

**Seminarunterlagen zum
Download im Internet**

<http://spt0010a.sport.uni-oldenburg.de/>

oder

<http://134.106.184.34>

oder

<http://martinhillebrecht.de>

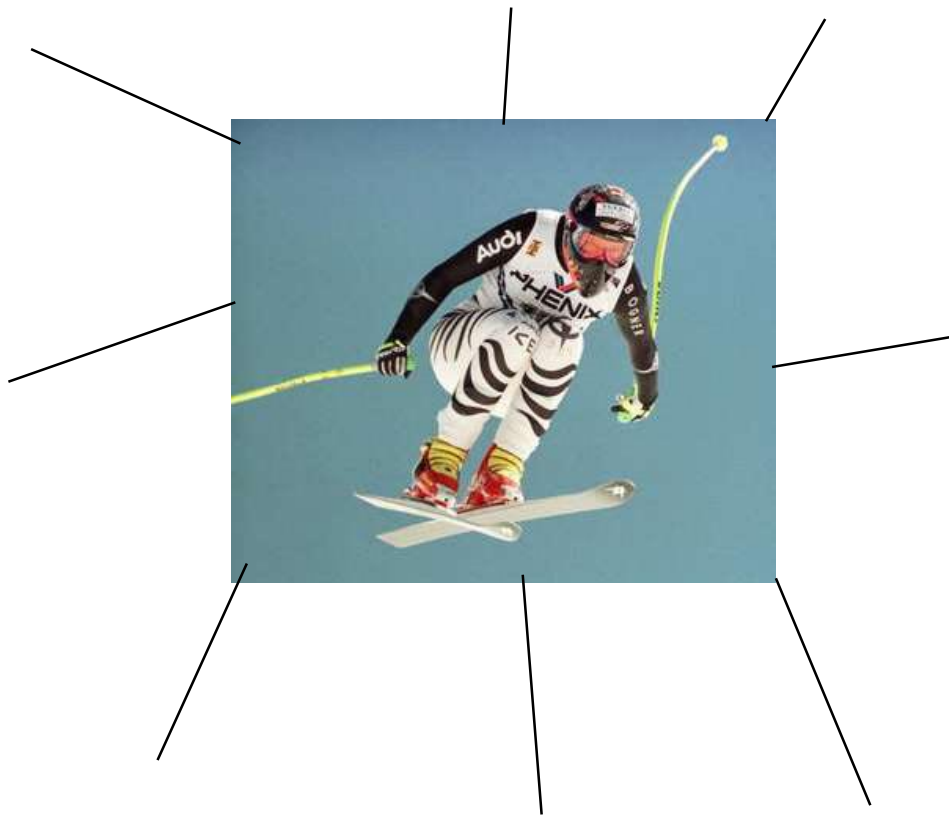
oder

**[http://bildung.freepage.de/doc-hilli/
INDEX.HTM](http://bildung.freepage.de/doc-hilli/INDEX.HTM)**

Welche Faktoren bestimmen die sportliche Leistung von Andreas Wecker (Weltmeister Reckturnen) ?



Welche Faktoren bestimmen die sportliche Leistung von Katja Seizinger (Olympiasiegerin Abfahrt)?



Welche Faktoren bestimmen die sportliche Leistung von Oliver-Sven Buder (Vizeweltmeister Kugelstoßen)?



Welche Faktoren bestimmen die sportliche Leistung von Haile Gebreselassie (Olympiasieger 10000m-Lauf)?



<h2 style="margin: 0;">Sportlicher Erfolg</h2> <h3 style="margin: 0;">Sportliche Leistung</h3>
<h4 style="margin: 0;">Bedingungen sportlicher Leistungen</h4>

personale Bedingungen			apersonale Bedingungen	
Kondition <ul style="list-style-type: none"> - Kraftfähigkeiten - Ausdauerfähigkeiten - Schnelligkeitsfähigkeiten - Beweglichkeitsfähigkeiten 	Bewegungstechnik <ul style="list-style-type: none"> - Koordinative Fähigkeiten - Bewegungsfertigkeiten 	Sportliche Taktik <ul style="list-style-type: none"> - Situationsanalysefähigkeit - Entscheidungsfähigkeit - Situationsanpassungsfähigkeit 	Soziale Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> - Unterstützung durch Eltern, Familie, Freunde, Schule, Beruf, Trainer, Betreuer - Trainingspartner, Wettkampfpartner - Finanzielle und ideelle Unterstützung durch die Gesellschaft 	Materiale Bedingungen <ul style="list-style-type: none"> - Sportgeräte - Sportausrüstung - Sportstätten - Klimabedingungen - Geophysikalische Bedingungen
direkt beobachtbare personale Bedingungen				
Körpersysteme <ul style="list-style-type: none"> - Neuronales System - Muskelsystem - Transportsystem (Atmung, Herz, Kreislauf, Blut) - Passiver Bewegungsapparat 		Psychische Zustände <ul style="list-style-type: none"> - Kognitionen - Emotionen - Motivationen, Willenstriebe 		
indirekt beobachtbare personale Bedingungen				

Faktoren sportlicher Leistungen (nach MARTIN/CARL/LEHNERTZ 1993, 25 und 89)

Kondition			
Kraft	Ausdauer	<i>Schnelligkeit</i>	Beweglichkeit (MARTIN 1979) Gewandheit, Gelenkigkeit (Mühlfriedel 1983) Koordinative Gruppe; Gewandtheit, Beweglichkeit (Letzelter 1980) Flexibilität (CARL 1984)

Konditionelle Fähigkeiten

Ziele und Voraussetzungen von Training

Ziele von Training: Steigerung der sportlichen Leistung, Erhaltung der sportlichen Leistung, kontrollierter Abbau der sportlichen Leistung; die ersten beiden Ziele dienen der Leistungsoptimierung.

Leistungsoptimierung: „Kombination bzw. Abstimmung mehrerer Einflußgrößen auf einen Vorgang oder Zustand, dergestalt, daß dieser entsprechend der Zielvorgabe einen maximalen oder auch minimalen Ausprägungsgrad (Wert) annimmt“ (S. 13).

Steuerung und Regelung des Trainings:

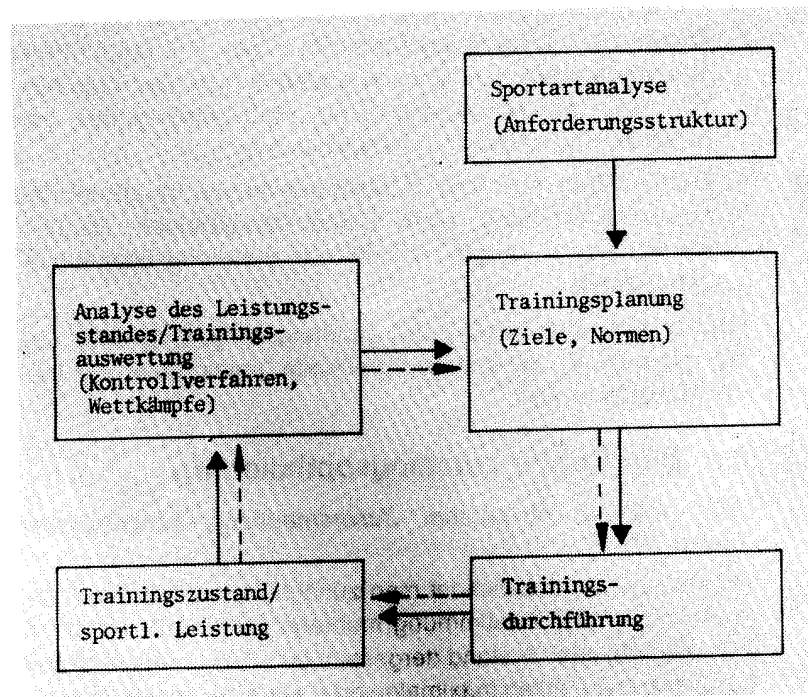


Abb. 2.1.1. Vereinfachtes Modell zur Trainingssteuerung

Dreischritt: Diagnose - Analyse - Ansteuerung

Optimales Training erfordert:

- Wissen über das Anforderungsprofil der Sportart => Kenntnis der Struktur der sportlichen Leistung (leistungsbestimmende Komponenten)
- Wissen zu Trainingsprinzipien und zur methodischen Durchführung

HAHN 1992, 33:

Anforderungsprofil = „alle für eine Sportart notwendigen Fähigkeiten, Fertigkeiten und Eigenschaften“

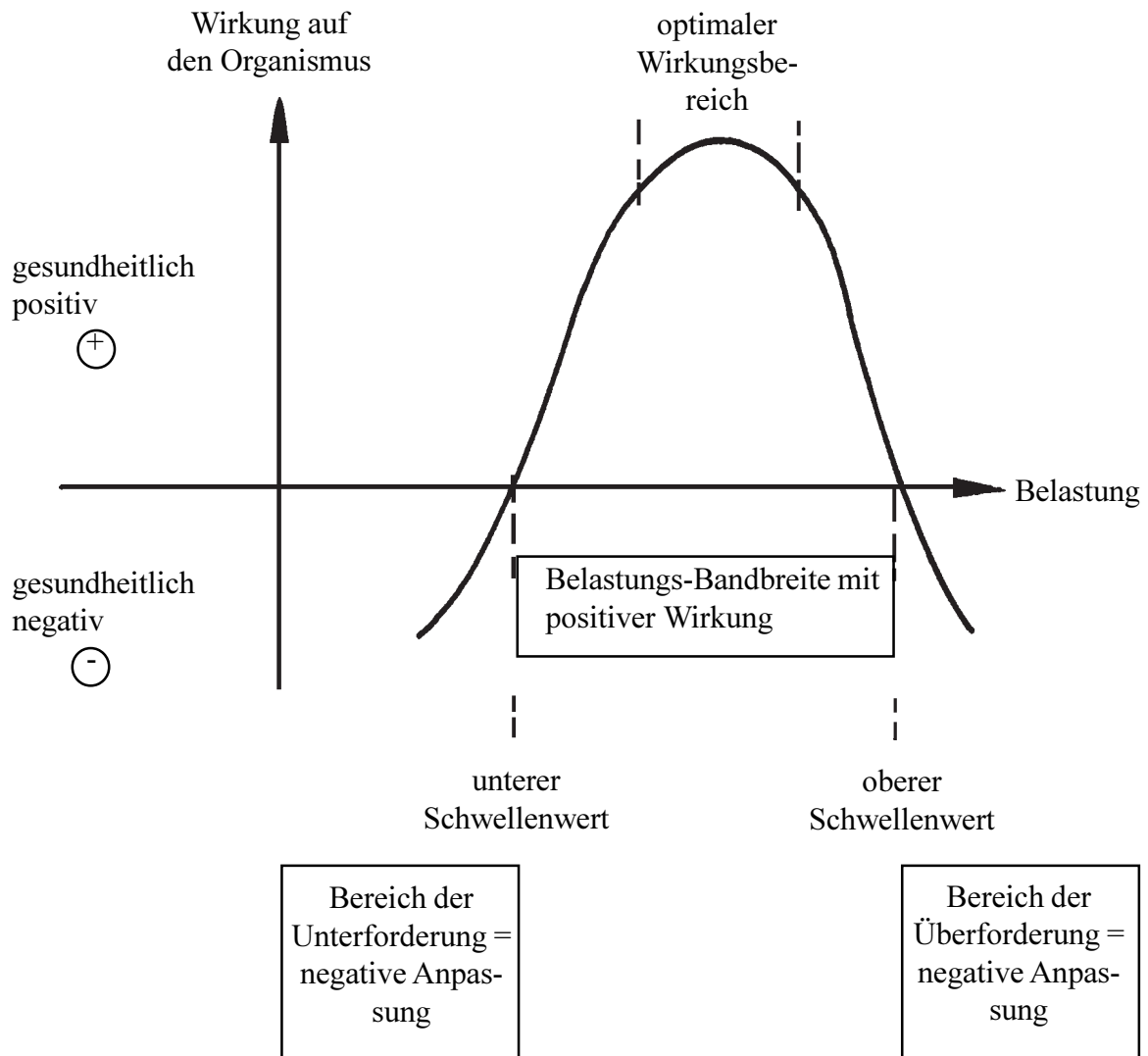
HAHN 1992, 281:

Leistungsprofil = „Beschreibung der Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Sportlers, der Lernfortschritte des Athleten im Training und der erzielten Ergebnisse in Wettkämpfen“

=> eine ausreichend große Zahl von Leistungsprofilen läßt Rückschlüsse auf ein Anforderungsprofil zu! Die Aufklärung eines Anforderungsprofils ist daher vor jedem Training die wichtigste Aufgabe.

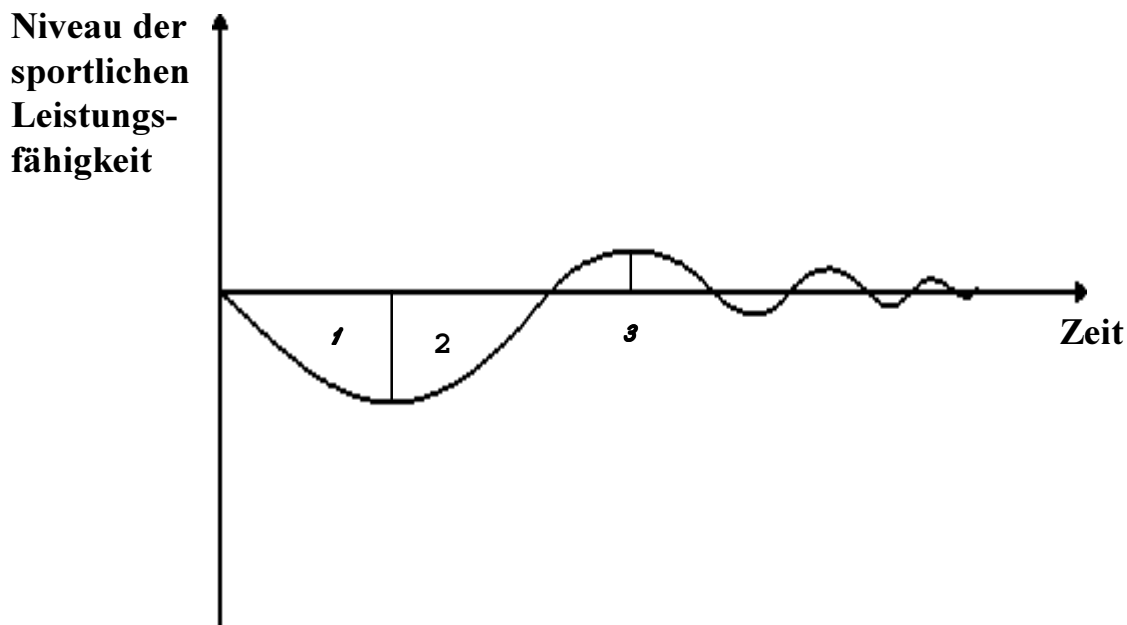
Belastungsnormative

- Reizintensität (Stärke des einzelnen Reizes)
- Reizdichte (zeitliches Verhältnis zwischen Belastungs- und Erholungsphasen)
- Reizdauer (Einwirkungsdauer des einzelnen Reizes bzw. einer Reizserie)
- Reizumfang (Dauer und Zahl der Reize pro Trainingseinheit)
- Trainingshäufigkeit (Zahl der Trainingseinheiten pro Tag bzw. pro Woche)



Schematische Darstellung der Auswirkung von Belastungen auf den Bewegungsapparat

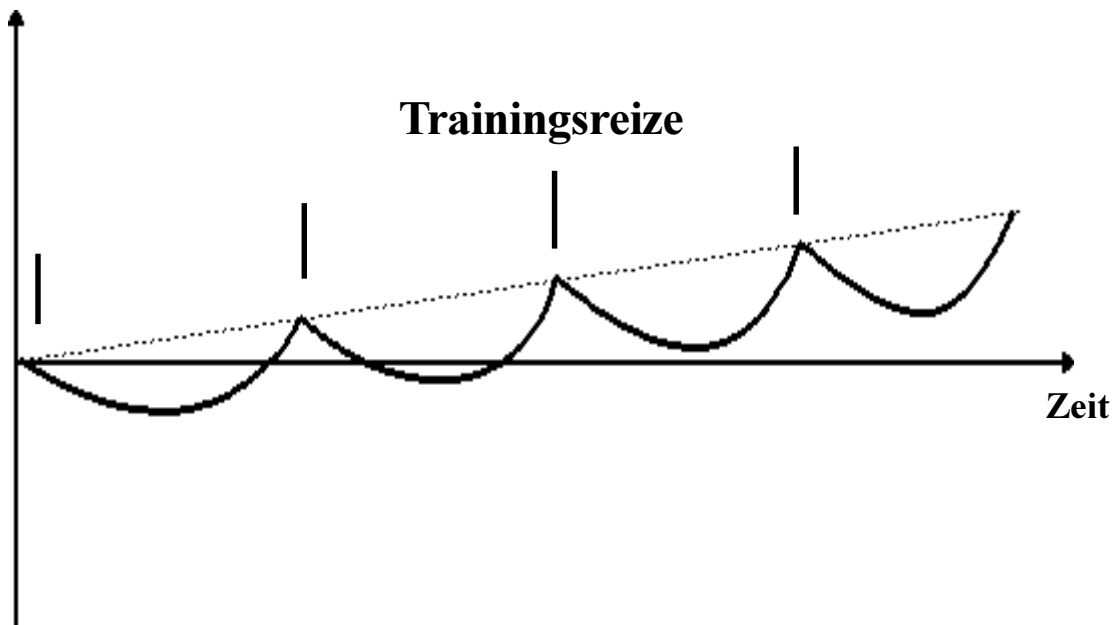
Phasen der Veränderung der Leistungsfähigkeit nach einer Belastung (WEINECK 1980, 19) "Superkompensation"



- 1 = Phase der Abnahme der sportlichen Leistungsfähigkeit**
- 2 = Phase des Wiederanstiegs der sportlichen Leistungsfähigkeit**
- 3 = Phase der Superkompensation bzw. der erhöhten Leistungsfähigkeit**

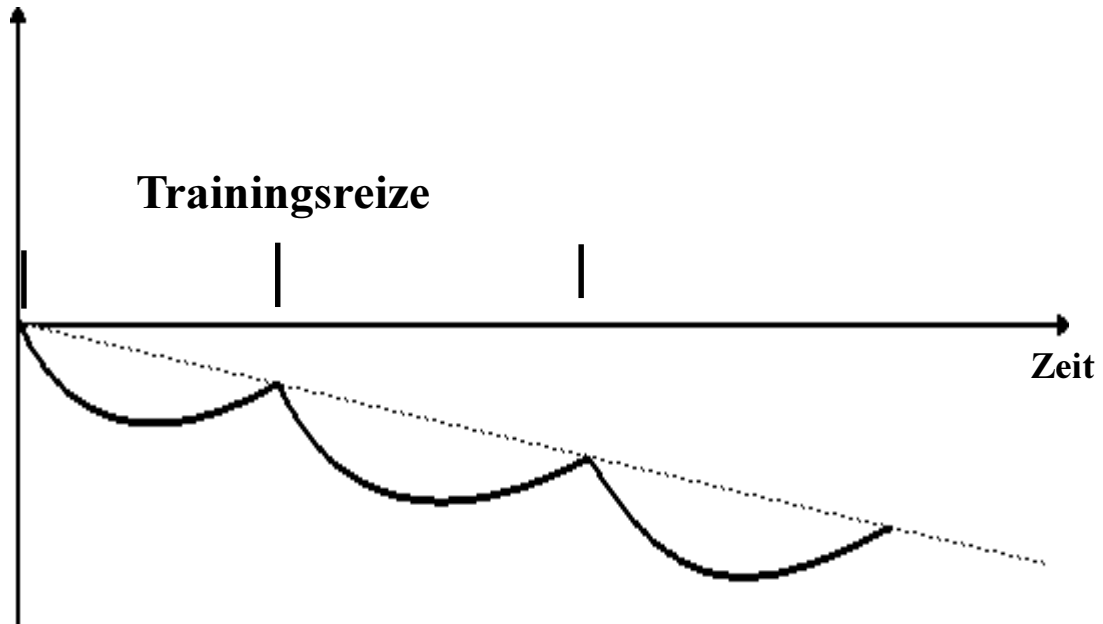
Optimal gesetzte Trainingsreize

Niveau der sportlichen Leistungsfähigkeit



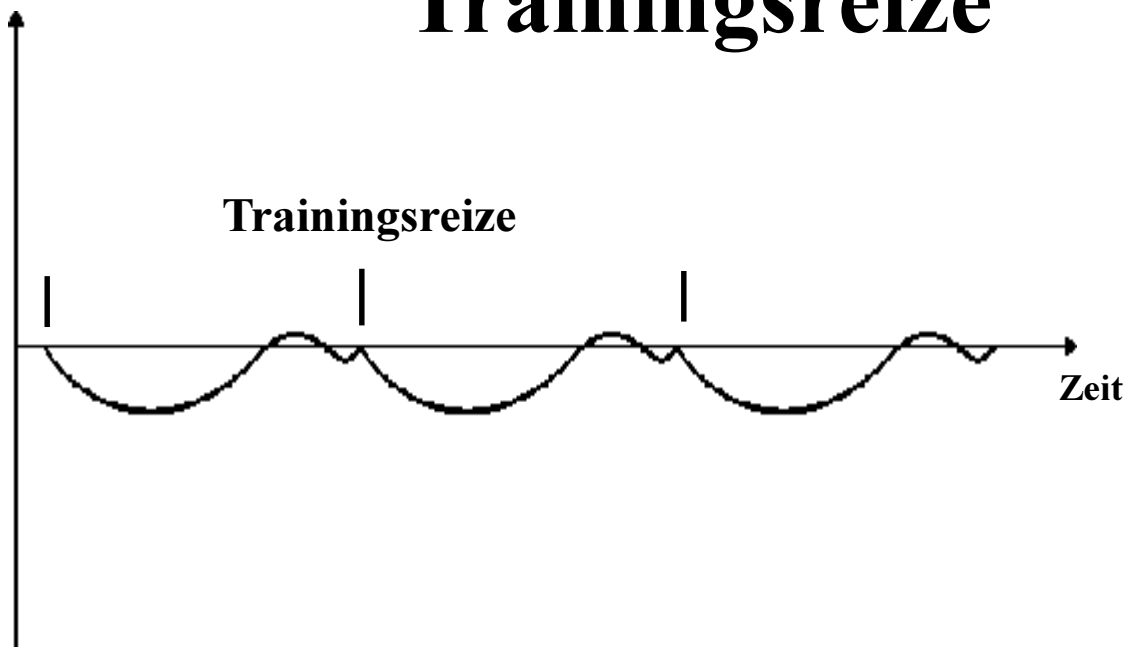
Zu früh gesetzte Trainingsreize

Niveau der sportlichen Leistungsfähigkeit



Zu spät gesetzte Trainingsreize

Niveau der sportlichen Leistungsfähigkeit



Trainingsprinzipien

Überkompensation und optimale Relation von Belastung und Erholung

Faßlichkeit

progressive Belastung

Bewußtheit

Periodisierung

Anschaulichkeit

langfristiger Trainingsaufbau

Systematik

optimale Relation von konditioneller, techn., takt. und intellekt. Ausbildung

Dauerhaftigkeit

optimale Relation von allgemeiner und spezieller Ausbildung

Entwicklungsgemäßheit

Variation

Individualität

Kraft

- Strukturierung

- Diagnose

- Training

Bührle, M.: Maximalkraft - Schnellkraft - Reaktivkraft. Kraftkomponenten und ihre dimensionale Struktur. In: Sportwissenschaft 1989/3, 311-325

- Maximalkraft wichtigste Basiskomponente der Schnellkraftfähigkeit. Anordnung in gleicher Ebene daher unzulässig!
- Fähigkeit, schnell große Kräfte zu entwickeln, findet man bei statischen und dynamischen Kontraktionen. Einschränkung auf schnelle BEWEGUNGEN daher unsinnig!

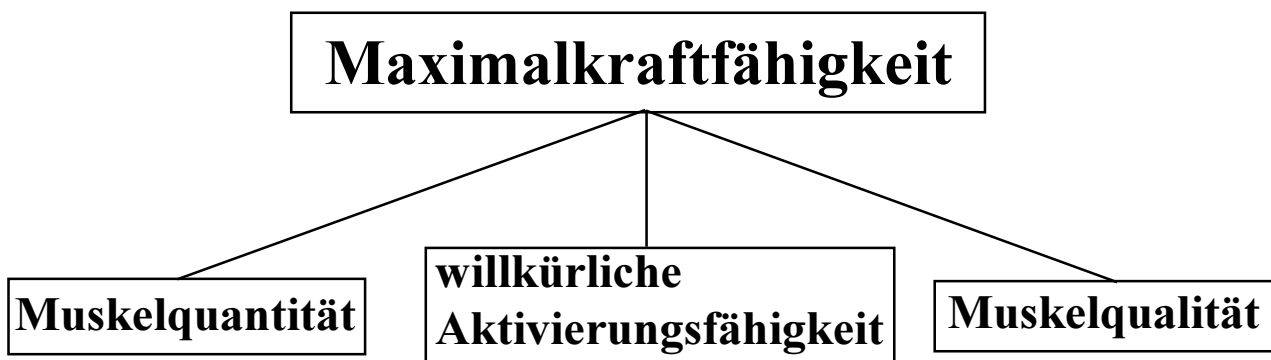
Der dimensionale Ansatz

- Zuordnung von spezifischen Adaptationen zu einzelnen Fähigkeiten => hierarchische Strukturierung
- elementare Fähigkeiten (z.B. Kraft) werden als Dimensionen eines Verhaltensbereiches bezeichnet. Einfache Strukturierung, möglichst geringe Zahl, müssen unabhängig voneinander sein, können durch spezifische Trainingsmethoden entwickelt werden, eindeutige morphologisch-physiologische Adaptationen lassen sich zuordnen.

