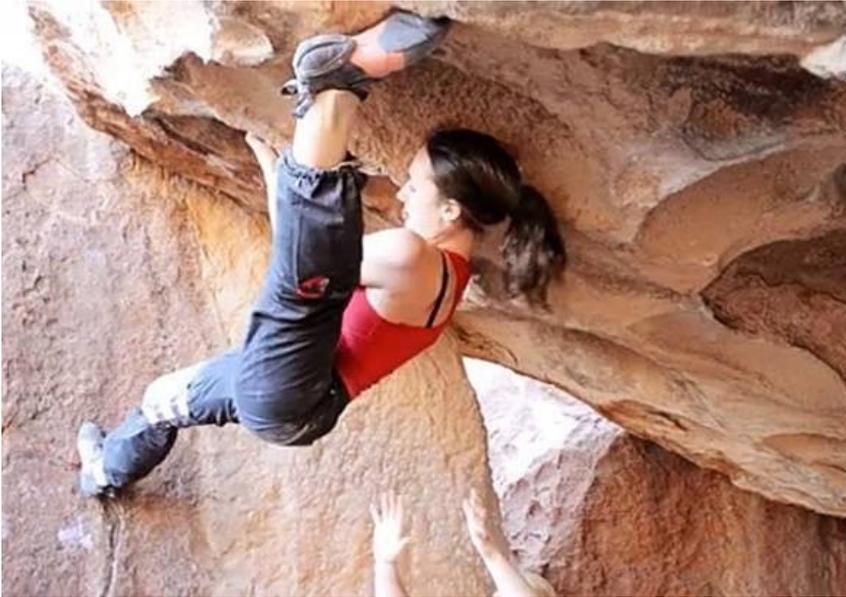
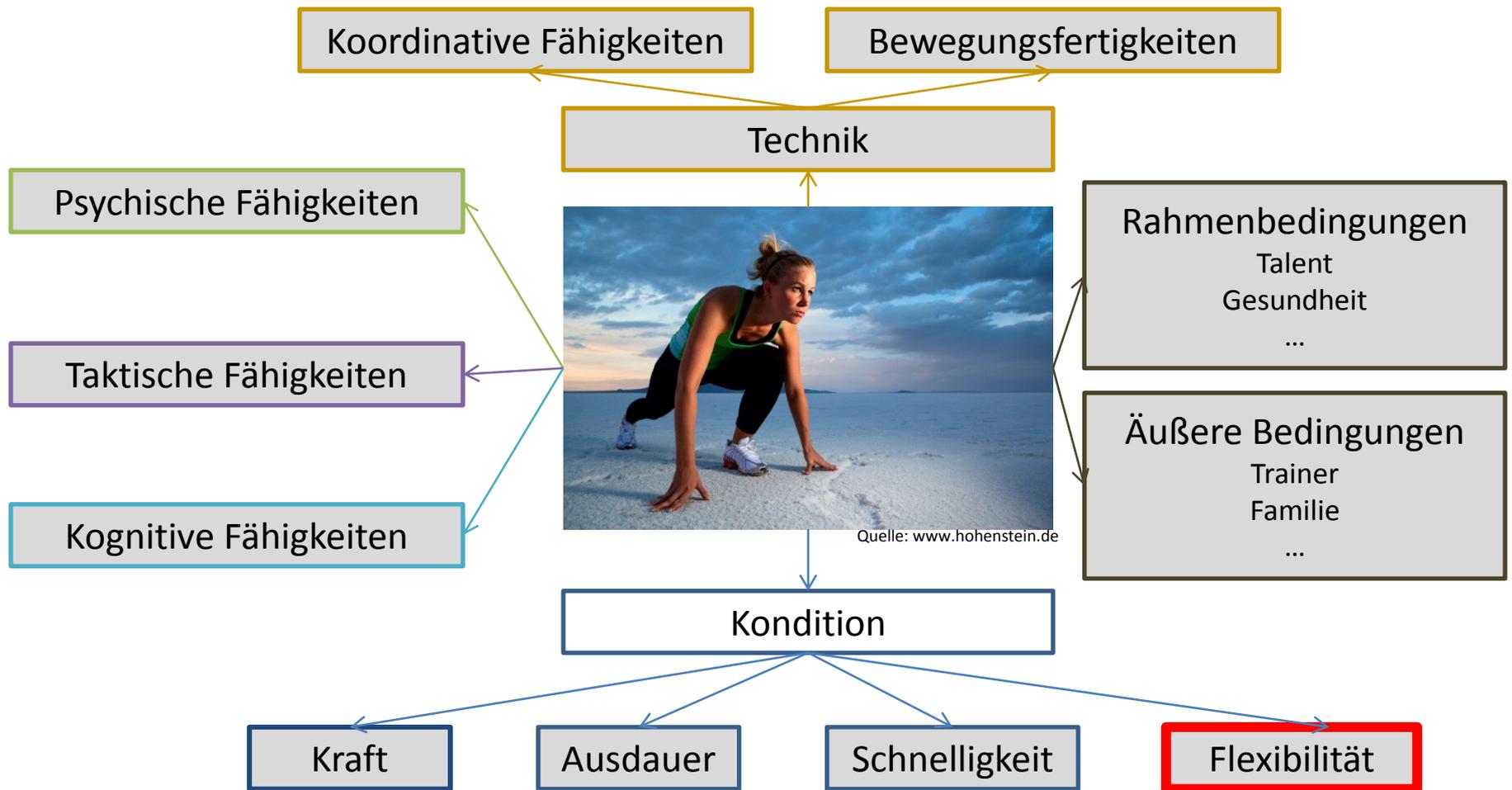


Dehnen im Klettern:

Mythos oder Conditio sine qua non?



Struktur der sportlichen Leistung





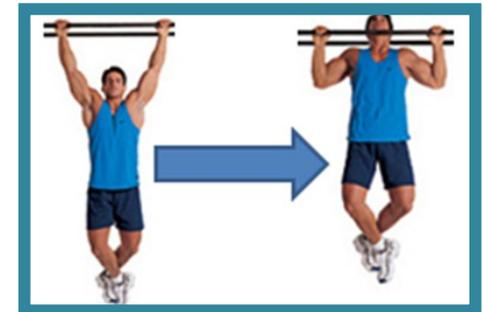
Diskussion

„Hunde und Katzen dehnen sich **nicht vor einer anstehenden Anstrengung**, sondern nach einer längeren Ruhephase. Außerdem werden **nicht diejenigen Muskeln** gedehnt, **die** bei einer beabsichtigten Aktion **beansprucht werden** [...]. Stattdessen werden diejenigen Muskeln gedehnt, die während der vergangenen Ruhephase [...] über **längere Zeit in einer entdehnten Position** verharren mussten [...]. Außerdem führen Hund und Katze nicht Dehnprogramme mit mehreren Sätzen und Wiederholungen aus, sondern sie **dehnen in der Regel nur einmal** [...].“



Wann ist ein Muskel „gedehnt“?

