SCHNELLIGKEIT UND SCHNELLIGKEITS-TRAINING

THEORIE UND PRAXIS

erstellt von Michael Schleinkofer

Literatur und Linkliste

- Joch (Hrsg.)(1992). Rahmentrainingsplan Sprint. Aachen.
- Grosser, M. (1991). Schnelligkeitstraining. München.
- Weineck, J. (2002). Optimales Training. Erlangen: perimed.
- Grosser, Starischka, Zimmermann (2004). Das neue Konditionstraining. München: blv.
- Grosser, Kraft, Schönborn (1998). Schnelligkeitstraining im Tennis. Sindelfingen.
- Meseck, Herwig, Schweinitz (2003). Rahmentrainingsplan Squash-Kinder und Jugendliche. Wiebelsheim: Limpert.
- Steinhöfer (2003). Grundlagen des Athletiktrainings. Münster: phillipka
- www.sportunterricht.de
- www.zeitschrift-sportmedizin.de

erstellt von Michael Schleinkofer

Die sportmotorischen Fähigkeiten

Konditionelle Fähigkeiten primär morphologisch-energetisch bestimmt	**Konditionell-koordinative Fähigkeiten** Morphol.-energ. & von Steuer- & Regelungs-vorgängen bestimmt	**Koordinative Fähigkeiten** primär von Steuer- & Regelungsvorgängen bestimmt
Ausdauerfähigkeiten -Grundlagenausdauer -Kurzzeitausdauer -Mittelzeitausdauer -Langzeitausdauer **Kraftfähigkeiten** -Kraftausdauer (submax.) -Ausdauerkraft -Maximalkraftausdauer **Schnelligkeitsfähigkeiten** -Kraftschnelligkeitsausdauer (azykl.) -Sprintausdauer (zykl.)	**Beweglichkeit** (Gelenkigkeit & Dehnfähigkeit) **Schnelligkeit** -Aktionsschnelligkeit (azykl.) -Frequenzschnelligkeit (zykl.) -Kraftschnelligkeit (azykl.) -Sprintkraft (zykl.) **Kraftfähigkeiten** -Maximalkraft -Schnellkraft -Reaktivkraft	**Gewandtheit** (Sammelbegriff für:) **Steuerungsfähigkeit** **Anpassungsfähigkeit** **motor. Lernfähigkeit** (differenziert in:) -Koppelungsfähigkeit -Differenzierungsfähigkeit -Gleichgewichtsfähigkeit -Orientierungsfähigkeit -Rhythmusfähigkeit -Reaktionsfähigkeit -Umstellungsfähigkeit

erstellt von Michael Schleinkofer

Definition

- Mit Schnelligkeit bezeichnet man die Fähigkeit, unter ermüdungsfreien Bedingungen in maximal kurzer Zeit motorisch zu reagieren und/oder zu agieren.

nach Hohmann, Lames, Letzelter (2002)

Begriffsbestimmung

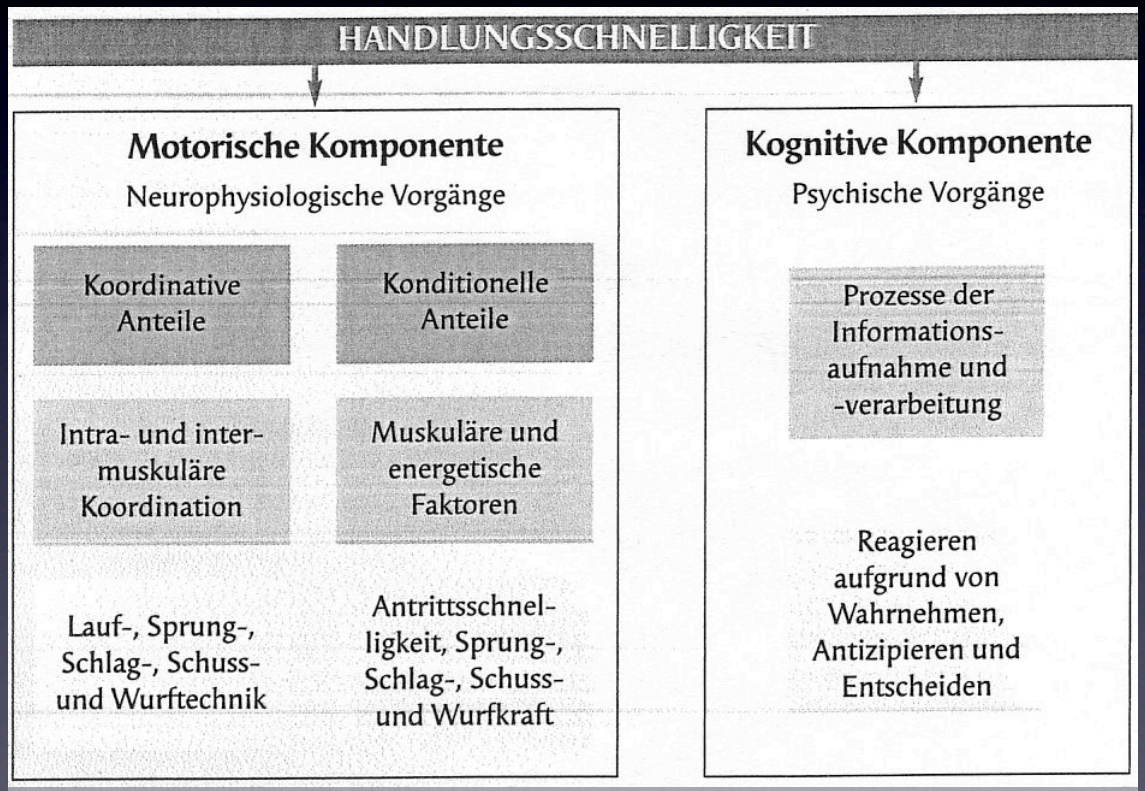
- Schnelligkeit ist eine konditionell-koordinativ determinierte Leistungsvoraussetzung, auf Reize bzw. Signale in kürzest möglicher Zeit zu reagieren und/oder zyklisch oder azyklische Bewegungen bei geringen Widerständen mit höchstmöglicher Geschwindigkeit durchzuführen.

Steinhöfer 2003, 168

Leistungsbestimmende Faktoren

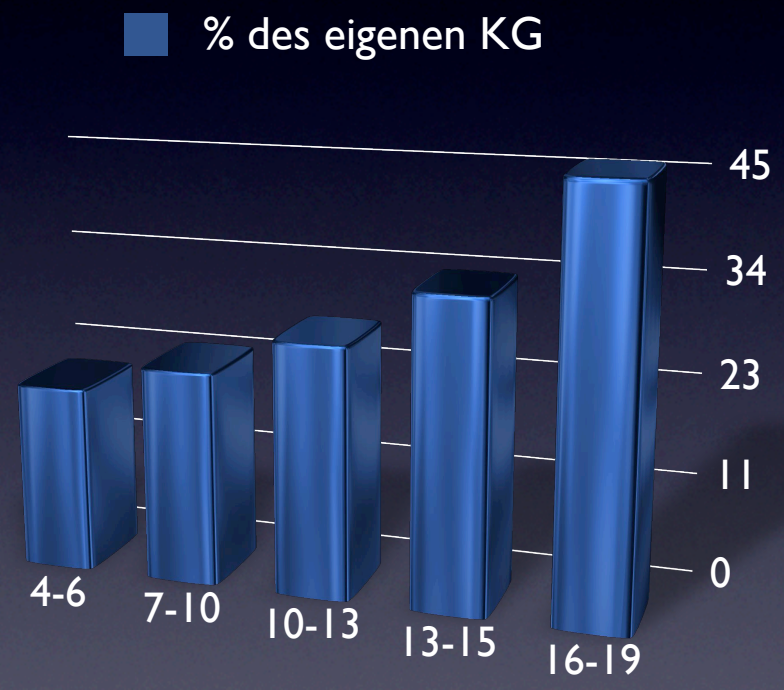
- Alter
- Muskelfaserstruktur
- Maximalkraft
- Grundlagenausdauer
- Koordinative Fähigkeiten
- Energiebereitstellung
- Psychische Einflussgrößen
- Ermüdungsgrad

Faktoren der spielspezifischen Handlungsschnelligkeit



Altersabschnitte und prozentualer Muskelanteil

4-6 Jährige	ca. 20% des eigenen Körpergewichts
7-10 Jährige	ca. 23% des eigenen Körpergewichts
10-12- /13 Jährige	ca. 25-28% des eigenen Körpergewichts
12- /13-14-/ 15 Jährige	ca. 30-35% des eigenen Körpergewichts
bis ca. 16- / 19 Jährige	ca. 33-45% des eigenen Körpergewichts



Grosser/Starischka 1998, 179

Entwicklung der Leistungsfähigkeit

Alter	Phase muskulärer Anpassung	Muskulatur: Kraft und Beweglichkeit	Stoffwechsel: Ausdauer	Zentralnervensystem: Koordination und Schnelligkeit
6/7-9/10	Präventiv- und Aufbauphase	• ca. 23% Muskelanteil • schwache Haltemusk. • geringes Testosteron • ‚biegsames' Skelett • gute Beweglichkeit	• hohe Herzfrequenz • ca. 40 ml $VO_{2\ max}$ • beginnende günstige aerobe Stoffwechselanpassung • ungünstige anaerobe Energiebereitstellung	• Gehirnwachstum ≈ 90% • beginnende gute Bewegungskoordination • Reaktions- und Frequenzschnelligkeit
9/10-12/13	Ausgleichs- und	• 25-28% Muskelanteil • geringes Testosteron • noch schwaches Skelett • muskul. Dysbalancen • gute inter- und intramuskul. Koordination • noch gute Beweglichkeit	• 40-48 ml $VO_{2\ max}$ untr. • (60 = trainiert, ähnlich Erwachsener) • noch ungünstige anaerobe Prozesse mit erhöhter Katecholaminausschüttung	• Gehirnreife abgeschlossen • sehr gute Bewegungskoordination • hohe Reaktionen und Frequenzen
12/13-14/16	Stabilisierungsphase	• ca. 30% Muskelanteil ♀ 35% Muskelanteil ♂ • Androgen- und Östrogenausschüttungen • noch labiles Skelett • eingeschränkte Beweglichkeit	• günstige aerobe Prozesse • allmählich bessere anaerobe Prozesse	• mögliche koordinative Einschränkungen (Wachstum) • günstige Kraftschnelligkeit
15/16-18/19	Forcierungsphase	• ca. 35% Muskelanteil ♀ 44% Muskelanteil ♂ • Skelettstabilisierung • Hypertrophiehöhepunkt • eingeschränkte Beweglichkeit	• sehr gute aerobe und allmählich auch anaerobe Prozesse	• erneut günstige Koordinationsfähigkeiten • hohe Schnelligkeitsfähigkeiten

Tabelle 3: Überblick zu Entwicklung und Leistungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter (aus: GROSSER/STARISCHKA [7]1998, 182)

Einflussgrößen der motorischen Schnelligkeit

Weineck 2002, 400

erstellt von Michael Schleinkofer

Determinante: Anthropometrie

- Männer sind Frauen in der Schrittlänge überlegen
- Im Verhältnis zur Körperhöhe laufen Männer und Frauen mit annähernd gleich langen Schritten
- Frauen erreichen im Durchschnitt ähnlich hohe Schrittfrequenzen wie Männer

Determinante: Intramuskuläre Koordination

- Schnelle und langsame Fasern zusammen aktivieren
- Schnelle Fasern mit höherer Impulsfrequenz
- ST-Fasern werden schneller rekrutiert und zugeschaltet (Schwellenfrequenz)
- Ziel:
  - Max. Menge an Fasern aktivieren
  - Zuschaltzeitpunkt verkürzen
  - Synchronisation und Frequenzierung

Determinante: Intermuskuläre Koordination

- Zusammenspiel von Agonisten und Antagonisten muss stimmen
- Erregungs- und Hemmungszustände müssen möglichst schnell ablaufen
- Bei geringer Elastizität, Dehnbarkeit und Entspannung des Muskels:
  - Verringerung der Bewegungsamplitude
  - Verschlechterung des koordinativen Zusammenspiels
  - erhöhter, weniger effektiver Energiebedarf
  - Verringerung der Bewegungsgeschwindigkeit

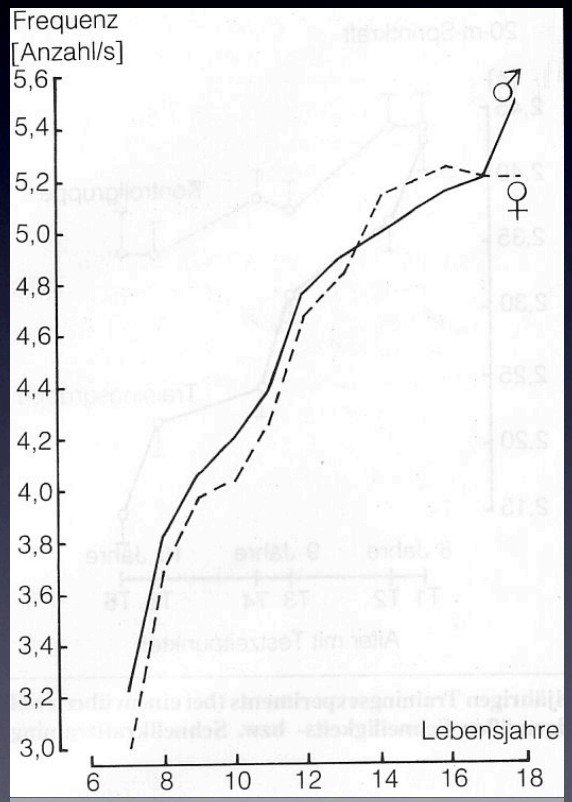
Determinante: Geschlecht

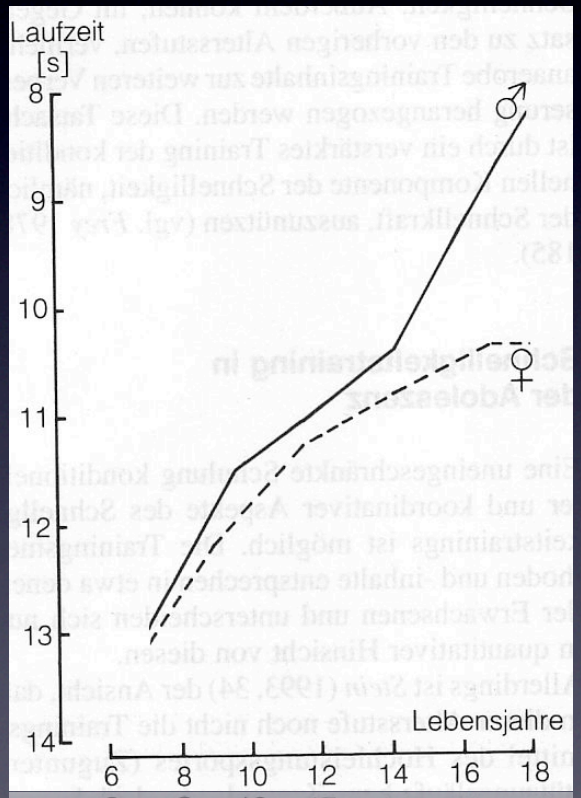
- Grundschnelligkeit untrainierter Frauen liegt im Durchschnitt um 10-15% niedriger als die der Männer
- Grund: geringere Kraft (nicht auf koordinative Parameter zurückzuführen)
- Bewegungsfrequenz der Frau unterscheidet sich im Sprint nicht von der des Mannes

