



HERZLICH WILLKOMMEN

Langfristige Entwicklung der Beweglichkeit

(aktueller Forschungsstand und Anwendung in der Praxis)

Daniel Gärtner

Agenda

1. Theoretische Grundlagen

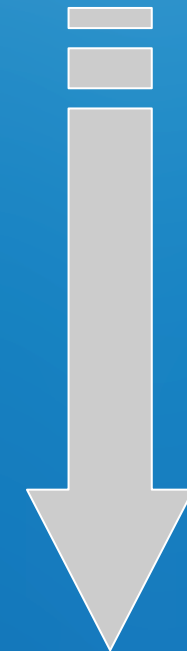
- Dehnst du noch, oder grübelst du schon? (Schneider et. al. 2011)
- Das Wirrwarr im Dschungel der Dehnmethode und Wirkungsweisen
- Licht ins dunkle - Die Abgrenzung der Forschungsergebnisse

2. Vorstellung Doktorarbeit

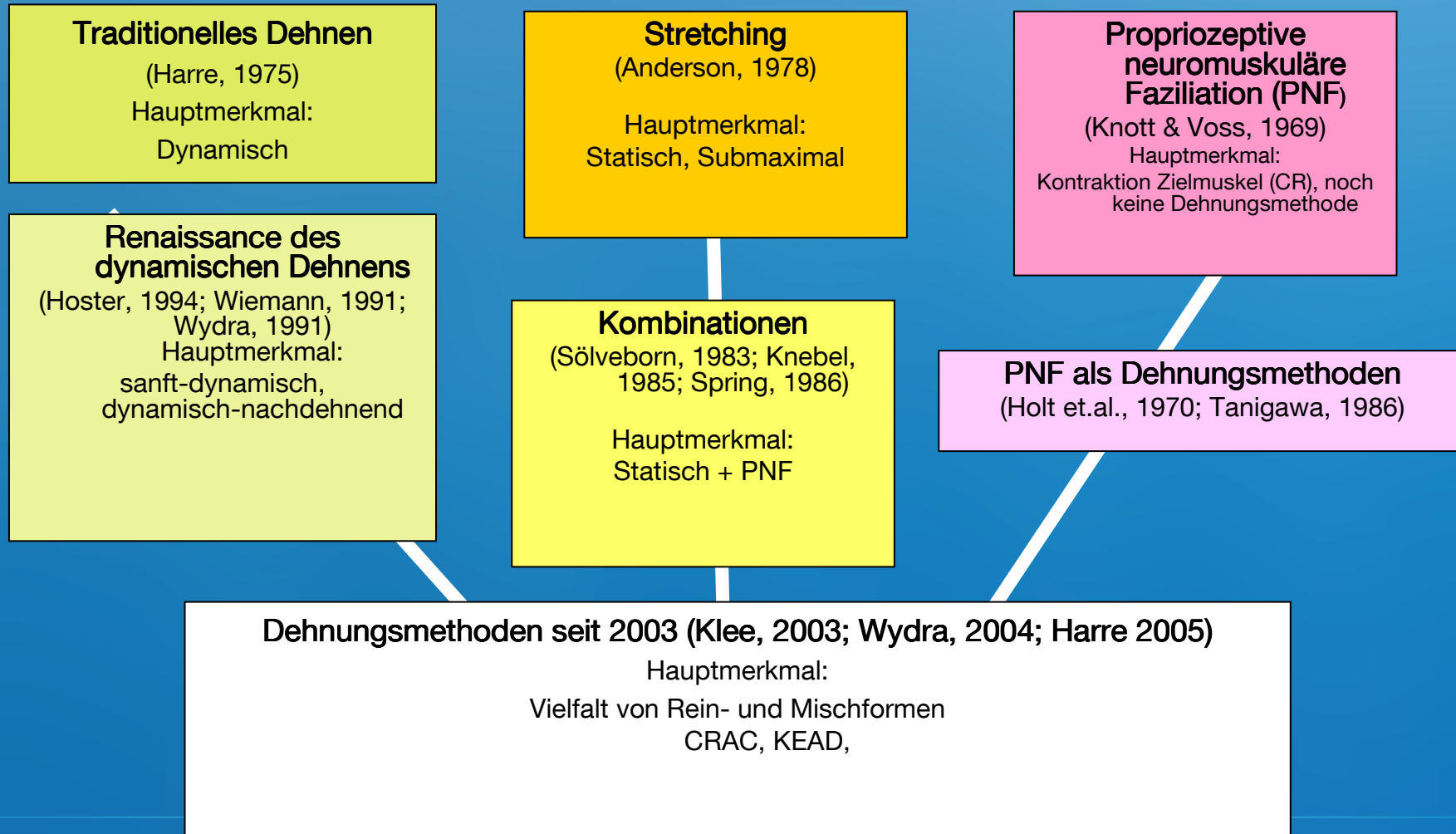
- Aufbau und Untersuchungsgegenstand
- Ergebnisse

3. Empfehlungen für den Sport

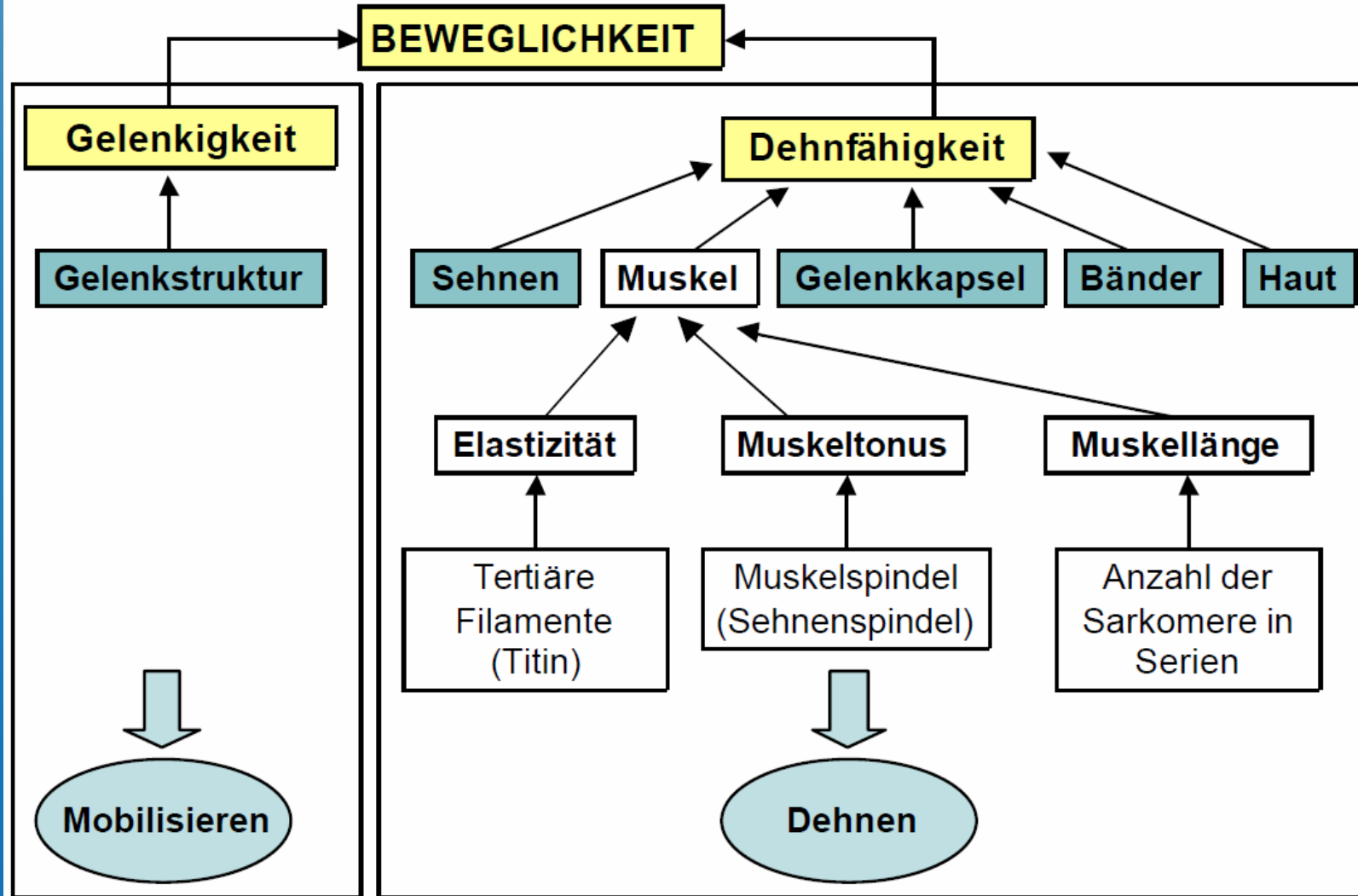
- Leistungssport
- Breitensport
- Anfänger