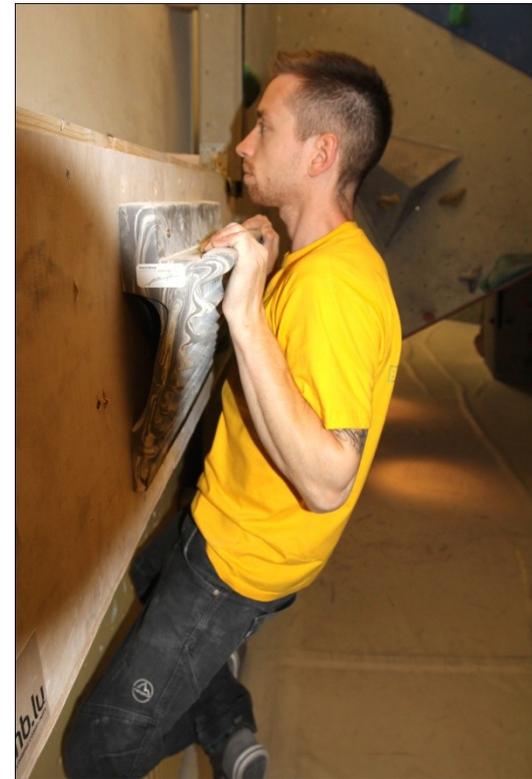
- Ein Muskel ist **gedehnt**: Ursprung und Ansatz auseinander
- Ein Muskel ist **entdehnt**: Ursprung und Ansatz zueinander
- Ein Muskel ist **kontrahiert**: Ursprung und Ansatz zueinander ABER: Neuronaler Impuls
→ Muskel erzeugt Kraft
 - Konzentrische Kontraktion: **Entdehnung**
 - Exzentrische Kontraktion: **Dehnung**
 - Isometrische Kontraktion: **Länge konstant**





Unbeweglichkeit...

- ...ist neben anderen Effekten idR das Ergebnis einer **verkürzten Muskulatur** (Hypertonus) aufgrund von **abgeschwächten Gegenspielern**

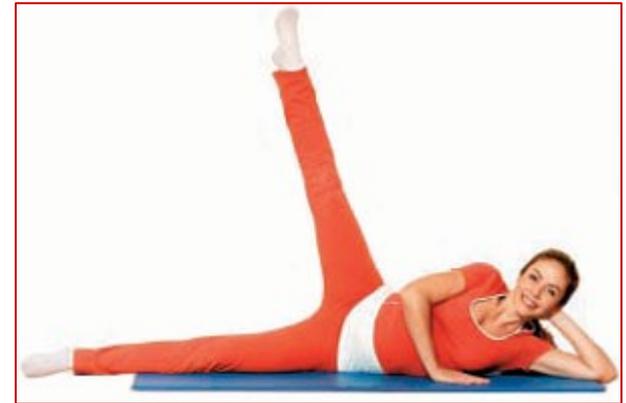




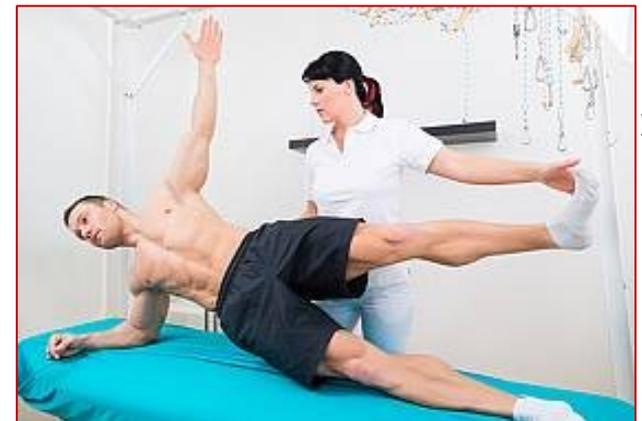
Beweglichkeit und Gelenkigkeit

- **Beweglichkeit** = Amplitude, die mittels innerer Kraft (aktiv) in der jeweiligen Endstellung eines Gelenks erreicht wird

- **Gelenkigkeit** = der durch äußere Kräfte (passiv) erreichbare Umfang der Bewegung



Quelle: www.hirslanden.ch

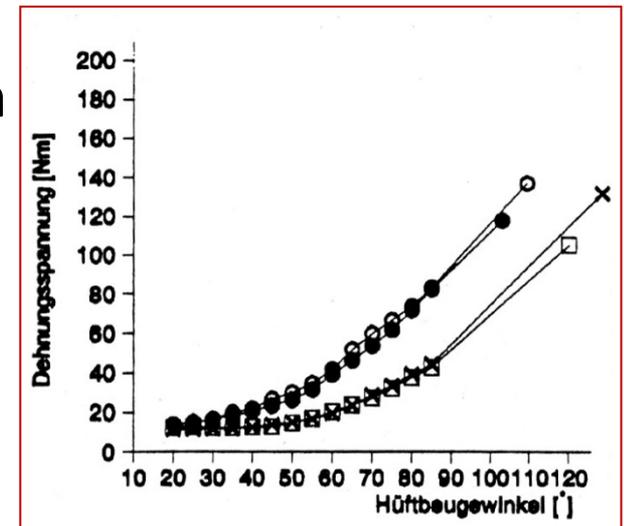


Quelle: www.physiovisen.de



Dehnungsspannung

- = **Kraft**, die aufgewendet werden muss, um einen **Muskel** zu dehnen
- Denn: Wird ein Muskel gedehnt, setzt er der Dehnung einen **Widerstand** entgegen
- Steigt die Dehnung ⬆
= Zunahme der Dehnungsspannung
= „das was wir spüren“
- Reduktion der Dehnungsspannung ⬇
= **der Muskel entspannt sich**



