Klaus Wiemann/Andreas Klee

Dehnen und Stretching - Effekte, Methoden, Hinweise für die Praxis

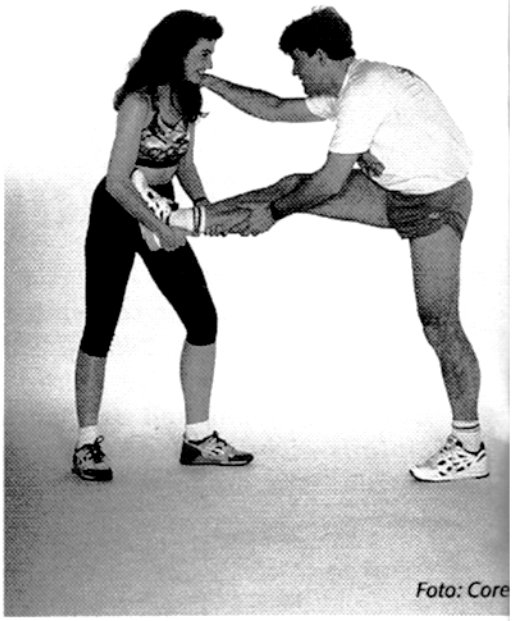


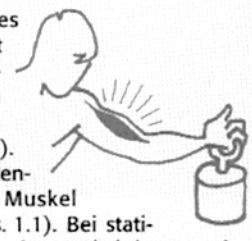
Foto: Core

Dehnen ist "in"! Alle Welt "stretcht"! Kein Aufwärmprogramm ohne "statisches Stretching"! Keine Muskeltherapie ohne "sanftes Dehnen"! Kaum eine Wirkung auf den Muskel, die man dem Dehnen nicht zuschreibt: So soll Dehnen den Muskel verlängern, Muskelverspannungen beseitigen, Muskelverkürzungen aufheben, die Muskelruhespannung senken, die Muskelelastizität verbessern, die Gelenkreichweite vergrößern, muskuläre Dysbalancen beheben, die Leistungsfähigkeit des Muskels steigern, vor Muskelverletzungen und Muskelkater schützen und vieles mehr. Forscht man in der medizinischen und trainingsbiologischen Fachliteratur nach, muss man jedoch feststellen, dass nur die wenigsten Wirkungen des Dehnens auf den Muskel experimentell bestätigt wurden. Wie ist diese Diskrepanz zwischen Anspruch und Wirklichkeit zu verstehen?

1. Vermutungen über die Wirkung des Dehnens

Behandelt man einen über ein Gelenk ziehenden Muskel oder eine Muskelgruppe mehr oder weniger systematisch mit Dehnungsübungen, lässt sich leicht feststellen, dass die *Reichweite* (die Bewegungsamplitude) in diesem Gelenk nach der Behandlung größer ist als vorher. Zusätzlich empfindet man nach intensivem Dehnen im Körper, speziell in den gedehnten Muskeln, ein angenehmes Gefühl der Entspanntheit und Lockerheit. Insbesondere diese subjektiven Befindlichkeiten nach intensivem Dehnen scheinen die Ursache dafür zu sein, dass in Trainingslehre, Funktionsgymnastik und Physiotherapie dem Stretching die vielfältigen, oben aufgelisteten Effekte zugeschrieben werden. Ein weiterer Grund für den Eifer, mit dem Stretching allseits betrieben wird, scheint die verbreitete Bereitschaft zu sein, Verkündern populärwissenschaftlicher Heilslehren zu folgen – und dies um so eher, je vehementer diese Propheten ihre Doktrin als allein gültige Wahrheit vertreten ("das richtige Dehnen", "Stretching ist mehr als nur Dehnen!").

Um aufzuzeigen, welche der Annahmen über die Wirkungsweise des Dehnens nach dem derzeitigen Wissensstand berechtigt sind und welche Effekte man von einem Stretching guten Gewissens erhoffen kann, müssen Begriffe wie *Muskeldehnung, Muskelspannung* und *Muskellänge* definiert werden (Tab. 1 und 1a). Dazu ist es auch notwendig, auf einige Aspekte der Struktur des Muskels (Abb. 1 und 2) und der Funktion der Muskelfaser einzugehen, so weit es für das Verständnis des Themas notwendig ist.

Ein Muskel...	
1.1 ... ist **gedehnt**, (... befindet sich im Zustand der Dehnung,)	wenn bei der aktuellen Gelenkstellung Ursprung- und Ansatzstellen weiter voneinander entfernt sind als bei einer Gelenkmittelstellung.
1.2 ... ist **entdehnt**, (... befindet sich im Zustand der Entdehnung,)	wenn bei der aktuellen Gelenkstellung Ursprung- und Ansatzstellen stärker einander angenähert sind als bei einer Gelenkmittelstellung.
2.1 ... ist **angespannt** (aktiv), (... ist kontrahiert, ... befindet sich im Zustand der **Kontraktion**,)	wenn er auf Veranlassung eines Nervenbefehls aktiv ist und Kraft erzeugt. [Bei positiver bzw. konzentrischer Kontraktion ***verkürzt*** sich der Muskel, er gelangt in einen Zustand der Entdehnung (s. 1.2). Während einer negativen bzw. exzentrischen Kontraktion wird der Muskel durch äußere Kräfte ***gedehnt*** (s. 1.1). Bei statischer Kontraktion bleibt die Länge des Muskels konstant.] 
2.2 ... ist **entspannt** (inaktiv), (... ist relaxiert,)	wenn er sich im Zustand der **Ruhe** (Inaktivität) befindet.
2.3 ... ist ***verspannt***,	wenn er im Zustand der Inaktivität (s. 2.2) durch krankhafte Prozesse (Kontraktur, Hartspann, Myogelose...) einen eher angespannten Eindruck (s. 2.1) vermittelt.

Tab. I: Definitionen von Längen-, Dehnungs- und Funktionseigenschaften des Muskels.

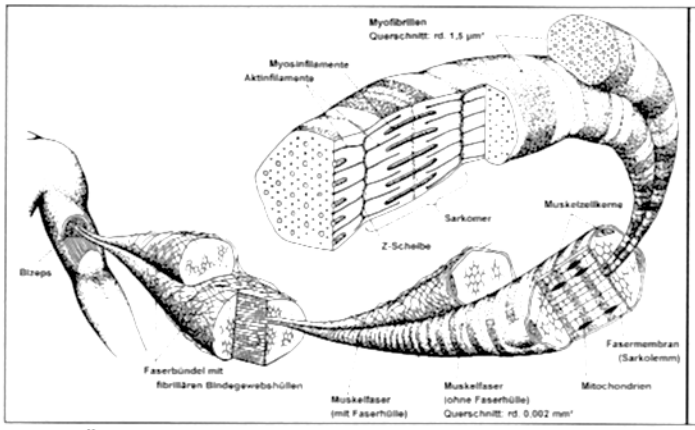


Abb. 1: Übersichtsdarstellung zur Struktur des Muskels.

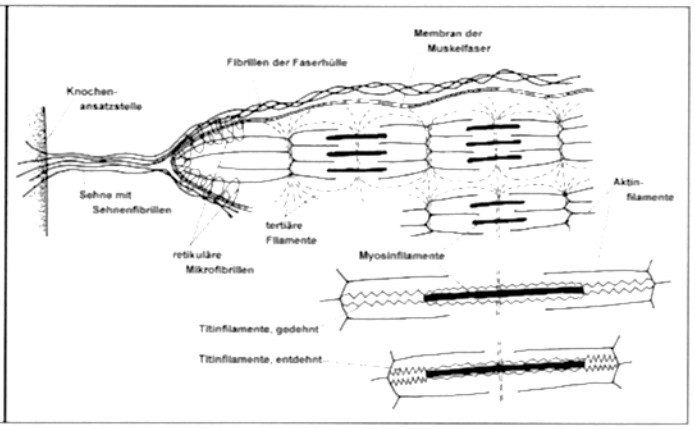


Abb. 2: Halbschematische Darstellung der fibrillären Struktur der Muskelfaser und der Sehne (vgl. Abb. 1).

2. Eigenschaften, Struktur und Funktion des Muskels

2.1 Das Ruhespannungs-Dehnungsverhalten des Muskels

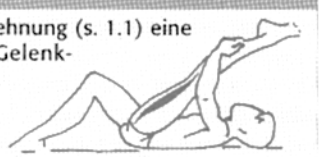
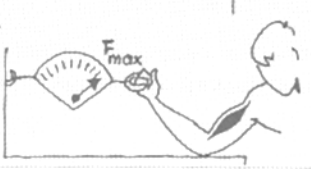
Muskeln besitzen in der Regel zwei Knochen-Anheftstellen, den rumpfnahen *Ursprung* und den rumpffernen *Ansatz*, zwischen denen sich ein oder mehrere Gelenke befinden. Da sich die Schenkel der Gelenke hin- und herbewegen lassen, muss gewährleistet sein, dass sich der Muskel auch im ruhenden, entspannten Zustand in seiner Länge der jeweiligen Gelenkstellung anpassen kann und möglichst nicht durchhängt. Aus diesem Grunde ist der Muskel *elastisch*. Wird beispielsweise ein Gelenk aus einer Beugestellung in eine Streckstellung gebracht (d.h., wird der Beugewinkel vergrößert), werden zwangsläufig **U**rsprung- und **A**nsatzstelle des Muskels auf der Beugeseite des Gelenkes von einander entfernt, (= die **U-A**-Distanz wird vergrößert), folglich wird der Beugemuskel in die Länge gezogen (Abb. 3), er wird *gedehnt*. Wird anschließend das Gelenk wieder durch äußere Kräfte gebeugt, zieht sich der Muskel aufgrund seiner Elastizität aus dem gedehnten Zustand in einen *entdehnten* Zustand zusammen (Die wichtigsten Zustände und Eigenschaften des Muskels sind in Tab. 1 und 1a definiert).