Determinante: Alter

- Schnelligkeit nimmt im Alter am frühesten und ausgeprägtesten ab
- Abnahme der Kraft sowie der Koordination

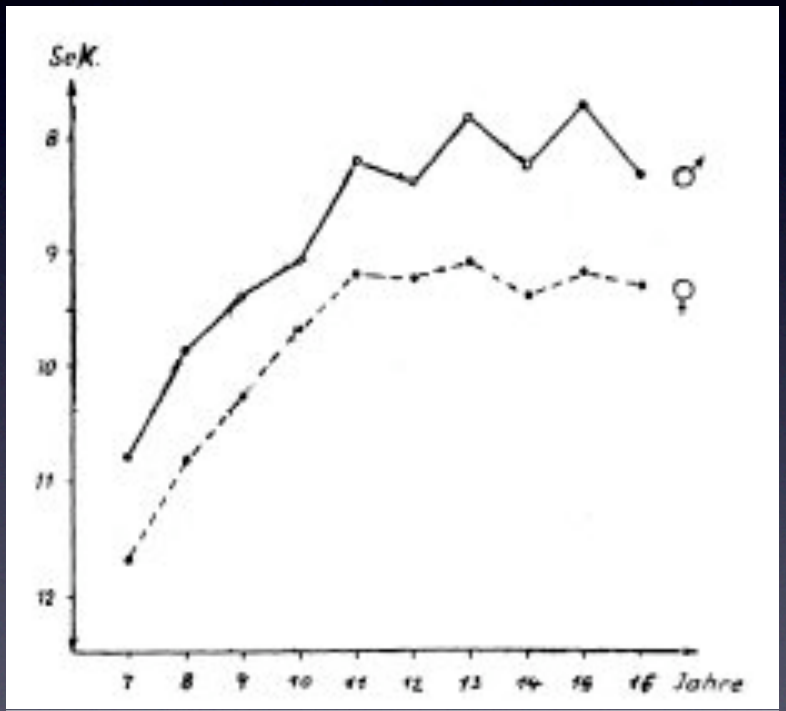
Schnelligkeit in Abhängigkeit vom Alter





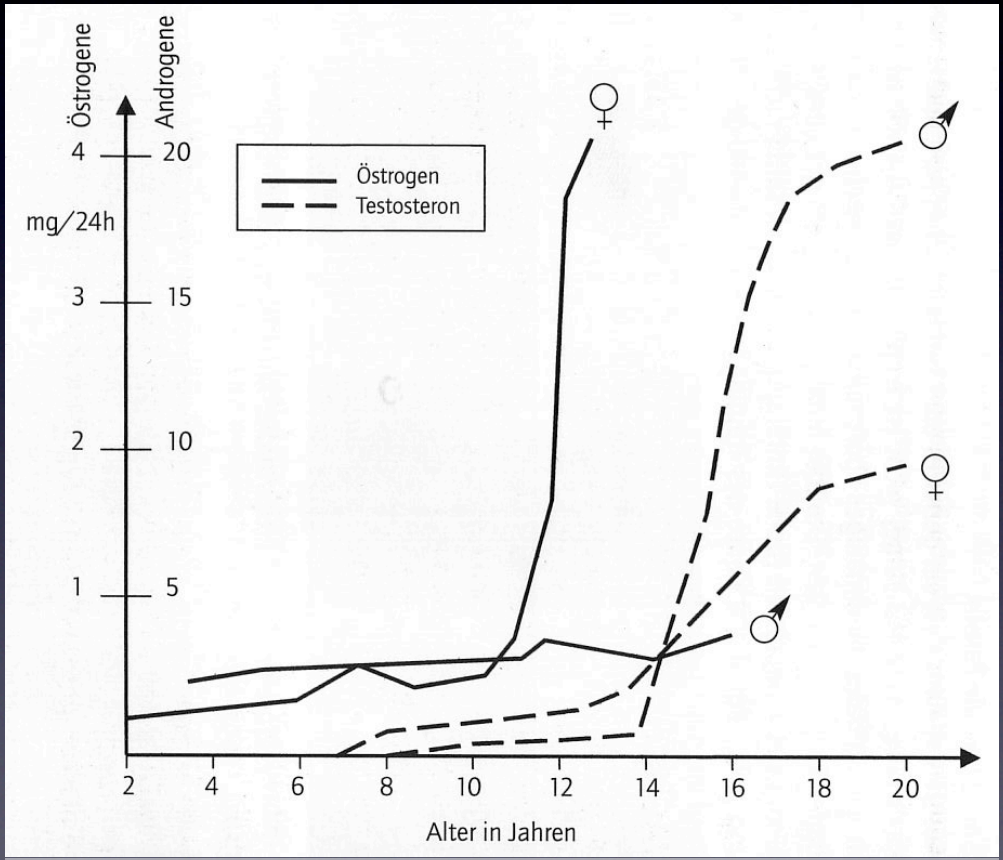
nach Farfel in Weineck 1992, 470

Entwicklung der Frequenzfähigkeit der Beine



nach Hirtz 1979

Bildung von Östrogen und Testosteron



Sensible Phasen

- Sensible Phasen sind begrenzte Zeiträume im Entwicklungsprozess von Lebewesen, in denen diese auf bestimmte Umweltreize intensiver mit entsprechenden Entwicklungseffekten reagieren als zu anderen Zeiten

Thieß, Schnabel, Baumann, 1978, 175

Modell der sensiblen Entwicklungsphasen nach Asmus 1991

	Frühes Schulkindalter 6-10 Jahre	Spätes Schulkindalter 11-12/13 Jahre	1. puberale Phase 13-14/15 Jahre	2. puberale Phase bis 18/19 Jahre
Reaktionsfähigkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♂ ♂		
Rhythmusfähigkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂		
Gleichgewichtsfähigkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂		
Differenzierungsfähigkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♂ ♂
Orientierungsfähigkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	
Beweglichkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂	
Schnelligkeit	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♂ ♂
Maximalkraft Kraftausdauer	♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂		♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂
Aerobe Ausdauer	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂
Anaerobe Ausdauer			♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂	♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♀ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂ ♂

erstellt von Michael Schleinkofer

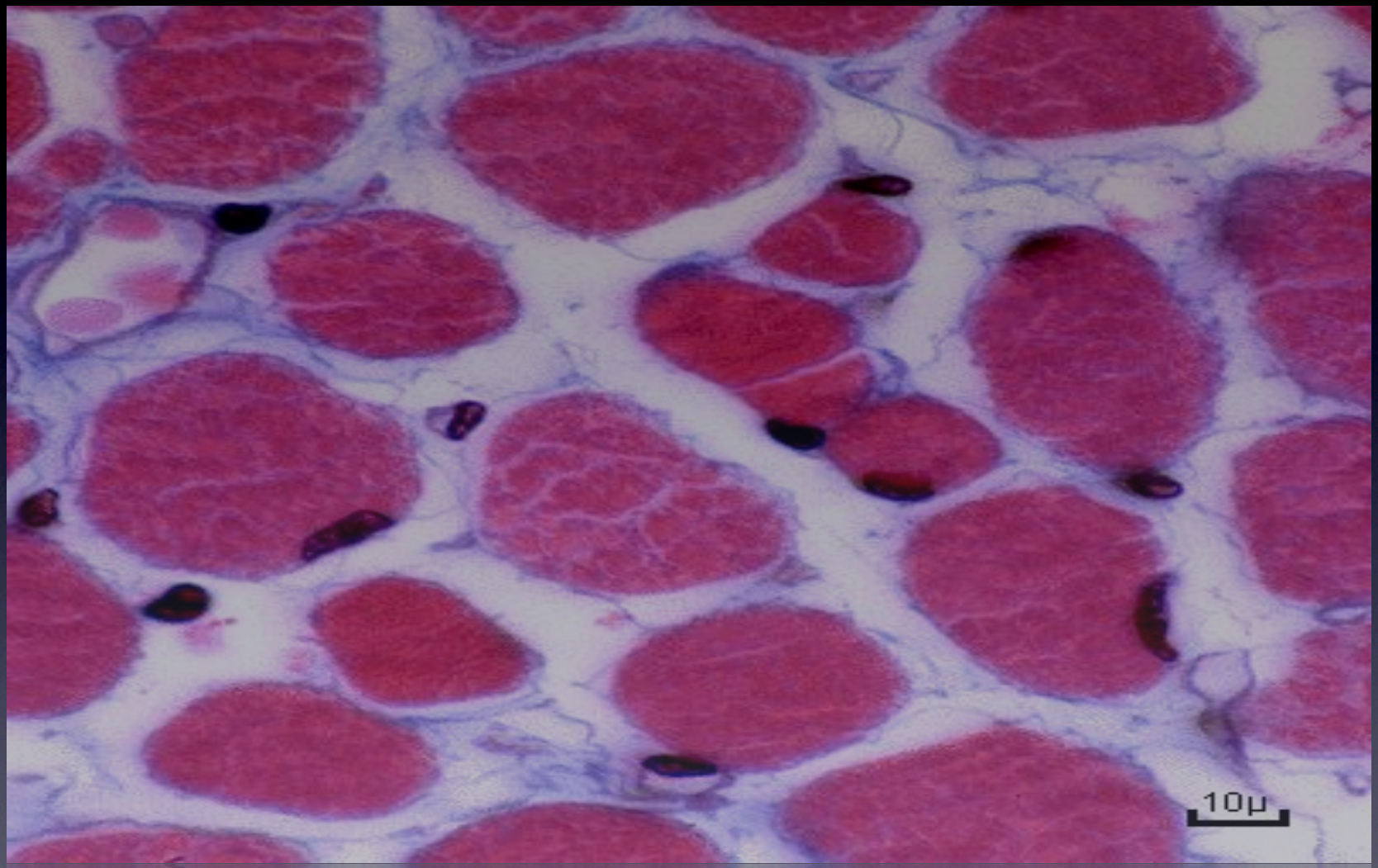
Muskelaufbau

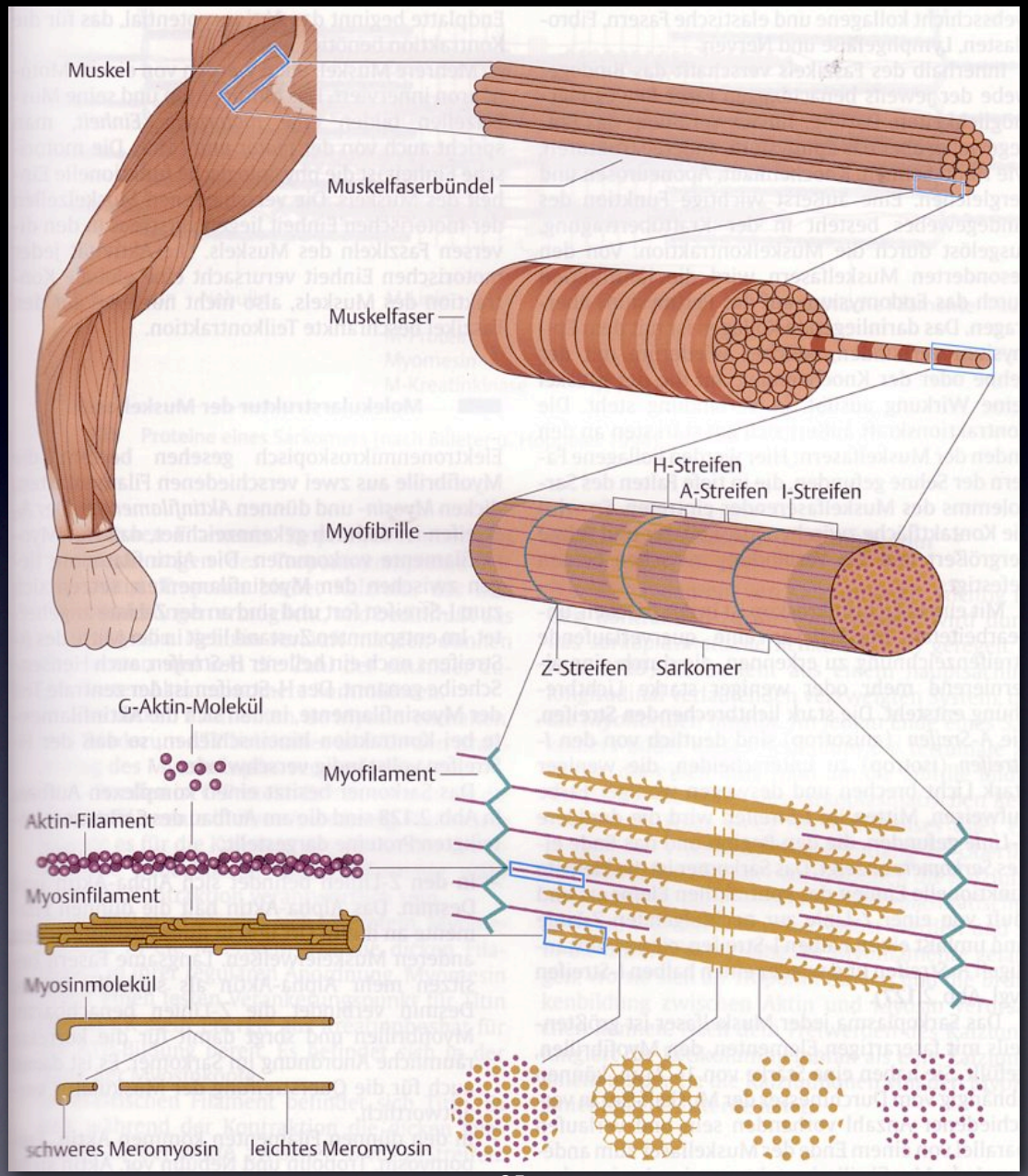
Bewegungsmuskulatur

Bewegungsmuskulatur (weiße Muskulatur)