Quelle: www.blowiss-sport.de



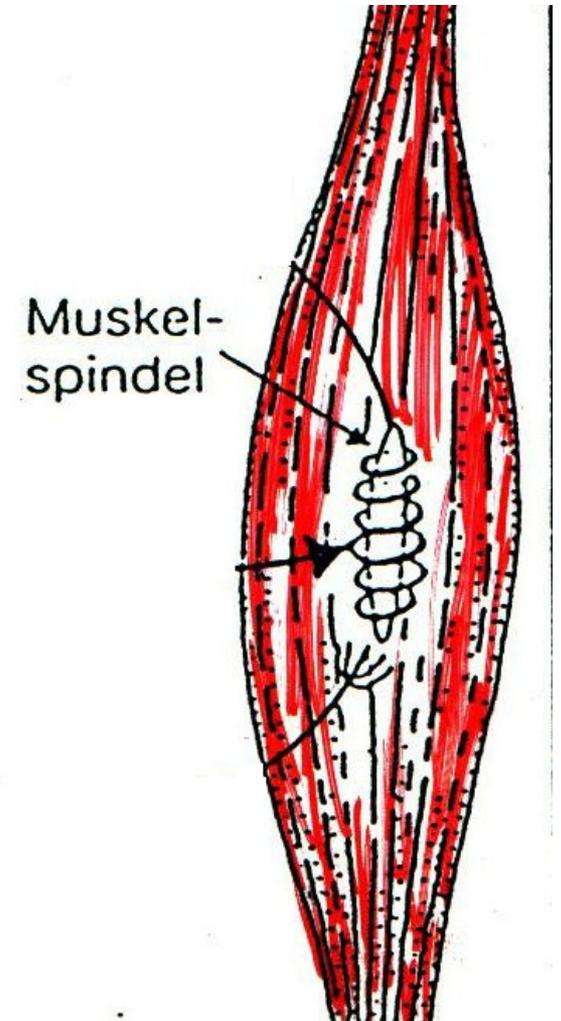
Großer Muskel = Hohe Dehnungsspannung

- Die Dehnungsspannung steigt mit dem Muskelquerschnitt
- Weil: Im Muskel = Titin
 - Nach der Dehnung des Sarkomers stellt das Titin die **Ausgangslänge des Muskels** wieder her (Rückstellkraft)
 - Muskeln mit höherem Querschnitt zeigen aufgrund eines höheren Titinanteils somit einen höheren Dehnwiderstand



Muskelspindel

- Rezeptoren in der Muskulatur
- Liegen II zu den Muskelfasern
- Erfassen den Dehnungszustand der Muskulatur
 - Schützen Muskel vor Überdehnung
- Dieser Sensor ist von Nervenfasern umgeben
 - **Ia-Nervenfasern**





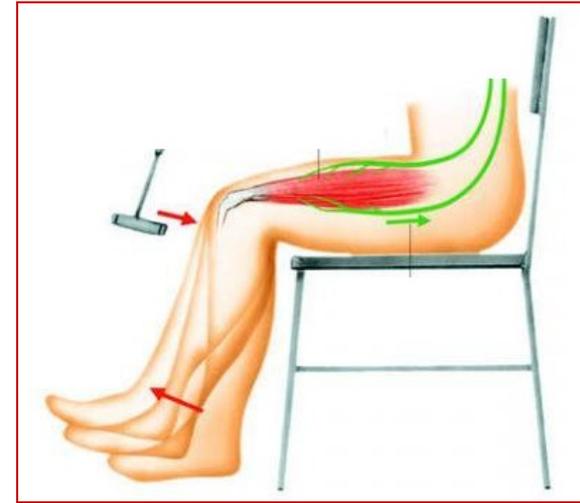
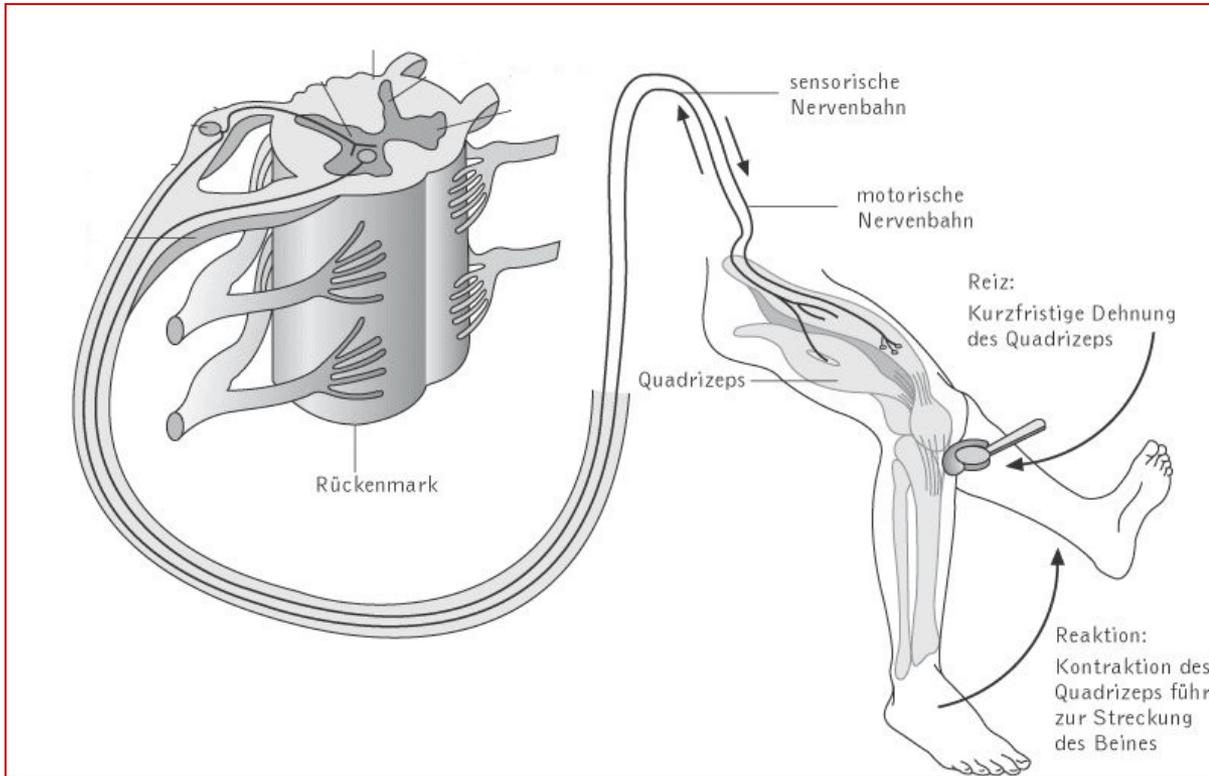
Monosynaptischer Reflex