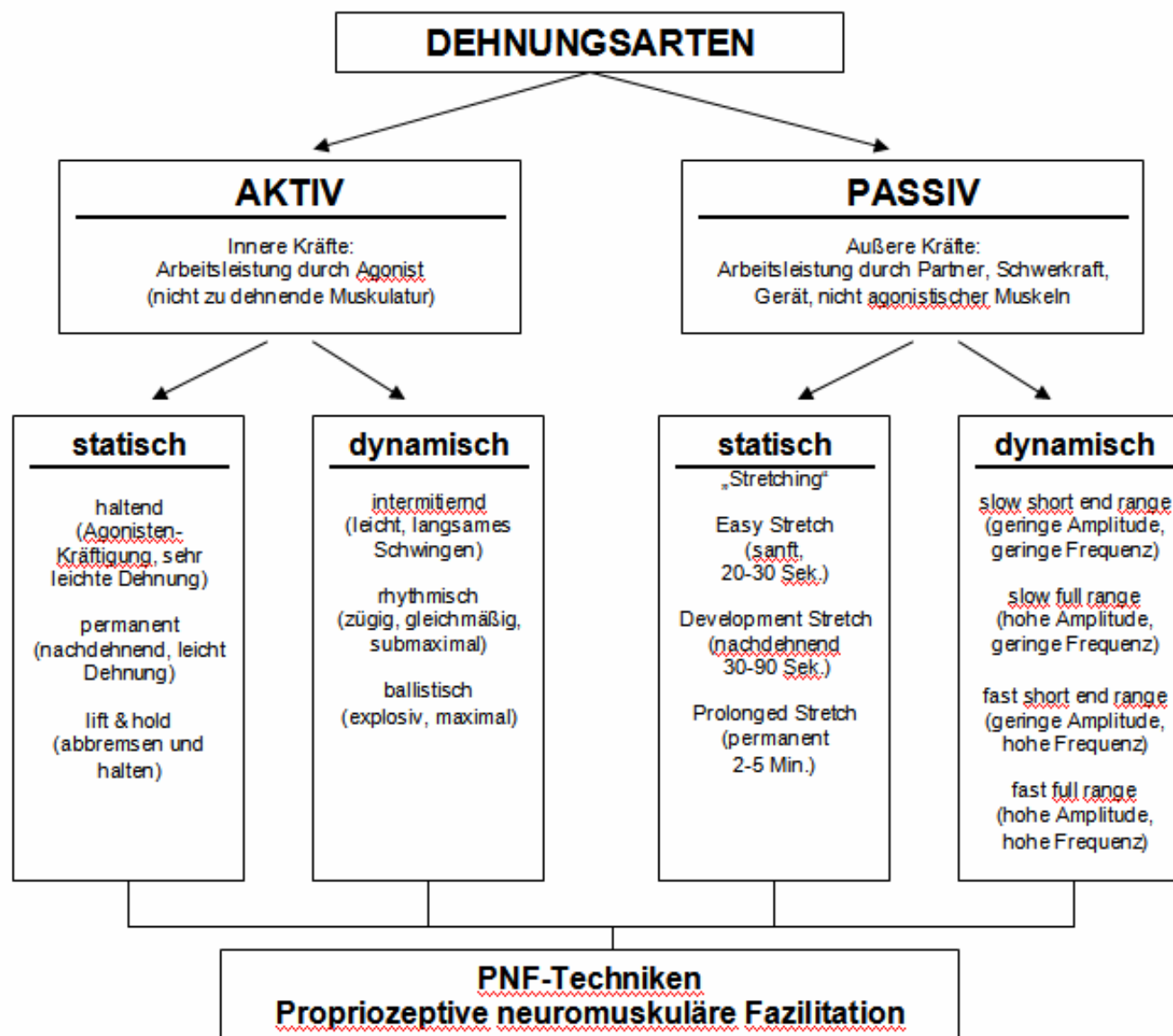
Entwicklung verschiedener Dehnmethoden



Erscheinungsformen der Beweglichkeit



Arten der Beweglichkeit (in Anlehnung an Hoster 1987)



Dehnst du noch, oder grübelst du schon? Schneider et.al. 2011

- Studie am Olympiastützpunkt Rhein-Neckar zur Anwendung und Akzeptanz des Dehnungstrainings im Sport.
- Ergebnis:
 - Wirrwarr an Dehnmethoden, Haltedauer, Anwendungszeitraum verunsichert die Sportler im Leistungs- und Breitensport.
 - Ausgebildete Trainer und Übungsleiter liefern keine eindeutigen Aussagen.
 - Die Gewohnheit lässt den Zweifel außen vor – Man dehnt trotzdem, obwohl man nicht weiß, ob es etwas bringt.

Problematik der Pauschalisierung

- Für Übungsleiter und Trainer ist es schwer, wissenschaftliche Aussagen auf die Sportpraxis umzusetzen.
- Häufig werden Aussagen deshalb falsch interpretiert oder pauschalisiert.
- Daraus ergeben sich drei verschiedene Anwendergruppen:
 1. Dehnungsablehner (Dehnen vermindert die Leistung)
 2. Dehnungsbefürworter (Dehnen hilft immer)
 3. Suchende nach der besten Methode

Keine pauschalisierten Aussagen möglich

>> Jedoch liefern isolierte Betrachtungen einzelner Teilaspekte aus sportwissenschaftlicher Sicht die einzige Möglichkeit, qualitative Aussagen für die „richtige“ Anwendung des Beweglichkeits-Trainings in der Praxis zu geben.

- Beispiele (nur im deutschen Forschungsraum)
 - Klee (2003): Methoden und Wirkungen des Dehnungstrainings – die Ruhespannungs-Dehnungskurve [...] beim M. rectus femoris durch kurzfristige Treatments
 - Wiemann (1991): Haben Turner längere Muskeln. Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein 10wöchiges Dehnungstraining
 - Strauß/Wydra (2010): Untersuchungen von statischem Dehnen auf die Wurfgeschwindigkeit im Handball
 - Hillebrecht (2013): Dehnen und Kraftverhalten durch kurzfristige Treatments

WICHTIG!! Was möchte ihr durch das Dehnen erreichen?

>> Kurzfristige Effekte

= Übungsprogramm bis zu 20 Minuten

- Vor dem Sport
- Zwischendurch
- Nach dem Sport

>> Langfristige Effekte

= 6 Wochen bis zu mehrjähriges regelmäßiges Dehnen

- Entwicklung einer Sportartspezifischen Beweglichkeit
- Morphologische Anpassung (Unsicher)



Kurzfristige Effekte des Dehnens



Aktuelle Facts: Kurzzeitwirkung des Dehnens auf Kraftparameter

- 4-5 Wiederholungen erhöhen die BWR, danach keine Verbesserung mehr (*Glück, et al., 2002, 2004*)
- Zu lange maximale Dehnungen im Aufwärmen bzw. vor der Kraftbelastung provozieren den „Creeping Effekt“ – fehlende Filamenteüberlappung. Folge: Minderung der Schnelligkeit oder Maximalkraft (*Henning/Podzielny, 1994; Wiemeyer, 2002; Bradley, et al., 2007; Begert/Hillbrecht, 2013*)
- Dynamisches Dehnen zeigt gegenüber dem statischen Vorteile hinsichtlich der Kontraktionskräfte (*Klee, 2003*)
- Empfehlung (Kurzzeitdehnen):
 - Maximal 4 Übungen bzw. Wiederholungen pro Muskel
 - Dynamisch-pumpende Übungen
 - Maximale Dehnungen nur kurzzeitig

Versuch einer „Zusammenfassung“ für die Praxis

Dehnen kurz vor dem Sport macht Sinn, wenn...

- Sie hohe Bewegungsamplituden brauchen (Turnen, Tanzen...)
- Sie komplexe Sportarten ausführen
- Nicht auf 100stel angewiesen sind.
- Sie sich dadurch wohler fühlen.
- Ihnen maximale Krafteinsätze bevorstehen.

>> Kurze Haltezeiten 10-15 sek. Mit einer Tendenz zum dynamischen Dehnen

Dehnen kurz vor dem Sport macht keinen Sinn, wenn...

- Keine hohen Schwung- oder Bewegungsradien ausführen müssen (Laufen, Skifahren, etc.)
- Sie keine komplexen Sportarten ausführen oder ein Hochleistungssportler sind.
- Ihnen sub-maximale Krafteinsätze bevorstehen.

>> Genügend aufwärmen und mobilisieren.

