

Georg Wydra, Sabine Glück

Dynamisches Dehnen in der Sporttherapie?

In: Gesundheitssport und Sporttherapie (im Druck)

Anschrift des Verfassers:

Univ.-Prof. Dr. Georg Wydra
Sportwissenschaftliches Institut
der Universität des Saarlandes
Postfach 15 11 50
66041 Saarbrücken

E-Mail: g.wydra@mx.uni-saarland.de

<http://www.uni-saarland.de/fak5/sportpaed/>

1 Einleitung

Vor fast zwei Jahrzehnten wurden erstmals Berichte über die Effektivität des statischen Dehnens oder Stretching bekannt. Fortan wurde das bis dahin im Sport praktizierte dynamische Dehnen als antiquiert und unphysiologisch eingestuft. Bis heute hat sich diese Einschätzung in der Praxis des Sports in Schule, Verein und Therapie gehalten, obwohl mittlerweile zahlreiche Studien vorliegen, die die vermeintlichen Vorteile des statischen und Nachteile des dynamischen Dehnens relativieren.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll ein Überblick über den aktuellen Stand der Stretchingforschung gegeben werden. Hierbei wird zunächst ein neues Klassifikationsschema zur Einordnung der verschiedenen Dehntechniken und -methoden vorgestellt. Anschließend werden die wichtigsten physiologischen Mechanismen, die bei der Muskeldehnung ablaufen zusammengefasst. Ebenso wichtig erscheint es, den messtechnischen Ablauf bei Stretchinguntersuchungen exemplarisch zu erläutern. Vor diesem Hintergrund können die Ergebnisse einiger Vergleichsuntersuchungen besser verstanden werden. Abschließend werden einige pädagogische Empfehlungen zur Einführung der verschiedenen Dehntechniken sowie zum Training der Beweglichkeit gegeben.

2 Grundlagen der Muskeldehnung

2.1 Differenzierung der Dehntechniken

Die bisher gebräuchlichen Begriffe zur Klassifikation der verschiedenen Formen der Muskeldehnung waren für uns theoretisch nicht befriedigend. Hierauf hat Harre schon 1973 hingewiesen:

„Die Begriffe aktive und passive Beweglichkeit finden z. Z. noch Verwendung, obwohl sie den Sachverhalt nicht exakt widerspiegeln, denn selbst das passive Dehnen etwa durch Partnerhilfe enthält eine aktive Komponente, nämlich die Entspannungsfähigkeit der Antagonisten“ (Harre 1973, 170).

Wir haben deshalb ein neues Klassifikationsschema entworfen, das in Abbildung 1 dargestellt ist. Prinzipiell ist zu unterscheiden, ob sich ein Sportler selbst dehnt oder ob er gedehnt wird. Wir schlagen hierfür die Begriffe Eigen- und Fremddehnung vor. Bei einer Eigendehnung hat der Sportler über die kinästhetischen Rückmeldungen aus der gedehnten und der zur Dehnung eingesetzten Muskulatur die direkte und uneingeschränkte Möglichkeit der Hand-

lungsregulation. Dies ist der Normalfall der Muskeldehnung im Sport. Eine Vorgehensweise, die dies nicht berücksichtigt, und lediglich die Muskulatur und das zugehörige Rückenmarksegment betrachtet, greift zu kurz, um die bei einer Dehnung ablaufenden Prozesse zu erfassen. Ob eine weitere Differenzierung in eine Dehnung durch antagonistische oder sonstige Muskeln in der Praxis der Muskeldehnung im Sport empirisch zweckmäßig ist, hat die Forschung noch zu belegen. Auch hier ist vor einer zu engen Betrachtungsweise zu warnen, bei der als Antagonist nur der Muskel bezeichnet wird, der aufgrund seiner anatomischen Lage in einem eingelenkigen offenen kinematischen System als solcher erscheint. Bei einer Fremddehnung durch einen Partner oder eine Maschine ist lediglich eine indirekte Möglichkeit der Korrektur von Umfang, Intensität und Dauer einer Dehnung gegeben. Bei einer Dehnung unter Narkose ist eine Möglichkeit der Regulation nicht gegeben. Die verschiedenen Methoden können den verschiedenen Techniken zugeordnet werden.

