

**Georg Wydra und Sabine Glück**

## **Zur Effektivität des Dehnens**

In K. Cachay, A. Halle & H. Teubert (Red.), Sport ist Spitze - Nachwuchsleistungssport aktuell zwischen Computer und Power-Food" (S. 103 - 118). Aachen: Meyer & Meyer

### **1 Einleitung**

Die Muskeldehnung ist in den letzten beiden Jahrzehnten Gegenstand zahlreicher Publikationen gewesen. Anlass war zunächst die kritische Auseinandersetzung mit den traditionellen Dehntechniken im Sport. In einer Reihe von Veröffentlichungen wurden die im Sport bevorzugten dynamischen Dehntechniken kritisch unter Gesichtspunkten der Verletzungsgefahr unter die Lupe genommen. Auch unter dem Gesichtspunkt der optimalen physiologischen Durchführung wurden weiche Stretchingtechniken als Methode der Wahl erachtet (Knebel, 1985). Aber bereits 1985 stellten Dietrich, Berthold und Brenke (1985, S. 926) hierzu fest, dass keine Untersuchungen vorliegen, die eindeutig die Überlegenheit einer Methode beweisen. Murphy (1991, p. 67) trug zur weiteren Verwirrung bei, als er seinen Artikel mit dem Titel überschrieb: "A critical look at static stretching: Are we doing our patients harm?" Ebenfalls im Jahr 1991 publizierte Wiemann die Ergebnisse einer umfangreichen Längsschnittstudie und stellte fest, dass die im Allgemeinen von einem Dehnungstraining oder vom Stretching erwarteten Effekte wie Verminderung des Ruhetonus und Beseitigung einer Muskelverkürzung nicht nachgewiesen werden können (Wiemann, 1991, S. 305). Im gleichen Jahr sorgten Wydra, Bös und Karisch (1991) für eine Rehabilitierung des dynamischen Dehnens, indem sie zeigten, dass das dynamische Dehnen über einen Zeitraum von zwei Wochen dem statischen und dem postisometrischen Dehnen im Hinblick auf die Verbesserung der Bewegungsreichweite hochsignifikant überlegen war.

Jetzt über ein Jahrzehnt nach diesen Feststellungen erscheint eine intensive Durchleuchtung des Problemfeldes insbesondere für die zum Teil erheblich verunsicherten Praktiker nach wie vor gewinnbringend. Hinzu kommt, dass sich gerade in den letzten Jahren in Deutschland etliche Forschergruppen intensiv mit der Thematik beschäftigt haben, was seinen Ausdruck auch in einigen hervorragenden wissenschaftliche Qualifikationsarbeiten fand (Klee, 2003; Schönthaler & Ohlendorf, 2002).

### **2 Grundlagen**

Unter Effektivität versteht man die Hervorbringung gewünschter Wirkungen bestimmter Maßnahmen. Das Effizienzkriterium berücksichtigt zusätzlich noch die Kosten-Nutzen-Relation, d. h. welchen Aufwand muss man treiben, um welche Wirkungen zu erzielen?

Gewünschte Effekte eines Dehnprogramms sind die Vergrößerung der Bewegungsreichweite, die Beseitigung von Muskeldysbalancen über die Verlängerung verkürzter Muskeln, die Abnahme der Muskelspannung, die Verbesserung der Entspannungsfähigkeit, die Redu-

zierung der EMG-Aktivität, die Verbesserung der Regenerationsfähigkeit, die Verhinderung oder Linderung von Muskelkater und Muskelverletzungen sowie letztendlich die Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit. Die Muskeldehnung ist, glaubt man den Auguren des klassischen Stretching (Knebel, 1985), eine Allzweckwaffe mit unbegrenztem Potenzial mit grundlegender Bedeutung für alle Bereiche des Sports und täglichen Lebens.

