochausdauertr.	normal 2% - 15%; Ausdauertr. bis 30%	90% → max 90% bei Hochausdauertr.
Glykolytisch (gering oxidativ, hoch glykolyt.; cytopl.reich, mitochon.arm)	Glykolytisch (mittel bis hoch oxidativ)	Oxidativ (gering glykolyt.; viele große Mitochon.)
ATP 5 - 7 mmol/kg PCr 18 - 28 mmol/kg		ATP 4 - 6 mmol/kg PCr 14 - 20 mmol/kg
hohe Myosin-ATPase Aktivität; schnelle Myosine		geringe Myosin-ATPase Aktivität; langsame Myosine
Innervation durch schnelle Motoneurone		langsame Motoneurone
Schnelligkeit	15kp/cm ² Kraft	6kp/cm ² Ausdauer

Sprinter (Spitzenniveau)
Springer und Werfer (hohes Niveau)
Gewichtheber (Fortgeschritten)
 Nur erreichbar, wenn schon von der Anlage her eine schnelle Muskulatur vorliegt!

Kraftsportarten
Kurzzeitdauer (z. B. 400 m u. a.)
Bodybuilder (Fortgeschritten)
z.T. Gewichtheber

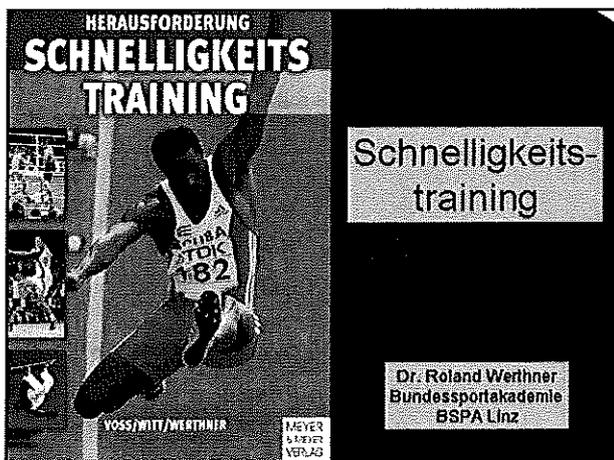
Auswirkungen / Nachteile bei Vergrößerung des Muskelquerschnitts :

- Ein Problem scheint der Erhalt der „Schnelligkeit“ bei massiver Hypertrophie.
- Gewichtheber vs. Bodybuilder:
Gewichtheber weniger hypertroph als Bodybuilder, dafür „schnell“;
Bodybuilder ist weniger „schnell“, etwas ausdauernder („rot“) aber extrem hypertroph.
- ATP / CrPH Gehalt (absolut)
 - Gewichtheber hoch und extrem schnell umsetzbar
 - Kraftausdauersportler gering, schnell nachlieferbar.

Es gibt noch viel zu tun -

trotzdem dranbleiben, auch wenn's manchmal fatal ist !!!

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit und weiterhin viel Erfolg !



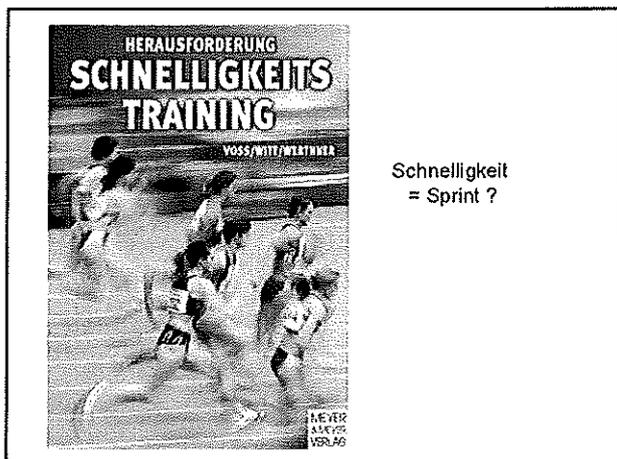
Schnelligkeits-
training

Dr. Roland Werthner
Bundessportakademie
BSPA Linz

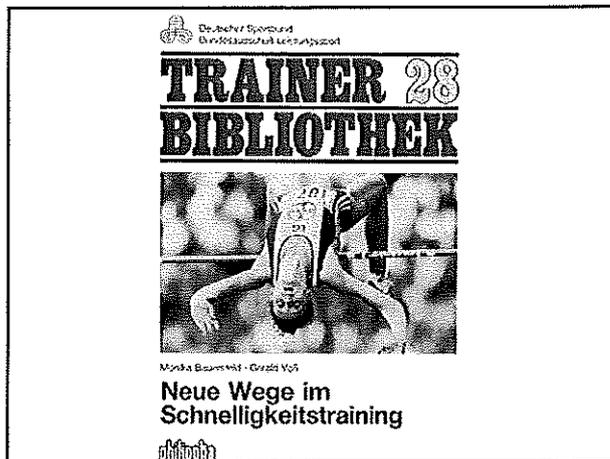


9.69 (WR)

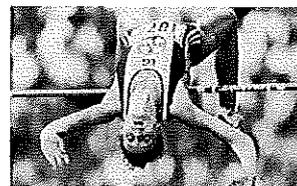
Usain Bolt



Schnelligkeit
= Sprint ?



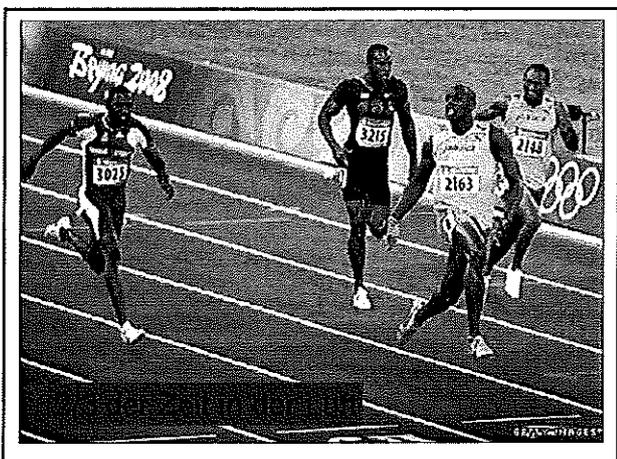
Deutscher Sportbund
Bundesstützpunkt Leistungssport
TRAINER 28
BIBLIOTHEK



Monika Baumhilt - Gerald Vos

Neue Wege im
Schnelligkeitstraining

phitopia

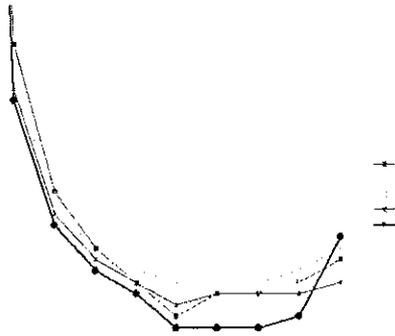


Analyse der 10 x 10 Meter-Teilstücke

Best before Bolt

- 0-10m:
- 10-20m: 1.00 vs 1.02
- 20-30m: 0.89 vs 0.91
- 30-40m: 0.86 vs 0.87
- 40-50m: 0.84 vs 0.85
- 50-60m: 0.82 vs 0.82
- 60-70m: 0.83 vs 0.82
- 70-80m: 0.83 vs 0.82
- 80-90m: 0.85 vs 0.83
- 90-100m: 0.85 vs 0.90

Zeitvergleich der 10-m-Abschnitte von Weltklasse-100m-Läufern



Usain Bolt OS Peking 2008

Reaktionszeit: 0,165 sec

Schrittzahl: 41

Schrittlänge: 2,65 m

Frequenz: 4,62 Hz

Höchstgeschwindigkeit: 43,9 km/h

Sprint: Geschwindigkeiten und Schrittgestaltung der Weltklasse

Lfd. Nr.	Name	Nat.	100m Zeit (s)	Schritte (s)	Schrittlänge (m)	Freidastungsperiode			Maximalwert			Schwundphase		
						von	bis	Wert	von	bis	Wert	von	bis	Wert
LEISTUNGSGRUPPE 1														
P-57	Bolt	JAM	9.58	24	4.07	11.29	12.01	53	40-75	35	25	11.30	0.71	
P-57	Fredericks	TRN	9.93	25.25	4.83	11.03	11.87	55	40-67	47	13	11.50	0.37	
P-57	Bellomy	USA	9.93	25.5	4.80	11.22	11.87	53	39-74	35	26	11.15	0.72	
P-57	McPherson	USA	9.99	25.75	4.53	10.55	11.50	60	41-60	59	20	11.00	0.60	
R-111	Chapman	GB	10.03	25.25	4.51	11.00	11.61	56	38-84	46	18	10.80	0.51	
R-111	Erasmus	NOR	10.04	25.5	4.43	10.90	11.55	53	37-75	28	25	10.75	0.83	
R-113	Mitchell	USA	10.04	24.25	4.41	10.50	11.22	67	39-86	47	14	11.05	0.47	
R-113	Greene	JAM	10.11	24.75	4.32	10.50	11.23	45	25-30	45	20	10.65	0.63	
R-111	Smith	CAN	10.13	24.75	4.32	10.37	11.44	53	39-82	43	19	10.55	0.50	
R-111	Trappason	BAR	10.18	24.25	4.38	10.63	11.28	51	37-76	41	22	10.45	0.54	
R-109	Thompson	GBR	10.15	24	4.31	10.53	11.47	51	40-83	43	17	10.60	0.57	
R-101	Drummond	USA	10.17	24	4.32	10.29	11.41	51	38-76	37	21	10.45	0.63	
R-101	Asphah	JAM	10.18	24.75	4.25	10.58	11.53	54	35-85	31	14	10.75	0.55	
100m - 10.19m (n=15)														
			10.15	24	4.32	10.58	11.53	54	38.4	42.1	18.5	10.85	0.71	
			10.15	24	4.32	10.58	11.53	54	38.4	42.1	18.5	10.85	0.71	

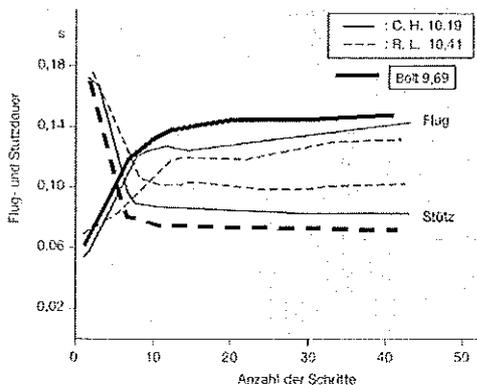
Angegebene LAEG-Ergebnisse im 100m Männer Sprint (OS Atlanta 1996). Inhaltlich differenziert nach Geschwindigkeitssprint, Hochlauf und Schwundphase

Bolt - Peking

Höchstgeschwindigkeitsphase von 30 – 91 Meter = 23 Schritte

30 m 3,87
90 m 8,79
91 m 8,85

60 m fliegend in 4,92 sec !!!
61 m fliegend in 4,98 sec mit 23 Schritten



Modifiziert, Grundlage Letzter/Renner 2000

Mit gesteigerter Laufgeschwindigkeit nehmen die Stützzeiten pro Schritt ab und die Flugzeiten zu, die Schrittdauer insgesamt ab.

GROSSER/RENNER 2007

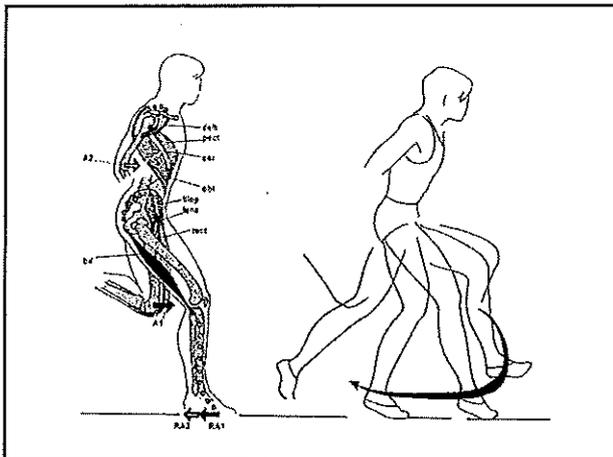
Die schnellsten Sprinter haben die kürzesten Bodenkontaktzeiten (Stützzeiten).

MANN 1999

Im Mittel beträgt die Stützzeit bei Männern und Frauen 0,10 sec, die Flugzeit ca. 0,12 sec und die Schrittdauer 0,22 sec

?

Mero et al 1982, Schwitz et al 1989
in Grosser /Renner 2007

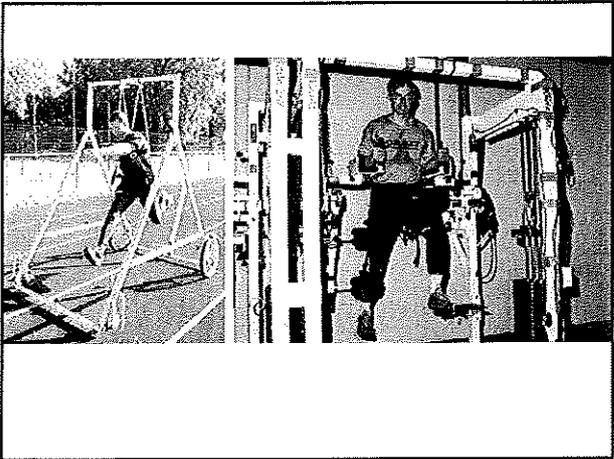
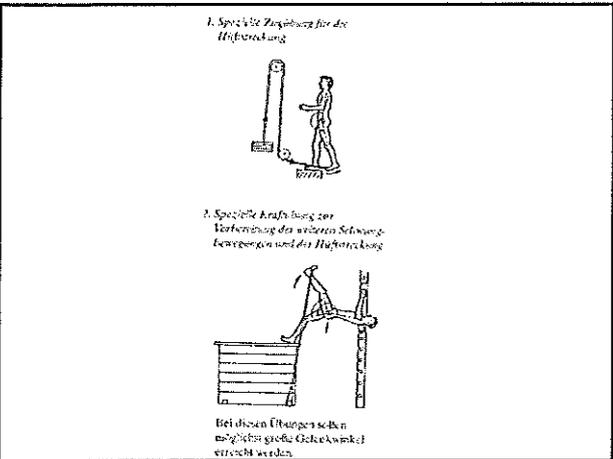
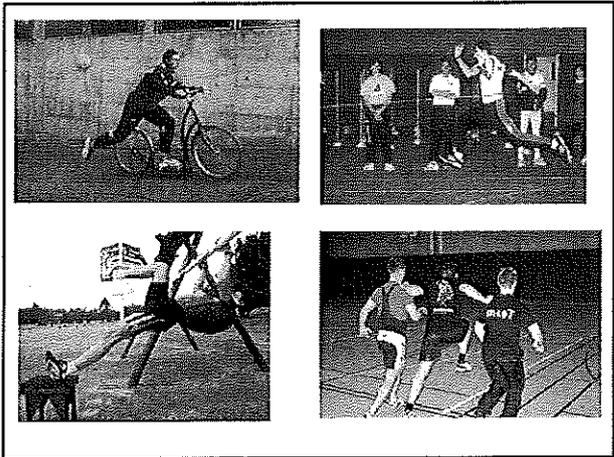


Aufgrund der hohen Geschwindigkeit
im Sprint
keine Bein Streckung mehr möglich

Methodische Zielsetzung
einer Bein Streckung
im sowohl im Anfänger, Leistungs-
und Hochleistungstraining
unsinnig

Das kurze, azyklisch-reaktive Zeitprogramm,
das sich in der kurzen
Stützzeit zeigt, ist eine entscheidende
Voraussetzung zur Realisierung
der modernen Sprinttechnik mit
Fußaufsatz dicht unter dem KSP,
mit kurzem Stützweg,
mit unvollständiger Kniestreckung beim
Lösen des Abdruckbeines, mit hoher
Schrittfrequenz und großer Schrittlänge.

Mann 1999

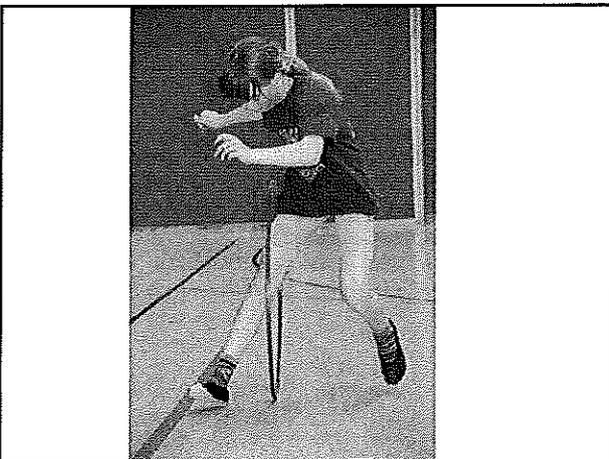
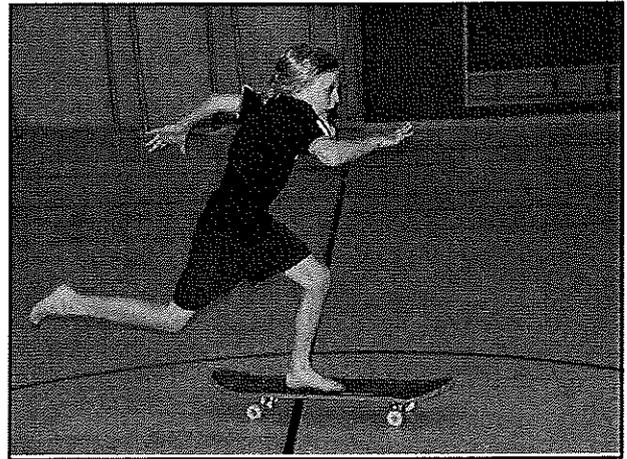




Die Bedeutung von hohen Frequenzen und Bodenkontaktzeiten (Stützzeiten, Absprungetzeiten) im langfristig orientierten Schnelligkeitstraining

Mit jeder langen Stützzeit entwickle ich bzw. stabilisiere ich etwas, das langfristig unerwünscht ist

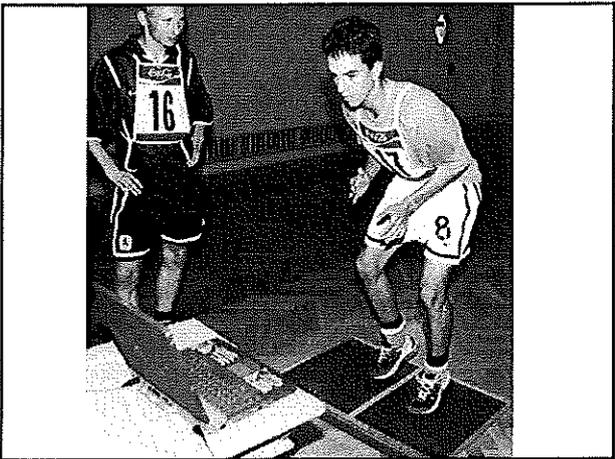
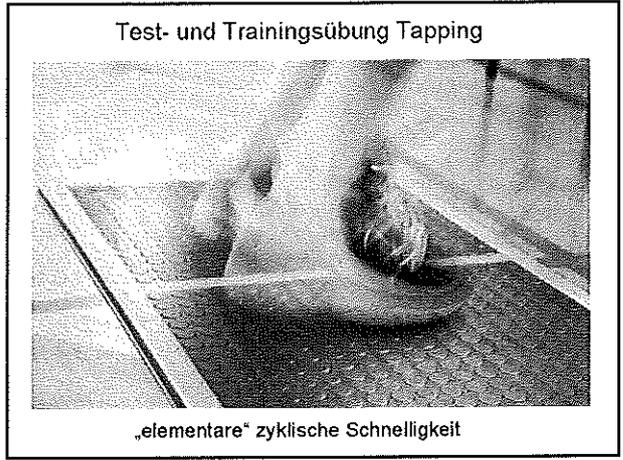
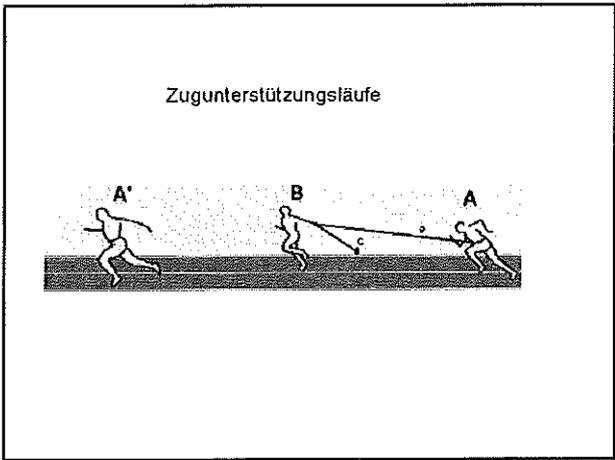
Kontraproduktiv:
zu viel Ausdauer mit langen Bodenkontakten, oftmalige anaerobe laktazide Belastungen, große Spielfelder – lange Laufwege im Fußball, weiche bzw. tiefe Böden, falsche Techniken etc.