Während eines Dehnungsvorganges setzt der nicht aktive, *ruhende* Muskel der dehnenden Kraft einen Widerstand, die *Ruhespannung* oder *Dehnungsspannung*, entgegen. Diese steigt mit zunehmender Dehnung an, jedoch nicht linear, sondern umso steiler, je weiter die Dehnung fortschreitet (Abb. 3). Im Laufe des Vorganges der *Entdehnung* geht die Ruhespannung in der Regel wieder auf den Ausgangswert zurück.

Die Ruhespannung (der Ruhe*tonus*) eines bestimmten Muskels ist in einem gegebenen Gelenkwinkel bei unterschiedlichen Personen unterschiedlich hoch. Man kann von einem *straffen* (hochtonigen) Muskel bzw. von einem *lockeren* (niedertonigen) Muskel sprechen.

Wie weit sich ein Gelenk beugen oder strecken lässt, d.h., wie groß die *Gelenkreichweite* ist, hängt ab

- von der knöchernen Umgebung des Gelenkes (= Knochenhemmung, Abb. 4a) und/oder
- von der das Gelenk umgebenden Gewebemasse (= Massenhemmung, Abb. 4b) und/oder
- von der *Muskeldehnfähigkeit* (= Muskelhemmung, Abb. 4c, d.h., das Gelenk lässt sich so weit beugen oder strecken, wie sich die über das Gelenk ziehenden Muskeln dehnen lassen. Da sich hier in extremen Dehnstellungen das Spannungsgefühl im Muskel bis zu einem Dehnungsschmerz

Ein Muskel...	
3.1 ... ist **dehnfähig**, (... besitzt eine hohe Dehnfähigkeit,)	wenn er im Zustand der Dehnung (s. 1.1) eine vergleichsweise[1)] **große** Gelenkreichweite zulässt. 
3.2 ... ist **dehn*un*fähig**, (... besitzt eine geringe Dehnfähigkeit, [**fälschlicherweise**: ... *ist* ***kurz*** bzw. ***verkürzt***,])	wenn er im Zustand der Dehnung (s. 1.1) eine vergleichsweise[1)] **geringe** Gelenkreichweite zulässt.
4.1 ... ist **niedertonig**, "locker", (... besitzt eine niedrige Ruhespannung,)	wenn er bei mittlerer Gelenkstellung im entspannten (ruhenden, inaktiven) Zustand (s. 2.2) eine vergleichsweise[1)] **niedrige** Spannung auf das Gelenk ausübt.
4.2 ... ist **hochtonig**, "straff", (... besitzt eine hohe Ruhespannung,)	wenn er bei mittlerer Gelenkstellung im entspannten (ruhenden, inaktiven) Zustand (s. 2.2) eine vergleichsweise[1)] **hohe** Spannung auf das Gelenk ausübt.
5.1 ... ist **kurz**, (... besitzt eine geringe funktionelle Länge,)	wenn er das Maximum der Kontraktionskraft (s. 2.1) in einem vergleichsweise[1)] ***entdehnten*** Zustand (s. 1.2) erreicht.
5.2 ... ist **lang**, (... besitzt eine große funktionelle Länge,)	wenn er das Maximum der Kontraktionskraft (s. 2.1) in einem vergleichsweise[1)] ***gedehnten*** Zustand (s. 1.1) erreicht. 

[1)] bezogen auf einen als Norm geltenden Durchschnittswert.

Tab. Ia: Definitionen von Längen-, Dehnungs- und Funktionseigenschaften des Muskels.

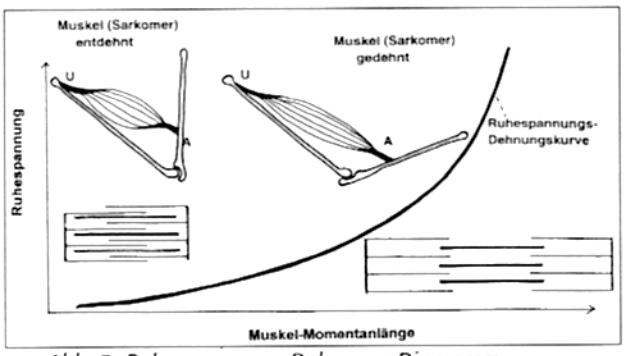


Abb. 3: Ruhespannungs-Dehnungs-Diagramm. A: Muskelansatz. U: Muskelursprung

steigern kann, hängt die Gelenkreichweite bzw. die Gelenkigkeit häufig davon ab, welchen Dehnungsschmerz eine Person zu ertragen bereit ist = Dehnbelastungsfähigkeit.) und/oder

- von den Gelenkbändern (= Bänderhemmung, Abb. 4d).

Nur in Gelenken, deren Reichweite durch Muskelhemmung begrenzt wird, können Dehnübungen und Stretching zu einer Verbesserung der Gelenkigkeit führen.

2.2 Die fibrilläre Struktur des Muskels

Diejenigen Strukturen, die für die Elastizität des ruhenden Muskels verantwortlich zeichnen, sind die verschiedenen Arten von *Fibrillen und Filamenten* (langen, dünnen Eiweißfäden), die in unterschiedlichster Weise außerhalb und innerhalb der Muskelfasern, den Bauelementen des Muskels, angeordnet sind (Abb. 1 und 2).

Außerhalb der Muskelfaser liegen Bindegewebsfibrillen (kollagene Mikrofibrillen), die sowohl die gitterstrumpfartigen Hüllen der Muskelfasern und der Faserbündel (Abb. 1), als auch die Sehne (Abb. 2) bilden. *Innerhalb* der Muskelfaser müssen zwei Fibrillengruppen beachtet werden, nämlich einerseits die bekannten, zur aktiven Kontraktion fähigen („kontraktilen") Myofibrillen, die aus Aktin- und Myosinfilamenten bestehen, und diejenigen Mikrofibrillen, deren vernetztes System das Strukturgitter innerhalb der Faser darstellt. Dieses filamentäre Gitter ist für die Aufrechterhaltung der Organisation innerhalb der Faser verantwortlich und stellt die Verbindung der kontraktilen Fibrillen untereinander und mit der Fasermembran her (= Intermediärfilamente; Abb. 2). Eine letzte Gruppe von fadenartigen Eiweißmolekülen (retikuläre Mikrofibrillen) verbindet die Sehnenfibrillen außerhalb der Muskelfaser mit den Aktinfilamenten im Faserinneren (Abb. 2).

Während eines Stretchings werden all diese Fibrillenstrukturen in die Länge gezogen, wobei sie sich straffen („spannen"). Hier sind vor allem die Fibrillen des inneren Strukturgitters der Muskelfaser für die Erzeugung der Ruhespannung verantwortlich, insbesondere die hochelastischen *Titinfilamente*, die sich im Sarkomer von der Z-Scheibe bis zu den Myosinfilamenten ausspannen und deren Aufgabe es ist, nach einer Dehnung die Myosinfilamente wieder in Richtung Z-Scheibe zu ziehen und so die Sarkomere (und die ganze Muskelfaser) wieder in den entdehnten Zustand zu bringen (Abb. 2).

2.3 Ein Längenmaß für den Muskel

Die *absolute* Länge eines Muskels hängt - wie dargestellt - davon ab, in welcher Winkelstellung sich das zugehörige Gelenk gerade befindet. Zusätzlich beeinflussen individuelle Bedingungen wie Körpergröße, Knochenstruktur oder die Geometrie von Ursprungs- und Ansatzstelle die absolute Muskellänge, d.h. die U-A-Distanz des Muskels. Um die Länge gleicher Muskeln bei unterschiedlichen Personen oder die Länge ein und desselben Muskels vor und nach einer Dehnungsbehandlung vergleichen zu können, muss ein Längenmaß zur Verfügung stehen, das von individuellen Gegebenheiten und momentanen Gelenkstellungen weit gehend unabhängig ist. Ein solches Maß liefert die *Kraft-Längenrelation* des Muskels:
Ein Muskel kann in den einzelnen Gelenkwinkelstellungen trotz gleicher, konstant maximaler Anstrengung nicht gleich große Kontraktionskräfte über die Sehne auf die Knochenansatzstellen wirken lassen. In einer mittleren Gelenkwinkelstellung ist die Kontraktionskraft in der Regel größer als in extremen Beuge- oder Streckstellungen.

Ursache dafür ist folgende Erscheinung:
Bei unterschiedlichen Gelenkstellungen, d.h., bei unterschiedlichem Dehnungsgrad der Muskeln, findet man in den Sarkomeren eine entsprechend unterschiedlich starke "Überlappung" der Aktin- und Myosinfilamente (Abb. 2; s. auch Abb. 1), also derjenigen Filamente, zwischen denen sich bei aktivem Muskel Querverbindungen ("Querbrücken") bilden, was zum Erzeugen der Muskelkraft führt. Überlappen sich die Filamente optimal, etwa bei einer mittleren Sarkomerlänge, wird die größte Kraft freigesetzt (Abb. 5, Mitte). Ist das Sarkomer stärker gedehnt, können sich aufgrund ungünstiger Filamentüberlappung nur eine geringe Anzahl von Querbrücken bilden. Somit ist die freigesetzte Kontraktionskraft entsprechend niedriger (Abb. 5, rechts). Wird dagegen das Sarkomer in einer entdehnten Phase zur Kontraktion gebracht, stauchen sich die Myosinfilamente an den Z-Scheiben, was ebenfalls einen entsprechenden Kraftverlust darstellt (Abb. 5, links).

Wenn nun beispielsweise ein Beugemuskel einer Person X die Maximalkraft in einer stärkeren Beugestellung (Abb. 6, links) des zugehörigen Gelenkes erzeugt als der gleiche Muskel der Person Y, der die Maximalkraft in einer weniger stark gebeugten Gelenkstellung (Abb. 6, rechts) erreicht, heißt das, dass in ein und derselben Winkelstellung die Muskeln der beiden Personen unterschiedlich stark gedehnt sind. Überlappen sich beispielsweise die Aktin- und Myosinfilamente der Sarkomere bei Person Y optimal, so ist dies bei Person X nur noch geringfügig der Fall. Daraus ist zu folgern, dass der Muskel der Person X *kürzer* ist als der gleiche Muskel der Person Y.