Bsp. Ausdauer: anaerob alaktazid, anaerob glykolytische, aerob glykolytische, aerob lipolytische Kapazität

Problem: dimensionales Konzept wird nur teilweise angenommen, Praxisübertragungen sind eingängiger => isometrische/Dynamische Maximalkraft (Ableitung aus der Messung). Die Testverfahren schätzen den Ausprägungsgrad der zugeordneten Fähigkeit aber meist nur ab, genau messen können sie sie nicht!

Dimensionale Struktur der Maximalkraft



Quantität: Muskerquerschnitt, Computertomografie

Willk. Akti.: Vermögen, Muskel hochfrequent innervieren zu können (Kraftpotential nur teilweise willkürlich abrufbar), autonome Reserve, Elektrostimulation, Kraftdefizit
Kraftdefizit fällt ganz unterschiedlich aus (30-10%) => wichtiger Diagnoseparameter!
niedriges Kraftdefizit: Kraftsteigerung über Zunahme der Muskelmasse (Gewichtszunahme!)
hohes kraftdefizit: Krafsteigerung durch Verbesserung der willkürlichen Aktivierbarkeit
Notwendig sind unterschiedliche Trainingsmethoden!

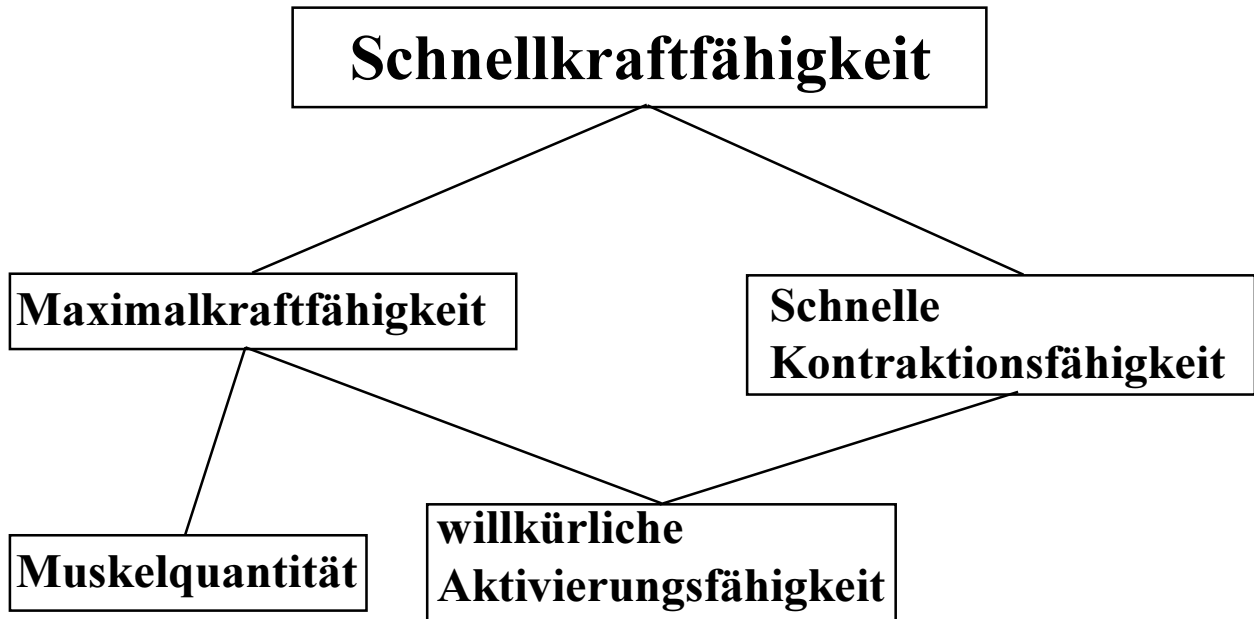
Qualität: Faserzusammensetzung (Biopsie), FT- ST-Fasern

Dimensionale Struktur der Schnellkraft

„Fähigkeit, möglichst schnell hohe Kraftwerte zu entwickeln“ (Schnellkraftindex, Explosivkraftindex). Abhängig von Maximalkraftniveau ($r=0.40$ bis 0.65)!

Schnelle Kontraktionsfähigkeit: das Vermögen, seine Kraft unabhängig vom Maximalkraftniveau möglichst schnell entwickeln zu können. (Scattergramm: niedriges KMAX und hohe EXK = schnelle Kontraktionsfähigkeit gut ausgebildet => $EXK_{rel} = EXK : KMAX$)

Bedingt durch die Faserzusammensetzung und Rekrutierungsabfolge (erst tonischen (ST) dann phasischen (FT))



Spezifische Trainingsmethoden führen zu unterschiedlichen Entwicklungen in der schnellen Kontraktionsfähigkeit! Kurzzeitige, maximale Krafteinsätze führen zu deutlichen Verbesserungen, Schnellkraftmethode nicht!

Dimensionale Struktur der Reaktivkraft

Reaktivkraft: Vermögen, bei schnell ablaufendem Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus einer Muskelschlinge einen hohen Kraftstoß erzeugen zu können.

Drop-Jump als Beispiel

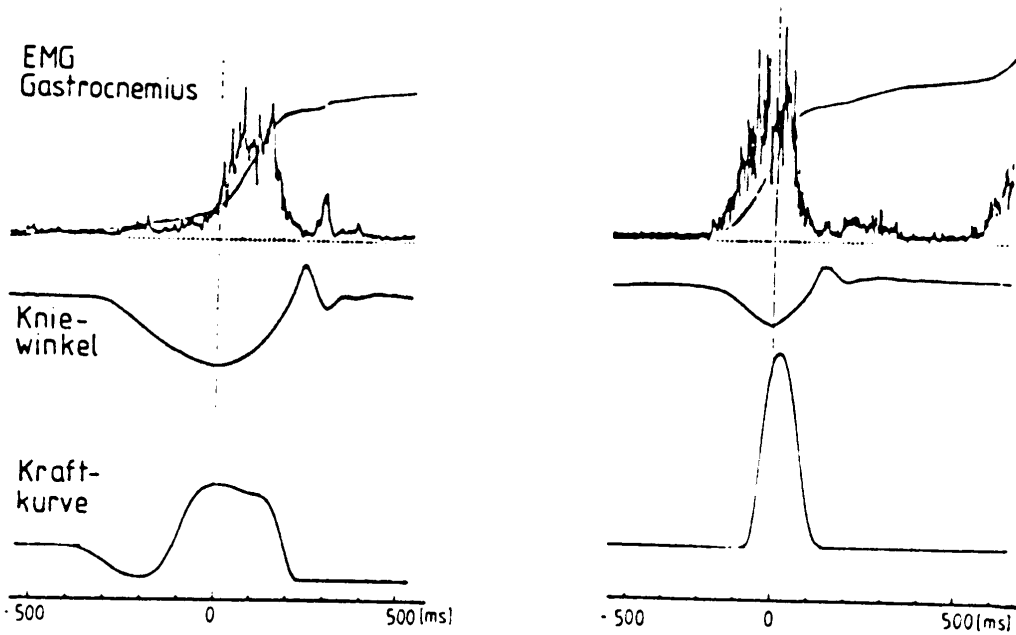
Maximalkraft und schnelle Kontraktionsfähigkeit + weitere dimensionale Fähigkeit (Erhöhung der Muskelelastizität bei Tiefsprüngen als spezifische Anpassung)

Kontaktzeiten als Argumentation für weitere Fähigkeit. Hohe Maximalkräfte nützen nichts bei kurzen Krafteinwirkungszeiten!

Reflexaktivität als entscheidender Unterschied zwischen Drop und Counter-Movement

- Countermovement Jump -

- Drop Jump -



Vergleich der gemittelten Elektromyogramme des Gastrocnemius bei einem Tief-Hoch-Sprung und einem Sprung mit Ausholbewegung bei einem geübten Springer

Reflexzacken treten beim Drop deutlich auf.

Hochtrainierte zeigen keine Hemmungen im EMG bei Teifsprüngen (Schutzmechanismus bei Untrainierten!). Kann also durch Training verringert oder sogar beseitigt werden. Fähigkeit kann daher als reaktive Spannungsfähigkeit bezeichnet werden.

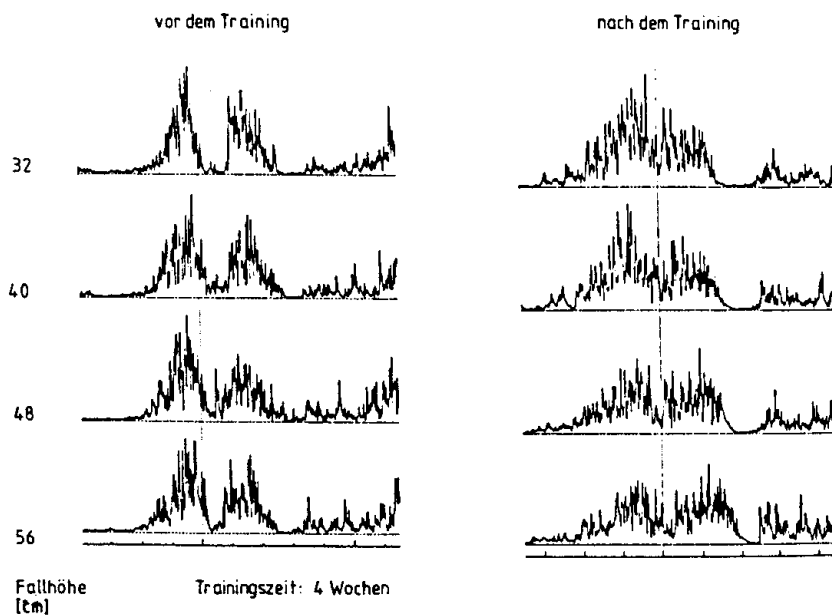
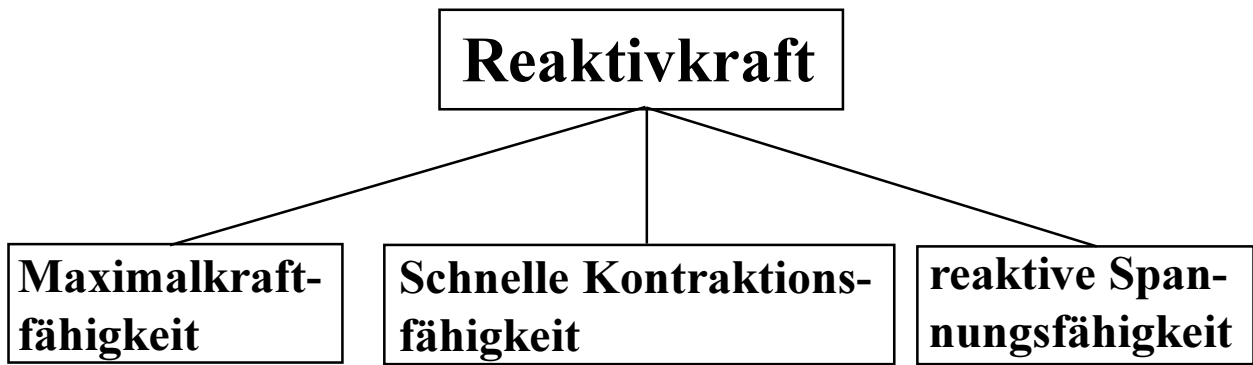
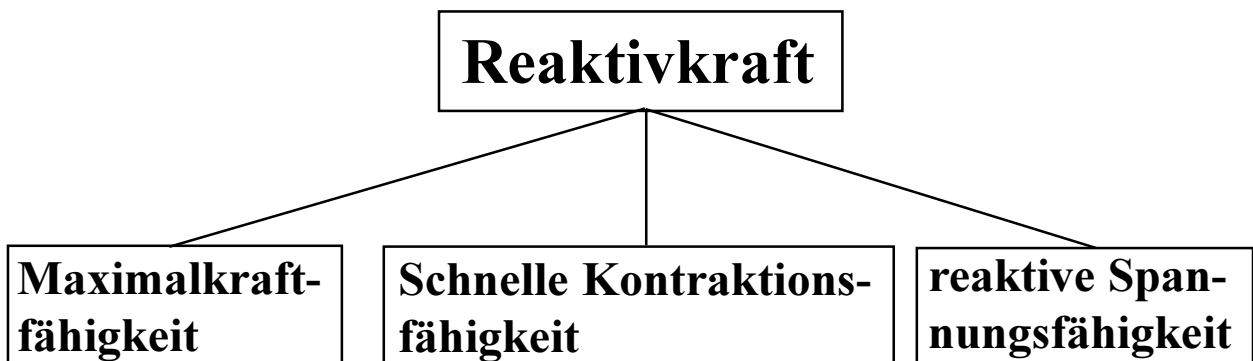
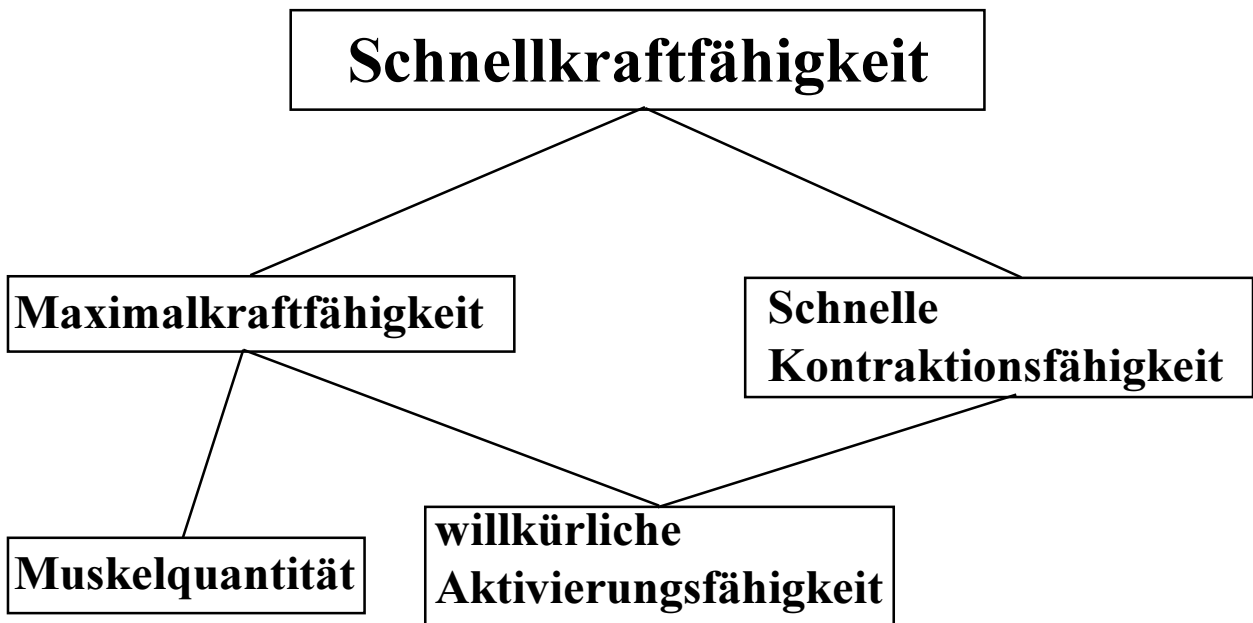
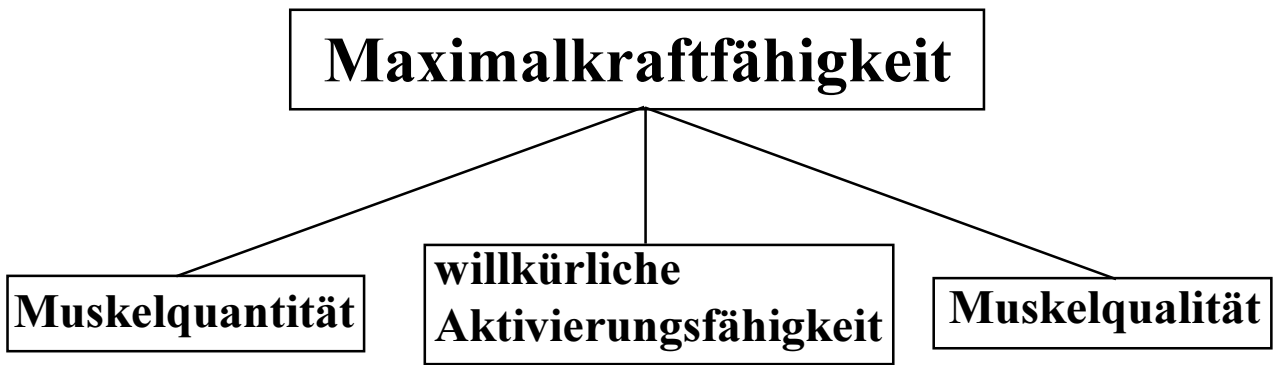


Abb. 11: Elektromyogramm des Gastrocnemius vor und nach einem reaktiven Sprungtraining



reaktive Spannungsfähigkeit kann sich nur zeigen, wenn Kontaktzeiten unter 200ms vorliegen. Nur dann kann die in den Aktin-Myosin-Brücken gespeicherte Energie wieder freigesetzt werden, da die Brücken nur maximal 200ms bestehen!



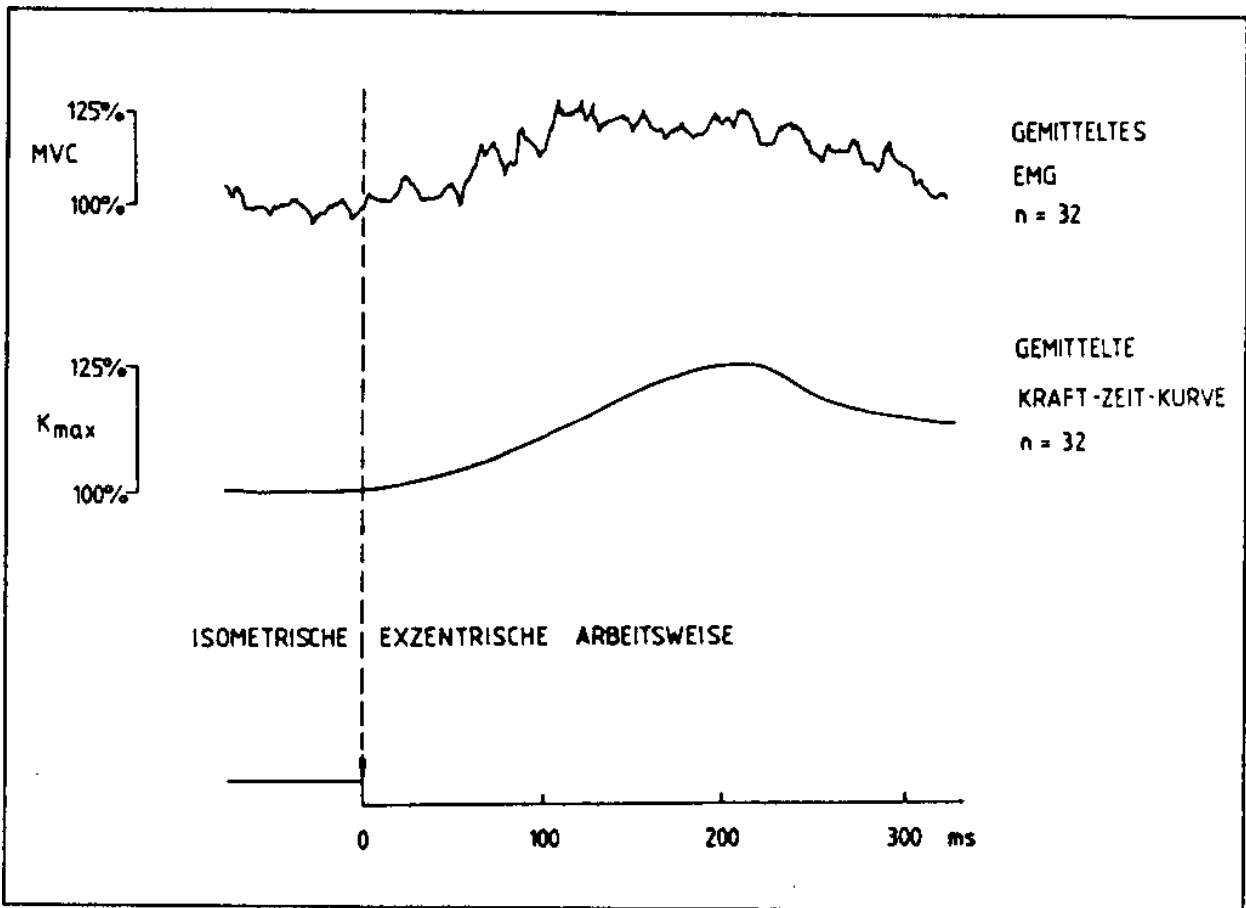
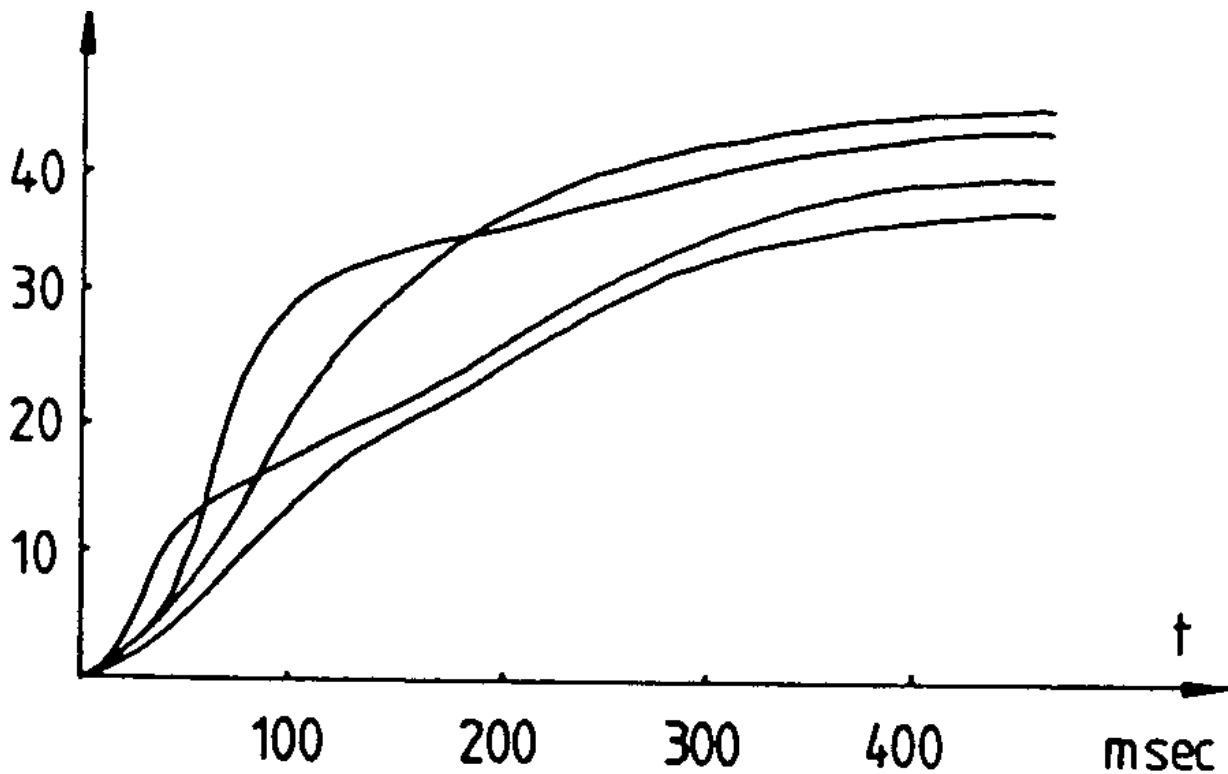


Abb. 1: Gemittelttes Elektromyogramm des M. triceps tr. mit der zugehörigen Kraft-Zeit-Kurve. Der Pfeil markiert den Zeitpunkt des Übergangs von der isometrischen zur exzentrischen Arbeitsweise.



Isometrische Kraft-Zeit-Kurven von vier Versuchspersonen.

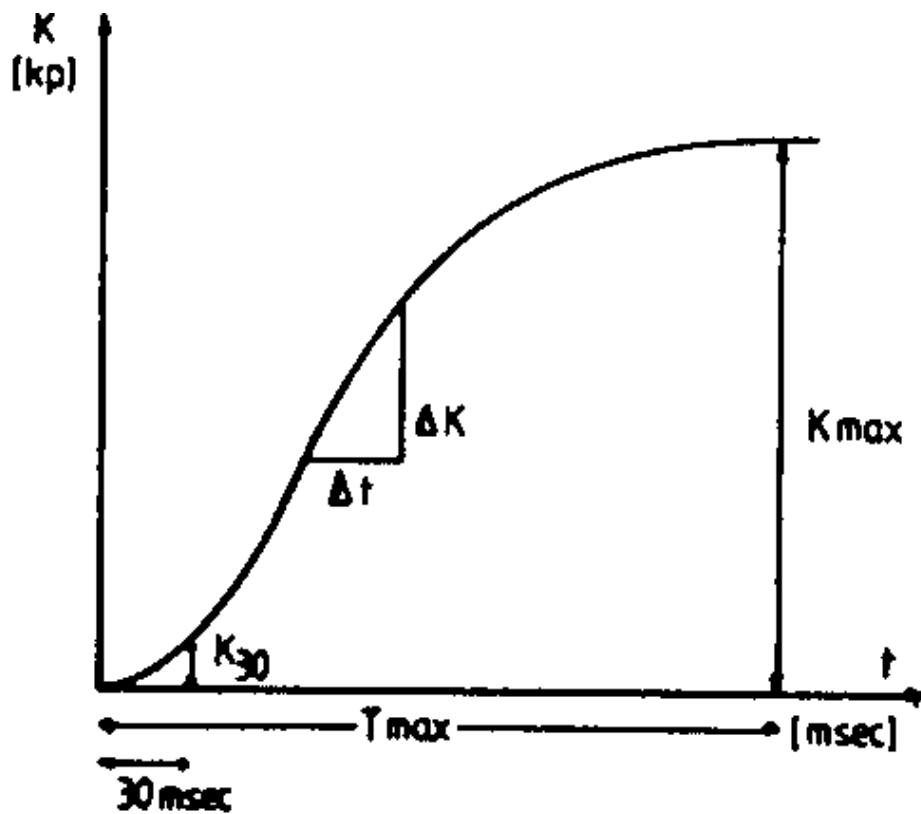


Abb. 3: Schematische Darstellung der Schnellkraftparameter, die an der Kraft-Zeit-Kurve erhoben werden.