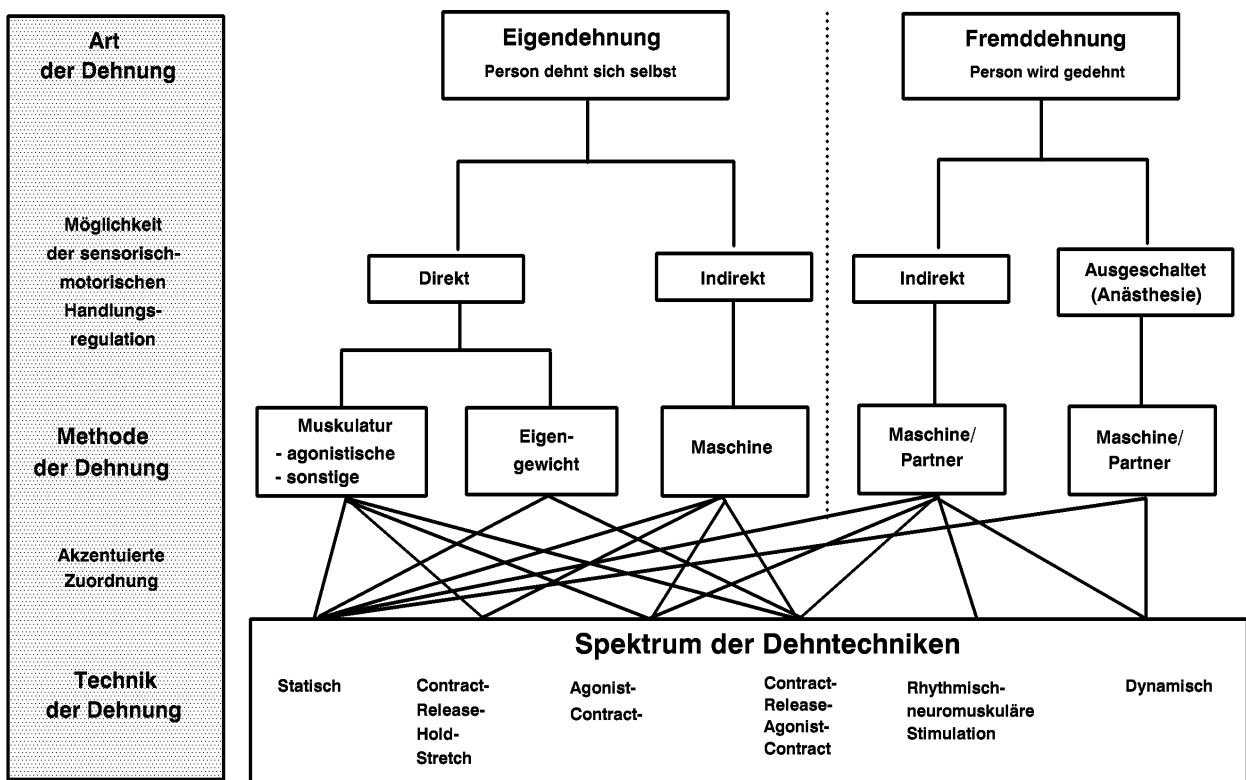


Abbildung 1: Differenzierung der verschiedenen Formen der Muskeldehnung

2.2 Muskelanatomische und -physiologische Grundlagen

Der Muskel ist ein System, bei dem kontraktile und visko-elastische Komponenten parallel und/oder in Serie angeordnet sind (siehe Abbildung 2).

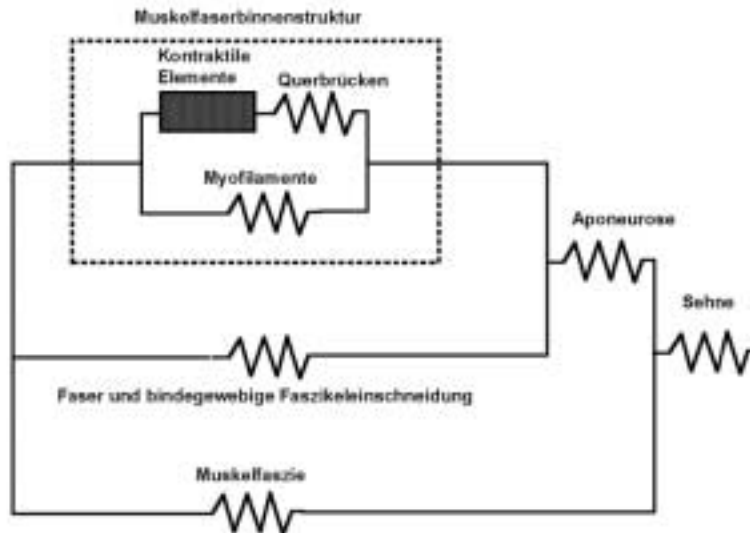


Abbildung 2: Der Muskel als Modell von in Serie und/oder parallel geschalteten viskoelastischen Elementen (HUIJNG 1994, 149).