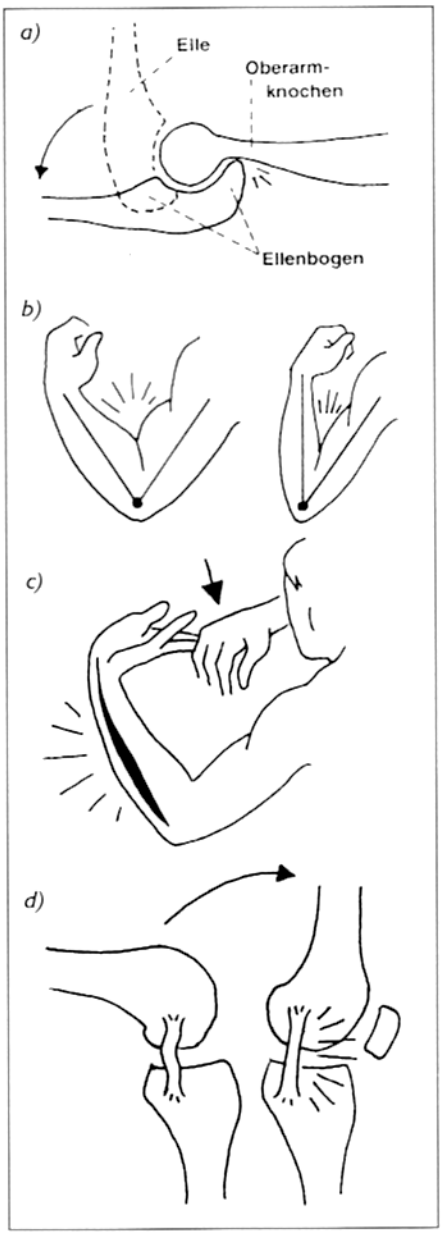


Abb. 4: Beispiele einer knöchernen Gelenkhemmung (a), Massenhemmung (b), Muskelhemmung (c) und Bänderhemmung (d).

Somit lässt sich die funktionelle Länge identischer Muskeln bei unterschiedlichen Personen durch den Gelenkwinkel bestimmen, in dem der Muskel die Maximalkraft erzeugen kann.

Die zugehörige Muskellänge ließe sich *Standardlänge, Optimallänge* oder *Medianlänge* nennen. Sie gibt zusammen mit der Gradangabe der zugehörigen Gelenkstellung das Maß für die funktionelle Länge des Muskels. In der Regel entwickeln sich die Muskeln derart, dass sich die Optimallänge in demjenigen Gelenkwinkelbereich befindet, in dem der jeweilige Muskel bei den Alltagsbewegungen und bei der Arbeit am stärksten beansprucht wird und deshalb am mühelosesten arbeiten sollte.

Andererseits: Würde man an einem bestimmten Muskel einer Person feststellen, dass sich nach einer Trainingsmaßnahme, etwa einem Kraft- oder einem Dehnungstraining, die Medianlänge, also derjenige Dehnungsgrad, in dem die Maximalkraft erlangt wird, in einem anderen Gelenkwinkel auftritt, als das *vor* dem Training der Fall war, könnte man daraus eine Veränderung der funktionellen Muskellänge ableiten.

3. Der Einfluss des Dehnens und die sportpraktischen Konsequenzen

Aus der Beschreibung der fibrillären Strukturen des Muskels sowie deren Aufgaben sollte man in Hinblick auf die Wirkungsweise von Dehnübungen zweierlei folgern:
Ist es die Aufgabe der Strukturfilamente, speziell der Titinfilamente, die Organisation innerhalb der Muskelfaser aufrechtzuhalten und aufgrund ihrer Elastizität die Muskeln nach Dehnung wieder in ihren Ausgangszustand zurückzuführen, sollte man nicht erwarten, dass ihre elastische Spannung nach Dehnungen abnimmt; denn das würde bedeuten, dass sie ihre Aufgaben zunehmend schlechter erfüllen könnten; sie würden "ausleiern". Auch eine Veränderung der funktionellen Muskellänge durch Dehnen müsste den Effekt mit sich bringen, dass der Muskel im ursprünglichen Arbeitsbereich nicht mehr seine optimale Kraft erzeugen könnte. Beide Erscheinungen wären aus biologischer Sicht nicht sinnvoll. Welche Effekte des Muskeldehnens lassen sich nun tatsächlich objektiv nachweisen?

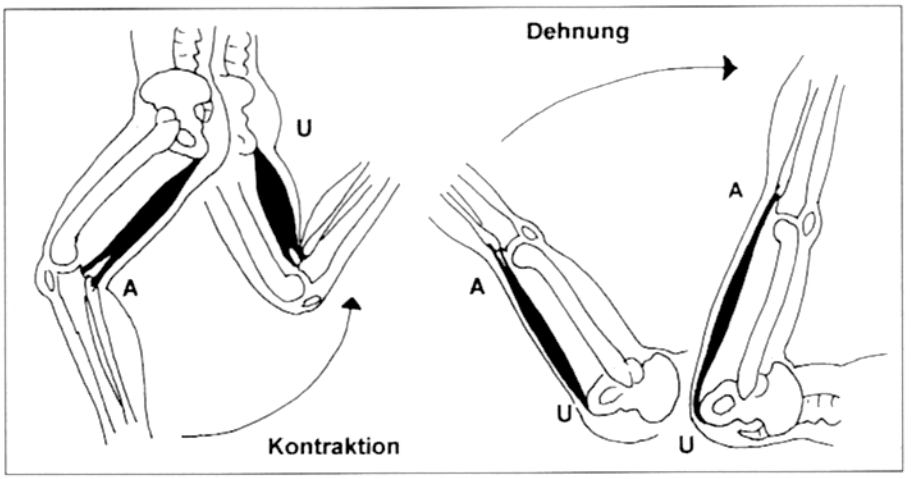


Abb. 7: Verlauf der hinteren Oberschenkelmuskeln A: Muskelansatz. U: Muskelursprung

Will man den Einfluss von Stretching auf die Dehnfähigkeit, die Ruhespannung und die funktionelle Länge eines Muskels überprüfen, benötigt man ein Gelenk oder Gelenksystem, das in seiner Bewegung ausschließlich durch die Spannung des untersuchten Muskels begrenzt wird. Zusätzlich benötigt man Apparaturen, versehen mit Winkelmessern und Kraftsensoren, mit deren Hilfe man die Gelenkstellungen und die Dehnungsspannungen objektiv bestimmen kann. Dies trifft für das Hüftgelenk und für die Muskeln der Oberschenkelrückseite zu, die als Kniebeuger und Hüftstrecker gelten (Abb. 7). Die verwendeten Messapparaturen prüfen nun, inwieweit diese Muskeln eine Hüftbeugebewegung bei gestrecktem Knie durch ihre Dehnungsspannung begrenzen. Da man solche Tests an anderen Gelenken des menschlichen Körpers weniger erfolgreich durchführen kann, ist es nicht verwunderlich, dass sich Untersuchungen und Experimente zur Wirkung eines Stretchings überwiegend mit den Muskeln der Oberschenkelrückseite befassen (Die allgemein erwarteten und experimentell nachgewiesenen Effekte des Dehnens sind in Tab. II zusammengefasst.).

3.1 Vielfach nachgewiesen: die Dehnfähigkeit lässt sich verbessern!

Unbestritten ist der Einfluss aller Dehnungsmethoden auf die Vergrößerung der Gelenkreichweite. Dies ist in einer Vielzahl von Einzelstudien nachgewiesen. Dabei unterscheidet sich die Wirksamkeit des konventionellen rhythmischen (federnd-wippenden) Dehnens trotz vielfacher Beteuerung nicht von der des Stretchings oder ist in Einzelfällen sogar höher (s. Kap. 5.2).

Die einzige gerechtfertigte Schlussfolgerung, die sich aus der Vergrößerung der Gelenkreichweite ziehen lässt, ist die Annahme ei-

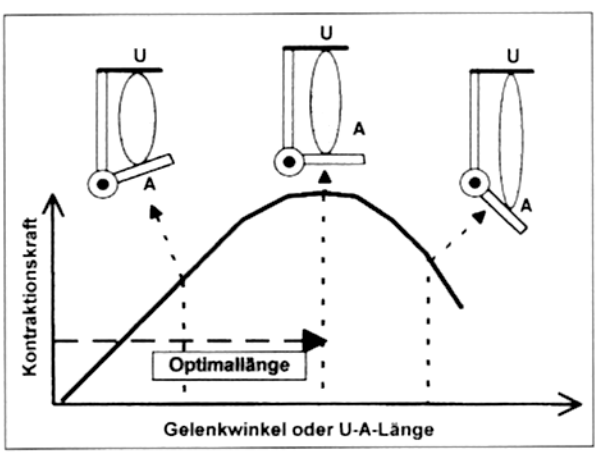


Abb. 5: Kraft-Längen-Diagramm.
A: Muskelansatz. U: Muskelursprung

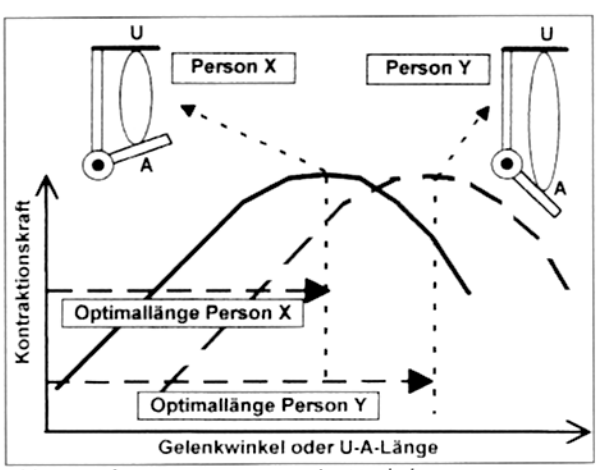


Abb. 6: Kraft-Längen-Kurven zweier Muskeln von unterschiedlicher Länge.