Entwicklung einer Sportartspezifischen Beweglichkeit



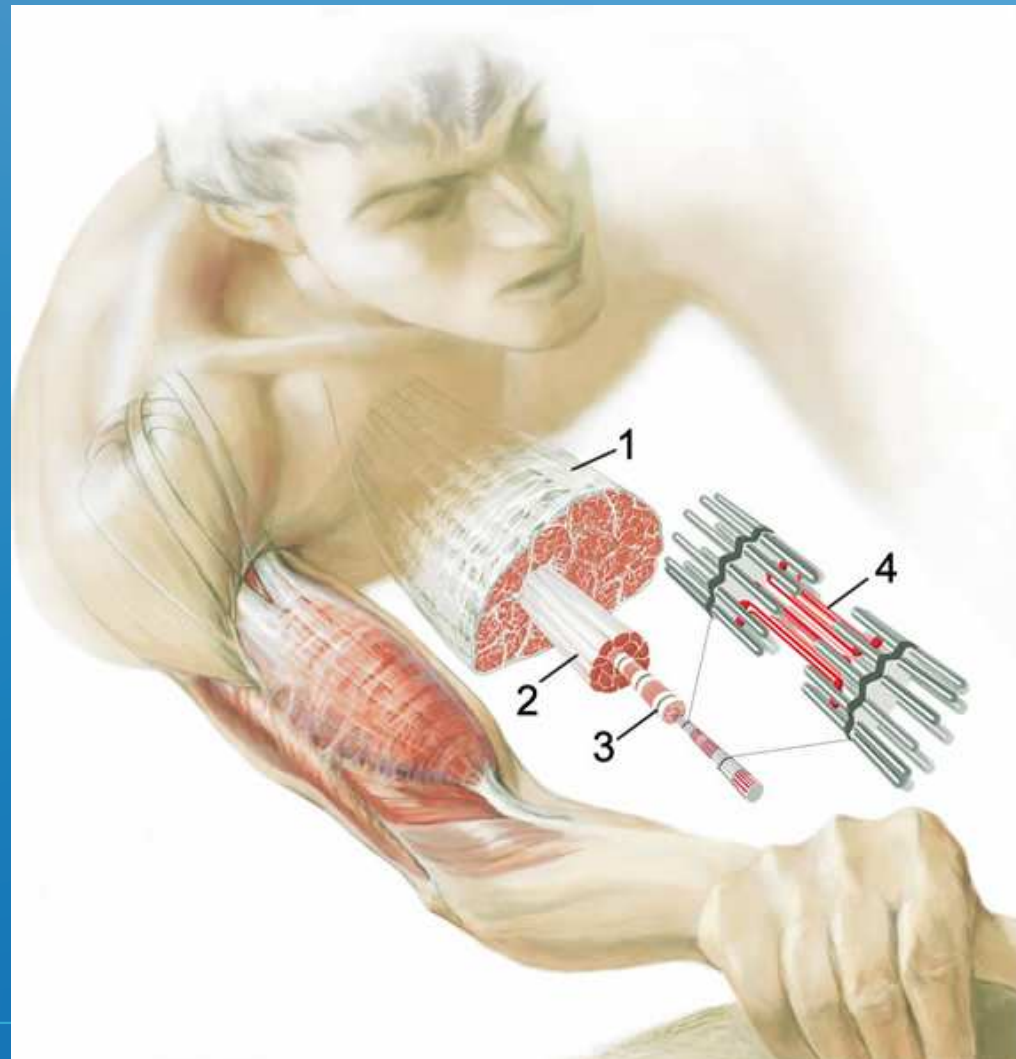
Dehnungstraining \neq Beweglichkeitstraining

Langfristige Effekte des Dehnens

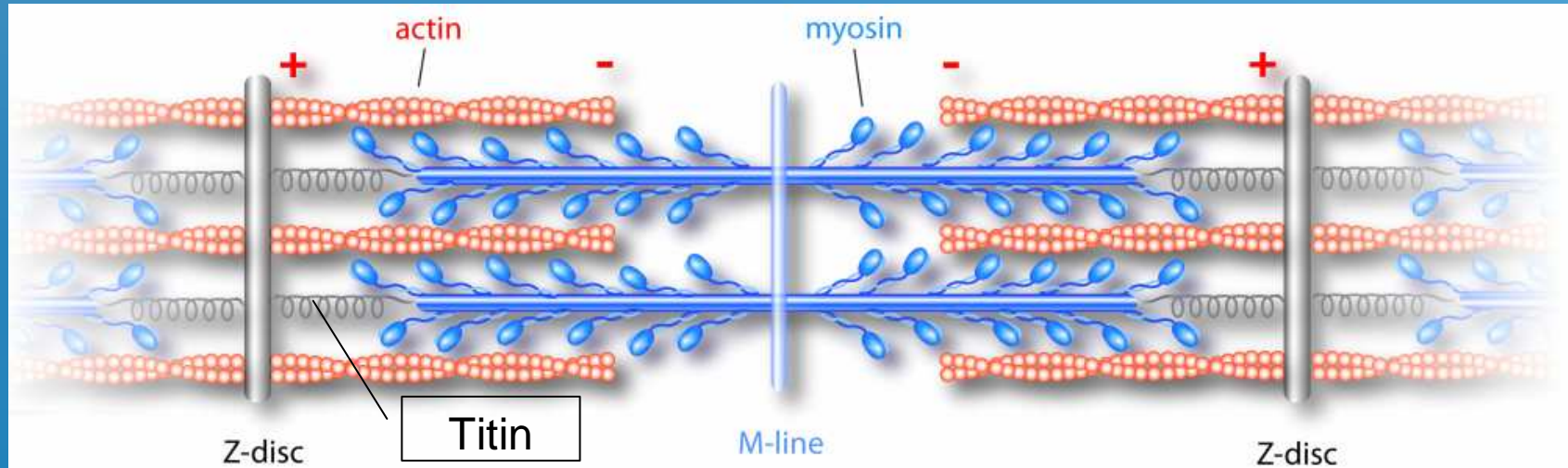
Dehnen als „isoliertes“ und „ernsthafte“ TRAINING

Zur Physiologie des Beweglichkeitstrainings

1. Muskel
2. Muskelfaserbündel
3. Muskelfaser
4. Myofibrillen
 - Sarkomer
 - Aktin
 - Myosin
 - Titin



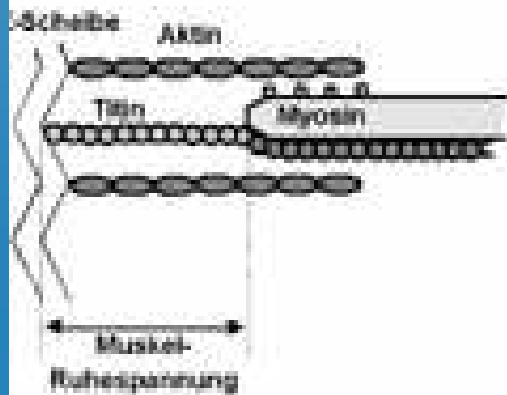
Die Entdeckung des TITIN (*Wang, Maruyama, 1977*)



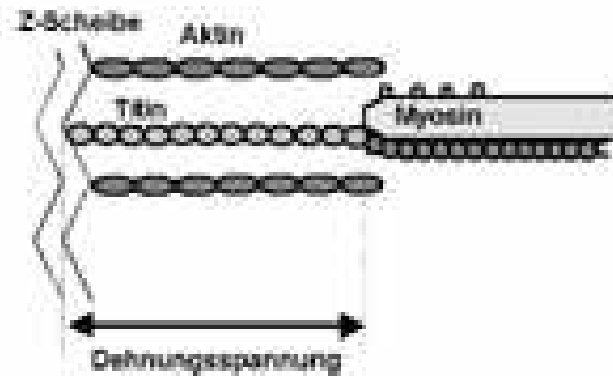
Da die Titinfilamente als molekulare Federn (Rückstellkräfte) im Muskel arbeiten und die Quelle der Ruhespannung darstellen besitzen die Ergebnisse aus diesem Forschungsbereich höchste Relevanz. So nimmt die Dehnungsspannung einzelner Titinmoleküle im Verlauf von Dehnungen in ganz ähnlicher Weise ab wie diejenige kompletter menschlicher Muskeln.

Aufgabe des TITIN

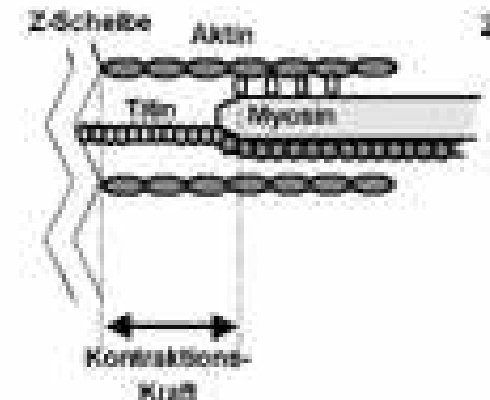
Muskel in Ruhe



Muskel gedehnt



Muskel kontrahiert



Kurzfristig:

Rückstellen der Filamente in die Ausgangsposition und Verhinderung einer „Fehlüberlappung“ von Aktin und Myosin

Langfristig:

Im Ruhezustand und bei Dehnung des Muskels üben die Titinfilamente, bei Kontraktion dagegen die Aktinfilamente eine Zugkraft auf die Z-Scheiben aus. Auf wiederholte starke Zugkraft an den Z-Scheiben reagiert der Muskel als Schutz vor Überlastung u.a. mit einem Muskelwachstum durch mehr parallele Sarkomere. Hierdurch wird der Muskel stärker und er besitzt durch den Zuwachs an Titinfilamenten auch eine größere Muskel-Ruhespannung."



Wenige wissenschaftliche Forschung zur Langzeit-Entwicklung der Beweglichkeit seit den 2000er Jahren.

Deshalb sind alle Ablehnungen des Dehnens hinsichtlich der vermeintlich negativen Wirkungen noch einmal zu überdenken.

Denn Berichte von Horrorszenarien durch das Dehnen beziehen sich meist auf ihre kurzfristige Anwendung.

Effektivität verschiedener Methoden (Klee 2003)

Interessant für die Sportwissenschaft:



Welche Dehnmethode ist hinsichtlich ihrer Wirkungsweisen auf verschiedene Parameter am effektivsten ?