- Über diesen Reflex erfolgt die Anpassung des Muskels an den Sollwert
- Was passiert genau?
 - Die **Ia-Nervenfasern** sind dehnungsempfindlich
 - Wirkt eine Kraft auf den Muskel, wird dieser gedehnt
 - Mit dem Muskel wird auch der **Mittelbereich der Muskelspindel gedehnt**
 - Über die schnelle Leitung der **Ia-Fasern** wird diese Zustandsänderung **an das Rückenmark** gesendet
 - Das Aktionspotential wird vom Rückenmark weiterverarbeitet und auf einen **α -Motoneuron übertragen**
 - Über α -Motoneuron wird die **Muskelkontraktion (reflektorisch) ausgelöst**
 - Folge: Der Mittelbereich der Muskelspindel wird wieder entdehnt



Beispiel: Der Patellarsehnenreflex

Quelle: www.spektrum.de



Quelle: www.gutefrage.net



Dehneffekte

- Die Mechanorezeptoren signalisieren das Ende der Bewegung
- Durch sie „spüren“ wir die Spannung beim Dehnen
- Durch wiederholtes Dehnen steigt die Toleranz der Rezeptoren gegenüber dem Dehnungsreiz
 - Die physiologische Beweglichkeitsgrenze wird verschoben
 - → Zunehmend größere Dehnungsgrade



Dehneffekte

- Werden die Bewegungsbereiche nicht chronisch ausgereizt, **sinkt die Toleranz** gegenüber dem Dehnungsreiz
- Desensibilisierung der Muskelspindel
- → Verminderung der Beweglichkeit



Dehneffekte

- Differenzierung zwischen Kurzzeit- und Langzeitdehnen
- **Kurzzeitdehnen:**
 - Akutes, singuläres Dehnen
 - 10-20 min
 - Effekte klinge nach Minuten wieder ab
- **Langzeitdehnen:**
 - Chronisches Dehnen
 - Regelmäßig durchgeführte Dehnprogramme
 - Effekte haben über Wochen und Monate Bestand (→Trainingsanpassung)



Dehneffekte-kurzfristig

- Positiven Einfluss auf die Regeneration bei verkürzter Muskulatur (bedingt durch den erhöhten Muskeltonus nach der Belastung)
- Sanftes Dehnen am Ende der Trainingseinheit zur Entspannung und Reduktion des Muskeltonus
 - Reduktion der Dehnungsruhespannung (**aber nur kurzfristig! → später mehr dazu**)



Langfristige Trainingsanpassung

- Funktionelle Muskellänge bleibt unverändert
- Bewegungsreichweite ↗
- Dehnbelastungsfähigkeit ↗
- Maximale Dehnungsspannung ↗
- Submaximale Dehnungsspannung ↘
- Kraftübertragung und Kraftentwicklung ↗



Keine langfristige Reduktion der Ruhespannung

- Gewünschter Effekt von Dehnen: **Abnahme der Muskelruhespannung**
- Was passiert:
 - Von erstem zum zweiten Dehnvorgang erfolgt eine Reduktion der Ruhe-Dehnungsspannung
 - Auch bei weiteren Dehnungsmaßnahmen sinkt die Ruhespannung
 - Diese Reduktion klingt aber spätestens nach 60 min vollständig ab

Also:

- Akut: **Kurzfristige Reduktion der Ruhespannung durch Dehnen** (wir fühlen uns nach dem dehnen „lockerer“)
- Eine **dauerhafte Reduzierung der Muskelruhespannung** ist durch Dehnen **nicht zu erwarten**
- Sogar: Je nach Intensität und Form der Dehnung tritt sogar eine erhöhte Ruhespannung auf



Behandlung muskulärer Dysbalancen

- Gewünschter Effekt von Dehnen: Beseitigung von Muskeldysbalancen über Dehnung der verkürzten Muskulatur
- Aber wir wissen: Dehnungsübungen erzielen langfristig **keine Abnahme der Ruhespannung**
- Und: **Reduzierte Dehnbarkeit der Muskulatur bei Hypertrophie** durch Zunahme der Titinfilamente
- Damit ist Dehnen bei muskulärem Ungleichgewicht durch verkürzte Muskulatur nicht ausreichend
→ Krafttraining der abgeschwächten Gegenspieler



Vorbeugung von Muskelkater

- Muskelkater = Mikrotraumata in den Z-Scheiben
→ Dadurch Bildung von Ödeme (Wassereinlagerung) mit Aufschwellung des Muskels
→ Reduktion der Maximalkraft über mehrere Tage
- **Relevante positive Effekte auf die Verminderung von Muskelkater bzw. Muskelverletzungen konnten bislang nicht gezeigt werden**
- **Und: Durch ein Dehnungstraining allein kann ein Muskelkater ausgelöst werden**
- **Denn: Die Dehnungsspannung an den Z-Scheiben ist beim Dehnen ähnlich hoch wie beim Maximalkrafttraining**



Beschleunigung der Regenerationszeit bei Muskelkater

- Dehnen hat **keinen Einfluss auf die Dauer und das Ausmaß von Muskelkater**
- Die Regenerationszeit bleibt unverändert
- Auch hier: z.T. **Verstärkung des Muskelkaters durch Dehnen!**



Vorbeugung Muskelverletzungen

Und auch hier:

- Intensives Dehnen führt zu einer hohen Spannungsbelastung der Muskulatur
- Gefahr, dass Belastungsgrenze der passiven Strukturen überschritten wird
 - Mikrotraumen
 - Bereits vorhandene Mikrorissen können durch die Dehnspannung stärker geschädigt werden

→ Dehnen hat somit keine verletzungsprophylaktische Wirkung



Maximalkraft und Schnellkraft

- Intensives statisches Dehnen führt zu einer akuten, kurzfristigen Abnahme der Maximalkraft und Schnellkraft

Aber:

- **KEINE Leistungsminderung für dynamisches Dehnen**
- **KEINE chronische Abnahme der Maximal- und Schnellkraft durch Dehnen**