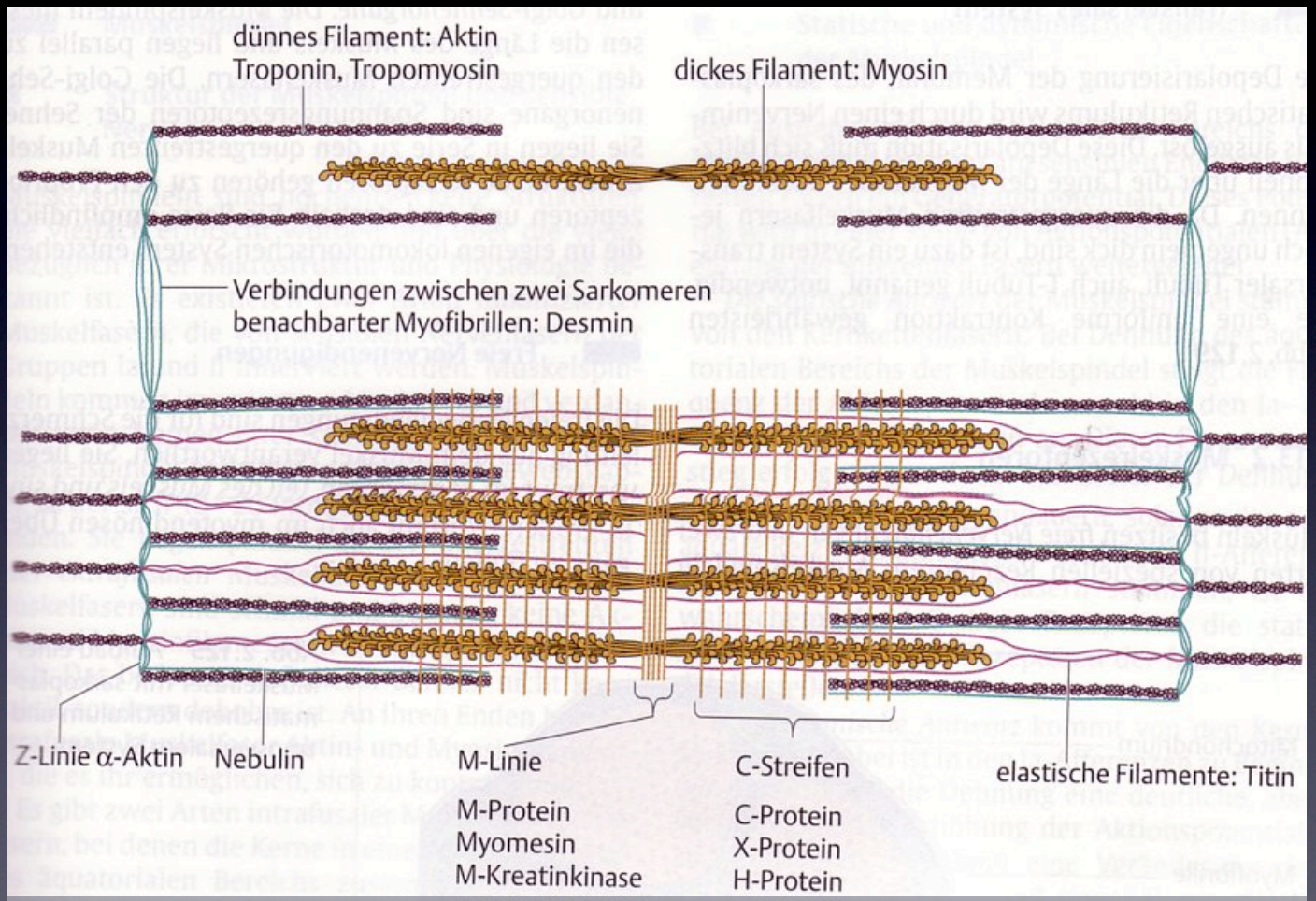
- phylogenetisch jünger
- überwiegend schnell zuckende Muskelfasern (Typ-2-Fasern, Zuckungsdauer: ca. 30 ms)
- schnelle, kurze und kraftvolle Kontraktionen
- ermüden schneller
- kleine motorische Einheiten
- wenig Myoglobin
- wenig Mitochondrien
- arbeiten überwiegend anaerob (Glykolyse)
- viel Glykogen
- deutlich geringer kapillarisiert
- neigen zur Atrophie und müssen regelmäßig gekräftigt werden

z. B.: M. biceps brachii, Mm. vastus lateralis und medialis, M. tibialis anterior, M. serratus anterior, M. gluteus maximus, M. gastrocnemius


10µ


Muskel
Muskelfaserbündel
Muskelfaser
H-Streifen
A-Streifen
I-Streifen
Myofibrille
Z-Streifen
Sarkomer
G-Aktin-Molekül
Myofilament
Aktin-Filament
Myosinfilament
Myosinmolekül
schweres Meromyosin
leichtes Meromyosin

Sarkomer



Proteine eines Sarkomers (nach Billeter u. Hoppeler 1994)

Muskelfaserarten

Slow-Twitch & Fast-Twitch

erstellt von Michael Schleinkofer

Muskelfaserarten

- Die Literatur nennt hauptsächlich zwei Muskelfaserarten:
  - ➡ Typ I Fasern (slow-twitch Fibres)
  - ➡ Typ II Fasern (fast-twitch Fibres)
- Sie weisen jeweils typisches mechanisches Verhalten auf und sind durch ihre unterschiedlichen Exzitationsschwellen und Exzitationsfrequenzen gekennzeichnet.

Merkmale Typ I-Fasern

- Besitzen wenig ATPase beim Myosin
- Sind langsam kontrahierend
- Oxidative Fasern
- Viel Myosin
- Reich an Glykogen und aeroben Enzymen
- langsame Zuckung und niedrige Kraftentwicklung

Merkmale Typ II-Fasern

- Schnell kontrahierend
- Schnelle Zuckung
- Geringes Ausdauervermögen
- Geringes Vorhandensein von Myosin
- Hohe Phosphorylase Aktivität
- Hauptsächlich anaerobe Energiegewinnung
- Hohe Kraftentwicklung

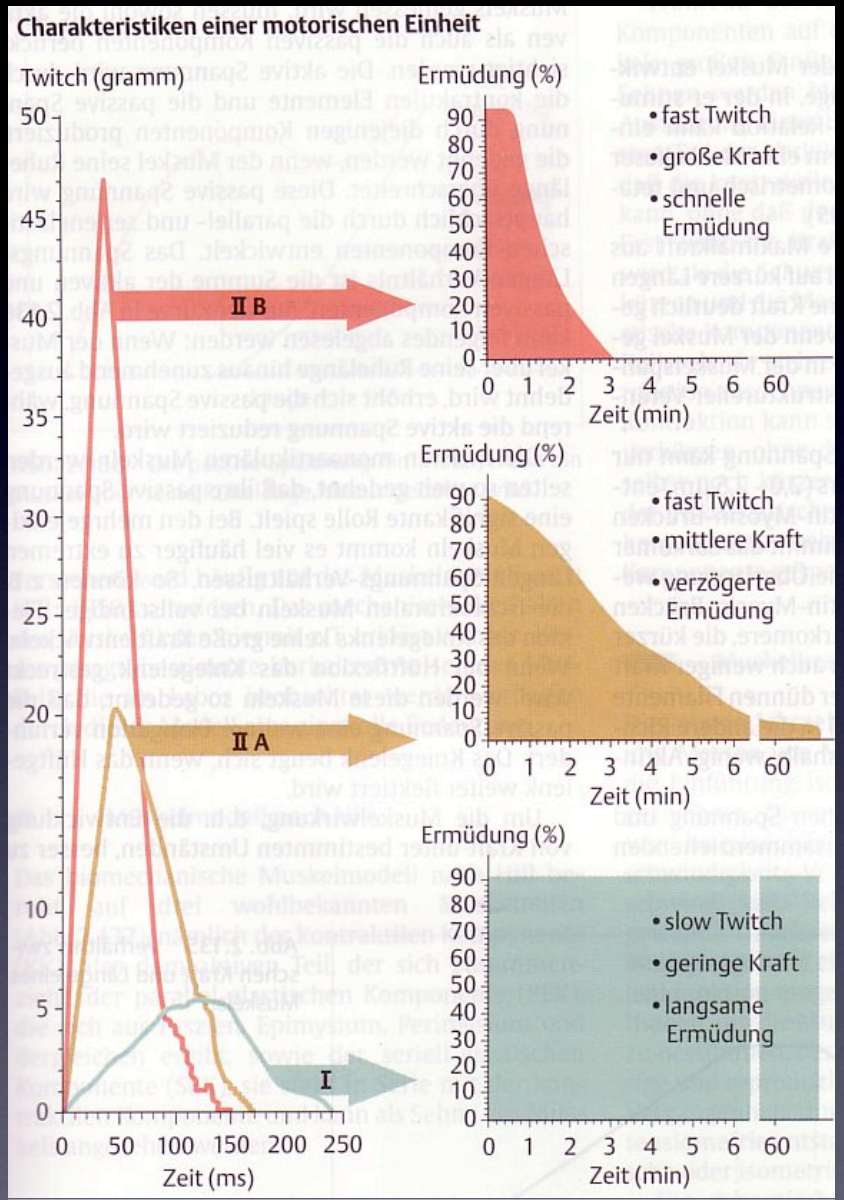
Trainingsbedingte strukturelle Adaptation des Skelettmuskels an Krafttraining

- Querschnittserhöhung durch Vermehrung der Fibrillen (Hypertrophie und Hyperplasie)
- Mechanische Festigung durch Zunahme des interstitiellen Bindegewebes
- Abnahme der Volumendichte der Mitochondrien bei gleicher Gesamtmenge
- Abnahme der Kapillardichte pro mm^2 Muskelquerschnitt
- Zunahme der energiereichen Phosphate

erstellt von Michael Schleinkofer

Muskelfasertypen

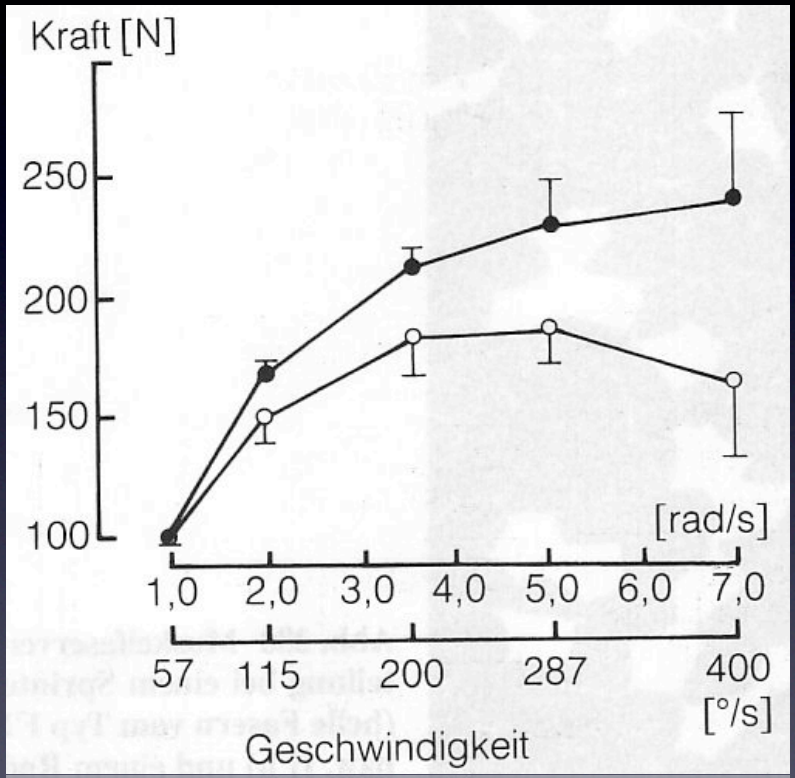
- Der prozentuale Anteil der Muskelfasern (FT - ST) ist genetisch festgelegt.
- Über entsprechende Trainingsmethoden und -inhalte lassen sich die Muskelfasertypen trainieren und Ausdifferenzieren.
- Eine Umwandlung der ST in FT-Fasern ist nicht möglich.
- Eine Umwandlung der FT-Fasern in ST-Fasern ist durch hohe Trainingseinwirkungszeiten möglich. Überwigend kommt es jedoch zu einer Verschiebung innerhalb des FT-Spektrums.


Charakteristiken einer motorischen Einheit
Twitch (gramm)
Ermüdung (%)
• fast Twitch
• große Kraft
• schnelle Ermüdung
II B
Zeit (min)
Ermüdung (%)
• fast Twitch
• mittlere Kraft
• verzögerte Ermüdung
II A
Zeit (min)
Ermüdung (%)
• slow Twitch
• geringe Kraft
• langsame Ermüdung
I
Zeit (ms)
Zeit (min)

Weitere Differenzierung

- Typ IIa
  - oxidativ-glykogenolytisch
  - fatigue resistant
- Typ IIb
  - glykogenolytisch
  - fast fatigued
- Typ IIc
  - nicht differenziert ca. 1%

Schnellkraft der Beinstrecker in Abhängigkeit von ihrer Muskelfaserzusammensetzung



nach Coyle et al. 1997, 12

Muskelfasertypen

	FTG-Fasern	FTO-Fasern	ST-Fasern
Aussehen	weiß - hell - dick		rot - dunkel - dünn (hoher Myoglobingehalt)
Physiologisches Verhalten			
Kontraktions-geschwindigkeit	⇧⇧⇧	⇧⇧	⇧
Kontraktionskraft	↑↑↑	↑↑	↑
Reaktionsfähigkeit	⇧⇧⇧	⇧⇧⇧	⇧
Innervation	300 - 1.000 Fasern von einem Motoneuron		10 - 200 Fasern von einem Motoneuron
aerobe Ausdauerfähigkeit	+	++	+++
Biochemisches Verhalten			
Energie-bereitstellung	glykolytisch	glykolytisch/ oxydativ	oxydativ
Phosphatdepots	↑↑↑	↑↑	↑
Glykogendepots	↑↑↑	↑↑(↑)	↑↑
Fettdepots	↑	↑(↑)	↑↑(↑)
Mitochondrien-gehalt	↑	↑↑	↑↑↑
Kapillarisierung	+	++(+)	+++
Funktion	Belastungen im submaximalen Bereich Maximal- und Schnellkraftleistungen		Ausdauer- und Kraftausdauerleistungen
Vorkommen	Bewegungsmuskulatur der Extremitäten		Haltemuskulatur des Rumpfes (statische Stütz- und Haltearbeit)