Bevor auf diese Aspekte näher eingegangen wird, soll noch auf eine weitere notwendige Strukturierung hin gewiesen werden. Zunächst muss nach der Dauer der Dehnung differenziert werden. Handelt es sich um eine einzelne Dehnungen oder um mehrere einzelne Dehnungen, die in den Blick genommen werden. In ersten Fall spricht man von einer singulären Dehnung. Diese muss von kurzzeitigen und langzeitigen Dehnung differenziert werden. Unter kurzzeitigen Dehnungen werden Dehnprogramme von mehreren Minuten bis 30 Minuten Länge verstanden. Langzeitige Dehnungen erstrecken sich über Tage oder Wochen. Weiterhin muss nach der Dauer der Wirkung dieser verschiedenen Dehnungen differenziert werden. Man kann unterscheiden zwischen den unmittelbaren Auswirkungen (kurzfristige Effekte), denen nach Stunden oder Tagen (mittelfristige Effekte) und denen nach Wochen oder Monaten (langfristige Effekte).

Auch die Verwendung der Begriffe aktiv und Passiv ist vollkommen unterschiedlich und zum Teil eher verwirrend als Klarheit stiftend. Schon vor 30 Jahren übte Harre Kritik, als er schrieb, dass die Begriffe aktive und passive Beweglichkeit noch Verwendung fänden, obwohl sie den Sachverhalt nicht exakt widerspiegeln, denn selbst das passive Dehnen etwa durch Partnerhilfe enthielte eine aktive Komponente, nämlich die Entspannungsfähigkeit der Antagonisten (Harre, 1973, S. 170). Auf der Basis handlungstheoretischer Überlegungen und der Übertragung dieser auf den Bereich der Motorikforschung wird die Verwendung der Begriffe Eigen- und Fremddehnung vorgeschlagen (Wydra, Glück & Roemer, 1999).

Die exakte Fragestellung für die vorliegende Darstellung lautet: Welche kurz-, mittel- und langfristigen Effekte kann man in Abhängigkeit von der Dauer (singulär, kurz- und langzeitig), Art (Eigen- vs. Fremddehnung) und Technik der Dehnung (statisch, postisometrisch, dynamisch) im Hinblick auf Bewegungsreichweite, Muskellänge, Dehnungsspannung, EMG-Aktivität, Leistungsfähigkeit, Regenerationsfähigkeit, Verletzungsanfälligkeit etc. erzielen?

### **3 Vorliegende Befunde**

#### **3.1 Wie wirken sich die verschiedenen Dehntechniken auf die Bewegungsreichweite und Dehnungsspannung aus?**

Für die Beantwortung dieser Frage sind direkte Vergleichsuntersuchungen notwendig. Meistens jedoch liegen nur Untersuchungen vor, bei denen das statische, dynamische oder postisometrische Dehnen getrennt voneinander untersucht wurden. Die älteste Vergleichsstudie hierzu stammt von de Vries (1962), der das Hata-Yoga mit dem damals allgemein üblichen dynamischen Dehnen verglich. Er konnte damals keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Dehntechniken im Hinblick auf die Veränderung der Bewegungsreichweite fest-

stellen. In den meisten Vergleichsuntersuchungen zur kurzfristigen Verbesserung der Bewegungsreichweite schneidet das sog. CR-Dehnen - Dehnung der Muskulatur nach einer vorausgegangen Anspannung - besser ab als das statische oder dynamische Dehnen (Wydra, 1997).

Wydra et al. (1991) verglichen das dynamische Dehnen mit dem CR-Dehnen und dem statischen Dehnen. In den Blick genommen wurde die ischiokrurale Muskelgruppe. Als Probanden fungierten Rehatelnehmer, die über einen Zeitraum von zwei Wochen täglich 10 Minuten gedehnt wurden. Es konnte eine hochsignifikante Überlegenheit des dynamischen Dehnens im Hinblick auf die mittelfristige Verbesserung der Hüftflexion gezeigt werden (siehe Abbildung 1).