Supramaximales Schnelligkeitstraining

Beispiel Sprint:

- leicht bergab Sprinten
- Sprinten mit Rückenwind
- Sprinten im Windschatten
- Sprinttraining in Höhenlage
- Sprinten mit Gummizug
- Sprinten mit Motorzug
- Sprinten mit Flaschenzug



Tapping-Auswertung

Neben der Frequenz wird auch ein Faktor aus Frequenz und Kontaktzeit erhoben

z.B.: 13,76 hz bei 74 ms Kontaktzeit
besser als 14,22 hz bei 98 ms Kontaktzeit

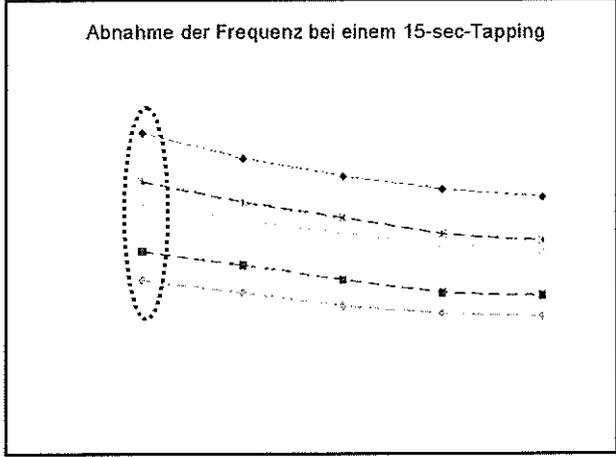
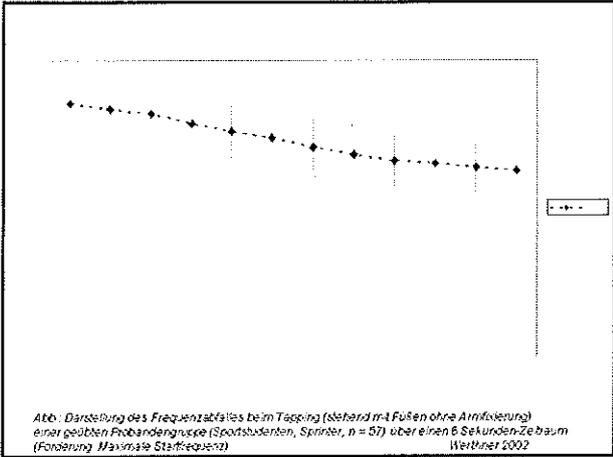
Einschätzung von Leistungen beim Tapping

Weltrekord: 16 - 18 hz
(ca. 70 - 80 ms)

Sehr gut: 14,5 - 16 hz
(ca. 73 - 80 ms)

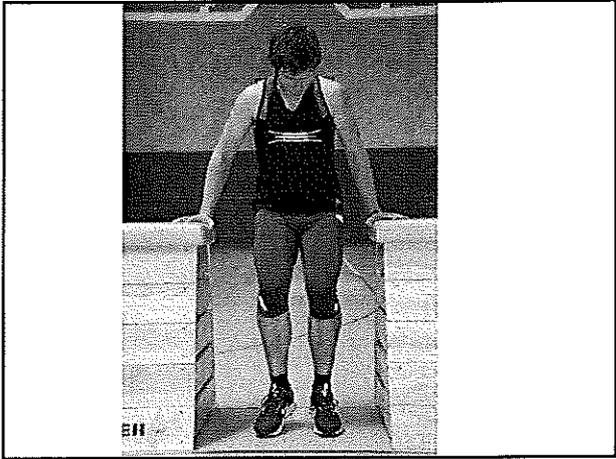
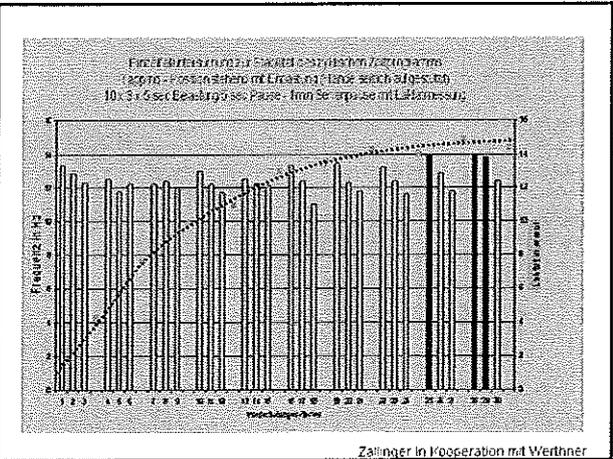
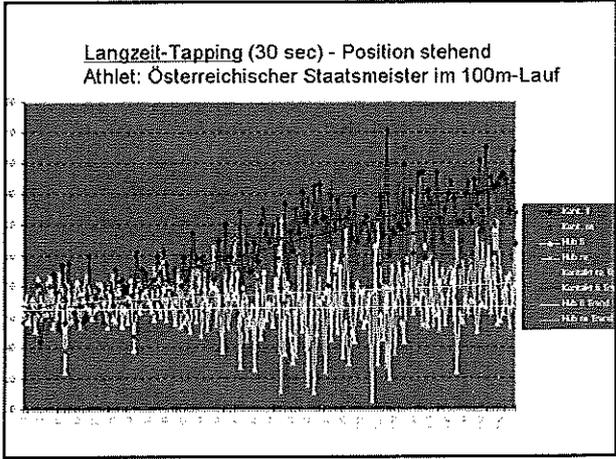
Durchschnitt: 11,5 - 13 hz
(ca. 85 - 110 ms)

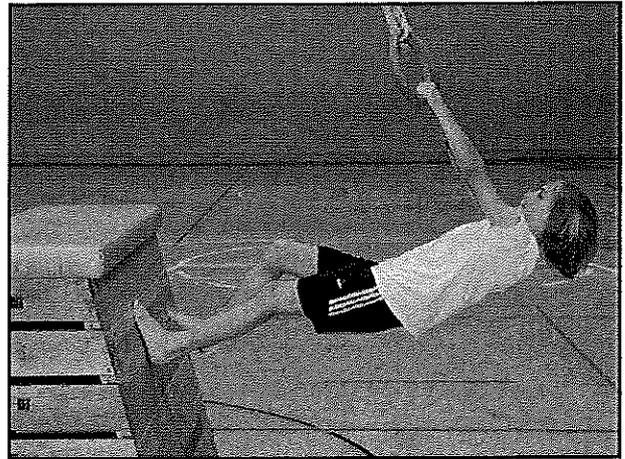
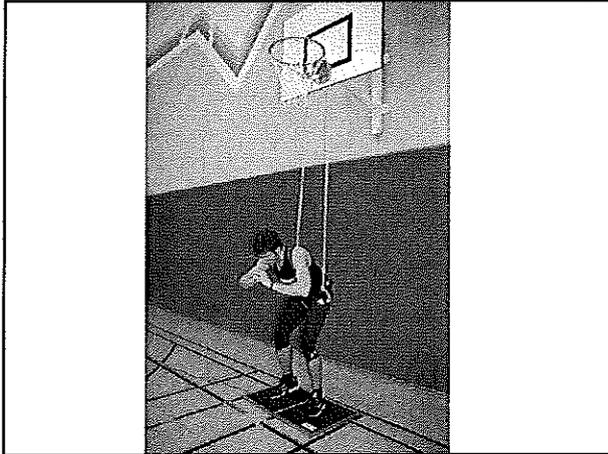
Erkenntnisse zur optimalen Dauer von hochintensiven Frequenzübungen:



Trainingstipp:

Hochintensives Frequenztraining sollte nicht länger als 2-3 Sekunden durchgeführt werden





Trainingshinweise zum Frequenztraining

- höchste Intensität (100 – 120%)
- wann immer möglich: Körpergewichtentlastung
- nicht unter 90% (besser 95%) fallen
- kurz (2 – 3 sec)

- dauernder Wechsel zwischen unterschiedlichen Übungen
- Pausenlänge
 - > 20 – 30 sec bei Übungswechsel
 - > 45 bis 120 sec bei gleicher Übung
- 6 bis 12 Serien pro Block
- 1 – 4 Blöcke pro Training (im Aufwärmteil und Hauptteil möglich)

Schlagzeugspieler erreichen auch beim Tapping außergewöhnliche Frequenzen



Trainingsvorschlag

Täglich 1 Minute „elementare zyklische Schnelligkeit“ trainieren

= 20 x 3 Sekunden in unterschiedlichsten Varianten

Metapher-Trainingsvorschläge für elementare zyklische Schnelligkeit

- Nähmaschine
- Schüttelfrost
- Gelsen erschlagen
- Käfer zertreten
- Flügelschlag eines Vogels
- Schlagzeugsolo
- Presslufthammer
- usw.

Langfristige Trainingsmethodik

1. Schritt:

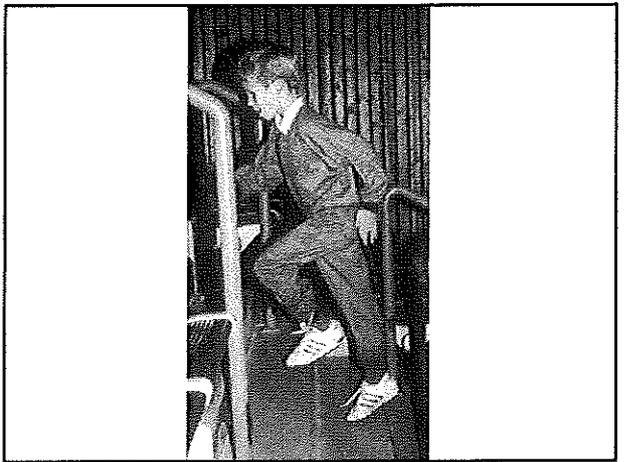
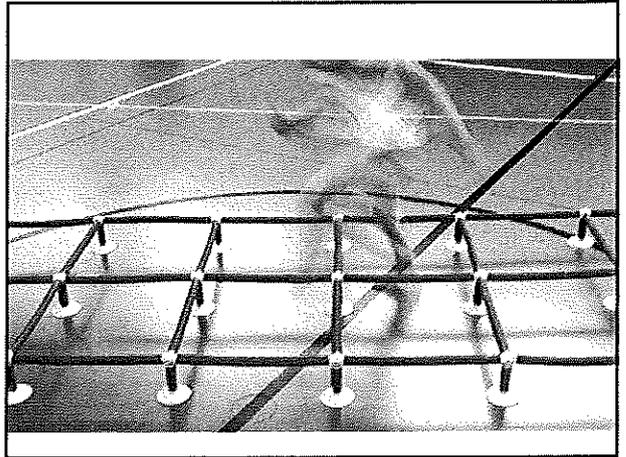
Entwicklung eines für eine Sportart bzw. Bewegung (azyklisch und/oder zyklisch) geeigneten Zeitprogramms

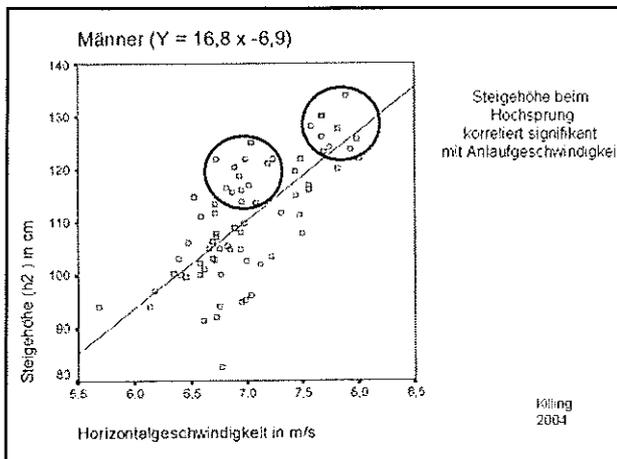
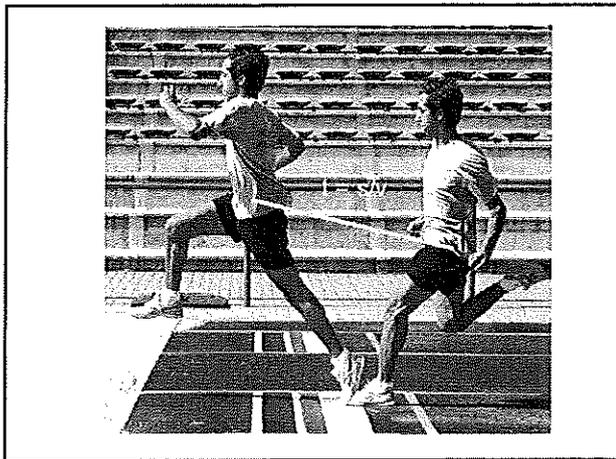
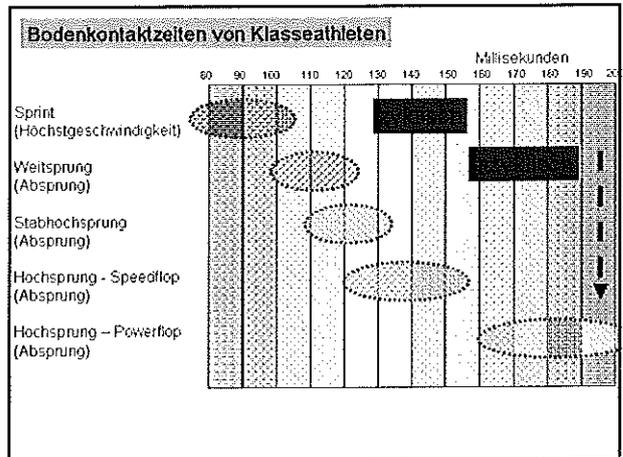
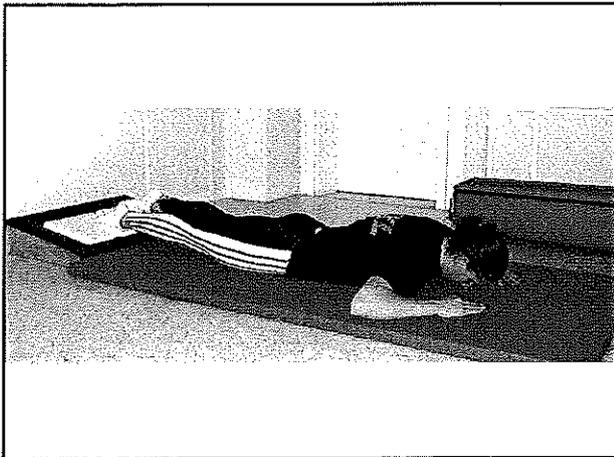
2. Schritt:

Dieses muß dann in die disziplinspezifische Technik integriert werden (Technikschulung in Verbindung mit Reaktions-, Aktions- und Frequenzschnelligkeit)

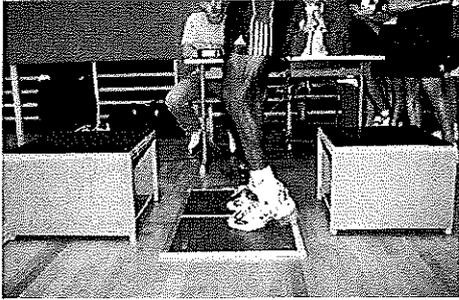
3. Schritt:

Ergänzung mit anderen leistungsbestimmenden (konditionellen) Komponenten wie spezifische Kraft und/oder Ausdauer



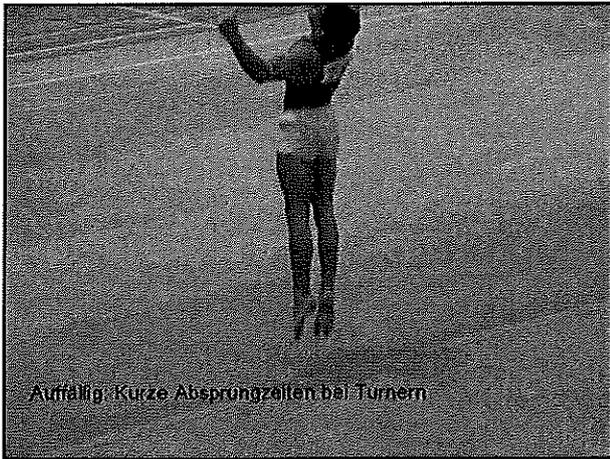
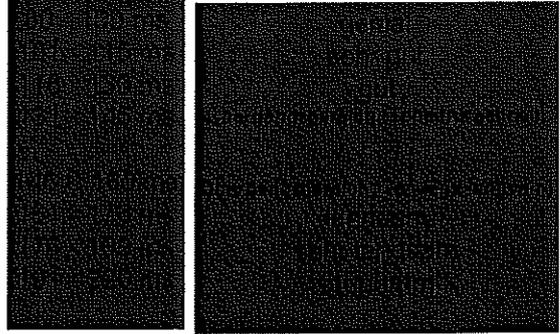


Strategien zur langfristigen Verkürzung der Absprungetzeiten beim Sprung:

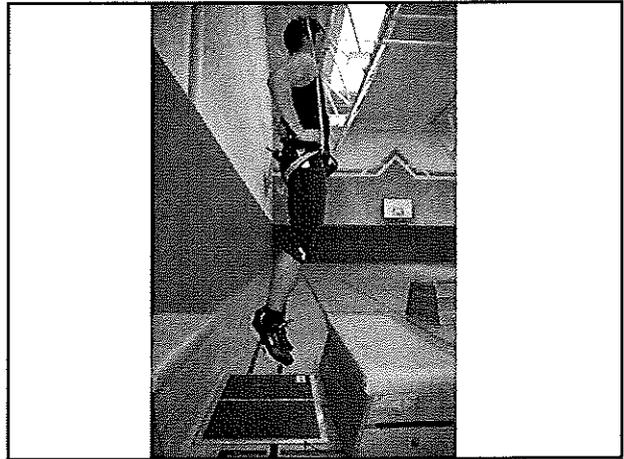
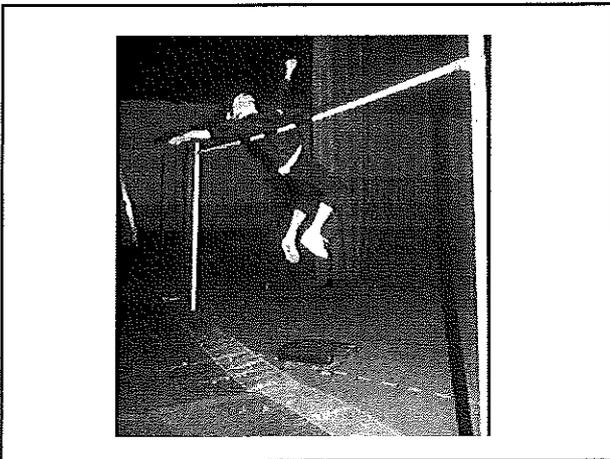
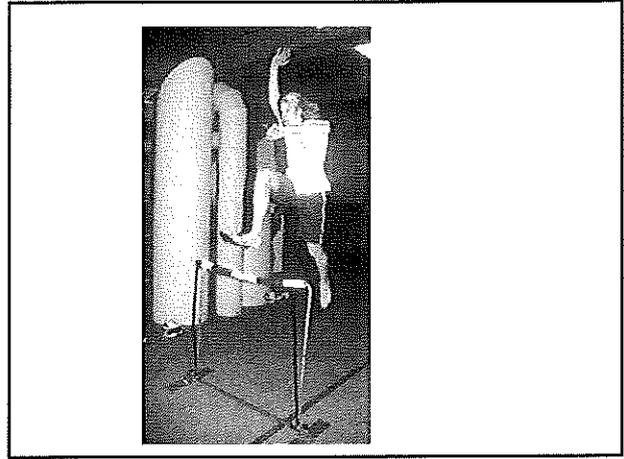


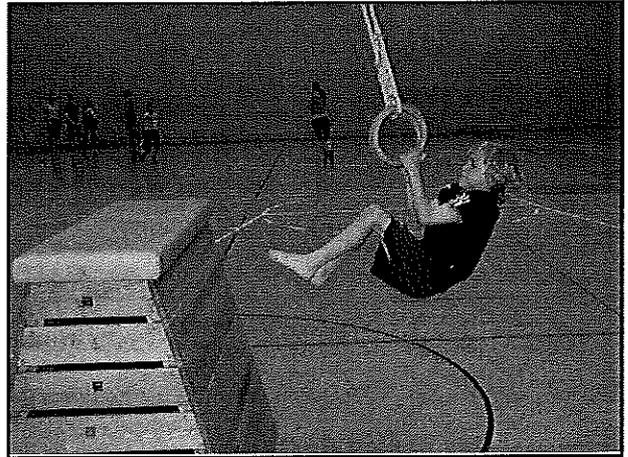
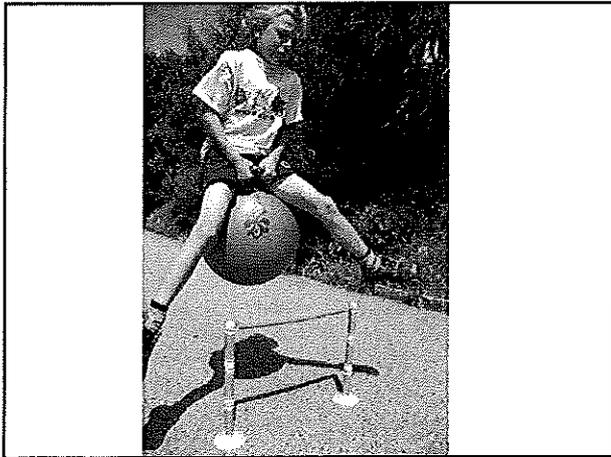
Azyklische „elementare“ Schnelligkeit

Qualifikation von Leistungen (Bodenkontaktzeiten)
beim Nieder-Hochsprung

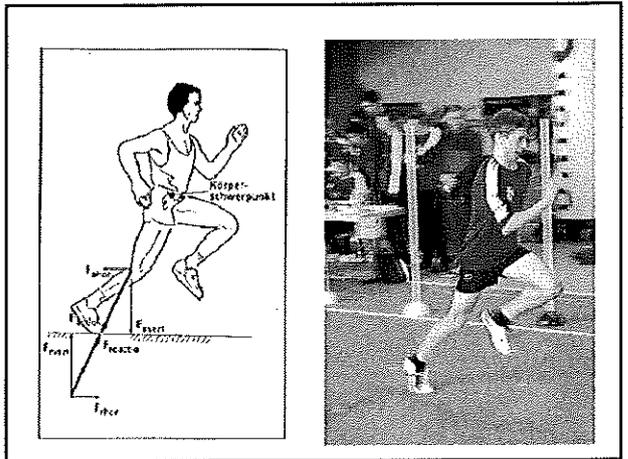
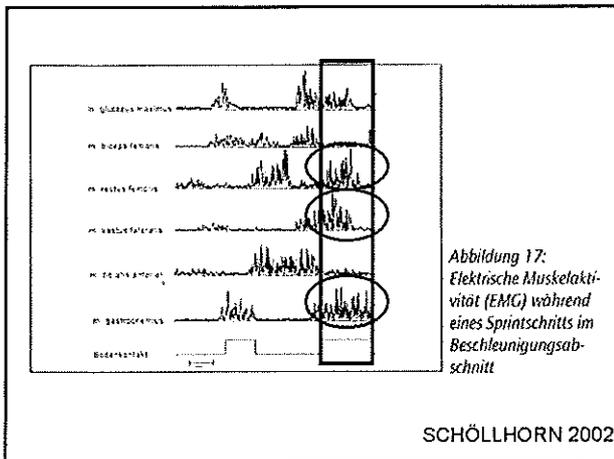
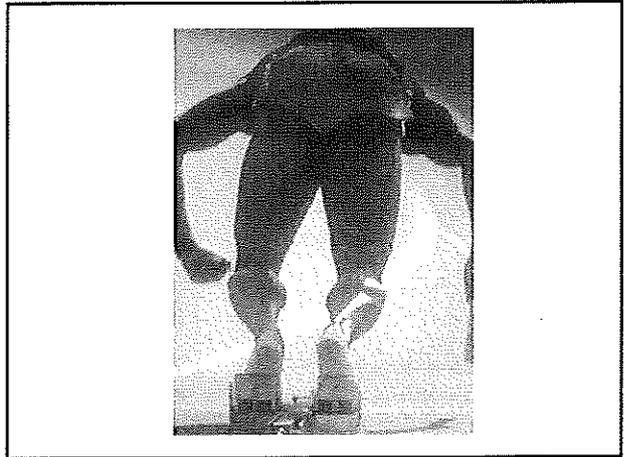


Auffällig: Kurze Absprungzeiten bei Turnern





Thematik: Bedeutung und Training der Beschleunigung



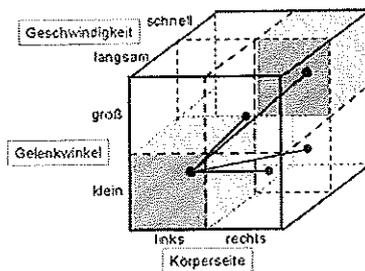
Allgemeine methodische Richtlinien für ein Schnelligkeitstraining

- Qualität geht vor Quantität
- Schnelligkeit ist nur durch spezielle Übungen erreichbar d.h. durch raum-zeitliche, dynamische und energetische Merkmale der Wettkampfübung
- Notwendig: maximale bzw. supramaximale Bewegungsgeschwindigkeit (auch submaximale Geschwindigkeiten werden gelernt)
- Geschwindigkeitsvariationen erspüren
- Konzentration und Wille auf Ausführungsgeschwindigkeit richten
- falls Ausführungstechnik nicht stimmt, erlernen im mittleren und submaximalen Bereich und durch Variationen = systemdynamisches Lernen (SCHÖLLHORN)

Gestaltungsrichtlinien für für Schnelligkeits-Trainingseinheiten

- Schnelligkeitsübungen vor allen anderen Trainingseinheiten
- Schnelligkeitstraining in einer Trainingseinheit möglich
 - als alleiniger Inhalt
 - als Komplextraining
- als alleiniger Inhalt:
 - viel Zeit lassen, ca 1,5 Stunden
 - lange Pausen
- Regenerationszeit 48-72 Stunden , daher nur 1-3 x Woche ausgewählte Schnelligkeitsübungen in geringer Anzahl können jeden Tag absolviert werden
- unterschiedliche Übungen (Geschwindigkeitsbarriere !!!)