Bei einer Muskeldehnung werden die Aktin- und Myosinfilamente auseinandergezogen. Mit zunehmender Dehnung nimmt der Überlappungsgrad von Aktin und Myosin und damit die maximal mögliche Spannung der kontraktile Elemente ab. Gleichzeitig werden neben den kontraktile Myofibrillen auch die elastischen Strukturen gedehnt, die der Dehnung einen wachsenden Widerstand entgegensetzen. Dadurch erhöht sich der Gesamtdehnungswiderstand. Der biologische Sinn dieser zunehmenden Stiffness liegt darin, eine unphysiologische Überdehnung, die bis zum Verlust der Filamentüberlappung führen könnte, zu vermeiden (Ullrich u. Gollhofer 1994). Die visko-elastischen Komponenten zeigen bei einer Dauerdehnung ein vollkommen anderes Verhalten als bei einer schnellen Dehnung. Bei einer langsamen Dehnung kommt es zum Creeping-Effekt, wodurch die Fähigkeit der Muskulatur, kinetische Energie zu speichern bzw. den kontraktile Apparat vor Überdehnung zu schützen, verloren gehen kann. Hierdurch sind auch die Berichte über die Verschlechterung der Schnellkraftleistungsfähigkeit bzw. die Entstehung von Muskelkater nach statischem Dehnen zu erklären (Hennig u. Podzielny 1994; Rosenbaum u. Hennig 1997; Wiemann u. Kamphöfner 1995). Von besonderer Bedeutung sind die Titinfilamente (siehe Abbildung 3). Während bei der Kontraktion des Muskels der Aktomyosin-Komplex die Spannung vom Muskel auf die Sehnen überträgt, ist beim gedehnten Muskel der Titin-Myosin-Komplex hierfür verantwortlich (Fürst 1999; Wiemann 1999).

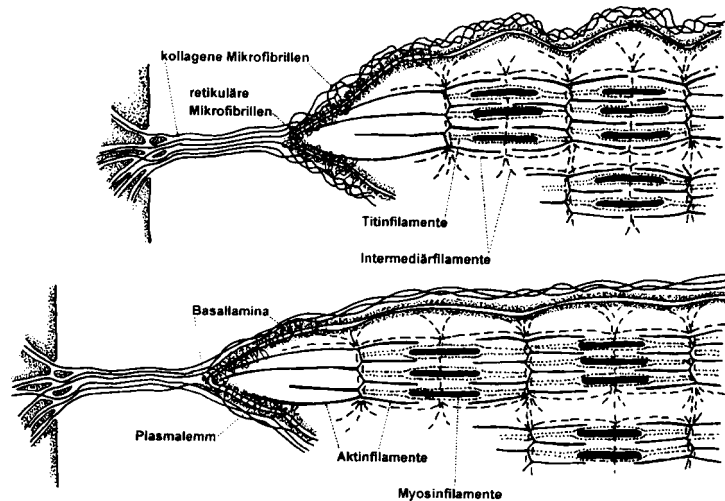


Abbildung 3: Überblick über die filamentäre Struktur des Muskelfaser-Sehnenkomplexes. Oben: Entdehneter Zustand. Unten: Gedehneter Zustand (Wiemann et al. 1999, 630)

2.3 Messtechnische Voraussetzungen

Wir haben einen Dehnungsmess-Schlitten konstruiert, mit dem die verschiedenen Dehntechniken simuliert und die wichtigsten biomechanischen Messwerte erfasst werden können (siehe Abbildung 4). Während Sportler in der Regel über eine gute Körpererfahrung verfügen, und deshalb Veränderungen der Muskulatur sehr differenziert erfühlen können, sind mit biomechanischen Methoden nur die Bewegungsreichweite, die Spannung der Muskulatur und die EMG-Aktivität messbar. In der Regel werden entsprechende Untersuchungen nur an der ischiokruralen Muskulatur vorgenommen.

Bei der Versuchsdurchführung liegt die Vpn. fixiert auf einem auf Rollen gelagerten Schlitten. Die Dehnung erfolgt entweder durch einen Zug des Sportlers an einem am Fußgelenk befestigten Seil (Eigendehnung) oder über einen Elektromotor, der von der Vp. selbst (Eigendehnung) oder von einem Testhelfer (Fremddehnung) gesteuert wird. Der Messschlitten kann stufenlos mechanisch arretiert werden. Ebenso kann das Zugseil mechanisch fixiert werden.

Die Erfassung der Dehnungsspannung erfolgt über einen Dehnungsmessstreifen, der in das Zugseil integriert ist. Bei der Messapparatur wird die Bewegungsamplitude über das dreidimensionale Bewegungsanalysesystem *Zebri CMS 30* der Firma *Zebri Medizintechnik GmbH* (Tübingen) gemessen. Das System arbeitet mit drei Ultraschallmikrofonen, die die von den am Bein und Zugseil angebrachten Markern ausgesandten Schallwellen aufnehmen. Mit der Software *Windata* können alle Marker im Raum lokalisiert und alle während der Untersuchung interessierenden Winkel bestimmt werden. Die Messapparatur ist hinsichtlich der

teststatistischen Gütekriterien evaluiert worden. Es ergaben sich gute bis ausgezeichnete Reliabilitätswerte bzw. Validitätskoeffizienten.