⇧⇧⇧ sehr schnell ⇧⇧ schnell ⇧ langsam
↑↑↑ sehr hoch ↑↑ hoch ↑ niedrig (gering)
+++ sehr gut ++ gut + schlecht

(nach DE MARÈES 1981, 91 und WEINECK 1994, 82-84)

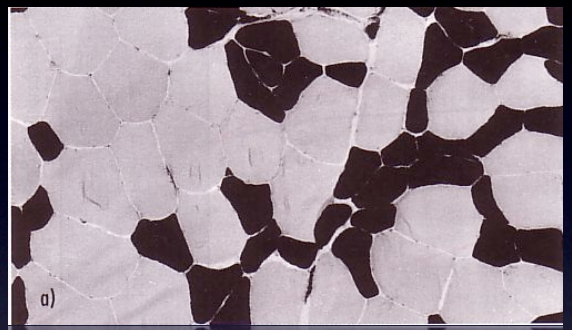
Überblick

ST-Fasern	FT-Fasern	
	FTO	FTG
Langsam kontrahierend Kontraktionsdauer 75 ms	schnell 30 ms	sehr schnell kontrahierend 20 ms
wenig Kraft pro Kontraktion Zugspannungsfaktor 1	kräftige Kontraktion Faktor 4	sehr große Kraft pro Kontraktion Faktor 12
ermüdungsresistent	ermüdbar	schnell ermüdet
kleine Motoneurone kleine mot. Endplatten Reizschwellen niedrig	große Motoneurone größere höher	große mot. Endplatten hoch
sehr viele Mitochondrien sehr viel Myoglobin sehr viele Kapillaren	viele mäßig viel viele	wenig wenig wenig
wenig Phosphagene	viele	sehr viele
Myosin-ATP-ase Aktivität gering	hoch	sehr hoch
viel Fett und KH	viel KH	sehr viel KH gespeichert
mit hochaktiven Enzymen des aeroben Fett- und KH-Stoffwechsels ausgestattet	mit Enzymen des aeroben und anaeroben Stoffwechsels versehen	Dominanz von Enzymen des anaeroben Stoffwechsels
Querschnitt 3100 bis 5000 μ^2	4400 bis 5900 μ^2	3500 bis 5300 μ^2

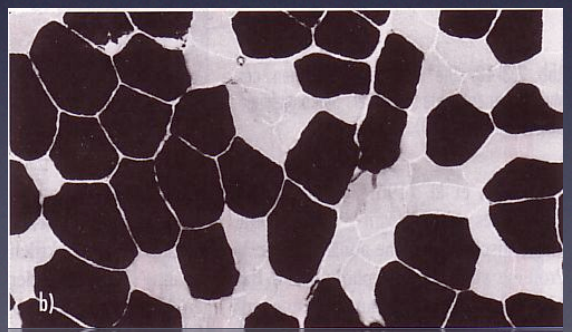
nach Grosse, Starischka, Zimmermann 2004, S. 128

Muskelfasertypen

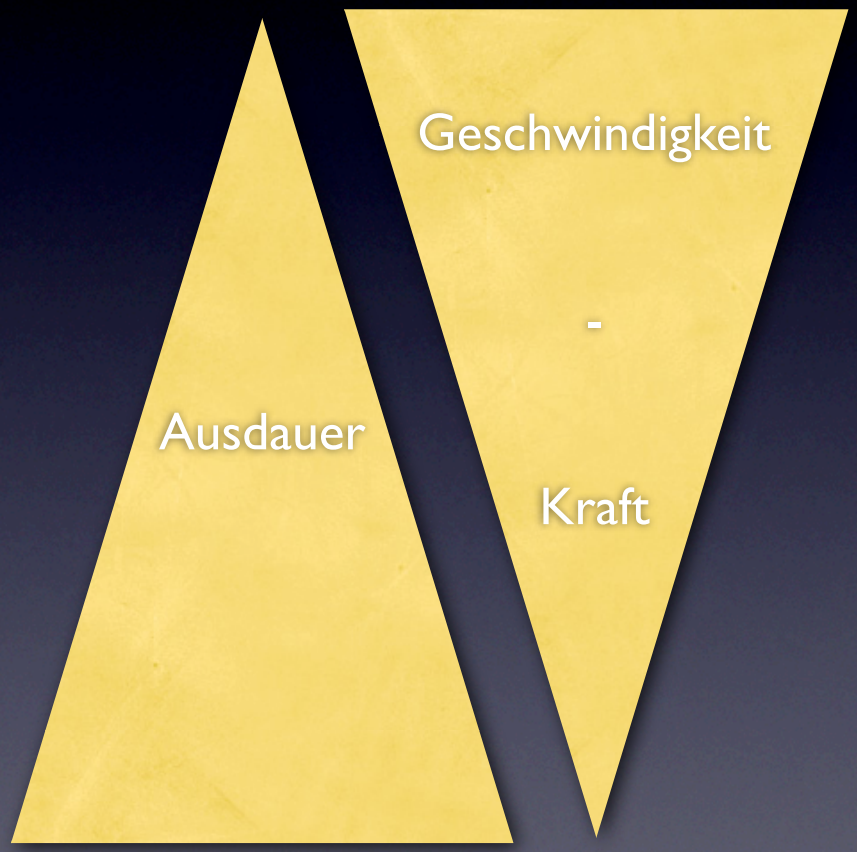
- Typ IIb



- Typ I



Muskelfasertypen



IIb

IIa

IIc

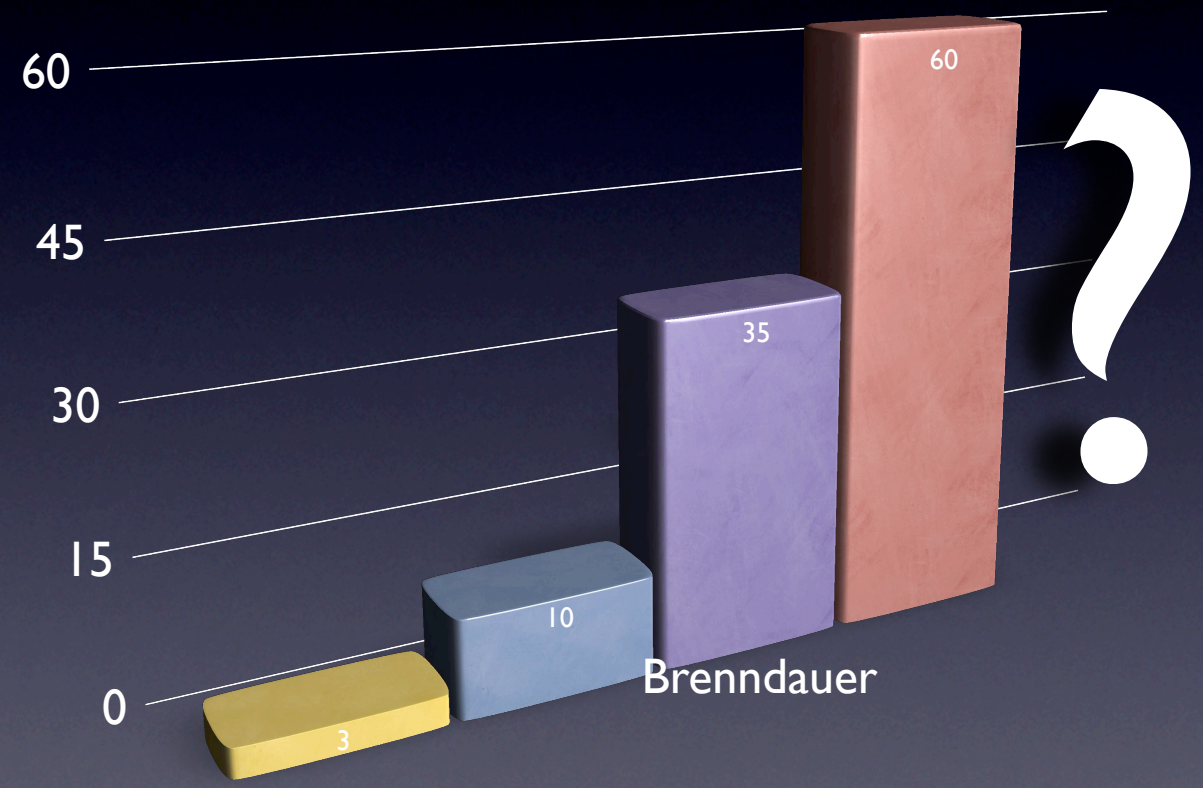
I

Schnelligkeit und Energiebereitstellung

ATP, KP, Glucose und Fettsäuren

erstellt von Michael Schleinkofer

Schnelligkeit in Abhängigkeit von der E-Bereitstellung



ATP
Glucose mit Sauerstoff
KP
Fettverbrennung
Glucose ohne Sauerstoff

erstellt von Michael Schleinkofer

Energieversorgung des Muskels bei Ausdauerbeanspruchungen

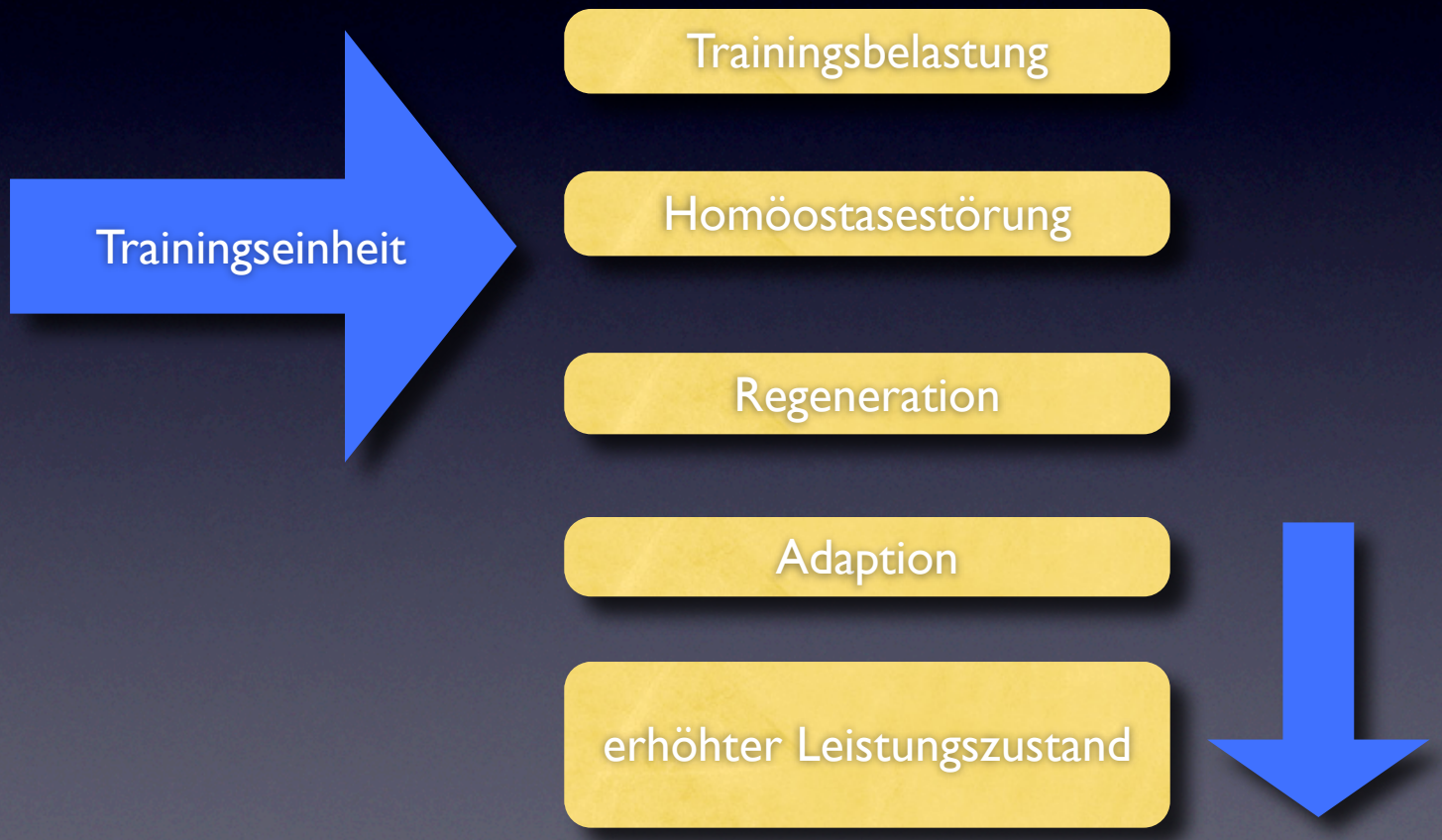
Trainingsbereich	Tempo	Laktat	% HFmax	Energie
Regenerations-bereich	sehr locker	< 2 mmol/l	55 - 65%	Fette + Zucker aerob
Stabilisations-bereich	locker	2-3 mmol/l	65 - 75%	Fette + Zucker aerob
Entwicklungs-bereich	mittel bis anstrengend	3-4 mmol/l	75 - 85%	vermehrt Zucker + Fette aerob - anaerob
Aerob-anaerober Übergang = laktat-steady-state = Schwellenpuls				
Leistungs-bereich	sehr anstrengend	> 4 mmol/l	> 85%	Zucker anaerob laktazid

erstellt von Michael Schleinkofer

Anpassung an Training

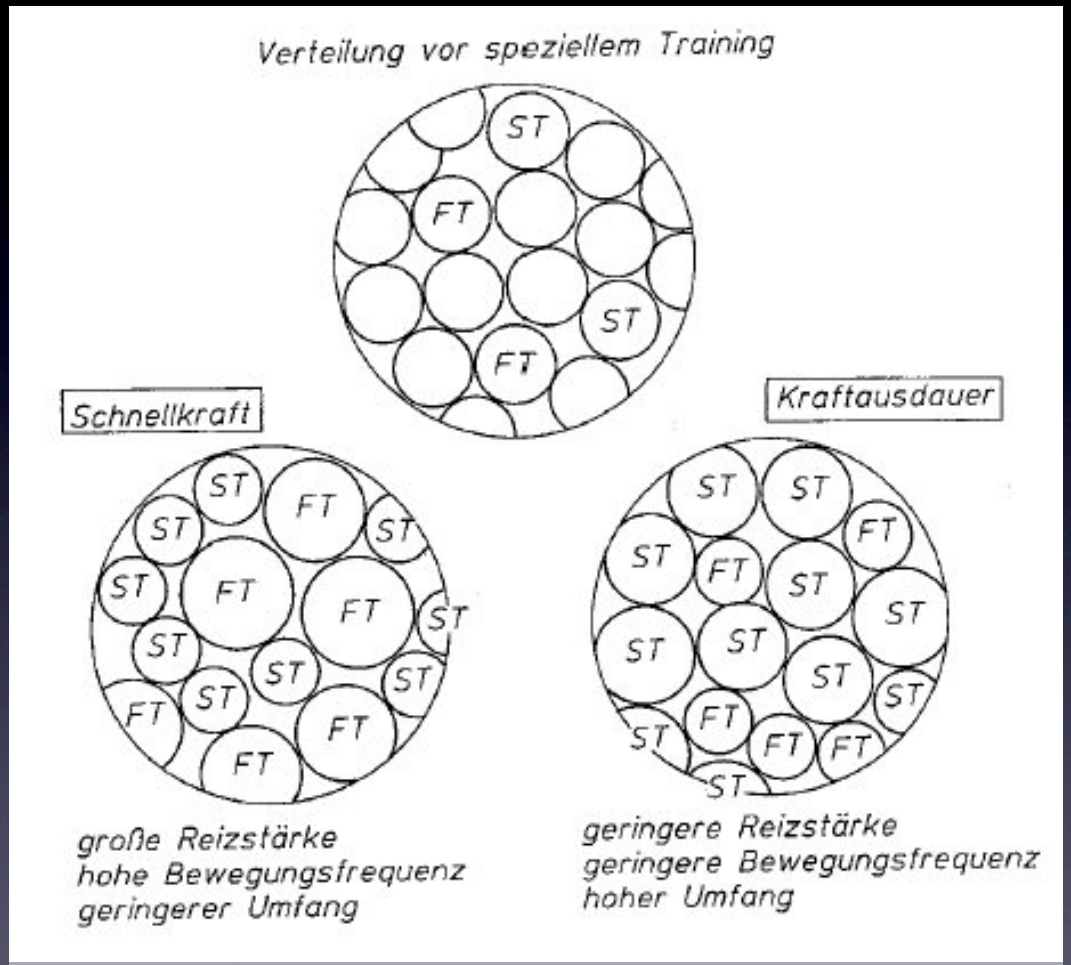
Adaption der Muskelfasern an Schnelligkeitstraining