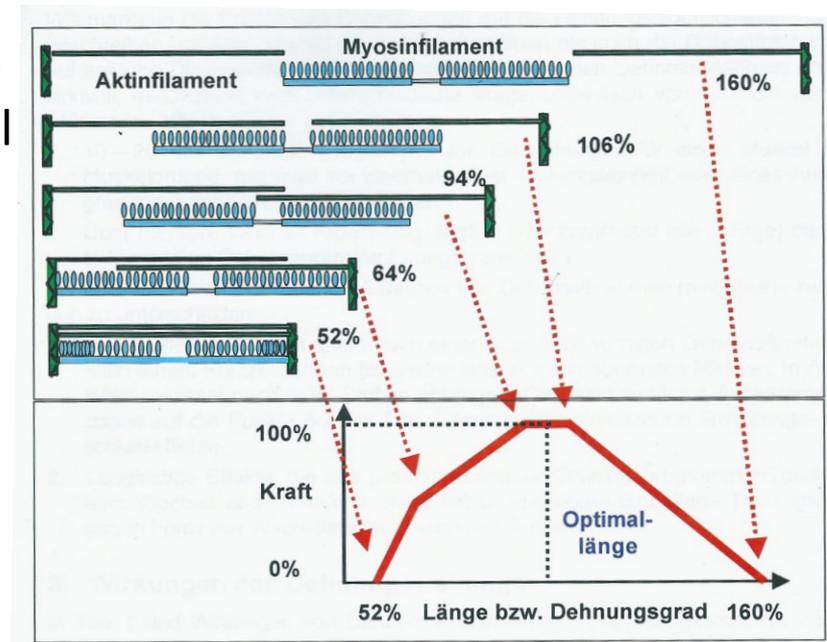
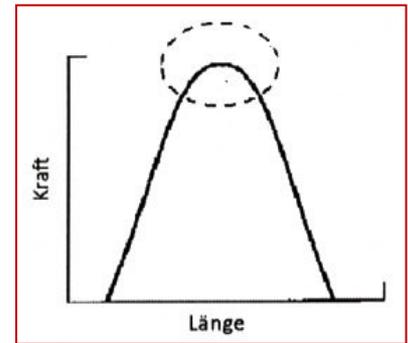


Quelle: www.kampfkunst-board.info



Maximalkraft und Schnellkraft

- Die Kontraktionskraft des Muskels wird durch die Überlappung von Aktin und Myosin bestimmt
- Bei mittlerer Muskelstellung = optimale Überlappung, dadurch maximale Anzahl an Querbrücken und folglich maximale Kontraktionskraft
- → Optimale Länge des Muskels = derartige Überlappung, dass maximale Kontraktionskraft freigesetzt wird
- Bei stark entdehntem (verkürzt) und gedehntem Muskel
 - Reduktion der Kontraktionskraft



Quelle: Schade (2011)

Quelle: Andreas Klee & Klaus Wiemann



Dehnen in der Aufwärmphase

Wir wissen:

- Vor dem Krafttraining führt **statisches Dehnen** zu einer **Reduktion der muskulären Vorspannung** und hat somit einen **negativen Effekt** auf die Leistungsfähigkeit im Kraftbereich
 - Verschlechterung der MK
 - Verschlechterung der SK

Wir wissen auch:

- Dehnung belastet durch die auftretenden Dehnungsspannungen die Muskulatur

Daraus folgt:

- Statisches Dehnen in der Aufwärmphase einschränken
- Gleiche Regel wie im Krafttraining: Hohe Belastungen nicht in der Aufwärmphase



Dehnen in der Aufwärmphase

*„Intensives **statisches Dehnen** in der Aufwärmphase bewirkt genau das Gegenteil, was man sich erhofft: Statt Leistungssteigerung und Verletzungsprophylaxe kommt es zu einer **Leistungsinderung und Anheben des Verletzungsrisikos**“*



Dehnen im Training

- **Vor dem Training** / Wettkampf in der Aufwärmphase: Wo brauche ich in meiner Sportart eine besondere sportartspezifische Dehnfähigkeit?
 - Ausschließlich diese Bereiche dehnen
 - Beim Kletterer = v.a. Hüftbereich
- **Ansonsten:** Verletzungsprophylaxe und Beweglichmachung durch Kräftigung der Antagonisten bevorzugen
 - Separate Trainingseinheit(en)



Dehnen im Training



Quelle: www.ivillage.com



Quelle: www.geo.de

Funktional
=
Wo muss ich beweglich sein?