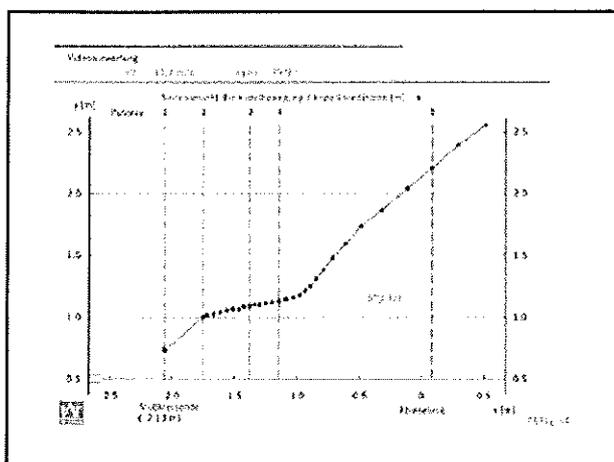
Koordination/Technik und Sprint-Schnelligkeit



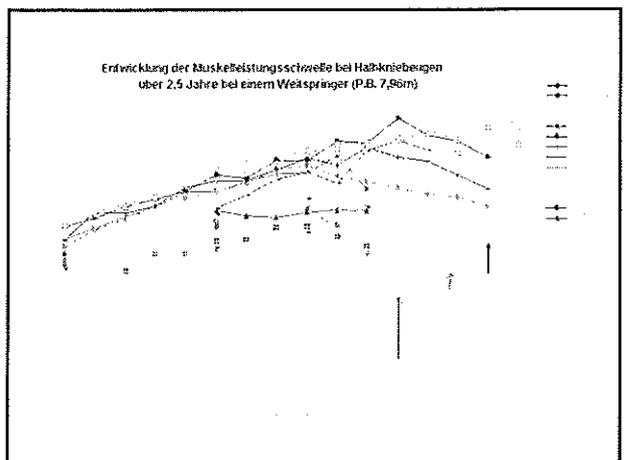
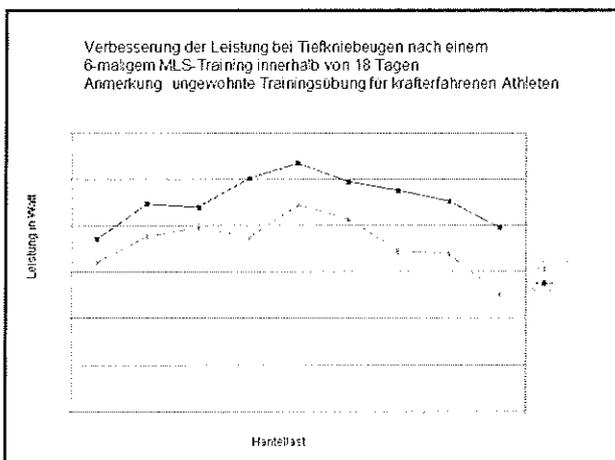
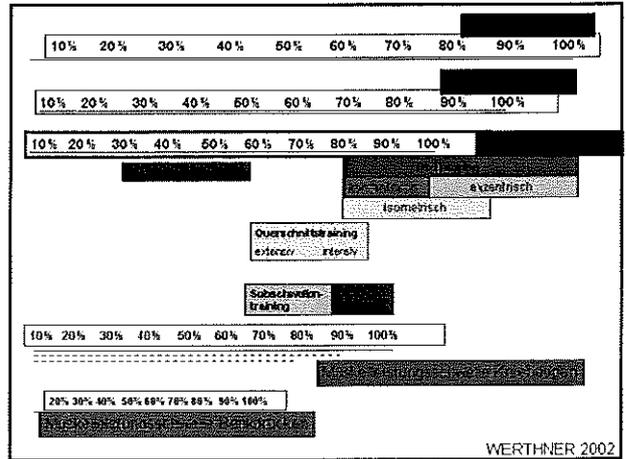
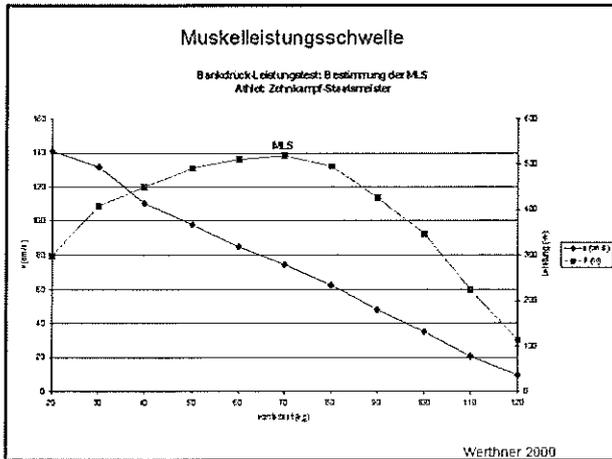
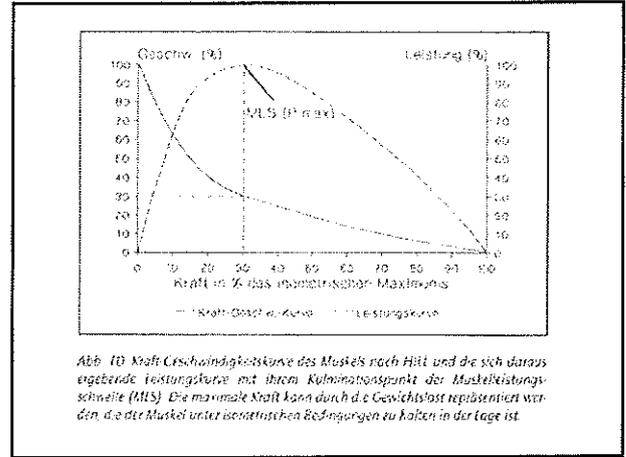
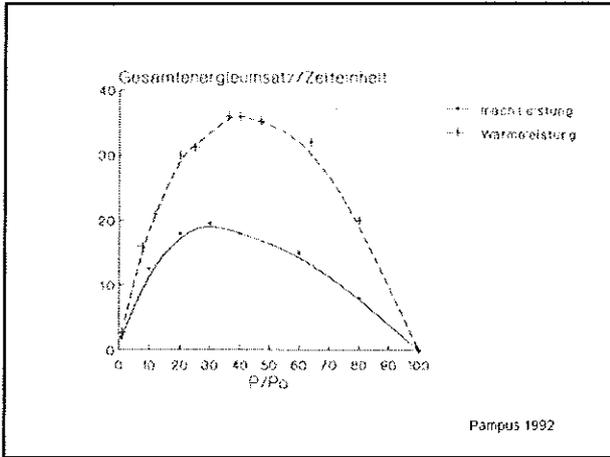
Schöllhorn 2003

Biomechanische Gesetzmäßigkeiten mit Relevanz für die Schnelligkeit

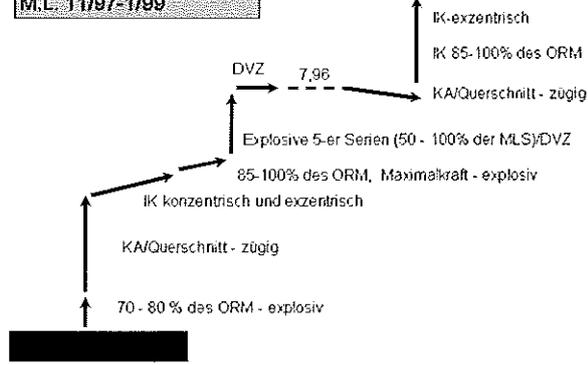
- Prinzip des optimalen Beschleunigungsweges
- Prinzip der Anfangskraft
- Prinzip der optimalen Tendenz im Beschleunigungsverlauf
- Prinzip der zeitlichen Koordination von Einzelimpulsen
- Prinzip der Gegenwirkung
- Prinzip der Impulserhaltung



Thematik: Schnellkraftentwicklung bzw. Muskelleistungsschwellentraining



Entwicklung der Muskelleistungsschwelle
M.L. 11/97-1/99



Talentediskussion

200m - Leistungsentwicklung Usain Bolt

15 Jahre:	21,73
16 Jahre:	20,58
17 Jahre:	20,13
18 Jahre:	19,93
19 Jahre:	19,99
20 Jahre:	19,88
21 Jahre:	19,75
22 Jahre:	19,30

Diskussion der Sprinterfolge von

Jamaica (2,4 Millionen Einwohner)

Erfolgreiche Sprinter von dieser Insel

- Herb McKinley 1952 Helsinki – Silber
- Lennox Miller 1968 Mexico City - Silber
- Don Quarrie 1976 Montreal Gold (200m), Silber
- Merlene Olley
- Asafa Powell 2007 100m Weltrekord
- Usain Bolt 2008 Peking 2 x Gold, 2 x Weltrekord

Athleten aus Jamaika, die für andere Länder gestartet sind:

- Linford Christie (Britain) – Gold 1992
- Donovan Bailey (Canada) - Gold 1996
- Ben Johnson (Canada)

Genetische Vorteile etc.

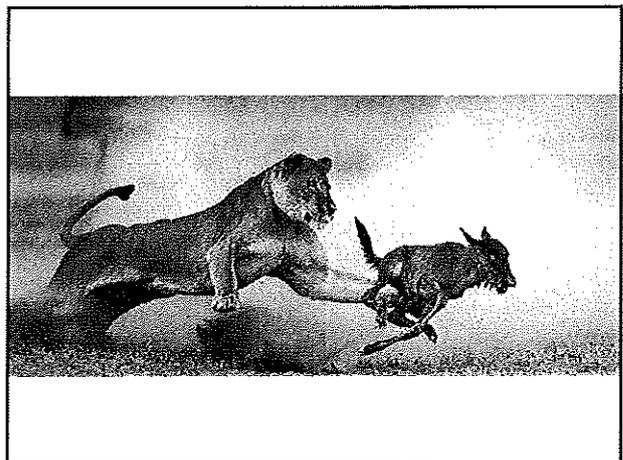
„Menschen von den Westindischen Inseln haben einen hohen Anteil von Aktinen A in der Muskulatur“

Prof. Morrison (University of Technologies Kingston)
in Kooperation mit Universität Glasgow

„Es scheint eine genetische oder natürlich Vorprägung zu geben“, erklärt Prof. Morrison (University of Technologies Kingston) auf die Frage nach dem Warum.

Fakt ist: Von Kindesbeinen an laufen die Jamaikaner. Schon Vierjährige nehmen an den Meisterschaften im Nationalstadion von Kingston teil, bisweilen laufen sie barfuß. Sie werden beobachtet, gefördert.

Die Leichtathletik, in Verbindung mit einer Schulbildung, ist meist auch die einzige Chance, der Armut zu entkommen. „In der Schule sehen viele die Leichtathletik als Chance, an ein Stipendium zu kommen“, sagt der bekannte Highschool-Trainer Michael Oliveira.



GEORG NEUMANN & MARTIN LANG

Zur Quantifizierung der Anpassung an Triathlontraining

Einleitung

Zur Adaptation an des sportliche Training liegen zahlreiche Erkenntnisse vor (HOLLMANN & HETTINGER, 1990; NEUMANN & SCHÜLER, 1994; ENGELHARDT & NEUMANN, 1994, NEUMANN; PFÜTZNER & BERBALK, 2001 u.a.). An repräsentativen Populationen von Leistungssportlern ist es schwierig, die Anpassungen mehrjährig leistungsdiagnostisch zu bewerten. Meist wurde nur über einzelne Athleten, die im Längsschnitt analysiert wurden, berichtet.

Die standardisierte und regelmäßige Leistungsdiagnostik der Nationalkader Triathlon Männer (einschließlich Junioren) am IAT Leipzig gestattete es, eine repräsentative Zahl von Athleten über 5 Jahre in ihrer Entwicklung zu analysieren. Mir der folgenden Arbeit sollten insbesondere die quantifizierbaren Daten der Leistungsdiagnostik im mehrjährigen Längsschnitt aufbereitet werden. Voraussetzung dafür war eine relevante sportartspezifische Diagnostik, die in regelmäßigen Abständen mehrmals im Jahr und über mehrere Jahre standardisiert durchgeführt wurde.

Material und Methodik

Auf dem Laufband wurde mit einem 4 x 4 km Stufentest ohne Anstellwinkel belastet. Die Anfangsgeschwindigkeit richtete sich nach dem aktuellen Leistungsniveau. Nach jeder durchgelaufenen Stufe wurde die Geschwindigkeit um 0,25 m/s (0,9 km/h) gesteigert. Am Ende jeder Stufe wurden die Sauerstoffaufnahme und in der Pause von einer Minute das Laktat bestimmt. Die Hf-Messung erfolgte fortlaufend. Das Orientierungskriterium für die Leistungsfähigkeit war die erreichte Geschwindigkeit bei 2 mmol/l Laktat (v_{L2}). Nach einer Erholungszeit von 3 bis 4 Stunden wurde ein separater Kurzzeitstufentest (VO_2 max-Test) durchgeführt. Begonnen wurde bei 4,5 m/s (16,2 km/h) über 30 s und die Geschwindigkeitssteigerung erfolgte aller 30 s bis zum Abbruch. Etwa 60 s vor Abbruch wurde dem Triathleten ein Mundstück gereicht und die Atemgasanalyse bis zum Abbruch durchgeführt. Der Höchstwert in der Sauerstoffaufnahme galt als die VO_2 max. Die Hf wurde fortlaufend gemessen. Nach Belastungsende wurde das Laktat in der 3., 6. und 10. Minute bestimmt.

Berechnete wurden Mittelwert und Standardabweichung und die lineare Regression. Statistische Unterschiede wurden mit dem doppelseitigen t-Test ermittelt. Unterschiede von $< 0,05$ wurden als signifikant angesehen.

Ergebnisse

Die durchschnittliche Trainingsbelastung der untersuchten Athleten ist in Abb. 1 aufgeführt. Die Kaderathleten (B- und C-Kader) wurden mit 700 bis 800 Trainingsstunden/Jahr in die Leistungsdiagnostik einbezogen. Sie steigerten ihre Gesamtbelastung um durchschnittlich 10% /Jahr. Als Folge der Zunahme der Gesamtbelastung stieg in der Gruppe das Herzvolumen signifikant an (Abb. 2). Bei den Ausbelastungstests Rad und Lauf nahm die maximale Hf im Untersuchungszeitraum signifikant ab (Abb. 3).

Auf submaximalen Belastungsstufen blieb die Hf bei vL2 bei 162 Schlägen/min unverändert, sie nahm jedoch bei der Fahrradergometrie um 7 Schläge/min (von 150 auf 143) bei PL2 signifikant ab.

Die maximale Sauerstoffaufnahme stieg beim Laufbandkurzzeittest ($VO_2\text{max}$ -Test) insgesamt in fünf Jahren nur um 8,4% signifikant an (Abb. 4). Auf dem Fahrradergometer stieg die maximale Sauerstoffaufnahme mit zunehmenden Trainingsalter signifikant an (Abb. 5).

Einzelanalysen international erfolgreicher Triathleten ergaben einen Zusammenhang der $VO_2\text{max}$ mit der Zunahme Kraftausdauer (P_{max}). In Abb. 6 ist ausgewiesen, dass die P_{max} in 7 Jahren um 12-15% anstieg und damit auch die $VO_2\text{max}$. Zwischen der $VO_2\text{max}$ bei der Fahrradergometrie und dem Laufbandkurzzeittest bestand ein signifikanter Unterschied (65,5 zu 72,6 ml/kg min); siehe Abb. 7. Die Zunahme der $VO_2\text{max}$ stand in einem engen Zusammenhang mit dem Anstieg der absoluten Laufgeschwindigkeit im Kurzzeittest (Abb. 8). Die Zunahme der $VO_2\text{max}$ erfolgte erst in der Wettkampfperiode, sie stagnierte in der Vorbereitungsperiode (Abb. 9).

Die Entwicklung der aeroben Laufgrundlagen und der aeroben Leistungsfähigkeit Rad wies nur geringe Zuwachsraten auf. Eine stabile Zunahme ergab sich bei den Triathleten bei der vL2 von nur 1,1% im Jahr und bei der PL2 von 2,6% im Jahr (Abb. 10). Die prozentuale Veränderung der relevanten Messgrößen ist bei der Leistungsdiagnostik Rad und Lauf den Abb.11 und 12 zu entnehmen.

Zur 10 km Laufzeit im Kurztriathlon hatte nur die vL2 eine gesicherte Beziehung, nicht die $VO_2\text{max}$ (Abb. 13). Im Stoffwechsel hat das Training eine Zunahme des Anteils Fettsäuren an der Gesamtenergiegewinnung bewirkt, beurteilt an der signifikanten Abnahme des respiratorischen Quotienten (RQ). Die Veränderungen sind Abb. 14 zu entnehmen.

Diskussion

Die Veränderungen der Leistungsfähigkeit von Triathleten beruht auf trainingsbedingten Adaptationen. Gegenwärtig bestehen vielfältige Meinungen zum Erreichen eines bestimmten Adaptationsniveaus für das Zustandekommen von Weltspitzenleistungen. Die Meinungsvielfalt findet nicht zuletzt darin ihre Ursache, weil mit der Betreuung von Spitzenathleten nur

wenige Untersuchungsstellen Erfahrung haben. Gegenwärtig ist die mehrjährige sportartspezifische Leistungsdiagnostik ein sicherer Zugang für die Beurteilung von Anpassungen dieser Athleten. Sichere Veränderungen von biologischen Leistungsgrundlagen lassen sich nur im Längsschnitt belegen.

Im Kontext der Beurteilung der Leistungsfähigkeit nimmt das Ökonomieprinzip einen breiten Raum ein. Das ist insofern nicht verwunderlich, weil 70 bis 80% der Gesamtbelastung beim gegenwärtigen methodischen Grundkonzept in den Ausdauersportarten in aerober Stoffwechsellage, d.h. im Grundlagenausdauerbereich 1 (GA 1), absolviert wird.

Ausdruck dieser Adaptation ist die Abnahme der Herzfrequenz auf maximalen und submaximalen Belastungsstufen (s. Abb. 3). Auf submaximalen Belastungsstufen nahm die Hf nur bei der Fahrradergometrie ab, nicht hingegen bei der submaximalen Laufbelastung. Ähnlich drastische Abnahme der Hf im Längsschnitt über neun Trainingsjahre fanden bei vergleichbarer Leistung (BERBALK et al., 1991).

Bei Eliteradsportlern nahm die maximale Hf bei Ausbelastung um 10 Schläge/min ab und bei 270 W um durchschnittlich 22 Schläge/min. Oft wird die Hf einem bestimmten Laktatwert zugeordnet. Im Triathlon machte der Vergleich der Hf bei 2 mmol/l Laktat (vL2 und PL2) bei der Fahrradergometrie mit der submaximalen Laufbandbelastung im Mittel 17 Schläge/min aus. Das bedeutet, dass bei vergleichbarer Stoffwechsellage die Hf beim Laufbandtest bedeutend höher lag als bei der Fahrradergometerbelastung. Die signifikanten Differenzen der Hf sind Mittelwerte über fünf Jahre und können daher als repräsentativ angesehen werden.

Unabhängig davon hatte sich die Leistung bzw. Geschwindigkeit im Untersuchungszeitraum bei vL2 und PL2 signifikant verbessert (s. Abb. 10).

Die Funktionssysteme müssen sich im Leistungstraining nicht immer positiv entwickeln. Die nachwirkende Rester Müdung des Trainings sorgt bei Wiederbelastung für die bekannte biologische Messwertvariabilität.

Zentralgrößen bei der Leistungsdiagnostik sind die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_2\text{max}$) und die Leistung bzw. Geschwindigkeit bei einem bestimmten Stoffwechselwert (z.B. Laktat 2, 3 oder 4 mmol/l). Im diagnostischen Grundverständnis wird die Entwicklung der sogenannten Laktat-Leistungskurve oder Laktat-Geschwindigkeits-Kurve bzw. der individuellen aerob-anaeroben Schwellen dann als positiv bewertet, wenn es zu deren Rechtsverschiebung kommt. Die Grundlage für diese Ableitung legten HOLLMANN (1963) und WASSERMAN et al. (1973) aus ihren Untersuchungen zur überproportionalen Zunahme der Atmung bei stufenförmig ansteigenden Belastungen. Mit der Einführung des Blutlaktats in die sportmedizinische und sportartspezifische Leistungsdiagnostik wurde der exponentielle Anstieg des Laktats belegt und als zuverlässiges diagnostisches Kriterium ausgewiesen (MADER et al., 1976; KEUL et al., 1979; SCINNER & McLELLAN, 1980; SIMON et al., 1981; STEGMANN et al., 1981; SJÖDIN et al., 1981; PANSOLD et al., 1982; DICKHUTH et al., 1991 u.a.). Der akademische Disput um die wahre individuelle Schwelle und fixe Laktatschwelle steigerte sich, bis HECK & ROSSKOPF (1994) postulierten,

auf das Diagnostikkriterium aerob-anaerobe Schwelle zugunsten der Trainingsanalyse gänzlich zu verzichten.

In der sportartspezifischen Leistungsdiagnostik gehört die erreichte Geschwindigkeit oder Leistung bei Laktat 2 mmol/l oder bei einem höheren Laktatwert, je nach den Anforderungen der Leistungsstruktur, zu den sicheren funktionsdiagnostischen Kriterien (NEUMANN et al., 1996; NEUMANN et al., 2001).

Im Verlaufe des Leistungstrainings ist es bei den Triathleten zur Zunahme der PL2 von 13,1% und der vL2 von 5,6% gekommen (s. Abb. 10). In Einzelfällen konnte die vL2 im Trainingsjahr bei erfolgreichen Triathleten um 0,5 m/s erhöht werden (z.B. von 4,5 auf 5,0 m/s oder um 10%). Möglicherweise zeichnet sich ein Sporttalent mit den höchsten Zuwachsraten in den funktionellen Messgrößen aus.

Die Rechtsverschiebung der Laktat-Geschwindigkeitskurve ist Ausdruck der Dominanz des Ökonomieprinzips bei der Trainingsbelastung und im Leistungssport Folge des dominierenden GA1-Trainings. Eine Ökonomisierung wird dann angenommen, wenn es zur Abnahme der Glycolyse kommt. Die verminderte Laktatbildung ist dann Ausdruck erhöhter aerober Leistungsfähigkeit. Eine Ausnahme ist hierbei die anhaltende Glycogendepletion in der Arbeitsmuskulatur zum Untersuchungszeitpunkt (NEUMANN & SCHÜLER, 1994). Die behinderte Laktatbildung beim Glycogenmangel täuscht eine bessere Leistungsfähigkeit vor.

Im Hochleistungstraining kann es bei deutlicher Intensivierung der Trainingsbelastung zur Aufhebung der Funktionsökonomie kommen. Dabei nimmt die sportartspezifische Leistungsfähigkeit nicht ab; nur deren physiologischen Grundlagen haben sich verändert. Durch die Intensivierung des Trainings verändert sich das Rekrutierungsmuster für die Vortriebsmuskulatur. Das Verlassen der Funktionsökonomie ist dann notwendig, wenn die Wettkampfleistung vordergründiges Trainingsziel wird.

Im zurückliegenden Grundkonzept Triathlon wurde überwiegend aus einer ökonomisierenden Grundregulation in die Wettkampfsaison gestartet (s. Abb.8). Das bedeutete dass das Maß für den maximalen Energieumsatz, die VO_2max , erst in der Wettkampfsaison anstieg. Wenn es zu einer Zunahme der VO_2max Rad und Lauf kommen soll, dann geht das nur über die Zunahme der maximalen Kraftausdauer Rad bzw. höhere Laufgeschwindigkeit beim Abbruchtest (s. Abb. 6 und 7).

Höchste Geschwindigkeiten sind im Triathlon nur erreichbar, wenn sie entsprechend trainingsmethodisch vorbereitet wurden. Aus dem Vergleich der VO_2max zwischen Rad und Lauf wird im Untersuchungszeitraum deutlich, dass die VO_2max beim Kurzzeitlaufbandtest signifikant um 10% höher lag als beim Fahrdrergometertest. Demnach wird beim Radtest Triathlon nur eine VO_2 peak erreicht und nicht die wahre VO_2max (HOWLEY, 1995). Die maximale Energiedurchsatzrate des Triathleten ist demnach nur zuverlässig aus der beim Laufbandtest bestimmten VO_2max abzuschätzen. Da im Untersuchungszeitraum die Triathlonleistung eine Einzelzeitfahrleistung war, wurde dem Radtraining höhere Aufmerksamkeit geschenkt als gegenwärtig, wo die Windschattenregel aufgehoben wurde. Die Befunde deuten weiterhin

darauf hin, dass in der Vorbereitungsperiode das Radtraining wenig intensiv war.