	Kurzzeit-Dehnen (eine 10-20 min Dehntrainingseinheit)		Langzeit-Dehnen (eine mehrtägige bis mehrwöchige Dehntrainingsperiode)	
	vermutete Effekte	erwiesene Effekte	vermutete Effekte	erwiesene Effekte
Dehnfähigkeit (Gelenkreichweite)	↑	↑	↑	↑
Dehnbelastungsfähigkeit		↑		↑
Muskel-Ruhespannung	↓	↔	↓	↔ (↑)
Muskellänge	↑	↔	↑	↔
Länge der Muskelhüllen	↑	?	↑	?
Muskelkraft	↓	↔	↓	↔ (↑)
Leistungsfähigkeit	↑	↓	↑	(↑)
Verletzungsgefahr (Muskelkater)	↓	↑	↓	?

↑ : steigt; ↓ : nimmt ab; ↔ : bleibt konstant

Tab. 2: Vermutete und experimentell nachgewiesene Effekte des Dehnens

Prof. Dr. Klaus Wiemann

ist Inhaber des Lehrstuhls für Sportwissenschaft, Schwerpunkt Bewegungslehre, an der Universität Wuppertal. Seine derzeitigen Forschungsschwerpunkte sind funktionelle Anatome sportlicher Bewegungen, insbesondere die physikalischen, koordinativen und trainingsphysiologischen Grundlagen des Sprintlaufs, sowie Auswirkungen unterschiedlicher Trainingsbelastungen auf Längen- und Dehnungseigenschaften des Muskels.

Dr. Andreas Klee

ist Lehrer an einer Gesamthochschule in Duisburg. 1993 promovierte er über das Thema "Haltung, muskuläre Balance und Training". Neben Veröffentlichungen im thematischen Bereich der Dissertation existieren Aufsätze zur Theorievermittlung in der Oberstufe zum Kraft-, Zirkel- und Dehnungstraining.

Anschrift der Verfasser:
Bergische Universität
Gesamtschule Wuppertal
Fachbereich Erziehungswissenschaften
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal

ner verbesserten Dehnfähigkeit des Muskels (Tab. 2). Da sowohl nach kurzzeitigem Dehnen (= nach einer 10 – 20 min dauernden Trainingseinheit) als auch nach langzeitigem Dehnen (= nach mehrwöchigem regelmäßigem Dehnen) der Sportler bzw. sein Muskel größere dehnende Spannungen erträgt, kann die Vergrößerung der Dehnfähigkeit durch eine Steigerung der Dehnbelastungsfähigkeit (d.h. durch eine Gewöhnung an große Dehnungsspannungen) begründet werden.

Somit sind Dehnübungen verlässliche Methoden zur Verbesserung der Muskeldehnfähigkeit sowie - als Folge davon - der Gelenkigkeit und im sportlichen Training unter anderem überall dort einzusetzen, wo es darum geht,

- *den Beschleunigungsweg durch weit räumige Ausholbewegungen zu vergrößern (z.B. bei leichtathletischen Würfen, Schlagbewegungen in Ballsportarten, Ausholen beim Rudern u.a.) oder*
- *durch disziplinspezifische Gelenkigkeit Leistungsverbesserungen zu erzielen (z.B. beim Hürdensprint, Hochsprung, Gerätturnen u.a.).*

3.2 Absenken der Muskelruhespannung und Steigerung der Muskelelastizität - nach wie vor umstritten!

Dem Dehnungstraining wird häufig ein Effekt zur Minderung der Muskelruhespannung zugeschrieben (s. oben). An den hinteren Oberschenkelmuskeln konnte dies weder bei kurzzeitigen Dehnübungen noch bei einem langzeitigen Dehnungstraining nachgewiesen werden. Vielmehr zeigte eine Gruppe weiblicher Versuchspersonen nach 10-wöchigem Dehnungstraining eine leicht erhöhte Muskeldehnspannung. Intensivstes Dehnungstraining hat außer einem gewissen Aufwärmeffekt offensichtlich auch keinen Einfluss auf die Muskelelastizität - glücklicherweise, sonst müsste man im Hinblick auf Schnellkraftleistungen eine Verschlechterung der Kraftübertragung vom Muskel auf den Knochen befürchten. Da dies offensichtlich nicht der Fall ist, bleibt als *trainingspraktische Konsequenz: Auch Schnellkraftsportler dürfen dehnen (s. jedoch Kap. 3.4)!*

3.3 Die Länge und Kraft des Muskels bleiben konstant!

In einem Experiment mit 25 Erwachsenen konnte ein 10-wöchiges Dehnungstraining die Länge der hinteren Oberschenkelmuskeln nicht beeinflussen, obwohl die Dehnfähigkeit um rund 20% gesteigert wurde. Selbst die hinteren Oberschenkelmuskeln von Leistungsturnern mit ihrer extremen Dehnfähigkeit erreichten ihr Kraftmaximum in der gleichen Gelenkwinkelstellung wie eine Stichprobe durchschnittlich dehnfähiger Sportstudenten. Ob diese Befunde auch für andere Muskeln gelten, etwa für die Arm- und Schultermuskeln, kann derzeit noch nicht beantwortet werden.

Ein negativer Einfluss von langfristigem Dehntraining auf die Muskelkraft, vor dem gelegentlich gewarnt wird, konnte in Experimenten nicht nachgewiesen werden - im Gegenteil: Besonders bei weiblichen Versuchspersonen war die Kraft der hinteren Oberschenkelmuskeln nach einem 10-wöchigen Dehnungstraining deutlich angestiegen.

Innerhalb langzeitiger Trainingsprozesse kann demnach Krafttraining durchaus mit Dehnungstraining kombiniert werden (wenn auch nicht unbedingt in ein und derselben Trainingseinheit, s.u.), ohne befürchten zu müssen, dass sich dadurch die Krafteigenschaften des Muskels verschlechtern.

3.4 Intensives Dehnen belastet die Muskulatur

Im Laufe von Dehnübungen treten im endgradigen Bereich des Dehnens in der Muskulatur - auch wenn diese willentlich entspannt gehalten wird - passive Spannungen auf, die den Spannungen bei maximalen Willkürkontraktionen gleichkommen oder sie sogar übersteigen. Dehntraining bedeutet somit eine hohe Belastung der passiven elastischen Strukturen des Muskels und kann deshalb zu ähnlichen Konsequenzen führen wie Krafttraining. Diese im Laufe des Dehnens auftretenden Spannungen sind so hoch, dass Dehnen allein schon Muskelkater erzeugen kann. Im Wechsel mit exzentrischem Krafttraining ausgeführt, *fördert* statisches Dehnen das Auftreten von Muskelkater. Dehnen kann somit kein Mittel sein, das Entstehen von Muskelkater zu verhindern, weder ein Dehnen vor dem Krafttraining noch ein Dehnen nach dem Krafttraining. *Daraus sollte man die Konsequenz ziehen, innerhalb von Krafttrainingseinheiten intensives Dehnen zu vermeiden oder zumindest die belastende Komponente des Dehnens einzukalkulieren.*

Wie stark kurzzeitige Dehntrainingsprogramme die Muskulatur belasten, lässt auch folgender Befund erkennen: Versuchspersonen (aktive Sportler), die zwischen 40m-Sprints ein 15 min dauerndes Stretchingprogramm (AK-Stretching) für die Hüftbeuge- bzw. Hüftstreckmuskulatur absolvierten, verschlechterten sich um rund 0,14 s, während die Kontrollgruppe, die in den 15 min zwischen den Sprints Dauerlaufen praktizierte, sich nicht verschlechterte. In einer ähnlichen Untersuchung ergab ein Kurzzeit-Dehnprogramm eine um 4% verschlechterte Sprungleistung gegenüber der Kontrollgruppe. *Diese Befunde lassen es angeraten erscheinen, unmittelbar vor Schnellkraftleistungen die relevanten Muskeln nicht mit einem kurzzeitigen Dehnungsprogramm zu behandeln, sondern sie allenfalls nur ein wenig vorsichtig und sanft zu dehnen.*

3.5 Krafttraining erhöht die Ruhespannung

Vielfach wird befürchtet, dass Krafttraining zu einer Verschlechterung der Dehnungseigenschaften des Muskels führt. Dies konnte in einschlägigen Experimenten nicht bestätigt werden: Nach einem 10-wöchigen Krafttraining hatte sich die Dehnfähigkeit nicht verschlechtert und die funktionelle Muskellänge nicht verändert. Allerdings war die passive Dehnungsspannung der trainierten Muskeln deutlich angestiegen. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, dass die Ruhespannung vom elastischen Widerstand der Strukturfilamente, speziell der Titinfilamente der Muskelfaser (Kap. 2.2 und Abb. 5) bestimmt wird. Da ein Krafttraining zu einem Dickenwachstum der Muskelfaser (Hypertrophie) führt - bedingt durch eine Zunahme der parallel angeordneten Fibrillen -, ist eine *Zunahme der Dehnungsspannung durch Krafttraining verständlich, ohne dass eine Abnahme der Dehnfähigkeit oder gar eine "Muskelverkürzung" befürchtet werden muss.*

Fortsetzung in Heft 4/99

Klaus Wiemann/Andreas Klee

Dehnen und Stretching - Effekte, Methoden, Hinweise für die Praxis (2)

Foto: Corel

Der erste Teil dieses Beitrags (Sport Praxis 3/99) beschäftigte sich mit den Themen "Vermutungen über die Wirkung des Dehnens", "Eigenschaften, Struktur und Funktion des Muskels" und "Der Einfluss des Dehnens sowie die sich daraus ergebenden sportpraktischen Konsequenzen".

4. Dehnen zur Behandlung muskulärer Dysbalancen?

Ein verbreitetes Anwendungsfeld für therapeutisches Dehnen ist die Behandlung so genannter muskulärer Dysbalancen. Um klären zu können, auf welche Weise sich muskuläre Dysbalancen beheben lassen, sind zuerst die Ursachen zu besprechen.