Ein weiteres Kriterium zur Beurteilung der Effektivität von Dehnungen stellt die Dehnungsspannung dar. Darunter wird die Kraft verstanden, die aufgewendet werden muss, um einen bestimmten Dehnungsgrad zu erreichen. Exakter wäre der Begriff Dehnungskraft. Auch hier lehrt die Alltagserfahrung, dass sowohl singuläre als auch mittel- und langzeitige Dehnprogramme sehr erfolgreich sein können. Um diese Effekte wissenschaftlich beurteilen zu können, ist es jedoch notwendig die auftretenden Kräfte zu messen.

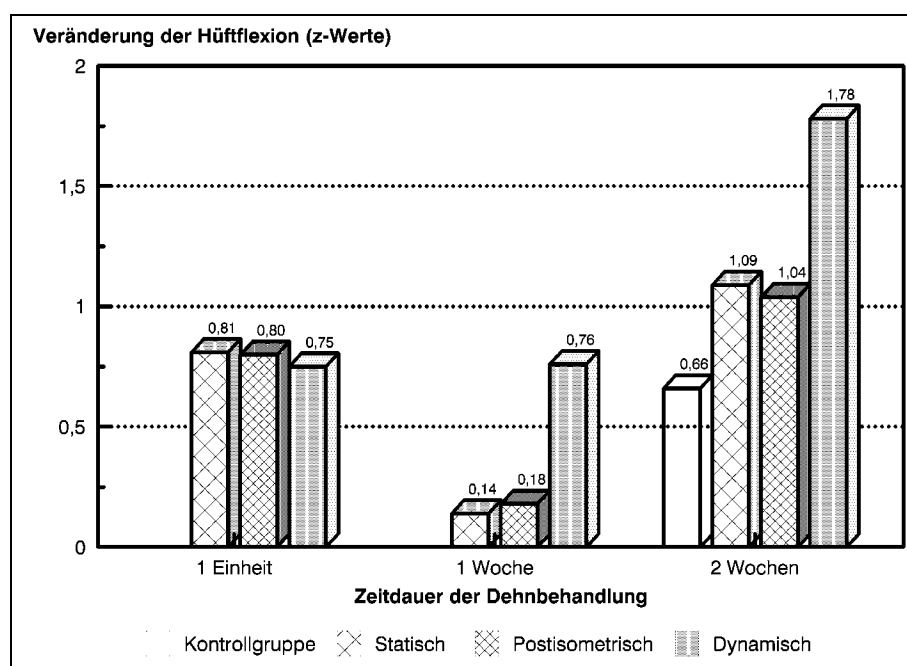


Abbildung 1: Veränderung der passiven Dehnfähigkeit der ischiokruralen Muskelgruppe bei Rehatelnehmern in Abhängigkeit von der Behandlungsdauer und der Technik der Muskeldehnung. Dargestellt sind die z-transformierten Zuwachsraten (modifiziert nach Zahlen von Wydra et al., 1991).

In einer Vergleichsstudie konnten Wydra et al. (1999) zeigen, dass das dynamische Dehnen bei kurzfristigen singulären Muskeldehnungen zu einer größeren Reduktion der Dehnungsspannung führt als das statische Dehnen (siehe Abbildung 2). 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.

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 Gefahr für das kontraktile System darstellt.