Höchste Laufgeschwindigkeiten sind im Triathlon nur zu erreichen, wenn sie trainingsmethodisch durch ein frühzeitiges Motoriktraining vorbereitet werden.

Aus leistungsphysiologischer Sicht muss sich der Anteil der schnell kontrahierenden Muskelfasern (STF oder Typ II-Fasern) im Bewegungsprogramm erhöhen. Die FTF haben ein höheres glycolytisches Potenzial als die langsam kontrahierenden Fasern (STF oder Typ I-Fasern). Die Umstellung in der muskulären Ansteuerung ist nur durch GA 2 Training, Intervalltraining und Wettkampf selbst möglich.

Die Entwicklung des glycolytischen Potenzials ist abhängig von der Trainingsqualität (Geschwindigkeit) in der bevorzugten Sportart. Während die Laktatmobilisationsfähigkeit der Triathleten bei der Fahrradergometrie im Längsschnitt signifikant abnahm, kam es beim Kurzzeittest auf dem Laufband zu einer Zunahme der Laktatbildung am Belastungsende, allerdings im Zufallsbereich (s. Abb. 11 und 12).

Zwischen der Vorbereitungsperiode und der Wettkampfperiode schwankte die Laktatmobilisation nur um ein mmol/l zugunsten der Vorbereitungsperiode. Die Abnahme der Laktatmobilisation in der Wettkampfperiode kann, bei erhöhter Abbruchgeschwindigkeit, nur als Zunahme der aeroben Leistungsfähigkeit gedeutet werden. Diagnostisch stellt sich die Laktatmobilisation bei der Leistungsstruktur der Kurztriathleten als unsicheres Kriterium dar. Bislang war die Beurteilung der Sauerstoffaufnahme auf submaximalen Belastungsstufen kein Gegenstand diagnostischer Bewertung. Bei der gegenwärtig vorherrschenden Lehrmeinung wird die Sauerstoffaufnahme bei vergleichbaren Belastungsstufen als unveränderbar angesehen (HOLLMANN & HETTINGER, 1990, 2000). Bei der Auswertung von Einzeldaten fiel bei Triathleten und Langstreckenläufern auf, dass diese kurz vor der Wettkampfsaison Anstiege in der Sauerstoffaufnahme auf submaximalen Belastungsstufen ausweisen. Der Anstieg der submaximalen Sauerstoffaufnahme war unabhängig von der Dynamik der $\dot{V}O_2\text{max}$. Bei einem Vergleich von leistungsstarken Triathleten mit Langstreckenläufern konnte ein hochsignifikanter Unterschied in der submaximalen Sauerstoffaufnahme festgestellt werden. Zwischen den Geschwindigkeiten von 4-5,5 m/s bestand ein Unterschied von 3 ml/kg·min zu Gunsten der Triathleten (NEUMANN et al., 1999). Die Triathleten bewältigten die vergleichbare Geschwindigkeit mit höherem biologischem Aufwand. Das Phänomen der Zunahme der submaximalen Sauerstoffaufnahme bei Athleten im intraindividuellen Vergleich muss aber anders gedeutet werden. Vor der Wettkampfsaison nahm die submaximale Sauerstoffaufnahme im Lauf nicht bei allen Athleten zu, so dass die Aussage hierzu noch hypothetisch ist. Ein Messfehler ist dabei auszuschließen. Neben ihrer höheren Glykolysekapazität haben die FTF einen höheren Sauerstoffverbrauch bei der Kontraktion gegenüber den STF (BOSCO et al., 1982). In einem Modell zeigten BOSCO et al. (1982), dass zur Sicherung einer schnellen und langen Muskeldehnung, welches typisch für

das schnelle Laufen ist, zur Aufrechterhaltung der Myosin-Cross-bridges in den FTF mehr Kontakte zwischen Actin und Myosin im Vergleich zu den STF notwendig sind. Die größeren Kontaktflächen bewirken einen höheren Energieverbrauch und damit auch eine höhere Sauerstoffaufnahme. Die physiologische Kontraktionscharakteristik der STF weist zudem darauf hin, dass sie ein schnelles laufen behindern, wenn sie im Rekrutierungsmuster für den muskulären Vortrieb dominieren. Das Training im GA1 Bereich zeichnet sich dadurch aus, dass die ermüdungsresistenten STF dominieren. Wenn bei Untersuchungen in der Vorbereitungsperiode das Ökonomieprinzip in der Regulation überwiegt, dann weist eine veränderte Sauerstoffaufnahme darauf hin, dass eine Umstellung in der Ansteuerung der Muskelfasern stattgefunden haben könnte. Trotz eindeutiger Zunahme der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit vor oder in der Wettkampfperiode ist bei einigen Athleten das diagnostische Bild der Linksverschiebung der Laktat-Geschwindigkeitskurve festzustellen. Mitunter steht dieser Befund im Zusammenhang mit dem Anstieg der maximalen Sauerstoffaufnahme.

Damit diese funktionsdiagnostischen Veränderungen sichtbar werden, muss es im Triathlontraining zu einer eindeutigen Zunahme der intensiven Trainingsanteile (GA 2, WSA und WK) kommen. Nicht allen Athleten gelingt es, das an trainierte Ökonomieprinzip in der Vorbereitungsperiode dann in der Wettkampfperiode rechtzeitig zu durchbrechen. Ein Indiz für die Veränderung der Leistungsgrundlagen für den Wettkampf ist die Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme (s. Abb. 9). Aus der Abbildung 9 ist ersichtlich, dass es nur im letzten Untersuchungsjahr gelang die VO_2max in der Wettkampfperiode deutlicher anzuheben. Die Zunahme der Indikatoren für die Leistungsfähigkeit erfolgt im Untersuchungszeitraum nur in kleinen Schritten. Umgerechnet auf das Trainingsjahr machte die Verbesserung der Messgrößen im Leistungstraining nur 1-3% aus (s. Abb. 10,11 und 12). Damit besteht eine Analogie zur Leistungszunahme in der Sportart, die sich formal in derselben Größenordnung bewegte. Das mag auch ein Grund dafür sein, dass ein jahrelanges Hochleistungstraining notwendig ist, damit sich die physiologischen Leistungsgrundlagen stabil an die Belastung adaptieren können. Bei der Radergometrie werden bemerkenswerterweise erst nach dem 25. Lebensjahr die höchsten Werte in der VO_2max erreicht (s. Abb. 5). Die VO_2max kennzeichnet den höchsten aerob-anaeroben Energiedurchsatz (MADER, 1994). In der normalen Leistungsdiagnostik wurde die VO_2max zum entscheidenden Kriterium für die Leistungsfähigkeit erhoben. Für die Voraussage einer Wettkampfleistungsfähigkeit in den Ausdauersportarten ist die VO_2max aber unzuverlässig (NEUMANN et al., 1999). Im Triathlon konnte zwischen der VO_2max und der Laufleistung über 10 km kein Zusammenhang hergestellt werden (s. Abb. 13). Bestehen bei den Sportlern große Leistungsunterschiede, dann korreliert die VO_2max mit der Wettkampfleistung (RÖCKER et al., 1997).

Im Gegensatz zur $VO_2\text{max}$ erwies sich die vL_2 auch bei geringen Leistungsunterschieden als zuverlässiger Prädiktor für die Laufzeit über 10 km beim Triathlonwettkampf (s. Abb. 13). Aus der Absoluthöhe der vL_2 kann mit einer bestimmten Sicherheit die Laufleistung im Triathlon vorausgesagt werden.

Eine Vertiefung in der Beurteilung der Laufleistungsfähigkeit ist das Einbeziehen schrittstruktureller Merkmale (z.B. Schrittfrequenz, Schrittlänge) in die Leistungsdiagnostik (GOHLITZ et al., 1997). Die Schrittstruktur der Triathleten unterscheidet sich gegenüber Langstreckenläufern. Die Triathleten laufen bei vergleichbarer Geschwindigkeit (z.B. 18 km/h) mit höherem biologischen Aufwand, sie laufen frequenter und haben kürzere Schritte (NEU;MANN et al., 1999). Beim Leistungstraining in den Ausdauersportarten wird eine Zunahme der freien Fettsäuren (FFS) bei der energetischen Absicherung der Leistung erwartet. Der Indikator für die praktische Beurteilung dieser Zustandsänderung ist der respiratorische Quotient (RQ). Der RQ ist das Verhältnis von CO_2 Ausscheidung und VO_2 Aufnahme und beträgt bei reiner Glucoseverbrennung 1,0 sowie reiner Fettverbrennung 0,7. Die aerobe Glucoseverbrennung ergibt eine 7-8% höhere Energieausbeute gegenüber der Fettverbrennung. Lässt im Wettkampf die Sauerstoffverfügbarkeit nach, dann muß er mehr Fette verbrennen und bewegt sich langsamer fort. Das Richtung des Stoffwechseltrainings wird in den einzelnen Trainingsbereichen entschieden. Während Belastungen im GA 1 Bereich bevorzugt den Fettstoffwechsel trainieren, führen intensive GA 2 Belastungen und Wettkämpfe zur überwiegenden Glycogenverwertung und demnach höherem Energiedurchsatz. Mit der alljährlichen Zunahme der Trainingsbelastung im Triathlon kam es zur Zunahme des Fettstoffwechsels bei deren energetischen Absicherung. Ein Belag dafür ist die Abnahme des RQ sowohl in der Vorbereitungs- als auch in der Wettkampfperiode (s. Abb. 14). Bei der Laufgeschwindigkeit von 18 km/h hat sich der Anteil des Fettstoffwechsels, beurteilt am RQ, verdoppelt.

Kennzeichen des erhöhten Fettstoffwechselanteils am Energiegewinn ist die Zunahme der Ausdauerstabilität und die verzögerte Ermüdung.

Zusammenfassung

Untersucht wurden 26 Leistungstriathleten, die mehrmals im Jahr regelmäßig zur sportartspezifischen Leistungsdiagnostik im Zeitraum von fünf Jahren kamen. Ausgehend von 700 Trainingsstunden im Jahr wurde die Belastung im Untersuchungszeitraum jährlich um ~10% gesteigert. Die bereits ausgebildeten Sportherzen erhöhten sich signifikant um 9,7%. Die leistungsrelevanten Messgrößen ($VO_2\text{max}$, vL_2 , PL_2 , Abbruchleistung, Abbruchgeschwindigkeit u.a.) nahmen in den 5 Jahren um 1-3% zu. Damit erwies sich deren durchschnittliche Zuwachsrate niedriger als erwartet. Im Einzelfall war die Zuwachsrate der Messgrößen höher. Als Messgröße mit der höchsten Validität zur 10 km Laufzeit konnte die Geschwindigkeit bei 2 mmol/l Laktat (vL_2) ermittelt werden. Um internationale Spitzenleistungen im Kurztriathlon zu erreichen, ist ein mehrjähriges Hochleistungstraining obligat. Die jährliche Leistungsverbesserung im Triathlon, die sich zwischen bei 0,5 –

3% bewegt, erfordert die Zunahme der physiologischen Leistungsgrundlagen in analoger Größenordnung.

LITERATUR

- BERBALK, A., KETTMANN, S., NEUMANN, G. & BUHL, H. (1991). Längsschnittanalyse leistungsdiagnostischer Parameter bei Straßenradsportlern. In: BERNETT, P. & JESCHKE, D. (Hrsg.) *Sport und Medizin. Pro und Contra*. S. 788-790. München: W. Zuckschwerdt.
- BOSCO, C., VIITISALO, J.T., KOMI, P.V., LUHTANEN, P. (1982). Combined effect of elastic energy and myoelectrical potentiation during stretch-shortening cycle. *Acta Physiol. Scand.* 114, 557-565.
- BOSCO, C., MONTANARI, G., RIBACCHI, R., GIOVENALI, P., LATTERI, F., IACHELLI, G., FAINA, M., COLLI, R., DAL MONTE, A., LA ROSA, M., CORTILI, G. & SAIBENE, F. (1987). Relationship between the efficiency of muscular work during jumping and the energetics of running. *Eur. J. Appl. Physiol.* 56, 138-143.
- DICKHUTH, H.-H., HUONKER, M., MÜNDEL, T., DREXLER, H., BERG, A., KEUL, J. (1991). Individual Anaerobic Threshold for Evaluation of competitive Athletes and patients with Left Ventricular Dysfunction. In: BACHL, N., GRAHAM, T.E., LÖLLGEN, H. : *Advances in Ergometry*. pp 173-179. Springer, Berlin.
- ENGELHARDT, M. & NEUMANN, G. (1994). *Sportmedizin*. München, BLV Verlag.
- GOHLITZ, D., ERNST, O. & CZEMPAS, M. (1996). Ansätze zur Erhöhung der Komplexität disziplinspezifischer Ausdauerstufenprogramme durch die Einbindung von Untersuchungsmethoden zur Bestimmung der Laufstruktur bei Triathleten und Langstreckenläufern des A- und B-Kaderkreises. In: ENGELHARDT, M., FRANZ, B., NEUMANN, G. & PFÜTZNER, A. (Hrsg.) 10. *Internationales Triathlon-Symposium Bad Endorf 1995*. Band 11, S.103-116. Hamburg: Czwalina.
- HECK, H. & ROSSKOPF, P. (1994). Grundlagen verschiedener Laktatschwellenkonzepte und ihre Bedeutung für die Trainingssteuerung. In: CLASING, D., WEICKER, H., BÖNING, D. (Hrsg.). *Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik*. S.111-131. Jena: G. Fischer.
- HOLLMANN, W. (1963). *Höchst- und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers*. München: J.A. Barth.
- HOLLMANN, W. & HETTINGER, T. (1990): *Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. Stuttgart: Schattauer.
- HOLLMANN, W. & HETTINGER, T. (2000): *Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen*. 4.Aufl. Stuttgart: Schattauer.
- HOWLEY, E. T., BASSET, D. R. & WELCH, H. G. (1995). Criteria for maximal oxygen uptake: Review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27, 1292-1301.
- KEUL, J., SIMON, G., BERG, A., DICKHUTH, H. H., GOERTLER, I. & KÜBEL, R. (1979). Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung. *Dtsch. Z. Sportmed.* 30, 212-218.
- MADER, A., LIESEN, H., HECK, H., PHILIPPI, H., ROST, R., SCHÜRCH, P. & HOLLMANN, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmed.* 27, 80-88.
- MADER, A. (1994). Die Komponenten der Stoffwechselleistung in den leichtathletischen Ausdauerdisziplinen- Bedeutung für die Wettkampfleistung und Möglichkeiten zu ihrer Bestimmung. In: TSCHIENE, P. (Hrsg.). *Neue Tendenzen im Ausdauertraining. Informationen zum Leistungssport* Bd. 12, S.127-211. Deutscher Sportbund und Bundesausschuß Leistungssport, Frankfurt
- MITCHELL, J. H. (1990). Neural control of the circulation during exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22,141-153

- MORGAN, D.W. & CRAIB, M. (1992). Physiological aspects of running economy. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24, 456-461
- NEUMANN, G. & SCHÜLER, K.-D. (1994). *Sportmedizinische Funktionsdiagnostik*. 2. Aufl. Leipzig: J. A. Barth.
- NEUMANN, G. & BERBALK, A. (1991). Umstellung und Anpassung des Organismus – grundlegende Voraussetzung der sportlichen Leistungsfähigkeit. In: BERNETT, P. & JESCHKE, D. (Hrsg.). *Sport und Medizin Pro und Contra*. S.415-419. München: W. Zuckschwerdt.
- NEUMANN, G., BERBALK, A. & GOHLITZ, D. (1999). Atemgasanalyse im Leistungssport. *Z. Angewandte Trainingswissenschaft (IAT Leipzig)* 6, 9-43.
- NEUMANN, G. & GOHLITZ, D. (1996). Trainingssteuerung im leichtathletischen Lauf mittels disziplinspezifischer Ausdauerstufentests. *Leistungssport* 26, 63-67.
- NEUMANN, G., BERBALK, A. & GOHLITZ, D. (1999). Atemgasanalyse im Leistungssport. *Z. Angewandte Trainingswissenschaft (IAT, Leipzig)* 6, 9-43.
- NEUMANN, G., PFÜTZNER, A. & BERBALK, A. (2001). *Optimiertes Ausdauertraining*. 3. Aufl. Aachen: Meyer & Meyer.
- PANSOLD, B., ROTH, W. & ZINNER, J. (1982). Die Laktat-Leistungs-Kurve - ein Grundprinzip sportmedizinischer Leistungsdiagnostik. *Med. und Sport (Berlin)* 22,107-111.
- PFÜTZNER, A. & ERNST, O. (2000). Ein Jahr vor den Olympischen Spielen in Sydney-Eine Standortbestimmung im Triathlon. In: ENGELHARDT, M., FRANZ, B., NEUMANN, G. & PFÜTZNER, A.(Hrsg.) *14. Internationales Triathlon-Symposium Xanten 1999*. Band 14, S.7-25, Hamburg: Czwalina.
- RÖCKER, K., SCHOTTE, O., NIESS, A., HEITKAMP, H.C. & DICKHUTH, H.-H. (1997). Laufbandtestdaten und Wettkampfprognosen für den Langstreckenlauf. *Dtsch. Z. Sportmed.* 48, 315-323.
- SCINNER, J.S. & McLELLAN, T.M. (1980). The transition from aerobic to anaerobic metabolism. *Res. Exerc. Sport* 51, 234-248.
- SIMON, C. (1998). Zur Effizienz und Ökonomie des Mittel- und Langstreckenlaufs. *Bundesinstitut für Sportwissenschaft 1 (1998)*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- SIMON, G., BERG, A., DICKHUTH, H. H., SIMON, A. & KEUL, J. (1981). Bestimmung der anaeroben Schwelle in Abhängigkeit von Alter und von der Leistungsfähigkeit. *Dtsch. Z. Sportmed.* 32, 7-12.
- SJÖDIN, B. JACOBS, J. & SVEDENHAG, J. (1982). Changes in onset of blood lactate accumulation (OBLA) and muscle enzymes after training at OBLA. *Eur. J. Appl. Physiol.* 49, 45-57.
- STEGMANN, H., KINDERMANN & SCHNABEL, A. (1981). Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. *Int. J. Sports Med.* 2, 160-165.
- WASSERMAN, K., WHIPP, B.J., KOYAL, S. N. & BEAVER W. L. (1973). Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J. Appl. Physiol.* 35, 236-343.

Belastung – Beanspruchung – Techniktraining: Biomechanische Grundlagen für die Trainingspraxis

Wolfram Müller

Vorbemerkungen:

Literatur:

Lehrbücher für Medizinische Physik:

Kamke, Walcher: Physik für Mediziner; Teubner 1994, 95-109

Fercher: Medizinische Physik, Springer

Physikalische Literatur:

Bergmann, Schäfer: Lehrbuch der Experimentalphysik, Bd. 1, de Gruyter, 1974, Kap. 5, 230-253

Gerthsen: Physik, Springer, 1995, Kap. 3.4, 130-135

Weiterführende Literatur zur Biomechanik:

Nigg, Herzog: Biomechanics, Wiley, 1999

Özkaya, Nordin: Fundamentals of Biomechanics Springer, 1999

Chapman: Biomechanical Analysis of Fundamental Human Movements

Humphrey, Delange: Biomechanics, Springer, 2004

Biomechanische Grundlagen:

Kräfteaddition und Kräftezerlegung anhand von Beispielen

Kräftegleichgewicht

Drehmomentgleichgewicht

Kräftepaar

Schwerpunkt, Massenmittelpunkt, Standfestigkeit

Dehnung, Scherung und Torsion fester Stoffe

Elastische Beanspruchung der Materie

Spannung und Druck

Einheiten von Spannung und Druck

Hooksches Gesetz

Elastizitätsmodul

Schermodul (Torsionsmodul)

Elastizität, Plastizität, Viskosität,

Bruchspannung

Biegebelastung

Neutrale Faser

Elastische Eigenschaften von Biomaterialien (Beispiele)

Beispiele des Spannungs- und Dehnungszustandes im menschlichen Körper

Mechanische Beanspruchung von Gelenken: Beispiele Hüftgelenk, Kniegelenk.

Statische und dynamische Belastungen im Sport:

Biomechanische Modelle

Kräfte bei Sprüngen und Landungen

Heben von Gewichten

Beweglichkeit

Technisch optimale Ausführung von Bewegungen im Hinblick auf minimale Belastungen.

Beispiele sportlicher Bewegungsabläufe

Sportunfälle (Beispiele)

Teil A: Biomechanische Grundlagen

KRÄFTE UND DREHMOMENTE

Statik:

a) KRÄFTEGLEICHGEWICHT

$$\sum \vec{F}_i = 0$$

b) DREHMOMENTGLEICHGEWICHT

$$\sum \vec{M}_i = 0$$

ELASTOMECHANIK:

a) BEISPIELE ZU SPANNUNG UND DEHNUNG :

Hookesches Gesetz: Gilt für Fälle in denen die Dehnung (relative Längenänderung) proportional zur Spannung (Kraft pro Fläche) ist.