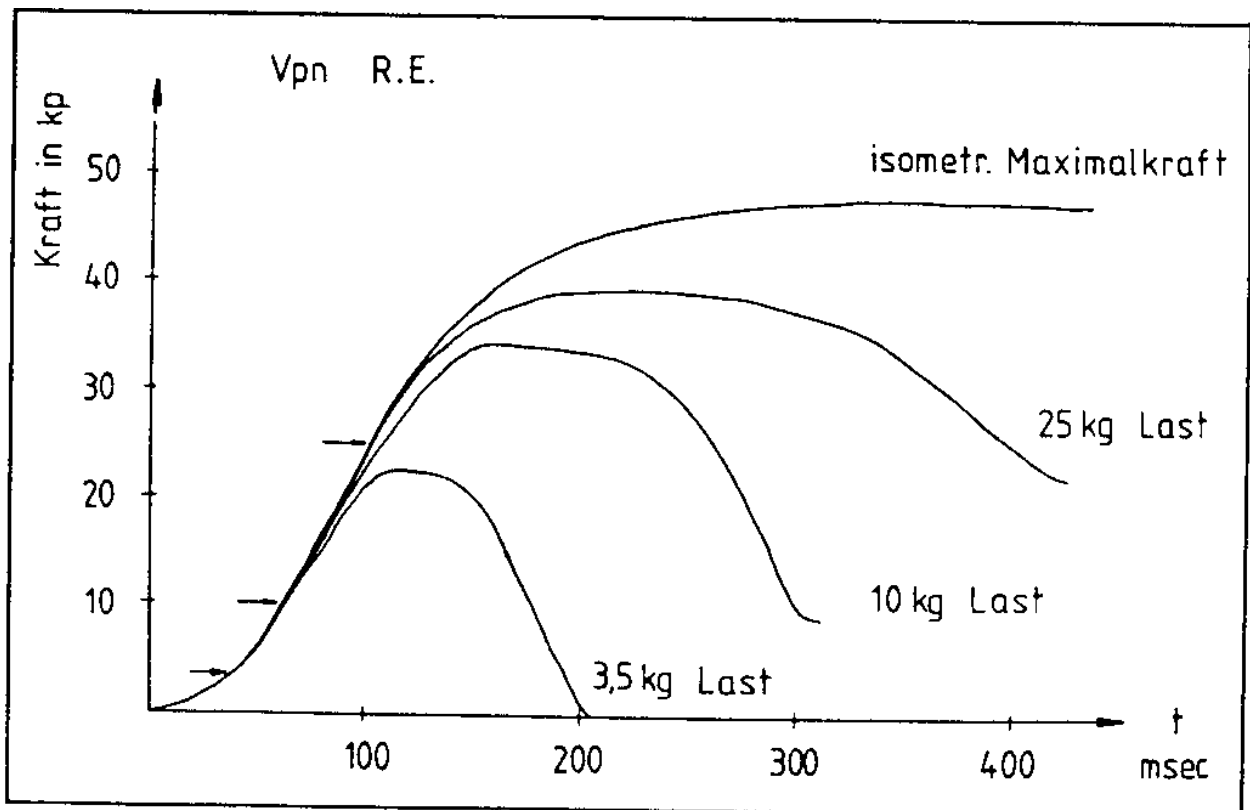


Abb. 4: Kraft-Zeit-Kurven einer Versuchsperson bei einer Ausstoßbewegung gegen unterschiedlich große Lasten. Die Pfeile kennzeichnen den Beginn der dynamischen Phase.

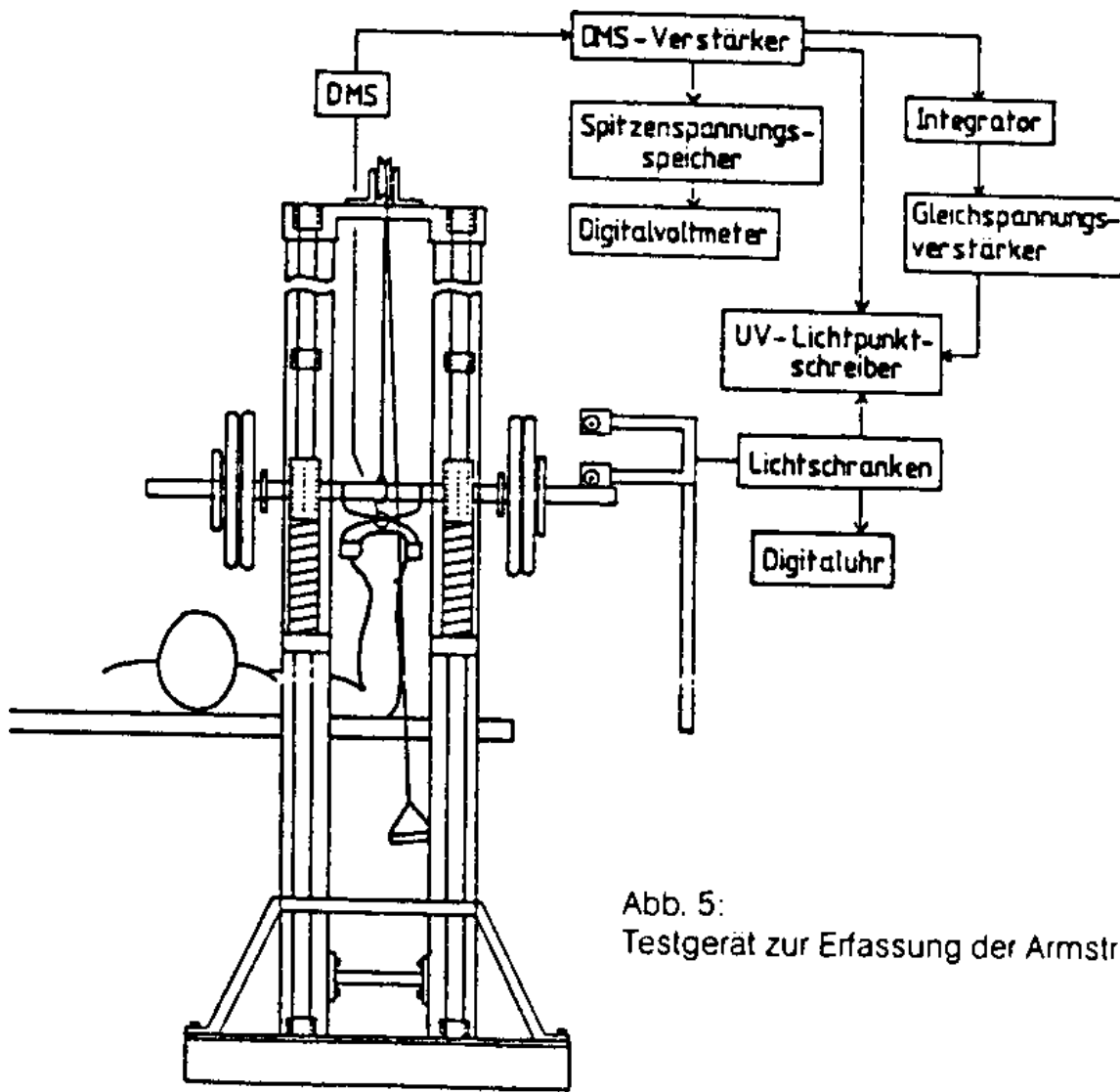


Abb. 5:
Testgerät zur Erfassung der Armstreckkraft

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN -
FRONT

1E1 27B
H/SP



85-0035/KOE -NATIV-

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN -
FRONT

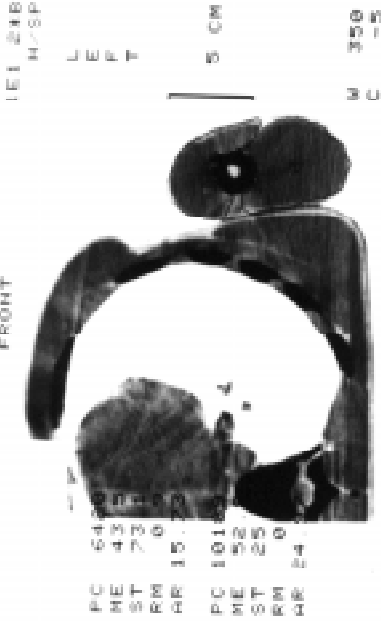
1E1 27B
H/SP



85-1367/STI -NATIV-

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN
FRONT

1E1 24B
H/SP



85-0035/KOE -NATIV-

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN
FRONT

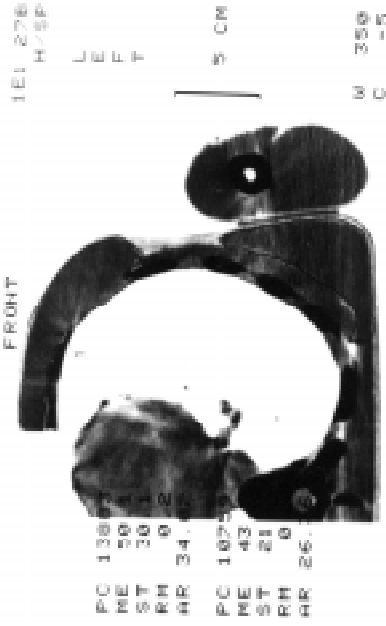
1E1 24B
H/SP



85-0035/KOE -NATIV-

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN
FRONT

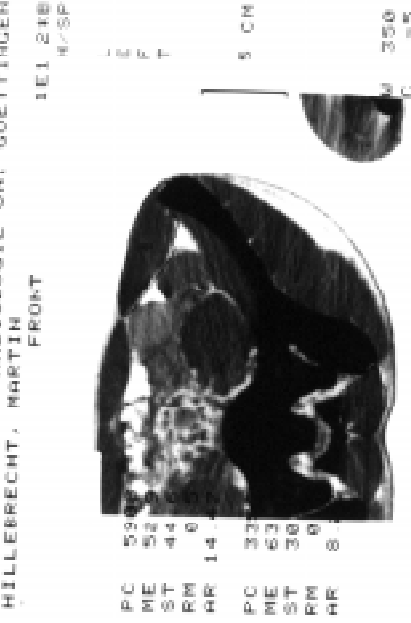
1E1 27B
H/SP



85-1367/STI -NATIV-

SOMATOM DR3 RADIOLOGIE UNI GOETTINGEN
HILLEBRECHT, MARTIN
FRONT

1E1 24B
H/SP



85-0035/KOE -NATIV-

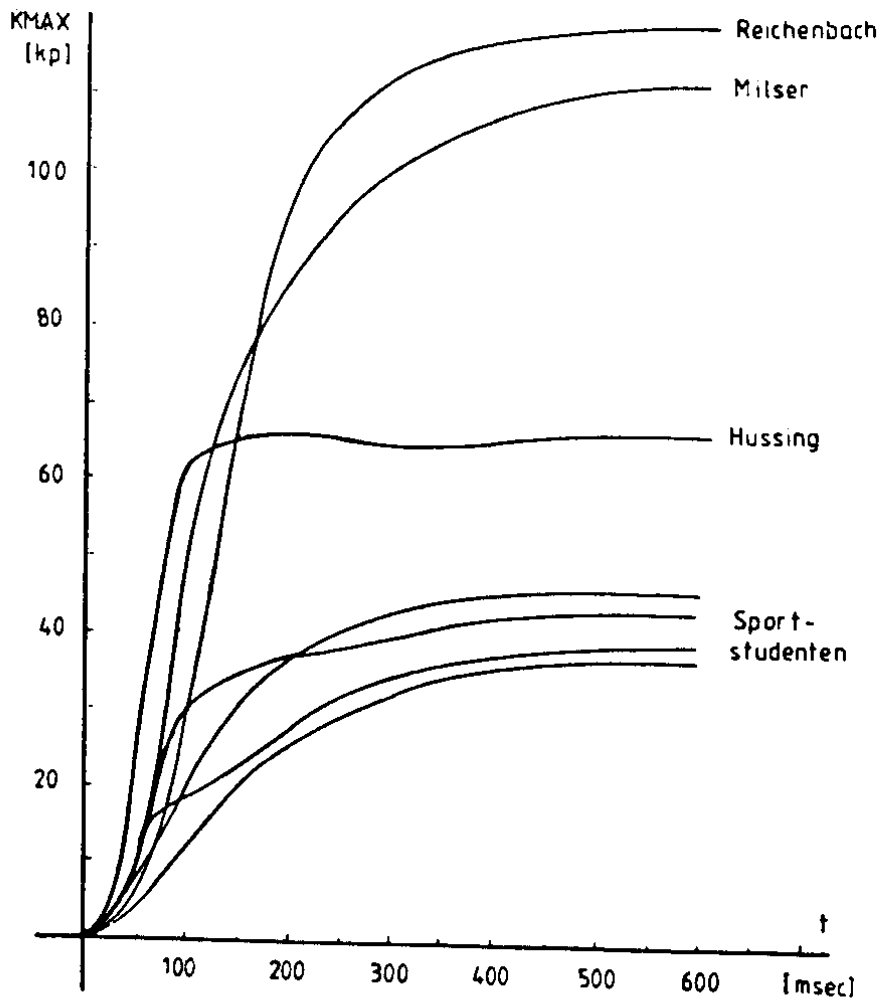


Abb. 4: Isometrische Kraftanstiegskurven von Spitzensportlern und Sportstudenten

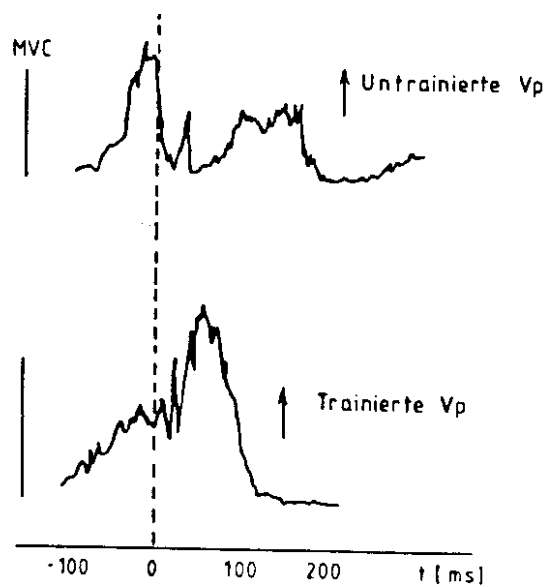


Abb. 10: Vergleich der Innervationsmuster des Gastrocnemius eines hochtrainierten Springers und eines Sportstudenten beim Tief-Hoch-Sprung (Fallhöhe 110 cm)

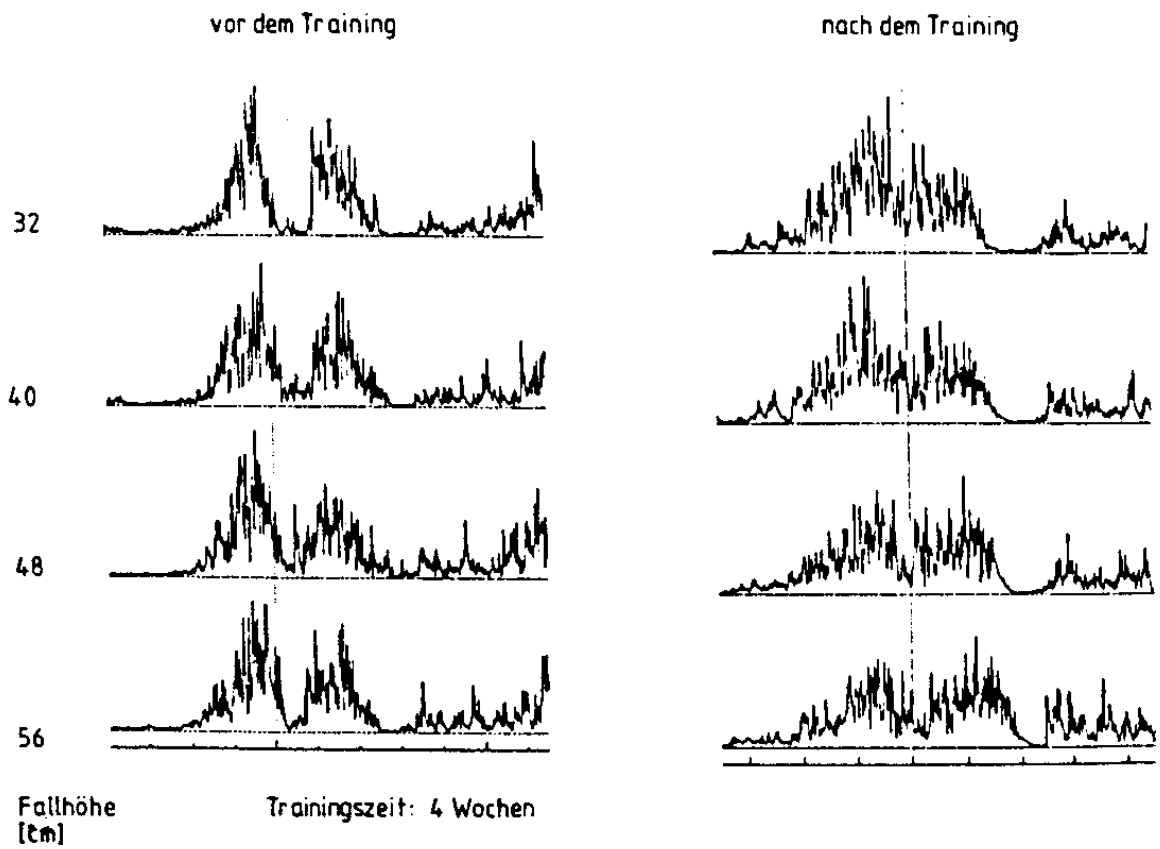
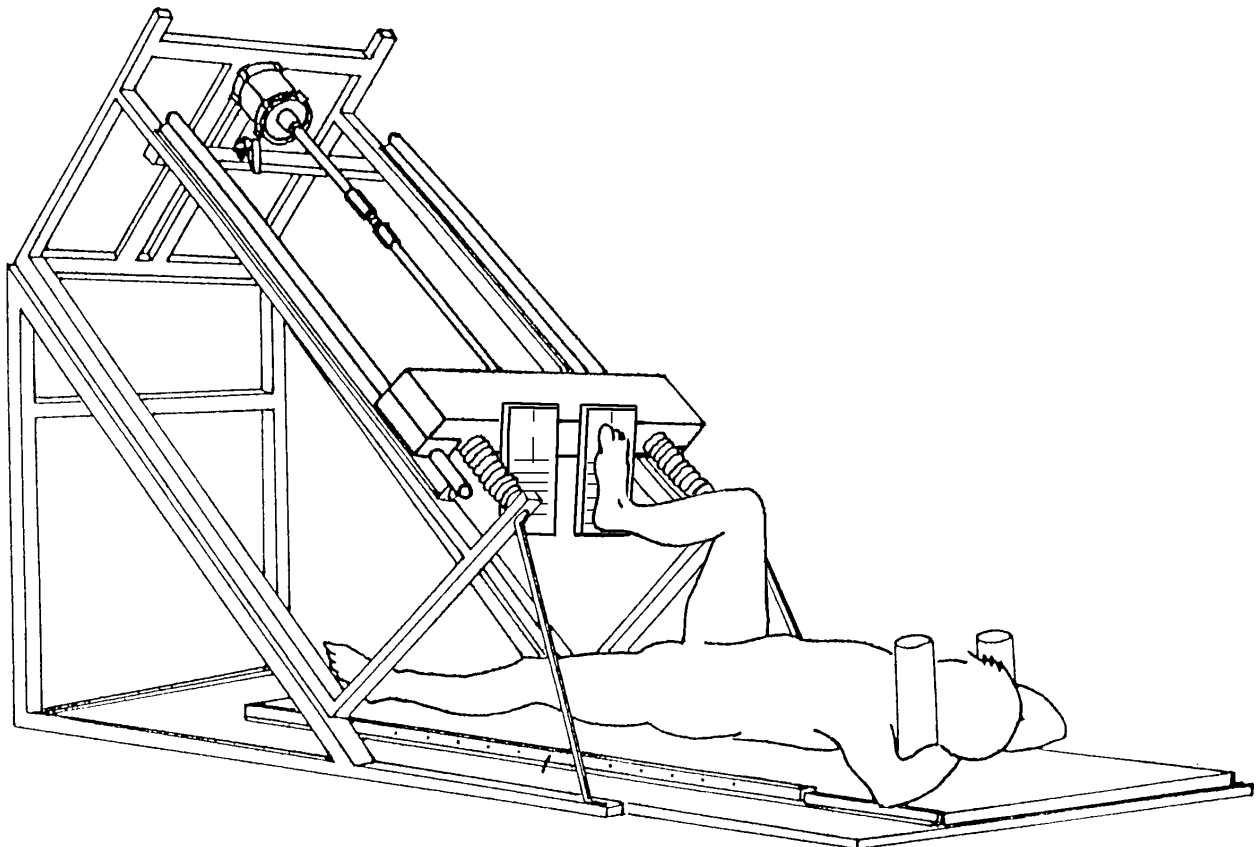


Abb. 11: Elektromyogramm des Gastrocnemius vor und nach einem reaktiven Sprungtraining



INSTITUT FÜR SPORT UND SPORTWISSENSCHAFT

OLYMPIASTÜTZPUNKT FREIBURG

BIOMECHANISCHE LEISTUNGSDIAGNOSE

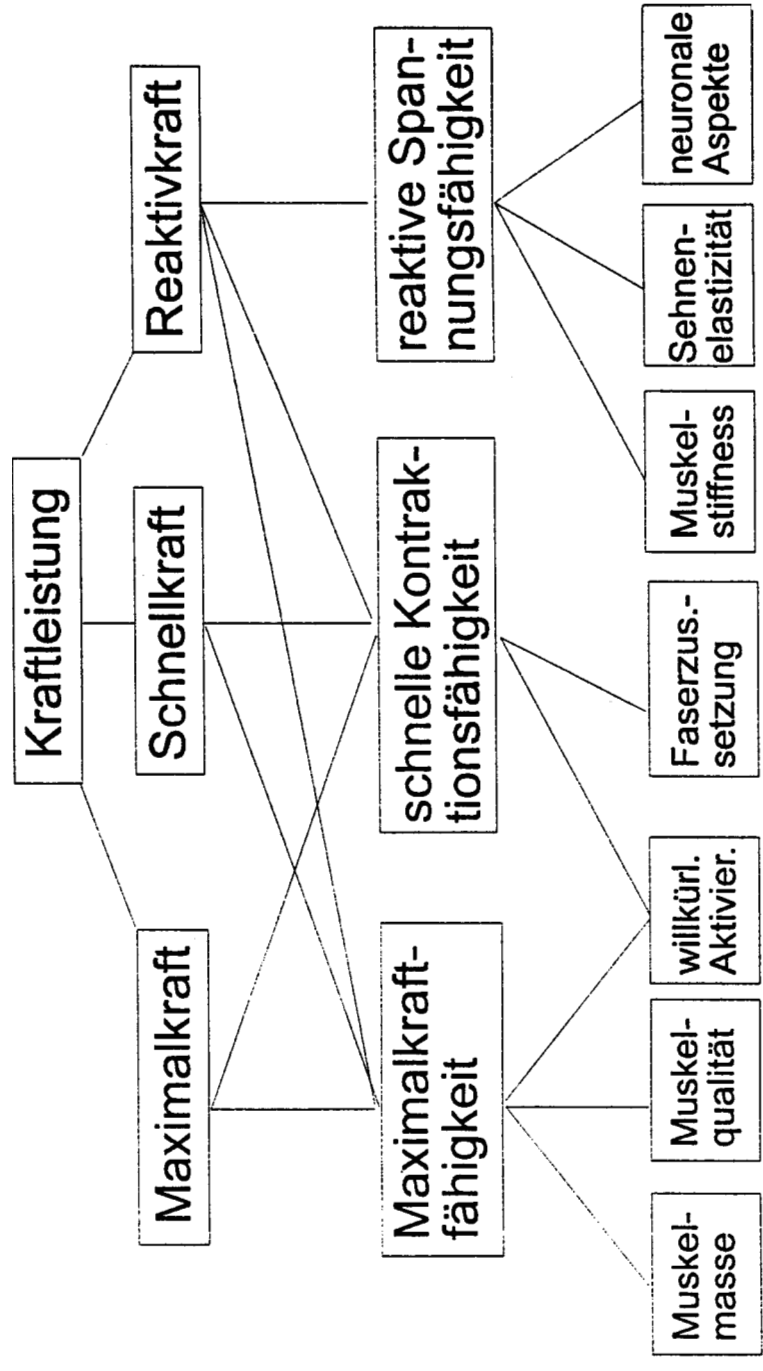
Name: Disziplin: SS

Beinstreckkraft:

Datum	Alt.	Gr. [cm]	Gew. [kg]	KMAX [N]			KMAXRel [N/kg]			EXK [N/ms]			EXKRel [1/s]			KDEF [%]			Pos/ Höhe
				bb	re	li	bb	re	li	bb	re	li	bb	re	li	bb	re	li	
0194	15J	166	45	1205	632	673	26,8	14,0	15,0	14,8	3,9	6,0	12,2	6,1	8,9	12,1	**,*	**,*	16/ 4
0594	16J	168	48	1069	588	641	22,3	12,2	13,4	7,2	4,3	5,2	6,8	7,3	8,1	24,0	**,*	**,*	16/ 4
0994	16J	170	51	1247	707	657	24,4	13,9	12,9	7,1	4,3	4,3	5,7	6,0	6,5	1,6	**,*	**,*	16/ 4
1094	16J	171	53	1178	641	653	22,2	12,1	12,3	13,4	4,3	4,7	11,4	6,7	7,2	6,1	**,*	**,*	16/ 4
0595	17J	175	58	1285	727	744	22,2	12,5	12,8	10,0	4,7	6,0	7,8	6,4	8,1	12,9	**,*	**,*	15/ 3
0995	17J	176	59	1244	697	719	21,1	11,8	12,2	11,3	4,3	4,9	9,1	6,1	6,8	4,8	**,*	**,*	15/ 3
1095	17J	176	60	1286	751	778	21,4	12,5	13,0	12,1	4,9	5,7	9,4	6,5	7,3	10,6	**,*	**,*	15/ 3
0596	18J	179	63	1310	702	756	20,8	11,1	12,0	11,4	3,3	6,0	8,7	4,6	7,9	23,3	**,*	**,*	13/ 2
0896	18J	179	64	1556	895	903	24,3	14,0	14,1	11,4	4,3	6,1	7,3	4,8	6,8	11,2	**,*	**,*	13/ 2
0297	19J	179	64	1610	929	939	25,2	14,5	14,7	11,2	4,8	6,1	7,0	5,1	6,5	8,7	**,*	**,*	13/ 2
0497	19J	180	65	1591	871	895	24,5	13,4	13,8	10,6	6,7	7,8	6,6	7,7	8,8	9,4	**,*	**,*	13/ 2
0797	19J	180	66	1457	905	847	22,1	13,7	12,8	10,1	6,5	4,9	6,9	7,2	5,8	10,8	**,*	**,*	13/ 2

Erklärung der Abkürzungen:

bb/re/li : Beidbeinig, Rechts, Links
 KMAX : Maximalkraftwert
 KMAXrel : Maximalkraftwert relativ zum Körpergewicht (KMAX/Gewicht)
 EXK/EXKrel : Explosivkraft (größter Kraftanstieg), relative EXK (EXK/KMAX)
 KEKZ : exzentrische Maximalkraft
 KDEF : Kraftdefizit (KEKZ/KMAX-1)



Dimension

Fähigkeit

morpholog. & funktionelle Bedingungen

Kmax exzent. ?

