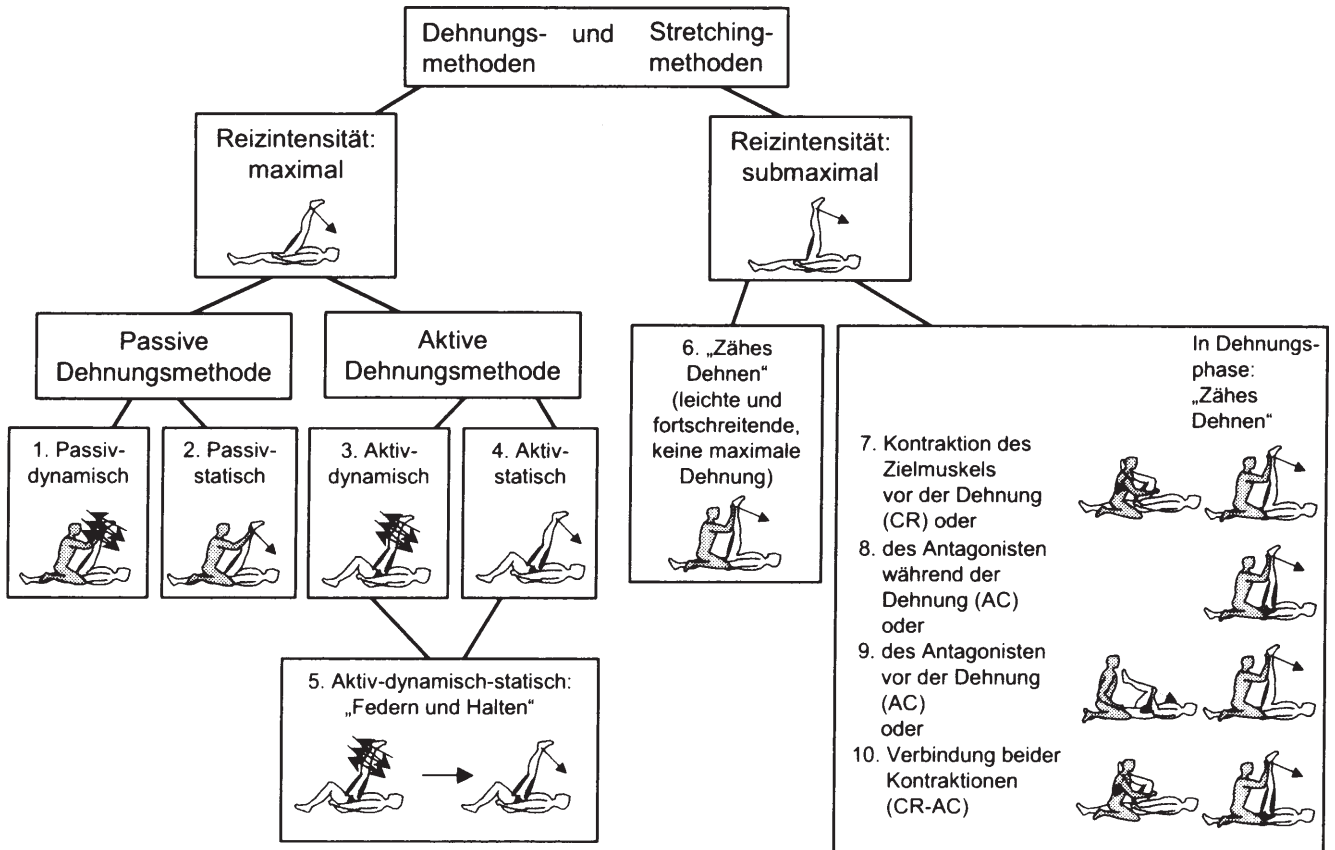
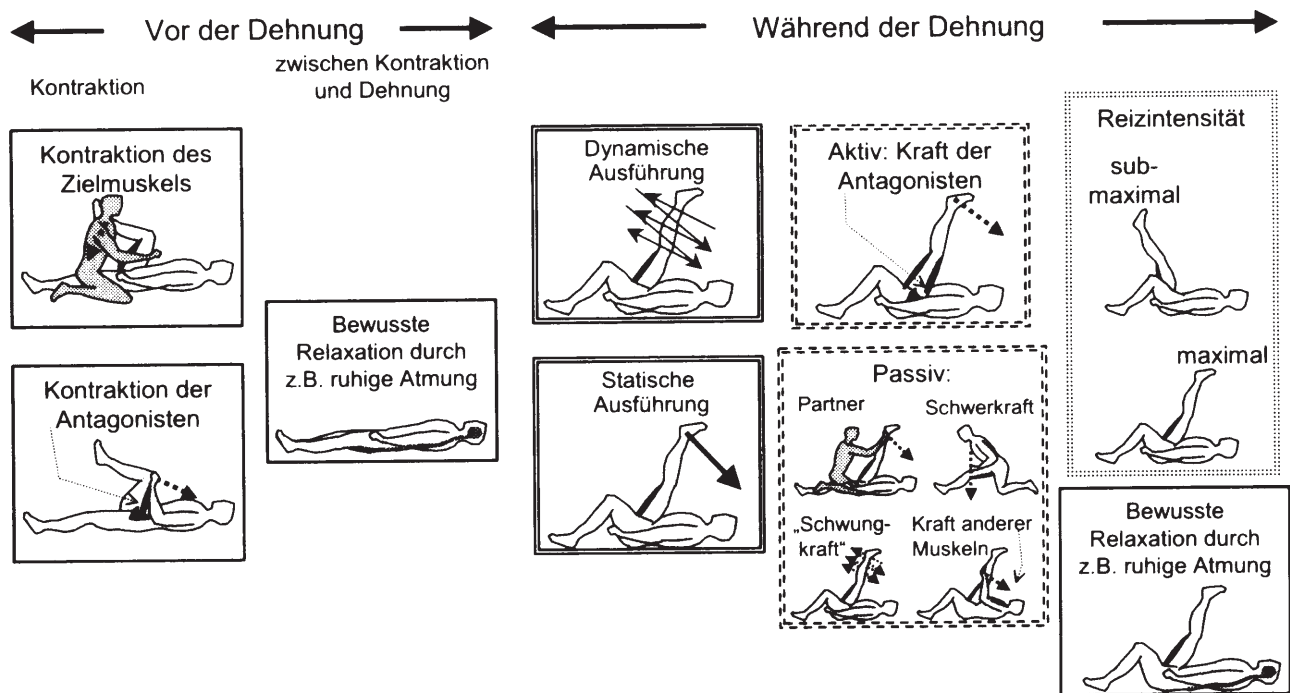


Methoden des Dehntrainings



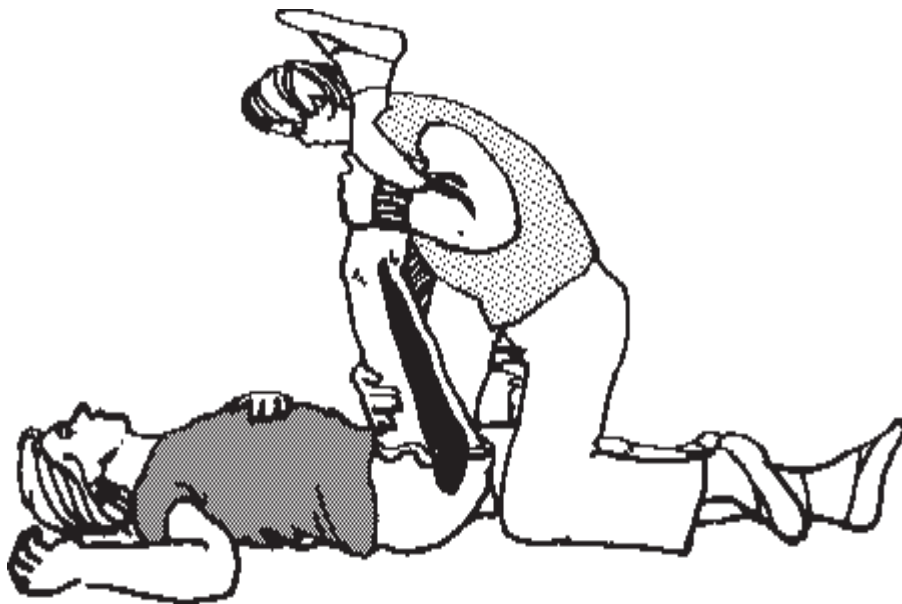
(nach Weineck 1994, 496ff)

Module der Dehnung

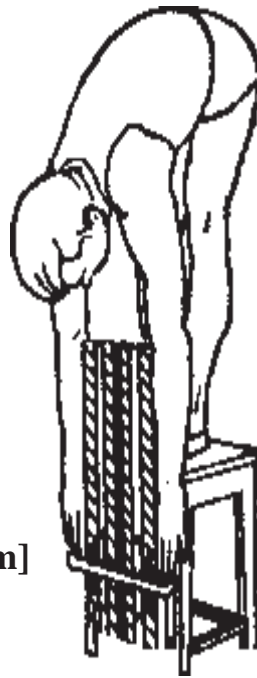


(nach Klee 2003, 114)