Ein Stahldraht ($E = 200 \text{ GPa}$) mit 0,3 mm Durchmesser und 10 m Länge wird mit einer Masse von 2 kg belastet. Wie groß ist die Dehnung Δl und die relative Dehnung ε ?

$$\begin{aligned}\varepsilon &= \frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F}{A} = \\ &= \frac{1}{200 \cdot 10^9} \cdot \frac{2 \cdot 9,81}{(0,15 \cdot 10^{-3})^2 \pi} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 10^{11}} \cdot \frac{19,6}{7,065 \cdot 10^{-8}} = \\ &= \frac{1}{2 \cdot 10^{11}} \cdot 2,8 \cdot 10^8 = 1,4 \cdot 10^{-3}\end{aligned}$$

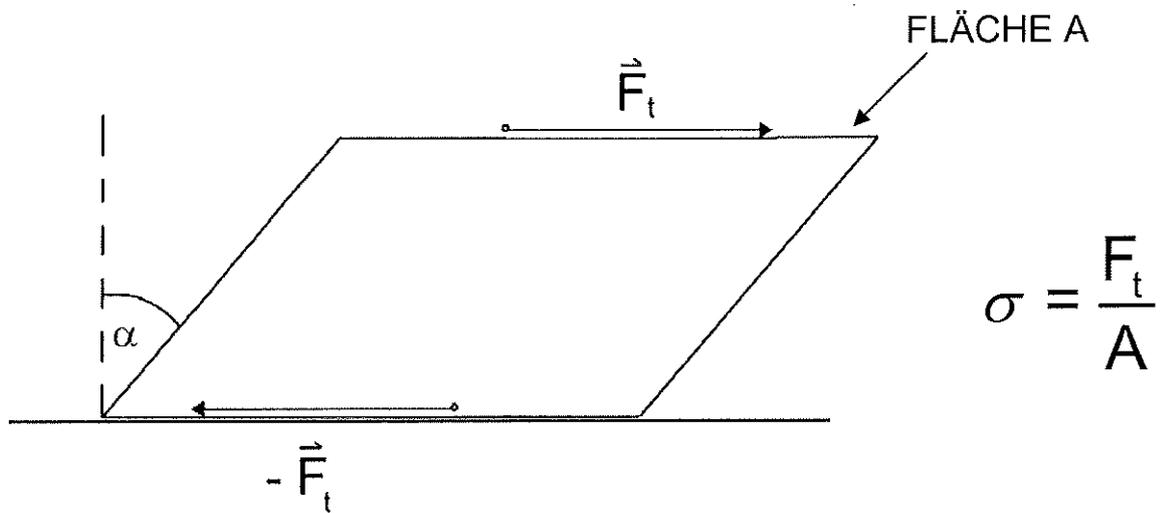
$$\underline{\underline{\varepsilon}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \hat{=} \underline{\underline{0,14\%}}$$

$$\underline{\underline{\Delta l}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 10 \text{ m} = 0,014 \text{ m} \hat{=} 14 \text{ mm}$$

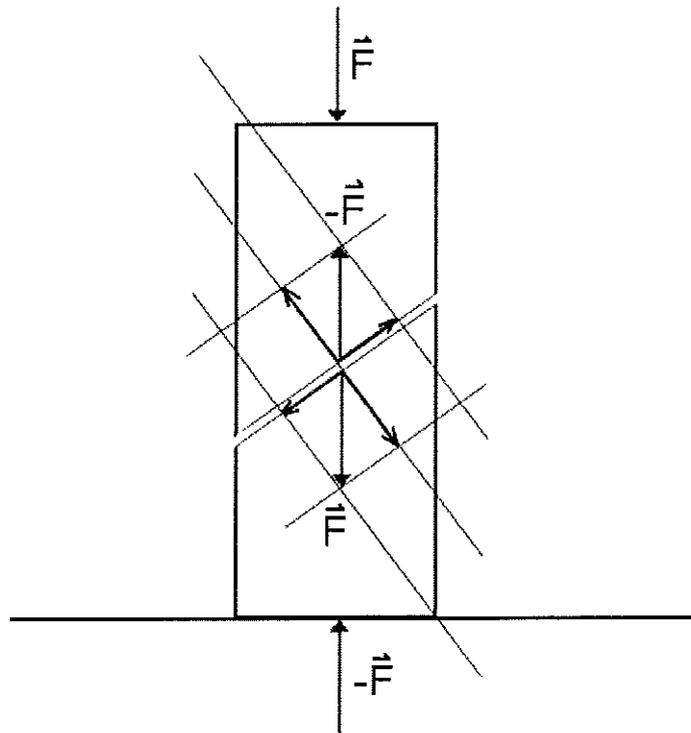
$$\underline{\underline{\sigma}} = 2,8 \cdot 10^8 \text{ Pa} \quad (\sigma_B = 9,8 \cdot 10^8 \text{ Pa})$$

Da σ kleiner als σ_B (Bruchspannung) ist, kann der Faden das Gewicht tragen.

b) SCHERUNG



$$\alpha = \frac{1}{G} \tau$$



c) DRILLUNG ODER TORSION

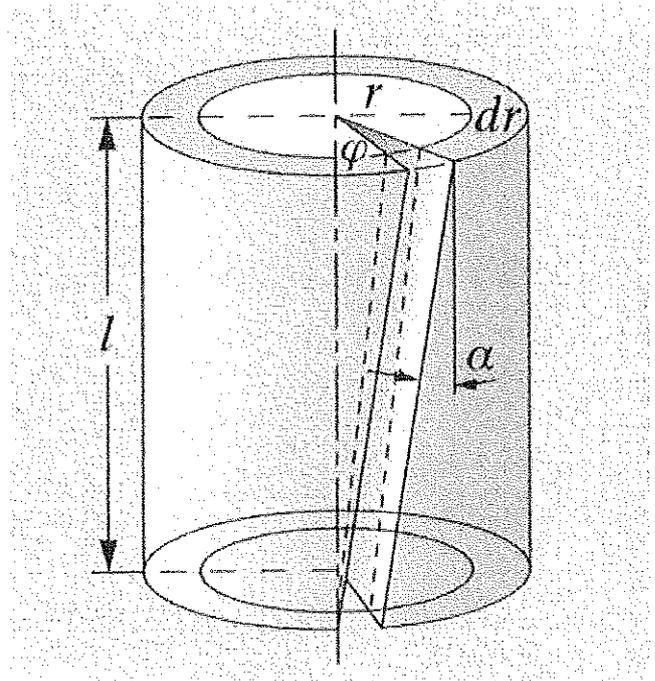
Wenn auf einen einseitig eingespannten Stab ein Drehmoment ($\vec{M} = \vec{r} \times \vec{F}$) wirkt, das ihn um seine Längsachse zu drehen versucht (Drehmomentvektor zeigt in die Längsrichtung des Stabes; Rechtsschraubenregel), muss diesem Druckmoment durch ein Drehmoment der Einspannung das Gleichgewicht gehalten werden (Bedingung für statischen Zustand). Zerlegt man gedanklich den Zylinder in schmale Längsstreifen, erkennt man, dass diese Längsstreifen bei Torsion seitlich verschoben werden, das Material also auf Scherung beansprucht wird.

Daher bestimmt der Scherungsmodul G (auch Torsionsmodul genannt) bei gegebenem Drehmoment M und gegebener Abmessung des Stabes (Länge l und Radius R) die Größe des Drillwinkels Φ (in **rad**ant):

Bsp.:

Welches Drehmoment M_1 ist erforderlich, um einen Stahlstab (Zylinder) mit einem Durchmesser von 10 mm und einer Länge von 500 mm um 10° zu verdrehen

$$\begin{aligned}
 M &= \phi \frac{\pi R^4 G}{2l} = \\
 &= 0,175 \cdot \frac{\pi (5 \cdot 10^{-3})^4 \cdot 8 \cdot 10^{10}}{1} = \\
 &= \underline{\underline{27,5 Nm}}
 \end{aligned}$$



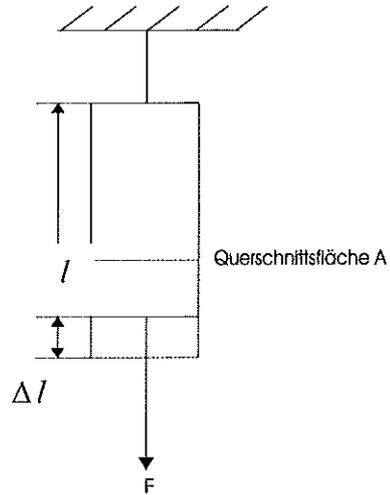
$$\phi = \frac{2}{\pi} \frac{1}{G} l \frac{1}{R^4} M$$

MATERIALIEN ZUR ELASTOMECHANIK

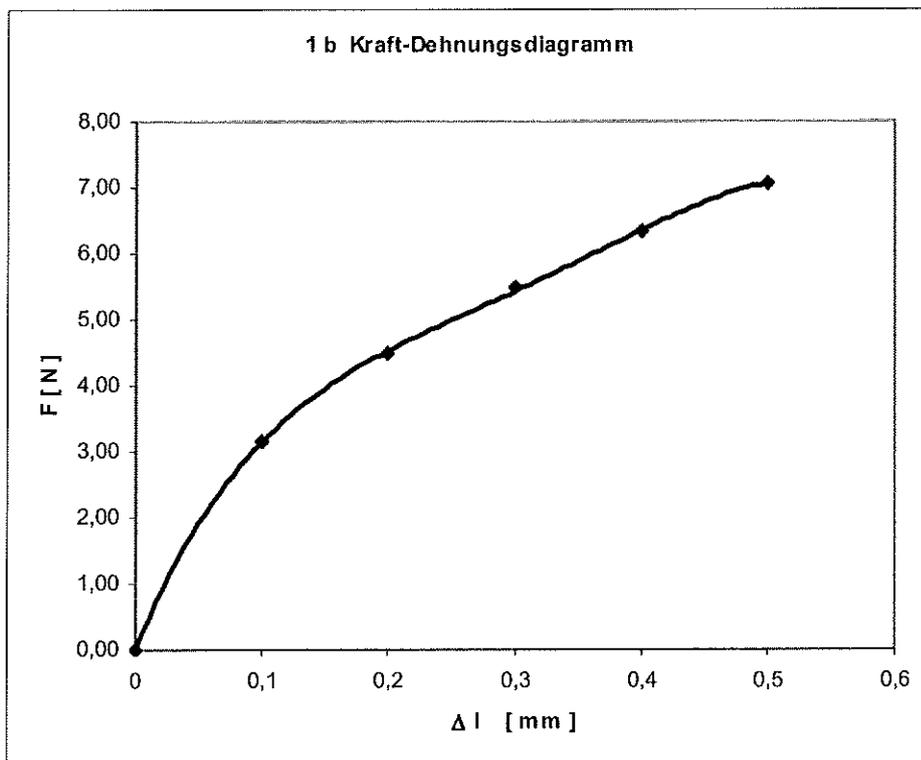
Verhalten verformbarer Körper

Abb. 1

a) Dehnung bei axialer Belastung



b) Kraft-Dehnungs-Diagramm



c) Spannungs-Dehnungs-Diagramm (zu 3.1.b mit $A = 1 \text{ mm}^2$)
 relative Dehnung $\varepsilon = \Delta l / l$; Spannung $\sigma = F / A \quad [1 \text{ N/m}^2] = [1 \text{ Pa}]$

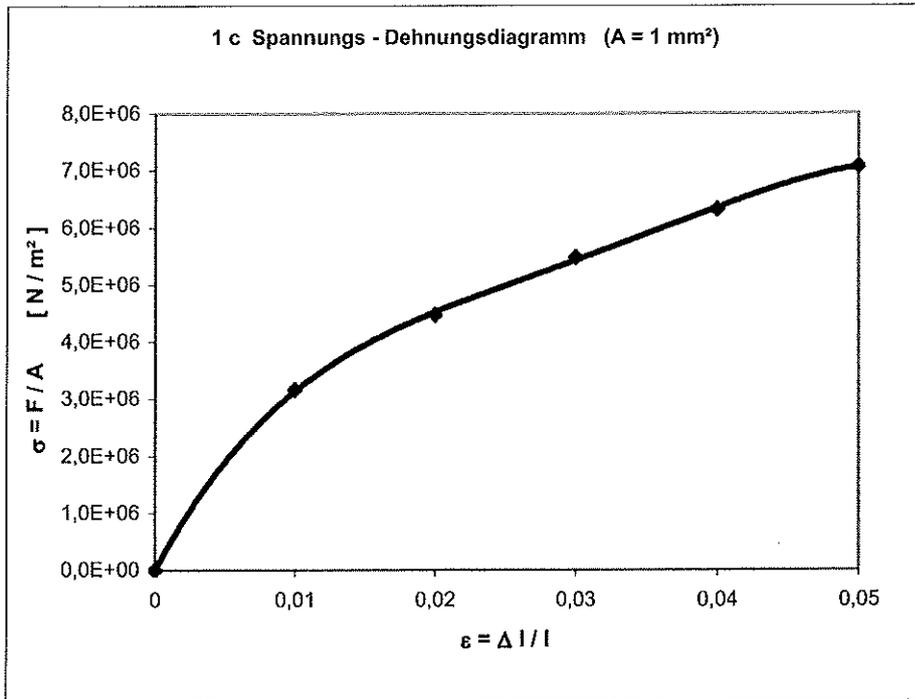
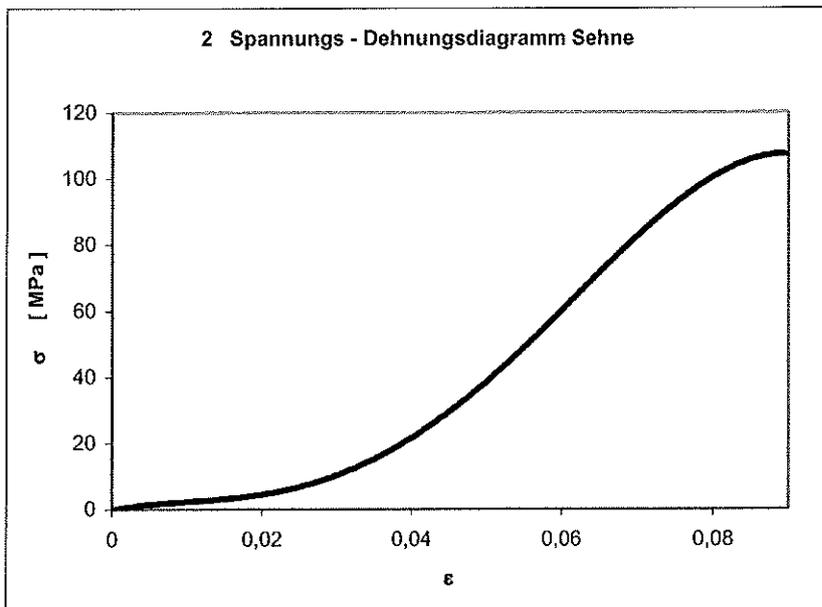


Abb. 2
 Eine typische Spannungs-Dehnungs-Kurve für eine Sehne



Der Elastizitätsmodul ist die Steigung der $\sigma - \varepsilon$ - Kurve: $E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon}$

Für den (annähernd) linearen Bereich ($0,03 \leq \varepsilon \leq 0,07$) findet man

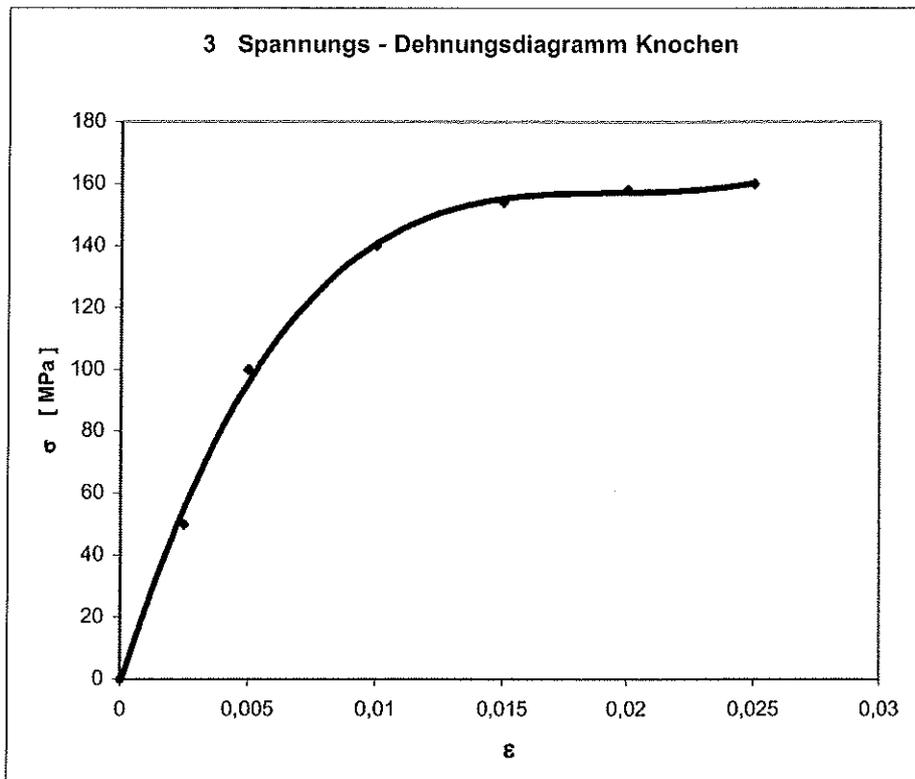
$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\varepsilon_2 - \varepsilon_1} = \frac{85 \cdot 10^6 - 10 \cdot 10^6}{0,07 - 0,03} =$$

$$= 1,9 \cdot 10^9 \text{ Pa} = 1,9 \text{ GP} =$$

$$= 1,9 \cdot 10^4 \text{ bar} = 19 \text{ kbar}$$

Abb. 3

Eine typisches Spannungs-Dehnungsdiagramm für Knochen (cortical bone)

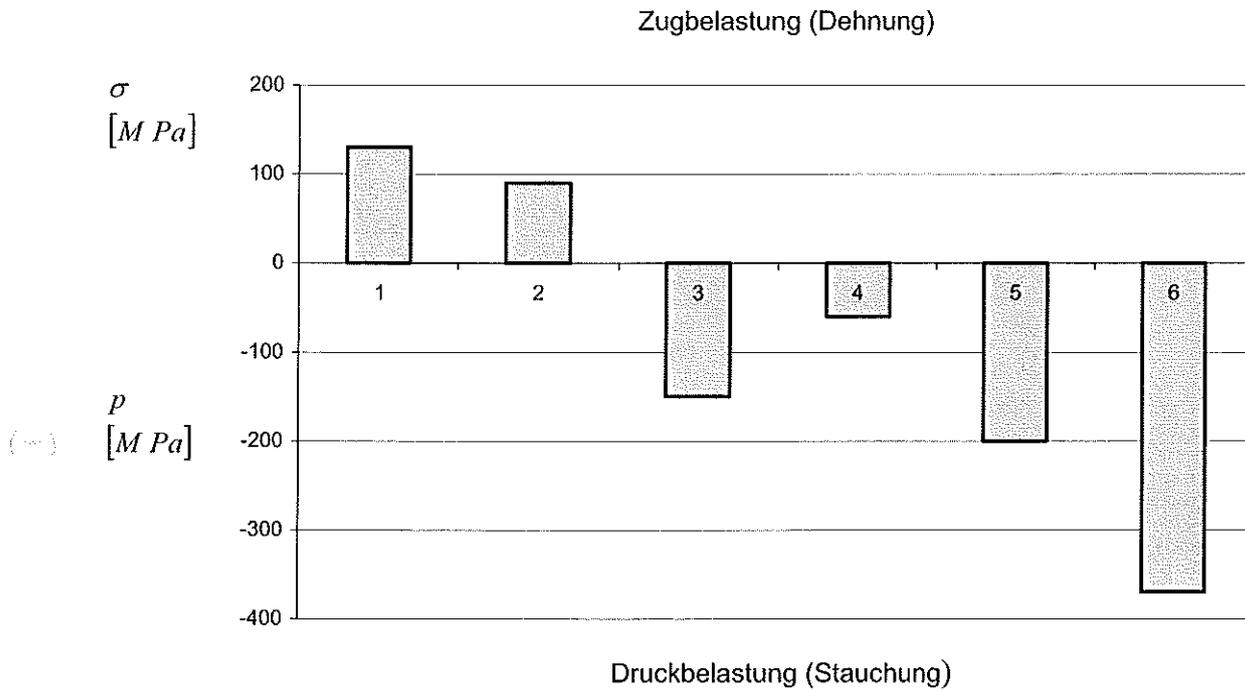


Man berechne den Elastizitätsmodul E für den linearen Bereich

$$\Delta \varepsilon = \frac{1}{E} \Delta \sigma$$

$$E = \frac{\Delta \sigma}{\Delta \varepsilon} = \frac{100 \cdot 10^6}{0,005} = 20 \text{ GPa}$$

Abb. 4
Typische Bruchbelastungen (Mittelwerte)



Zugbeanspruchung (σ_B in MPa):

1 Femur: $\sigma_B = 80 - 150$

2 Sehne: $\sigma_B = 90$

Druckbeanspruchung (p_B in MPa):

3 Femur: $|p_B| = 130 - 180$

4 Holz (Eiche): $|p_B| = 40 - 80$

5 Granit: $|p_B| = 200$

6 Stahl: $|p_B| = 370$

Mechanische Eigenschaften des Knochens:

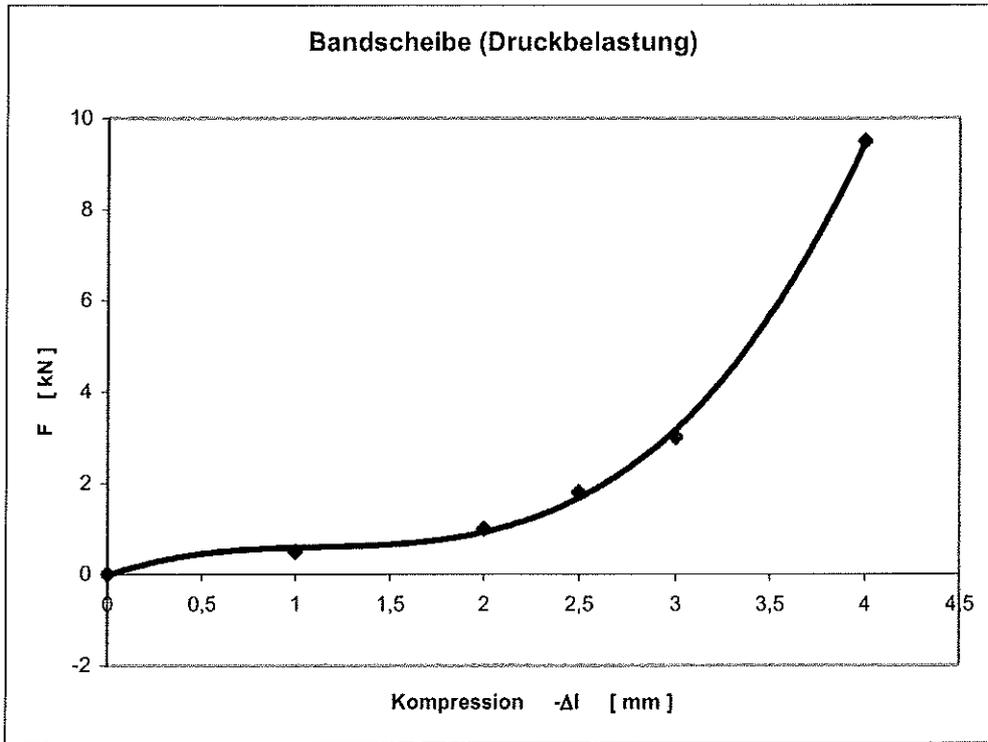
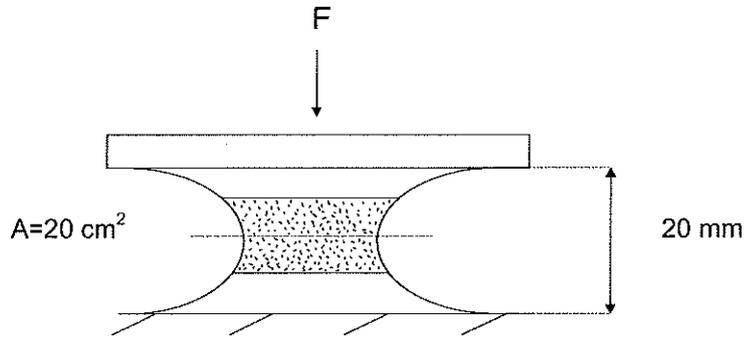
Dichte $\sigma = 1700 - 2000 \frac{kg}{m^3}$ (cortical bone)

Elastizitätsmodul E: 5 bis 28 GPa

Abb. 5

Typisches Druck-Stauchungs-Verhalten eines Elementes der Wirbelsäule

(schematische Zeichnung eines Wirbelelementes)



F [kN]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p = \frac{F}{A} = \frac{F}{20 \cdot 10^{-4}} \left[\frac{N}{m^2} \right]$	$5 \cdot 10^5$	10^6	$15 \cdot 10^5$	$2 \cdot 10^6$	$20 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^6$	$35 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^6$	$45 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^6$
p [bar] $1 \text{ bar} = 10^5 \frac{N}{m^2}$	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50

Ein plastischer Anteil der Stauchung bleibt nach Entlastung bestehen und verschwindet dann langsam.

Tabelle 1

Elastomechanische Kenngrößen einiger Stoffe

Material	E [G Pa]	G [G Pa]	μ	σ_F [G Pa]	ϵ_B [G Pa]
V2AStahl (Cr, Ni)	195	80	0,28	0,7	0,45
CrV-Federstahl	212	80	0,28	1,55	0,05
Al rein, weich	72	27	0,34	0,013	0,5
Duraluminium	77	27	0,34	0,5	0,04
Gummi bei ($\sigma < 10^5$ Pa)**	0,001		0,5		
Haar d. Menschen	3,6				
Bandscheibe*	0,005				
Knochen	5 - 28				

** Gummi zeigt ausgeprägte Abweichungen vom Hook'schen Gesetz, daher ist E abhängig vom jeweiligen Dehnungszustand.

* Druckbelastung im Hook'schen Bereich

E Elastizitätsmodul

G Torsionsmodul

μ Poisson'sche Querkontraktionszahl

σ_F Zug- bzw. Druckfestigkeit

ϵ_B Bruchdehnung

Teil B: Extreme Belastungen im Sport
Diskussion von Beispielen
Technikoptimierung



Photo: W. Müller (Aerial Jumpig; Olympic Venue in Salt Lake City)

Im Teil B wird an Hand von Beispielen der besondere Stellenwert des Techniktrainings vor dem Hintergrund der Leistungsoptimierung und der Beanspruchungsreduktion erörtert.