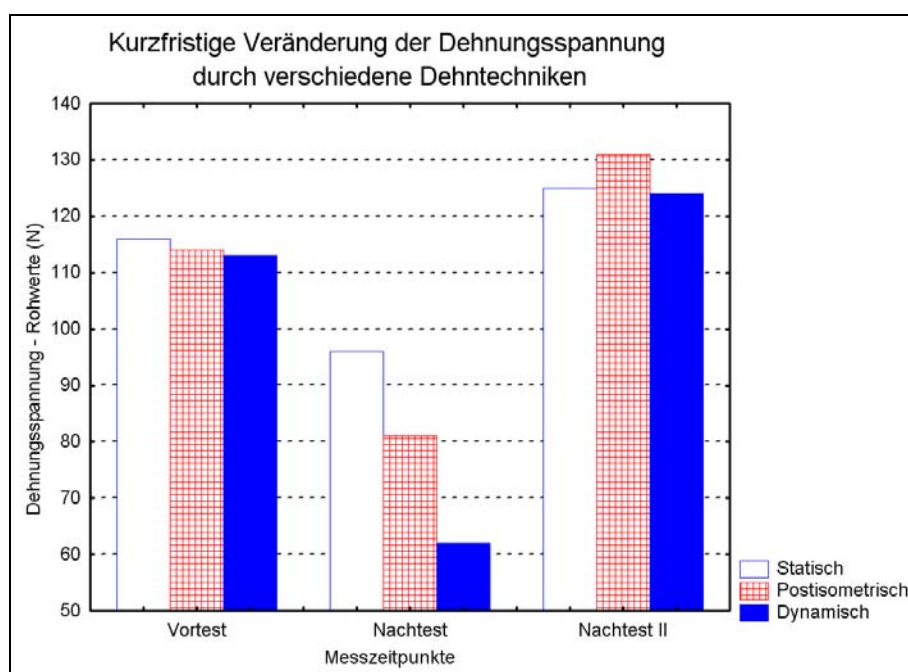


Abbildung 2: Reduktion der Dehnungsspannung bei konstanter Hüftflexion (T 2) und Erhöhung der maximal tolerierten Dehnungsspannung nach der Dehnung (T 3) in Abhängigkeit von der durchgeführten Dehntechnik. T 1 = Messzeitpunkt 1 vor der Dehnung; T 2 = Messzeitpunkt 2 am Ende der Dehnung ; T 3 = Messzeitpunkt 3 nach einer erneuten Dehnung (Wydra et al., 1999, S. 14).

In dieser Studie konnte auch gezeigt werden, dass das dynamische Dehnen nichts mit der sog. Zerrgymnastik zu tun hat. Die beim Dehnen registrierten Dehnungsspannungen lagen in der gleichen Größenordnung wie beim statischen Dehnen. Hier muss an den Grundsatz der Zweckgymnastik erinnert werden: „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, S. 50).

Zusammenfassend kann man sagen, dass es bei Dehnungen parallel zur Verbesserung der Beweglichkeit auch zu einer Reduktion der für die Dehnung aufzubringenden Kraft (Dehnungsspannung) kommt. Bei kurzzeitigen Dehnungen schneiden das dynamische und das CR-Dehnen günstiger im Hinblick auf die Verringerung der Dehnungsspannung ab als das Stretching. Die beim dynamischen Dehnen registrierten Dehnungsspannungen stellen für die Muskulatur keine Gefahr dar. Das dynamische Dehnen erwies sich über einen Zeitraum von zwei Wochen im Hinblick auf die Verbesserung der maximalen Beweglichkeit den anderen Dehntechniken hoch signifikant überlegen (Wydra et al., 1999).