Dehnen im Klettern



Quelle: www.adrex.com

In der Aufwärmphase



Quelle: www.photography.martin-harbauer.de



Quelle: www.prathetik.com



Quelle: www.kickkonen-theibonen.de



Quelle: www.bergleben.de



Dehnen im Klettern

Statt Dehnen des Agonisten

Quelle: www.kickboxen-thalboxen.de



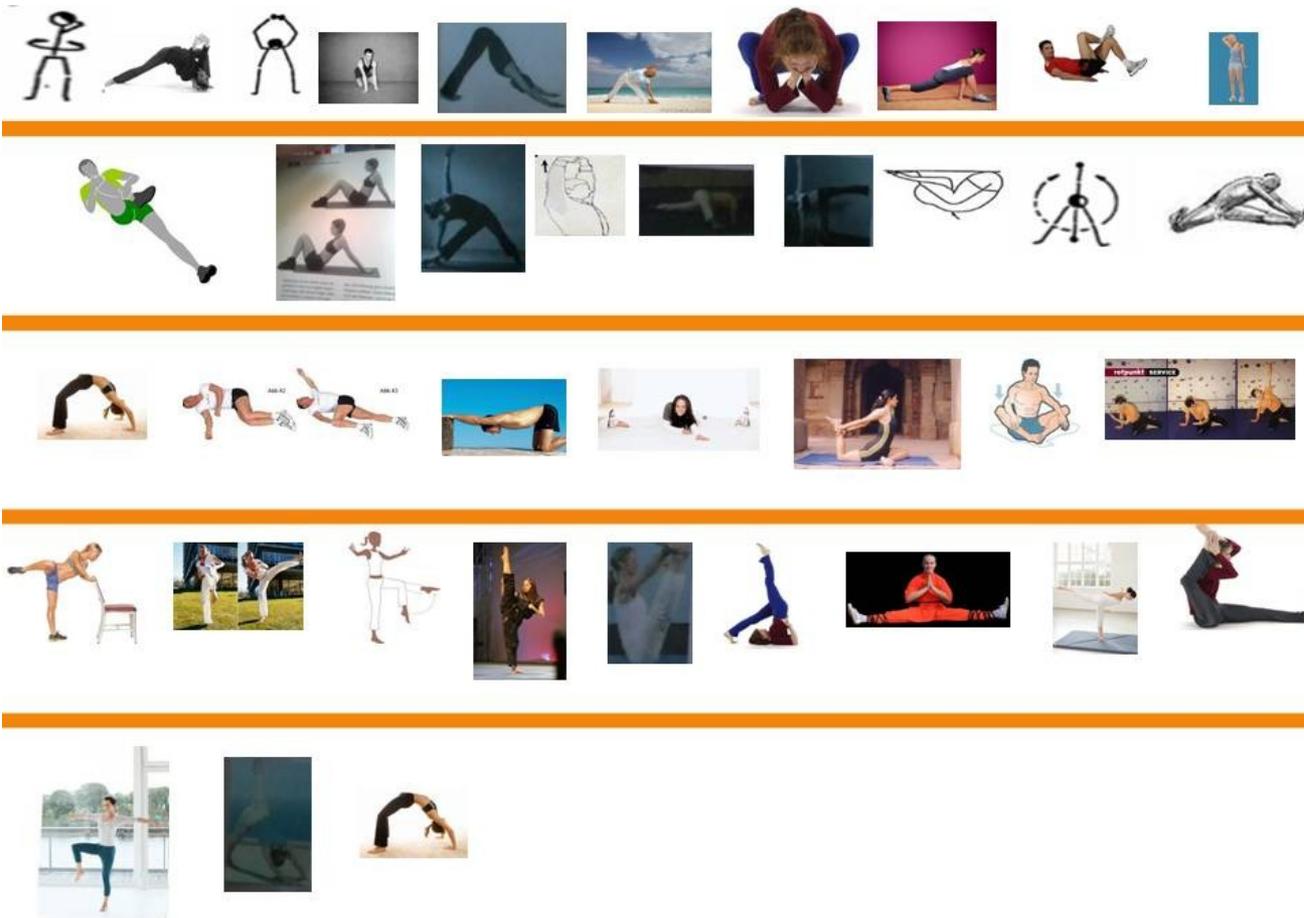
Kräftigung des Antagonisten

Quelle: www.fitforfun.de





Dehnen im Klettern





Dehnmethoden

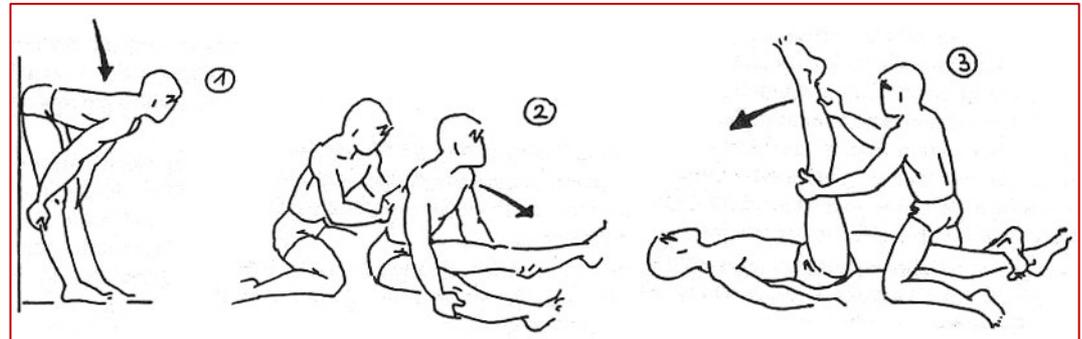
Die verschiedenen Dehnarten werden grundsätzlich in **aktive** und **passive** Formen unterteilt

→ wie wird die Kraft zur Dehnung aufgebracht?

- **Aktives Dehnen:** Kontraktion des Antagonisten des zu dehnenden (Agonist) Muskels
- **Passives Dehnen:** Mit Hilfe von äußeren Kräften (e.g. Schwerkraft, Partner, Hilfsgeräte)



Quelle: www.bodytrainer.tv



Quelle: www.blowiss-sport.de



Dehnmethoden

- Bei verkürztem Agonisten ist die Bewegungsreichweite des Antagonisten beim aktiven Dehnen eingeschränkt
- So kann bei der aktiven Dehnung der Antagonist nicht ausreichend lang einer Längenbeanspruchung ausgesetzt werden
- Die gewünschte Adaptation bleibt aus
- Bei **passiven Dehnformen** wird idR eine **höhere Gelenkreichweite** erreicht
- Durch äußere Krafteinwirkung ist die Verletzungsgefahr durch Überschreiten der Dehngrenze im Gegensatz zum aktiven Dehnen erhöht



Dehnmethoden

Eigendehnung:

- Autostretching
- Der Sportler führt die Technik selbstständig aus



Fremddehnung:

- Technik erfolgt durch zweite Person (e.g. Trainingspartner, Therapeuten)
- Oder durch technische Hilfsmittel





Dehnmethoden

Weiterhin wird differenziert, wie die Dehnung ausgeführt wird

■ Dynamisches Dehnen

- „Schwunggymnastik“
- Wiederholte, rhythmische Bewegung
- Wippendes Nachfedern am Bewegungsende
- Disziplinspezifisch
- Kräftigungsreiz für Antagonisten
- Verbesserung der Durchblutung
- Teilweise effektiver für Bewegungsreichweite
- Training der intermuskulären Koordination



■ Statisches Dehnen

- Dehn-Enposition langsam einnehmen und mehrere s bis min halten (15-90 s)
- Gute Bewegungskontrolle
- Leichte Ausführung
- Geringe Kräfte im Gelenk





Dehnmethoden

- **Stretching** = passiv statisches Dehnen
- **Ballistisches Dehnen** = dynamisches Dehnen
- **Movement Preparation (PREPS)** = aktiv-dynamisches Dehnen
- **Mobilisation** = Erhalt und Förderung der Bewegungsfähigkeit



Dehnmethoden

		PNF-Methoden (Propriorezeptive neuromuskuläre Fazilitation)		
Dynamisches Dehnen (DD) 	Statisches Dehnen (SD) 	AC-Stretching: Antagonist wird bei Dehnung angespannt 	CR-Stretching: (1) Zielmuskel wird vor (2) Dehnung angespannt 	CR-AC-Stretching: (1) Zielmuskel wird vor (2) AC-Stretching angespannt
			(2) 	(2)

Quelle: Andreas Klee & Klaus Wiemann



Propriorezeptive Neuromuskuläre Fazilitation (PNF)

- **Propriorezeptoren:** Muskel-, Gelenk- und Sehnenrezeptoren, die Informationen über die Haltung und Bewegung des Körpers an das ZNS weiterleiten
- **Fazilitation:** Erleichterung (der physiologischen Bewegung)
- Durch neuromuskuläres Zusammenspiel (Nerv und Muskel)
 - Verbesserung der Beweglichkeit