Beweglichkeitstest der Beine

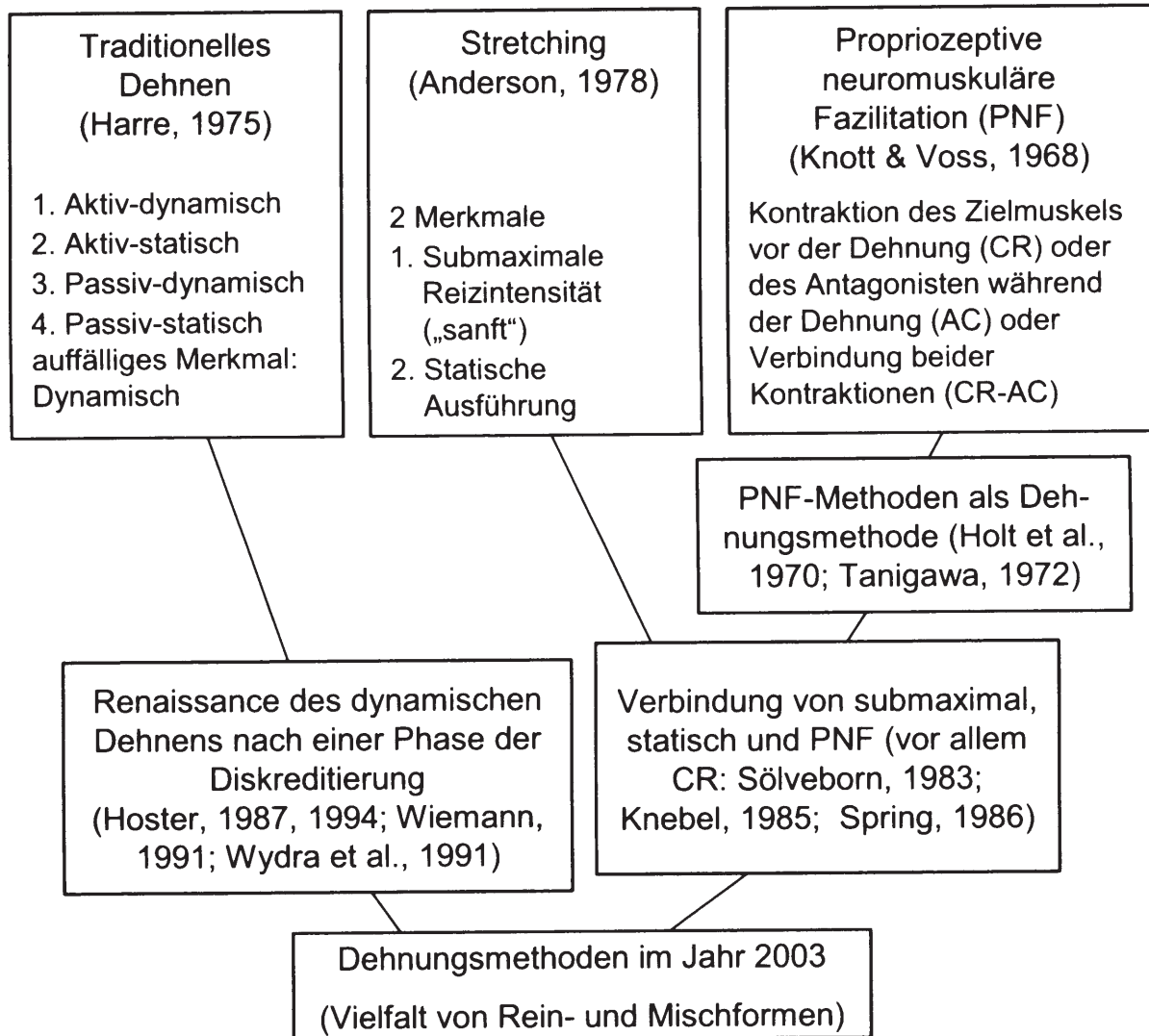


Beweglichkeitsmessung am Beispiel der hinteren Beinmuskulatur



Meßskala [cm]

Entwicklung der Dehnmethoden



(nach Klee 2003, 110)

Empirisch nachgewiesene Effekte des Dehnens

Kurzfristig (Sekunden, Minuten, Stunden)

- Verbesserung der Bewegungsreichweite?
Ja! Etwa gleiche Effekte der Methoden.
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit?
Vermutlich nein, sogar Leistungseinbußen beobachtbar nach statischen Dehnungen.
- Verletzungsprophylaxe?
Vermutlich nein, da Dehnungen intensive Belastungen sind, die sogar Verletzungen provozieren können.
- Förderung der Regeneration?
Vermutlich nein, da Dehnungen weitere intensive Reizungen darstellen.

Langfristig (Tage, Wochen, Monate)

- Verbesserung der Bewegungsreichweite?
Ja! Etwa gleiche Effekte der Methoden.
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit?
Könnte sein, da Dehnung wie ein Krafttraining wirken könnte.
- Verletzungsprophylaxe?
Könnte sein, da Dehnung Kräftigung erreichen könnte und neuronale Anpassungen hervorrufen kann.

Ursachen für die Effekte des Dehnens

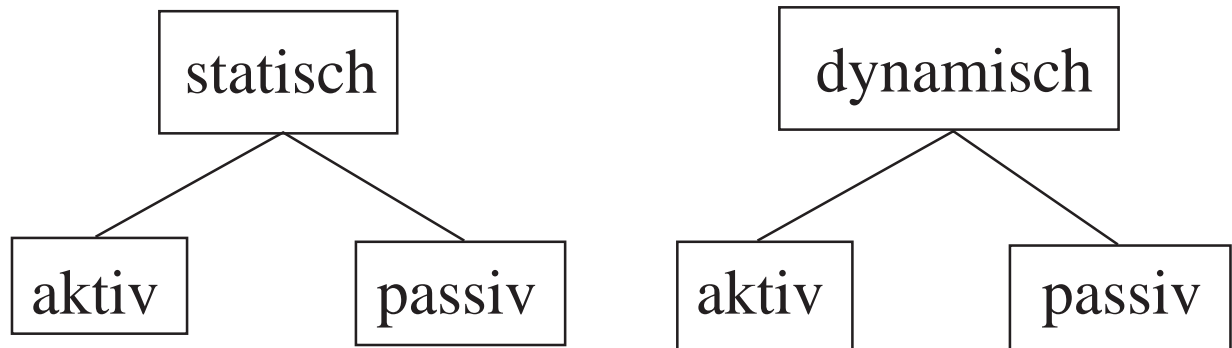
Kurzfristig

- Verbesserung der Bewegungsreichweite
 - Veränderungen in der Schmerzwahrnehmung
 - Verlängerung der Sehnen?
 - Verlängerung des Muskels?
- Verringerung der Leistungsfähigkeit
 - Veränderungen in den Reflexmechanismen
 - Veränderungen in der Muskel-Sehnen-Länge (Creeping)?
 - Zentrale Entspannungseffekte

Langfristig

- Verbesserung der Bewegungsreichweite
 - Veränderungen in der Schmerzwahrnehmung
 - Verlängerung der Sehnen?
 - Verlängerung des Muskels?
- Erhöhung der Leistungsfähigkeit
 - Erhöhung der Anzahl der Sarkomere (mehr Muskel steht zur Verfügung); bisher nur bei Tierversuchen in extremen Dauerdehnungen nachgewiesen.

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)

Techniken des Beweglichkeitstrainings

- Statische Dehnungen

Diese Übungen zeichnen sich durch ein langsames, kontrolliertes Einnehmen der Dehnposition und anschließendes Verweilen in dieser Stellung aus. Das Ausmaß der Dehnung ist maximal zu wählen, allerdings sollen keine Schmerzen im gedehnten Muskel und dessen Sehne auftreten (ULLRICH und GOLLHOFER 1994, 340). Die Dehnposition soll je nach Autor zwischen 5 und mehr als 60s gehalten werden (BLUM 1990, 61, FREIWALD 1991, 61). Danach erfolgt eine kontrollierte Entspannung der Muskulatur. Diese Prozedur wird 2- bis 3- mal wiederholt (BLUM 1990,61).

Die in der Praxis beobachtbare Vielzahl der vorgeschlagenen Techniken entsteht durch Erweiterung der hier beschriebene Grundform durch vorgeschaltete Anspannung (CR) des zu dehnenden Muskels, gleichzeitige Antagonistenkontraktion (AC) oder eine Kombination (CR-AC) (WYDRA 1993, 104).