Computer-tomographie

Kmax isometr. Exk

Biopsie

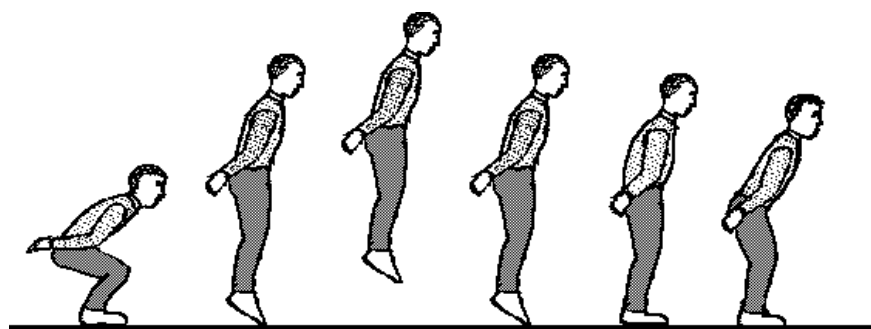
EMG ?

extensives Maximalkraft-training (Hypertrophie)

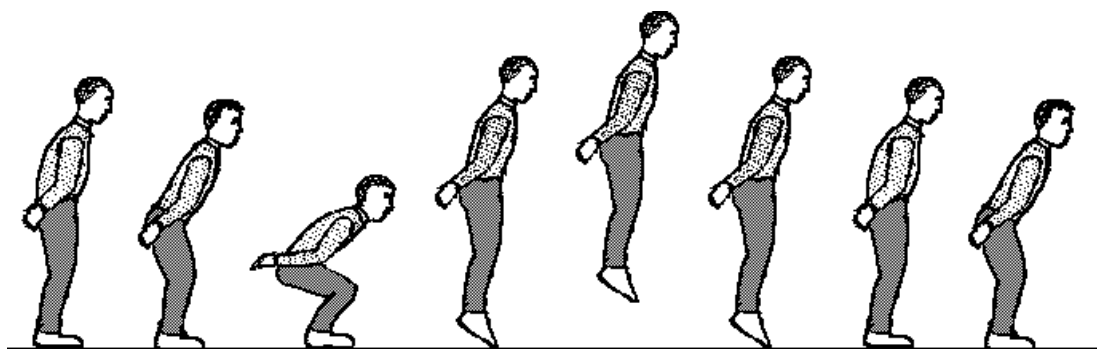
intramuskuläres Koordinations-training

reaktive Trainingsformen

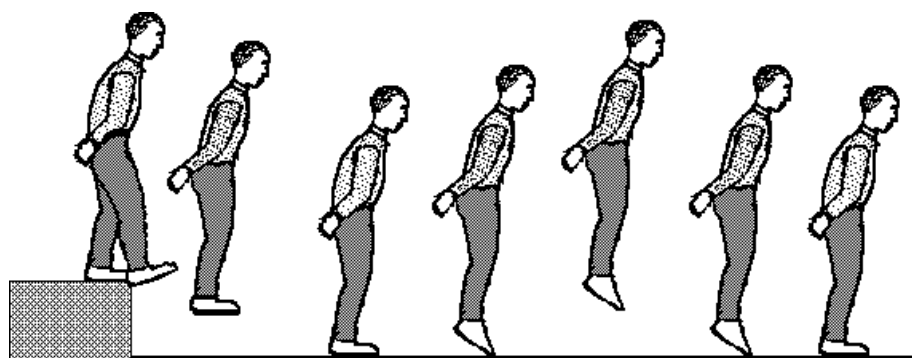
Squat-Jump



Counter-Movement-Jump



Drop-Jump



Versuchsanleitung Jump and Reach-Test

1. Materialien

- Kreide, Magnesia, Zollstock, kleiner Kasten

2. Durchführung

Der Springer steht neben einer Hallenwand und kreydet sich die Finger der wandnahen Wand mit Magnesia oder Kreide ein. Im aufrechten Stand mit gestreckten Füßen wird nun die maximale Reichhöhe ermittelt und dort ein Kreideabdruck der Hand hinterlassen. Der Springer nimmt nun eine statische Position mit ca. 90° Kniewinkel ein und springt aus dieser Position ohne Ausholen so hoch wie möglich ab. Nach dem Absprung versucht der Springer im höchsten Punkt der Flugphase, einen Kreideabdruck an die Wand zu schlagen (vgl. Foto 1+2). Die Differenz zwischen den Abdrücken wird als Sprunghöhe ermittelt.



Fotos Jump-and-R reach-Test

Es werden von jedem Springer drei Sprünge durchgeführt. Nach jedem Sprung sollte eine kurze Pause erfolgen. Die Höhen aller Sprünge werden im Testbogen erfasst.

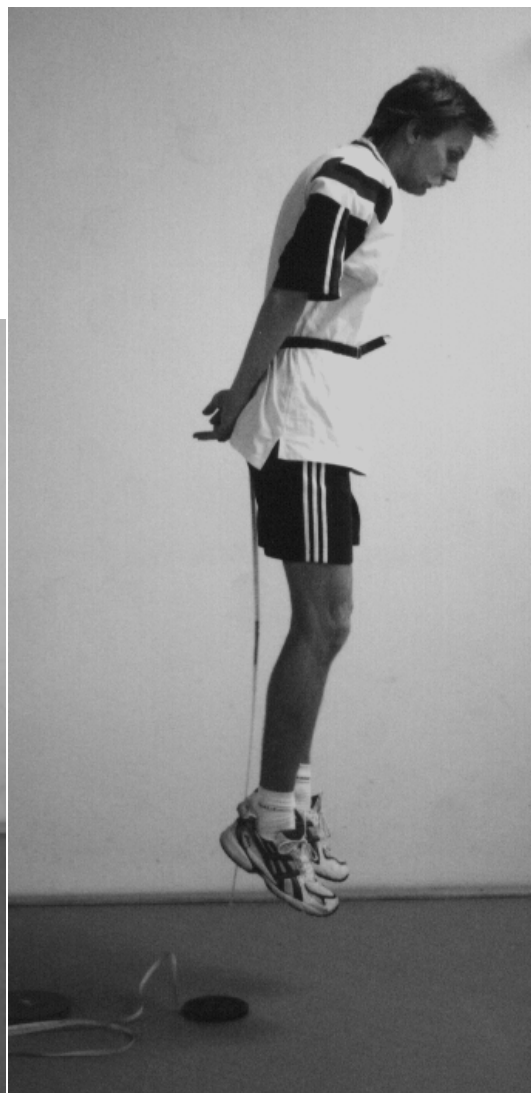
Versuchsanleitung Sprunggürtel-Test

1. Materialien

- Bandmaß, kleine Gewichtsscheibe, Gürtel

2. Durchführung

Ein Bandmaß wird an einem Gürtel befestigt. Das Bandmaß verläuft vom Rücken zum Boden und wird dort z.B. mit einer 1,25kg-Gewichtsscheibe fixiert. Im aufrechten Stand auf den Zehenspitzen wird die Ausgangshöhe ermittelt. Springt der Springer aus einer statischen Hockposition (90° Kniewinkel) ohne Ausholbewegung nach oben, zieht sich das Bandmaß durch die Gewichtsscheibe ebenfalls nach oben (vgl. Fotos). Die Differenz zwischen der Ausgangshöhe vor dem Sprung und der Höhe nach dem Sprung stellt die Sprunghöhe dar.



Fotos Sprunggürtel-Test

Es werden von jedem Springer drei Sprünge ohne Armeinsatz (Fotos) und drei Sprünge mit Armeinsatz durchgeführt. Nach jedem Sprung sollte eine kurze Pause erfolgen. Die Höhen aller Sprünge werden im Testbogen erfaßt.

Versuchsanleitung Kontaktmatten-Test

1. Materialien

- Computer, Kontaktmatte, Interface, Software

2. Durchführung

Der Springer steht auf einer in einer statischen Hockposition (ca. 90° Kniewinkel) auf einer Kontaktmatte. Er springt nun ohne Ausholbewegung so weit wie möglich nach oben und landet wieder auf der Matte. Die Landung soll mit gestreckten Füßen und nahezu gestreckten Knien erfolgen. Ein Abfangen der Landung durch Nachgeben in den Knie ist natürlich erlaubt. Die Beine dürfen aber nicht schon in der Luft angezogen werden!

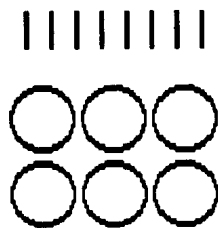


Foto Kontaktmattenmessanlage

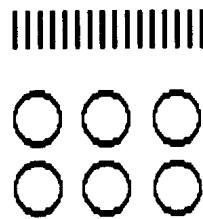
Es werden von jedem Springer drei Sprünge ohne Armeinsatz und drei Sprünge mit Armeinsatz durchgeführt. Nach jedem Sprung sollte eine kurze Pause erfolgen. Die Höhen aller Sprünge werden im Testbogen erfaßt.

Wirkung und Anwendung von Krafttrainingsmethoden

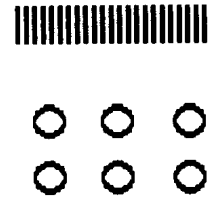
Muskelquerschnittstraining



Kombinationstraining



Intramuskuläres Training



Charakterisierung

Hypertrophie

Hypertrophie und
Aktivitätserhöhung
beteiligter motorischer
Einheiten

Aktivitätserhöhung
motorischer Einheiten

Anwendungsbereiche

Für alle Sportarten und
Anwendungsbereiche als
Krafttrainingsgrundart

Vorwiegend für
Leistungs- und
Hochleistungssport

Leistungs- und
Hochleistungssport

Methode

hohe Wiederholungs-
zahl
geringe Intensität

Pyramidenmethode

geringe Wiederho-
lungszahl
hohe Intensitäten
Reaktive Belastung

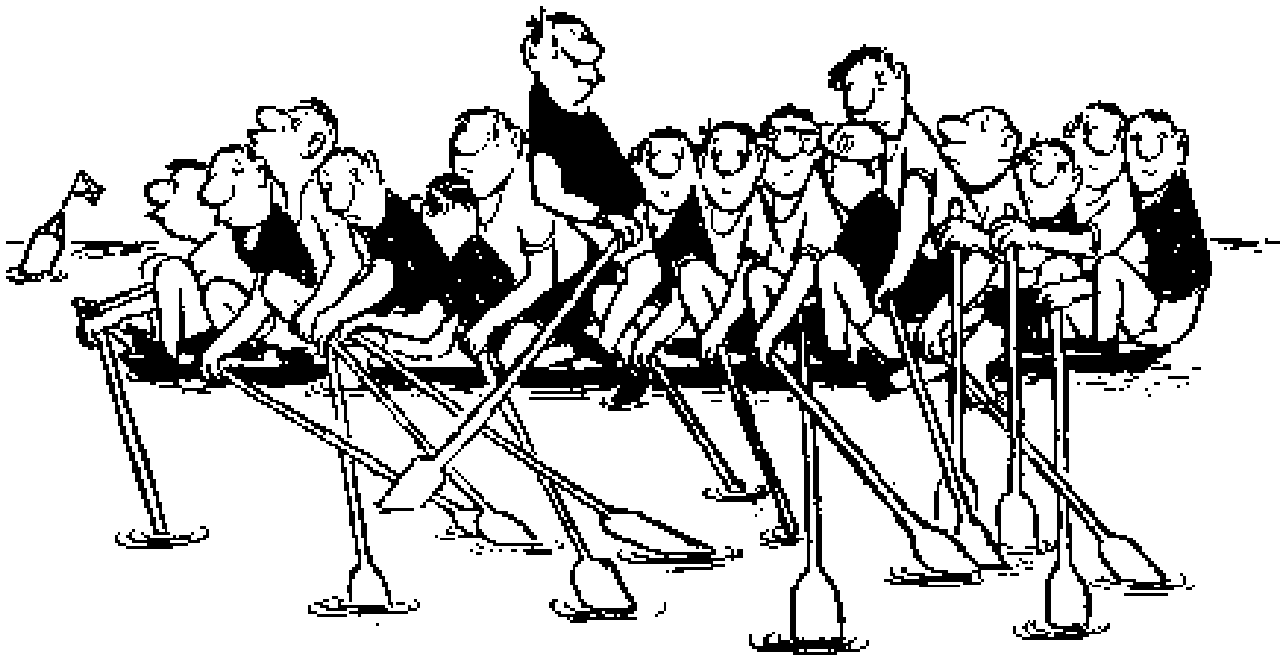
Vor- und Nachteile einzelner Krafttrainingsmethoden

Methoden	Vorteile	Nachteile
Muskelaufbau-training	<ul style="list-style-type: none"> - Ständige Kraftsteigerung möglich - Geringe psychische und physische Beanspruchung 	<ul style="list-style-type: none"> - Kraftsteigerung geringer und langsamer - Probleme beim Wechsel der Trainingsart - Negative Auswirkungen auf die Beweglichkeit - evtl. unerwünschte Massenzunahme
Kombiniertes Training	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsmöglichkeit im Jugendbereich 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Kraftzuwachs - Langfristig nicht verwendbar
Intramuskuläres Training	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher, schneller Kraftgewinn ohne Muskelzuwachs (Körpergewicht) - Anwendbarkeit bei Sportarten mit Gewichtsklassen 	<ul style="list-style-type: none"> - Hohe psychische und physische Belastung - Anfängerbereich unmöglich - Jugendbereich nur bedingt einsetzbar
Exzentrisches Training	<ul style="list-style-type: none"> - Auch bei langjährigem Krafttraining sind Steigerungen möglich 	<ul style="list-style-type: none"> - Verletzungsrisiko - Schwierige Anwendung - Negative Auswirkungen auf die Kontraktionsgeschwindigkeit
Statisches Training	<ul style="list-style-type: none"> - Einfache Durchführung - Geringer Zeitaufwand - Lokale, zielgerichtete Ansprechbarkeit der Muskeln - Rehabilitationsbereich 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Querschnittszunahme (Vorteil?) - Negative Auswirkungen auf die Kapillarisation - Keine koordinativen Prozesse - Negativer Einfluß auf Beweglichkeit - Baldige Stagnation - Monotones Training - Pressatmung (Kinder!)
Isokinetisches Training	<ul style="list-style-type: none"> - Gleichmäßige Belastung der Muskulatur bei konstanter Bewegungsgeschwindigkeit - Rehabilitation und Disziplinen mit geschwindigkeitskonstanten Bewegungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine koordinativen Verbesserungen

Vor- und Nachteile einzelner Krafttrainingsmethoden

Methode	Vorteile	Nachteile
Elektrostimulation	<ul style="list-style-type: none"> - Gezieltes Training isolierter Muskeln - Schnelle Hypertrophie durch lange und hohe Spannungsreize - Kaum Ermüdung im ZNS 	<ul style="list-style-type: none"> - Kein koordinativer Anteil - Tiefe Muskeln werden kaum erfaßt - Physiologische und psychologische Ermüdungsschwellen bleiben unberücksichtigt (Keine optimale Reizung)
Übergangsmethode	<ul style="list-style-type: none"> - Harmonischer Wechsel von Trainingsarten unterschiedlicher Charakteristik - Eingeschränkte Verletzungsmöglichkeit 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Anpassungseffekt bezüglich Maximalkraft und Schnellkraftsteigerung

Intramuskuläre Koordination?



Ausdauer

- Strukturierung

- Diagnose

- Training

Aerobe Ausdauer

- Energiebereitstellung bei ausreichender Sauerstoffversorgung
 - notwendig für lange Belastungen
 - nur mittlere Intensitäten möglich
- abhängig von der Auffüllung von Glykogen und Fettdepots
Beispiele: 10000m-Lauf, Jogging, Walking etc.

Anaerobe Ausdauer

- ohne Sauerstoff
 - notwendig bei kurzen Belastungen
 - hohe Intensitäten möglich
 - abhängig von der Auffüllung der Kreatinphosphat- und Glykogendepots
 - alaktazide anaerobe Ausdauer
 - laktazide anaerobe Ausdauer
- Beispiele: Sprints, 400m-Lauf, Rebound etc.

3.4.4 Leistungsdiagnostische Verfahren zur Bestimmung der Ausdauerleistungsfähigkeit

3.4.4.1 Leistungsdiagnostik im Labor

Leistungsdiagnostik im Labor wird in der Regel auf dem Laufband bzw. dem Fahrradergometer und anderen Ergometertypen in Form von **Stufentests** gekoppelt mit spirometrischer Datenerfassung und Laktatmessungen durchgeführt, um

- die maximale *Sauerstoffaufnahme* $\dot{V}O_{2max}$ zu messen und die auf das *Körpergewicht relativierte Sauerstoffaufnahme* $\dot{V}O_{2}/kg$ zu berechnen
 - die *Laktatkinetik* und den Leistungswert an der 4-mmol-Schwelle bzw. die individuelle *aerob-anaerobe Schwelle* zu bestimmen;
 - die Herzschlagfrequenzsteigerung und die *maximale Herzschlagfrequenz* zu registrieren
- und andere Melwerte wie beispielsweise den *Respiratorischen Quotienten* (RQ), der das Verhältnis von ausgeatmetem Kohlendioxid (CO_2) und verbrauchtem Sauerstoff, das *Atemminutenvolumen*, die *Atemfrequenz*, *CO_2 -Abgabe* u. a. zu erfassen.

Für die Trainingssteuerung sind die $\dot{V}O_{2max}$, $\dot{V}O_{2}/kg$, die Laktat- und Herzschlagfrequenzwerte bedeutsam, weil mit diesen Parametern das aerobe Leistungsniveau abschätzbar wird. Nach NEUMANN (1985, 11) sollte eine Funktionsdiagnostik im Labor alle 6—8 Wochen durchgeführt werden, für den Skilanglauf beispielsweise schlägt VANOI (1987) solche kombinierten Labortests für Juni, September und Dezember vor, wobei in der Zwischenzeit allerdings alle vier Wochen die Durchführung zusätzlicher Feldtests vorgesehen ist. Es existieren mehrere Stufenkonzepte, die ergonomische Standardtestuntersuchungen nach HOLLMANN / HETTINGER 1976, 385), bei der alle 3 Minuten, beginnend mit einer Belastung von 3 mkp/s, um 4 mkp/s gesteigert wird.

Gegenwärtig werden die Stufentests hauptsächlich auf dem Laufband, teilweise mit, teilweise ohne Spirometrie, durchgeführt und nach jeder Stufe zur Laktatmessung unterbrochen. Hierzu einige Modelle:

- ① KEILHOLZ / STRÄHLE / WEICKER (1982): Laufband 5 % Steigung, 3 Minuten mit 8 km/h, dann Steigerung alle 3 Minuten um 2 km/h bis zur Erschöpfung. Blutabnahme zur Laktatbestimmung während und nach der Belastung.
- ② Standardtest nach NEUMANN (1985): Jede Stufe 5 min auf dem Laufband ohne Leistungsveränderung, jeweils nach jeder Stufe 1 Minute Pause zur Blutentnahme. Beginn mit 3,25 m/s, Steigerung für jede Stufe 0,25 m/s.

Text aus:

Martin, D. / Carl, K. / Lehnertz, K.: Handbuch Trainingslehre. Schorndorf 1991, 187-196

- ③ Test für Skilangläufer nach VANOI (1987): Jede Stufe wird 3 Minuten lang durchgeführt, danach 30 Sekunden Pause zur Blutentnahme. Steigerung: dreimal 3 Minuten in 7 km/h mit einer Veränderung der Steigung des Bandes von 0 auf 1 und auf 2 Grad, danach dreimal 3 Minuten mit 8 km/h und Veränderung der Bandsteigungen von 6 auf 12 auf 18 Grad.

Der Stufentest sollte weitgehende Affinität zur Sportart aufweisen. Sie kann durch das Gerät (Fahrradergometer, Laufband), aber auch durch die Stufenlänge, die Laufgeschwindigkeit/den Widerstand und durch den Steigungswinkel des Bandes hergestellt werden. *Wichtig ist es, immer das gleiche Verfahren unter standardisierten Bedingungen* (gleiche Vorbedingungen, gleiche Testbedingungen) *anzuwenden*, um mit den Testergebnissen auch längsschnittliche Vergleiche anstellen zu können.

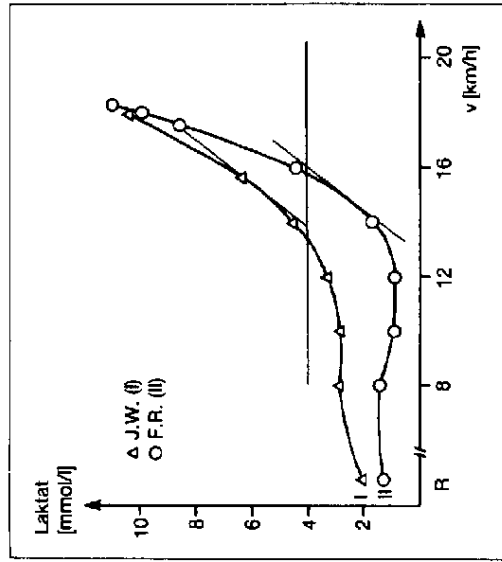


Abb. 77: Laktat-Leistungskurven von zwei Skilangläufern mit nahezu gleichem Leistungsniveau. Im Bereich unterhalb der Schwelle zeigt (II) jedoch eine höhere aerobe Leistungsfähigkeit (KEUL / SIMON / BERG / DICKHUTH / GOERTTLER / KÜBEL 1979).

steuerung im Ausdauerbereich ist die Schwelle der wichtigsten steuerungsfähigkeit am besten in einem Intensitätsbereich trainierbar wird, der sich am *maximalen Laktat-steady-state* orientiert. Die Laktatkinetik zeigt erstens an, wo schätzungsweise die jeweils richtigen Intensitätsbereiche liegen könnten, durch ihre Rechts- oder Linksverschiebungen bei Wiederholungstests, registriert sie zweitens, welche Veränderungen der aeroben Leistungsfähigkeit stattgefunden haben.

Inzwischen hat sich gezeigt, daß unterschiedliche Berechnungsverfahren (MADER, KEUL, STEGMANN) für dieselbe Laktatkinetik zu unterschiedlichen Schwellenwerten führen. So ist auch die 4-mmol-Schwelle nach MADER lediglich als ein Annäherungsmaß zu betrach-

ten. Denn Langzeitausdauertrainierte haben ihren Schwellenwert häufig darunter, Kurzzeitausdauertrainierte eher darüber. Die Interpretation der Laktatkinetik ist deshalb nur individuell möglich und sollte durch zusätzliche Vergleichswerte abgesichert werden. Aufgrund des derzeitigen Kenntnis- und der Technologiestandes sind dazu Herzschlagfrequenz-Leistungs-Kurven geeignet (LEHNERTZ 1989b, 39-43).

3.4.4.2 Leistungsdiagnostik im Feld

Die *Standardisierung* bei Feldtests ist nicht auf dem Niveau zu gewährleisten wie bei Labortests (Witterungs-, Temperaturverhältnisse, Bodenbeschaffenheit). Aus diesem Grund sind die Ergebnisse auch längsschnittlich nur mit Einschränkungen verwertbar. Feldtests zeigen dafür zwei Vorteile. Erstens läßt sich mit ihnen — wie die angeführten Beispiele zeigen — eine größere Affinität zur Sportart herstellen. Und zweitens stellen sie gleichzeitig ein Training dar. Feldtests werden hauptsächlich als *Mehrstreckentest* konzipiert. Auch hierbei ist das Prinzip — wie bei den Stufentests im Labor — die *systematische Steigerung der Belastungsintensität*. Gemessen wird dabei die *Laktatkonzentration* aus dem Ohrblut zur Ermittlung der *Laktatkinetik* und der individuellen *aerob-anaeroben Schwelle*. Bei den gegenwärtigen Felduntersuchungen wird zusätzlich mit dem *SPORTTESTER* auch die Herzschlagfrequenz registriert, um neben der Laktatleistungskurve einen zusätzlichen Vergleichswert zu haben, mit dem die Einschätzung der optimalen Belastungsintensität des Trainings zuverlässiger erfolgen kann. Dazu einige Beispiele:

Für die *Laufdisziplinen* haben sich Mehrstreckentests von 4- bis 5mal 1000 m bewährt, mit einer Pause von 1 min zur Blutentnahme. Je nach Leistungsstand wird die erste Strecke (1000 m) in 5:00 oder 4:40 oder 4:30 Minuten gelaufen und dann von Strecke zu Strecke jeweils um 20 Sekunden gesteigert. Die letzte Strecke wird maximal gelaufen.