Ausgangspunkte bilden Bildreihen und Videosequenzen aus dem Leistungs- und Spitzensport.

Workshop: Belastungsverträglichkeit
Referent: Erwin Reiterer



Abb. Tittel 2003

Veranstaltet von der Österreichischen Bundes-Sportorganisation (BSO)
mit Unterstützung des BKA.

BUNDESKANZLERAMT ■ SPORT

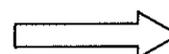


ZIEL



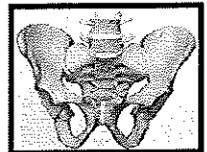
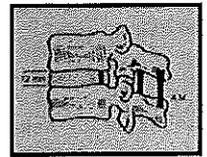
Entwicklung einer Kraftgymnastik zur Reduktion von Ausweichbewegungen!

- Krafttransfer [Leistungsoptimierung]
- Verletzungstechnische Auswirkungen



Häufige Verletzungsbereiche

- **Fußgelenk** [Bänderverletzungen, Fußschwächen]
- **Wirbelsäule** [LWS, LWS Übergang BWS, BWS ⇒ Verschiebungen der Wirbelkörper, Bandscheiben, Wirbelgelenke - Diskordanz]
- **Kniegelenk** [Bänderverletzungen, menisci]
- **Hüftgelenk** [Leisten, Abnützungserscheinungen]
- **Übergang Rumpf – Beine** [Kreuz – Darmbein – Gelenk]
- **Schulter** [“dynamische” Schulterstabilisation]



Facettengelenke [Wirbelgelenke]

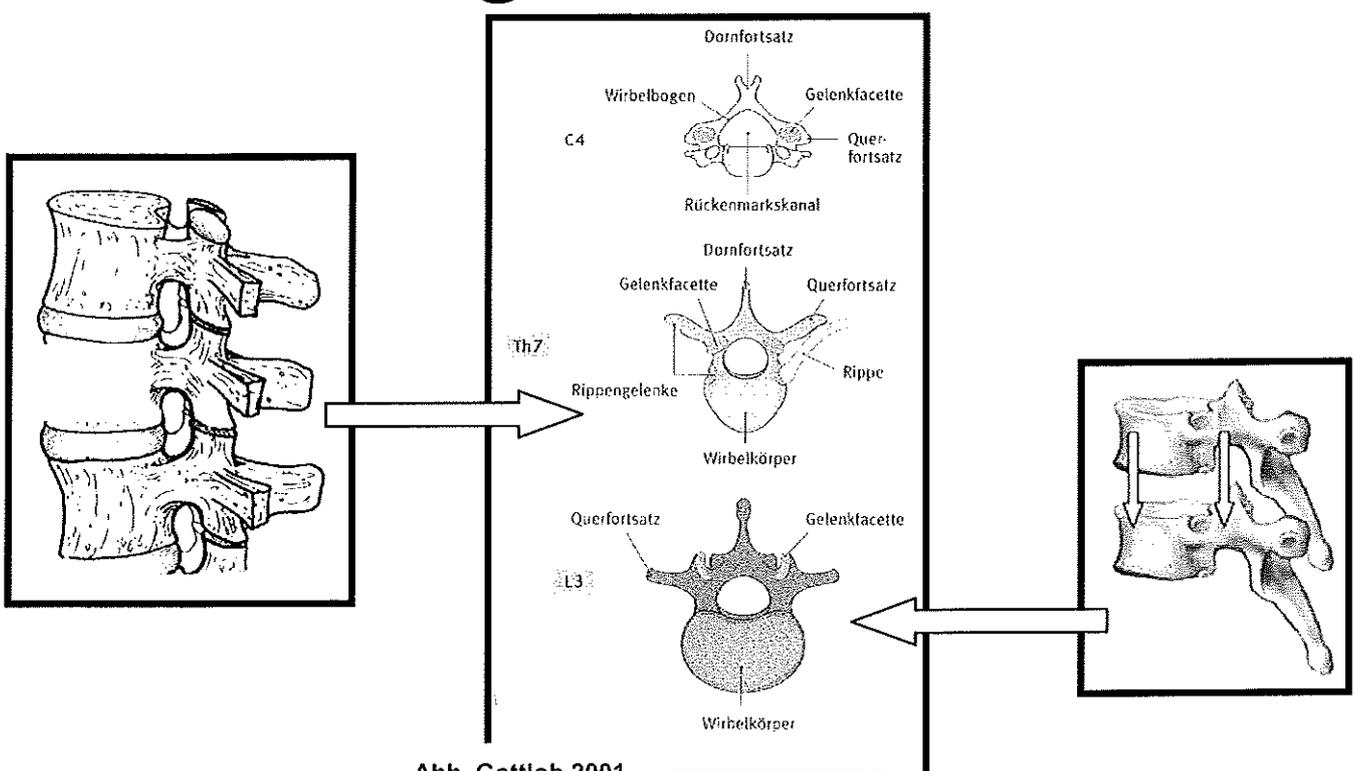


Abb. Gottlob 2001

Kreuz – Darmbein – Gelenk

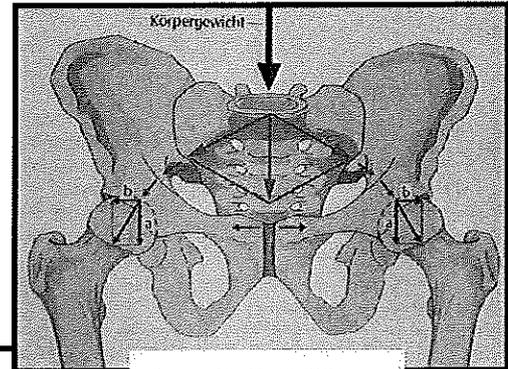
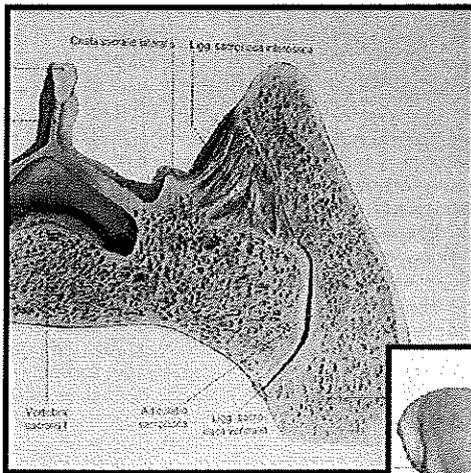
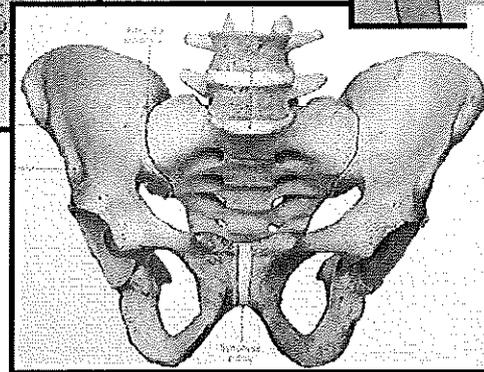


Abb. Gottlob 2001



Training der Belastungsverträglichkeit

- „Sprunghafte“ Steigerung von Intensität u. Umfang
- Prävention/Sekundärprävention
- Können wir etwas „falsch“ machen?
- Sind dafür **zusätzliche Trainingseinheiten** notwendig? ⇒

Systematisierung des Krafttrainings

Kraftgymnastik

Training der Belastungsverträglichkeit

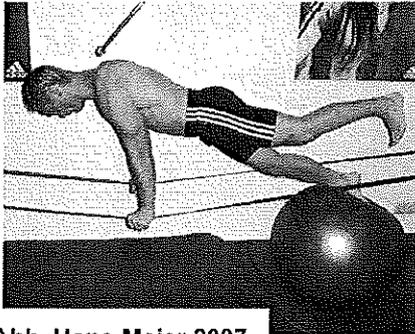
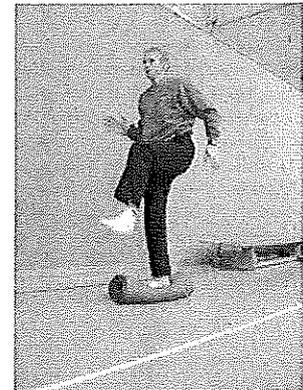
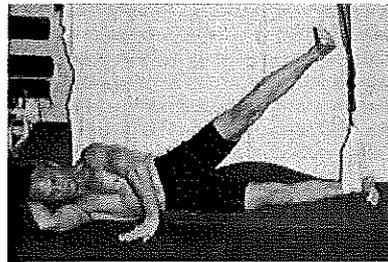


Abb. Hape Meier 2007



Training auf labilen und instabilen Unterstützungsflächen

Vorteile der koordinativ – orientierten Vorgangsweise [Kraftgymnastik]

- keine zusätzlichen Trainingsbelastungen
- kann teilw. in das „warm – up“ integriert werden
- keine übermäßige konditionelle Belastung ⇒ koordinativer Weg
- **2 x pro Woche a` 30 Minuten**
- **Prävention/Sekundärprävention**
- **Leistungsverbesserung [Kraftoutput, Schnelligkeit]**



KOORDINATION und Leistungsoptimierung?

Intermuskuläre Koordination

..... bezeichnet das Zusammenspiel der an einer bestimmten Bewegung beteiligten Muskeln [auch zeitlich gesehen], unter Einbeziehung interner und externer Rückmeldesysteme [Afferenzsysteme].

- Zusammenspiel [Agonisten]
- Entspannungsfähigkeit der Antagonisten [teilw. Spannung der Antagonisten ⇒ Stabilisation]
- Interne und externe Rückmeldesysteme →

Rückmeldesysteme/Rezeptoren ["Fühler"]

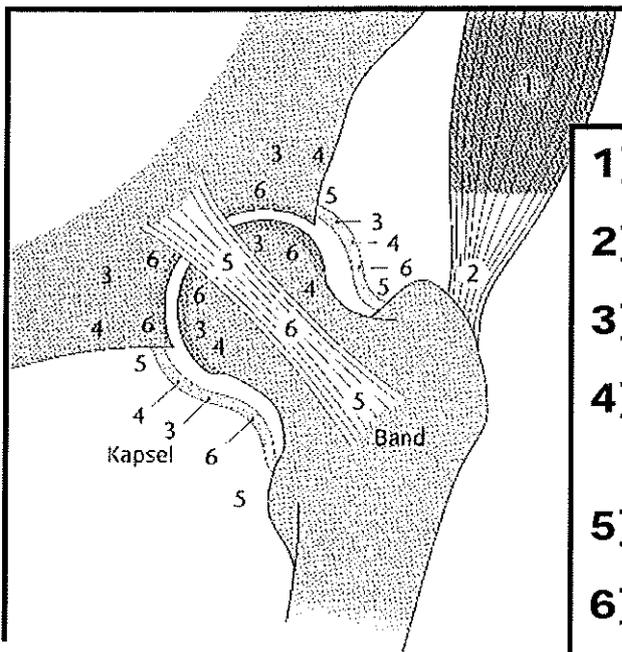


Abb. Gottlob 2001

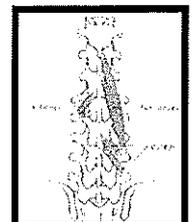
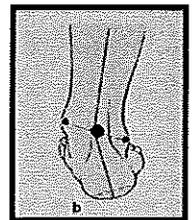
- 1] Muskelrezeptoren
 - 2] Sehnenrezeptoren
 - 3] Gelenksrezeptoren
 - 4] Bewegungs- und Beschleunigungsmelder
 - 5] Endbewegungsmelder
 - 6] Schmerzrezeptoren
- Hautrezeptoren

Training auf labilen und instabilen Unterstützungsflächen

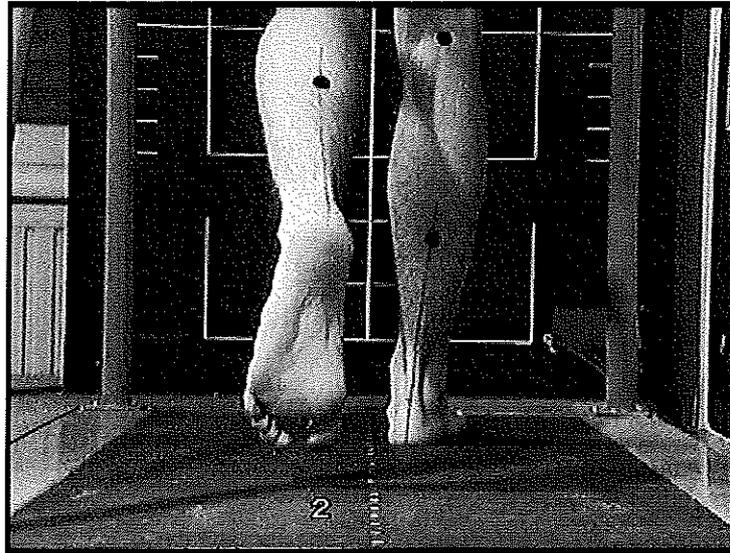
- **Sensitivierung** ⇒ **Optimierung der Bewegungspräzision!**
- **Unterschiede in der Bewegungsausführung** erkennen ⇒ als Voraussetzung für Bewegungserwerb - u. Optimierungsprozesse!
- **Sturzprophylaxe** ⇒ „Früherkennung“ und „genug Zeit“ für mögliche Ausgleichsbewegungen!

Training auf labilen und instabilen Unterstützungsflächen

- Aufbau der **Fußgelenks- und Fußgewölbemuskulatur** ⇒ Körperstatik
- **Antizipation** [Bewegungen – Vorwegnehmen] wird möglich!
- **Nach Verletzungen** ⇒ **„Wiedererlangen“** der Bewegungspräzision über Sensitivierungsprozesse!
- **„Feed forward – System“** u. **„lokale Stabilisation“**



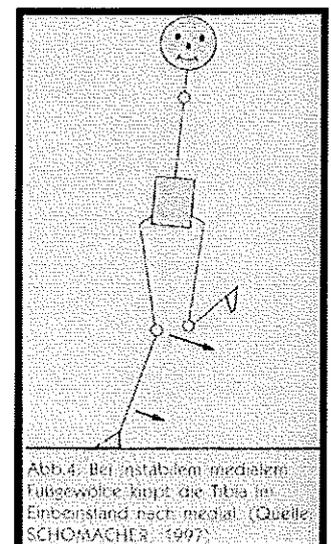
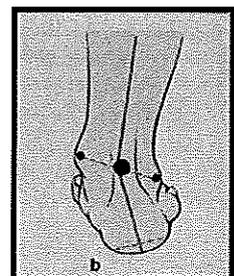
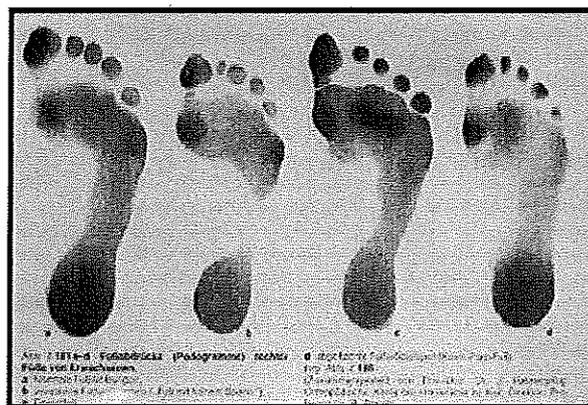
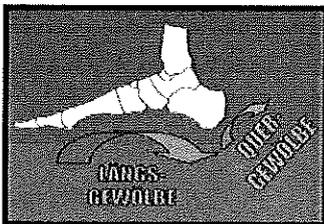
Fußgelenksproblematik



Erwin Reiterer

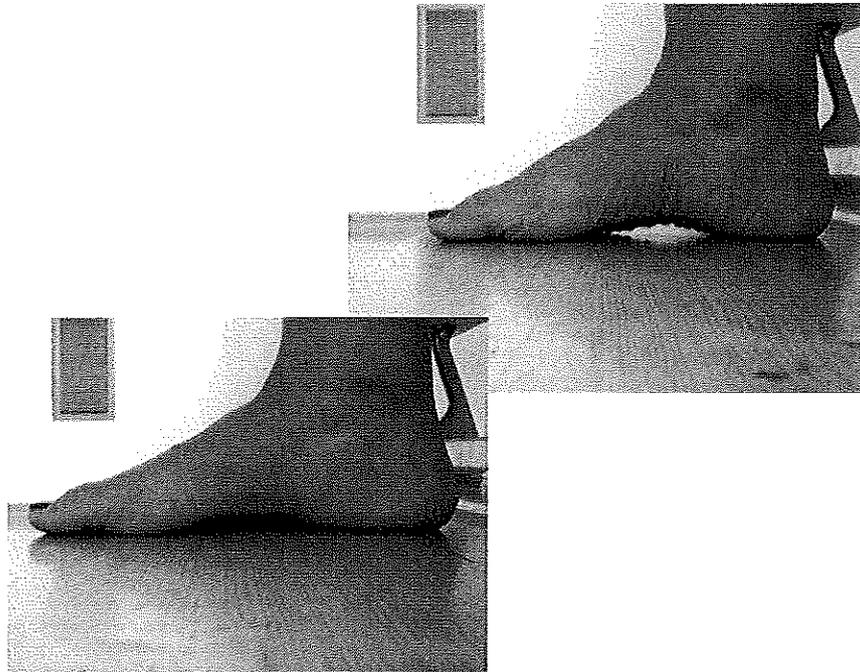
13

Fußgewölbe



- Mögliche trainingsmethodische Vorgangsweise:
 - orthopädischer Check
 - Einlagen
 - Fußstabilisationstraining [u.a. Balancetraining, „aktiver“ Fuß]

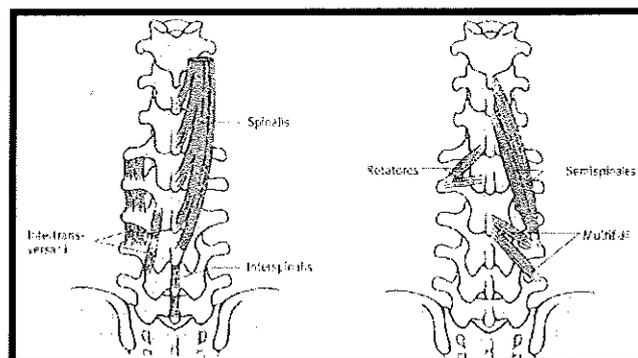
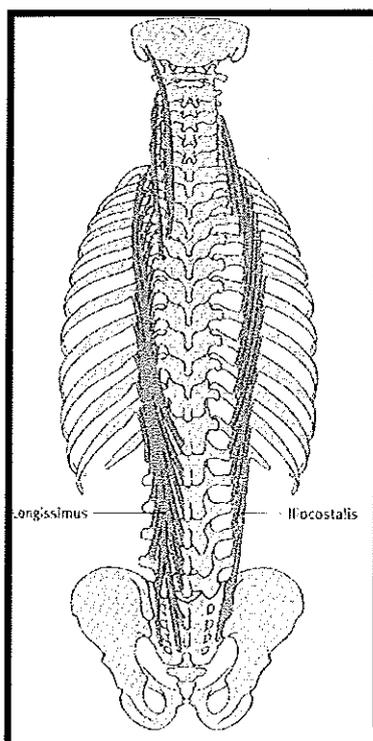
Fußgewölbe – „aktiver“ Fuß



Erwin Reiterer

15

Rückenstrecker/lokale Stabilisatoren



„Prä - aktivierte Muskelkontrolle in Erwartung auf Belastung oder einer folgenden Handlung!“ [Hape Meier, 2008]

Abb. Gottlob 2001

Training auf labilen und instabilen Unterstüztungsflächen

- Erhöhung der **Explosivkraft** ⇒
Absprungsituation/Dynamik

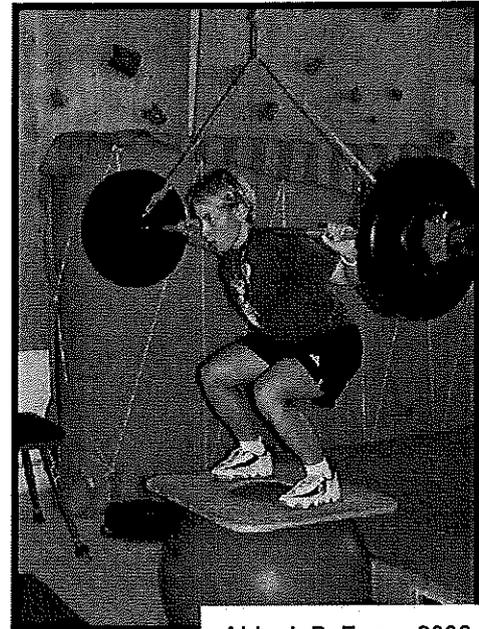
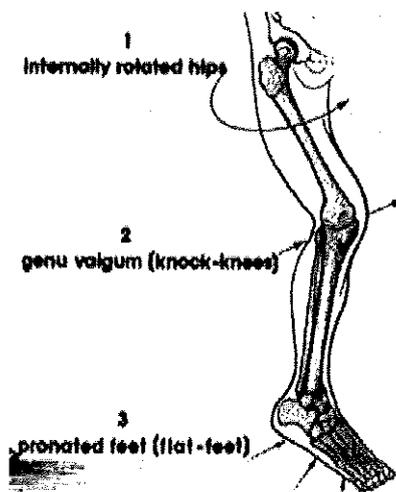


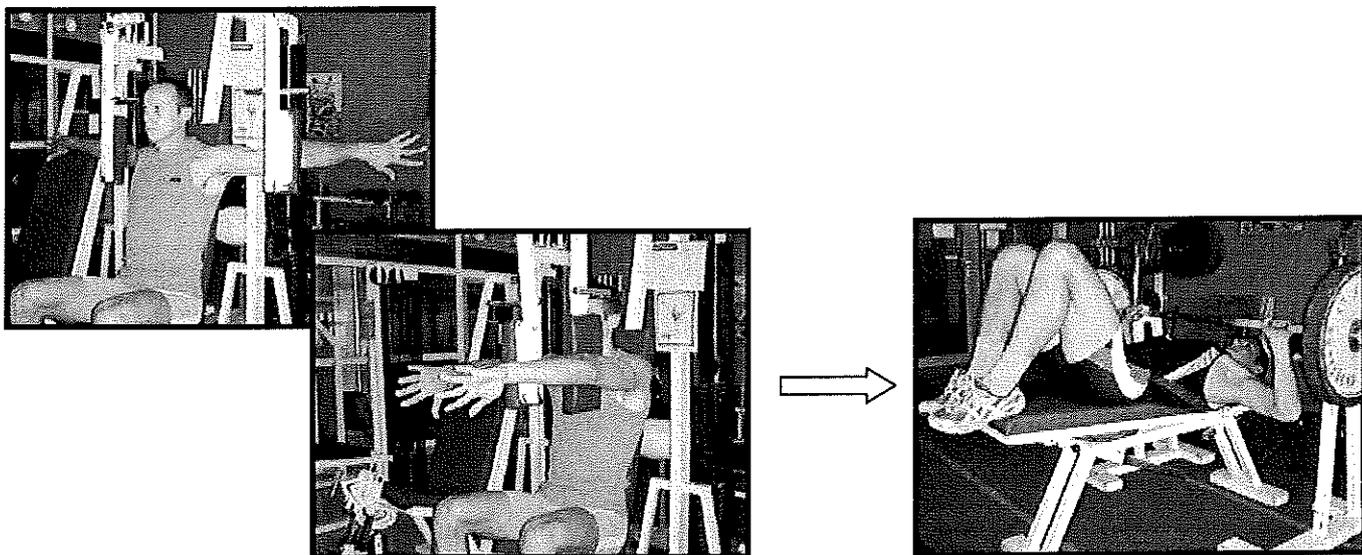
Abb. J. P. Egger 2006

Häufige Verletzungsbereiche



- ✓ **Fußgelenk** [Bänderverletzungen, Fußschwächen]
- ✓ **Wirbelsäule** [LWS, LWS Übergang BWS, BWS ⇒ Verschiebungen der Wirbelkörper, Bandscheiben, Wirbelgelenke - Diskordanz]
- **Kniegelenk** [Bänderverletzungen, menisci]
- **Hüftgelenk** [Leisten, Abnützungserscheinungen]
- **Übergang Rumpf – Beine** [Kreuz – Darmbein – Gelenk]
- **Schulter** [“dynamische“ Schulterstabilisation]

FRM – „full range of motion“



Erwin Reiterer

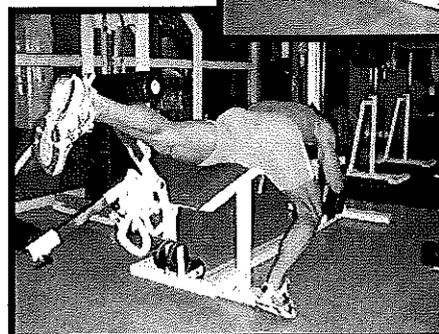
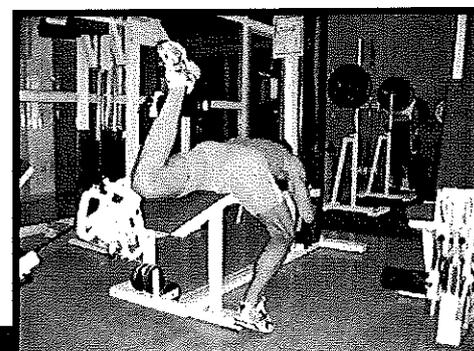
19

FRM – „full range of motion“

Vorteile des FRM – Trainings

[dynamische vs. statische Belastungen]

- Muskelstrukturen passen sich den „endgradigen“ Gelenks – bewegungen an!
- Ausformung einer **gleichförmigen** u. **druckfesten** Knorpelschicht
- Adaptionen am Kapselapparat
- Dynamische Stabilisation bei Erhalt der Mobilisation!