Training als biologische Ursache-Wirkungs-Kette



erstellt von Michael Schleinkofer

Trainingsanpassung

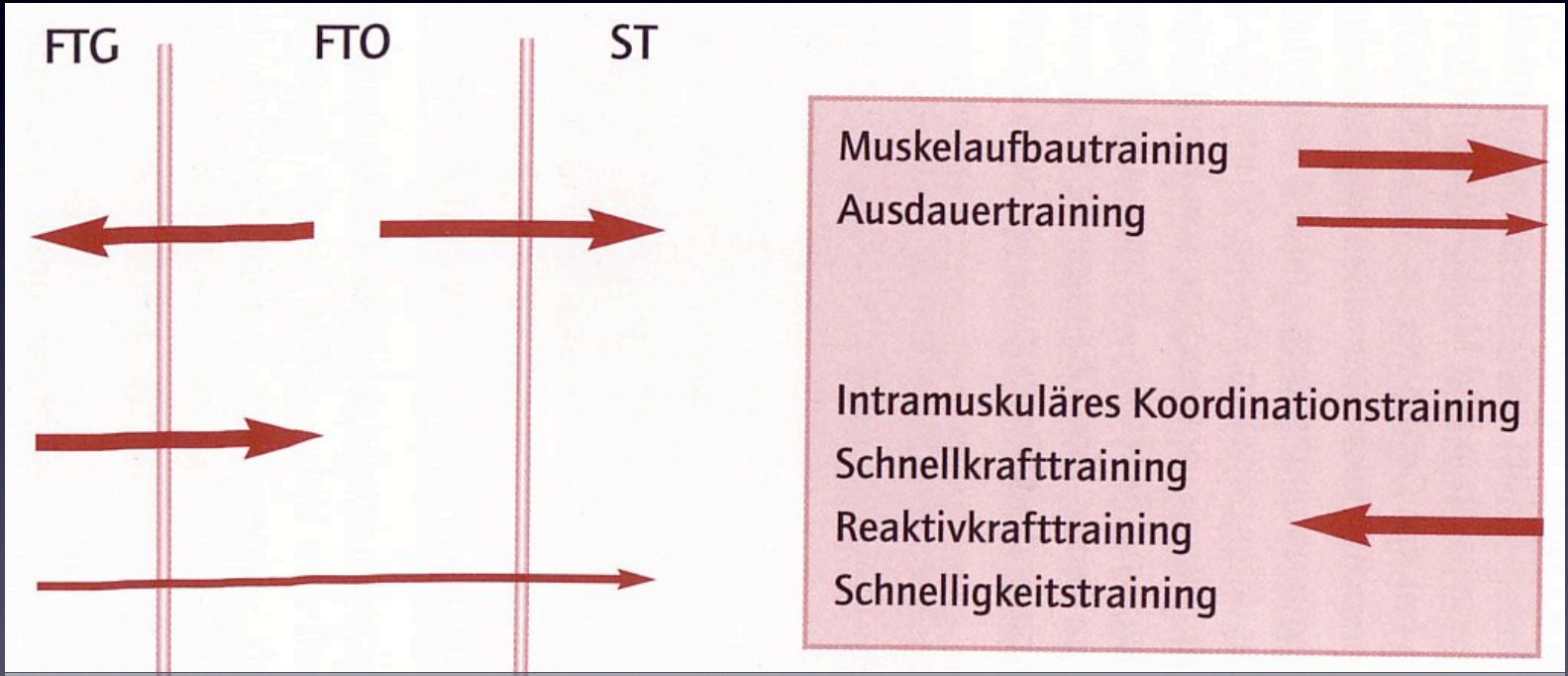


Anpassungsreaktionen

Training von Schnelligkeit, Schnellkraft, Maximalkraft	Training von Kraftausdauer, Ausdauer
Flächenvergrößerung der FT-Fasern wegen Vermehrung der kontraktilen Elemente	Flächenvergrößerung der ST-Fasern wegen Vermehrung und Vergrößerung der Mitochondrien
Vermehrung der anaeroben Enzyme im Zellplasma	Vermehrung der aeroben Enzyme in den Mitochondrien
Glykogenvermehrung in den FT-Fasern	Myoglobinvermehrung
metabolische Differenzierung der FT-Fasern in Richtung FTG-Fasern	Glykogenvermehrung in den ST-Fasern
Abnahme der Mitochondrien	metabolische Differenzierung der FT-Fasern in Richtung FTO- und ST-Fasern
Rückgang der Kapillarisierung (Kapillarenzahl pro Faser)	Zunahme der Kapillarisierung (Kapillarenzahl pro Faser), erhöhte Durchlässigkeit der Kapillarwand, Schlängelung
Zunahme der Diffusionsstrecke für Sauerstoff durch die Hypertrophie	Abnahme der Diffusionsstrecke für Sauerstoff
Führt bei hohem Leistungsniveau zu einem Rückgang der aeroben Ausdauerfähigkeit	Führt bei hohem Leistungsniveau zu einem Rückgang der Schnelligkeit, Schnellkraft und Maximalkraft

nach Grosse, Starischka, Zimmermann 2004, S. 128

Muskelfasertypen und mögliche Anpassungserscheinungen



Die Kraftfähigkeiten

Fähigkeitsspezifische Analyse

erstellt von Michael Schleinkofer

Die Kraftfähigkeiten

Basisfähigkeit
Maximalkraft

Subkategorien:

Schnellkraft (statisch, konzentrisch)	**Reaktivkraft** (exentrisch-konzentrisch)	Kombination von **Kraft und Ausdauer** (statisch, dynamisch)

Komponenten:

– Explosivkraft – Startkraft	– Explosivkraft – Startkraft – reaktive Spannungs-fähigkeit	– anaerob-alaktazider Stoffwechsel (Maximalkraftausdauer) – anaerob-laktazider Stoffwechsel (Kraftausdauer) – intensiv-aerober Glykogenabbau (Ausdauer-kraft) – extensiv-aerober Glykogenabbau und Fett-abbau (lokale Ausdauer)

Radlinger 1998, S. 21

Kraft-Zeit-Kurve

Radlinger 1998, S. 23

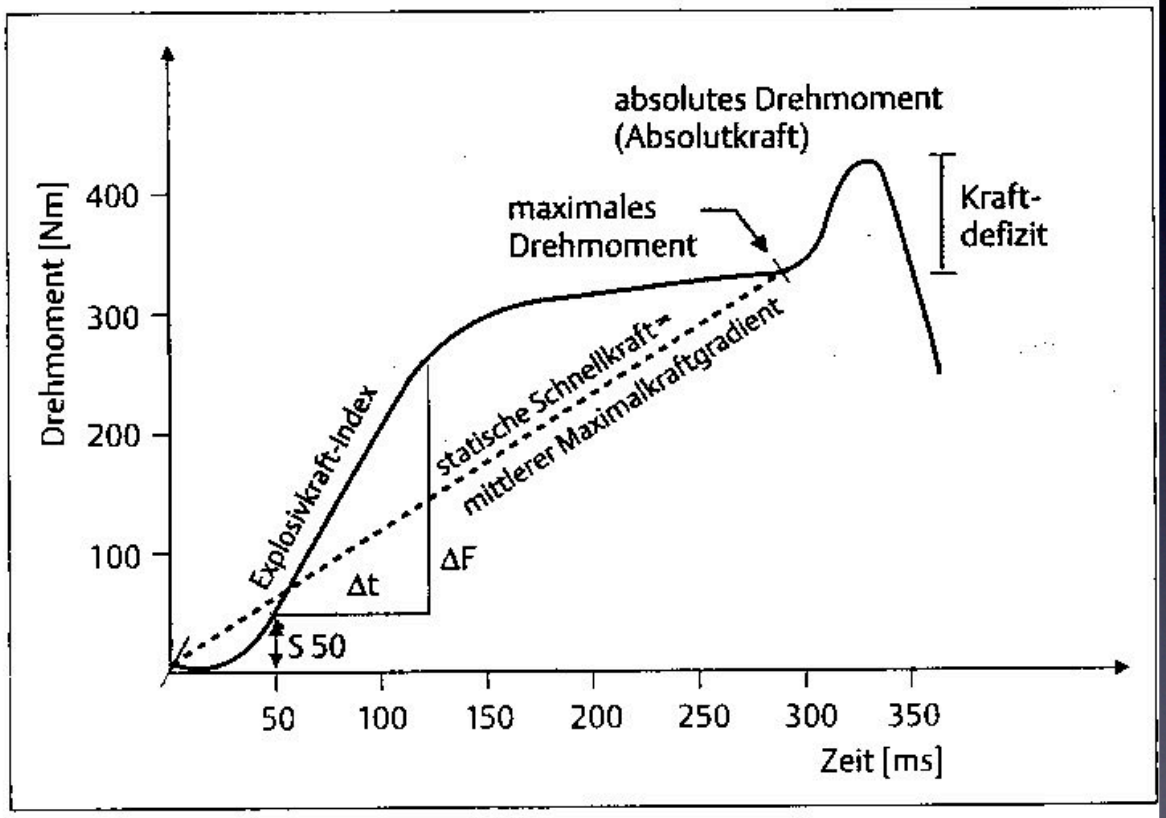
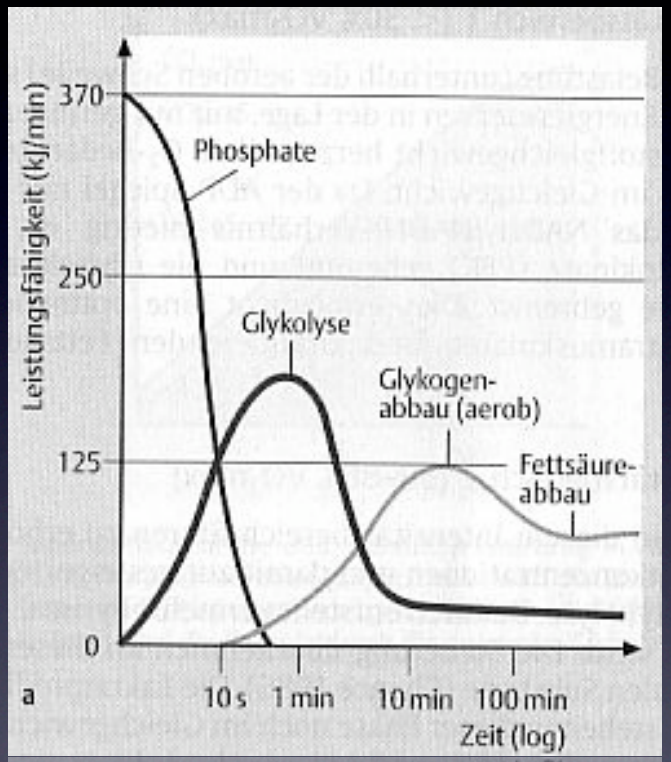
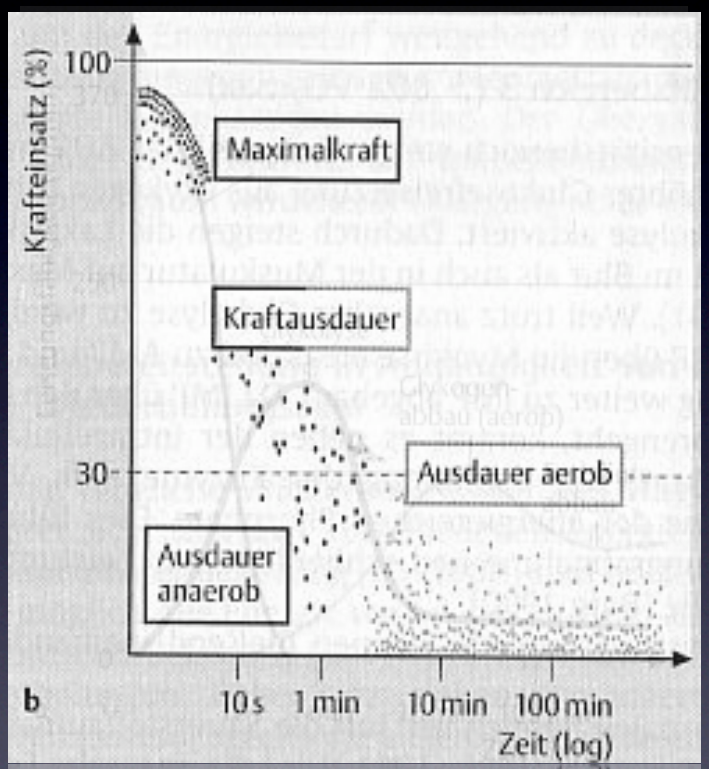