Beim *Schwimmen* werden u. a. zwei Streckentests angewandt, der *Zweistreckentest* bei Sprintern in der Wettkampfdisziplin, die erste Strecke wird in ca. 80 % der maximal möglichen Zeit, die zweite nach einer Pause von 1 Minute maximal geschwommen. In der Pause und nach

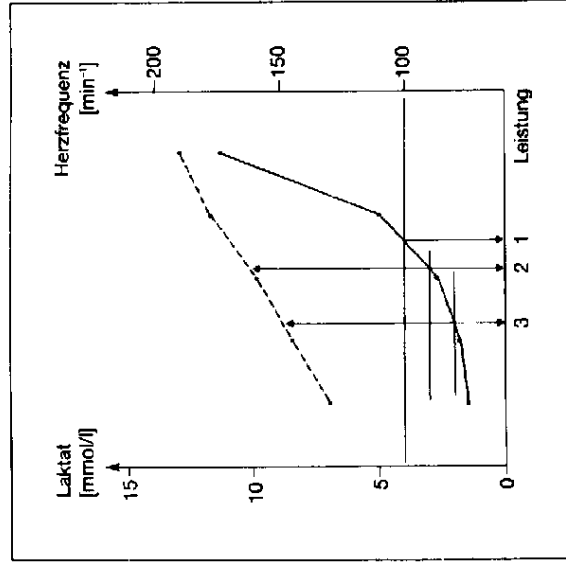


Abb. 78: Beispiel eines 5-Streckentests mit Laktatleistungskurve (unten) und Herzschlagfrequenz-Leistungskurve (oben). 1 = die Leistung bei 4 mmol/l Laktat, 2 = Laktat 3 mmol/l und HF/min 160, 3 = Laktat 2 mmol/l und HF/min 148 (SCHÜRCH 1987, 34).

der Belastung wird Laktat gemessen. Eine andere Möglichkeit bietet das Schwimmen von 15- bis 20mal 100 m mit Pausen von 30 Sekunden in einer Zeit, die etwa 80 % der Maximalzeit entspricht. Nach jeder fünften Strecke wird in einer 45-Sekunden-Pause Ohrblut abgenommen. Mit einem solchen Test kann festgestellt werden, wie groß der Belastungsumfang im Verhältnis zu einer bestimmten Intensität sein könnte.

Als letztes Beispiel stellen wir einen **Rad-Feldtest** vor, der an unserem Institut entwickelt wurde. Es ist ein *Mehrstrecken*test mit steigender Belastungsintensität (Geschwindigkeit) und sollte auf einer Radrennbahn oder auf einer flachen Rundstrecke durchgeführt werden. Für diesen Feldtest wurde ein Rundkurs von 1250 m abgemessen. Die Athleten benutzen dafür ihre eigenen Rennmaschinen, die Übersetzungsverhältnisse wurden von außen nicht vorgegeben, sondern entsprechend der Beanspruchung vom Athleten frei gewählt. Empfohlen wird eine Trittfrequenz von 90-100 Umdrehungen pro Minute. Die erste Geschwindigkeitsstufe wurde so gewählt, daß die Belastungsintensität, festgelegt nach der Herzschlagfrequenz, im Bereich von 120-140 HF/min lag. Alle weiteren Stufen wurden um 2 km/h gesteigert. Für die Bestimmung von biochemischen Parametern (Laktat, Ammoniak) aus dem kapillaren Ohrblut wurde zwischen den Stufen eine Pause von 45 sec eingelegt. Bei einem dieser Tests wurden für die Triathleten des C-Kaders des Deutschen Triathlonverbandes (16—19 Jahre) je Belastungsstufe eine Strecke von 2500 m (zwei Runden) vorgegeben. Die Geschwindigkeit für die erste Belastung wurde für die Mädchen auf 26 km/h und für die Jungen auf 30 km/h festgelegt und mittels Radcomputer gesteuert. Die Herzschlagfrequenz wurde mit einem SPORTESTER PE 3000 gespeichert. Die tatsächlich gefahrenen Geschwindigkeiten pro Belastungsstufen wurden anschließend aus dem Zeit/Streckenverhältnis errechnet. Temperatur, Windstärke und die gefahrenen Übersetzungen pro Belastungsintervall wurden protokolliert. In der folgenden Tabelle 19 werden die erhobenen Parameter bei einem Rad-Feldtest eines Triathleten vorgestellt:

Tabelle 19: Erhobene Werte bei einem Rad-Feldtest von einem jugendlichen Triathleten (2' n. B. = 2 Minuten nach der Belastung).

Stufe	km/h	HFmax min ⁻¹	Laktat mmol/l	NH ₃ μmol/l	Übersetzung
v. B.	—	—	2,75	25	—
1	29,3	158	2,78	38	42/20
2	31,4	166	2,78	26	42/18
3	33,1	169	3,54	28	42/18
4	34,5	175	4,23	31	42/18
5	35,8	180	5,50	35	42/18
6	37,5	184	8,39	46	52/18
7	38,3	190	10,46	53	52/18
8	38,8	195	11,72	64	52/18
2' n. B.	—	—	11,87	54	—
4' n. B.	—	—	11,07	47	—

3.4.4.3 Leistungsdiagnostik anhand der Herzschlagfrequenz — CONCONI-Test

Im Hinblick auf bestimmte Maßnahmen der Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung sind Wechselwirkungen zwischen Muskelstoffwechsel und Herzschlagfrequenz immer be-

deutungsvoll gewesen. Bekannterweise tritt als Folge intensiver Muskelarbeit eine deutliche Konzentrationserhöhung von bestimmten Molekülen — beispielsweise Ammoniak (LEHNERTZ 1985c, 5—10) und Laktat (Tabelle 19) — im Blut auf. Dieser Sachverhalt wird auch zur Leistungsdiagnostik und Trainingssteuerung genutzt, wobei die umfangreichsten Erfahrungen im Zusammenhang mit *Laktatmessungen* vorliegen. Über die Laktatkonzentration im Blut ist es möglich, ungefähr einzuschätzen, wie hoch der Anteil der anaeroben Energiebereitstellung ist. Wenn nun davon ausgegangen wird, daß das Herz in erster Linie für eine ausreichende Sauerstoffversorgung arbeitet und Laktatbildung ein sauerstoff-, freier-“ Prozeß ist, besteht zwischen Laktatbildung und Herzritätigkeit keine direkte Abhängigkeit. Dies kann so verstanden werden, daß im Bedarfsfall über die sauerstoffpflichtige Energieversorgung hinaus mit Hilfe der Laktatbildung zusätzlich Energie bereitgestellt wird, ohne daß dafür das Herz unmittelbar arbeiten muß (LEHNERTZ 1989b, 42). Auf diesem Sachverhalt beruhen auch die Versuche, anhand von Herzschlagfrequenzmessungen die *aerob-anaerobe Schwelle* zu bestimmen; dieses Verfahren ist inzwischen als **CONCONI-Test** bekannt geworden.

Beim CONCONI-Test erfolgt eine stufenweise steigende Belastung, wobei am Ende jeder Belastungsstufe die momentane Herzschlagfrequenz ermittelt wird. Dabei ist in der Regel zu beobachten, daß zunächst die Herzschlagfrequenz linear mit der Leistung steigt. In dieser

Tabelle 20: Laufzeitabelle für den CONCONI-Test. Die hervorgehobenen Zahlen stellen die aufsummierten Solitzzeiten an den 200-m-Meßpunkten dar; die kleinen Zahlen dienen zur Kontrolle an den 50-m-Teilstrecken.

0 bis 1000 m	1000 bis 2000 m	2000 bis 3000 m	3000 bis 4000 m
0 : 15	4 : 49,6	8 : 40,6	11 : 59,4
0 : 30	5 : 02,0	8 : 51,2	12 : 08,6
0 : 45	5 : 14,5	9 : 01,7	12 : 17,8
1 : 00,0	5 : 27,0	9 : 12,3	12 : 27,1
1 : 14,4	5 : 38,9	9 : 22,6	12 : 36,1
1 : 28,8	5 : 50,9	9 : 32,9	12 : 45,1
1 : 43,1	6 : 02,9	9 : 43,1	12 : 54,1
1 : 57,5	6 : 15,0	9 : 53,4	13 : 03,1
2 : 11,3	6 : 26,5	10 : 03,4	13 : 11,9
2 : 25,1	6 : 38,1	10 : 13,4	13 : 20,7
2 : 38,8	6 : 49,7	10 : 23,4	13 : 29,5
2 : 52,5	7 : 01,4	10 : 33,4	13 : 38,2
3 : 05,8	7 : 12,7	10 : 43,1	13 : 46,8
3 : 19,1	7 : 24,0	10 : 52,8	13 : 55,4
3 : 32,4	7 : 35,2	11 : 02,6	14 : 03,9
3 : 45,8	7 : 46,4	11 : 12,3	14 : 12,5
3 : 58,6	7 : 57,3	11 : 21,8	14 : 20,9
4 : 11,5	8 : 08,2	11 : 31,3	14 : 29,3
4 : 24,3	8 : 19,1	11 : 40,8	14 : 37,6
4 : 37,2	8 : 30,0	11 : 50,2	14 : 46,0

Belastungsphase wird der erhöhte Energiebedarf in erster Linie durch sauerstoffumsetzende Prozesse gedeckt und der Ausgleich des Sauerstoffmehrabbedarfs über eine Steigerung des Herzminutenvolumens durch Erhöhung der Herzschlagfrequenz gewährleistet. Nun ist häufig zu beobachten, daß der lineare Verlauf zwischen Leistung und Herzschlagfrequenz im oberen Belastungsbereich *abknickt* (Abb. 78 u. 79); wie viele Leserinnen und Leser wissen, basiert auf diesem Knick das Konzept des CONCONI-Tests. Ein solcher Knick entsteht, wenn der Sauerstofftransport über das Herz-Kreislaufsystem sowie die Sauerstoffumsetzung in der Muskelzelle nicht mehr in gleichem Maße zu steigern sind wie die Leistung. Dann erfolgt eine Kompensation in der Energiebereitstellung durch vermehrte Laktatbildung, die gewissermaßen das Herz *entlastet*, d. h. das Herzminutenvolumen und damit auch die Herzschlagfrequenz brauchen nicht mehr in gleicher Relation zur Leistung zuzunehmen wie vorher (LEHNERTZ 1989b, 42 f.).

Der CONCONI-Test im Laufen wird auf einer 400-m-Leichtathletikbahn durchgeführt. Nach einem 15- bis 20minütigen Aufwärmprogramm läuft der Sportler/die Sportlerin eine Strecke von 200 m mit einer bestimmten Anfangsgeschwindigkeit (12 km/h) und steigert ohne Pause das Lauftempo kontinuierlich alle 200 m solange, bis eine Tempoverschärfung nicht mehr möglich ist. Mit Hilfe eines Pulscomputers (z. B. SPORTTESTER PE 3000) lassen sich per Knopfdruck an den 200-m-Punkten die aktuellen Herzschlagfrequenzen und Laufzeiten speichern, die dann nach Testende ausgewertet werden.

Tabelle 20 zeigt eine Marschtafel mit den einzelnen Zeitvorgaben für einen gut ausdauertrainierten Athleten.

Der SPORTTESTER kann mit einem Kleincomputer ausgewertet aber auch abgelesen werden. Beim Ablesen bzw. der Auswertung „per Hand“ müssen die gespeicherten Puls- und Zeitwerte einzeln aus dem SPORTTESTER gelesen und in ein Protokollblatt übertragen werden. Anschließend erfolgt eine Umrechnung der 200-m-Zeit in km/h mit der Formel: $v \text{ (km/h)} = (720/\text{Zeit in sec über } 200 \text{ m})$. Auf Millimeterpapier wird ein kartesisches

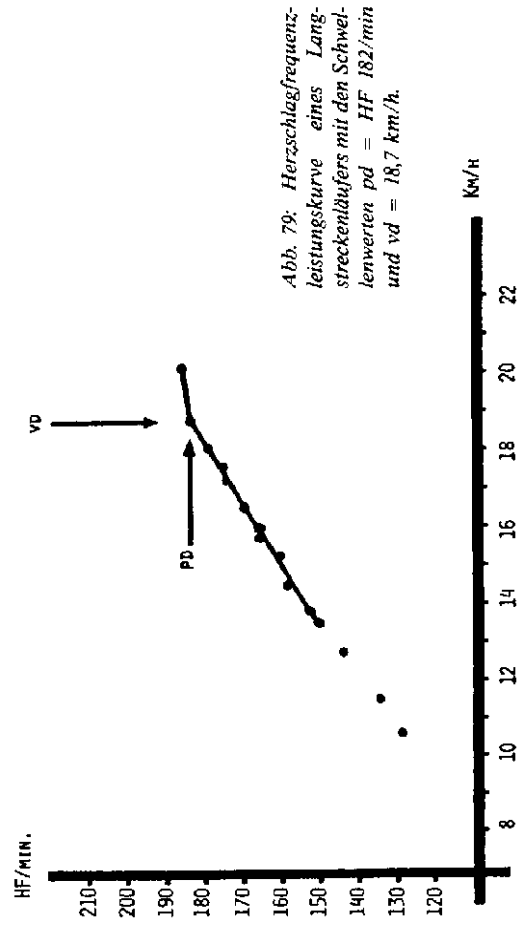


Abb. 79: Herzschlagfrequenzleistungskurve eines Langstreckenläufers mit den Schwellenwerten $pd = HF \ 182/min$ und $vd = 18,7 \text{ km/h}$.

Koordinatenkreuz mit der Herzschlagfrequenz auf der y-Achse und der Geschwindigkeit in km/h auf der x-Achse gezeichnet und die Wertepaare (HF, v) eingetragen. Sind alle Punkte übertragen, versucht man in den linearen Bereich eine Ausgleichsgerade zu legen. Der „Knickpunkt“ ist bei richtiger Testdurchführung in den überwiegenden Fällen zu erkennen. CONCONI bezeichnet die am Knick gefundene Herzschlagfrequenz als **pd-Wert** und die Geschwindigkeit als **vd-Wert** (Abb. 79).

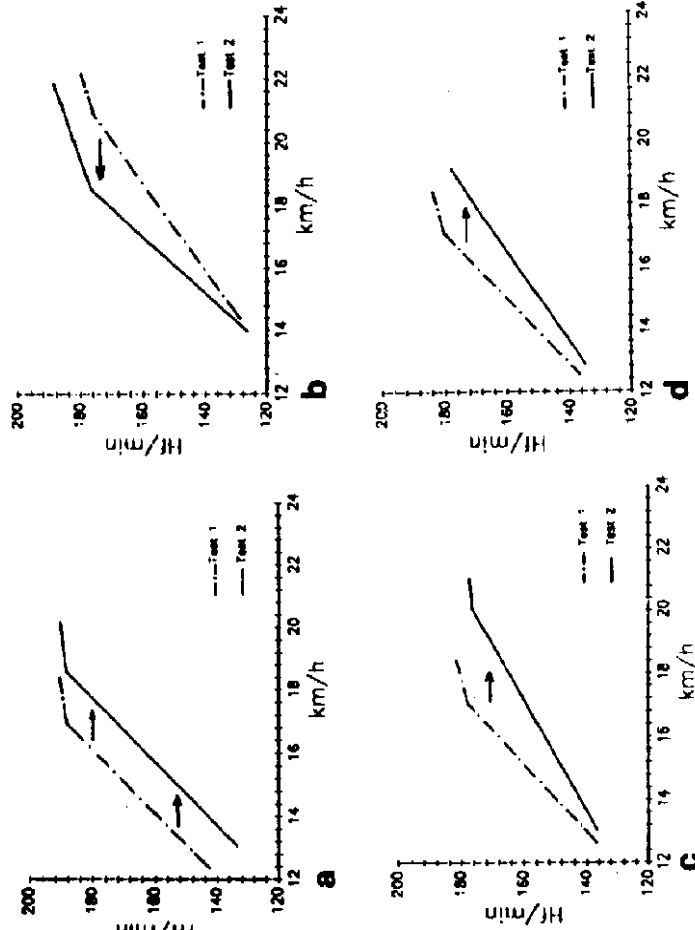


Abb. 80: Die Beispiele a—d zeigen unterschiedliche Veränderungen der Herzschlagfrequenz-Leistungskurve aus CONCONI-Tests mit entsprechenden Wiederholungstests.

Nun gilt der allgemeine Grundsatz: Je höher die Leistung im Bereich von 2—4 mmol/l ist bzw. je dichter der Knick beim CONCONI-Test an der maximalen Herzschlagfrequenz liegt, desto höher ist die *aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit* und desto länger wird die Energie auf aeroben Weg bereitgestellt. Diese Unterschiede in der Herzschlagfrequenz- und Laktatleistungskurve lassen sich allgemein so deuten, daß Untrainierte oder im Schnelligkeitsausdauerbereich sehr gut trainierte Athleten früher — also bereits auf einer niedrigeren Belastungsstufe — auf eine anaerobe Energiebereitstellung über die Laktatbildung zurückgreifen müssen als hoch Ausdauertrainierte.

Wie die Abb. 80 (a—d) zeigt, gibt es bei Wiederholungstests, die nach einem Trainingszyklus von 4 bis 6 Wochen durchgeführt werden, erhebliche Veränderungen in der Herzschlagfrequenz-Leistungskurve. Sie sind wie folgt zu interpretieren:

— Eine Stunde danach wurde ein 5 x 1000-m-Mehrstreckentest durchgeführt, der mit 5:00 Minuten für die ersten 1000 m begonnen wurde, die Pause betrug zwischen jedem Lauf 1 Minute zur Blutentnahme.
 — Danach wurden der 30-m-Sprint, der Jump-and-Reach-Test und der Medizinball-Weitwurf-Test zur Bestimmung der Sprintschnelligkeit, Sprungkraft und Grundschneidkraft durchgeführt.

Die nachfolgende Tabelle 21 zeigt einige der erfassten Werte:

Tabelle 21: Testergebnisse eines Tests aus der Vorbereitungsperiode des A/B-Kaders Biathlon Frauen.

	Pb 1	Pb 2	Pb 3	Pb 4
CONCONI-Test				
HF max	194	207	184	183
pd	187	200	176	173
vd	15,9	15,3	15,6	15
% letzte 200 m	41,5	43	42,2	42,9
Laktat max	9,15	8,1	8,43	9,84
NH ₃ max	20	22	17	26
Mehrstreckentest				
HF max	193	208	185	188
Laktat max	7,07	7,24	6,91	9,48
HF bei 4 mmol/l	184	199	176	172
% bei 4 mmol/l	15,5	14,8	15,6	14,6
Schnelligkeit / Schnellkraft				
30-m-Sprint	5,15	5,31	5,39	5,37
10–20 m im	1,51	1,58	1,6	1,54
30-m-Sprint	44	41	41	39
Jump-and-Reach	Angaben zum Training			
aerobes	172	185	160	160
Entwicklungs-	—	—	—	—
bereich	175	190	172	170
Grenzbereich	180	195	172	170
max. Laktat-	—	—	—	—
steady-state	182	197	—	—

Die Ergebnisse dieser komplexen Leistungsdiagnostik sind folgendermaßen zu interpretieren:

- ① Beide Testverfahren, ein exakt durchgeführter CONCONI-Test, genau nach Marsch-tabelle gelaufen (Tabelle 17), hat bei dieser Gruppe nahezu gleiche Ergebnisse im Schwellenbereich gezeigt wie im Mehrstreckentest (Tabelle 18). Dadurch konnten die im Schwellenbereich erzielten Herzschlagfrequenzen und Laufgeschwindigkeiten ver-

Allgemein bedeutet eine Rechtsverschiebung (Abb. 80 a) der Herzschlagfrequenz-Leistungskurve eine positiv zu bewertende Anpassung im Sinne einer Leistungsverbesserung. Als Folge des Ausdauertrainings schlägt das Herz bei gleicher Leistung mit verminderter Frequenz. Dementsprechend kann eine Linksverschiebung gleichgesetzt werden mit einer verminderten Ausdauerleistungsfähigkeit.

Zu Veränderungen im Steilanstieg der Herzschlagfrequenz-Leistungskurve kann es kommen (Abb. 80 b), wenn der Trainingsschwerpunkt von überwiegend aerober Leistungsfähigkeit bzw. allgemeiner Ausdauer ausgehend zu einem Training mit intensiven anaeroben Belastungen wechselt. Dies ist oft zu beobachten, wenn die Sportler/innen das Vorbereitungs-training abgeschlossen haben und sich auf die Hauptwettkämpfe vorbereiten. Nach dem Knick können sie dann noch einiges „zulegen“: Ihre Muskulatur besitzt eine größere Pufferkapazität bzw. Säuretoleranz (auch fälschlicherweise Laktatoleranz genannt) und damit anaerobes Leistungsvermögen. Beobachtet wurde dabei auch das Phänomen, daß trotz des steileren Kurvenverlaufes der pd-Wert gleichbleib, der vd-Wert sich erheblich veränderte. Ein flacherer Kurvenverlauf der Herzschlagfrequenz-Leistungskurve (Abb. 80 c) signalisiert den Trend zu einer verbesserten allgemeinen Ausdauer. Generell zeigen die Kurven von Altersklassensportlern und Marathonläufern einen flacheren Anstieg als jene von Jugendlichen und Mittelstreckenläufern.

Ist trotz sorgfältig durchgeführtem CONCONI-Test und vollständiger Ausbelastung kein Knick im oberen Bereich der Herzleistungskurve bei Wiederholungstests zu finden, so kann man dies oft auf mangelnde Schnellleistausdauer und anaerobe Kapazität zurückführen (Abb. 80 d).

3.4.4.4 Komplexe Leistungsdiagnostik für Ausdauerdisziplinen

Unsere Erfahrungen mit Auswahlmannschaften im Triathlon und Biathlon haben gezeigt, daß eine gezielte Trainingssteuerung nur durch das Erfassen mehrerer und unterschiedlicher Parameter des komplexen Leistungszustandes möglich ist. Diese Mehrfachdiagnostik soll als komplexe Leistungsdiagnostik bezeichnet werden. Dabei beschreibt der Begriff „komplex“: Erstens, daß die Leistungsdiagnostik aus mehreren Testverfahren zusammengesetzt ist; zweitens, daß diese Verfahren auch nicht aufeinanderzurückführbare Parameter messen und drittens, daß die gewonnenen Ergebnisse zusätzlich durch andere Verfahren abgesichert werden können. Hierzu ein praktisches Beispiel:

Eine Biathlon-Mannschaft Frauen wurde in der Vorbereitungsperiode 1989 dreimal getestet, die Tests wurden jeweils mit zentralen Trainingsmaßnahmen koordiniert. Das Testprogramm sah wie folgt aus:

- am Tag vor dem Test nur am Vormittag regeneratives Training.
- Voruntersuchungen am Morgen des Testtages: Harnstoff, Ammoniak, Ruhe-Laktat und ein 800-m-Lauf in 5 min, um die Durchschnittsherzschlagfrequenz zu ermitteln. Diese Voruntersuchung, vor allem die drei biochemischen Parameter, zeigten genau wie die einzelnen Sportlerinnen an diesem Tag „drauf waren“. Anhand dieser Ergebnisse konnten bereits die späteren Testwerte hinsichtlich des aktuellen Befindens relativiert werden.
- Der nächste Test war der CONCONI-Test, mit anschließenden Laktat- und Ammoniakmessungen. Die Ammoniakwerte zeigten, daß die Sportlerinnen diesen ersten Test gut überstanden (Tabelle 18).

glichen und abgesichert werden. Da die Feststellung der genauen Schwelle für die Trainingssteuerung von größter Bedeutung ist, sollte dieser Wert prinzipiell durch einen zweiten Test gesichert werden.

② So problematisch der CONCOM-Test auch sein mag. Er hat als Zweittest eine doppelte Funktion: Er registriert die Herzschlagfrequenz in Beziehung zur Laufgeschwindigkeit genau. Da die Sportler verschiedener Disziplinen, wie u. a. auch die Biathletinnen, fast ausschließlich in kuppertem Gelände trainieren und hier die mittlere Streckenherzschlagfrequenz (Abschnitt 3.4.5.1) als Steuerungsgröße der Belastungsintensität herangezogen werden muß, ist die Bestimmung der Intensitätsbereiche über die Herzschlagfrequenz unbedingt erforderlich. Zweitens gibt die erreichte Laufzeit der letzten 200 m Auskunft über die Sprintausdauerleistung und ferner darüber, welche Schnellkeitsleistungen in einem Ausbelastungszustand noch möglich sind.

③ Im Zusammenhang mit den Schnellkeits- und Schnellkraftwerten kann abgeschätzt werden, ob mit den vorhandenen Schnellkeits- und Kraftfähigkeiten (Muskelqualitäten) überhaupt noch bessere Renngeschwindigkeiten erzielt werden können. Diese sind nämlich nicht nur abhängig von einer verbesserten aeroben Leistungsfähigkeit, wie sie durch die Rechtsverschiebung der Laktat- oder Herzschlagfrequenz-Leistungskurven analytisch zum Ausdruck kommt, sondern auch vom Schnellkeitsvermögen der Muskulatur im anaeroben Bereich.

Schnellkeits-/Sprungkrafttests zeigen eindeutige Versäumnisse im Schnellkeits- und Krafttraining, das häufig — aufgrund der zu einseitigen Trainingszielsetzung, die Laktatkinetik nach rechts zu verschieben — völlig vernachlässigt wird. Die Abschätzung der Schnellkeits- und Sprungkraftergebnisse jedoch erfordert Normwerte bzw. Vergleichswerte.