SS = Statisches Dehnen

DS = Dynamisches Dehnen

AC = Agonist Contract Dehnen

CR = Antagonist Contract and Relax

CRAC = Kombination aus CR + AC

Ergebnis aus 28 Untersuchungen

Metaanalyse: Klee (2003) Vergleich von 28 Studien
Bestätigung durch Wydra et.al. (2006)

- Dynamische Methoden sind den statischen überlegen
- CR-AC (KEAD) Methode scheint in „allen“ versuchen weit überlegen zu sein.
- Die Wirkung statischer Methoden befindet sich auf den hinteren Plätzen

Effektivität verschiedener Methoden (Klee 2003)

Tab. 21: Die Platzierungen der fünf Dehnungsmethoden bei den verschiedenen Treatments

	Platzierung im Vergleich				
	1	2	3	4	5
1. Kurzzeitbehandlungen, passive BRW	AC	CR-AC	DS	CR	SS
2. Kurzzeitbehandlungen, aktive BRW	CR-AC	AC	CR, DS		SS
3. Langzeitbehandlungen, passive BRW	CR-AC	CR	DS	SS	AC
4. Langzeitbehandlungen, aktive BRW	CR-AC	DS	AC	SS	CR
5. Kurzzeitbehandlungen	CR-AC	AC	DS	CR	SS
6. Langzeitbehandlung	CR-AC	DS	AC, CR		SS
7. Alle Behandlungen	CR-AC	AC	DS	CR	SS

Die nahe liegendste **Erklärung für die potenzielle Überlegenheit der PNF-Methoden** ist, dass die höhere Effektivität durch die bei diesen Methoden intendierte **Herabsetzung der Reflexaktivität** erreicht werden könnte. Dieser Frage wurde einer Reihe von Untersuchungen mit den beiden Messmethoden „Hoffmann-Reflex“ und „Elektromyographie“ nachgegangen.

Fazit:

- Wer die Dehnfähigkeit langfristig verbessern möchte, sollte sich regelmäßig 3-5x pro Woche intensiv Zeit für das Beweglichkeitstraining nehmen.
- Treatments, die nur 1-2x pro Woche durchgeführt werden, bewirken in nur wenigen Fällen eine tatsächliche Verbesserung der Dehnfähigkeit !!
- Die Intensität sollte dabei submaximal-maximal betragen. D.h. die höhere Effektivität von Dehnungen an der Schmerzgrenze wurden durch die Sportwissenschaft hervorgehoben.
- Die Dauer der Dehneinheit sollte sich am Krafttraining orientieren. D.h. mehrere Wiederholungen bzw. mehrere Sätze pro Muskelgruppe zu verschiedenen Übungen. Beispiel: 3-4 Übungen für eine Muskelgruppe, zu je 2-3 Sätzen, zu 20-30 Sekunden Dauer/Satz.
- Die Anwendung von PNF-Methoden in Kombination mit dynamischen Dehnübungen scheint am Effektivsten zu sein.

... das ist aber nur die halbe Wahrheit !!

- Immer noch große Unsicherheit hinsichtlich der Dehnung eines Muskels.
- Die Sportwissenschaft geht heute davon aus, dass sich ein Muskel zwar langfristig an Dehnreize morphologisch anpassen kann. Muskellängenzuwächse wurden hingegen bisher nur im Tierversuch bestätigt. (Goldspink, McBride, Linke, et. al.)
- Wenige Wissenschaftler behaupten, dass ein Muskel nicht gedehnt werden kann. (Häufige Meinung in der Physiotherapie)
- Die meisten Forscher gehen davon aus, dass neben einer Titinanpassung, die verbesserten Regel- und Steuerungsprozesse im Wesentlichen für eine Beweglichkeits-Steigerung verantwortlich sind. (Freiwald, Wiemann, Klee, et.al.)

Beweglichkeit ist nicht gleich „Dehnen“

- Um langfristig beweglicher zu werden, sind unbewußte oder „verkümmerte“ Trainings- oder Alltagsgewohnheiten zu ändern.
- Ein regelmäßiges Dehnungstraining trägt positiv dazu bei und unterstützt den Prozess.
- Beispiel: Bewusstes Trainieren im vollen Radius
- Hier ist der Einsatz von AKTIVEM Dehnen in Kombination mit statisch und kontrolliert dynamischen Dehnungen sinnvoll.



Die Kombination macht das Maß?

Dehnen und Kräftigen
gleichzeitig

geht das?

Funktionelles Dehnen durch PNF-Methoden



Dehnen und Kräftigen gleichzeitig (Klee 2003)