Abb. 4.2 Kraft-Zeit-Kurve mit den neuromuskulär bedingten Kraftfähigkeiten Startkraft (50 ms), Explosivkraft (ΔF/Δt), statische Maximalkraft, exzentrische Maximalkraft (= Absolutkraft) und Kraftdefizit (Differenz zwischen exzentrischer und statischer Maximalkraft) (nach Grosser/Zintl 1994, 35)

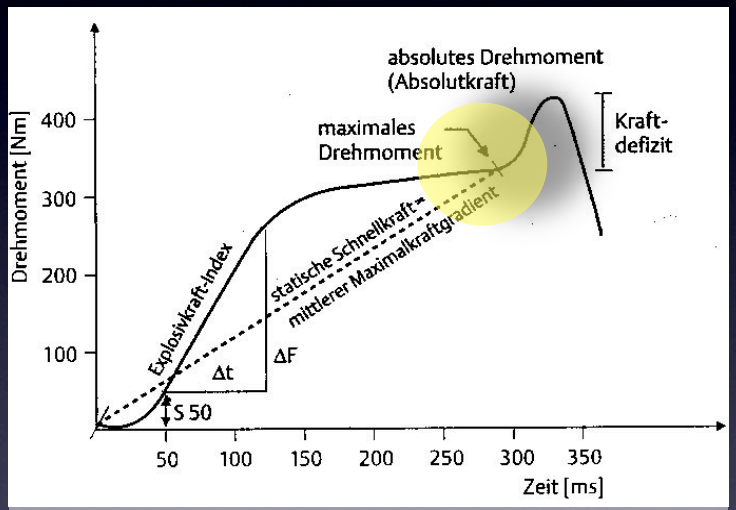
Kraft - Energieumsatz





Definition: Maximalkraft

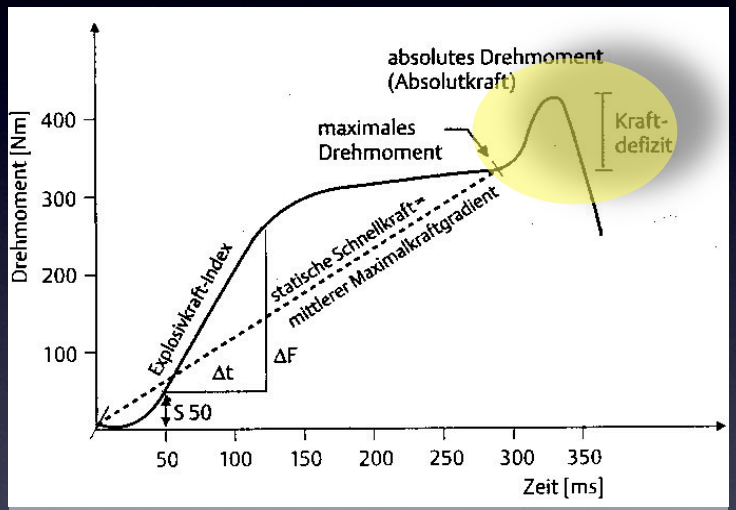
- Ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems willkürlich die größtmögliche Kraft gegen einen Widerstand auszuüben.
- Sie tritt sowohl in isometrischen als auch in dynamisch-konzentrischen und -exzentrischen maximalen Muskelaktionen auf.
- Die willkürliche Maximalkraft wird durch eine statische Muskelaktion ermittelt.



Sie wird beeinflusst von:
- dem physiologischen Querschnitt
- der Muskelfaserzusammensetzung
- der inter- und intramuskuläre Koordination

Definition: Absolutkraft

- Ist das höchstmögliche Kraftpotential, das ein Muskel aufgrund seines physiologischen Querschnitts und seiner Qualität zur Verfügung hat.
- Sie setzen sich aus der willkürlich entwickelbaren statischen Maximalkraft und der willkürlich nicht erfaßbaren Kraftreserve zusammen.
- Messmethodische Erfassung durch exzentrische Maximalkraft od. durch E-Stimulation.

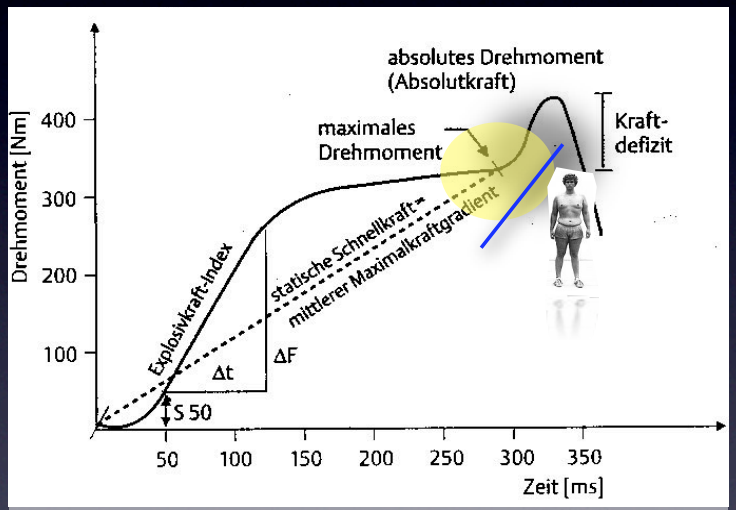


Kraftdefizit:
- Die Differenz zwischen exzentrischer und statischer Maximalkraft wird als Kraftdefizit bezeichnet
- Werte zwischen 5 - 40%
- Je kleiner das Kraftdifizit, desto besser das Potential maximaler Willkürkontraktionen
- Wichtig für den Sport
- Uninteressant für die Trainingstherapie

Definition: Relativkraft

Quotient aus Kraft und Körpergewicht!

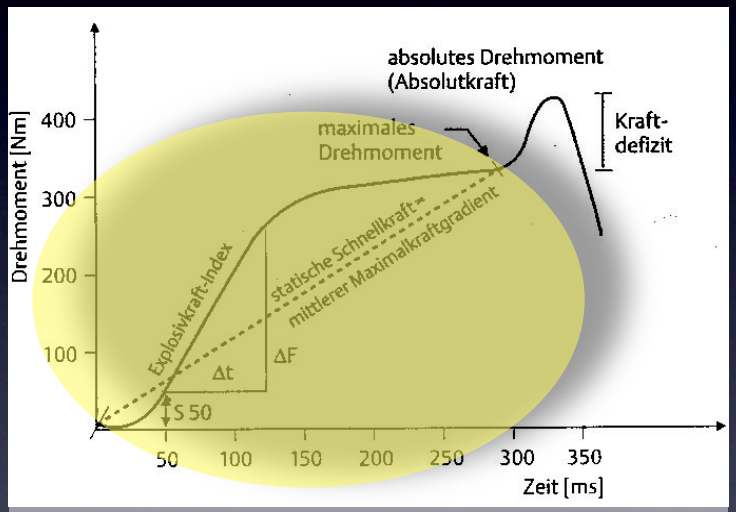
- Sie ist das Verhältnis von isometrischer Maximalkraft zum Körpergewicht.
- Für Patienten heißt das, die körperliche Leistung bezogen auf die relative Kraftfähigkeit kann einerseits durch die Erhöhung der Kraft, andererseits durch den Verlust an Körpermasse gesteigert werden.



100 Nm / 65 kg = 1,54 Nm/kg

Definition: Schnellkraft

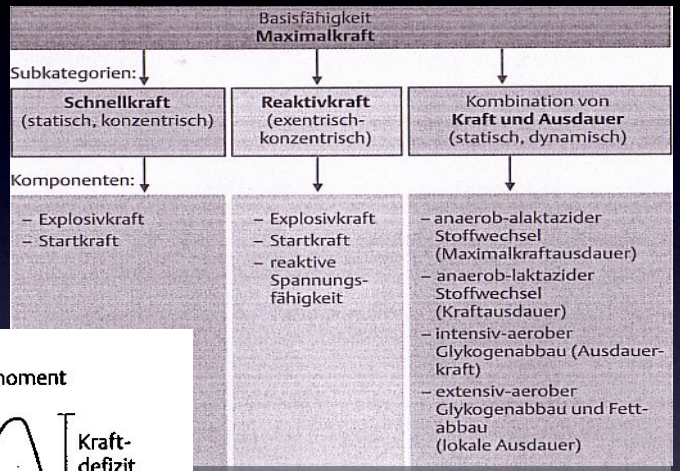
- Ist die Fähigkeit des Nerv-Muskel-Systems, Widerstände mit einer größtmöglichen Kontraktions-geschwindigkeit überwinden zu können.
- Sie ist die Fähigkeit des neuromuskulären Systems, innerhalb einer verfügbaren Zeit - und auf einem vorgegebenen Weg - einen möglichst hohen Kraftstoß (Impuls) zu entfalten (Bührle, 1985).

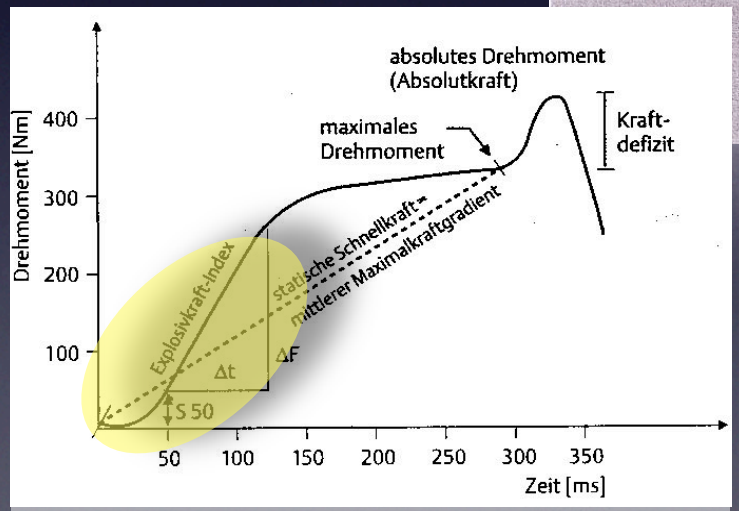


Sie wird beeinflusst von:
- Rekrutierung und Frequenzierung einzelner motorischer Einheiten
- dem physiologischen Querschnitt
- der Muskelfaserzusammensetzung
- der inter- und intramuskuläre Koordination
- Beweglichkeit

Schnellkraft

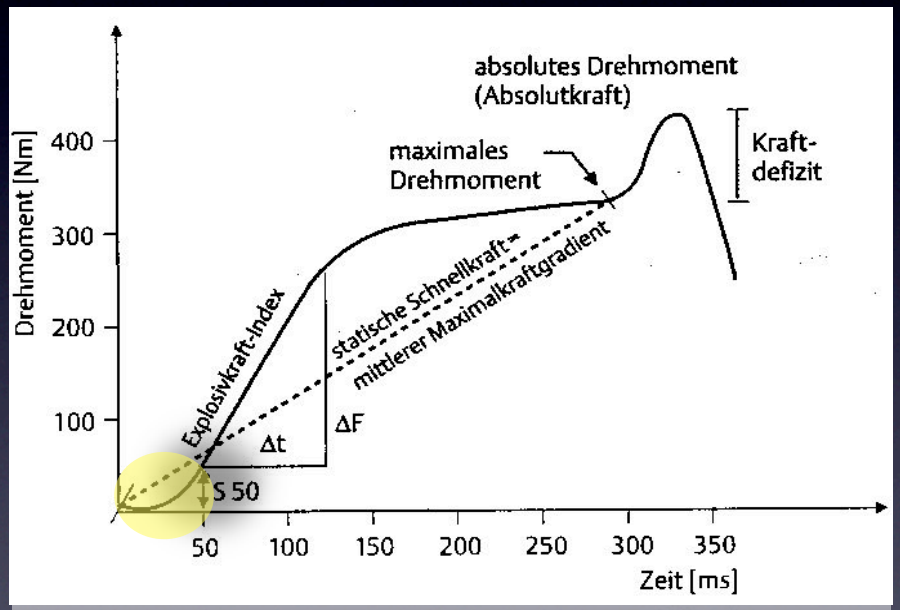
- Statische Schnellkraft
- konzentrische Schnellkraft
- Startkraft
- Explosivkraft





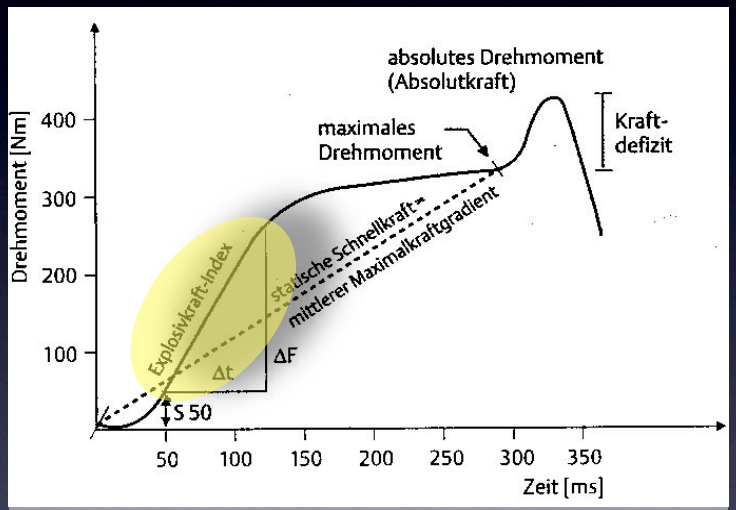
Definition: Startkraft

- Der Kraftwert, der 50ms nach Kontraktionsbeginn erreicht wird, also die Fähigkeit zu einem hohen Kraftanstieg von Beginn der Bewegung an.



Definition: Explosivkraft

- Der maximale Kraftanstieg innerhalb der Kraft-Zeit-Kurve.
- Der höchstmögliche Kraftanstieg im Laufe einer schnellen Kraftentwicklung.



maximaler Kraftgradient = $\Delta F \; / \; \Delta t$

Definition: Reaktivkraft

Reaktive Spannungsfähigkeit der Muskulatur

- Exzentrisch-konzentrische Schnellkraft bei kürzestmöglicher Koppelung beider muskulären Arbeitsphasen in einem Dehnungsverkürzungszyklus (DVZ).
- Dehnung = exzentrische Arbeit führt zu eigenständigem Innervations- und Elastizitätsverhalten
- Verkürzung = konzentrische Arbeit in die die Wirkung der Reflexinnervation und die gespeicherte elastische Spannungsenergie aus der vorhergehenden Phase eingehen.