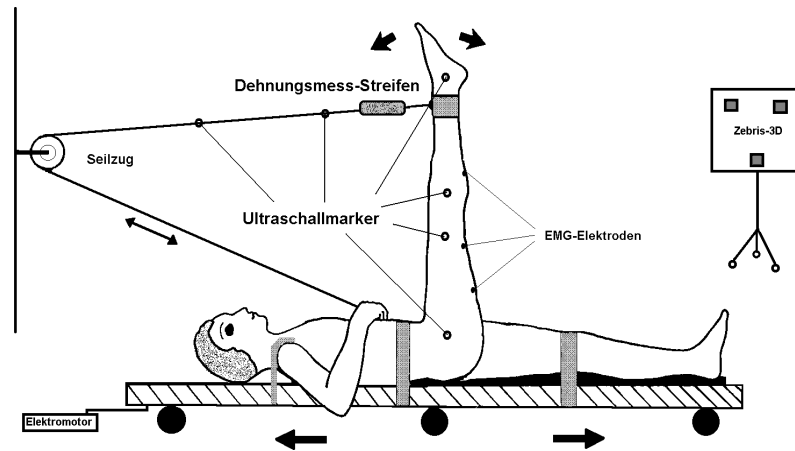


Abbildung 4: Aufbau der Versuchsapparatur zur Erfassung der Bewegungsreichweite mit dem Ultraschallsystem Zebris-3D, der Dehnungsspannung mit einem Dehnungsmess-Streifen sowie der EMG-Aktivität der ischiokruralen Muskelgruppe.

Der prinzipielle Ablauf einer Untersuchung zur Erfassung der Dehnungsspannung bei einer statischen Dehnung ergeht aus Abbildung 5. In Abbildung 6 ist das Verhalten der Dehnungsspannung bei einer dynamischen Dehnung dargestellt. Über Vektorrechnungen kann die resultierende Belastung des Muskels berechnet werden.

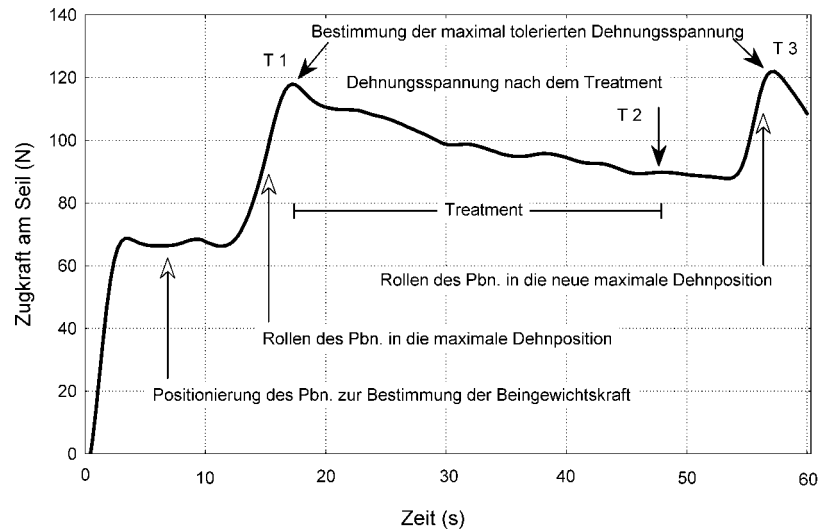


Abbildung 5: Prinzipieller Ablauf einer Messung zur Bestimmung der Dehnungsspannung der ischiokruralen Muskelgruppe. Darstellung einer geglätteten Rohwertekurve der Zugspannung am Seil bei einer statischen Dehnung.