4.1 Was sind muskuläre Dysbalancen, und wie können sie entstehen?

Befinden sich die über ein Gelenk verlaufenden Muskeln (Agonisten und Antagonisten) in Ruhe, nimmt das Gelenk diejenige Stellung ein, in der sich die Ruhespannungen von Agonisten und Antagonisten die Waage halten (Abb. 1). Sieht man den Gelenkwinkel des Balancezustandes zwischen den Ruhespannungen als Norm an, müssen grobe Abweichungen als Anzeichen eines gestörten Verhältnisses der Ruhespannungen der antagonistischen Muskeln, als "muskuläre Dysbalancen" bzw. "arthromuskuläre Dysbalancen", gelten.

Als Beispiel mag die Beckenneigung dienen. Beckenneigung bedeutet: die Stellung des Beckens von der Seite betrachtet. Bei einer "normalen" Beckenneigung bildet die Verbindungslinie des vorderen und des hinteren oberen Darmbeinstachels mit der Horizontalen einen Winkel von 12° (Abb. 2). Ermöglicht wird der Theorie der muskulären Balance zufolge diese "normale" Beckenneigung durch eine Balance der Spannung der beckenaufrichtenden und beckenvorkippenden Antagonisten.

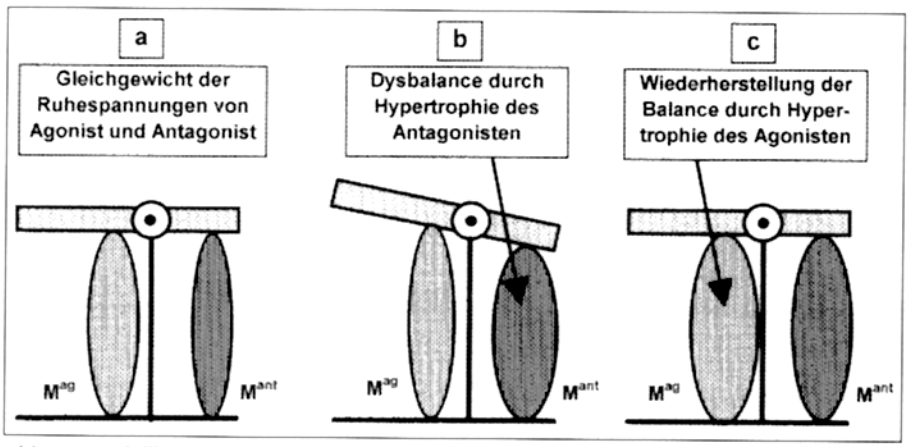


Abb. 1: Modellhafte Darstellung der arthromuskulären Balance in einem Gelenk (a), des Entstehens (b) und Behebens (c) einer muskulären Dysbalance. M^{ag}: Agonist. M^{ant}: Antagonist.

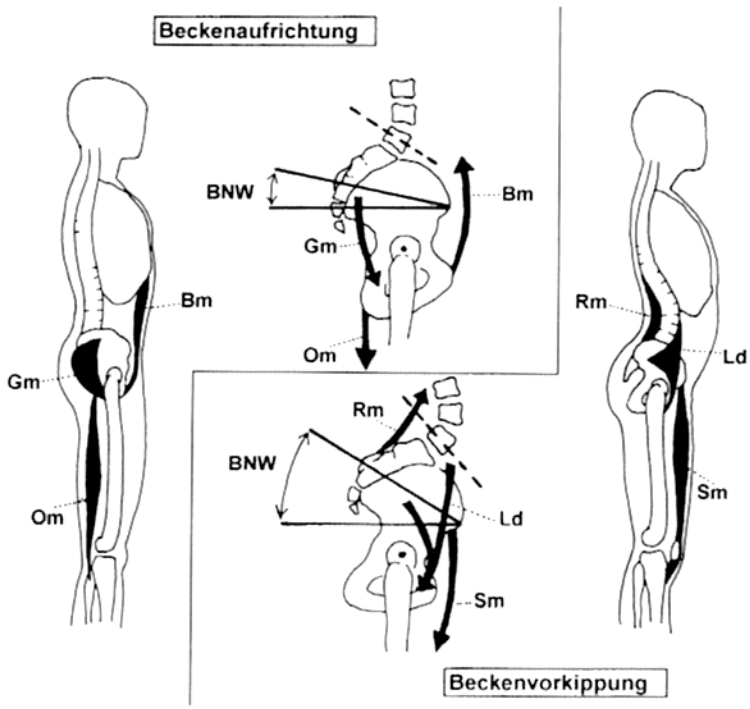


Abb. 2: Schema der beckenaufrichtenden und beckenvorkippenden Muskulatur. Links und Mitte oben: aufgerichtetes Becken ("Normalstellung"), rechts und Mitte unten: vorgekipptes Becken und "Hohlkreuz", Bm: Bauchmuskeln, BNW: Beckenneigungswinkel, Gm: Gesäßmuskulatur, Ld: Lendendarmbeinmuskel, Om: hintere Oberschenkelmuskeln, Rm: untere Rückenmuskeln, Sm: gerader Schenkelmuskel

Die Beckenneigung wird vor allem durch das Spannungsverhältnis der vom Beinskelett (= fußwärts) ziehenden antagonistischen Muskelgruppen "Hüftbeuger" und "Hüftstrecker" bestimmt. Beim Vergleich der Abb. 1 mit Abb. 2 entspricht der Muskel M^{ag} den Hüftstreckern, der Muskel M^{ant} den Hüftbeugern. Darüber hinaus wird die Beckenneigung durch die von der Wirbelsäule und vom Brustkorb (= kopfwärts) ziehenden antagonistischen Muskelgruppen "Bauchmuskeln" und "untere Rückenmuskeln" beeinflusst. Ein beckenaufrichtendes Drehmoment üben die Hüftstrecker (Abb. 2; Gm, Om) und die Bauchmuskeln (Bm) aus, ein beckenvorkippendes Drehmo-

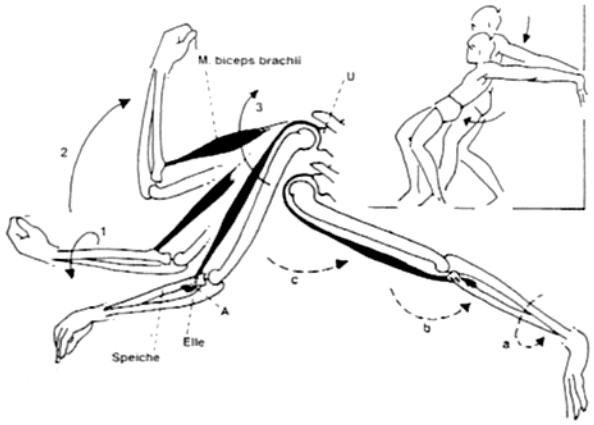


Abb. 3: Funktionen des zweiköpfigen Armbeugers (1-3), abgeleitete Dehnungsposition (a-c) und Dehnungsübung.

ment die Hüftbeuger (Ld, Sm) und die untere Rückenstreckmuskulatur (Rm).

Von den beiden extremen Ausprägungen der Beckenneigung - dem vorgekippten Becken, wie man es häufig bei Sprintern sieht und das umgangssprachlich als *Hohlkreuz* bezeichnet wird und dem aufgerichteten Becken - wird vor allem dem vorgekippten Becken ein gesundheitsgefährdendes Potential zugesprochen, da es hier durch die starke Krümmung der Lendenwirbelsäule zu starken Scherkräften in diesem Bereich kommt, die insbesondere an den Bandscheiben und den kleinen Wirbelgelenken zu Verschleißerscheinungen führen (Abb. 2, rechts und Mitte unten).

Als primäre Ursache einer muskulären Dysbalance muss entweder eine *Hypertrophie* oder eine *Atrophie* eines der gelenkwirksamen Muskeln gewertet werden; denn zusammen mit der Zunahme oder Abnahme der Anzahl parallel geschalteter kontraktiler Filamente (Myosinfilamente) ist zwangsläufig eine entsprechende Zu- bzw. Abnahme parallelgeschalteter Titinfilamente verbunden. Als Beispiel soll anhand des in Abb. 1 dargestellten Modells die Wirkungskette besprochen werden, die bei einseitiger Hypertrophie zu erwarten ist. Hypertrophiert der eine Muskel (hier der "Antagonist") des Antagonistenpaares, so ist in der ursprünglichen Mittelstellung des Gelenkes keine Balance der Ruhespannung mehr gegeben (s. auch Kap. 3.5). Statt dessen führt die durch die Hypertrophie bedingte höhere Ruhespannung des Antagonisten zu einer Drehung des Gelenkes im Sinne einer Verstellung der bisherigen Balanceposition, indem der Antagonist sich entdehnt und dabei den Agonisten zwangsläufig dehnt. Im Laufe der Entdehnung des Antagonisten sinkt natürlich dessen Ruhespannung, wohingegen die Ruhespannung des Agonisten im Laufe der Dehnung steigt, bis sich die Ruhespannungen in einer neuen Gelenkwinkelstellung die Waage halten (Abb. 1b). Eine muskuläre Dysbalance kann also entstehen, wenn in einem Gelenksystem ein einseitiges Krafttraining durchgeführt wird (ohne die Gegenspieler mit zu trainieren). Übertragen auf Abb. 2 bedeutet dies, dass ein Krafttraining der Hüft*beuge*muskeln ohne entsprechendes Training der Hüft*streck*muskeln zu einer Fehlstellung (= Dysbalance) des Beckens führen kann (zu einem vorgekippten Becken und in Folge dessen zu einem Hohlkreuz). Eine Dysbalance entsteht aber auch, wenn durch Verletzung oder Krankheit ein Muskel längere Zeit geschont wird und an Kraft verliert (atrophiert).