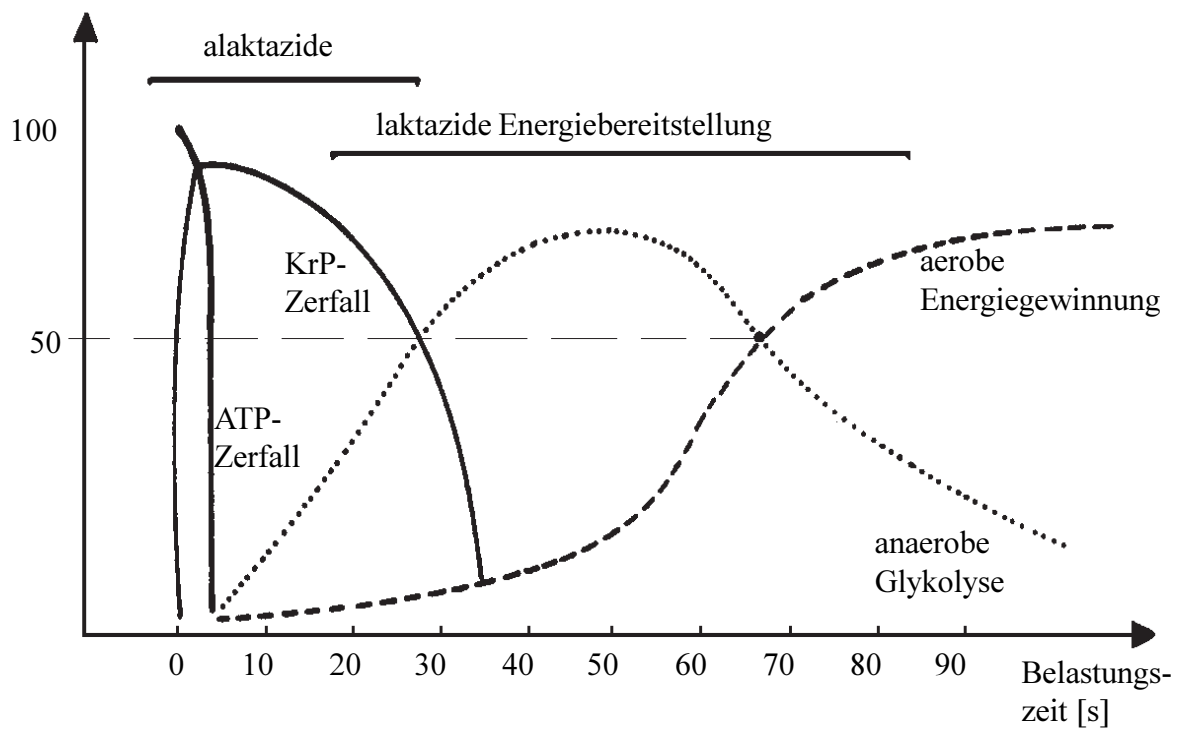
④ Das wichtigste bei der Dateninterpretation ist die Diskussion mit den Trainern/innen. Hierbei sind die Testergebnisse dem absolvierten Training gegenüberzustellen.

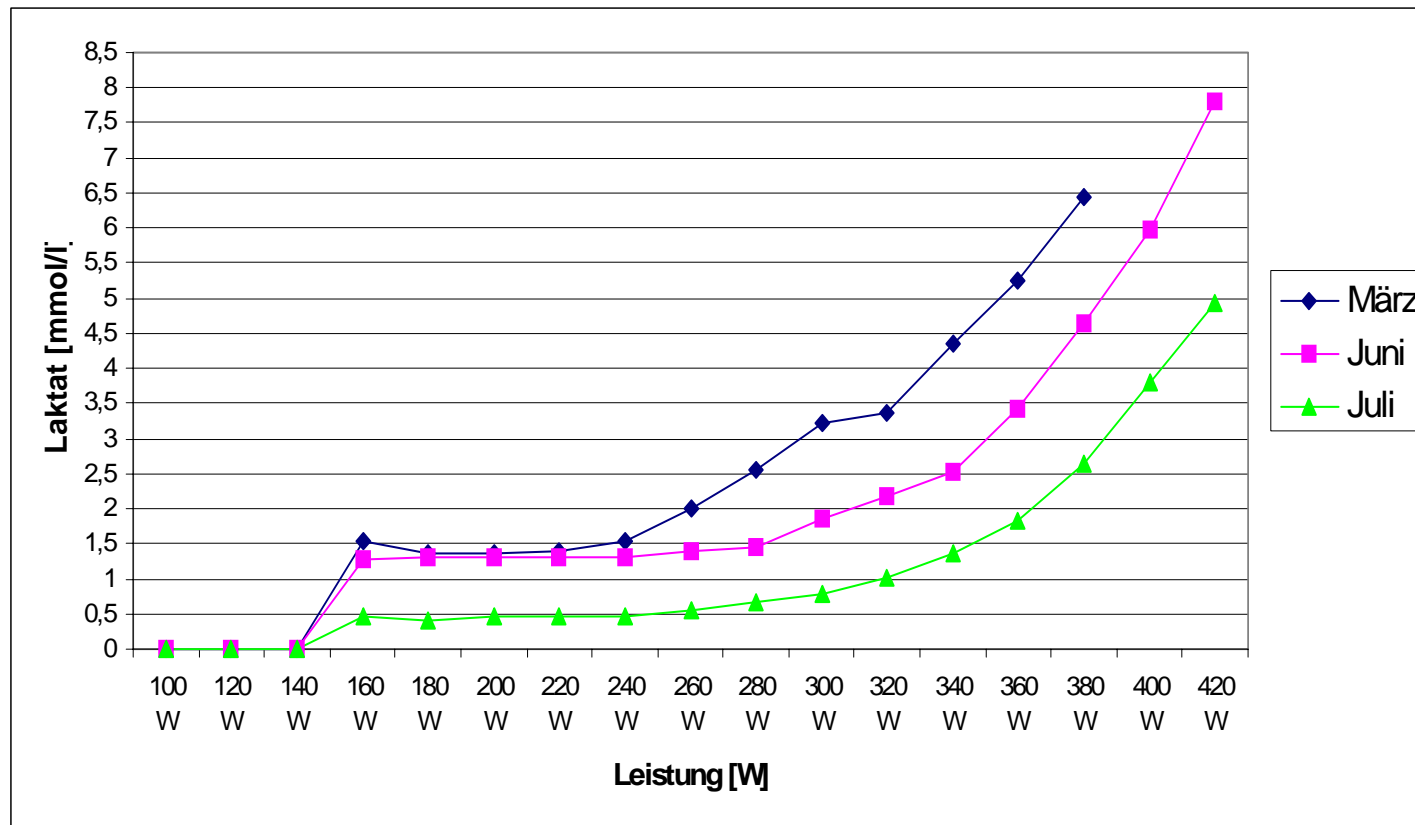
Anaerober Ausdauerbereich		Aerober Ausdauerbereich	
Spaltung der Phosphate	anaerober Abbau der Kohlenhydrate anaerobe Glykolyse	aerober Abbau der Kohlenhydrate aerobe Glykolyse	aerober Abbau der Fettsäuren Lipolyse
Kurzzeit- bis 30 s 100 m 200 m	Anaerobe Mittelzeit- Ausdauer 30—60 s 400 m	Kurzzeit- 2—8 min 1500 m 3000 m	Aerobe Mittelzeit- Ausdauer 8—30 min 5000 m 10000 m
	Langzeit- 1—2 min 800 m		Langzeit- über 30 min Marathon

Die Stoffwechselprozesse der Ausdauerdimensionen

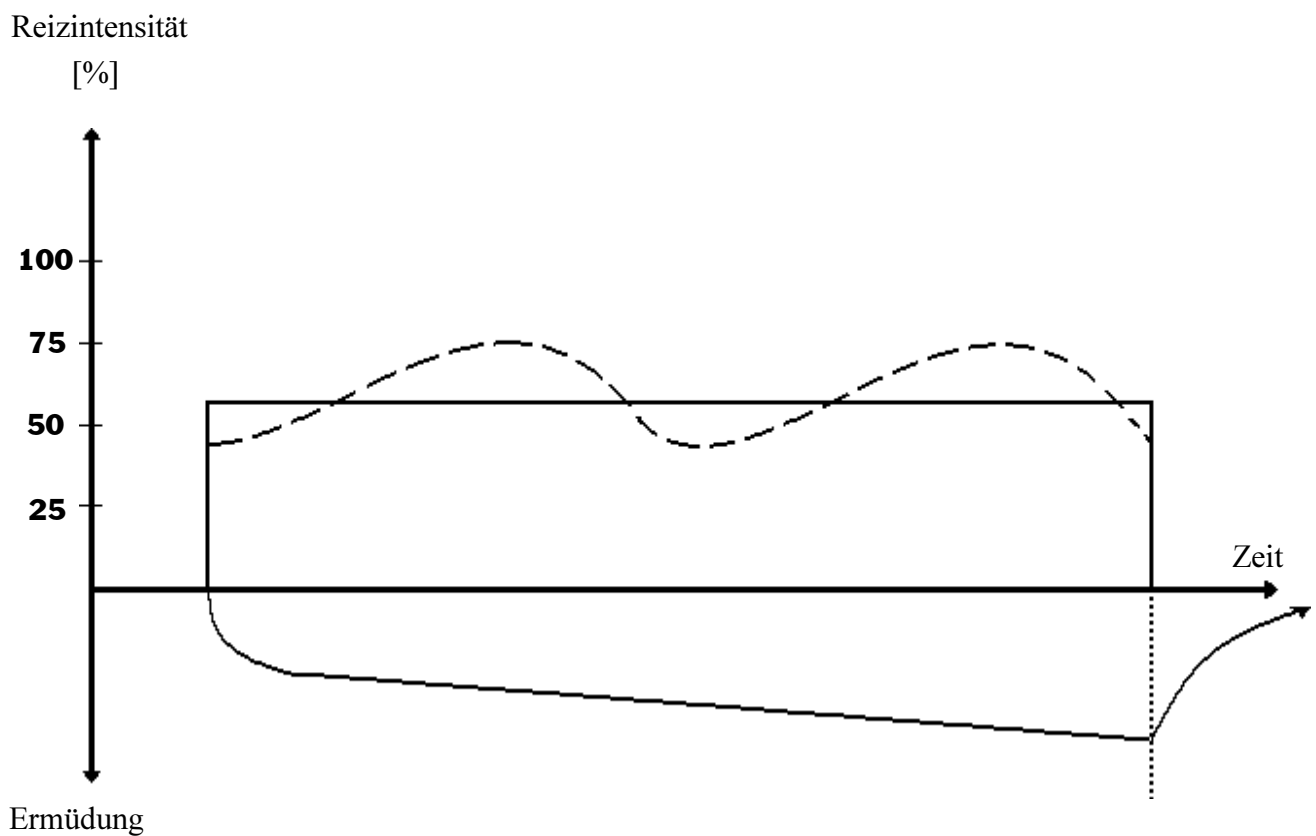
Energiebereitstellung

Anteil der Energiebereitstellung [%]