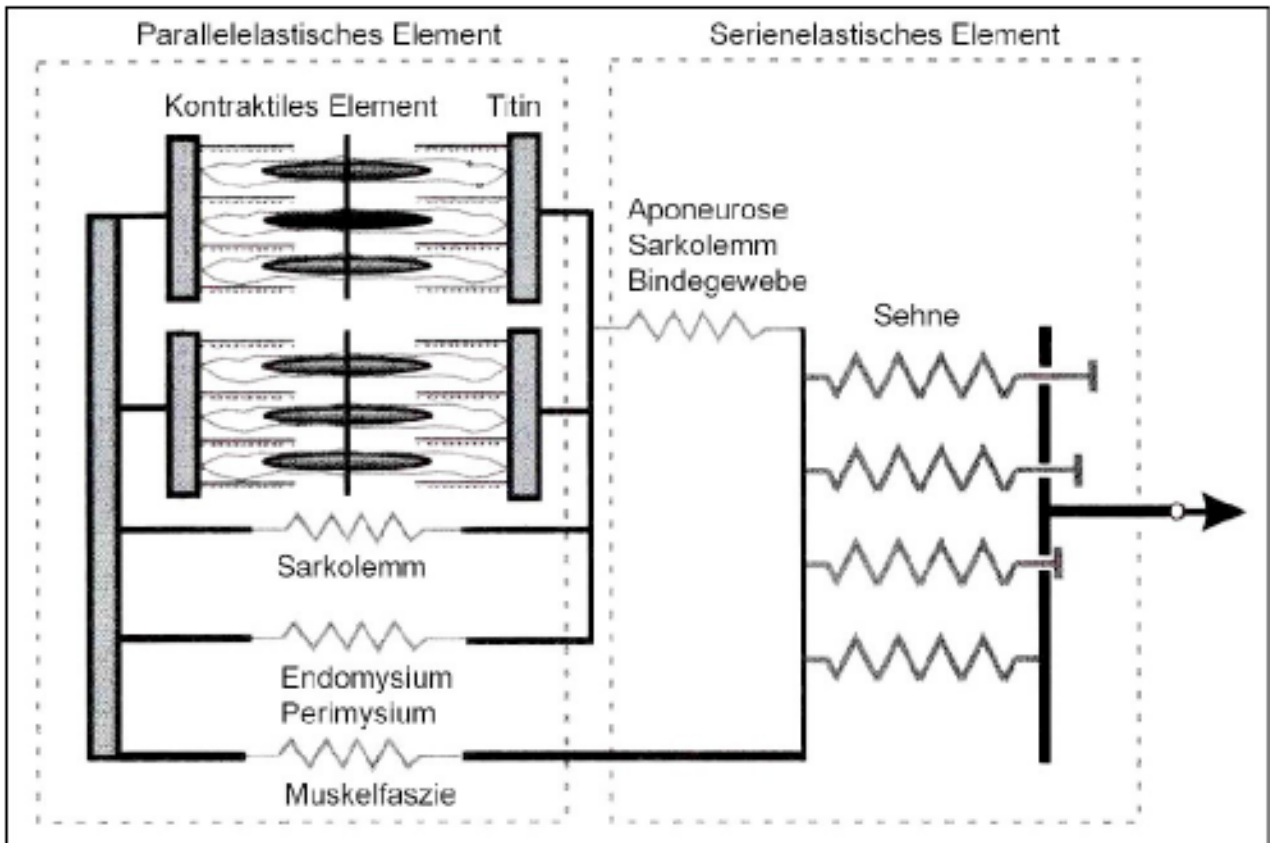
- Dynamische Dehnungen

Bei der Anwendung dieser Dehntechniken wird die Dehnposition eingenommen und sofort wieder gelöst. Es entsteht also keine Halteposition. Nach HUTTON wird die Muskeldehnung durch schnelle, wippende und federnde Bewegungen mit maximaler Amplitude erreicht (ULLRICH und GOLLHOFER 1994, 339f). FREIWALD dagegen fordert eine weiche und rhythmische, keinesfalls ruckartige und schmerzhaftige Bewegungsausführung (1991, 58).

Veränderung der Beweglichkeit unter verschiedenen Bedingungen

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

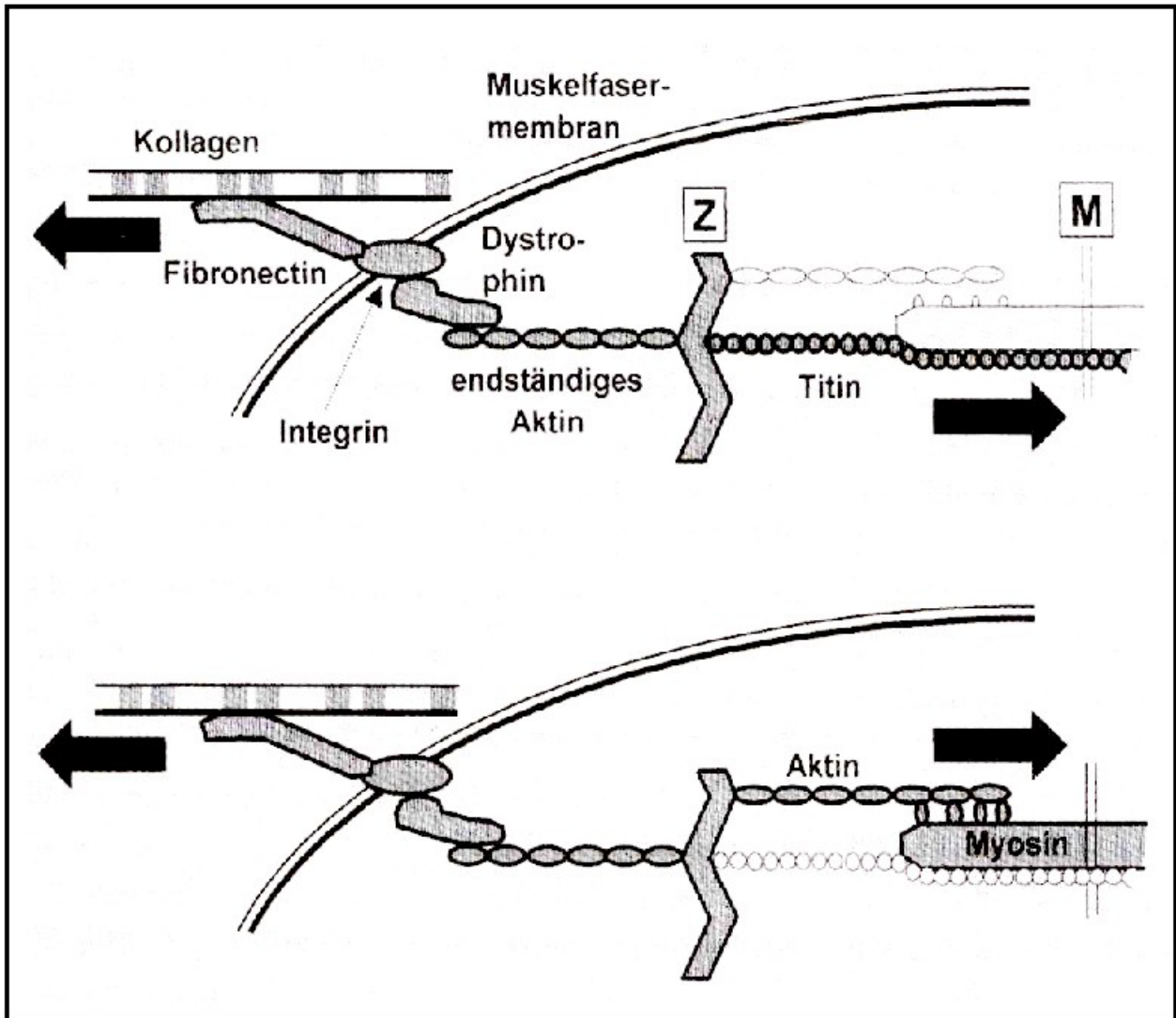
Biomechanisches Modell der Muskel-Sehnen-Einheit modifiziert nach HUIJING



(SCHÖNTHALER et al 1998, 227)

Spannungsübertragung durch die Muskelfaser

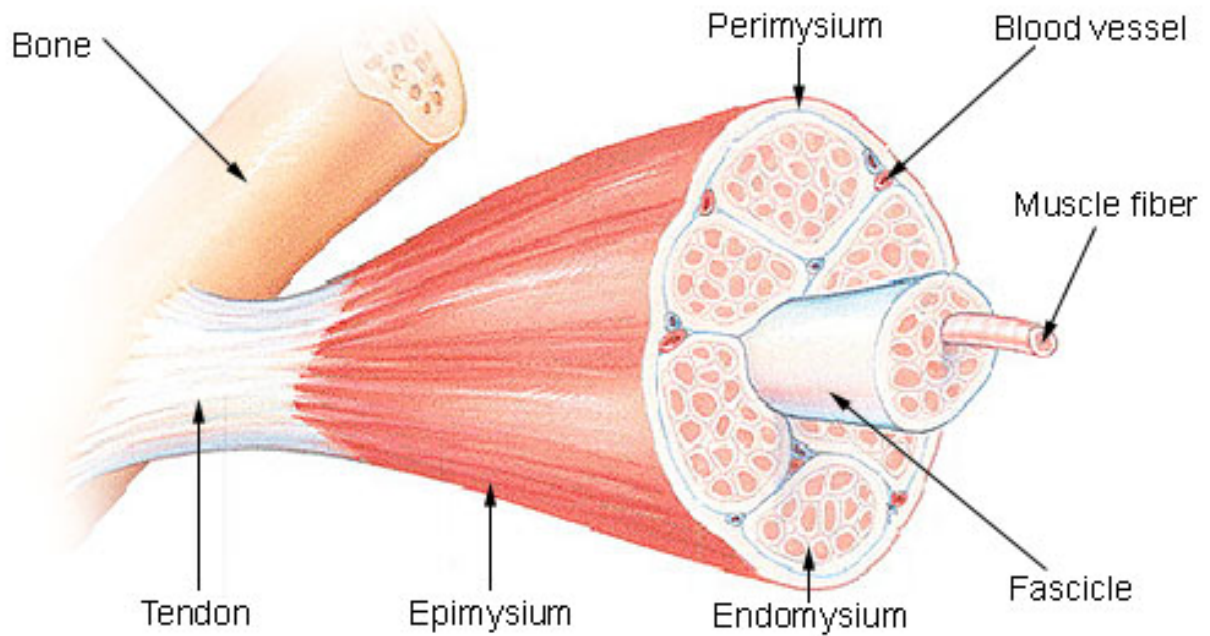
(oben: passive Muskelfaser, unten: aktive Muskelfaser)