Eine weitere Ursache für eine Dysbalance kann die Gewöhnung an eine unnatürliche Dauerhaltung sein. Bewegt sich z.B. eine Person über längere Zeit im Laufe eines Tages in sitzender Position (Büro, Auto, Fernsehsessel), sind die Hüftbeugemuskeln gezwungen, den Großteil der täglichen "Arbeit" bei stark gewinkeltem Hüftgelenk zu verrichten, anstatt - wie beim Gehen und Laufen - bei nahezu gestrecktem Hüftgelenk (= *Verlagerung des Arbeitssektors des Gelenkes*). Die Folge wird sein, dass die Hüftbeugemuskeln ihre Optimallänge in einen entdehnten Zustand verlegen; sie *verkürzen* sich, wobei sich zwangsläufig in gleichem Maße die Gegenspieler, die Hüftstreckmuskeln, *verlängern*. Damit ist eine Verlagerung der mittleren Ruhespannung, eine muskuläre Dysbalance (ein vorgekipptes Becken), verbunden.

4.2 Behandlung muskulärer Dysbalancen

Sollte eine Verschiebung der Ruhespannungs-Balance zwischen den Antagonistenpaaren von Gelenken die Ursache einer Leistungsminderung darstellen oder die Gefahr einer Fehlbelastung der Gelenke heraufbeschwören, u.U. verbunden mit Rückenschmerzen, wird es notwendig sein, die Dysbalance korrigierend zu behandeln. Um dies erfolgreich bewerkstelligen zu können, ist die Ursache der Balanceverschiebung zu diagnostizieren. Dazu ist festzustellen, ob

- die Dysbalance auf eine *Hypertrophie* oder auf eine *Atrophie* eines der beiden muskulären Partner zurückzuführen ist,
- die Dysbalance auf einer Veränderung des *Arbeitssektors des Gelenkes*, verbunden mit einer Verlängerung des einen und einer Verkürzung des anderen Muskels (bzw. von synergierenden Muskelgruppen), beruht oder
- eine Kombination der Faktoren berücksichtigt werden muss.

Ist die Dysbalance die Folge einer *Hypertrophie*, ist der Gegenspieler des hypertrophierten Muskels einem Krafttraining zu unterziehen. Bei einem vorgekipptem Becken, bedingt beispielsweise durch hypertrophierte Hüftbeuger (Ld und Sm), müssten die Hüftstrecker (Gm und Om) trainiert werden. Dass dies einen beckenaufrichtenden Erfolg verspricht, konnte in einem Trainingsexperiment nachgewiesen werden. Ist dagegen die Dysbalance auf eine *Atrophie* zurückzuführen, muss der atrophierte Muskel selbst auftrainiert werden - sofern dem nicht ein pathologischer Zustand, möglicherweise derjenige, der die Atrophie verursachte, entgegensteht. Mit der trainingsbedingten Querschnittszunahme nimmt die Anzahl der parallel geschalteten Titinfilamente und somit die Ruhespannung zu, so dass eine Rückkehr des Gelenkes in die "Normalstellung" erhofft werden kann. Von einem *Dehnungs*training des hypertrophierten Muskels als Maßnahme zur Behandlung der Dysbalance darf kein Effekt erwartet werden; denn in den bisher bekannt gewordenen Trainingsexperimenten konnte selbst langfristiges Dehnungstraining weder die Ruhespannung absenken noch im Muskel einen Verlust an Kraft erzeugen. Eher gab es Anzeichen für einen gegenteiligen Effekt.

Stellt sich als Ursache einer Dysbalance eine *Verschiebung des Arbeitssektors* und somit eine funktionsbedingte Verkürzung des einen Muskels und eine Verlängerung des Gegenspielers heraus, müsste als Behandlung direkt eine Rückverlagerung des Arbeitssektors erfolgen, indem die Trainings- und Alltagsaktivitäten vorwiegend in den angestrebten, den "Normzustand" repräsentierenden Gelenksektor verlegt werden – bei verkürzten Hüftbeugemuskeln ein Krafttraining der Hüftbeuger in einem Arbeitssektor nahe der Hüftstreckstellung. Lässt sich dies nicht realisieren, könnte allenfalls ein einseitiges Hypertrophietraining desjenigen Muskels, der sich verlängert hat, dazu beitragen, dass auf dem Wege über eine mit der Hypertrophie verbundenen Steigerung der Ruhespannung die Dysbalance gemindert

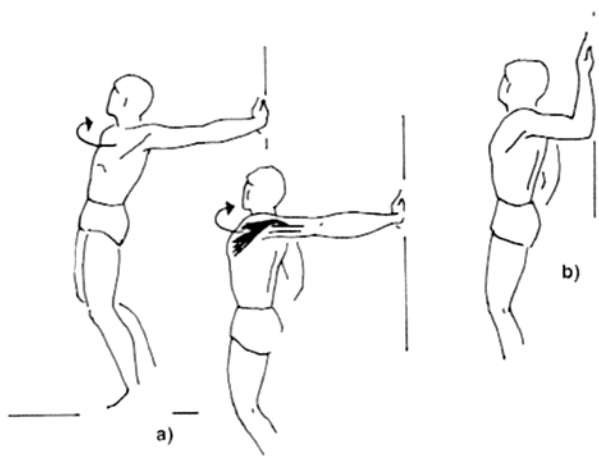


Abb. 4: Dehnen des Brustmuskels mit gestrecktem Arm (a); beachte die Position der Hand im Gegensatz zu Abb. 3 und mit gewinkeltem Arm (b) zur Entlastung des Ellenbogengelenkes

wird. Auch hier wird ein Dehnungstraining desjenigen Muskels, der sich verkürzt hat, keinen Erfolg bringen (s. Kap. 3.2).

5. Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit durch Stretching

5.1 Einige Regeln und Empfehlungen zur Praxis des Dehnens

An Gelenken, deren Bewegungen durch Knochenhemmung oder Massenhemmung begrenzt werden (vgl. Abb. 4, Teil 1, ***Sport Praxis*** 3/99), ist eine Vergrößerung der Reichweite durch Dehnungsmaßnahmen nicht möglich. Werden die Bewegungsamplituden von Gelenken durch Bänderhemmung bestimmt (Kniegelenk, Sprunggelenke, Wirbelgelenke; vgl. Abb. 4, Teil 1, ***Sport Praxis*** 3/99), ist eine Erweiterung der Gelenkbeweglichkeit durch extreme Dehnungsmaßnahmen zwar in gewissen Grenzen möglich, aber nicht unbedingt ratsam, um die Stabilität der Gelenke nicht zu gefährden. Nur an denjenigen Gelenken, deren Reichweiten vorwiegend durch Muskelspannung limitiert werden, kann eine Verbesserung der Beweglichkeit durch Maßnahmen der Muskeldehnung möglich und sinnvoll sein, vor allem im Bereich des Schultergürtels, des Rumpfes und der Hüfte.

Beim Stretching bzw. beim funktionellen Dehnen wird nun versucht, die über ein Gelenk oder ein Gelenksystem ziehenden Muskeln möglichst isoliert zu dehnen, um die dehnende Wirkung auf den jeweils ausgesuchten Muskel unbeeinträchtigt durch den Widerstand anderer Muskeln maximal zu gestalten. Dies soll an folgendem Beispiel verdeutlicht werden: Die Beweglichkeit im Schultergelenk wird durch die Ruhespannung einer Vielzahl von Muskeln eingeschränkt, z.B. auch durch den zweiköpfigen Armbeuger, den M. biceps brachii, dessen beide Köpfe ihren *Ursprung* am Schulterblatt haben und dessen Sehne an der Speiche *ansetzt* (Abb. 3). Aufgrund dieses Verlaufes bewirkt eine Kontraktion (= eine aktive Verkleinerung der U-A-Distanz) des Bizeps

1. eine Außenrotation der Speiche um ihre Längsachse,
2. eine Beugung des Ellenbogengelenkes sowie
3. ein Vorhochheben des Oberarmes im Schultergelenk (s. Abb. 3, Ziffern *1*, *2* und *3*).

Um den Bizeps effektiv dehnen zu können, müssen die beteiligten Gelenke in solche Positionen bewegt werden, die den Gegenpol zu den aufgezählten Funktionen darstellen:

a) der Unterarm wird nach innen rotiert,
b) das Ellbogengelenk gestreckt und
c) der Arm im Schultergelenk nach hinten geführt.

Die resultierende Position (Abb. 3, Buchstaben a, b und c und Übungsbeispiel) bedeutet eine maximale U-A-Distanz und somit eine maximale Dehnung für den Bizeps, ohne dass andere Muskeln der Schulter vergleichbar extrem gedehnt werden und dadurch der Dehnungseffekt auf den Bizeps geschmälert werden kann.

Auf ähnliche Weise lässt sich nahezu jeder andere Muskel des Schultergürtels von den übrigen isoliert dehnen, indem seine Funktion berücksichtigt wird. So gleicht eine Dehnungsübung für den großen Brustmuskel der vorn beschriebenen Dehnungsübung für den Bizeps. Da aber der Brustmuskel bei einer Kontraktion den Oberarm von außen (Seithalte) nach vorn vor den Rumpf führt und zusätzlich *einwärts* rollt, muss bei einem effektiven Stretching des Brustmuskels der Arm zurückgeführt und *auswärts gerollt* werden (Abb. 4 im Vergleich zu Abb. 3).

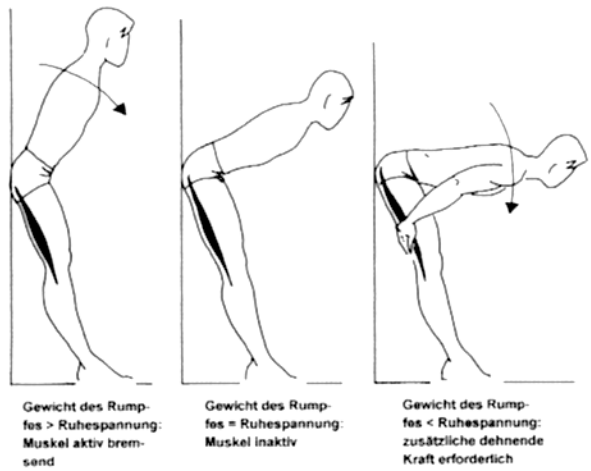


Abb. 5: Übung zur Dehnung der hinteren Oberschenkelmuskeln.

Als Summe der Effekte der Dehnungsmaßnahmen „isolierter" Muskeln erwartet man eine besonders weit reichende Vergrößerung der Bewegungsamplitude.