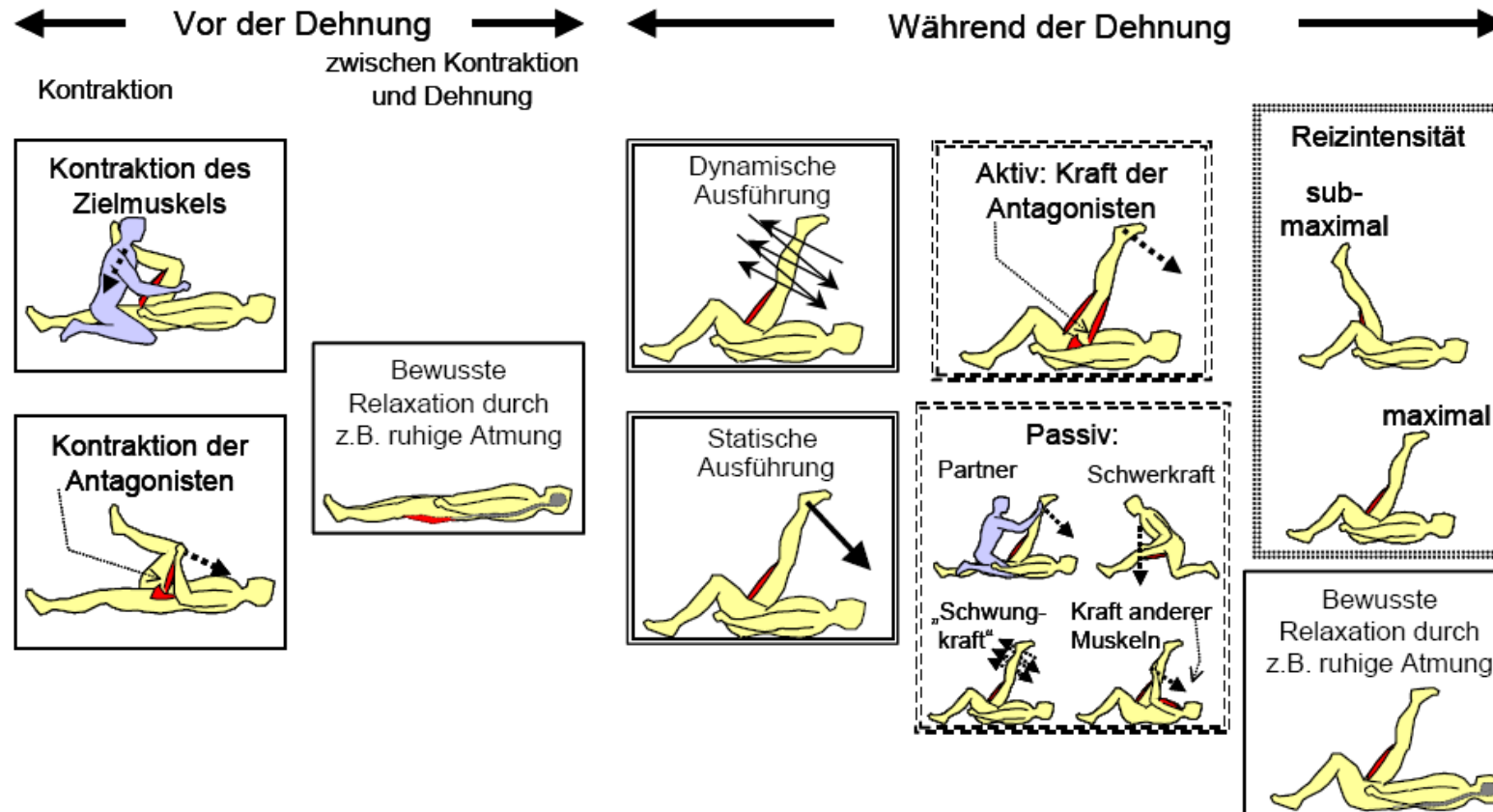


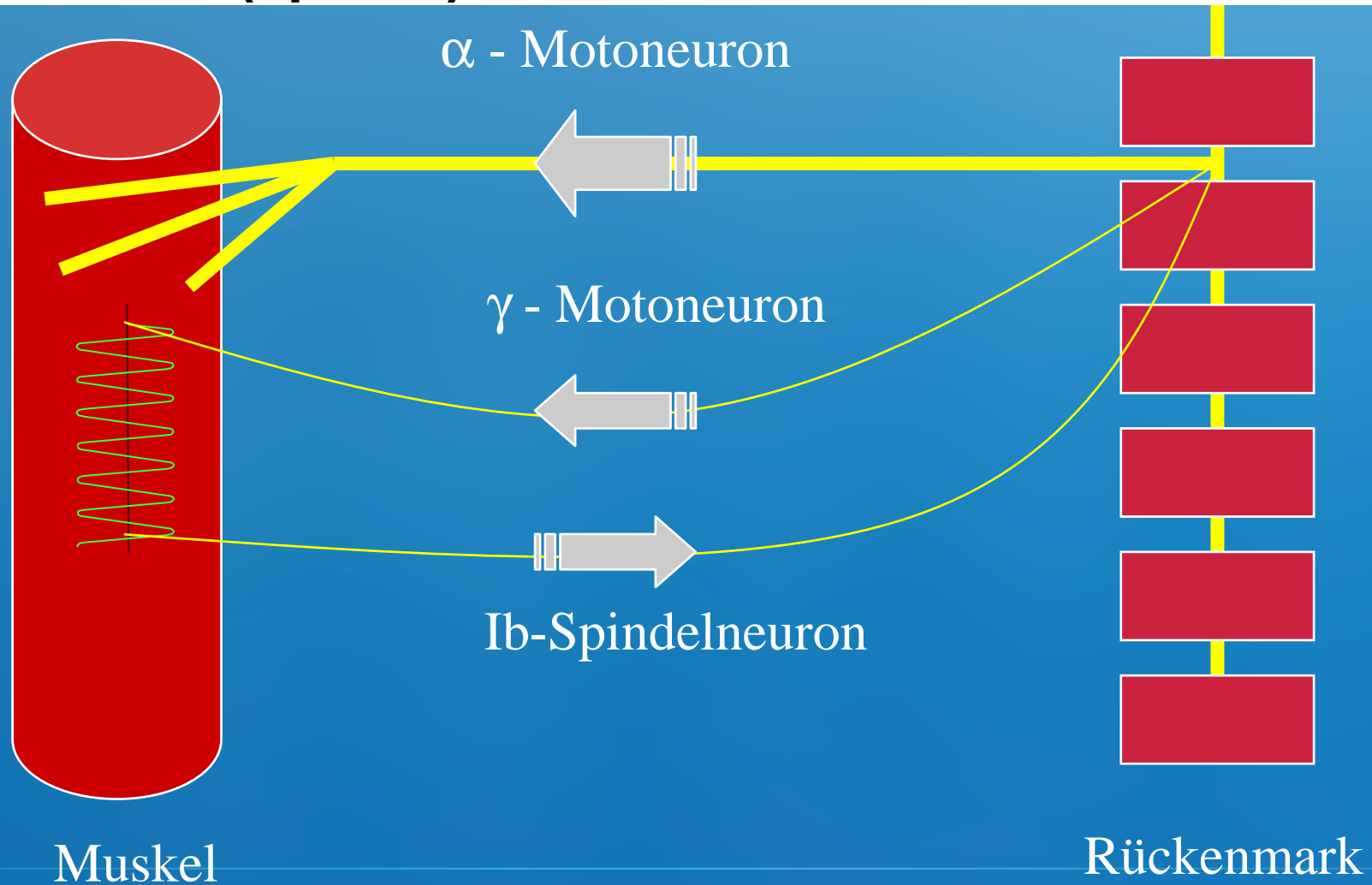
Abb. 19: Die neun potenziellen Module einer Dehnungsmethode. Doppelte Rahmen: obligatorische Module, einfache Rahmen: fakultative Module.



Hintergründe der PNF-Methoden

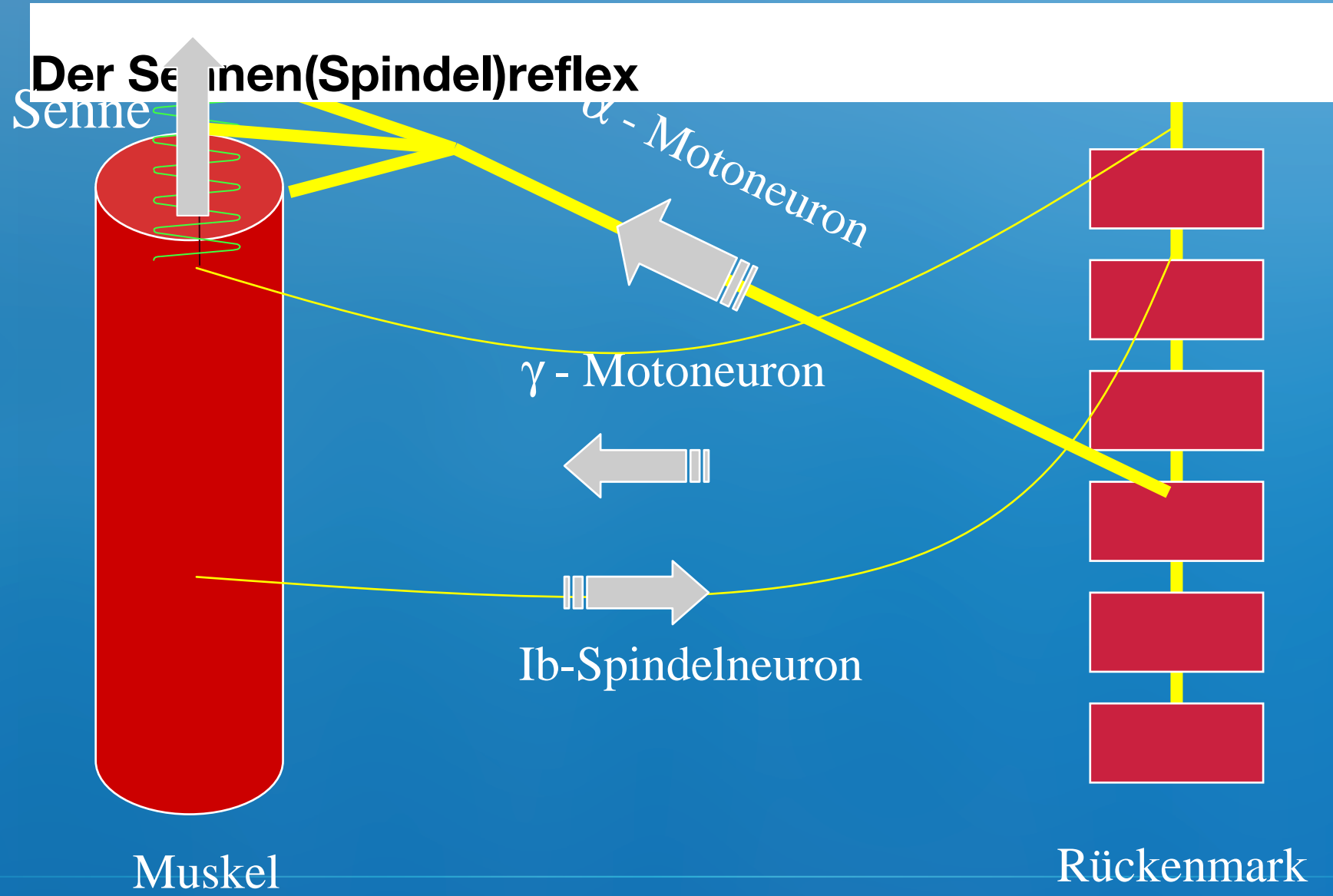
Der Muskelreflex Der Sehnenreflex

Der Muskel(Spindel)reflex



- **Bedeutung des Muskel-Spindelreflexes**
(Tonus = Muskelharte).

- Schnelle Bewegungen lösen Muskelreflex aus, dabei bewirkt er eine Erhöhung des Muskeltonus (Muskel verkürzt sich)
- Muskelreflex kontraproduktiv zur Absicht der Dehnung, jedoch produktiv zur Absicht der Schnelligkeitssteigerung



Bedeutung des Sehnen-Spindelreflexes

- Sehnen-spindel ist Steuerungsinstrument für Überdehnung oder Übersteuerung und dient als Schutzorgan bei extremer Muskelspannung (Überdehnung)
- Mäßig schnelle Bewegungen über den natürlichen Dehnungsgrad hinaus lösen den Sehnenreflex aus. Dieser bewirkt eine Verlängerung der Sehne, um die Muskulatur vor Verletzungen (Rissen) zu schützen.
- Sehnenreflex ist produktiv bei extremen Gelenksamplituden, darf aber nicht zu häufig ausgelöst werden.

DEHNEN bringt was - Über lange Sicht!!

Untersuchung und Bestätigung der Frage durch eine isolierte Untersuchung im Kampfsport





Ergebnisse Doktorarbeit Gärtner 2013

- Die jüngsten Ergebnisse bestätigen verschiedene Forschungsergebnisse aus der Vergangenheit
- Jedoch müssen Theorie und Praxis kritisch betrachtet werden.
- Verletzungsgefahren lauern gerade bei der unsachgemäßen Anwendung verschiedener PNF-Methoden