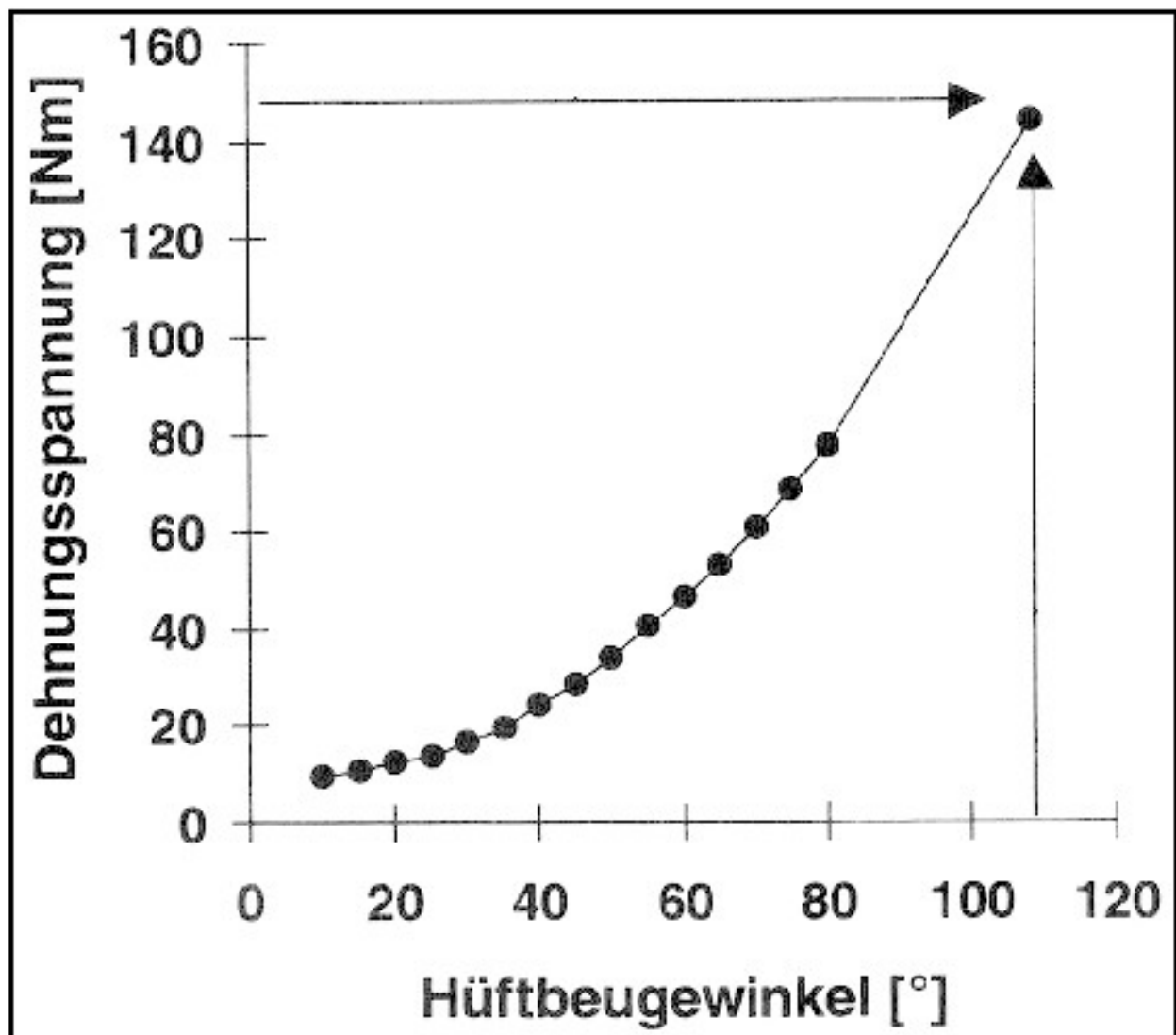
(WIEMANN und KLEE 2000, 7)

Struktureller Aufbau eines Muskels

Structure of a Skeletal Muscle

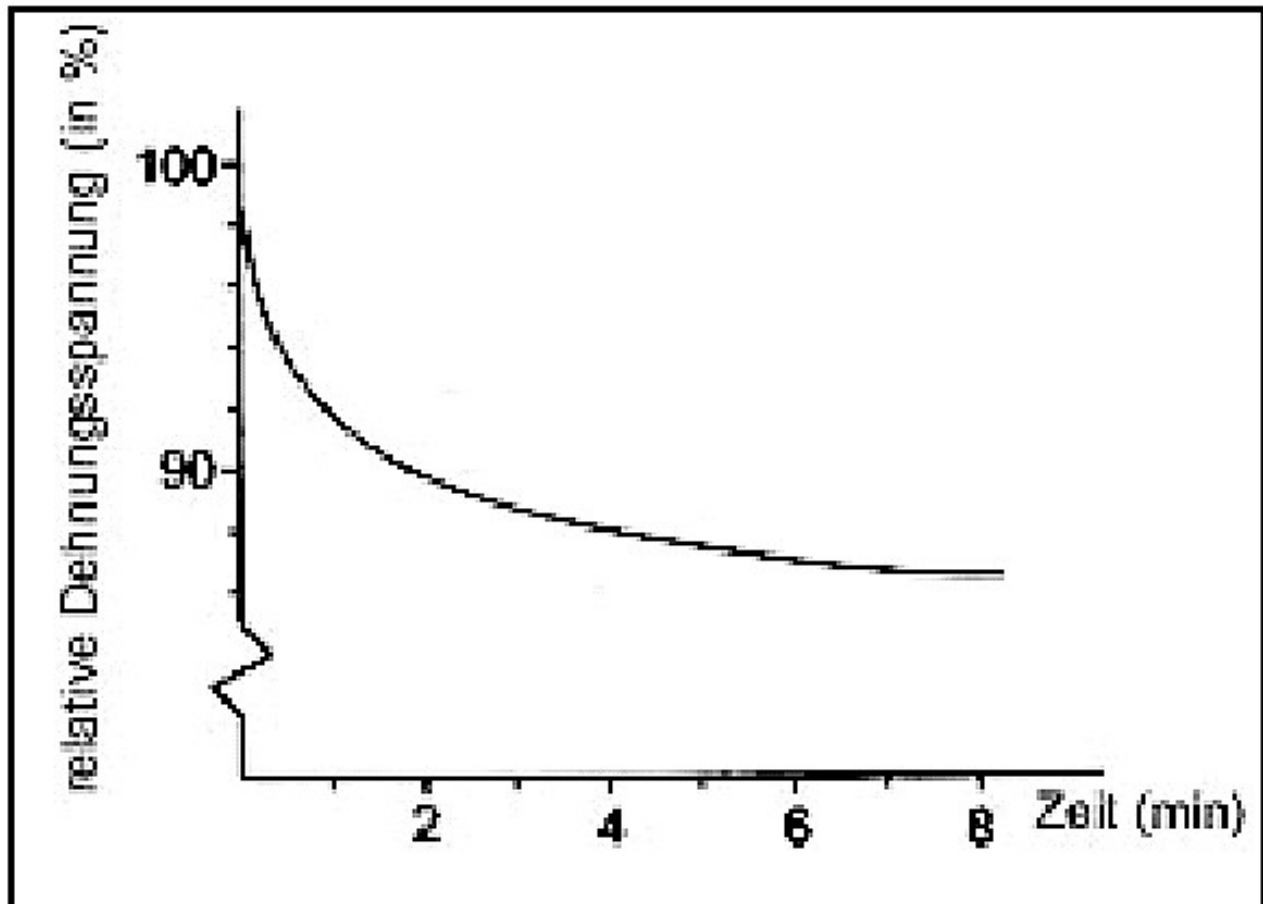


Verlauf der Dehnungsspannung bei zunehmendem Dehnungsgrad



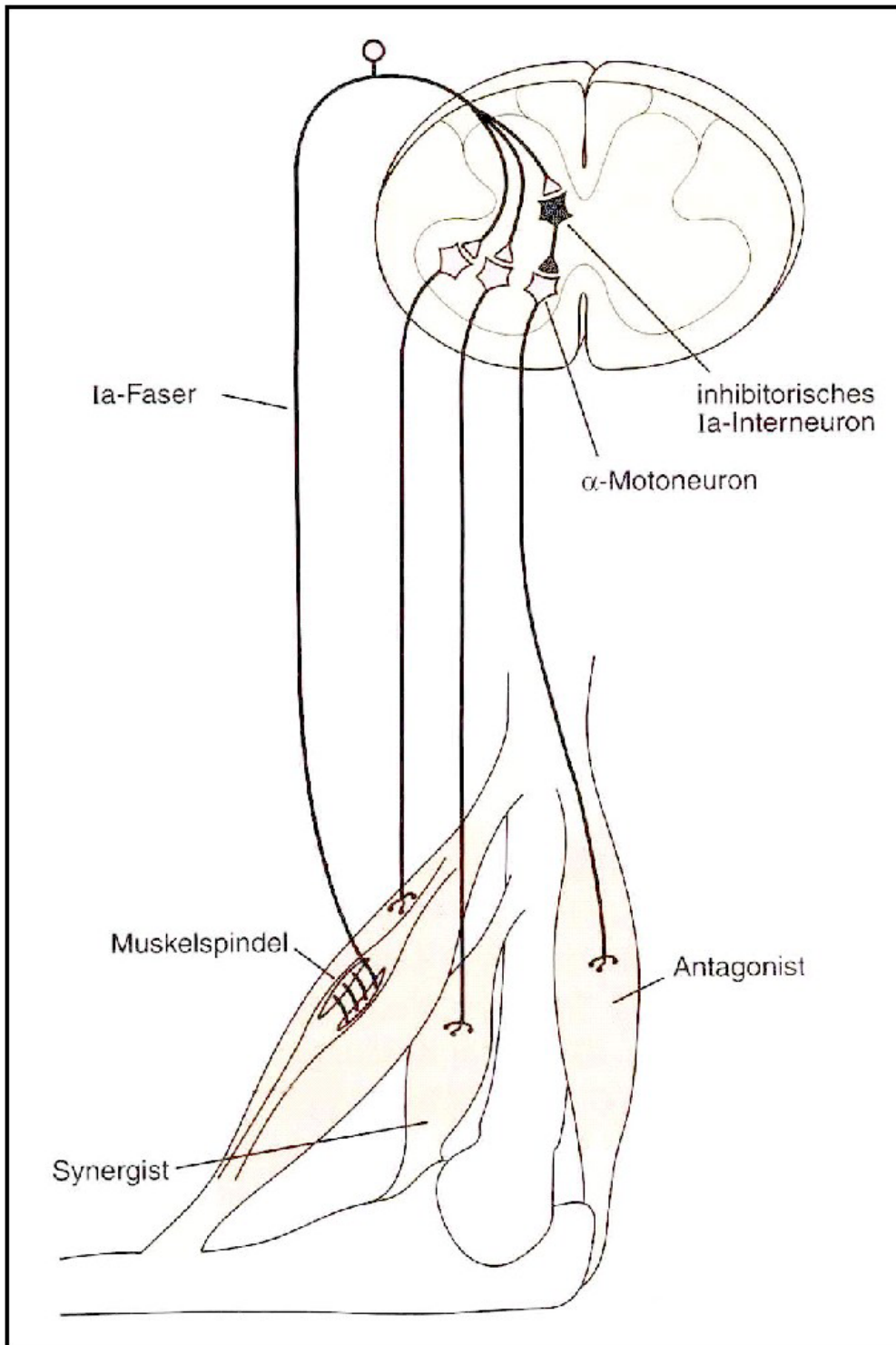
(WIEMANN 2000, 96)