### 3.2 Wird durch Dehnen die Muskulatur länger?

Die Frage der morphologischen Verlängerung der Muskulatur wird kontrovers diskutiert. Im Tierexperiment, wo es möglich ist, die Sarkomerzahl nach Abschluss des Experiments zu bestimmen, kann eine Erhöhung der Sarkomerzahl in Längsrichtung des Muskels bestätigt werden. Bei experimentellen Untersuchungen am Menschen ist dies aus nachvollziehbaren Gründen nicht möglich. Deshalb ist man auf indirekte Indikatoren angewiesen. Wiemann (1991) und Wiemann und Leisner (1996) gehen bei ihren Analysen davon aus, dass die Maximalkraft eines Muskels abhängig ist vom optimalen Überlappungsgrad von Aktin und Myosin. Bei einem mittleren Gelenkwinkel liegt oftmals eine maximale Überlappung von Aktin und Myosin im Muskel vor, wodurch der Muskel genau in dieser Gelenkstellung seine maximale Kraft entfalten kann. Käme es durch ein Stretchingprogramm zu einer Längenzunahme des Muskels, so würde sich dadurch der Überlappungsgrad von Aktin und Myosin ungünstig verändern. Als Folge müsste man eine Veränderung der Maximalkraft des Muskels in Abhängigkeit vom Winkel beobachten können. Solche Beobachtungen konnte Wiemann nicht machen. Er führt die Verbesserung der Beweglichkeit deshalb auf eine erhöhte Schmerztoleranz gegenüber Dehnungen zurück.

Bei Untersuchungen von Turnern bzw. Nichtturnern machten Wiemann und Leisner (1996) vergleichbare Beobachtungen. Es konnten keine Unterschiede zwischen Turner und Nichtturner hinsichtlich des Winkels, in dem die Maximalkraft erbracht werden kann, beobachten. Bei den Turnern wurden aber zwei Gruppen mit unterschiedlicher Beweglichkeit beobachtet. Sie führen die erhöhte Dehnfähigkeit der beweglicheren Turner auf genetische Dispositionen zurück.

Goldspink (1994) hingegen geht davon aus, dass die Zahl der Sarkomere in Längsrichtung des Muskels eine Funktion der Anforderungen im Alltag darstellt. Ziel ist es, die größtmögliche aktive und passive Spannung des Muskels zu garantieren. Der Muskel versucht hierzu ein Optimum der Sarkomerenzahl zu erreichen. Die Sarkomerzahl ist nach Goldspink auch beim Erwachsenen nicht fixiert und kann im Bedarfsfall innerhalb von wenigen Tagen zu- oder abnehmen, wenn die Muskulatur durch Kontraktionsreize entsprechend gefordert wird. Dies dürfe beispielsweise bei Menschen der Fall sein, die normalerweise einer fast ausschließlich sitzenden Tätigkeit nachgehen und sich dann z. B. im Urlaub den ganzen Tag (in einer aufrechten Position) bewegen. Das motorische System wird in einem solchen Fall versuchen, die

optimalen Kraft-Längen-Verhältnisse der Muskulatur herzustellen. In der Folge könnte es nach den Vorstellungen von Goldspink (1994) zu einem Einbau neuer Sarkomere kommen. Bei Sportlern dürfte dies nicht der Fall sein. Die meisten Forscher gehen davon aus, dass eine Muskelverlängerung durch Dehnen nicht möglich ist.

### 3.3 Können durch Dehnen Muskeldysbalancen beseitigt werden?

In der orthopädischen und neurologischen Praxis können oftmals stereotype Beobachtungen an der Muskulatur gemacht werden: Bestimmte Muskeln erzeugen bei einer Dehnung eine unerwartet hohe Spannung, während sich andere Muskeln bei Krafttests wiederum unerwartet schwach zeigen. Für diesen Befund hat sich die Bezeichnung muskuläre Dysbalance etabliert (Janda, 1986). Obwohl der Begriff sehr häufig zu finden ist, lässt die theoretische Aufarbeitung des Konstrukts zu wünschen übrig (Klee, 1995).

Die in der klinischen Praxis zu beobachtenden „Muskelverkürzungen“ sind nicht immer Ausdruck echter anatomischer Muskelverkürzungen. Oftmals stellen diese „Muskeldysbalancen“ eine für das Gesamtsystem unter Umständen zweckmäßige Reaktion dar. Bei einer Störung in einem Gelenksystem (Blockierung, Verletzung) versucht das Nervensystem über die Muskulatur das Gelenk vor Überlastungen zu schützen. Dies kann erfolgen über eine Erhöhung bzw. durch eine Verringerung des Muskeltonus. Freiwald und Engelhardt (1999) benutzen den Begriff neuromuskuläre Dysbalance. Exakter wäre die Bezeichnung arthro-neuromuskuläre Dysbalance. Neuromuskulär bedingte Einschränkungen der Dehnbarkeit können durch Dehnungen nicht beeinflusst werden. Nach der Beseitigung der Gelenkstörungen lösen sich diese Einschränkungen der Dehnbarkeit oftmals spontan auf. Durch eine Dehnung dieser scheinbar verkürzten Muskeln werden aber unter Umständen gelenkschützende Mechanismen negativ beeinflusst (Freiwald & Engelhardt, 1999).