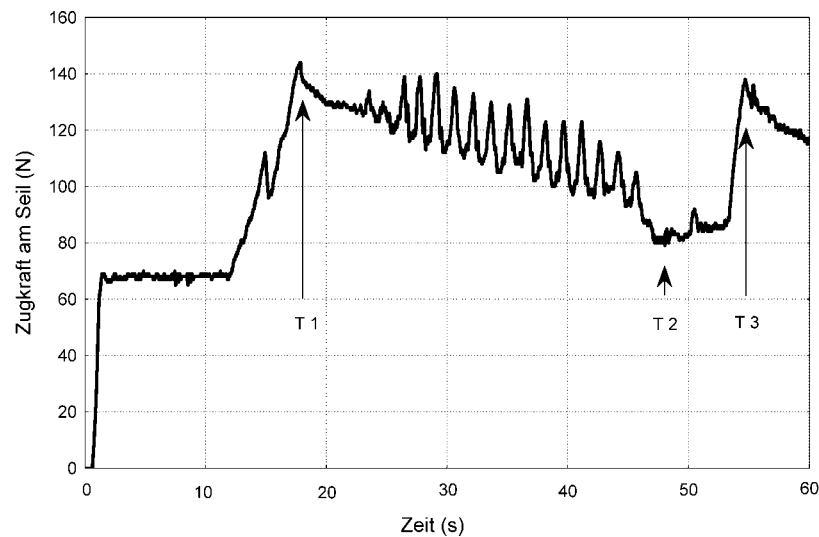


Abbildung 6: Darstellung einer Rohwertekurve der Zugspannung am Seil bei einer dynamischen Dehnung.

3 Ergebnisse ausgewählter Studien

Für die Beantwortung der Fragestellung, ob dynamisches Dehnen besser ist als statisches, sind direkte Vergleichsuntersuchungen notwendig. Meistens jedoch liegen nur Untersuchungen vor, bei denen das statische oder dynamische Dehnen getrennt voneinander untersucht wurden. Die älteste Vergleichsstudie hierzu stammt von de Vries (1962), der das Hata-Yoga mit dem damals allgemein üblichen ballistischen Dehnen verglich. Er konnte damals keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Dehntechniken im Hinblick auf die Veränderung der Bewegungsreichweite feststellen. Beim Vergleich verschiedener Dehntechniken konnten Wydra et al. (1991) eine Überlegenheit des dynamischen Dehnens im Hinblick auf die mittel-

fristige Verbesserung der Hüftflexion durch ein- bis zweiwöchige Dehnprogramme bei Teilnehmern einer stationären Heilbehandlung nachweisen (siehe Abbildung 7).

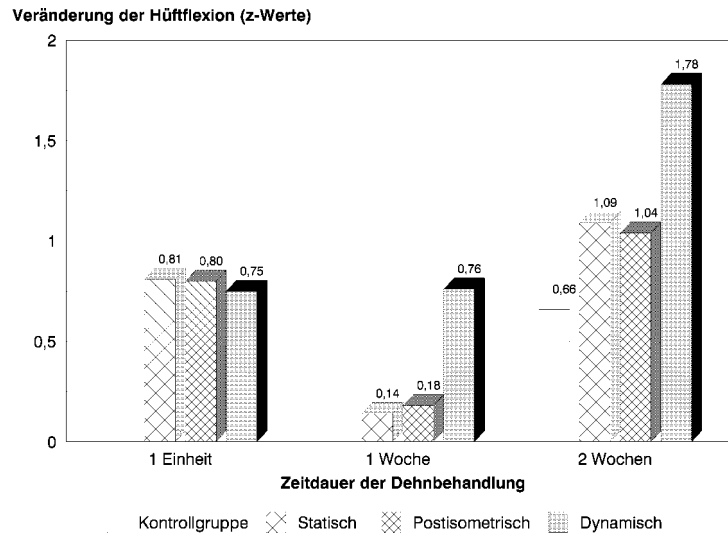


Abbildung 7: Veränderung der passiven Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskelgruppe bei Rehatteilnehmern in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer und der Technik der Muskeldehnung. Dargestellt sind die z-transformierten Zuwachsraten.

In einer weiteren Vergleichsstudie konnten Wydra et al. (1999) zeigen, dass das dynamischen Dehnen bei kurzfristigen singulären Muskeldehnungen zu einer größeren Reduktion der Dehnungsspannung führt als das statische Dehnen. Die Reduktion der Dehnungsspannung ist als verbesserte Entspannungsfähigkeit der Muskulatur zu interpretieren. Bei der maximal tolerierten Dehnungsspannung konnten keine Unterschiede zwischen statischem und dynamischem Dehnen beobachtet werden (siehe Abbildung 8).

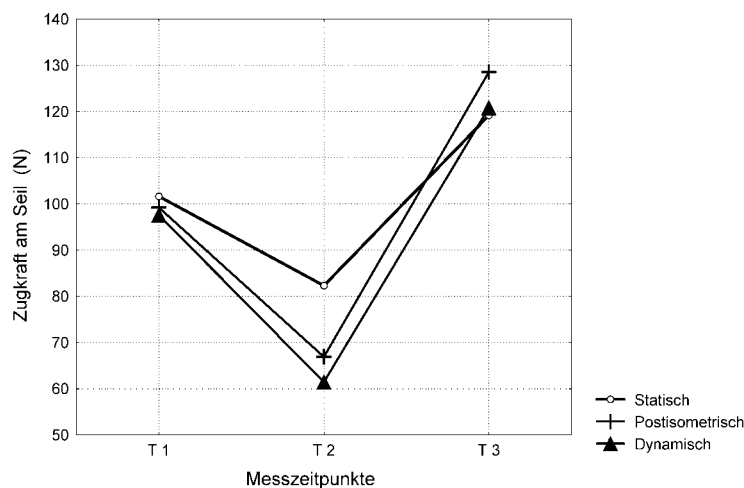


Abbildung 8: Reduktion der Dehnungsspannung bei konstanter Hüftflexion (T 2) und Erhöhung der maximal tolerierten Dehnungsspannung nach der Dehnung (T 3) in Abhängigkeit von der durchgeführten Dehntechnik. T 1 = Messzeitpunkt 1; T 2 = Messzeitpunkt 2; T 3 = Messzeitpunkt 3.