Verlauf der Dehnungsspannung bei konstantem Dehnungsgrad



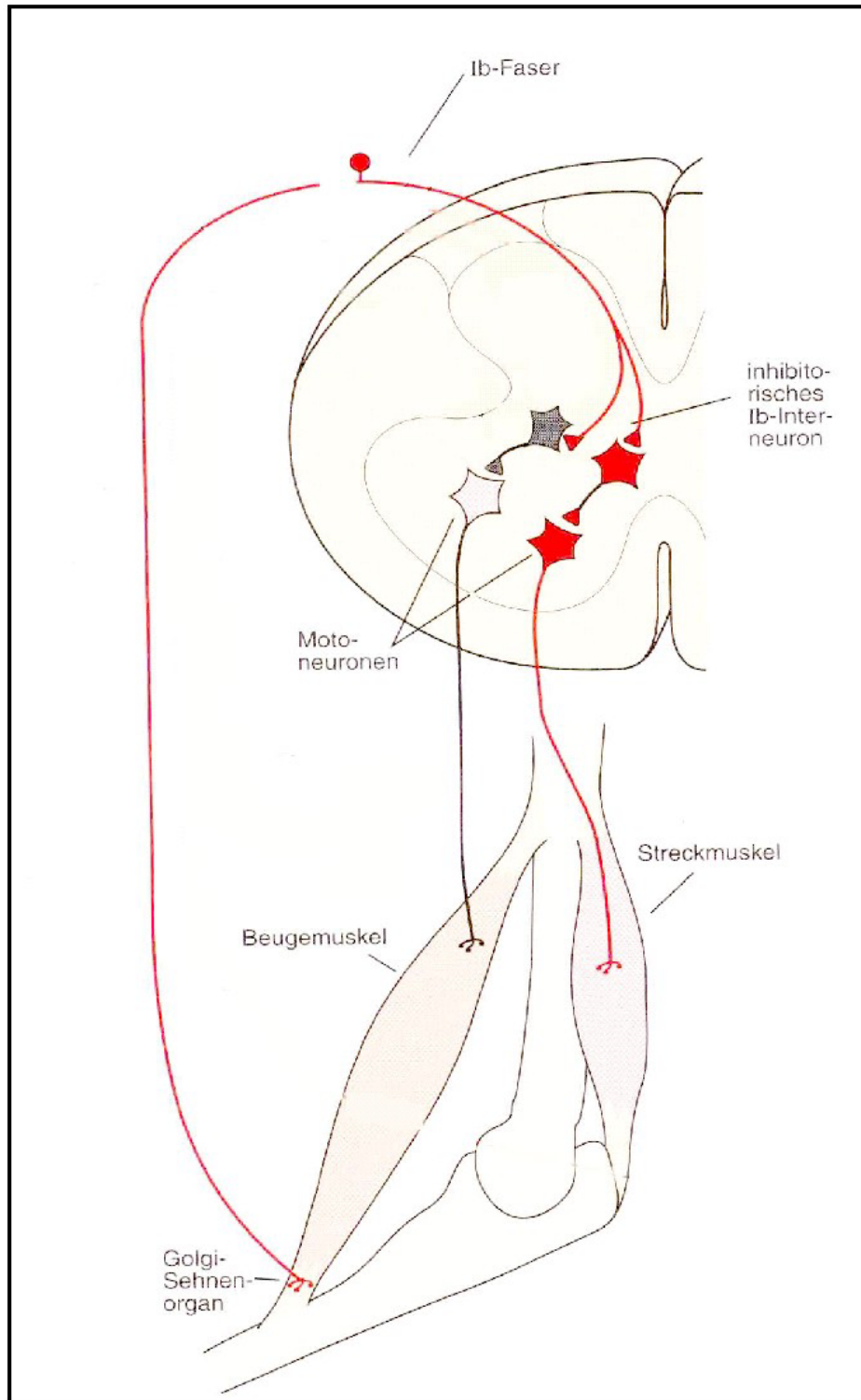
(VIIDIK 1980, 242)

Die Reizleitung der Muskelspindel durch Ia-Fasern



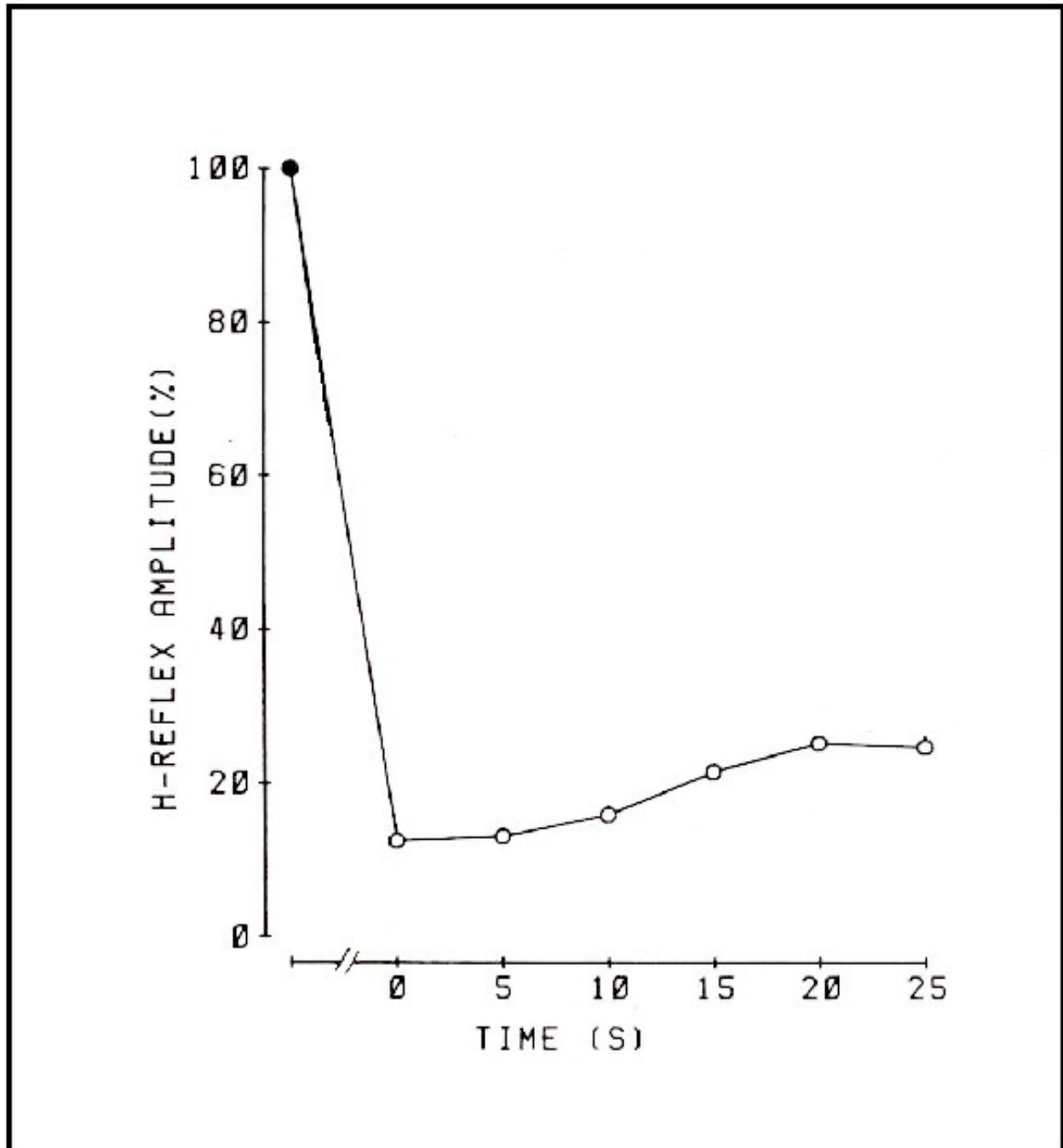
(nach Kandel 1996, 530)