Schnelligkeit

- eine von 5 sportmotorische Hauptbeanspruchungsform

Schnelligkeitsanforderungen im Squash

Schnelligkeit im Squash

Reaktions- und Antizipationsschnelligkeit

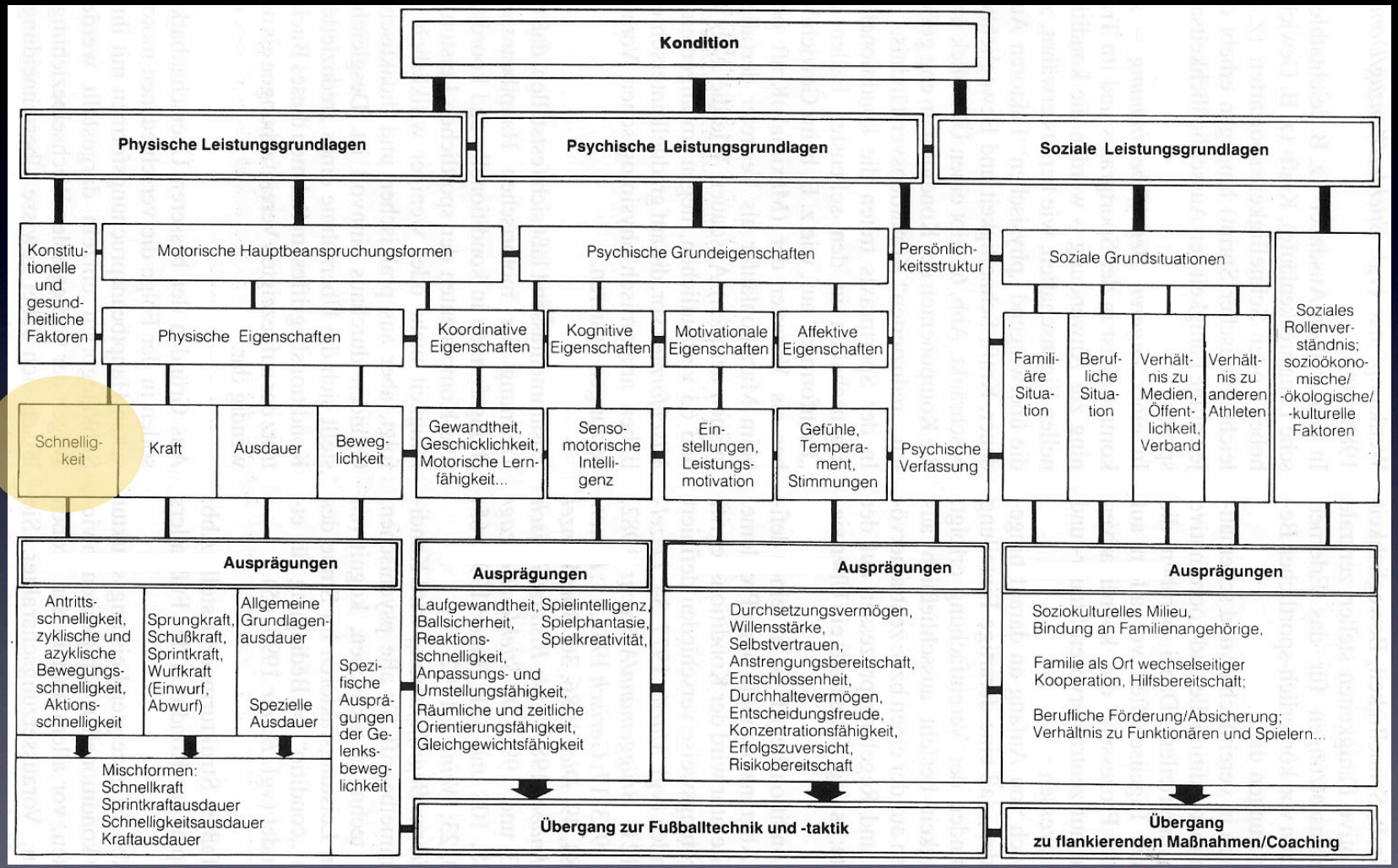
Schlagschnelligkeit

Laufschnelligkeit

Wichtige Aspekte für den Squashspieler

- Reaktionsfähigkeit (Antizipation)
  - taktisch orientierter Bewegungsbeginn
- Azyklische Schnelligkeitsfähigkeit
  - Schlagbewegung
  - Start vom „T“; zurück zum „T“
- komplexe Schnelligkeitsfähigkeit
  - Technikkombination/Handlungsschnelligkeit

Schnelligkeit



Erweitertes Strukturmodell zur Kondition (Weineck 2002)

Allgemeine Fähigkeitsstruktur

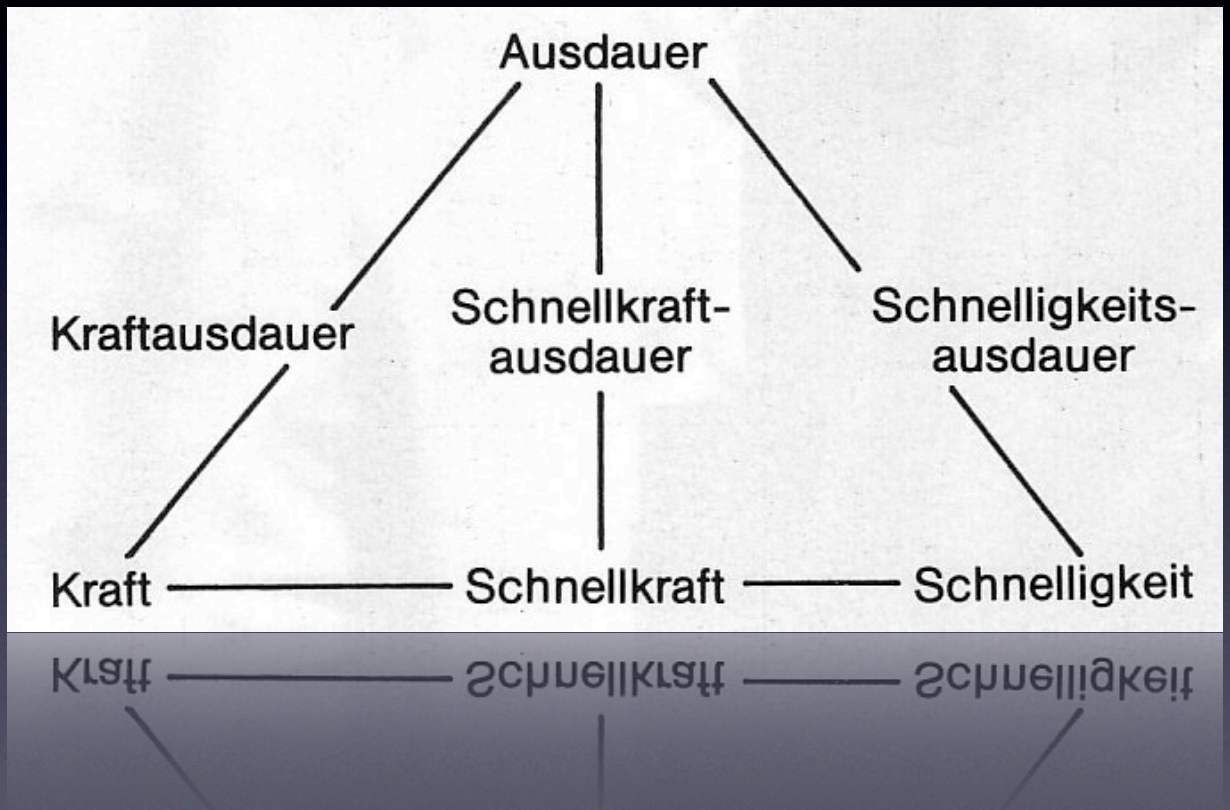
Schnelligkeitseinteilung
Reaktionsschnelligkeit
Einfache Reaktionen (z.B. Sprintstart)
komplexe Reaktionen (z.B. Sportspiele)
Bewegungsschnelligkeit
zyklische Bewegungen (z.B. Laufen, Skippings, Radfahren)
azyklische Bewegungen (z.B. Schlag, Wurf, Sprung)

erstellt von Michael Schleinkofer

Azyklische und zyklische Bewegungsformen

- Strukturelle Betrachtungsweise aus der Bewegungslehre
- Einteilung nach den zeitlichen Ablaufphasen
- Azyklisch:
  - einmalige Aktion: Vorbereitungs-, Haupt-, & Endphase
  - Beispiele: Würfe, Sprünge, Schlagbewegungen
- Zyklisch:
  - wiederkehrender Bewegungsablauf: Haupt- & Übergangsphase
  - Beispiele: Laufen, Kraulen, Radfahren

Schnelligkeit



Wechselbeziehung der konditionellen physischen Leistungsfaktoren (Weineck, 2002)

Grundtypen von Schnelligkeitsfähigkeiten

Grundtypen der Schnelligkeitsfähigkeiten	Ausprägungsformen
elementare Schnelligkeitsfähigkeiten	• azyklische Aktionsschnelligkeit • zyklische Frequenzschnelligkeit
Reaktionsfähigkeiten	• Einfachreaktionen (sportartspezifische Starts) • Wahlreaktionen (taktisch orientierter Bewegungsbeginn)
azyklische Schnelligkeitsfähigkeiten	• mit optimaler Endgeschwindigkeit (Würfe, Schläge) • mit optimaler Anfangsgeschwindigkeit (Stöße) • mit optimaler Drehgeschwindigkeit (um Körperachsen)
zyklische Schnelligkeitsfähigkeiten	• mit optimaler Anfangsbeschleunigung • mit hoch zu haltender Vortriebsgeschwindigkeit • mit optimaler Bewegungsfrequenz
komplexe Schnelligkeitsfähigkeiten	• Technikkombinationen mit differenzierten Schnelligkeitsanforderungen • Handlungsschnelligkeit (Sportspiele, Zweikampfsportarten u.a.)

nach Martin, Nicolaus, Ostrowski, Rost 1999, 350

Grundausbildung-elementare Schnelligkeitsfähigkeit

- zyklische Frequenzschnelligkeit
  - Handkurbeldrehen mit geringem Widerstand und höchstmöglicher Frequenz
  - Spinning (Indoor-Cycling) mit geringem Widerstand und höchstmöglicher Frequenz

Übungsformen zur Erhöhung der zyklischen Frequenzschnelligkeit

Ausbildung	Übungsform	Zielsetzung
Allgemein und Squash	• Einbeinsprünge im Rhythmus rechts-rechts-rechts-links-links-links-usw. • beidbeinig, kurze geprellte Sprünge	kurzer schneller Abdruck bis zur Fußstreckung mit optimal kurzen Bodenkontaktzeiten
	• Sprunglauf • Hopserlauf	Entwicklung des Abstoßimpulses mit explosiver Streckung im Hüft-, Knie- und Fußgelenk, kurze Bodenkontaktzeiten
	• Fahrradergometerfahren, sehr geringer Widerstand	Erhöhung der Tretfrequenz
	• Kniehebelauf – Skipping auf der Stelle oder leichter Lokomotion	Entwicklung hoher Schrittfrequenz und des optimalen Kniehubs
	• Anferselauf auf der Stelle oder mit leichter Lokomotion	Ausprägung der hinteren Schwungphase und der Schrittfrequenz
	• Fußgelenksarbeit	flüchtiger Kontakt der Ferse, dann extreme Knie-Fußgelenkstreckung

Praxisorientierte Schnelligkeitsformen

Übergeordnete Charakterisierung	Eigenständige Schnelligkeitsfähigkeit	Elementare Schnelligkeitsfähigkeiten		Komplexe Schnelligkeitsfähigkeiten			
Schnelligkeitsform	Reaktionsschnelligkeit	Aktionsschnelligkeit	Frequenzschnelligkeit	Kraftschnelligkeit	Sprintkraft	Kraftschnelligkeitsausdauer	Sprintausdauer
Bewegungsform		azyklisch	zyklisch	azyklisch	zyklisch	azyklisch	zyklisch
Beispiel		Squashschlag	Skippings	Ausfallschritt	Laufbeschleunigung	Squash	Sprints über 60 m
Primäre Einflusskomponenten	Antizipation Wahrnehmung Infoverarbeitung Impulsübertragung Latenzzeit	– Zeitprogramme – intermuskuläre Koordination		– Zeitprogramme – Schnellkraft		– Zeitprogramme – spezifische Ausdauer	

Methoden des Schnelligkeitstrainings

Allgemeine methodische Hinweise

erstellt von Michael Schleinkofer

Allgemeine methodische Richtlinien

- Qualität geht vor Quantität (man lernt und trainiert Schnelligkeit)
- Notwendigkeit: maximale bzw. supramaximale Bewegungsgeschwindigkeit
- Konzentration und Wille voll auf die Ausführungsgeschwindigkeit richten
- Werden Schnelligkeitsübungen technisch noch nicht beherrscht, müssen diese zunächst im mittleren und submaximalen Bereich trainiert werden
- Schnelligkeit ist nur durch spezielles Üben erreichbar:
  - räumlich-zeitliche,
  - dynamische und
  - energetische Merkmale der Wettkampfübung

Gestaltungsrichtlinien für Trainingseinheiten

- Schnelligkeitsübungen vor allen anderen Trainingseinheiten
- in einer Trainingseinheit möglich
  - als alleiniger Inhalt
  - als Komplextraining, d. h., spielspezifische Schnelligkeitsübungen direkt in Techniktraining integrieren
- Schnelligkeit als alleiniger Trainingsinhalt:
  - viel Zeit lassen, ca. 1,5h
  - lange Pausen
- 1-3x pro Woche (Regenerationszeit 48 - 72 Stunden) mit unterschiedlichen Übungen

Grosser, Starischka, Zimmermann 2004, 100

Bedeutung des Aufwärmens vor Schnelligkeitstraining

- Hohe Bewegungsfrequenz und Kraftentwicklung setzt optimale Erwärmung voraus.
- Innere Viskosität wird herabgesetzt
- Dehnungsfähigkeit und Elastizität werden erhöht
- Leistungsgeschwindigkeit des Nervensystems nimmt zu
- Stoffwechselwege werden beschleunigt

Gestaltungsrichtlinien für Trainingseinheiten

- Stets zu berücksichtigen:
  - unterschiedliche Schnelligkeitsarten
    - reine Schnelligkeitsformen
    - sportartspezifische Schnelligkeitsformen
  - alle Hauptmuskeln ansprechen
  - Alter
  - Leistungszustand
  - Ermüdungszustand
  - individuelle Schwächen/Stärken
  - mögliche Schnelligkeitsbarrieren

Grosser, Starischka, Zimmermann 2004, 100

Grundausbildung-elementare Schnelligkeitsfähigkeit

- azyklische Aktionsschnelligkeit
  - Schulung eines schnellen, hohen Abstoßimpulses durch die Hüft-, Knie- und Fußgelenksstreckung
    - Niedersprünge mit sofortigen beidbeinigen Absprüngen (30cm)
    - Steigesprünge mit Anlauf
    - Schrittsprünge

Methodische Grundlagen

- Aktionsschnelligkeit

Trainingsübungen: Technikteilbewegungen, ganze Technikbewegung, Imitationsübungen, Wettkampfübung
Intensität: maximal/supramaximal
Wiederholungen: 6–12 (gesamt nicht länger als 6 Sek.)
Serien: 3–5
Pausen zwischen den Serien: 2–10 Min.
Variationen: in der Intensität maximal/supramaximal,
in der Übungsauswahl,
in der Verkleinerung des Aktionsraumes,
in der zeitlichen Einengung
Trainingseinheiten pro Woche: 1–3, jeweils als Teil einer gesamten Trainingseinheit
Jahresperiodisierung: 4–6 Wochen Training, 1–3 Monate Pause, erneut 3–5 Wochen Training usw.

nach Grosser, Starischka, Zimmermann 2004, 105

Merke!