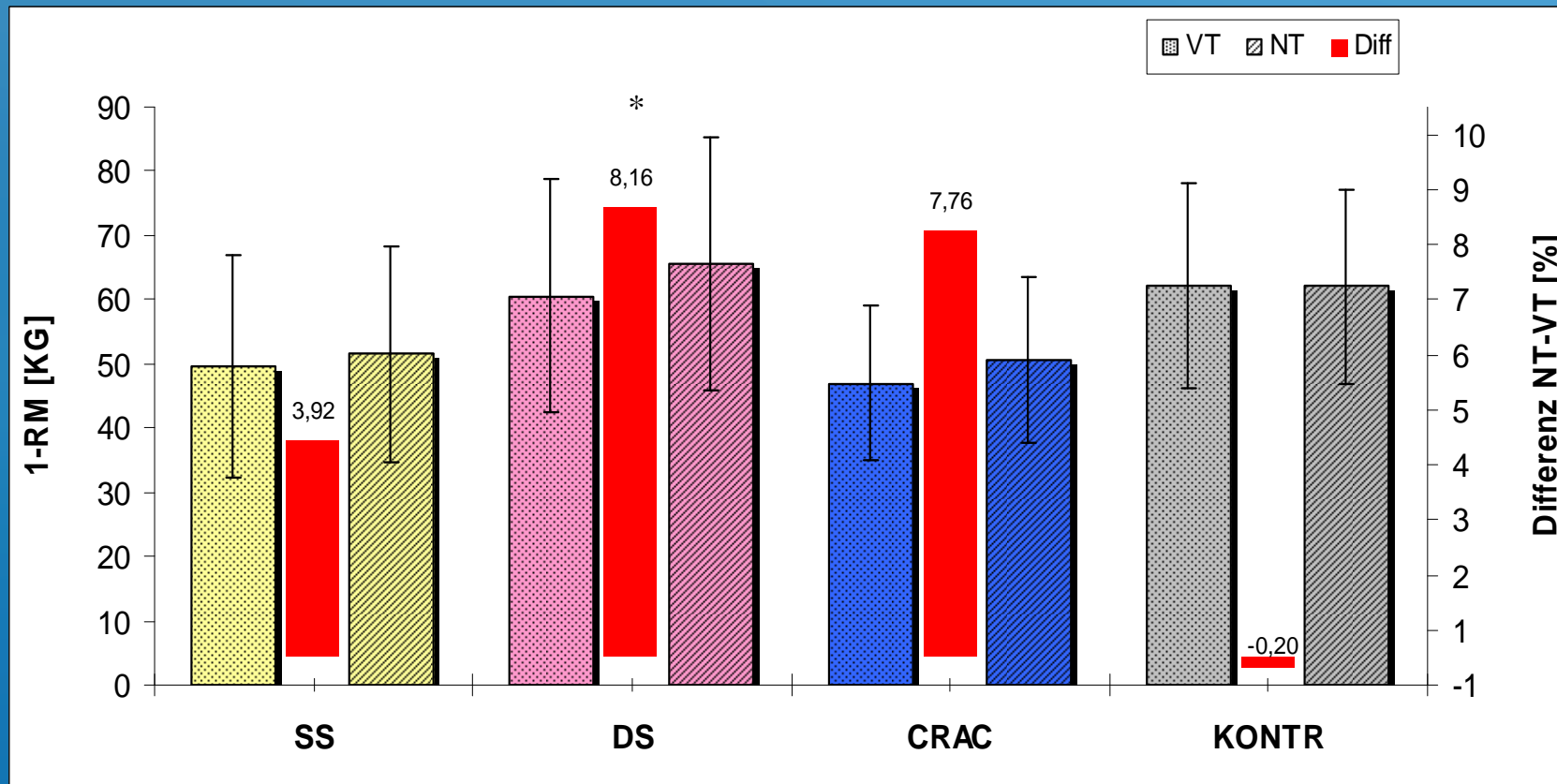
Versuchsaufbau - Intervention

- Pre-Test: Ermittlung der Ausgangswerte
 - Randomisiertes Losverfahren: Zuweisung der Interventionsgruppen
SS DS CRAC KONTROLLE
 - Durchführung und Erklärung des jeweiligen Dehnprogramms durch den Versuchleiter
- 8 Wochen Intervention: 3-5 Dehninterventionen/Woche (*Klee 2003*)
 - Dehnprogramm mit Skizzen und Anleitung
 - Protokollführung (Datum, Zeit, sub. Empfinden, Besonderheiten)
 - Youtube-Video für alle Dehnprogramme als Motivation zum Mitmachen
- Post-Test: Ermittlung der veränderten Werte
 - Interview mit Vpn
 - Besonderheiten, subjektives Empfinden

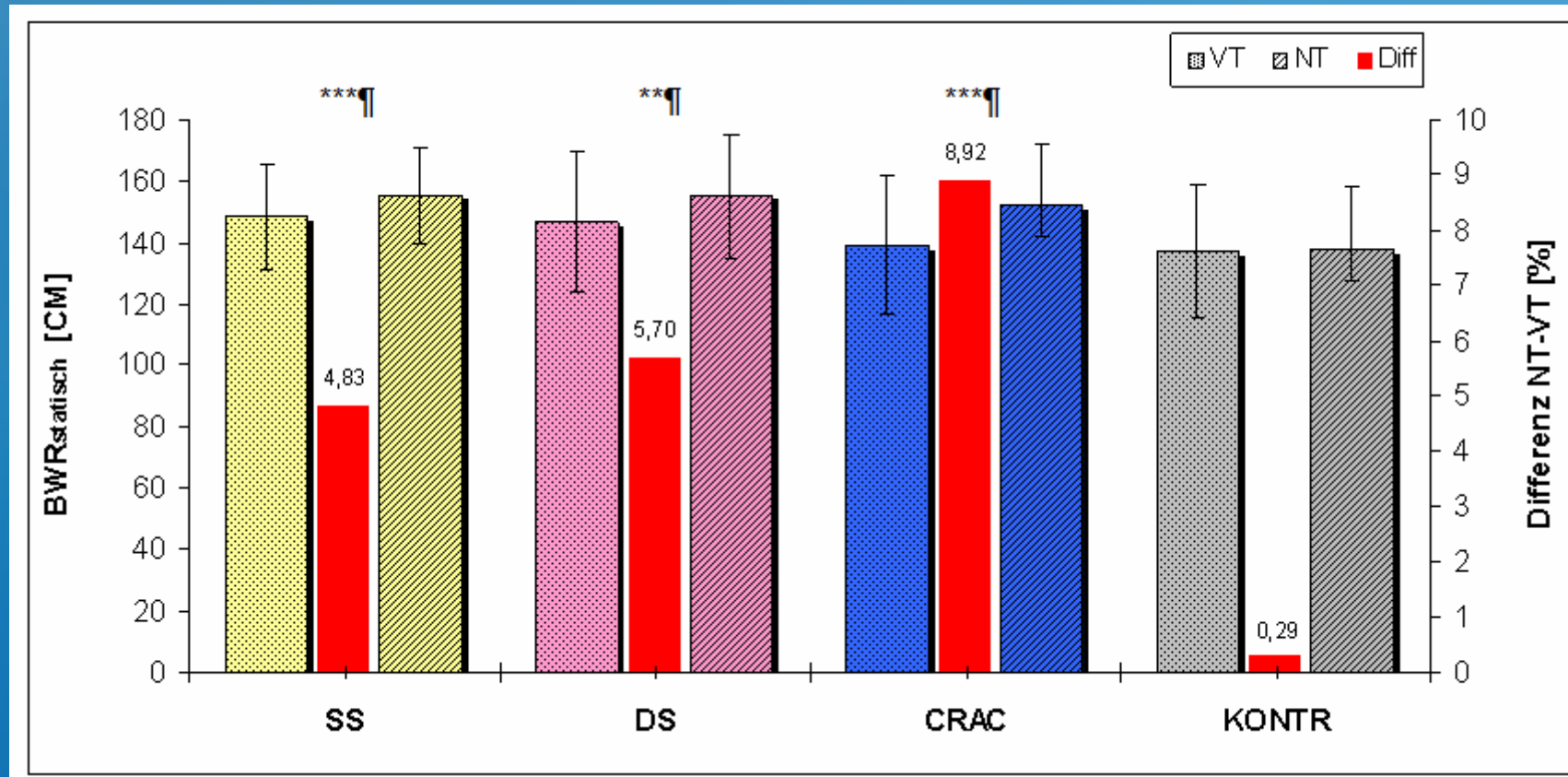
Stichprobenverteilung

PRE-TEST	Gesamtstichprobe	Frauen	Männer	Anthropometrie	
	N=98	N=48	N=50	Alter [Jahre]	24,9±7,4
Verteilung				Gewicht [kg]	69,6±11,3
Profi	N=23	N=10	N=13		
Fortgeschr.	N=57	N=28	N=29	Größe [cm]	173,18±9,2
Anfänger	N=18	N=10	N=8		
POST-TEST	Gesamtstichprobe	Frauen	Männer	Anthropometrie	
	N=74	N=37	N=37	Alter [Jahre]	24,8±7,7
Verteilung				Gewicht [kg]	69,2±11,5
Profi	N=21	N=9	N=12		
Fortgeschr.	N=40	N=21	N=19	Größe [cm]	172,8±9,0
Anfänger	N=13	N=7	N=6		