Erwin Reiterer

20

Gelenkscapsel

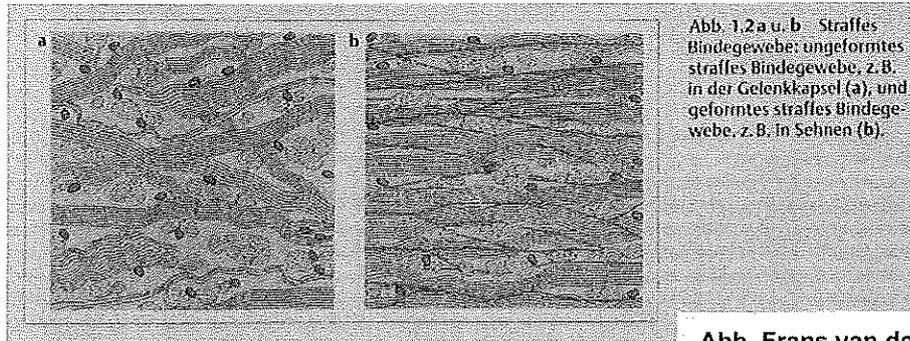


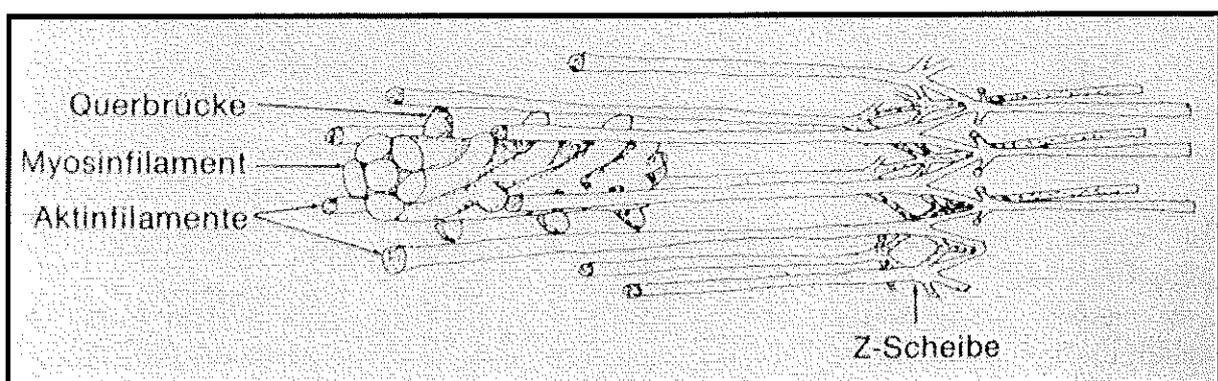
Abb. Frans van den Berg 2003

- ungeformtes straffes BG durch Krafttg.
Ausrichtung der Fasern \implies interkapsuläre Bänder
- BG u. Erhöhung der Belastungsverträglichkeit

FRM – „full range of motion“

Die Längsstruktur des Muskels ist im wesentlichen durch die Anzahl der Sarkomere bestimmt.

Die Anzahl der Sarkomere ist nicht fixiert und passt sich im Bedarfsfall an „spezifische“ Winkelstellungen – unter der Prämisse der „günstigsten“ Kraftübertragung – an!



„Einbeinige“ Stützsituation

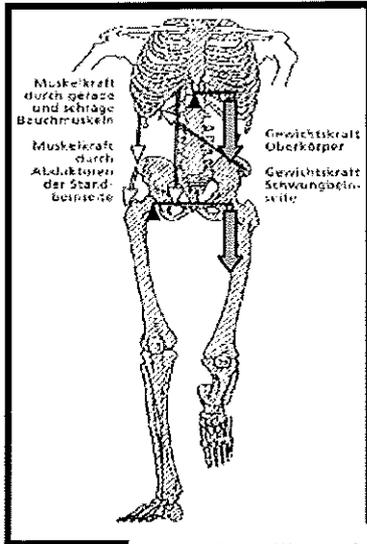
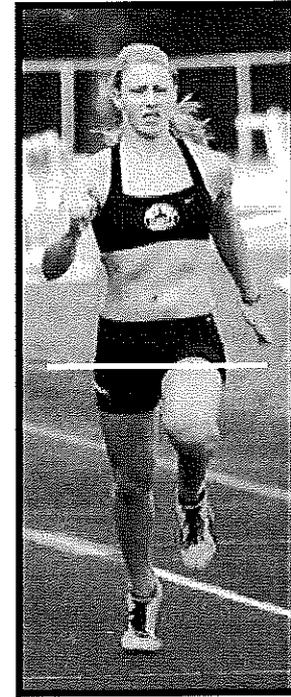
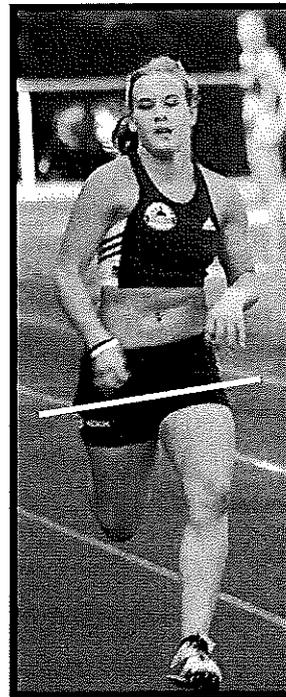


Abb. Schöllhorn 2003



Stützphase

- Leistungsminimierende Auswirkungen

➡ **Bodenreaktionskraft**

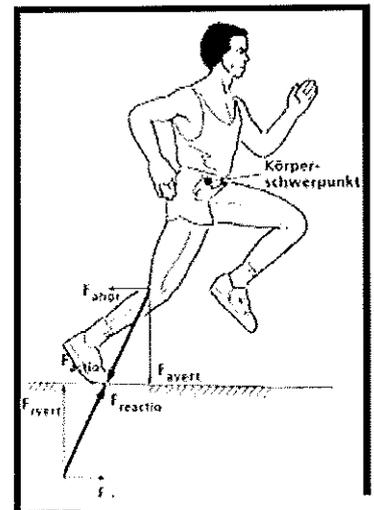
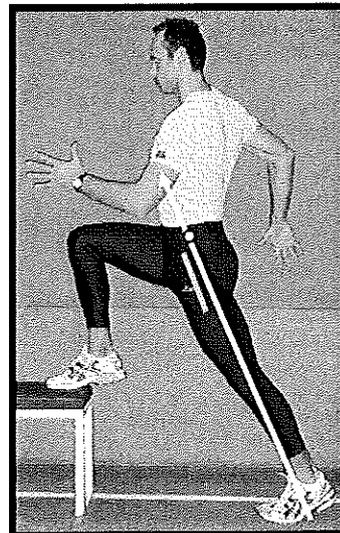
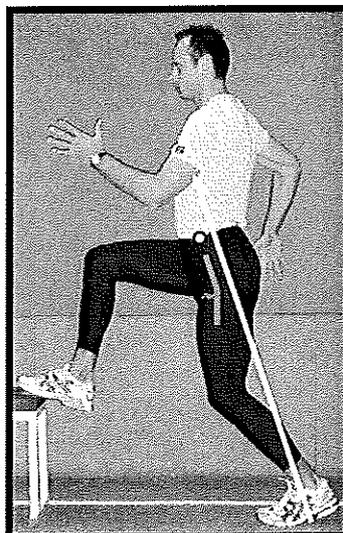
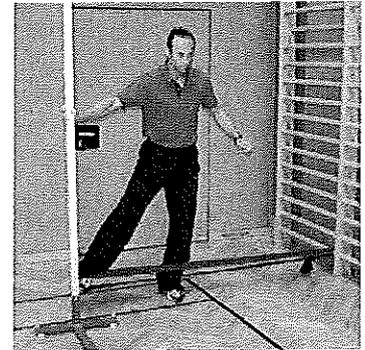
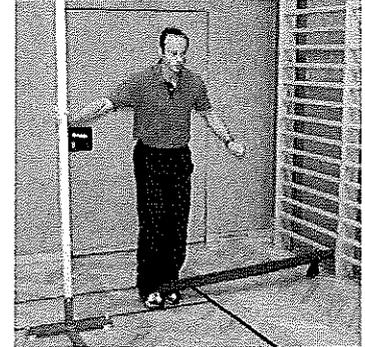
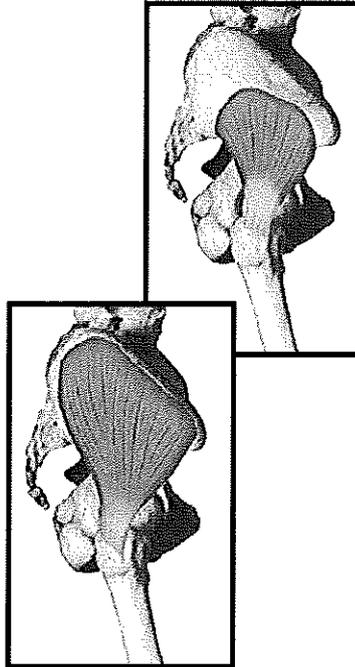
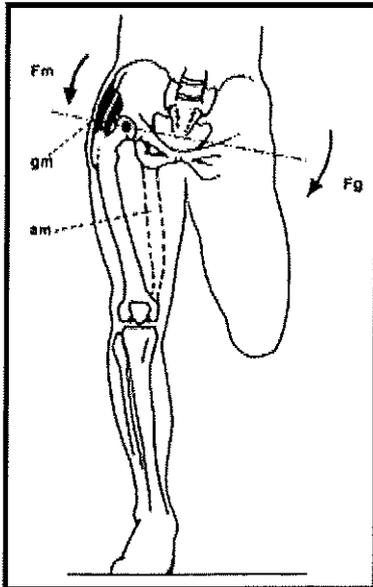


Abb. Schöllhorn 2003

- Verletzungstechnische Auswirkungen ➡

Knie- und Beckenstabilisation + WS

- Abduktionstraining [Abspreizbewegungen]



Erwin Reiterer

25

Knie- und Hüftgelenksstabilisation

- Abduktionstraining [Abspreizbewegungen]

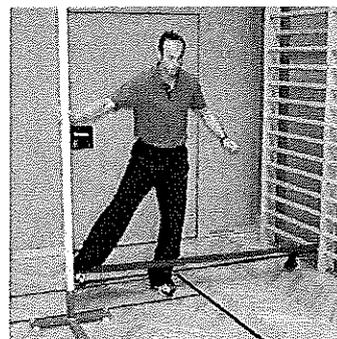
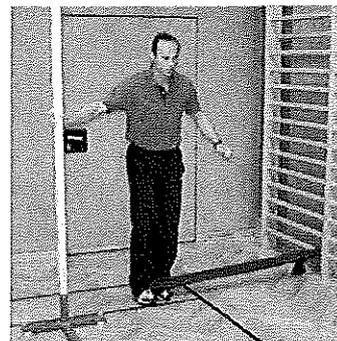
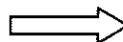
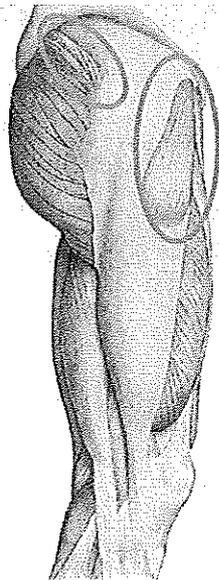
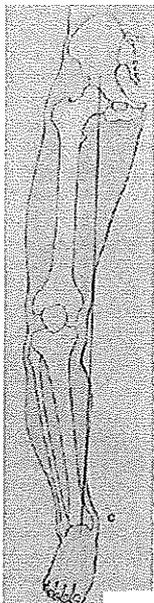


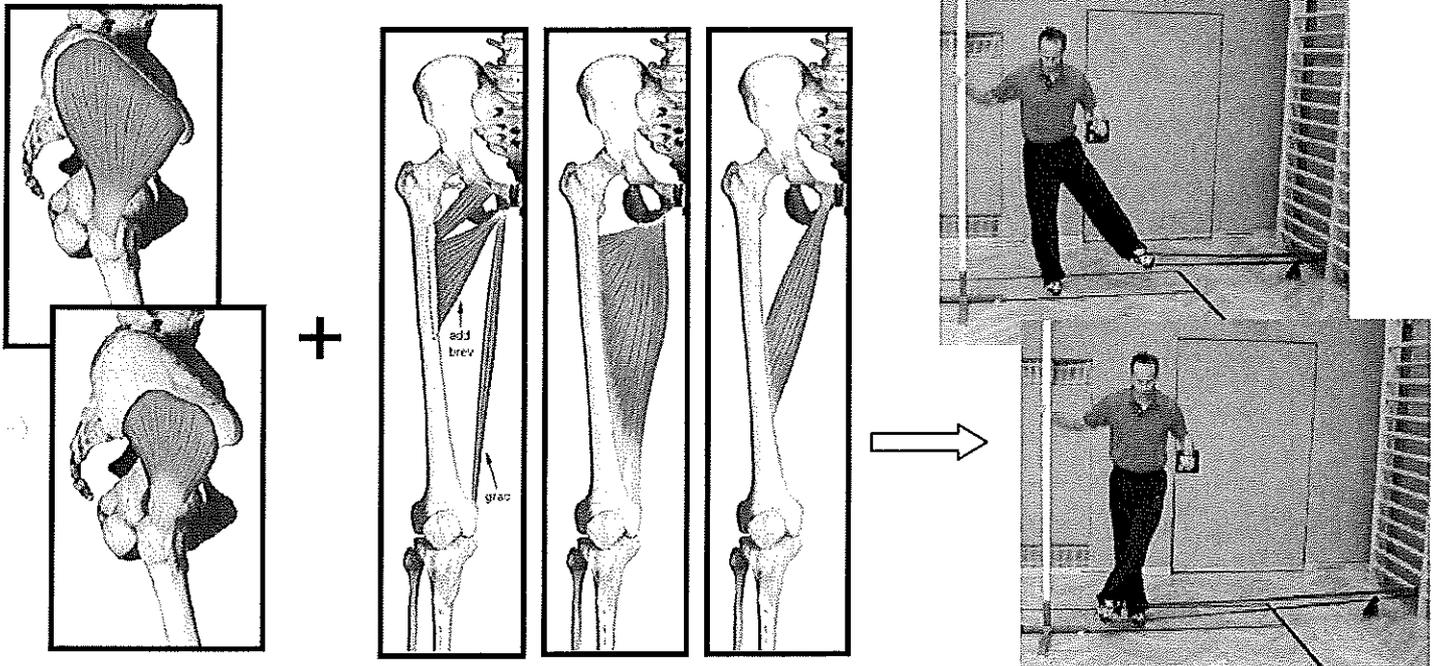
Abb. Gottlob 2001

Erwin Reiterer

26

Hüftgelenksmobilisation + WS

- Aus der Kombination von Abduktoren und Adduktoren wird das Becken auf den OS - Köpfen balanciert! ⇒ FRM



Erwin Reiterer

27

Knie- und Hüftgelenksstabilisation

- Innenrotationstraining im Hüftgelenk wirkt der starken Außenrotation entgegen ⇒ **Balance!**

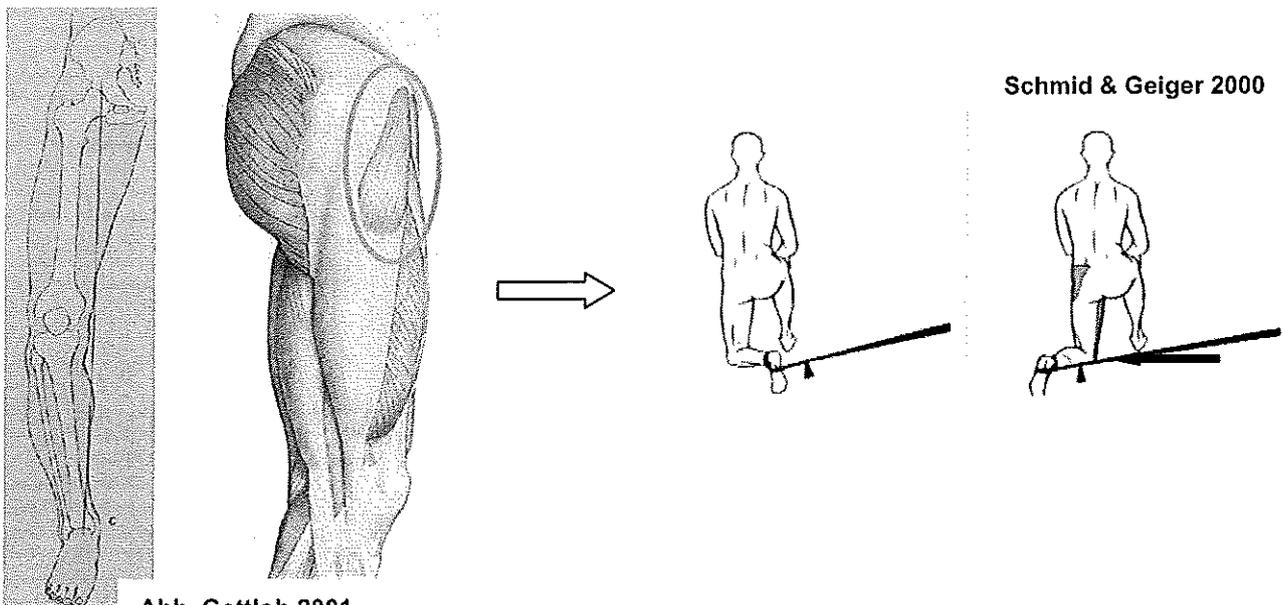
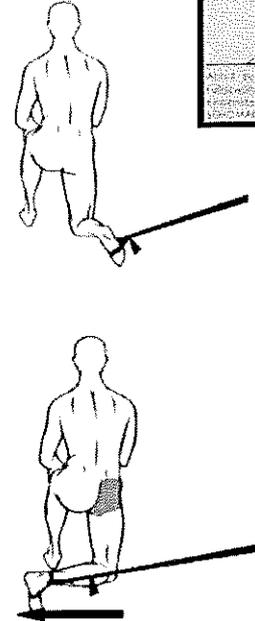
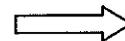
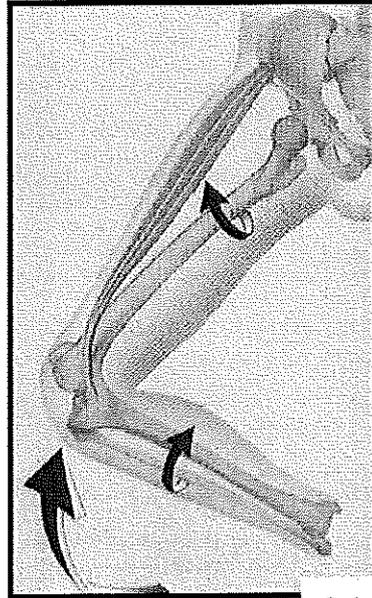
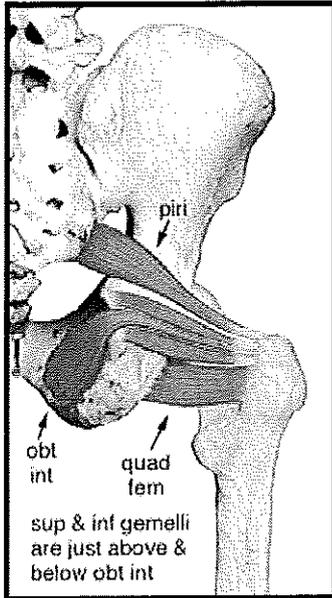


Abb. Gottlob 2001

Schmid & Geiger 2000

Knie- und Hüftgelenksstabilisation

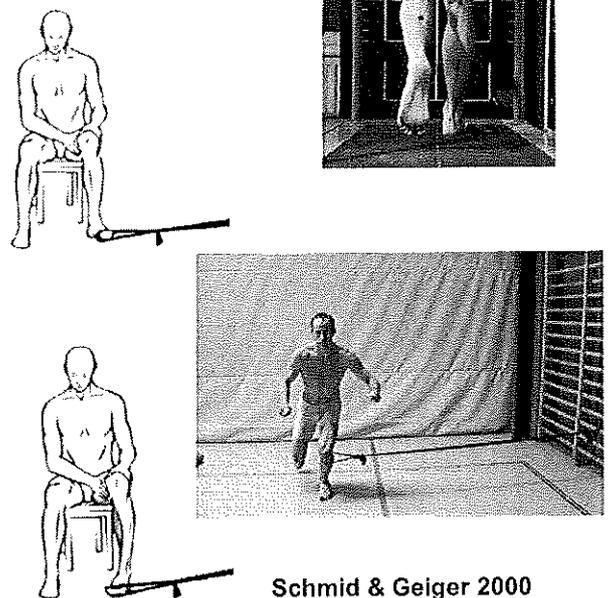
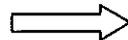
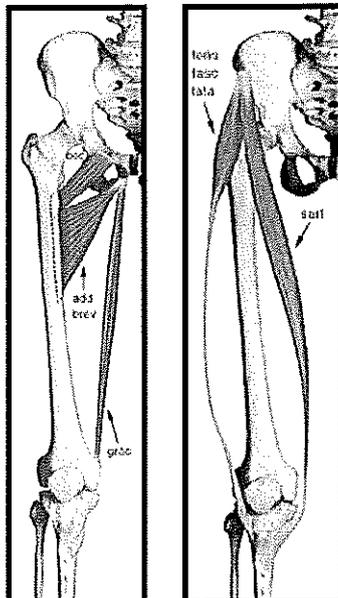
- Außenrotationstraining im Hüftgelenk



Schmid & Geiger 2000

Kniegelenksstabilisation

- beginnt grundsätzlich im Fußgelenk
- Stressbelastung am Kreuzband!