- *Kurze, variierte Programme zur Schulung „elementarer Schnelligkeitsfähigkeiten“ gehören während der Grundausbildung und dem Grundlagentraining zweimal wöchentlich, nach dem Aufwärmen, zum einleitenden Teil einer Trainingseinheit.*

Methodische Regeln zum Schnelligkeitstraining

- Zyklische Freqeunzschnelligkeit:
  - Bewegungen müssen mit hoher technischen Präzision durchgeführt werden
  - Belastungsintensität: höchstmögliche Bewegungsfrequenz, max. möglicher Impuls
  - Belastungsdauer pro Durchgang: 5 Sekunden (Kinder), 6-10 Sekunden (Jugendliche)
  - Belastungsumfänge: 3 - 5 Wdhs/Übung, in 3-5 Serien
  - Belastungsdichte: Pausen zw. den Wdhs 1 min und nach einer Serie 4 min

nach Martin, Carl & Lehnertz. 1991, S. 166

Methodische Grundlagen

- Frequenzschnelligkeit

Trainingsübungen: fliegende Sprints oder mit Hochstart 10–60 m (Jugendliche unter 16 Jahren höchstens bis 40 m), Schwimmsprints, Frequenzübungen wie Skippings, Tretfrequenzen u. Ä., Übungen des Sprint-ABCs (jedoch jeweils maximal 6 Sek.)
Intensität: maximal/supramaximal
Wiederholungen: 4–12
Serien: 3–4 (maximal insgesamt 20 Wiederholungen)
Pausen zwischen den Serien: 2–10 Min.
Variationen: in der Intensität maximal/supramaximal,
in der Übungsauswahl (Streckenlängen, Bewegungsumfänge),
in der zeitlichen Dauer
Trainingseinheiten pro Woche: 1–3, jeweils als Teil einer gesamten Trainingseinheit
Jahresperiodisierung: 4–6 Wochen Training, 1–3 Monate Pause, erneut 3–5 Wochen Training usw.

nach Grosser, Starischka, Zimmermann 2004, 105

Methodische Grundlagen

- komplexe Schnelligkeitsverbesserung

Trainingsübungen: spezielle Technikübungen, spezifische Übungen zur Verbesserung der disziplinspezifischen Beschleunigungsfähigkeit, der Schnellkraft, Schnellkraftausdauer und maximalen Schnelligkeitsausdauer, Wettkampfübungen (in denen zumindest teilweise das kurze Zeitprogramm erreicht wird)
Intensität: maximal/supramaximal, als Variation auch gering anteilig submaximal
Wiederholungen/Zeitdauer: 4–12/6–10 Sek. (dazu ca. 50 % im bewegungsspezifischen Zeitprogramm)
Serien: 3–5
Serienpausen: 2–5 Min.
Trainingseinheiten pro Woche: 1–2
Jahresperiodisierung: abhängig von gegebenen »Grundlagen« und der Sportart; mehrwöchig bis mehrmonatig (mit Unterbrechungen von 1–6 Wochen; vgl. auch Beispiel für alle Spielsportarten in Tabelle 25).

nach Grosser, Starischka, Zimmermann 2004, 105

Beschleunigungsfähigkeit von Spitzenspielern

- mittlere Beschleunigung von ca. 4 m/s^2
- entspricht der Beschleunigungsfähigkeit eines 11,1 sec Sprinters
- Squashspieler müssen diese Beschleunigung sehr oft durchführen
- Anforderungen an Reaktivkraft sehr hoch
- beim Ausfallschritt ca. 4-faches Körpergewicht auf dem entsprechenden Bein

nach Kollath 1992, 6-8)

Modell der hauptsächlichen Konditionsmerkmale im Squash

Konditionelle Faktoren			
Ausdauer	Kraft	Schnelligkeit	Beweglichkeit
hohe aerobe Kapazität	Kraftausdauer	spezifische Bewegungsschnelligkeit	Gelenkbeweglichkeit
hohe anaerob-alaktazide Kapazität	Reaktivkraft	Grundschnelligkeit	Dehnungsfähigkeit
anaerob-laktazide Kapazität	Startkraft	Beschleunigungsfähigkeit	

nach Kohl, Meseck, Schweinitz 2003, 22

Reaktionsschnelligkeit

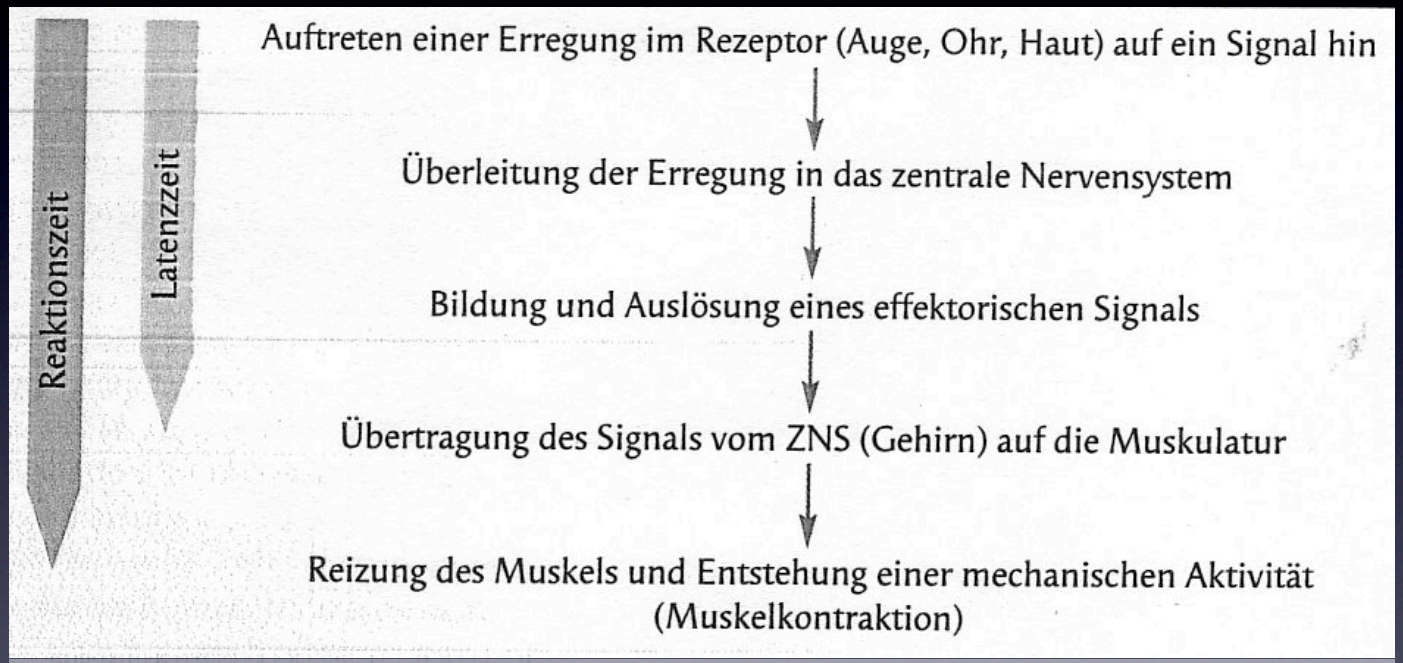
Phaseneinteilung und Definition

Begriffsbestimmung

- Als Reaktionsschnelligkeit wird die Zeitspanne bezeichnet, die vom Setzen eines Reizes bis zur ersten willkürlichen Muskelkontraktion verstreicht.

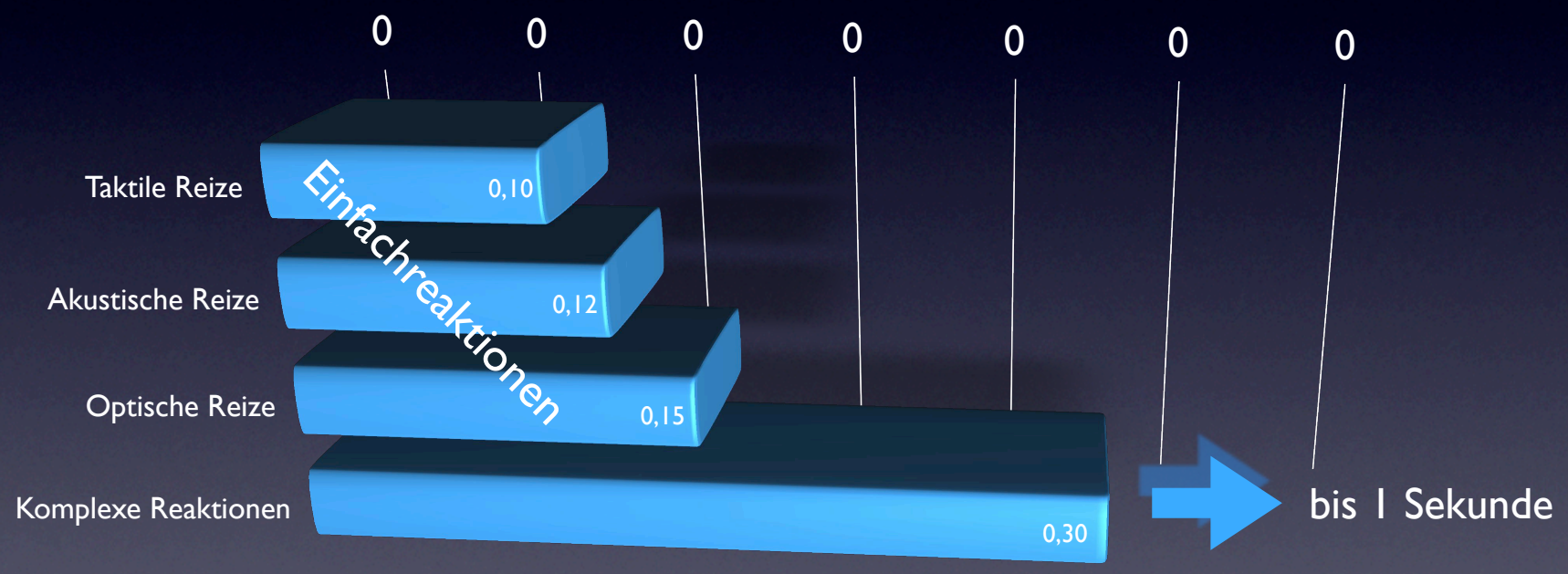
Steinhöfer 2003, 171

Phasen der Reaktionszeit



Steinhöfer 2003, 171

Reaktionszeiten



Reaktionszeiten bei motorischen Handlungen

Training der Reaktionschnelligkeit

- Methodisches Vorgehen unter Berücksichtigung der Belastungsnormative

Intensität: maximale Bewegungsgeschwindigkeit
Umfang: höchstens 8 Sek. bzw. 8–15 Wiederholungen
Serien: 3–5; Serienpausen: 2–3 Min.
Periodisierung: in jedem Techniktraining ganzjährig

Übungen zur Reaktionsschnelligkeit

- Ball aufhalten (durch die Beine rollen)
- Ball fangen (über Übenden werfen)
- Auf Signal starten (unterschiedliche Positionen)
- Sprintstart auf der Bahn
- Auf Signal Laufrichtung ändern
- Einschränkung des akustischen Analysators (Kopfhörer)
- Einschränken des optischen Analysators

Übungspool zur Verbesserung der Schnelligkeit

Übungen zur Verbesserung der Schnelligkeitsfähigkeit

- Niedersprungtraining (Plyometrie)
- 10 - 20 Meter Sprint
- Sprünge (einbeinig, beidbeinig, Hopserlauf, Sprunglauf)
- Starts aus unterschiedlichen Positionen
- Spezielles Krafttraining:
  - Maximalkrafttraining
  - Schnellkraftmethode

Übungen zur Verbesserung der Schnelligkeitsfähigkeit

- Würfe mit verschiedenen Bällen
- Schläge mit verschiedenen Schlägern
- Sprünge auf dem Trampolin
- Sprünge auf Matten
- Prellende Sprünge, Schrittwechselsprünge
- Liegestütz gegen die Wand (prellend)
- Leigestütz mit Klatschen
- Schubkarre mit Sprüngen (Vorsicht: Für Anfänger nicht geeignet!)
- Bergsprints (auf und ab)

Übungen zur Verbesserung der Schnelligkeitsfähigkeit

- Zugläufe mit Partner
- Zugläufe mit Schlitten
- Lauf ABC
- Skippings
- Dribblings
- Spinning mit geringem Widerstand
- Fahrtenspiele
- Hürdensprünge
- Koordinationsleiter

Übungen zur Verbesserung der Schnelligkeitsfähigkeit

- Fußtapping im Sitzen
- Fingertapping
- Slalomsprints
- Courtsprints einzeln oder im Team
- Courtsprints mit Zusatzaufgabe
- Sprints auf dem Platz mit max. Geschwindigkeit
- Schlagtraining unter Zeitdruck

Übungen zur Verbesserung der Schnelligkeitsfähigkeit

- Ballmaschine (2 Zuspieler)
- Return-Schlag (Übender mit Rücken zur Frontwand)
- Tennisball-Squash
- VH-RH-Drive mit max. Schlaghärte
- Volley-Vh-RH auf unregelmäßiges Zuspiel

Beachte!

- Schnellkraft- und Schnelligkeitstraining für jugendliche Spieler setzen immer eine ausreichende und ausgewogene Kraftbasis voraus.
- Auf aufbauendes und ergänzendes Training der Maximalkraft darf somit nicht verzichtet werden.
- Voraussetzung für Schnellkraft- und Schnelligkeitsleistungen ist vor allem die koordinativ beherrschte Zielübung.
- Koordination ist ein grundlegender Bestandteil der Schnelligkeit.

nach Steinhöfer 2003, 333