Die Reizleitung des Golgi-Sehnenorgans



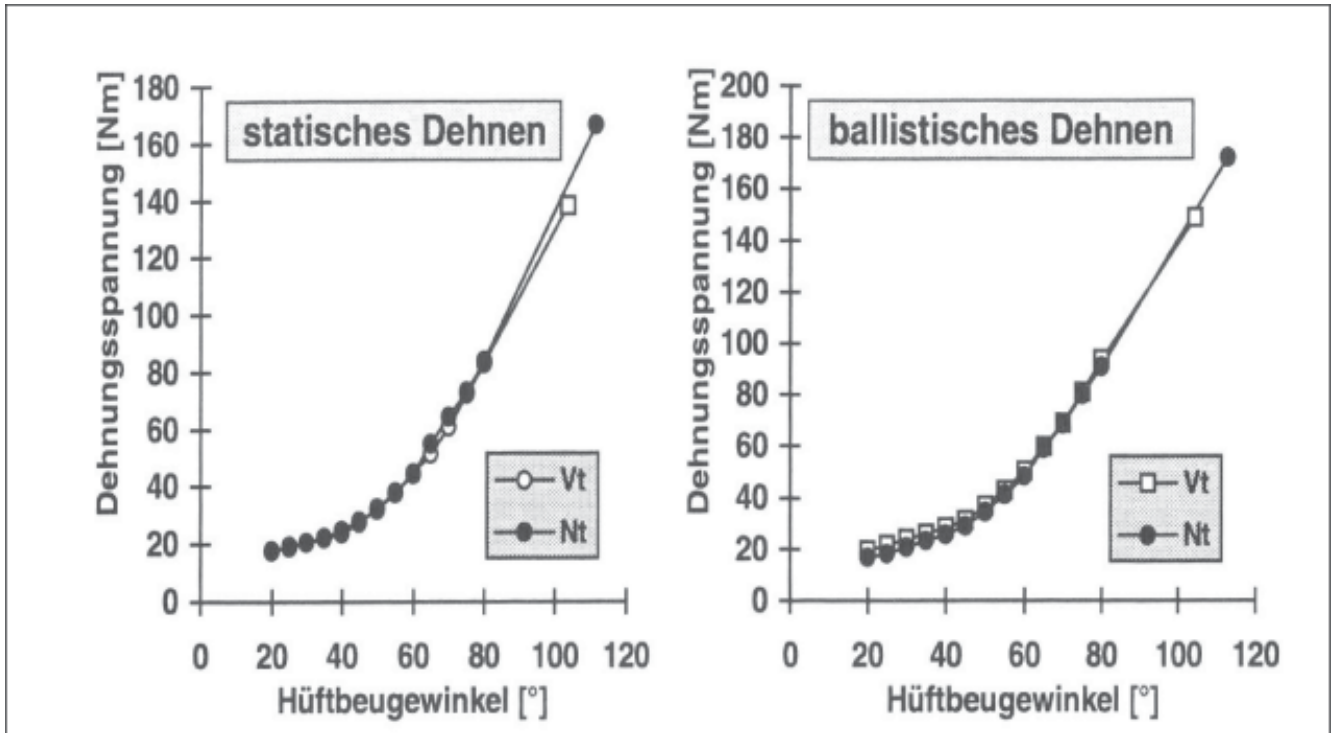
(nach KANDEL 1996, 533)

**Veränderung der neuronalen Erregbarkeit
(H-Reflex Amplitude) bei statischer Dehnung
mit maximalem Dehnungsgrad**



(GUISARD et al. 1988, 49)

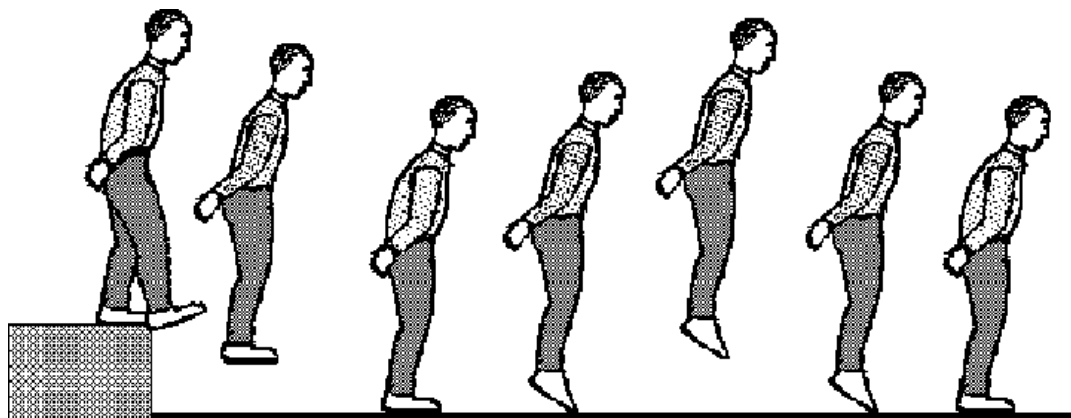
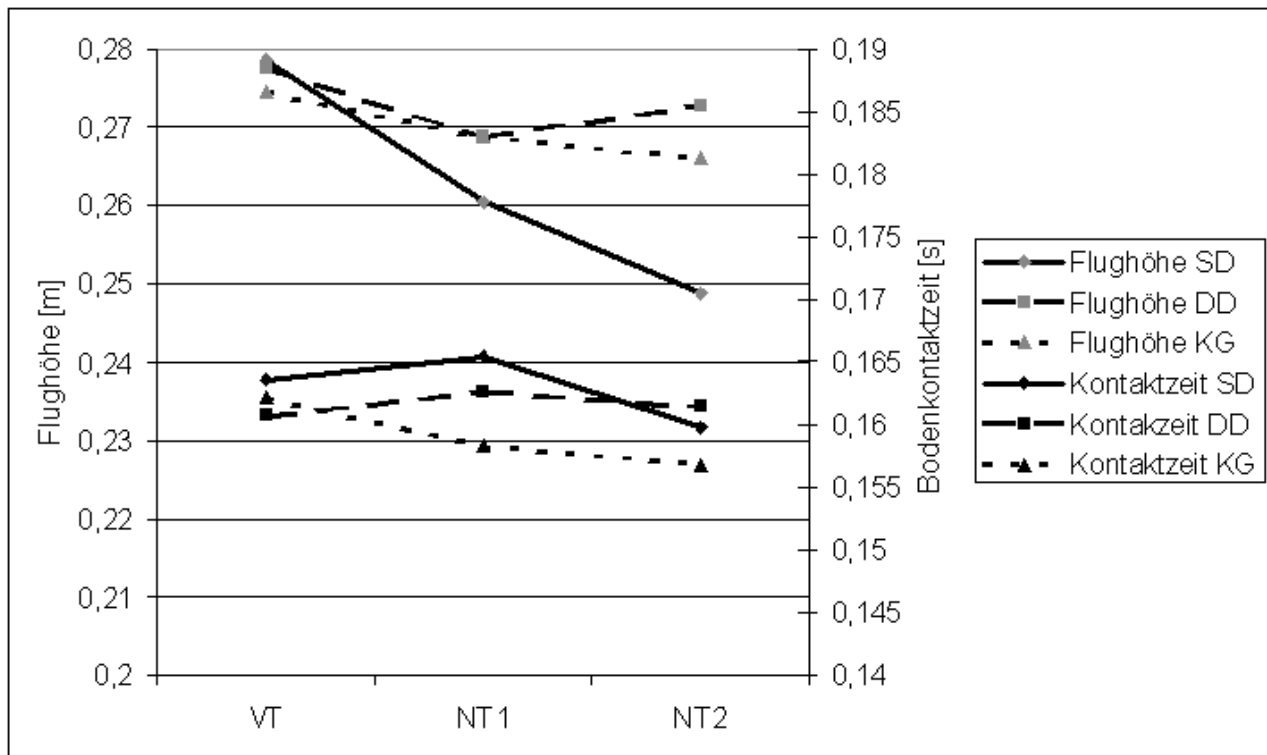
Veränderung der Dehnungsspannung durch verschiedene Dehnmethoden



Wiemann und Hahn (1997, 343) wiesen nach, dass nach einem 15-minütigen Dehntraining der unteren Extremität der Verlauf der Dehnungsspannung bei erneut ausgeführter Dehnung der ischiocruralen Muskulatur im Vergleich zu dem vor der Dehnung nicht signifikant verändert ist. Dies gilt sowohl für statisch als auch für dynamisch durchgeführte Dehnungen.

Die gleichzeitig beobachtete hochsignifikante Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit der Hüfte kann damit nicht durch Anpassungen im Bereich der viskoelastischen Strukturen der Muskel-Sehne-Einheit erklärt werden. Die Autoren belegen, dass die Verbesserungen der Beweglichkeit mit einer erhöhten maximal erträglichen Dehnungsspannung einhergehen und damit durch neuronale Anpassungen verursacht werden müssen. Sie vermuten eine erhöhte Toleranz der Schmerzrezeptoren des tendo-muskulären Systems als Ursache.

Dehntechniken und ihr Einfluss auf die Reaktivkraft



(Begert/Hillebrecht 2003)

Fazit: Ist Dehnen out? Nein, aber es muss zielgerichtet (kurzfristig, langfristig) eingesetzt werden und bedarf einer gewissen Methodenvielfalt!