Während das statische Dehnen zu einer Verringerung der Dehnungsspannung um lediglich 19 % führt, kommt es durch das postisometrische und das dynamische Dehnen zu einer Re-

duktion um mehr als 30 %. Es kommt durch die statische Dehnung zu einer Erhöhung der maximal tolerierten Dehnungsspannung um 19 %, durch die dynamische Dehnung um 24 % und durch die postisometrische Dehnung um 29 %. Die Veränderungen sind hochsignifikant. Die beobachteten Effekte können über die mechanischen Eigenschaften der Muskulatur und elektrophysiologische Veränderungen erklärt werden (Wydra et al. 1999).

Die Erhöhung der maximal tolerierten Dehnungsspannung liegt wesentlich höher als dies für singuläre Dehnungen in der Literatur beschrieben wird. Wiemann (1994) berichtet über Erhöhungen um ca. 3,2 % bei einer singulären statischen und um ca. 16,3 % bei einer singulären postisometrischen Dehnung. Die Ursache für die Erhöhung der maximal tolerierten Dehnungsspannung sieht er in einer Erhöhung der Schmerztoleranz (Wiemann 1991). Auf den ersten Blick erscheint der fehlende Unterschied bei der Verbesserung der maximal tolerierten Dehnungsspannung als Widerspruch gegenüber den gleichzeitig beobachteten hochsignifikanten Unterschieden im Hinblick auf die Verringerung der Dehnungsspannung während der Dehnung. Unter muskelprotektiven Gesichtspunkten ist dieses Ergebnis jedoch als zweckmäßig zu erachten: Eine unphysiologische Überdehnung des Muskels muss vermieden werden (Murphy 1991; Rebsamen 1994), während eine Reduktion der Dehnungsspannung bei konstanter Bewegungsreichweite keine Gefahren für das kontraktile System darstellt.

4 Empfehlungen für die Praxis

Obwohl die Vergleichsstudien eher Vor- als Nachteile dynamischer Dehntechniken nachweisen, wird gerade im therapeutischen Bereich ihre Anwendung mit dem Hinweis auf die angeblich entstehenden höheren Kräfte abgelehnt. Einige Autoren sprachen bei der dynamischen Dehnung generell von Zerrgymnastik. Empirisch gesichertes Zahlenmaterial hierzu fehlte bisher. Mit unserem Dehnungsmess-Schlitten sind wir in der Lage, auch die beim dynamischen Dehnen auftretenden Kräfte aufzuzeichnen (siehe Abbildung 6). Während beim dynamischen Dehnen die maximalen Zugkräfte in der gleichen Größenordnung liegen wie beim statischen Dehnen, konnten beim postisometrischen Dehnen in der Kontraktionsphase Zugbelastungen in der Größenordnung bis zum Vierfachen der beim statischen Dehnen auftretenden registriert werden. Unsere Ergebnisse sprechen eindeutig gegen die Behauptung, dass das dynamische Dehnen eine größere Verletzungsgefahr ins sich berge. Dies gilt insbesondere dann, wenn das dynamische Dehnen so durchgeführt wird, wie es in den alten Büchern der Zweckgymnastik beschrieben wurde.

„In der Trainingsweise sollte behutsam, gefühlvoll und nur bis an die Grenzen der Schmerzempfindung vorgegangen werden. Anfangs nicht zu stark dehnen, jedoch mehrfach wiederholend (10 - 15x) und auf keinen Fall ruckhaft. Nach gezielten Dehnübungen erfolgt unbedingt eine Muskellockerung durch zweckgymnastische Lockerungsübungen in Form von freiem Ausschütteln und Schwingen der betreffenden Muskelpartien und Extremitäten“ (Grosser 1972, 50).

Ob eine Dehnübung gefährlich ist oder nicht, hängt von den einwirkenden Kräften und der Zeitdauer der Dehnung ab, aber nicht von der Dehntechnik. Auch durch zu langes und zu intensives statisches Dehnen kann ein Muskel direkt geschädigt werden. Rebsamen (1994) spricht vom Over-Stretching-Syndrom. Nach den von uns ermittelten experimentellen Ergebnissen (vgl. Abbildung 9) reichen offensichtlich schon wenige Wiederholungen aus, um optimale Effekte zu erzielen. Vor allem, wenn das Dehnen im Rahmen eines Aufwärmprogramms vor schnellen und schnellkräftigen Bewegungen durchgeführt wird, sollte nicht zu lange und nicht zu intensiv gedehnt werden.