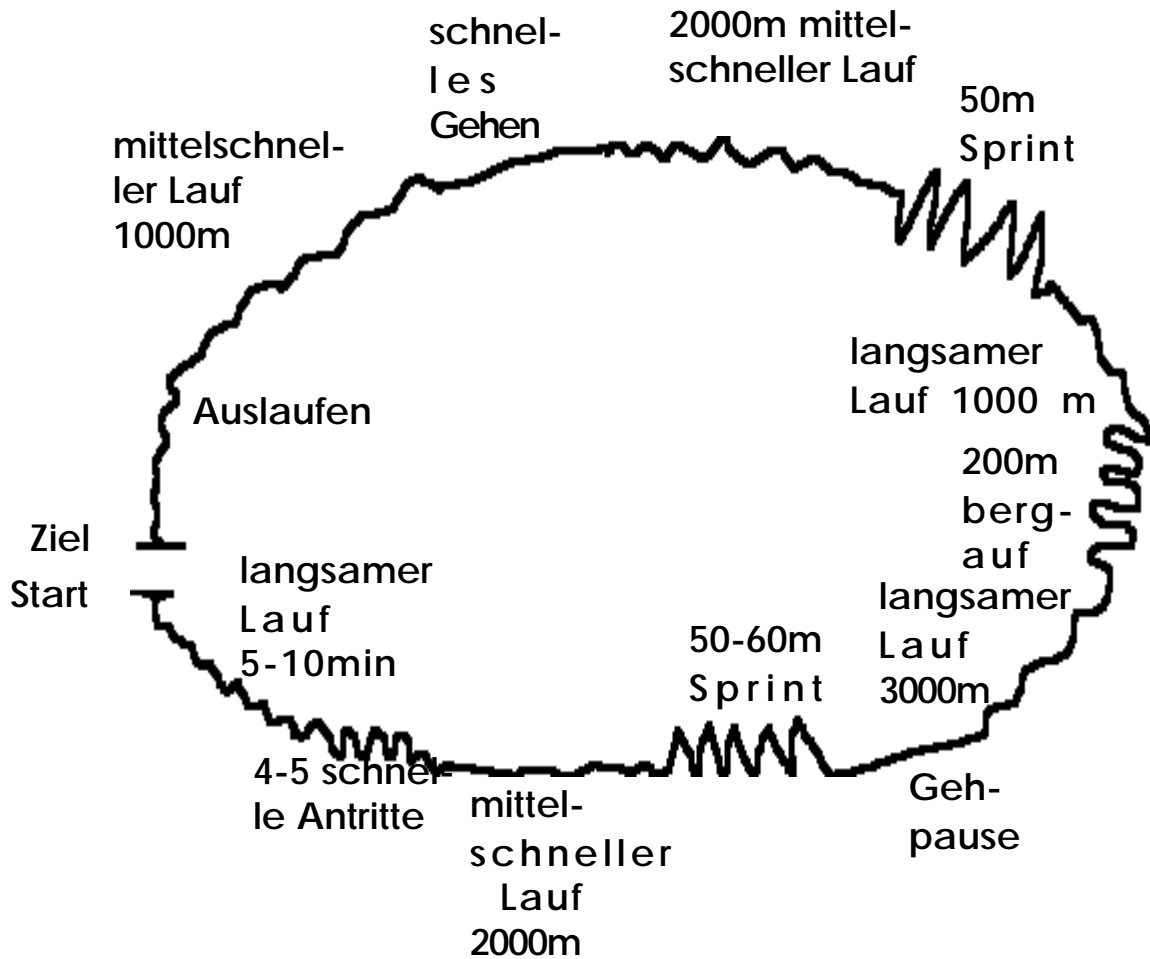


Kontinuierliche Methode und Wechselmethode

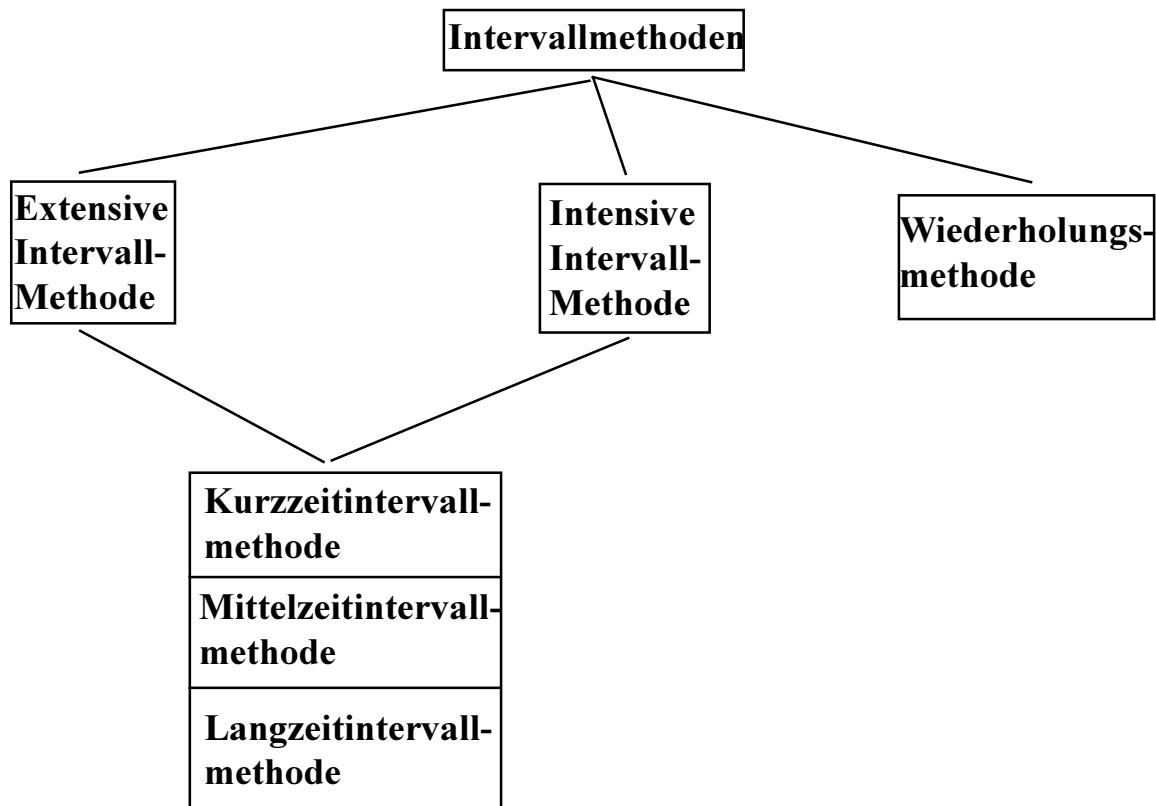


———— Kontinuierliche Methode
- - - Wechselmethode

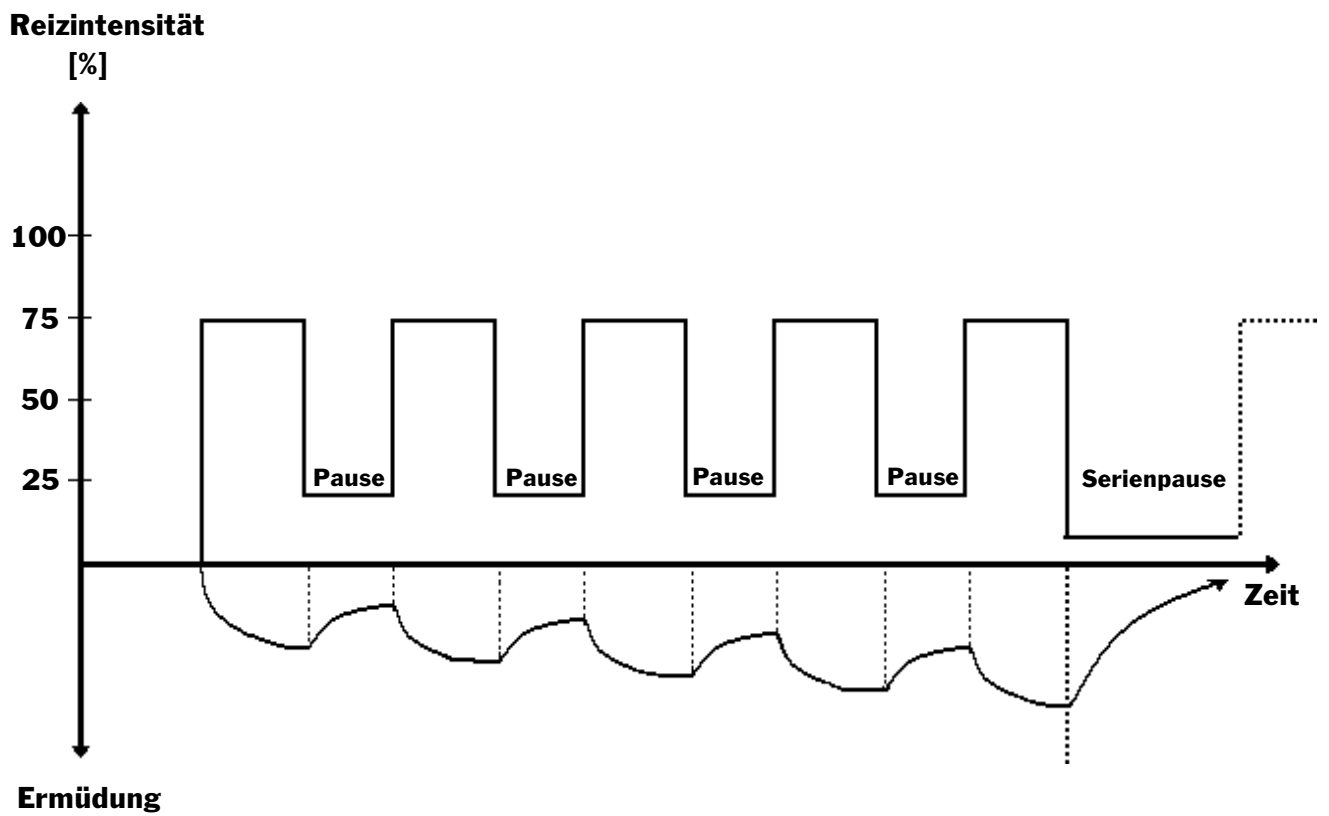
Fahrtspiel



Aufteilung der Intervallmethoden

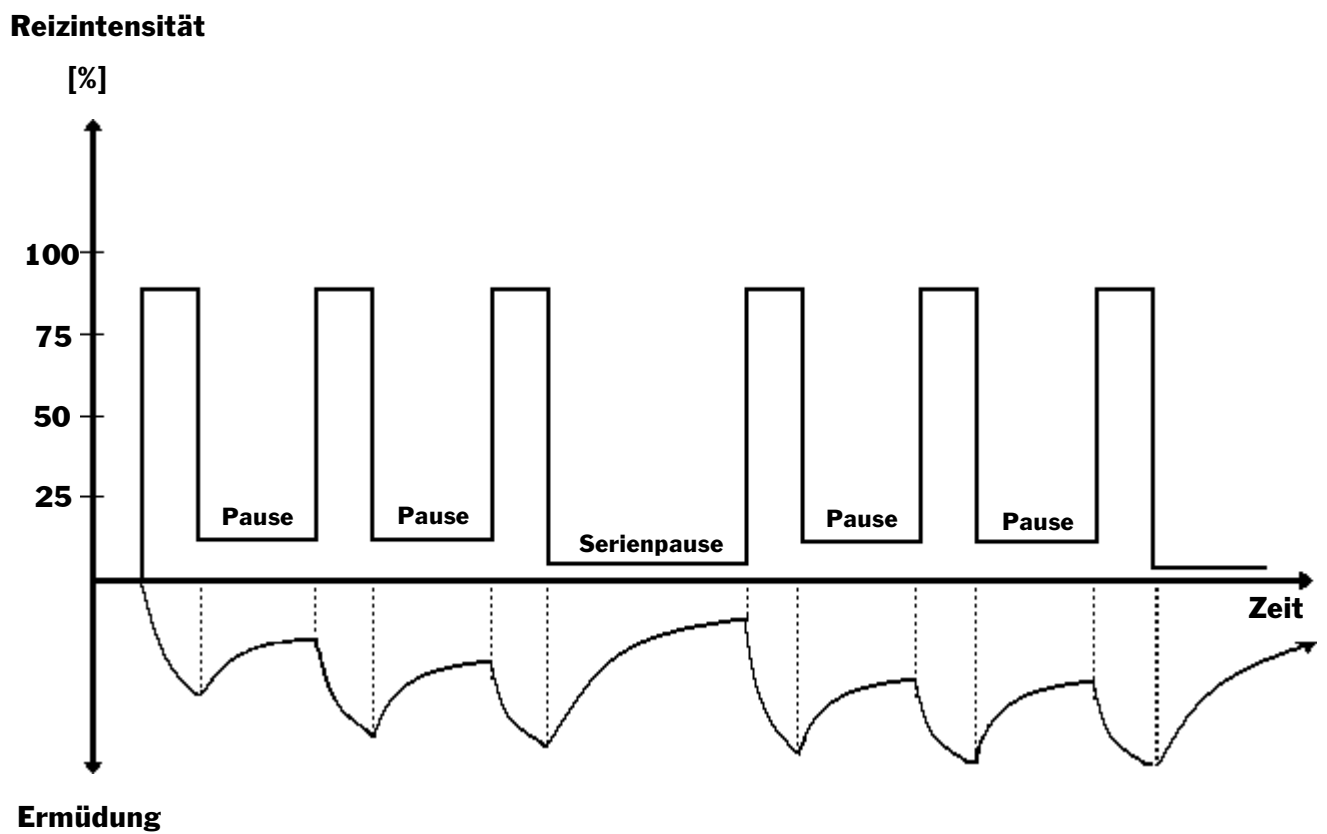


Extensive Intervallmethode

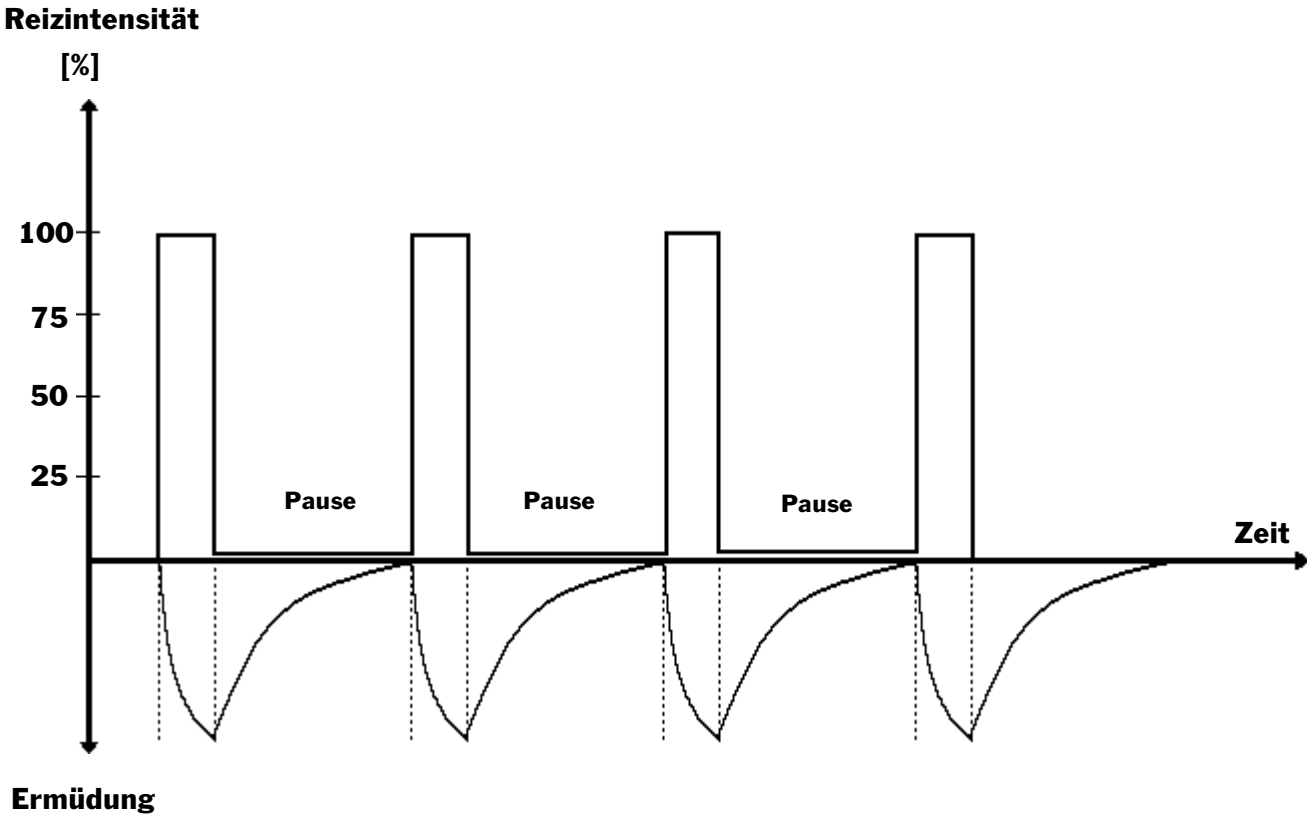


$$T(x\%) = 100/x * \text{Bestzeit [s]}$$

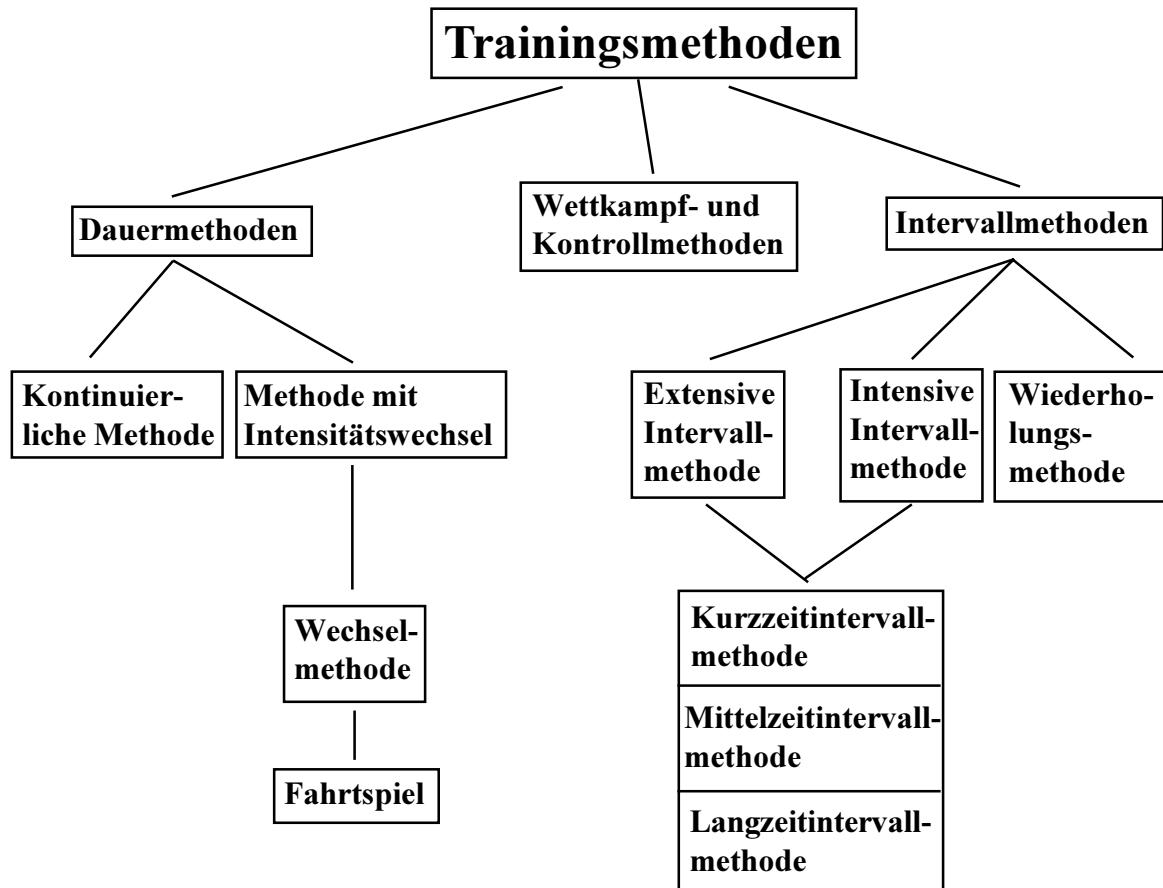
Intensive Intervallmethode



Wiederholungsmethode



Methoden des Ausdauertrainings



Komponenten der Belastung	Intensität	Umfang	Dichte	Dauer	Effekt
	Trainingsmethoden				
Dauermethode	gering	sehr hoch	langdauernde Belastung, keine Pause	sehr lang	Allg. Ausd Spez. Ausd lok.M-Ausd
Extensive Intervallmethode	mittel 60-70%	hoch, viele Wiederhlg 20-30	''lohnende'' Pause, ca. 45-90s nach Serie	14-90s lang durch Anz. der Wdhlg.	Allg. Ausd Kraftausd.
Intensive Intervallmethode	submaximal 80-90%	mittel ca.10 Wdhlg.	größere Pause 90-180s nach Serie	30-60s mittel	Spez. Ausd Schnelligk ausdauer Kraftausd. Schnellkr.
Wiederholungsmethode	maximal 90-100%	gering 1-6 Wdhlg	lange Pause ca. 3-45 min. nach Serie bzw. einer max. Belast.	kurz 2-3s bzw. 3-9min.	max. Schnellig Max.kraft Schnelligk ausdauer Schnellkr.

Schnelligkeit

- Strukturierung

- Diagnose

- Training



Abb. 3 Abschnitte und Schnelligkeitsfähigkeiten beim leichtathletischen Kurzsprint

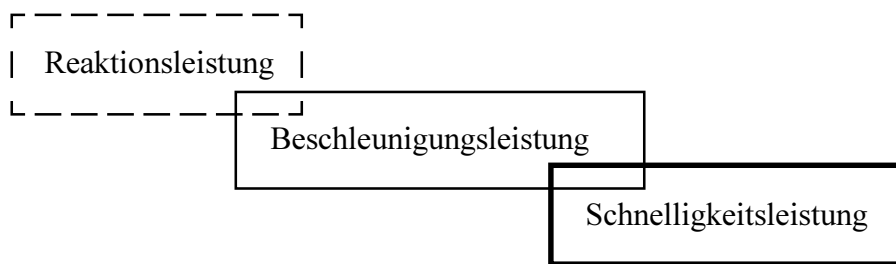


Abb. 4 Phänomenologisches Schnelligkeitsmodell nach Martin/CARL/LEHNERTZ 1993

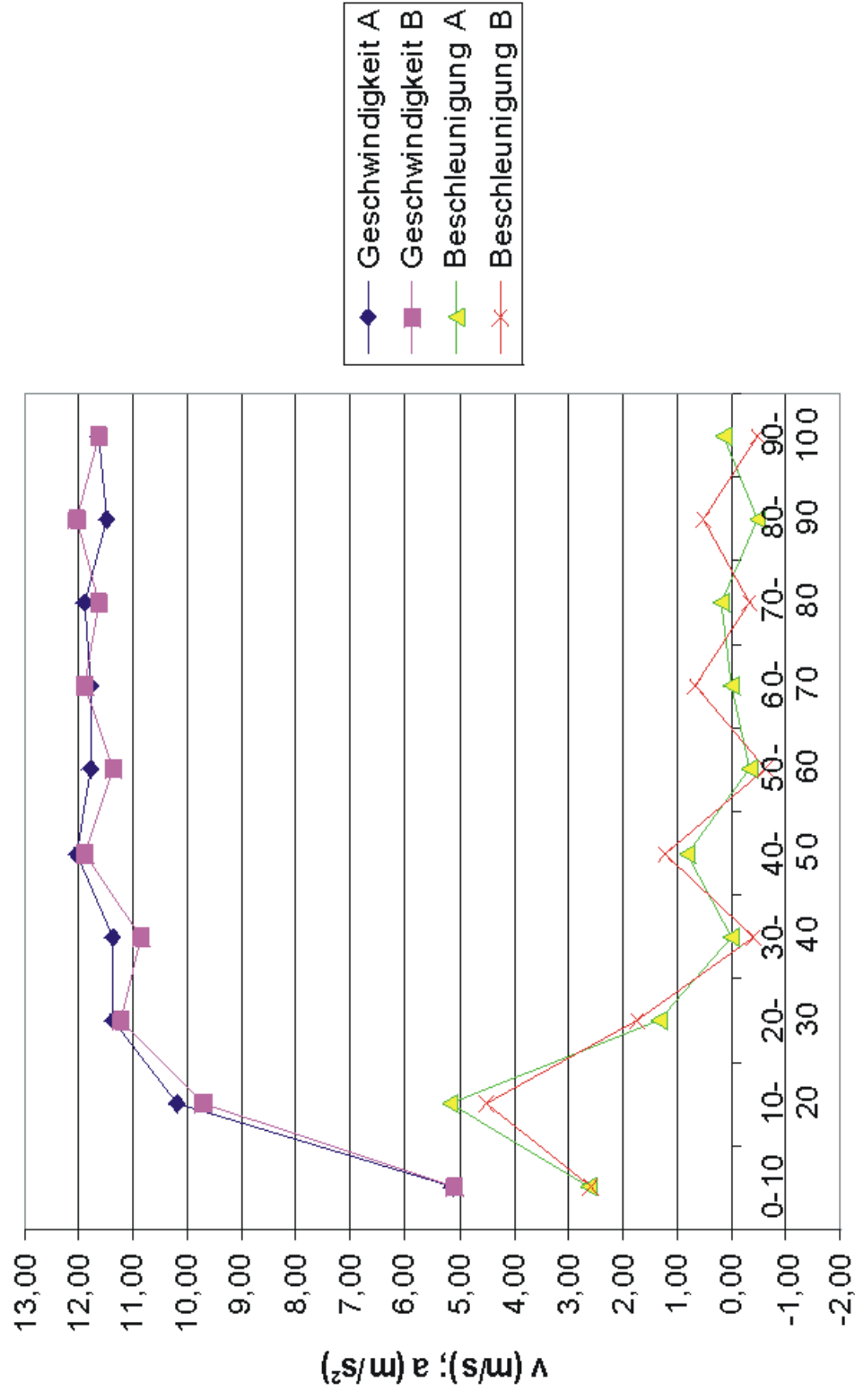
Erklärungsmodelle von Schnelligkeitsleistungen Einflussfaktoren, Ursachen		
Reaktionsfähigkeit	Beschleunigungsfähigkeit	Bewegungsschnelligkeit
5 Phasen: 1. Rezeptorerregung 2. Reizleitung zum ZNS 3. Befehlsgenerierung im ZNS 4. Muskelbefehl 5. Muskelreizung Antizipationsfähigkeit	- Dynamik der Beschleunigung - Länge des Beschleunigungsweges - Schnellkraft - Maximalkraft - neuro-muskuläre Mechanismen	- Intermuskuläre Koordination - Intramuskuläre Koordination - Muskelfasertypen

Abb. 5 Einflussfaktoren der Schnelligkeit (nach MARTIN/CARL/LEHNERTZ 1993)

SCHNELLIGKEIT				
anlage- und entwicklungsbedingte Einflussfaktoren	motorisch-sensorische Einflussfaktoren	psychische Einflussfaktoren	neuro-physiologische Einflussfaktoren	anatomisch/biomechanische Einflussfaktoren
Konstitution	Bewegungstechnik	Konzentration	Reizverarbeitungsgeschwindigkeit	Muskelkraft
Alter	motorische Lernfähigkeit	Aufmerksamkeit	intramuskuläre Koordination	Muskelquerschnitt
Geschlecht	motorische Fähigkeiten	Motivation	intermuskuläre Koordination	Kontraktionsgeschwindigkeit
Talent	Koordination	Wille	Reflexaktivität	Skeletthebel-längen
	Antizipation	Anstrengungsbereitschaft	Stoffwechsel	Muskellängen
	Steuerung + Regelung	psychische Regulationsfähigkeit	Energieflussrate	Gewebeeigenschaften
	Wahrnehmung			Gelenkeigenschaften
	Informationsverarbeitung			muskuläre Balance

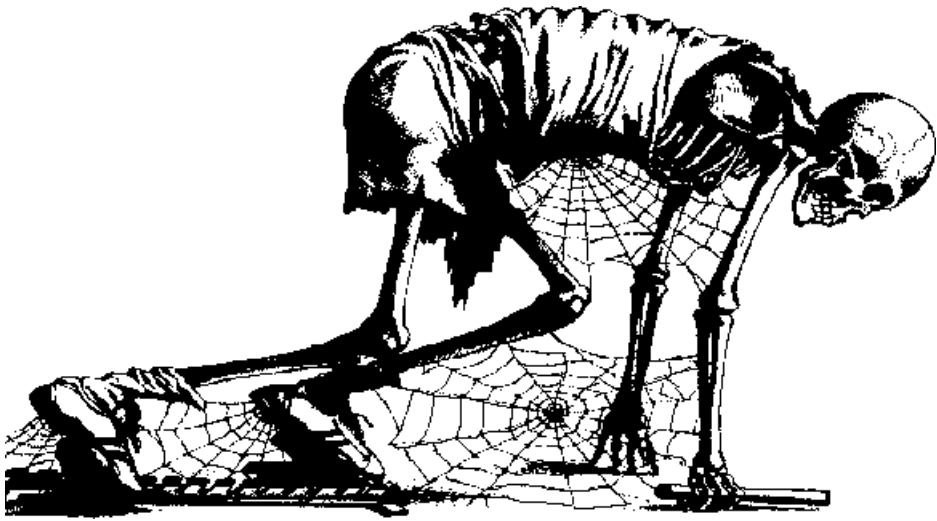
Abb. 6 Faktoren der Schnelligkeit (vgl. GEESE/HILLEBRECHT 1995, 11)

Geschwindigkeit und Beschleunigung



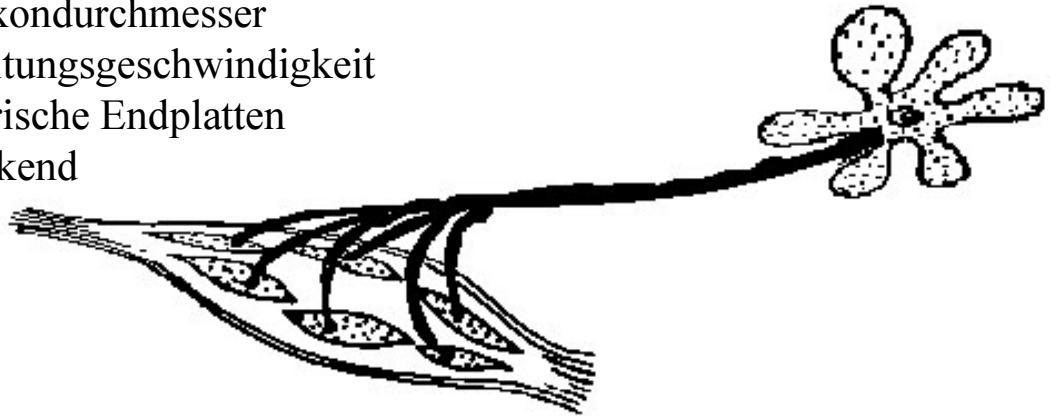
Streckenabschnitte

Reaktionsfähigkeit?



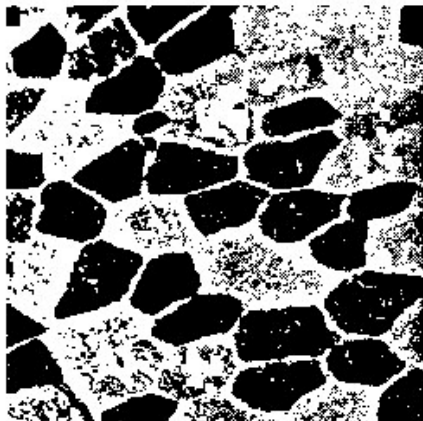
Schnelle Fasern

- großes Neuron
- größerer Axondurchmesser
- größere Leitungsgeschwindigkeit
- mehr motorische Endplatten
- schnell zuckend

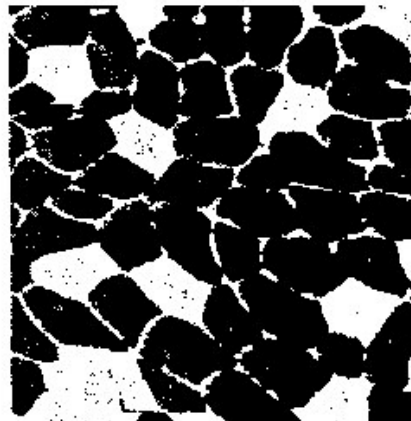


Langsame Fasern

- kleines Neuron
- kleiner Axondurchmesser
- geringere Leitungsgeschwindigkeit
- weniger motorische Endplatten
- langsam zuckend



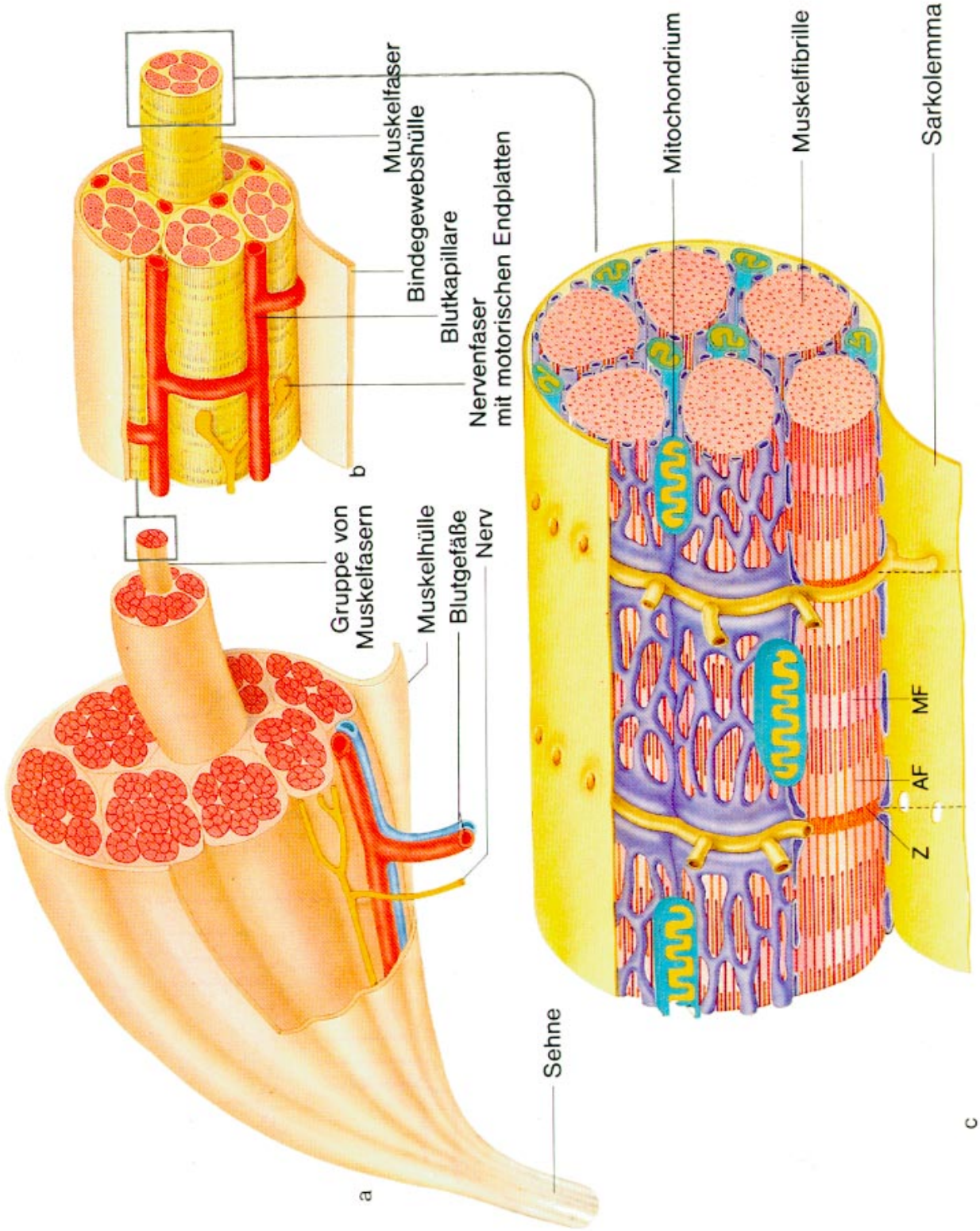
Sprinter



Radfahrer

Muskelbiopsie

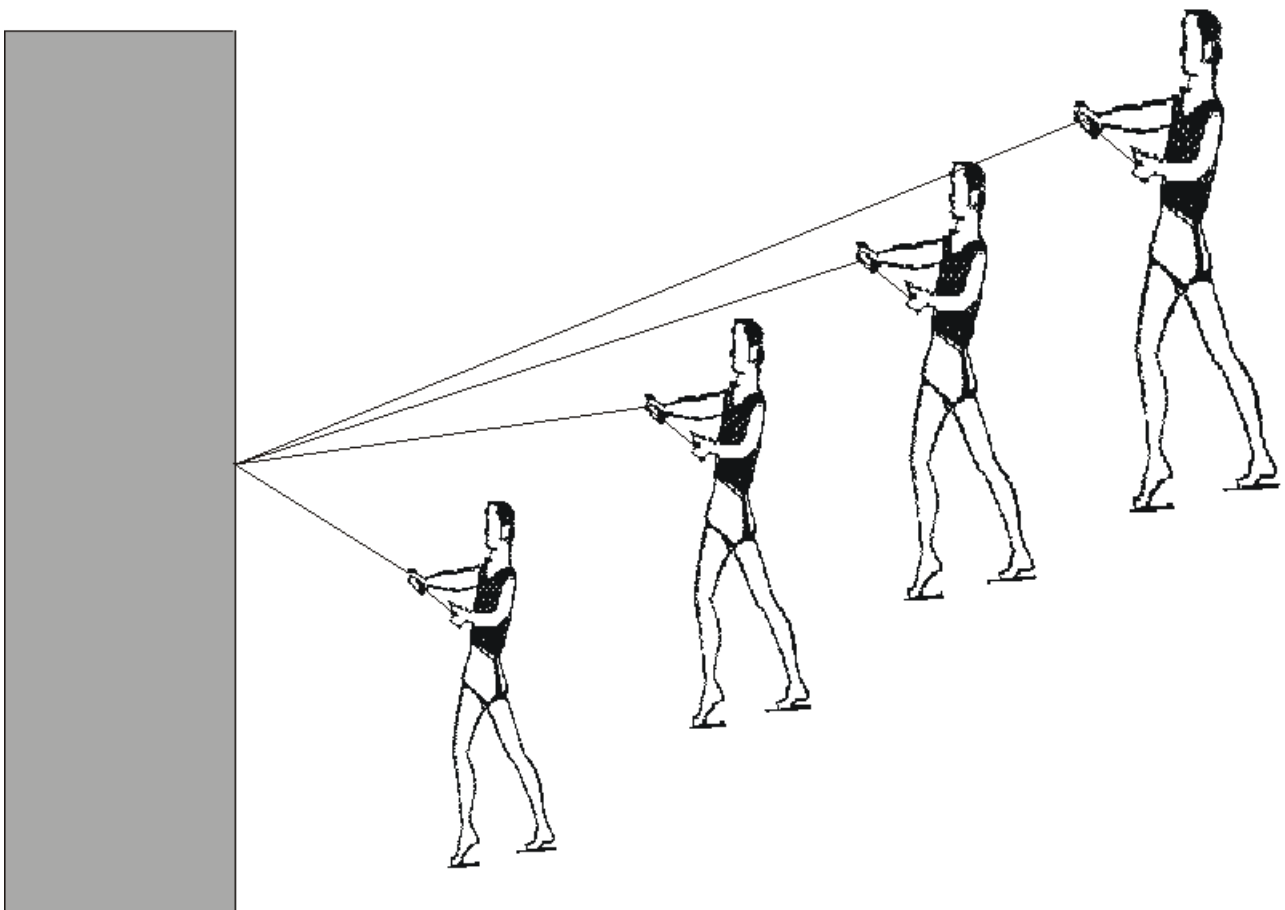




Eigenschaften von Fasertypen

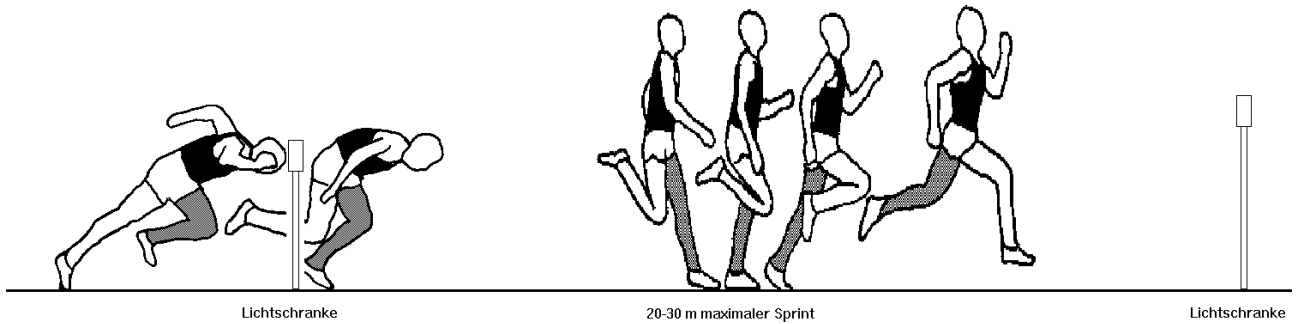
	Typ I (tonisch)	Typ II (phasisch)
Kontraktionszeit	99-140 ms	40-88 ms
Ermüdungsindex	0,8-1,2	0-0,8
Maximale Spannung	4,6-15 g x = 12 g	4,6-203,5 g x = 25 g
Mittl. Leitungsgeschw. der Membranen	2,5 m/s	5,4 m/s
Impulsmuster	10/s	40-120/s