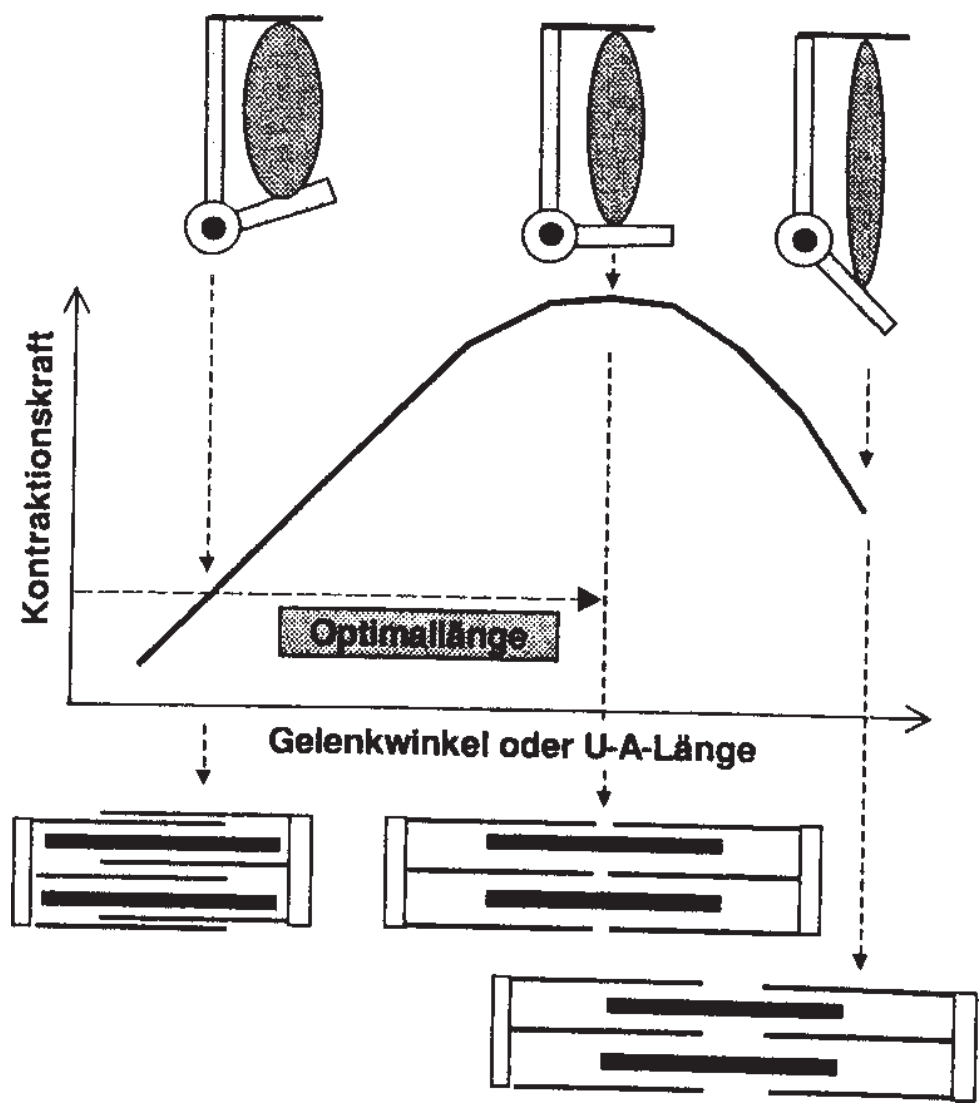
1. Es können sowohl dynamische als auch statische Dehnungen eingesetzt werden. Sie führen kurz- und langfristig zu den gleichen Ergebnissen bezüglich der Verbesserung der Bewegungsreichweite! Dies zeigen mittlerweile eine Fülle von Studien.
2. Dehnungsspannungen werden durch Dehnen nicht dauerhaft reduziert, so dass die erweiterten Bewegungsamplituden wohl nur auf neuronaler Ebene erklärbar sind. Vermutlich verändert sich die Schmerzrezeption.
3. Soll die langfristige 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!
4. Ein statisches Dehntraining sollte nicht in der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung eingesetzt werden, da es kurzfristig negative Auswirkungen auf die Kraftfähigkeiten hat! Das Ziel der kurzfristigen Steigerung der Leistungsfähigkeit scheint nicht erreicht zu werden.
5. Eine Verletzungsprophylaxe durch Dehntraining im Rahmen des Aufwärmens ist mittlerweile sehr umstritten (siehe auch 3.)!
6. Da während des Dehnens massive Dehnungsspannungen entstehen und diese vergleichbar sind mit den Dehnspannungen bei maximalen Kontraktionen, kann ein Dehntraining langfristig theoretisch sogar einen Kräftigungseffekt verursachen.
7. Eine Förderung der Reeneration ist nicht erkennbar, im Gegenteil kann durch Dehnen sogar die Erholungszeit verlängert werden!

Vermutete und experimentell nachgewiesene Effekte des Dehnens

	Kurzzeit-Dehnen		Langzeit-Dehnen	
	vermutete Effekte	erwiesene Effekte	vermutete Effekte	erwiesene Effekte
Dehnfähigkeit	↑	↑	↑	↑
Muskel-Ruhespannung	↓	↔	↓	↔ (↑)
Muskellänge	↑	↔	↑	↔
Länge der Muskelhüllen	↑	?	↑	?
Muskelkraft	↓	↔	↓	↔ (↑)
Leistungsfähigkeit	↑	↓	↑	(↑)
Dehnbelastungsfähigkeit		↑		↑
Verletzungsgefahr	↓	↑	↓	?

aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

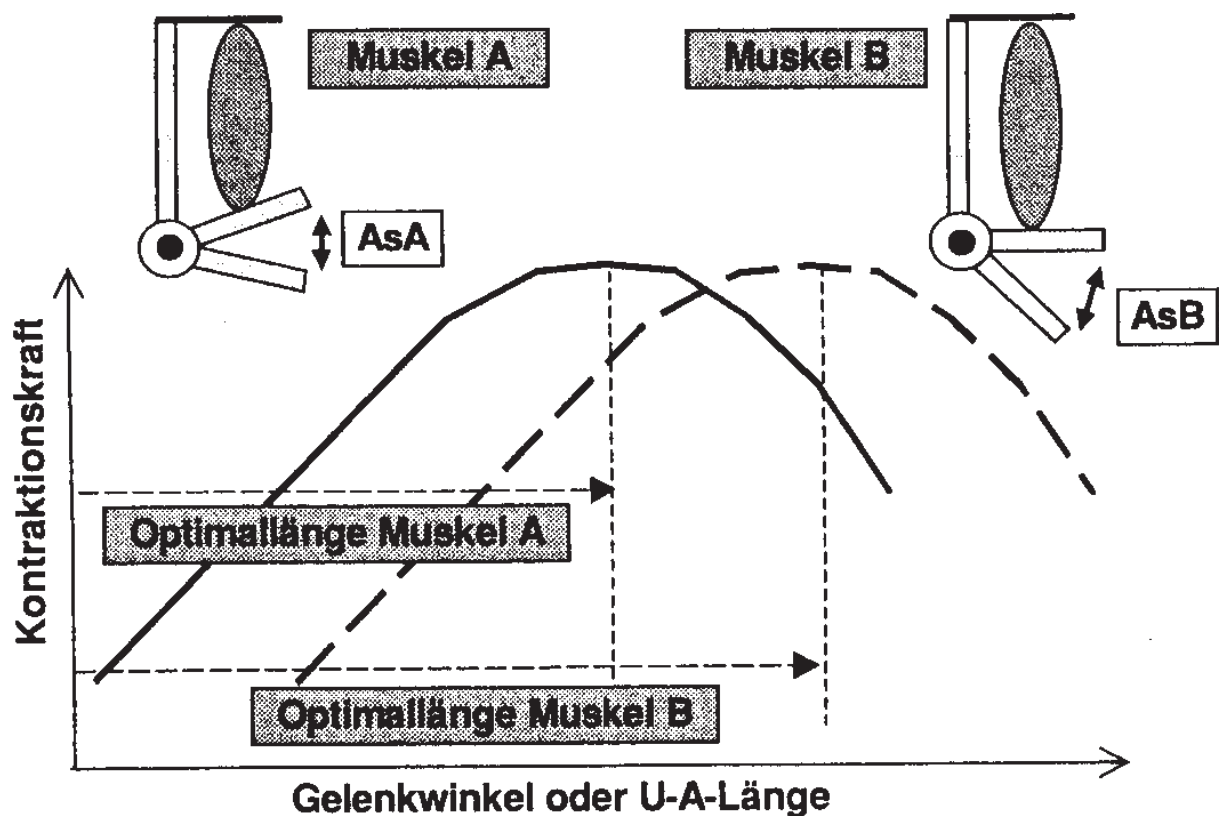
Kraft-Längen-Diagramm eines Muskels



U-A-Länge = Ursprung- Ansatz-Distanz

aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

Kraft-Längen-Diagramm von zwei Muskeln unterschiedlicher funktioneller Länge

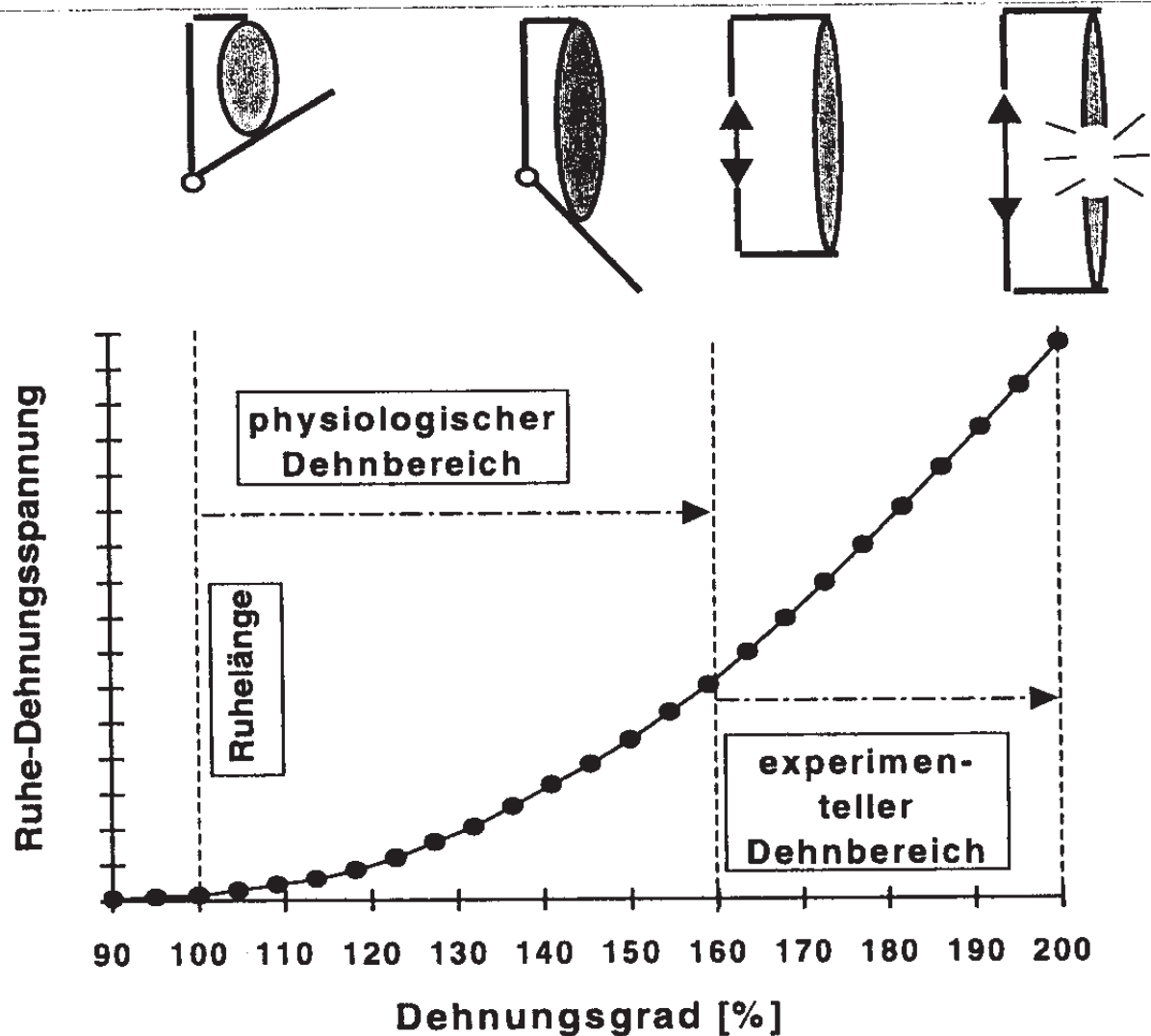


AsA, AsB: Arbeitssektor Muskel A oder B

U-A-Länge = Ursprung- Ansatz-Distanz

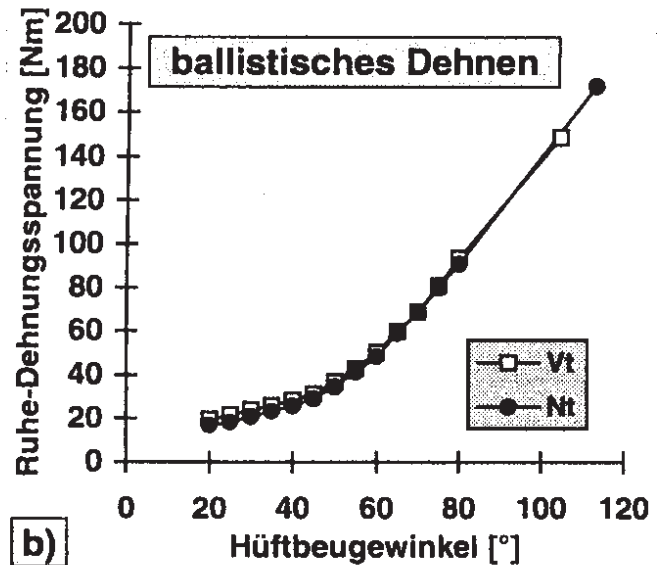
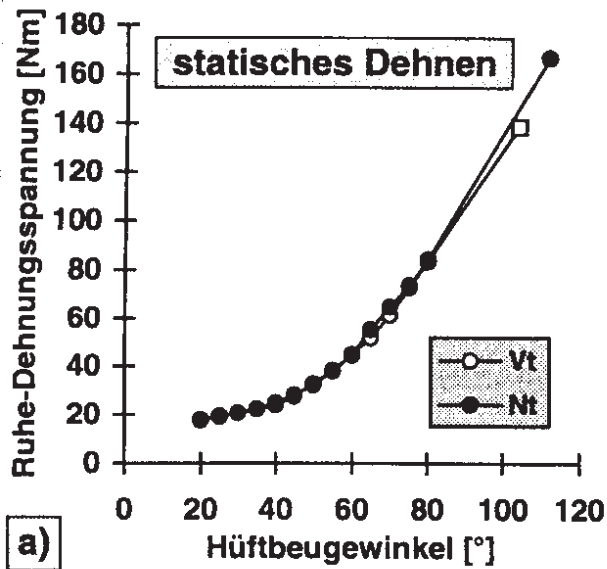
aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

Ruhespannungs-Dehnungskurve im physiologischen und experimentellen Bereich

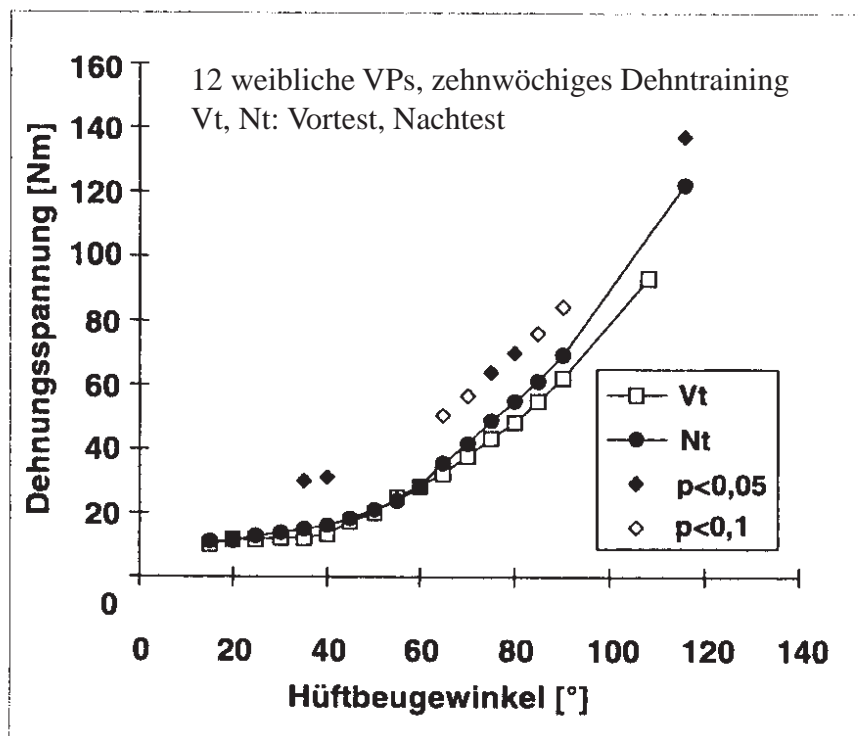


aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

Ruhspannungs-Dehnungskurven der ischiocruralen Muskulatur nach Dehnung

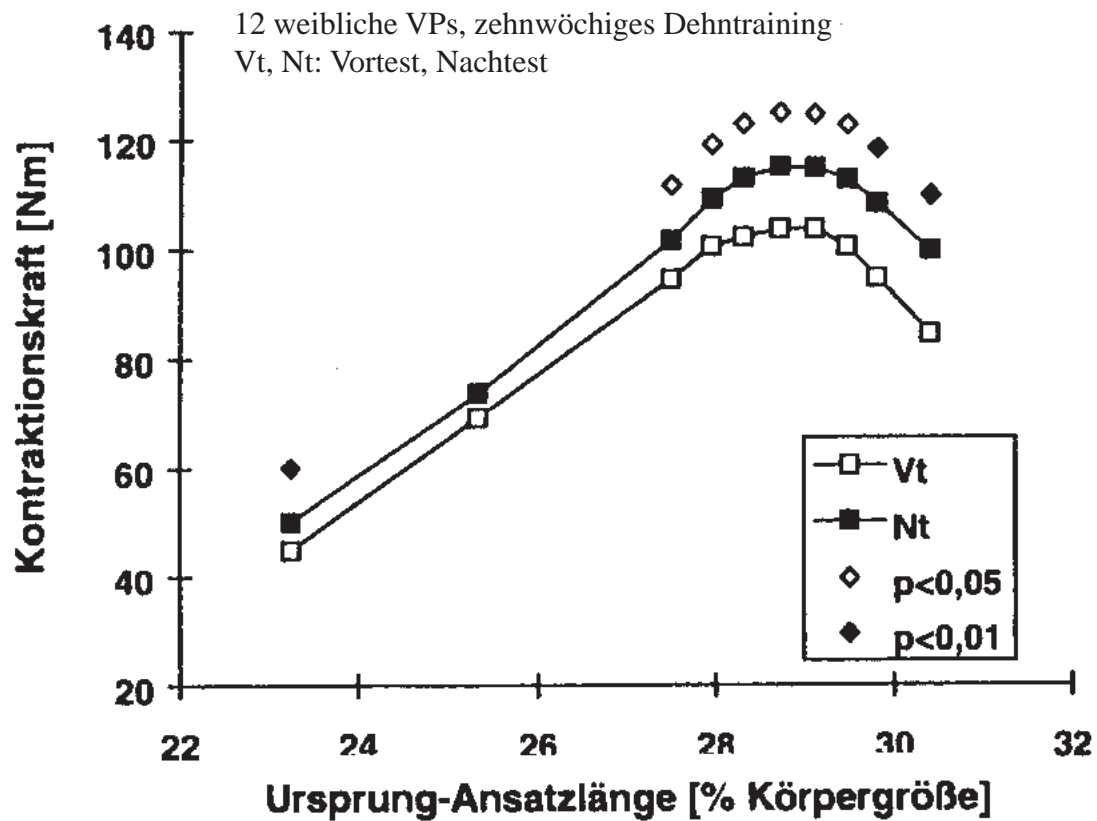


vor (Vt) und nach (Nt) 15 minütigem statischen bzw. dynamischem Dehnen
 Vt, Nt: Vortest, Nachttest



aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

Ruhespannungs-Dehnungskurven der ischiocruralen Muskulatur nach Training



aus: Wiemann, K. (2000). Effekte des Dehnens und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. In: Siewers, M. Muskelkrafttraining. Band 1: Ausgewählte Themen. Kiel: Eigenverlag.

Parameter in der Reaktivkraftstudie

Parameter	Bedeutung	Einheit
h	Maximale Erhöhung des KSP während der zweiten Flugphase (bestimmt über Flugzeitverfahren)	m
t_k	Bodenkontaktzeit (Dauer des ersten Bodenkontaktes)	s
RI	Reaktivitätsindex (Quotient aus Flugzeit und Bodenkontaktzeit)	m/s
IEMG RIA-Phase des VM	Integral des gleichgerichteten EMG des M. vastus medialis während der reflexinduzierten Phase (31-120 ms nach Beginn des Bodenkontaktes)	mVs
IEMG RIA-Phase des SO	Integral des gleichgerichteten EMG des M. soleus während der reflexinduzierten Phase (31-120 ms nach Beginn des Bodenkontaktes)	mVs

Ergebnisse der Reaktivkraftstudie