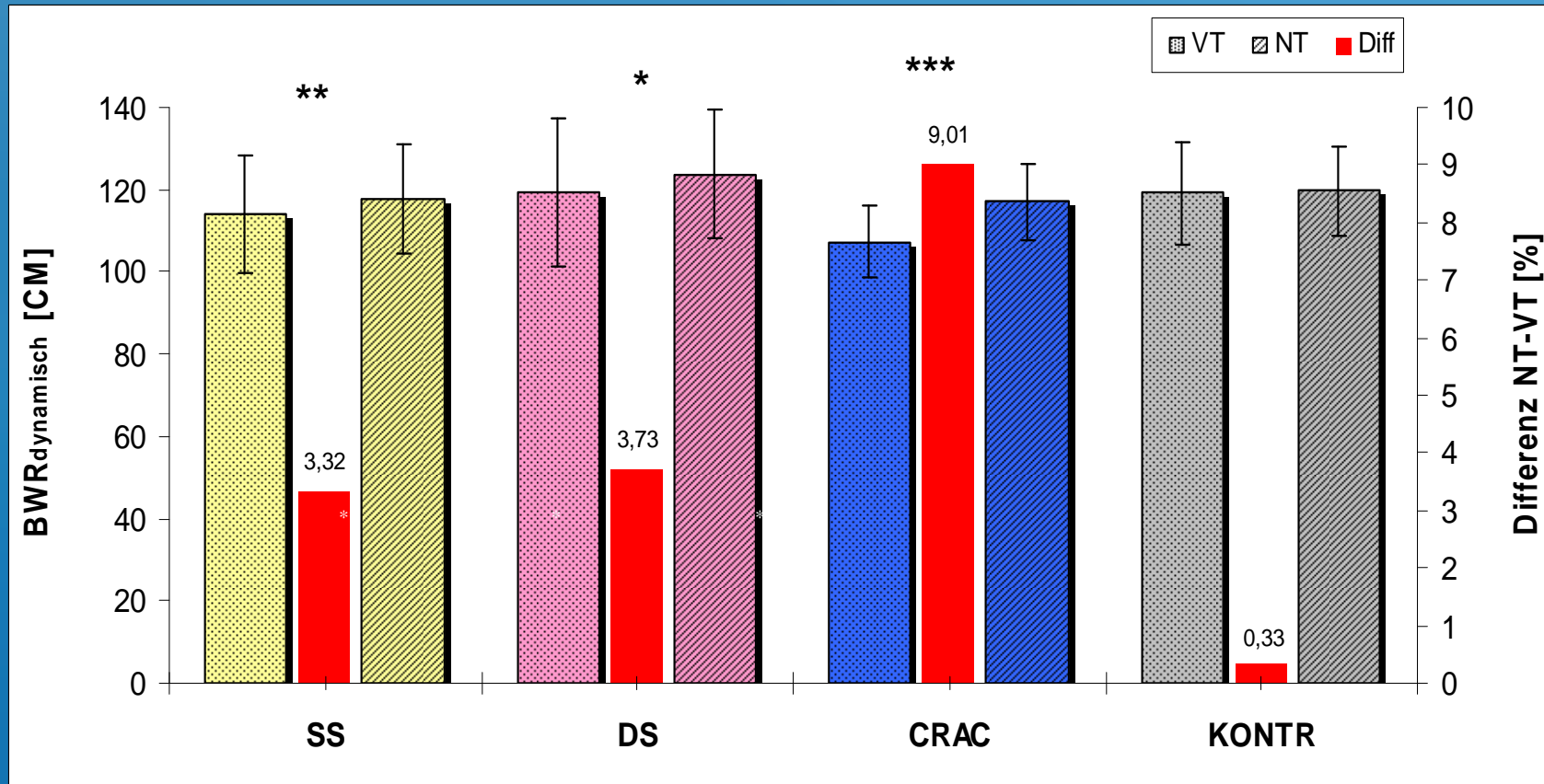
3.1 Ergebnisse: Maximalkraft



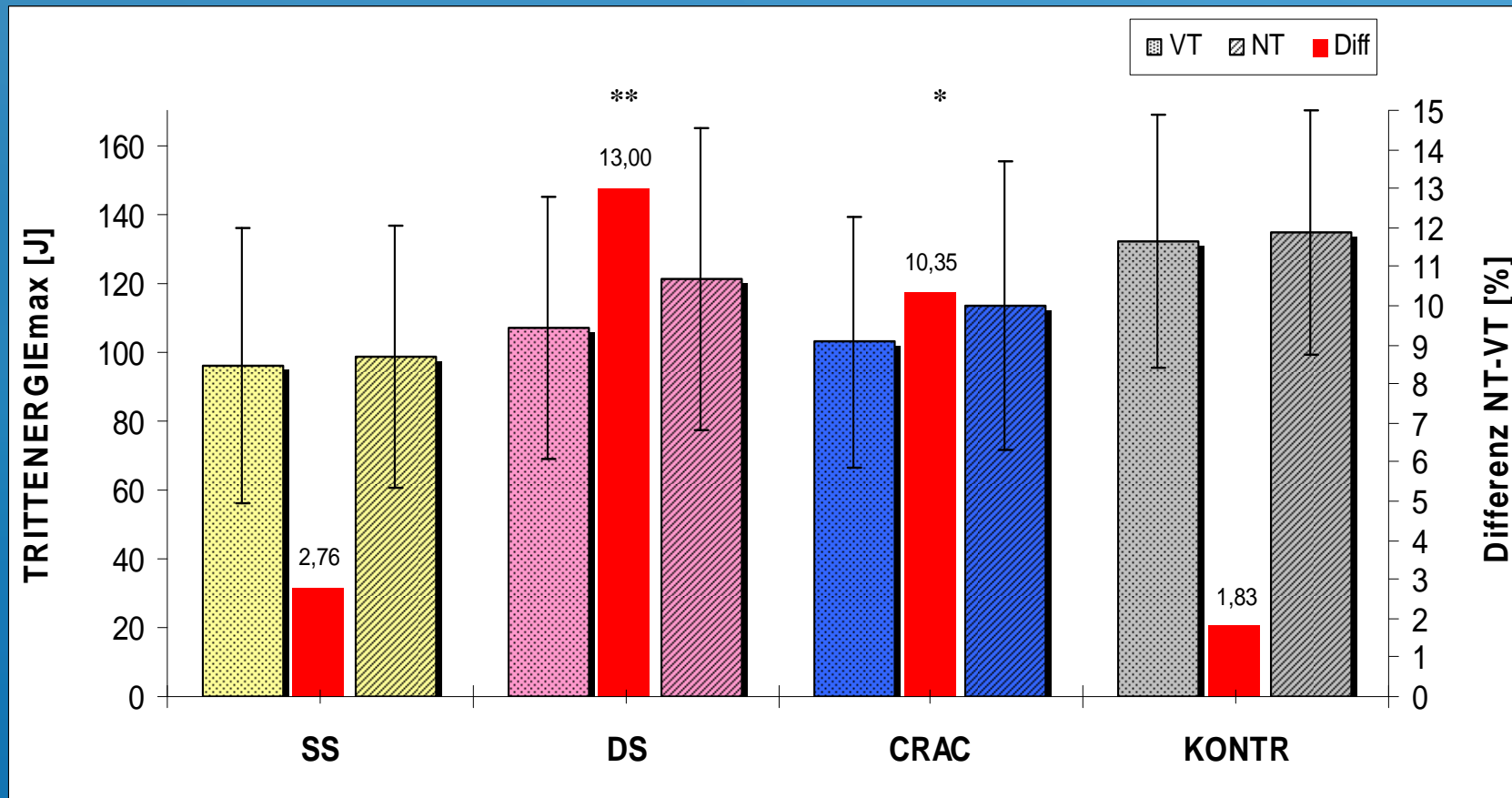
3.1 Ergebnisse: Bewegungsreichweite (passiv-statisch)



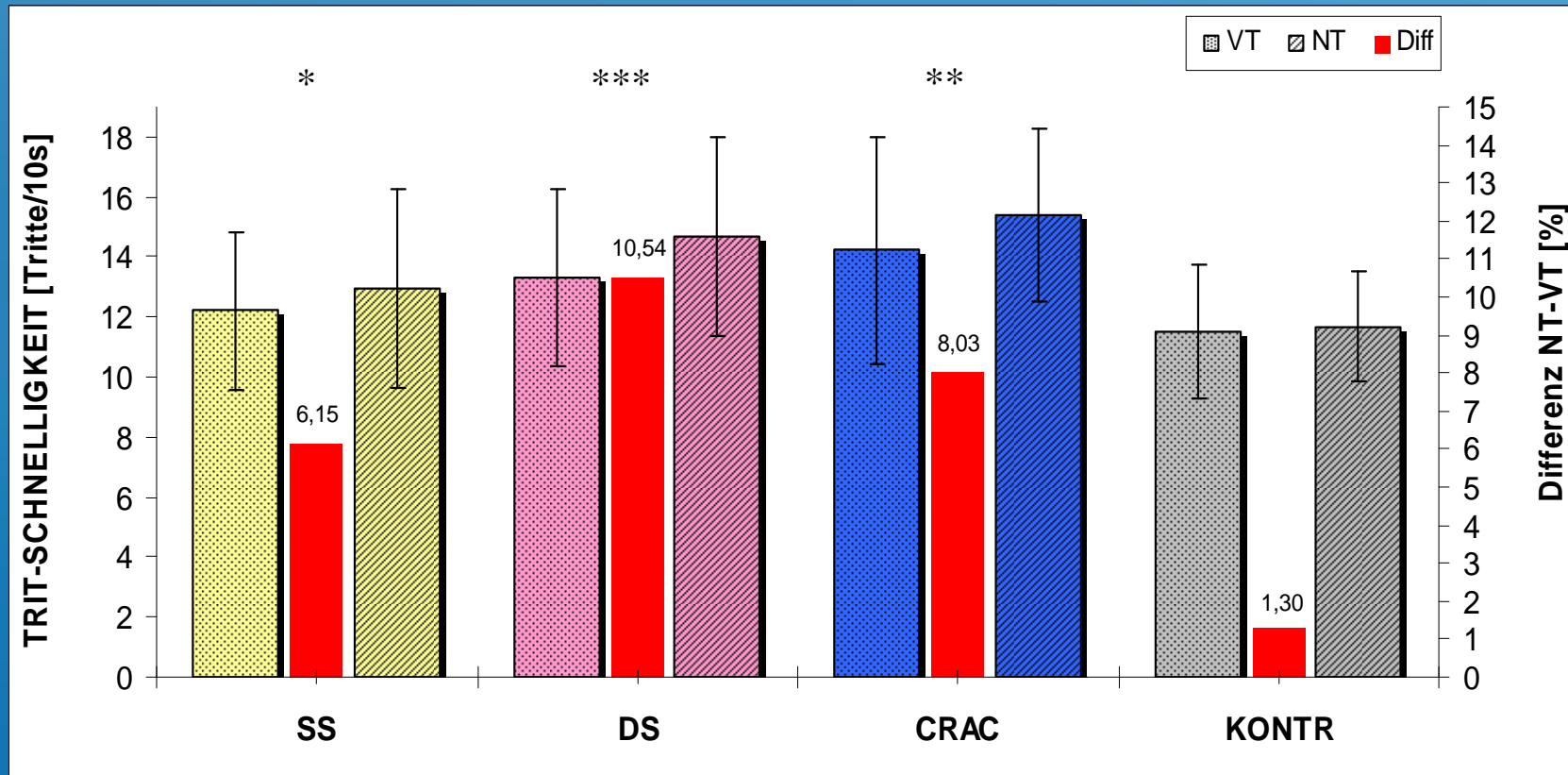
3.1 Ergebnisse: Bewegungsreichweite (aktiv-dynamisch)