Der Effekt eines Dehnens hängt offensichtlich davon ab, wie weit der betreffende Muskel gedehnt, d. h., in welche Extremstellung ein Gelenk gebracht werden kann. Dazu sollte der zu dehnende Muskel entspannt sein, um die Dehnungsmaßnahme nicht durch willkürliche oder unwillkürliche Kontraktionen zu behindern. In der Regel lassen sich jedoch reflektorische Aktivitäten des gedehnten Muskels nicht vermeiden. Dies scheint die Wirkung von Dehnübungen so lange nicht zu schmälern, wie es gelingt, die maximale Dehnstellung zu erreichen und beizubehalten. Allerdings darf man sich über den Entspannungs- bzw. Aktivitätszustand des zu dehnenden Muskels nicht täuschen lassen, weil es ohne entsprechende Messgeräte (EMG-Analyse, Aufzeichnung der elektrischen Spannungen des aktiven Muskels, vergleichbar dem EKG) nicht möglich ist festzustellen (zu "spüren"), ob die Spannung im gedehnten Muskel allein von der Dehnung oder etwa auch von einer unwillkürlichen Kontraktion herrührt.

Als Beispiel möge das Vorbeugen aus dem Stand zur Dehnung der hinteren Oberschenkelmuskeln dienen (Abb. 5), eine Dehnübung, bei der man subjektiv nicht merkt, dass die anfängliche *aktive* Spannung der zu dehnenden Muskeln im Laufe der Dehnung in eine *passive* Spannung übergeht: Im ersten Teil des Absenkens des gerade zu haltenden Rumpfes werden nämlich die zu dehnenden hinteren Oberschenkelmuskeln tatsächlich aktiv sein, um der Gewichtskraft des Rumpfes entgegenzuwirken. Im weiteren Verlauf des Absenkens steigt die passive Dehnungsspannung der hinteren Oberschenkelmuskeln ständig weiter, bis sie genau so groß ist wie die Gewichtskraft des Rumpfes: Es stellt sich ein Gleichgewicht ein. Von diesem Punkt an brauchen die hinteren Oberschenkelmuskeln keine aktive Haltearbeit mehr zu leisten, sie sind inaktiv und können im weiteren Verlauf der Bewegung wirkungsvoll gedehnt werden. Ein weiteres Senken des Rumpfes und damit ein weiteres Dehnen der hinteren Oberschenkelmuskeln ist jetzt nur noch durch Aufbringen zusätzlicher dehnender Kräfte (s. Kap. 5.2, Antagonistenkontraktion, unterstützendes Ziehen der Arme, Partnerhilfe, "Schwungkraft") möglich.

Über die Dauer, Häufigkeit und Intensität von Dehnübungen liegen zur Zeit noch keine gesicherten Befunde vor. Man findet die unterschiedlichsten Empfehlungen - und manche der Dehnexperten behaupten, ihre Empfehlungen wären die einzig richtigen. Üblich ist es, Dehnübungen in der Dimensionierung auszuführen, wie man es vom Krafttraining kennt, nämlich drei bis fünf Sätze mit ein- bis dreiminütigen Satzpausen und etwa drei Dehnübungen pro Satz. Zwischen den Einzelübungen und in den Satzpausen sollten die Muskeln entspannt und eventuell gelockert werden. Welche Dimensionierung richtig ist, wird sicher auch vom Trainingsziel abhängen: Im Fitness-Bereich reichen geringere Umfänge, im Hochleistungssport (z. B. Gerätturnen) wird wesentlich intensiver zu Werke gegangen.

HERRING u.a.
aktive position

5.2 Methoden des Dehntrainings

Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, Dehn- und Stretchingübungen zu untergliedern. Einteilungskriterium ist erstens die Frage, durch welche inneren oder äußeren Kräfte die Dehnungsspannung für den Muskel erzeugt wird (Abb. 6):

Innere Kräfte = Muskelkraft des Übenden

1) die Kraft des Antagonisten des zu dehnenden Muskels (Abb. 6.1),
2) die Kraft der Muskeln anderer Körperabschnitte, z.B. die der Arme (Abb. 6.2).

"Äußere" Kräfte

3) die "Schwungkraft" verschiedener Körperabschnitte des Übenden (Abb. 6.3),
4) die Schwerkraft des Körpers des Übenden bzw. einzelner Körperabschnitte (Abb. 6.4),
5) die Muskelkraft eines Helfers oder Partners (Abb. 6.5).

Im Hinblick auf die Praxis des Dehnens sollte man nicht übersehen, dass sich nicht immer alle aufgeführten Formen der dehnenden Kräfte für das Erreichen der Dehnposition eines bestimmten Muskels in gleicher Weise eignen. Je nach Muskel und Gelenk ist die eine oder andere Dehnkraft vorzuziehen, eine andere völlig ungeeignet (s. auch Abb. 6 und Abb. 6). Für ein Dehnen der Wadenmuskulatur kann beispielsweise ein maximales Anspannen der Fußhebemuskeln durchaus genügen (Abb. 6.1). Beim Dehnen der Beugemuskeln des Unterarmes (Abb. 6.2) würde dagegen die Kontraktions-Kraft der Streckmuskeln des Unterarmes kaum ausreichen, da letztere vergleichsweise schwach und in der Endstellung schon derart entdehnt sind, dass sie kaum noch nennenswerte Kräfte zur Dehnung der Beugemuskeln erzeugen können. Hier muss von außen nachgeholfen werden. Ähnliches gilt z.B. für die hinteren Oberschenkelmuskeln, weshalb sich gerade hier der Einsatz von Schwungkräften (Abb. 7.1) und Partnerunterstützung (Abb. 7.2 und Abb. 7.3) lohnt. Manche dehnenden Kräfte überlagern sich. Z.B. wird ein Ausnutzen der Schwungkraft bei dynamisch-wippendem Dehnen oft durch rhythmische Aktivierungen der Antagonisten und/oder zusätzlicher Muskeln des Dehnenden oder durch die Unterstützung eines Helfers ermöglicht.

Eine *zweite* Art der Einteilung von Dehnmethoden ist die Frage, ob die Dehnkraft statisch wie bei den Stretching-Methoden oder rhythmisch-dynamisch eingesetzt wird. Auf diese Weise trennt man folgende Dehnmethoden voneinander ab (Abb. 7):

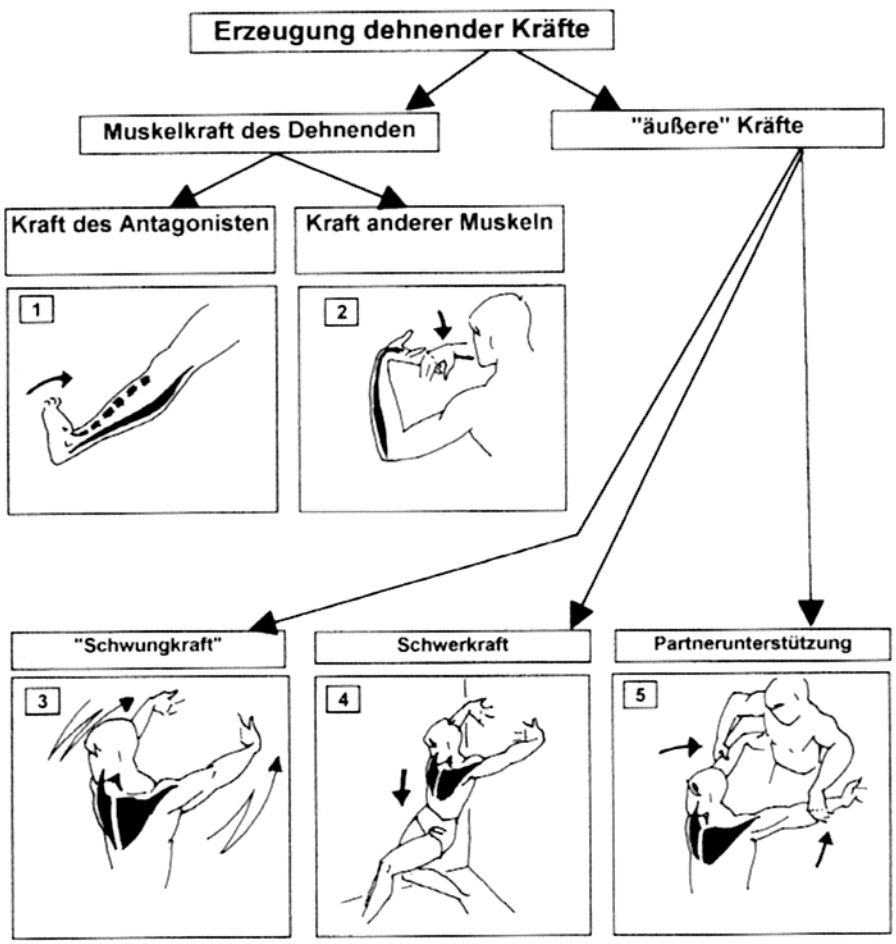


Abb. 6: Die Erzeugung dehnender Kräfte.

nen:

Bei dieser Methode wird die Gelenkreichweite durch mehr oder weniger weite rhythmische Federungen vertieft (Abb. 6.3 und Abb. 7.1). Dieses federnde Dehnen wird von Stretching-Enthusiasten als "zerrendes" Dehnen verteufelt, weil Verletzungen und das Auslösen von Dehnungsreflexen befürchtet werden. Letzteres soll den Dehnungseffekt schmälern. In experimentellen Studien war jedoch rhythmisch-dynamisches Dehnen entweder gleich effektiv auf die Vergrößerung der Gelenkreichweite wie die Stretchingmethoden oder sogar effektiver als statisches Stretching.