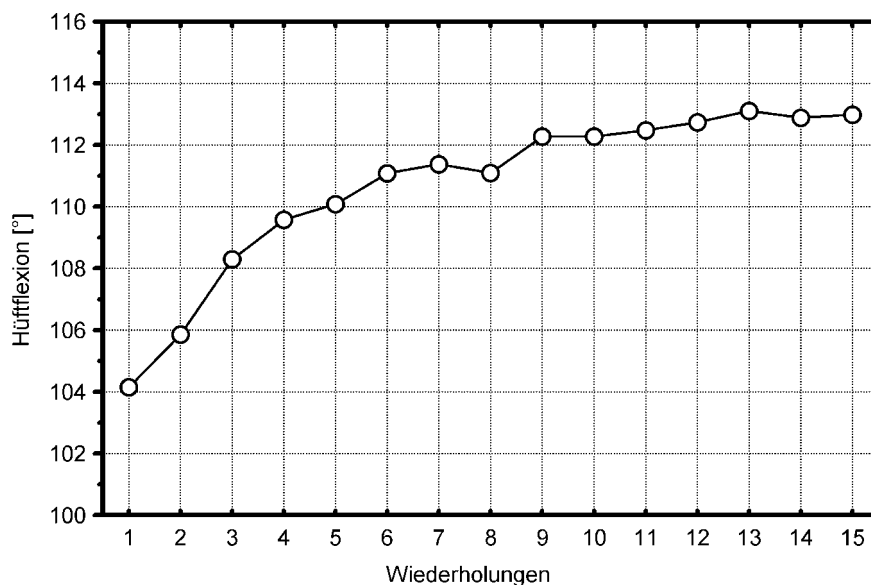


Abbildung 9: Einfluss der Wiederholungszahl auf die Bewegungsreichweite bei Eigendehnungen der ischiokruralen Muskelgruppe.

Trotz der Vielzahl der wissenschaftlichen Argumente, die für das dynamische Dehnen sprechen, möchte ich für einen Methodenpluralismus bei der Muskeldehnung plädieren. Dieser Methodenpluralismus soll aber nicht im Sinne einer Beliebigkeit interpretiert werden. Es geht vielmehr darum, die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Techniken und Methoden in einer pädagogisch begründeten Methodik der Muskeldehnung zu integrieren. Als methodi-

scher Leitsatz sollte die unbestrittene Erkenntnis „vom Einfachen zum Schweren“ fungieren. Der Vorteil statischer Dehntechniken liegt meines Erachtens darin, dass die Anwender – Schüler, Sportler, Rehabilitanden – einen einfacheren und eindeutigeren Zugang zur Zielstellung der Muskeldehnung bekommen: Durch das statische Dehnen kann die zu dehnende Muskelgruppe genauer erfüllt werden als durch das dynamische Dehnen. Es entwickelt sich ein „Muskelgefühl“, das die Voraussetzung darstellt für die Anwendung komplexerer Dehntechniken.

Statisches und dynamisches Dehnen sollten auch nicht als etwas vollkommen unterschiedliches aufgefasst werden. Entscheidend ist die Dynamik der Bewegungsausführung, d. h. sowohl die Geschwindigkeit als auch die Bewegungsamplitude lassen sich beim dynamischen Dehnen auf ein Minimum verringern, so dass die Übergänge zwischen beiden Techniken absolut fließend sind. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Dehnung wie allgemein heute üblich als funktionelle Muskeldehnung über nur ein Gelenk durchgeführt wird.

Diese enge Auslegung des Begriffes der Funktionalität wird derzeit zum Teil kritisch gesehen. Narcessian (1997, 29) vertritt das Konzept mehrgelenkiger Bewegungen (Multi joint movements) in der Physiotherapie und schreibt „...functionality does not exist in the domain of single-joint motions.“ Aus seiner Sicht versagen eingelenkige Bewegungen beim Trainieren mehrgelenkiger Muskeln, weil bei solchen Bewegungen andere motorische Ausgangsbedingungen herrschen als bei mehrgelenkigen Bewegungen. Man sollte sich deshalb bei der Auswahl von Übungen nicht von der traditionellen zweistufigen Unterscheidung funktionell oder unfunktionell bzw. richtig oder falsch leiten lassen. Ob eine Übung funktionell ist hängt in hohem Maße davon ab, welche Voraussetzungen und Ziele beim Anwender vorliegen.