AC-Stretching (Antagonist Contract)

- **Antagonist wird bei der Dehnung angespannt**
- Beispiel: Beim Dehnen der ischiocruralen Muskulatur in der Rückenlage auch Anspannung von M. quadriceps femoris
- **Reziproke Antagonistenhemmung:** Bei reflektorischer Kontraktion des Agonisten (M. quadriceps femoris) wird gleichzeitig der Antagonist (ischiocrurale Muskulatur) gehemmt
- Die Information der Muskelspindeln und Golgi-Organen werden über Nervenzellen auch an den jeweiligen Antagonisten weitergeleitet
→ Reziproke Hemmung des Antagonisten

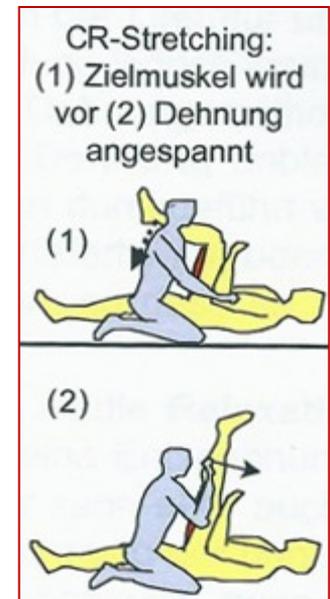


Quelle: Andreas Klee & Klaus Wiemann



CR-Stretching (Contract-Relax)

- Auch **Anspannungs-Entspannungsdehnen**
- **Vor** dem eigentlichen **Dehnen** erfolgt eine **maximale isometrische** Kontraktion des **Zielmuskels**
- Erst danach erfolgt die statische Dehnung des Zielmuskels
- **Unmittelbar nach der isometrischen Kontraktion ist die Muskelaktivität reduziert**
- Dies geschieht durch die Golgi-Organe: Sie können auf das Motoneuron des eigenen Muskels hemmend wirken (**autogene Hemmung**)
 - Für kurze Zeit verminderte Reflexkontrolle
 - Dadurch weniger Gegenspannung des Muskels während Dehnung



Quelle: Andreas Klee & Klaus Wienann



CR-AC-Stretching

- Contract-Hold-Relax-Stretching (CHRS)
- Zielmuskel wird vor AC-Stretching angespannt
- Verknüpfung von

- **CR-Stretching** = autogene Hemmung

+

- **AC-Stretching** = reziproke Antagonistenhemmung



Quelle: Andreas Klee & Klaus Wiermann

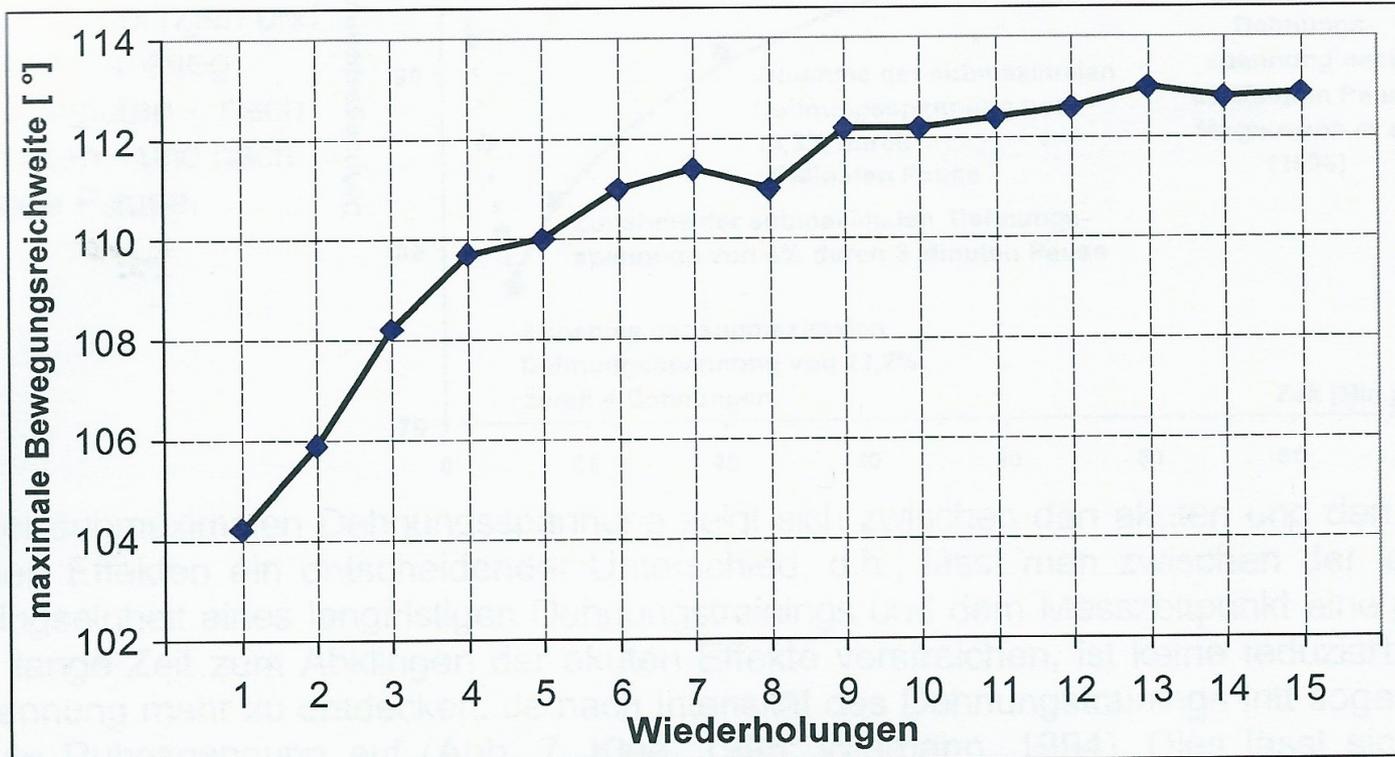


Effektivität der verschiedenen Dehnungsmethoden

- Unterschiedliche, teilweise widersprüchliche Befunde
- **KEINE erhöhte Verletzungsgefahr beim dynamischen Dehnen**
→ Dehnungsspannungen in der gleichen Größenordnung wie beim statischen Dehnen
- **KEINE Auslösung eines Dehnungsreflexes bei dynamischem Dehnen**
- Gute Wirkung von **CR-AC** im Hinblick auf die **Vergrößerung der Bewegungsreichweite**
- Trotz genereller Überlegenheit der PNF-Methoden **gute Wirkung von dynamischem Dehnen**
- **Statisches Dehnen scheint** von allen Methoden die **geringste Effektivität** zu haben
- Darüber hinaus: Zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten!