2) Statisches Stretching (SS):

Der Muskel wird mit oder ohne Partnerunterstützung zuerst langsam gedehnt, bis in ihm ein leichtes Spannungsgefühl auftritt. Die erreichte Dehnposition wird 10-30 s eingehalten und dann der Muskel langsam entdehnt. Den Dehnungseffekt kann man zusätzlich dadurch zu steigern versuchen, dass man am Ende der Halteperiode, dann, wenn das Dehnungsspannungs-Gefühl nachlässt, noch einmal nachdehnt, wieder 10-30 s anhält und erst dann den Muskel langsam wieder entdehnt (Abb. 3 und Abb. 4). Von dieser Form des *passiven* Stretchings unterscheidet sich das *aktive* Stretching dadurch, dass versucht wird, durch ein Anspannen des zu dehnenden Muskels vor der Dehnung bzw. seines Antagonisten während oder vor der Dehnung eine Hemmung des zu dehnenden Muskels durch das Nervensystem zu erreichen.

3) Kontraktions-Relaxations-Stretching (KR):

Bei dieser Methode geht dem Dehnungsvorgang eine 10 s dauernde möglichst maximale isometrische Kontraktion desjenigen Muskels voraus, der gedehnt werden soll. Nach einer 2-5 s dauernden Entspannungsphase („Relaxation") folgt die Dehnungsprozedur wie beim statischen Stretching (Abb. 7.3).

Durch die maximale isometrische Kontraktion soll auf dem Wege über das Nervensystem ein Zustand der Entspannung im zu dehnenden Muskel erzeugt werden (postisometrische Relaxation), so dass dieser eine größere Bewegungsreichweite zulässt, eine Auffassung, die gelegentlich in Frage gestellt wird und die sich mit manchen Forschungsergebnissen nicht vereinbaren lässt.

Die Übung zur Kontraktion des zu dehnenden Muskels muss sorgfältig ausgesucht werden. Würde man, z.B. zur Dehnung der hinteren Oberschenkelmuskulatur, in der Kontraktionsphase die Ferse in der in Abb. 7.2 dargestellten Haltung gegen den Boden drücken, könnte man nicht sicher sein, ob tatsächlich

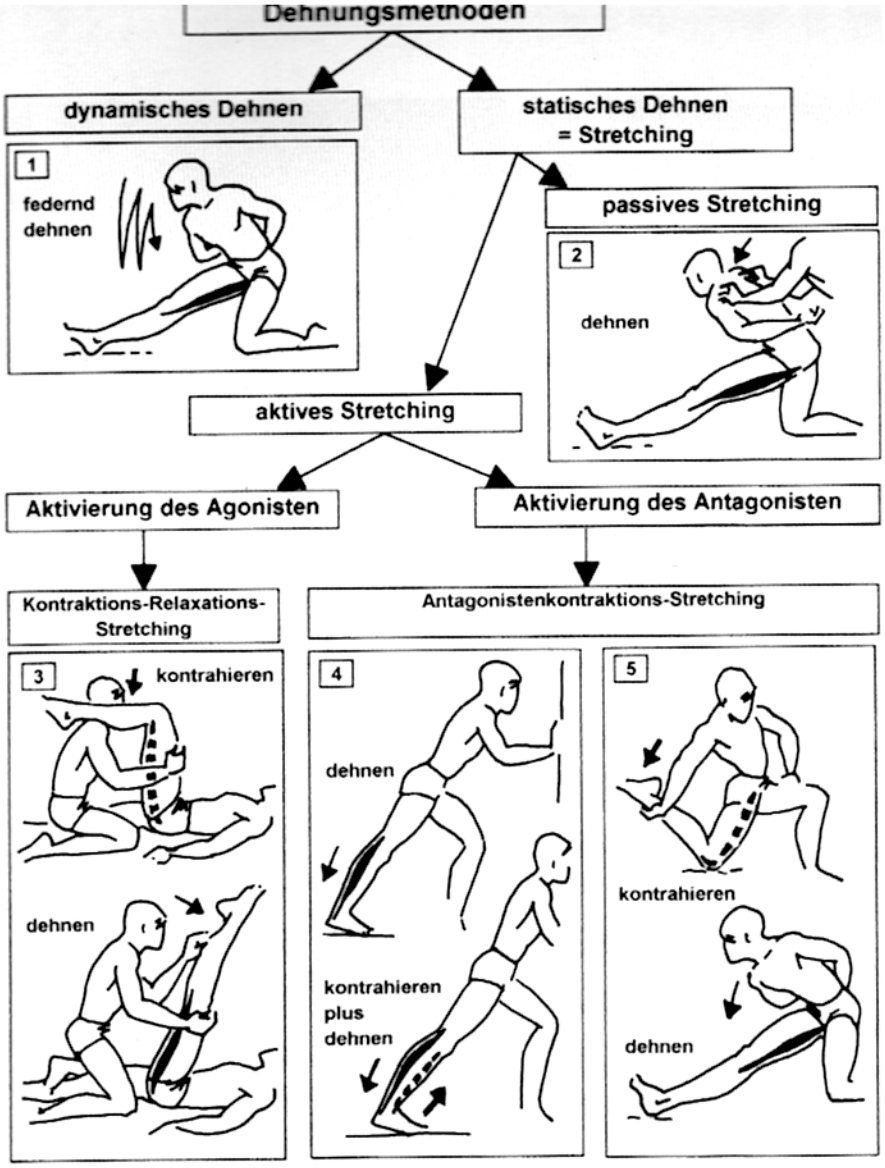


Abb. 7: Dehnungsmethoden.

die hinteren Oberschenkelmuskeln kontrahieren oder vielleicht nur die Gesäßmuskeln.

4) Antagonisten-Kontraktions-Stretching (AK1): Dieses Stretching beginnt mit einem statischen Dehnen (s.o.). Ist die maximale Dehnstellung erreicht, wird der Gegenspieler des zu dehnenden Muskels maximal kontrahiert. Die Kontraktion des Gegenspielers wird 10-20 s gehalten und währenddessen versucht, die Dehnstellung noch zu steigern. Danach wird langsam die Dehnungshaltung aufgelöst (Abb. 7.4).

Durch die Kontraktion des Gegenspielers kann die dehnende Kraft in der Regel nicht entscheidend vergrößert werden, da sich der Antagonist in einer stark entdehnten Position befindet und somit nur geringe Kontraktionskräfte freisetzen kann. Der wesentliche Sinn dieser Methode ist, durch die Aktivierung des Gegenspielers auf dem Wege über das Nervensystem auf den zu dehnenden Muskel eine inaktivierende Wirkung auszuüben, damit eine größere Gelenkreichweite erzielt werden kann.

5) Antagonisten-Kontraktions-Stretching (AK2): Bei dieser Variante des Antagonisten-Kontraktions-Stretchings wird der Gegenspieler nicht während, sondern vor der Dehnung kontrahiert (Abb. 7.5).

6. Schlussfolgerungen

Bedenkt man, wie spärlich derzeit das gesicherte Wissen um die Effekte des Dehnens ist, muss es erstaunen,

- mit welcher Hingabe und welchem rituellen Eifer Sportprofis und Freizeitsportler ihre Muskeln dehnen,
- auf welchen Umfang die Literatur zum Stretching mittlerweile angewachsen ist,
- mit welcher Eindringlichkeit Gebote und Verbote im Hinblick auf "funktionelle" Dehnübungen vorgetragen werden und
- mit welcher Überzeugung in der Physiotherapie dem Dehnen heilende Wirkungen zugeschrieben werden.

Von den eingangs aufgeführten erhofften Wirkungen eines Stretchings ist also nur die Vergrößerung der Bewegungsreichweite in den Gelenken durch Steigerung der Dehnfähigkeit der Muskeln gesichert nachgewiesen (Tab. II). Diese gesteigerte Dehnfähigkeit scheint gleichbedeutend mit einer gesteigerten Toleranz des Muskels (bzw. der Versuchsperson) gegenüber Dehnbelastungen zu sein (Steigerung der Dehnbelastungsfähigkeit), die sich schon nach wenigen singulären Dehnprozeduren einstellt und durch kurzfristiges und langfristiges Dehnungstraining enorm angehoben werden kann.

Weder ein Verlängern des Muskels (bzw. eine Beseitigung einer Muskelverkürzung) noch ein kurzfristiges und langfristiges Absenken der Spannung des ruhenden Muskels durch Stretching sind zweifelsfrei nachgewiesen. Diesbezügliche Behauptungen scheinen ihre Ursache darin zu haben, dass Personen nach einem Stretching im behandelten Muskel geringere Spannungen *fühlen* und beim Einnehmen extremerer Gelenkstellungen einen geringeren Widerstand *verspüren* als vorher. Der damit verbundene Anstieg des körperlichen Wohlbefindens scheint einer der lohnenswertesten Effekte des Dehnens zu sein.

Es ist natürlich jedem (Trainer oder Sportler) selbst überlassen, ob er die aus der naturwissenschaftlichen Forschung resultierenden derzeitigen Erkenntnisse bei der Gewichtung des Dehnungstrainings berücksichtigt (was zu empfehlen wäre) und/oder seine eigenen subjektiven Erfahrungen im Umgang mit Dehnübungen in das Training mit einbringt oder aber unbewiesenen Bekenntnissen oder Heilslehren huldigt. Vor allem derjenige, der das Dehnen vornehmlich zur Steigerung des Wohlbefindens praktiziert, kann dies nach den Regeln der Stretchingtheorien tun, er kann aber ebenso jede andere Form des Dehnens - aktiv oder passiv, statisch oder rhythmisch-federnd, naturwissenschaftlich fundiert oder ideologisch getönt - verwenden. Wichtig scheint nur, dass er vorsichtig zu Werke geht, sich nicht quält und den Muskel nicht malträtiert, damit er sich nach dem Dehnen - gleichgültig, ob der Muskel nun tatsächlich länger geworden ist oder nicht - entspannt und locker fühlt. Im Bereich der Physiotherapie ist ein solches Vorgehen nach subjektiven Eindrücken und reinen Glaubensbekenntnissen äußerst fragwürdig. Hier sollte man sich zum Wohle der Patienten an den wissenschaftlichen Erkenntnissen orientieren.

Anschrift der Verfasser:
Prof. Dr. Klaus Wiemann
Dr. Andreas Klee
Bergische Universität
Gesamtschule Wuppertal
Fachbereich Erziehungswissenschaften
Gaußstr. 20
42119 Wuppertal