Rekrutierung, Synchronisierung, Frequenzierung

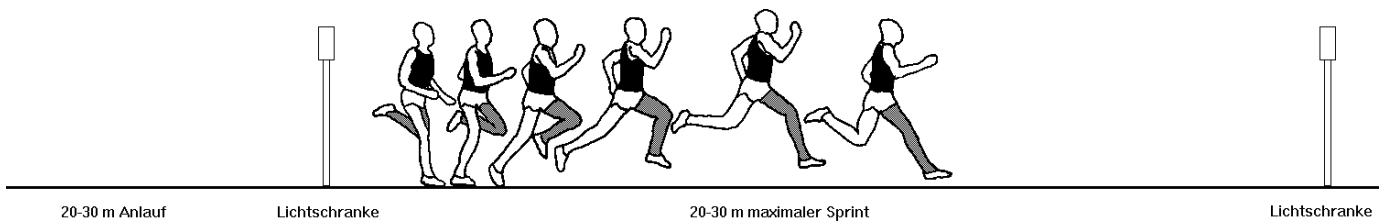


Schnelligkeitstest mit Lichtschranken

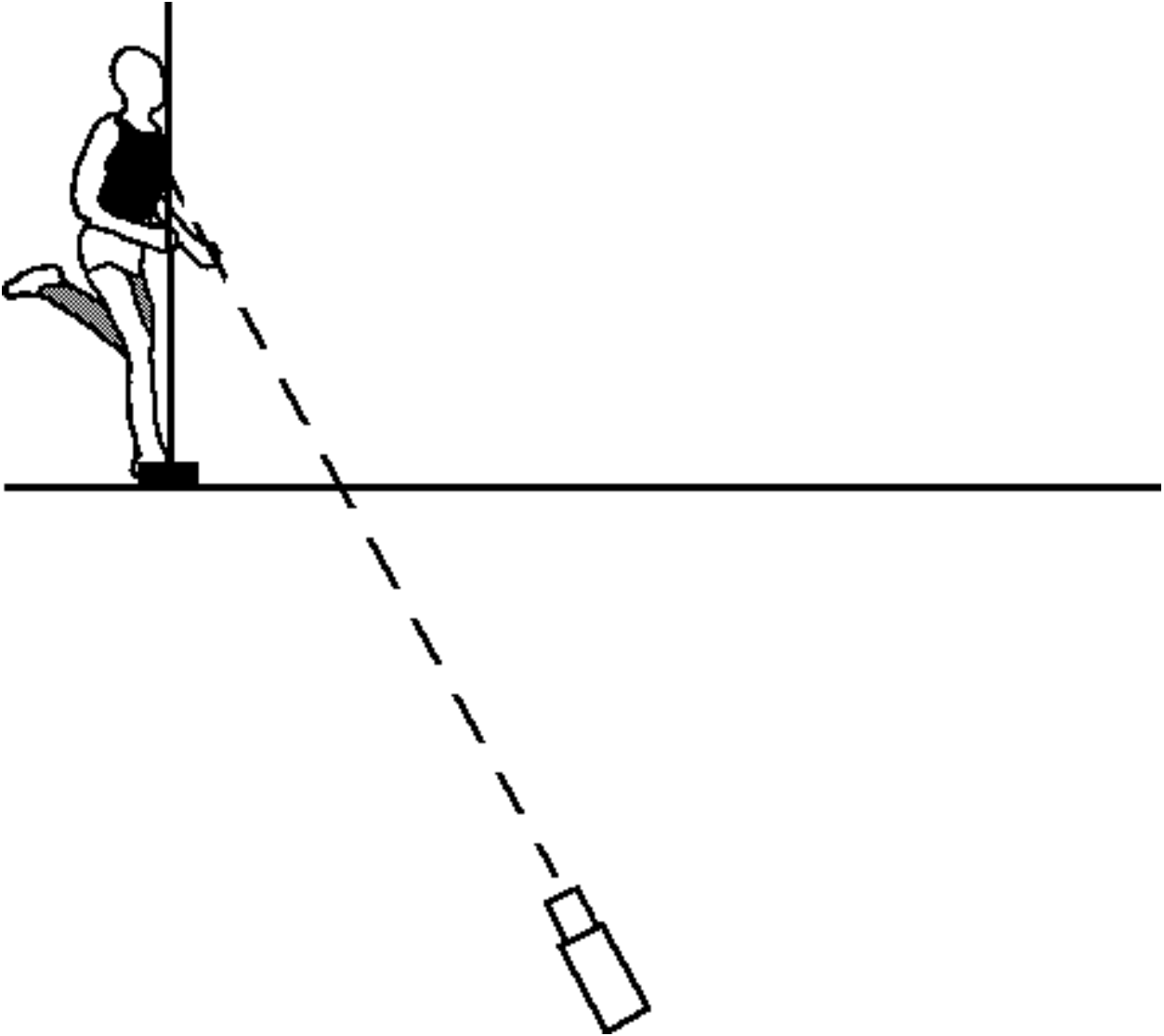
30 m aus dem Stand



20 m fliegend



Geschwindigkeitsmessung mit einer Videokamera



Einzelbildschaltung:

Zeitabstand von Bild zu Bild = 0,04 s

Bei Halbbildschaltung (Jog-Shuttle) = 0,02 s

Geschwindigkeitsmessung mit einer Lichtschranke

Einstellung der Lichtschranke?



Trainingsformen im Schnelligkeitstraining

- Koordinationsläufe (Fußgelenksarbeit, Skipping, Kniehebelauf),
- Übergänge aus Koordinationsläufen in den Sprint,
- Läufe mit fliegendem Start,
- Bergab-, Bergaufläufe,
- Tempowechseläufe, Ins-and-Outs,
- Läufe mit erhöhtem Widerstand,
- Supra-maximale Läufe.

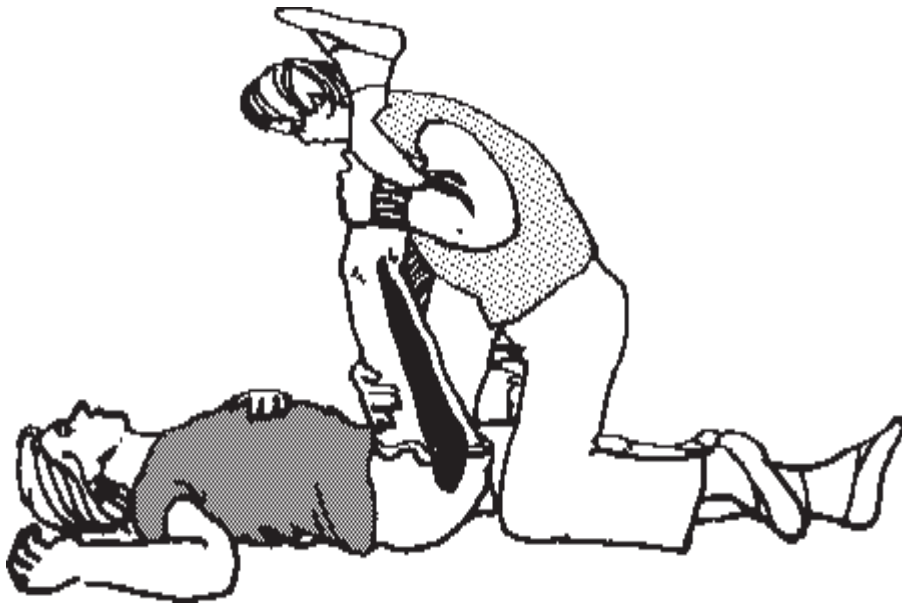
Beweglichkeit

- Strukturierung

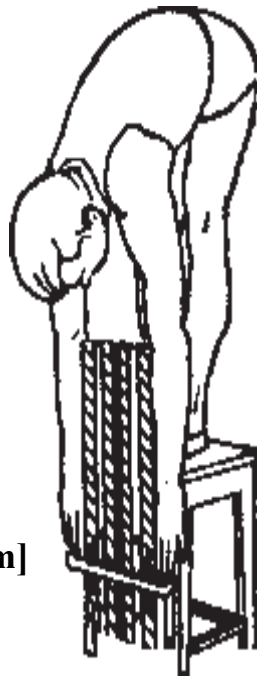
- Diagnose

- Training

Beweglichkeitstest der Beine

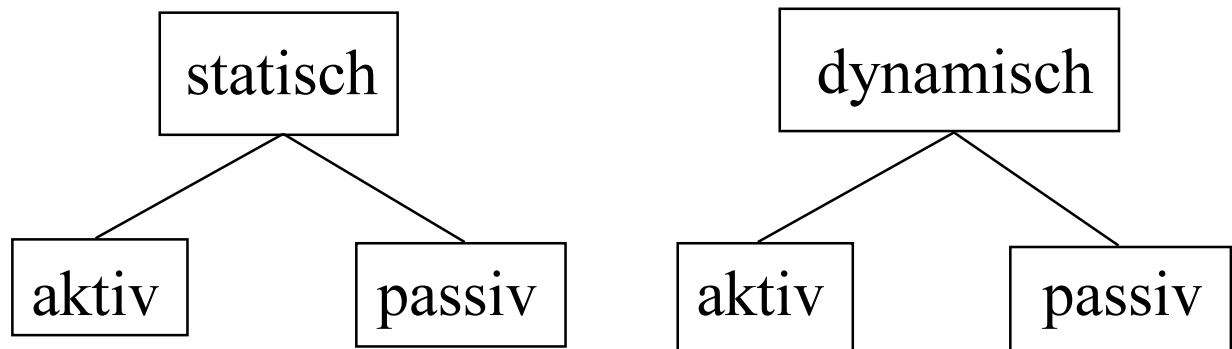


Beweglichkeitsmessung am Beispiel der hinteren Beinmuskulatur



Meßskala [cm]

Beweglichkeit



statisch: Die dehnende Person hält die Dehnposition mehrere Sekunden

dynamisch: Die dehnende Person bewegt sich in die Dehnposition z.B. durch leichtes Wippen hinein.

aktiv : Die Dehnung wird durch die Aktivität der beteiligten Muskulatur ausgelöst

passiv: Es wirken zusätzliche äußere Kräfte auf den Körper ein (Helfer, Schwerkraft, Hände)

Veränderung der Beweglichkeit unter verschiedenen Bedingungen

Nach 10 min Aufenthalt im Freien (nackt)	Nach 10 min Aufenthalt in der Wanne	Nach 20 min Erwärmung	Nach ermü- dendem Training
Temp. 10°C	Temp. 40°C		
8 12 12 Uhr	12 Uhr	12 Uhr	12 Uhr
-14 +35 -36	+78	+89	-35 (mm)

Wie sollte ein Beweglichkeitstraining gestaltet werden?

1. Es können sowohl dynamische als auch statische Dehnungen eingesetzt werden. Sie führen zu den gleichen Ergebnissen!
2. Soll die Verbesserung der Beweglichkeit im Vordergrund stehen, ist es sinnvoll, in einer separaten Einheit ohne folgende intensive Belastungen zu trainieren. Dehntraining ist eine hohe Belastung für die beteiligte Muskulatur und kann daher sogar Verletzungen verursachen!
3. Ein statisches Dehntraining sollte nicht in der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung eingesetzt werden, da es kurzfristig negative Auswirkungen auf die Reaktivkraft und vielleicht auch auf die Maximal- und Schnellkraft hat!

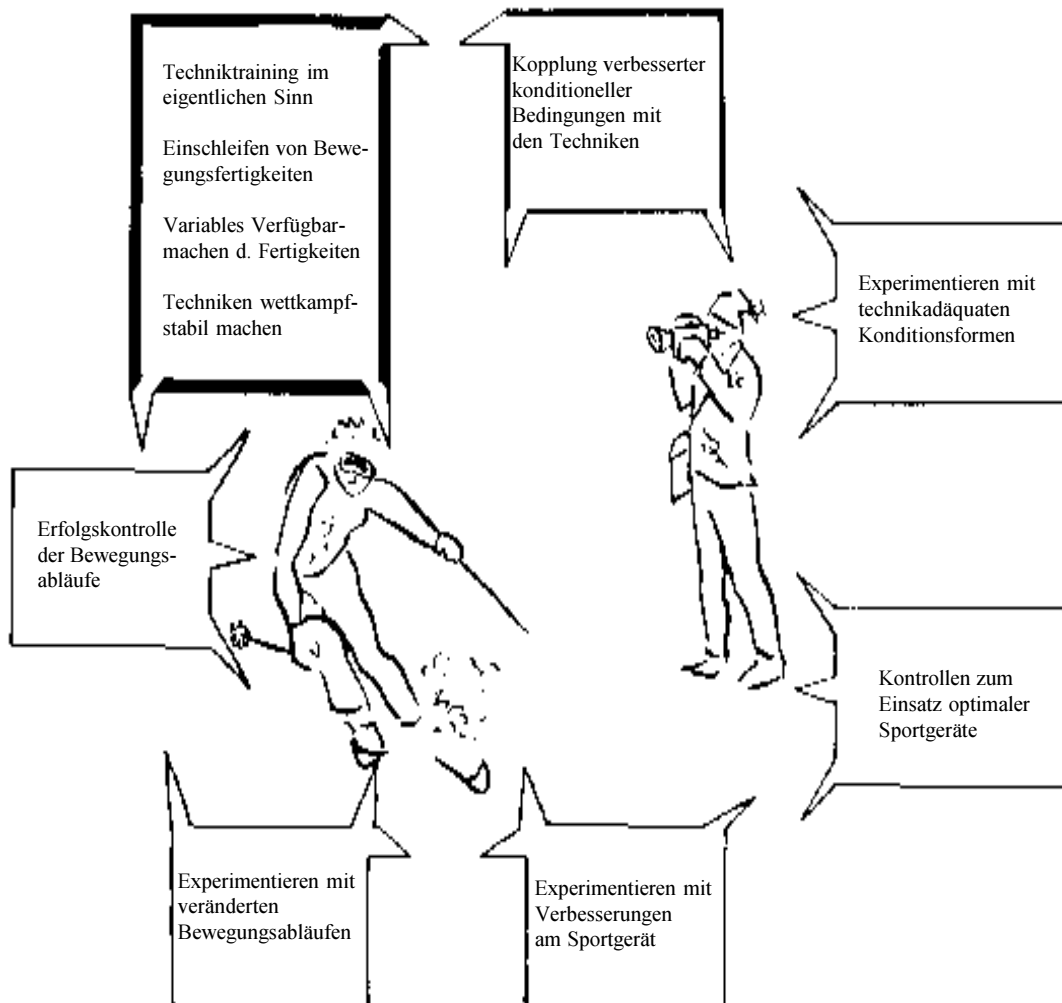
Techniktraining

- Strukturierung

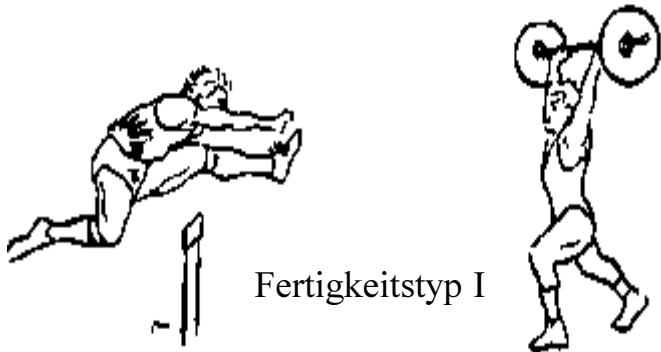
- Diagnose

- Training

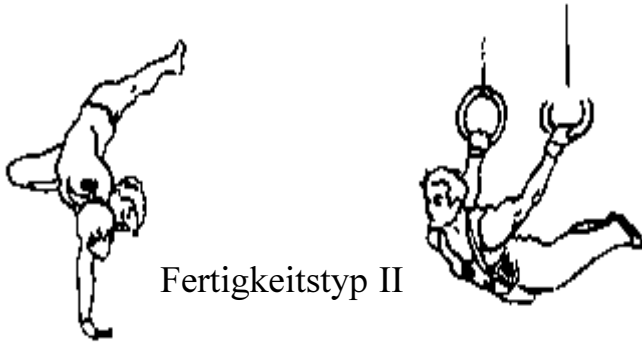
Merkmale des Trainingsbereiches und des Experimentierbereiches im Techniktraining (MARTIN 1989, S. 9)



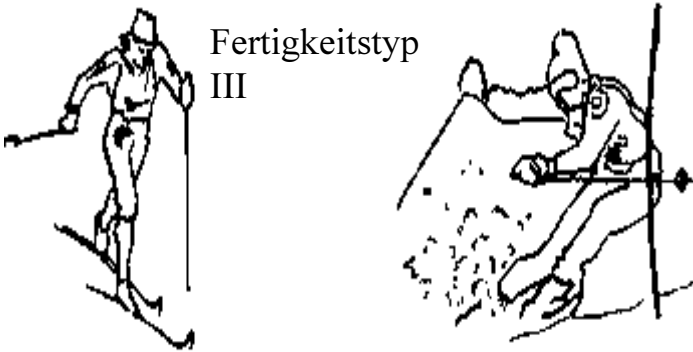
Fertigkeitstypen und Technikbeispiele



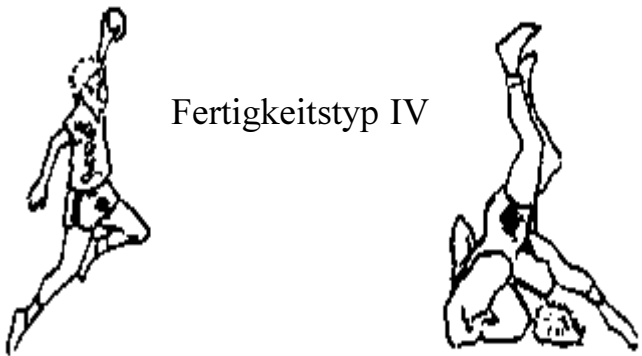
Fertigkeitstyp I



Fertigkeitstyp II

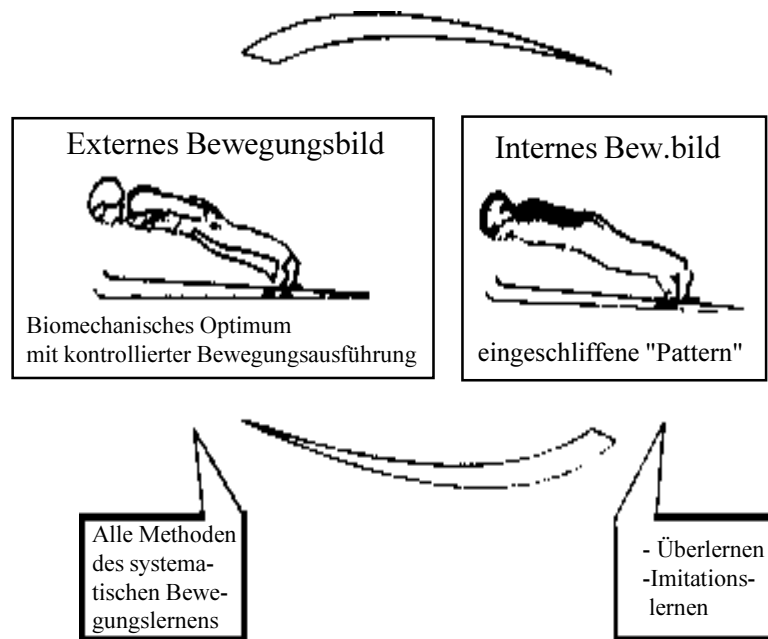


Fertigkeitstyp III



Fertigkeitstyp IV

Trainingsziele und Methoden im Technikerwerbstraining



- Der Technikbegriff enthält zunächst 2 Handlungsdimensionen:
 - a) das Umsetzen von Verfahren unter Nutzung von Materialien und Kräften zur Bewältigung von Aufgaben
 - b) das schöpferische Schaffen solcher Verfahren, die auch das Techniktraining bestimmen.

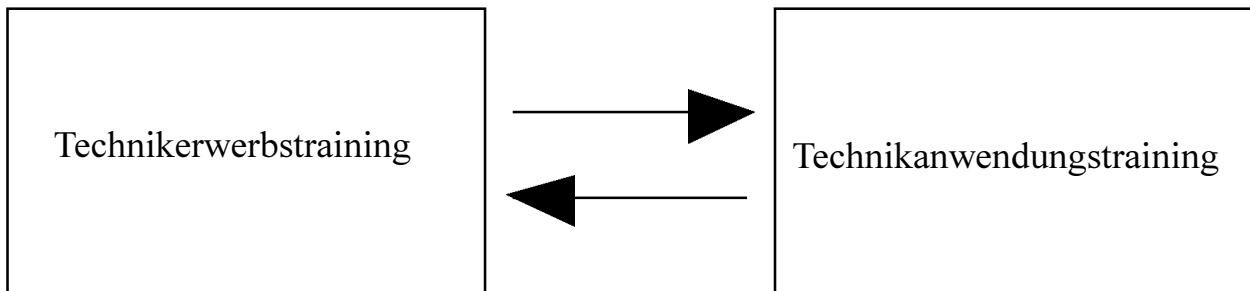
Umsetzen von idealtypischem Verhalten (Kopieren);
Schaffen und Gestalten von neuen Techniken

- Verallgemeinerte Aussagen bezüglich des Techniktrainings können nur gemacht werden, wenn Techniken systematisch strukturiert werden. Vorschlag von Mechling (4 Fertigkeitstypen)
- Typ 1 = geschlossene Fertigkeit mit stabiler Ausführungsstruktur bei zyklischen oder azyklischen Bewegungsverläufen;
- Typ II = Verbindung einzelner Teile zu einer Gesamtleistung unter stabilen Umweltbedingungen;
- Typ III = offene Fertigkeit bei sehr stabilen Grundstrukturen, die aber unter nicht standardisierten Bedingungen ablaufen;
- Typ IV = offene Fertigkeitstypen, die aber auf isoliert beherrschten Fertigkeiten oder Fertigkeitskombinationen beruhen.

Grundannahme: Alle Fertigkeitstypen beruhen auf stabilen technischen Grundmustern, die auch im Rahmen von Bewegungskombinationen, variablem Einsatz und sich verändernden und instabilen Außenbedingungen als Bewegungsmuster ihre Funktion beibehalten.

=> besonders bei den Fertigkeitstypen II-IV ist daher nicht nur der Erwerb der Fertigkeiten wichtig (Automatisierung), sondern auch deren variable Verfügbarkeit! Diese beiden Trainingsformen

bezeichnet man als Technikerwerbstraining und Technikanwendungstraining. Sie sind voneinander abhängig und ergänzen sich gegenseitig. Keine Reihenfolge!



- Technikerwerbstraining:

2 Phasen; Ziel der ersten Phase ist der Erwerb eines äußeren Bewegungsbildes einer Zielfertigkeit; Als Methoden werden die üblichen Methoden des Bewegungslernens verwendet. Ziel der zweiten Phase ist der Erwerb eines inneren Bewegungsbildes, einer Automatisierung im Sinne des Einschleifens von Patterns.

Dadurch werden Steuerungsmechanismen optimiert. Methoden sind das Überlernen und das Imitationslernen.

Methodischer Grundsatz des Technikerwerbstrainings: Die zu trainierende Fertigkeit möglichst störungsfrei, unter bestmöglichen äußeren Bedingungen und im biomechanischen Optimum so oft wie möglich zu wiederholen.

- Technikanwendungstraining:

Fertigkeiten werden zielgerecht unter der Variation von Bedingungen trainiert. Drei Trainingsziele werden verfolgt:

1. Erweiterung des Fertigkeitsspektrums bei Bedingungsvariation;
2. Verallgemeinerung bestimmter Steuerungsprozesse, d.h. deren Übertragbarkeit auf andere Situationen;
3. allgemeine Verfügbarkeit und Anwendbarkeit der entwickelten Prozeßqualitäten.

Die Anpassung an und Umstellung auf veränderte Situationen soll besser und schneller ablaufen.

Methoden: - Maßnahmen zur Variation der Bewegungsausführung
- Maßnahmen zur Variation der Übungsbedingungen
- Übungen unter Wettkampfbedingungen
- komplexes Spezialtraining mit höheren Anforderungen als im Wettkampf

Verfahren des Techniktrainings

- Herauslagern von Einzelphasen und deren getrennte Schulung,**
- Verbinden von Einzelphasen der Technik mit Zusatzlasten,**
- Experimentieren mit verschiedenen Variationen des Bewegungsverhaltens,**
- Anwendung von Streß- und Extremsituationen,**
- "Bewußtmachen, Theoretisieren, Beobachten".**

Komponenten der Koordinativen Fähigkeiten

Anpassungsvermögen

Reaktionsvermögen

Steuerungsvermögen

Kombinationsvermögen

Orientierungsvermögen

Gleichgewichtsvermögen

Wendigkeit

Geschicklichkeit

Koordinative Fähigkeiten

**Koordinative Fähigkeiten
Synonym: Gewandtheit**

basieren auf

**Physischen
Leistungsfaktoren**

Bewegungsschatz

**Analysatorischen
Fähigkeiten**

und äußern sich in

**Beherrschung
motorischer Aktionen**

**Erhöhter motorischer
Lernfähigkeit**

Ultima Ratio???



Falsches Krafttraining?