Dehnmethoden



Für die Vergrößerung der Bewegungsreichweite und die Reduzierung der submaximalen Dehnungsspannung reichen 4-5 Wiederholungen



Durchführung von Dehnübungen

- **Aufgewärmter Körper**
- Ausreichend hoher Trainingsreiz: **Intensives Dehnungsgefühl bis** hin zum **angenehmen Schmerz**
- Nicht über die Schmerzgrenze hinaus dehnen
- Blockiert das Schmerzempfinden die **Atmung**, ist der trainingswirksame Bereich überschritten
- Durch tiefes Ausatmen bei der Ausführung Reduktion des Muskeltonus unterstützen
- Aufmerksamkeit auf den Dehnungsbereich
- Dehnungsgrad **allmählich steigern**
- Kontrollierte, geführte Übung
- Maximaler Bewegungsweiten



Quelle: www.allgnyo.com

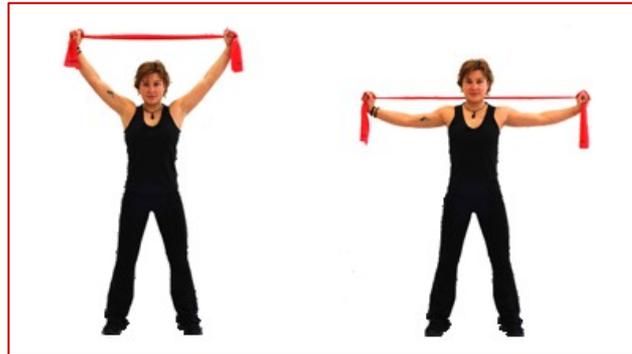


Beispiel: Beweglichmachung der Schultergelenke

- Alle 3 Freiheitsgrade in ihrer Bewegungsamplitude maximal ausschöpfen



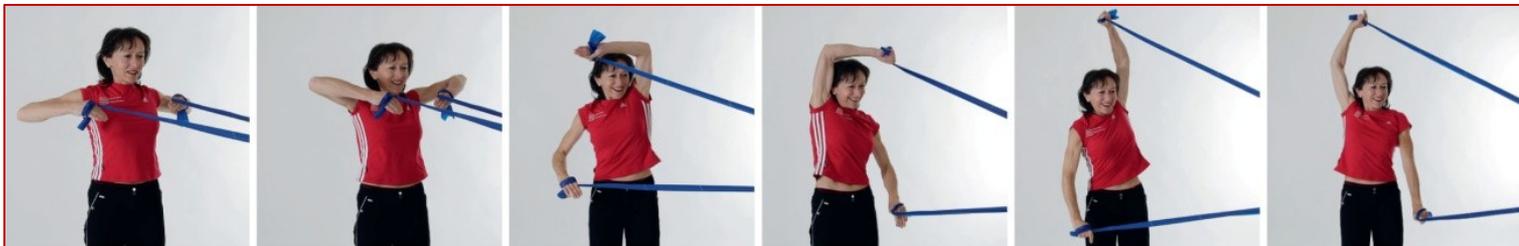
Quelle: www.bilderfrau.de



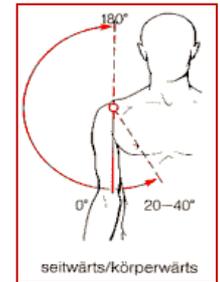
Quelle: www.aufrechte-koerperhaltung.de



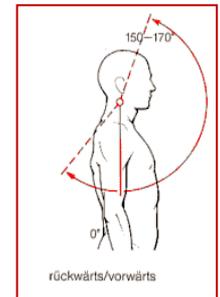
Quelle: www.kidcheck.de



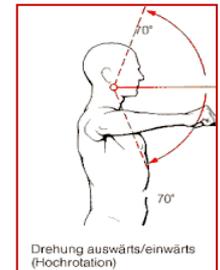
Quelle: www.mobilesport.ch



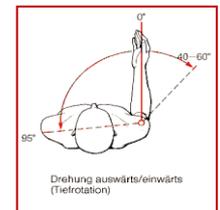
seitwärts/körperwärts



rückwärts/vorwärts



Drehung auswärts/einwärts (Hochrotation)



Drehung auswärts/einwärts (Tiefrotation)



Literatur

- Baum, K. (2010). Trainings- und Bewegungslehre. *Universitäre Weiterbildung Kraft- und Konditionscoach*. Köln: Deutsche Sporthochschule Köln.
- Campbell, A. (2011). Das Men's Health Muskelbuch. In nur 4 Wochen sichtbar schlank, stark und sexy. *München: Südwest Verlag*.
- De Marées, H. (2003). Sportphysiologie. 9., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. *Köln: Sportverlag Strauss*.
- Feldenkrais, M., Wurm, F. (1996). Bewusstheit durch Bewegung. Der aufrechte Gang. *Berlin: Suhrkamp Verlag*.
- Fleck, S.J. (1999). Periodized strength training: A critical review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(1), 82-89.
- Gottlob, A. (2013). Differenziertes Krafttraining: Mit Schwerpunkt Wirbelsäule. 4. Auflage. *München: Urban & Fischer Verlag*.
- Hanna, T. (2008). Beweglich sein - ein Leben lang. Die heilsame Wirkung körperlicher Bewußtheit. *München: Kösel-Verlag*.
- Hohmann, A., Lames, M., Letzelter, M. (2010). Einführung in die Trainingswissenschaft. 5. Auflage. *Wiebelsheim: Limpert Verlag GmbH*.
- Knicker, A. (2010): Stretching und Leistung. *Universitäre Weiterbildung Kraft- und Konditionscoach*. Köln: Deutsche Sporthochschule Köln.
- Wiemeyer, J. (2002). Dehnen – eine sinnvolle Vorbereitungsmaßnahme im Sport? *Spectrum*, 14 (1), 53-80.
- Ross, A., Leveritt, M. (2001). Long-term metabolic and skeletal muscle adaptations to short-sprint training: implications for sprint training and tapering. *Sports Medicine*, 31, 1063-1082.