Welche Übung für welche Person geeignet ist, kann über folgende Fragen ermittelt werden:

- Wie ist die Ausgangssituation dessen, der die Übung absolviert hinsichtlich seines Trainingszustandes, seiner Belastbarkeit, seines Lebensalters etc.?
- Bestehen gesundheitliche Einschränkungen?
- Welche Zielstellung wird mit dem Trainingsprogramm verfolgt?
- Beherrscht die Person die ausgewählte Übung?
- Stellt die ausgewählte Übung unter motorischen Gesichtspunkten die optimale Lösung des Problems dar?

Man sollte deshalb den engen, nach wir vor ausschließlich krankengymnastisch ausgerichteten Funktionsbegriff erweitern, so dass auch Aspekte der Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik berücksichtigt werden können. Für das Training der Beweglichkeit bedeutet dies, dass

beim Vorliegen der entsprechenden personalen Ressourcen nicht nur isolierte, nur auf eine Muskelgruppe zielende Übungen durchgeführt werden sollten, sondern auch Übungen, die auf eine ganze Muskelschlinge abzielen. Denn nur dann ist gewährleistet, dass die durch die Muskeldehnung verbesserte Dehn- und Entspannungsfähigkeit der Muskulatur auch bei komplexen Bewegungen, wie sie für die Alltags-, Arbeits- und Sportmotorik typisch sind, zum Tragen kommen.

Literaturverzeichnis

- de VRIES, H. A. (1962). Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Research Quarterly* 33, 222 - 228.
- Fürst, D. O. (1999). Titin, ein molekularer Gigant regiert im quergestreiften Muskel. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50, 218 - 222.
- Grosser, M. (1972). *Die Zweckgymnastik des Leichtathleten*. Schorndorf: Hofmann.
- Harre, D. (Red.) (1973). *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Hennig, E.; S. Podzielný (1994). Die Auswirkungen von Dehn- und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 45, 253 - 260.
- Hennig, E.; S. Podzielný (1994). Die Auswirkungen von Dehn- und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 45, 253 - 260.
- Huijing, P. A. (1994). Das elastische Potential des Muskels. In: Komi, P.V.: *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 155 - 172). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Huijing, P. A. (1994). Mechanische Muskelmodelle. In: Komi, P. V.: *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 135 - 154). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Murphy, D. R. (1991). A critical look at static stretching: Are we doing our patients harm? *Chiropractic Sports Medicine* 5, 67 - 70.
- Narcessian, R. P. (1997). Concepts in Multi-Joint Movement. In: Binkowski, H.; M. Hoster; H. U. Nepper . (Hrsg.). *Medizinische Trainingstherapie* (S. 28 - 42). Waldenburg: Sport Consult.
- Rebsamen, R. (1994). Das Syndrom des Over-Stretching. In: Hoster, M.; H.-U. Nepper (Hrsg.): *Dehnen und Mobilisieren* (S. 110 - 117). Waldenburg: Sport Consult.
- Rosenbaum, D.; E. M. Hennig (1997). Veränderung der Reaktionszeit und Explosivkraftentfaltung nach einem passiven Stretchingsprogramm und 10minütigem Aufwärmen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 48, 95 - 99.

- Ullrich, K., A. Gollhofer: Physiologische Aspekte und Effektivität unterschiedlicher Dehnmethoden. In: D. Z. f. Sportmedizin 45 (1994), 336 - 345.
- Wiemann, K. (1991). Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnwöchiges Dehnungstraining. Sportwissenschaft 21, 295 - 305.
- Wiemann, K. (1994). Beeinflussung muskulärer Parameter durch unterschiedliche Dehnverfahren. In: Hoster, M.; H.-U. Nepper (Hrsg.). Dehnen und Mobilisieren (s. 40 - 71). Waldenburg: Sport Consult.
- Wiemann, K.; A. Klee; M. Stratmann (1999): Filamentäre Quellen der Muskelruhespannung und die Behandlung muskulärer Dysbalancen. Krankengymnastik 51, 628 - 640.
- Wiemann, K.; M. Kamphöfner (1995). Verhindert statisches Dehnen das Auftreten von Muskelkater nach exzentrischem Training? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 46, 411 - 421.
- Wiemann, K.; T. Fischer (1997). Ruhespannung und Muskelkater. Sportwissenschaft 27, 428 - 436.
- Wydra, G. (1997). Stretching – ein Überblick über den Stand der Forschung. Sportwissenschaft 27, 409 - 427.
- Wydra, G.; K. Bös; G. Karisch (1991). Zur Effektivität verschiedener Dehntechniken. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 42, 386 - 400.
- Wydra, G.; S. Glück; K. Roemer (1999). Kurzfristige Effekte verschiedener singulärer Muskeldehnungen. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 50, 10 - 16.