Schmid & Geiger 2000

Kniegelenks- und Beckenstabilisation

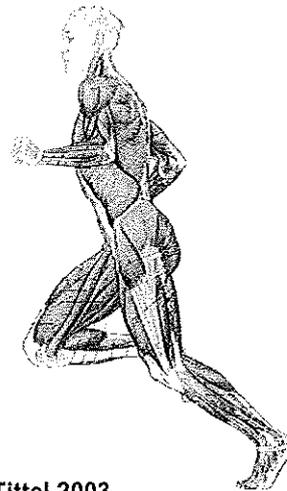
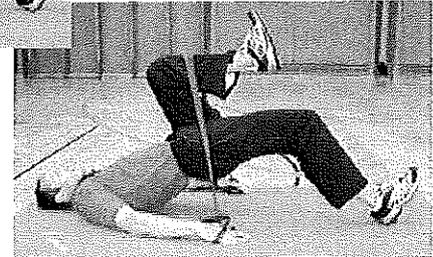
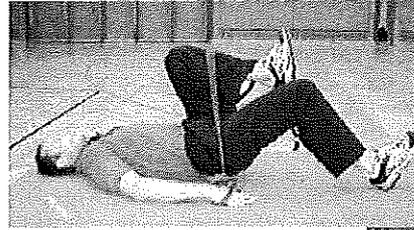
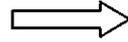
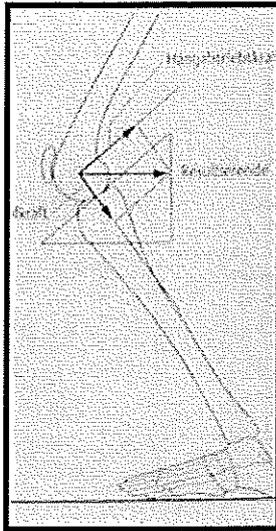


Abb. Tittel 2003

Hüftgelenksmobilität + WS - Stabilisation

- Hüftbeuger u. Bauchmuskulatur
- FRM [... ansonsten „Verschlechterung“ der Mobilität]
- Kippbewegungen nach vorne → "Hohlkreuzsituation" +

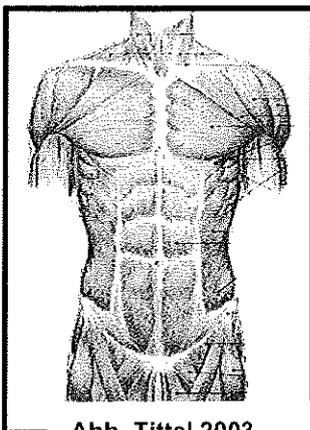
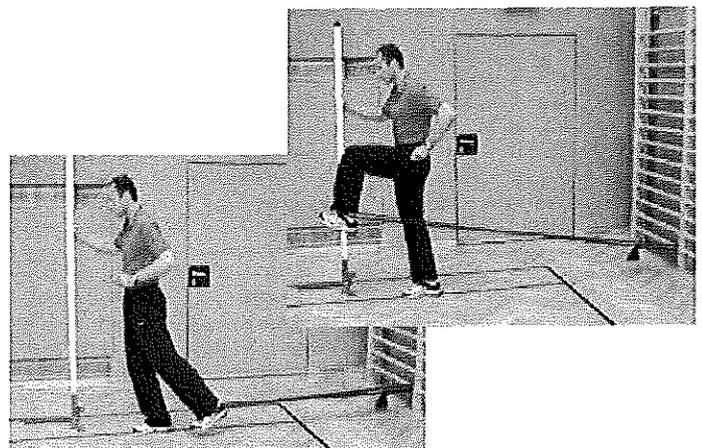
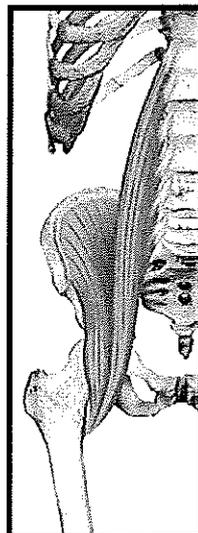
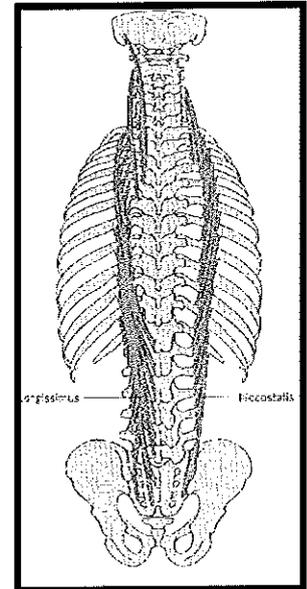
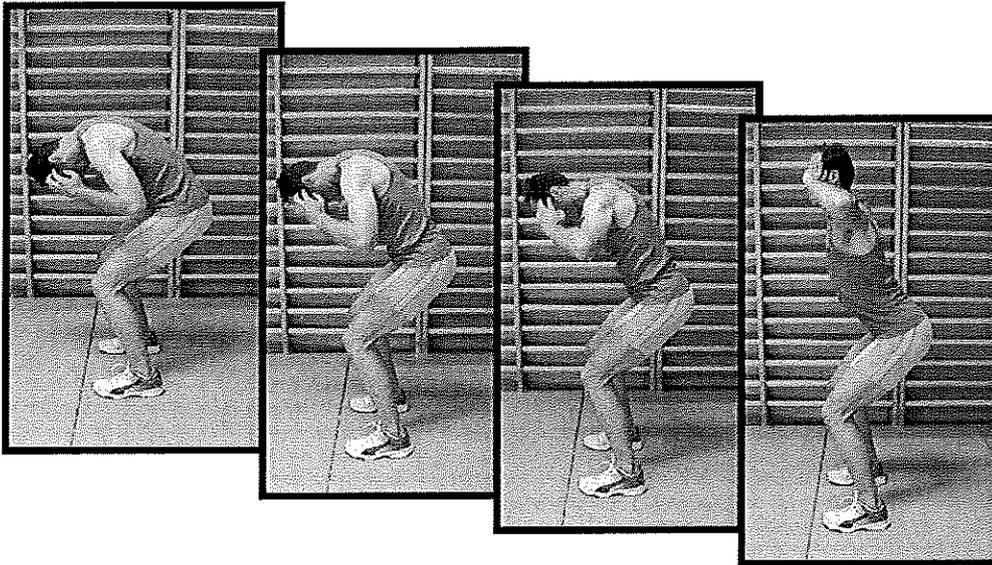


Abb. Tittel 2003



Hüftgelenksmobilität + WS - Stabilisation

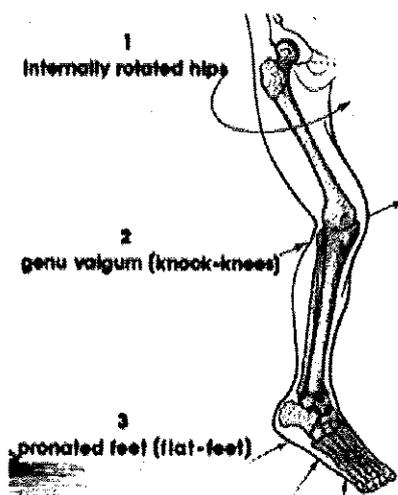
- **Rückenstrecker**
- FRM [..... ansonsten „Verschlechterung“ der Mobilität]
- Kippbewegungen nach vorne → "Hohlkreuzsituation"



Erwin Reiterer

33

Häufige Verletzungsbereiche



- ✓ **Fußgelenk** [Bänderverletzungen, Fußschwächen]
- ✓ **Wirbelsäule** [LWS, LWS Übergang BWS, BWS ⇒ Verschiebungen der Wirbelkörper, Bandscheiben, Wirbelgelenke - Diskordanz]
- ✓ **Kniegelenk** [Bänderverletzungen, menisci]
- ✓ **Hüftgelenk** [Leisten, Abnützungserscheinungen]
- **Übergang Rumpf – Beine** [Kreuz – Darmbein – Gelenk]
- **Schulter** ["dynamische" Schulterstabilisation]

Kreuz – Darmbein - Gelenk

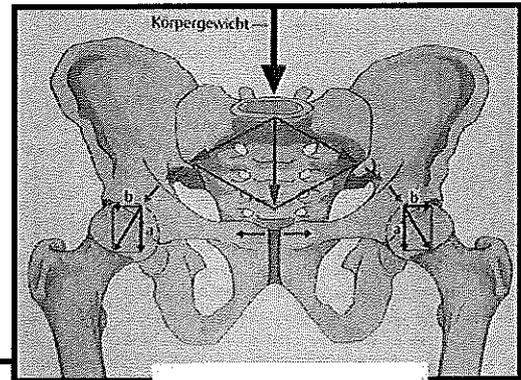
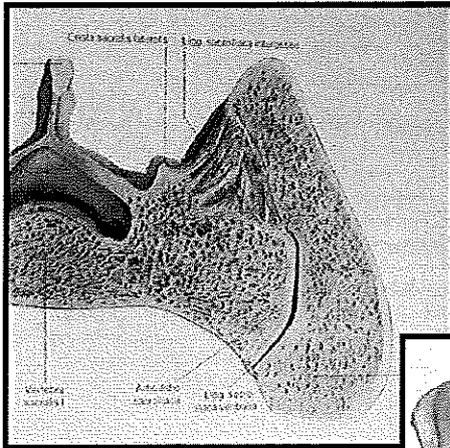
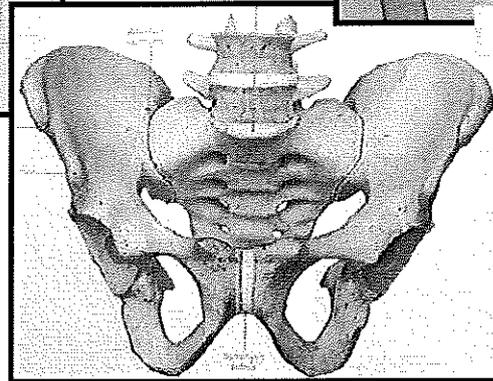


Abb. Tittel 2003



Kreuz – Darmbein – Gelenk

Die hohen muskulär erzeugten Torsionsmomente müssen – entlang der WS – über die Kreuz – Darmbein – Gelenke und schließlich über die Beine in den Boden übertragen werden!

Muskuläre Stabilisation u.a. über Muskel – Fascien – Schlinge

- latissimus
- große Rückenfaszie
- Gesäßm. [Oberschenkelrückseite]

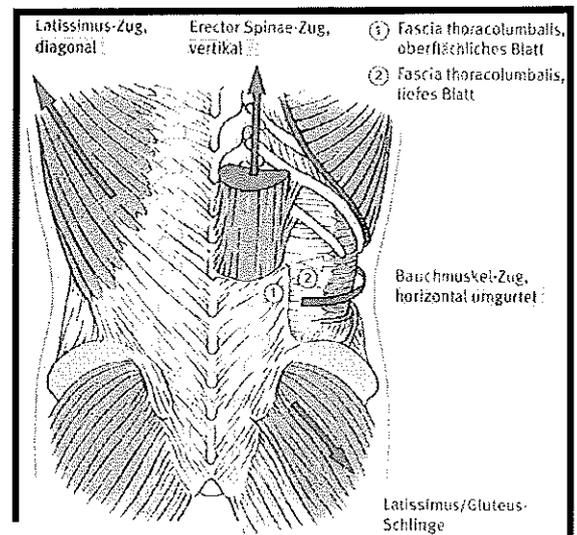
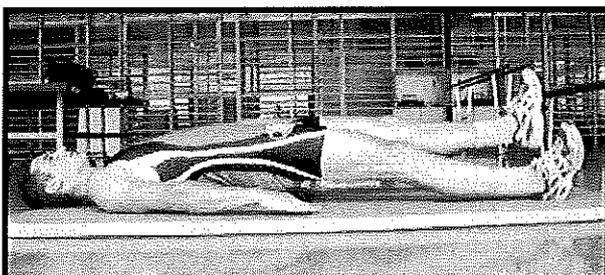


Abb. Gottlob 2001

fascia thoracolumbalis

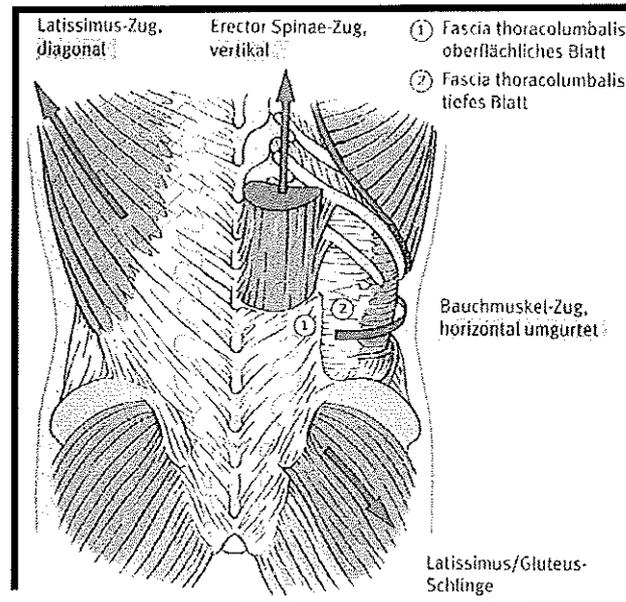
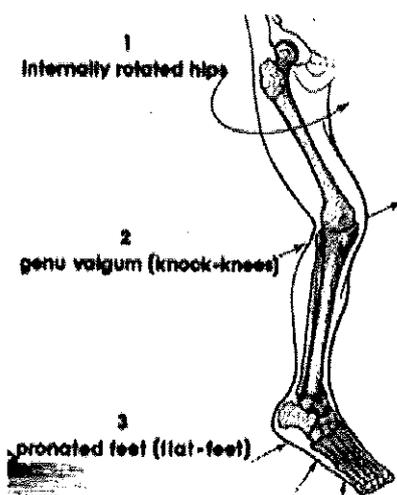


Abb. Gottlob 2001

Häufige Verletzungsbereiche

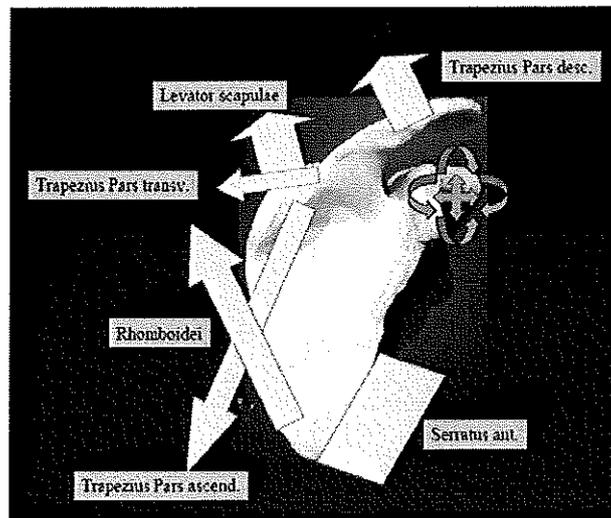


- ✓ **Fußgelenk** [Bänderverletzungen, Fußschwächen]
- ✓ **Wirbelsäule** [LWS, LWS Übergang BWS ⇒ Verschiebungen der Wirbelkörper, Bandscheiben, Wirbelgelenke - Diskordanz]
- ✓ **Kniegelenk** [Bänderverletzungen, menisci]
- ✓ **Hüftgelenk** [Leisten, Abnützungserscheinungen]
- ✓ **Übergang Rumpf – Beine** [Kreuz - Darmbein - Gelenk]
- **Schulter** ["dynamische" Schulterstabilisation]

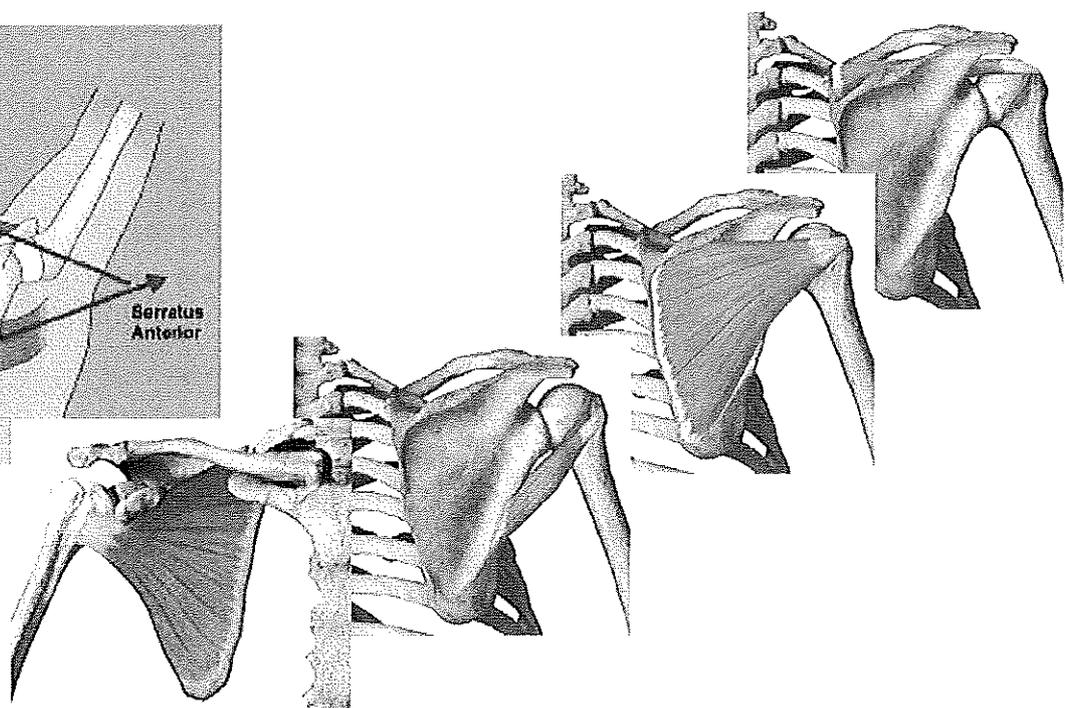
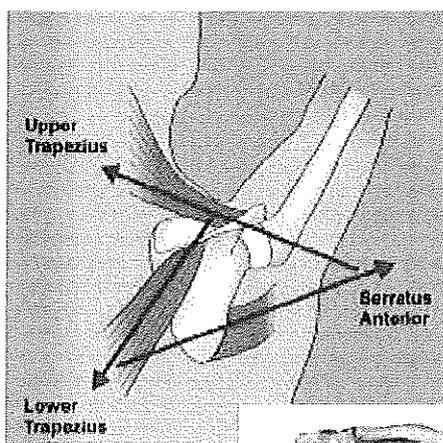
Schulterstabilisation

Praktisch – methodische Annäherung

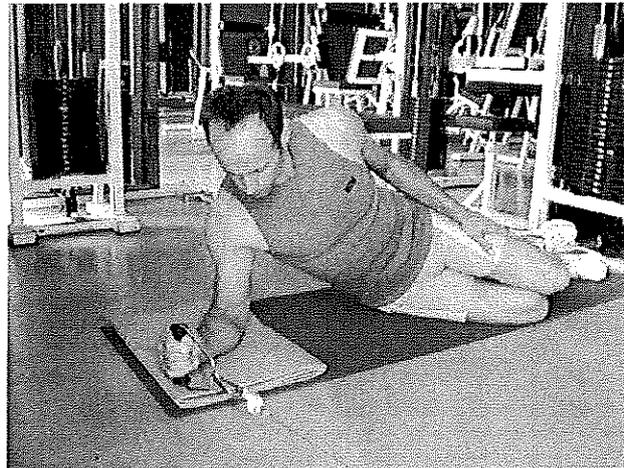
- BWS
- dynamische Stabilisation des Schulterblatts am Körper
- Rotatorenmanschette



Rotatorenmanschette



scapular – thoracaler - Rhythmus



Erwin Reiterer

41

Problematik

- Leistungsfähigkeit und Hebevorgang
- Kompensationsbewegungen u. Rückenstrecker
- Verletzungsanfälligkeit steigt

„Schonhaltungen basieren auf einer paradox innervierten Muskulatur, d.h., bestimmte Muskeln sind „fehlinformiert“

[Hape Meier, 2007].

Problematik

„Das System der „lokalen Stabilisation“ kann als Reflex nicht wirksam werden, da – aufgrund der verminderten sensorischen Aktivität – „etwas zu schnell“ auftritt. Es kann lediglich Reagieren im Sinne einer „Notfallreaktion!“

[Hape Meier, 2007]

Schnelle, aggressive und instabile Reize



REHAPE® Sling Trainer

Neuere Erkenntnisse der Neuro- und Muskelphysiologie haben gezeigt, dass die lokalen Stabilisatoren von Gelenk- und Segment-systemen auf schnelle, aggressive und instabile Reize mit Innervation reagieren.

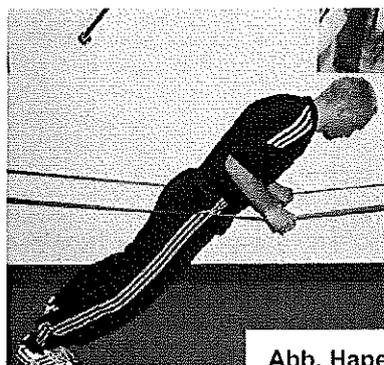
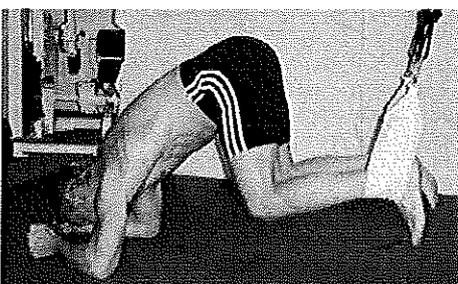


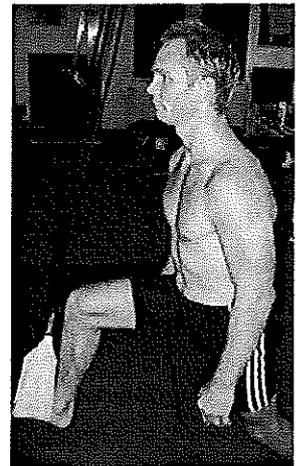
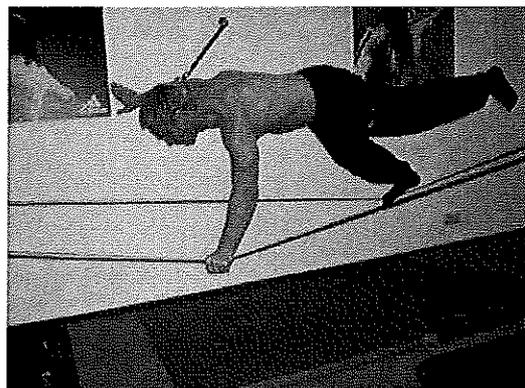
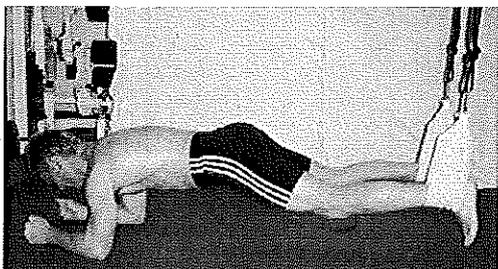
Abb. Hape Meier 2007

Schnelle, aggressive und instabile Reize

REHAPE® Sling Trainer

Praktisch – methodische Vorgangsweise im Stabilisationstraining:

Zuerst kommt die Aktivierung der „lokalen“, dann folgt das Training der „globalen“ Muskulatur!



Erwin Reiterer

Geschlossenen vs. offenen kinematische Kette

Geschlossenen kinematischen Kette [GKK]:

Das distale Körpersegment ist fixiert, das proximale Segment übt in relativ freiem Bewegungsumfang mit dem Körpergewicht bzw. Teile des Körpergewichtes Kraft aus.

BSP: Liegestütz

Offene kinematische Kette [OKK]:

Das proximale Körpersegment ist fixiert und das distale Segment übt, bei freiem Bewegungsumfang, Kraft aus.

BSP: Bankdrücken