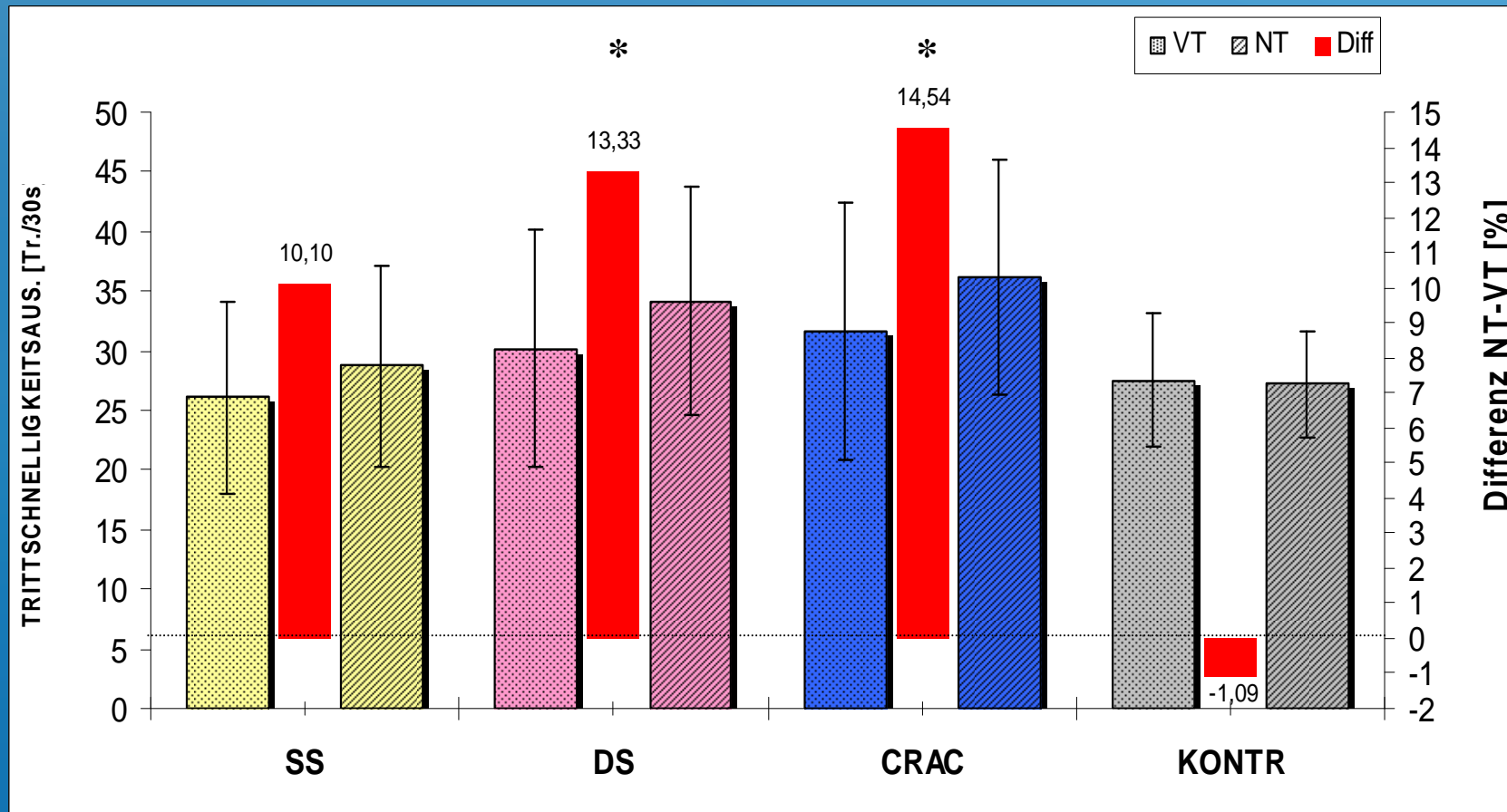
3.1 Ergebnisse: Trittenergie_{max}



3.1 Ergebnisse: Trittschnelligkeit



3.1 Ergebnisse: Trittparameter



Probleme und Besonderheiten bei der CRAC-Gruppe

- Hohes Schmerzaufkommen
 - Knieschmerzen bei Dehnung des M. quad. fem. + M. iliopsoas
 - Hüftbeschwerden
- Intensität wurde als sehr hoch und unangenehm eingestuft
- Dauer wurde als sehr lang und anspruchsvoll bewertet
- Insgesamt erhöhter Zeitaufwand
- Mentale Komponenten (Motivation)

3.2 Schlussfolgerung

- Für **Leistungssportler** und **Fortgeschrittene**, die bereits über spezifische Dehnungserfahrung verfügen, scheint die CRAC-Methode in Kombination mit dynamischen Elementen am effektivsten zu sein. Diese verbessert nicht nur die passive Beweglichkeit, sondern ganz besonders auch die sportartspezifische aktive Beweglichkeit und wirkt sich zudem positiv auf Kraft- und Schnelligkeitsleistungen aus.
- Für **Breitensportler** ist die CRAC-Methode nur unter Anweisung eines erfahrenen Trainers zu empfehlen und auch nur für bestimmte Übungen geeignet. Davon abgesehen scheint hier eine Kombination aus statisch + CRAC sinnvoll zu sein. Während den Dehnungen kann auch dynamisch nachgedehnt werden.
- Für **Anfänger**, bei denen es nur um die Verbesserung der Dehnfähigkeit geht, ist die statische Methode zu empfehlen. Hier kann am wenigsten falsch gemacht werden und der Effekt ist besonders groß.

Dehnen ist nicht gleich Dehnen !!

>> Verschiedene Situationen erfordern verschiedene Dehnmethoden

FAZIT: Dehnen – wann und wie ?

Entwicklung der allgemeinen Beweglichkeit	Entwicklung der speziellen sportartspezifisch Beweglichkeit	Vorbereitung vor dem Wettkampf oder Training	Regeneration nach dem Wettkampf oder Training
Aktive und Passive Beweglichkeit; Def.: Langzeitdehnen;	Aktive und Passive Beweglichkeit; Def.: Langzeitdehnen;	Aufbau eines Dehnungsrückstandes; Def.: Kurzzeitdehnen; Singulär;	Entspannungsdehnen Mentale Regeneration; Def.: Langzeitdehnen;
<u>Wirkung:</u> Erste Effekte nach 4-8 Wochen durch Erhöhung der Schmerztoleranz; Muskuläre Anpassung erst nach 1-5 Jahren (Wiemann 2002)	<u>Wirkung:</u> VERMUTUNG - Zunahme der in Serie geschalteten Sarkomere und dadurch Hypertrophie der Muskulatur (Klee 2003); Anpassung des Arbeitswinkels und die Angleichung Kraftkurve	<u>Wirkung:</u> Erhöhung der Schmerztoleranz; Sensibilisierung der Rezeptoren; Dehnungsrückstandes durch teilweise Überlappung der Myosinfilamente (Wiemann 2000); Hält nur 20-60 Minuten	<u>Wirkung:</u> Physisch-psychische Entspannung durch Dehnungsgefühl; Positive Unterstützung der Eiweissynthese und Wiederherstellungsprozessen
<u>Empfohlene Methode:</u> Dehnpluralismus (Wydra 2004) Statisch+Dynamisch+PNF-Aufg. <u>Durchführung:</u> Dichte: 3-4 x pro Woche, Umfang: 1-2 Übungen pro Muskelgruppe zu je 2-3 Sätzen Wdh. 10-15 (20-30 Sek./Satz) Intensität: Submaximal-Maximal	<u>Empfohlene Methode:</u> Dehnpluralismus (Wydra 2004) PNF(CRAC)+Dynamisch+Static <u>Durchführung:</u> Dichte: 3-5 x pro Woche, Umfang: 2-3 Übungen pro Muskelgruppe zu je 2-3 Sätzen Wdh. 10-15 (20-30 Sek./Satz) Intensität: Submaximal-Maximal	<u>Empfohlene Methode:</u> Pumping-Stretch & Ballistics Weiches dynamisches Andehnen + Schwunggymnastik <u>Durchführung:</u> Dichte: 2-3 x (je Wettkampf), Umfang: 3-4 Übungen pro Muskelgruppe zu je 1-2 Sätzen Wdh. 5-10 (15-20 Sek./Satz) Intensität: Maximal (Marschall 1999)	<u>Empfohlene Methode:</u> Easy Stretch + Pumping Stretch Statisch + Dynamisch <u>Durchführung:</u> Dichte: 1x Nach Training/WK, Umfang: 3-4 Übungen pro Muskelgruppe zu je 1 Satz Wdh. 10-15 (20-30 Sek./Satz) Intensität: weich Submaximal