In vielen Sportarten kommt es zur Entwicklung einer sportartspezifischen Muskulatur. Diese Anpassungen beziehen sich nicht nur auf die Entwicklung des optimalen Verhältnisses von schnellen und langsamen Muskelfasern, sondern auch auf die unterschiedliche Entwicklung der agonistischen und antagonistischen Muskelgruppen. Eine Massenzunahme ist immer verbunden mit einer Zunahme der Titinfilamente und damit auch einer verringerten Dehnbarkeit der Muskulatur (Klee, 2003). Die Vorsilbe „dys“ führt hier in die Irre. Auch in diesem Fall ist die Abweichung von der Norm als optimale Anpassung des Systems an die Anforderungen in der Sportart zu betrachten. Analog dazu wird bei Haltungsschwächen deshalb ein Krafttraining der Antagonisten empfohlen. Durch dieses soll es über eine Zunahme der Muskelmasse auch zu einer Vergrößerung der Titinmasse im Muskel kommen und damit zu einer Spannungserhöhung der entsprechenden Muskelgruppe (Klee, 1995, 2003).

### 3.4 Verhindert Dehnen Muskelkater bzw. die Verletzungsgefahr?

Schon immer wird dem Aufwärmen und Dehnübungen eine positive Wirkung gegenüber Muskelverletzungen zugeschrieben. Die empirische Überprüfung dieser Behauptung hinge-

gen ist sehr schwierig: Eine genügend große Stichprobe müsste im Rahmen eines Versuchs-Kontrollgruppen-Experiments über einen längeren Zeitraum beobachtet werden. Es wäre notwendig, die Unterschiede im Hinblick auf bestimmte Verletzungsmuster zwischen Sportlern, die sich regelmäßig dehnen und denen, die sich nicht dehnen, zu erfassen. Solche Untersuchungen erfordern einen gigantischen Aufwand. Oftmals wird auf die Beobachtung von Muskelverletzungen verzichtet und nur ein experimentell ausgelöster Muskelkater in den Blick genommen.

Im Hinblick auf die Muskelkaterprophylaxe hat Wiemeyer (2002) versucht, den Stand der Forschung darzustellen. Am Ende seiner Analyse stellt er fest, dass in den wenigen experimentellen Untersuchungen keine Effekte nachweisbar sind. Ob das Dehnen einen Effekt hat oder nicht, hängt offensichtlich von einer Reihe von Rahmenbedingungen ab, die einer weiteren Untersuchung bedürfen.

Herbert und Gabriel (2002) verglichen in einem Review-Artikel fünf Studien, die sich mit den Effekten des Dehnens auf den Muskelkater beschäftigten. Dehnen reduziert den Muskelkater-Schmerz 72 Stunden nach der Belastung. Jedoch beträgt diese Minderung lediglich 2 mm auf einer 100 mm Skala. Bei einigen Studien (siehe beispielsweise Wiemann & Kamphöfner, 1995) ist auch nicht klar, ob der beobachtete Muskelkater nicht direkt durch die sehr hohe Dauer der Dehnprozeduren selbst ausgelöst wurde. Herbert und Gabriel (2002, p. 470) wiesen anhand von zwei zitierten Studien indirekt auf die Problematik der Verletzungsdefinition hin. Einerseits werden Verletzungen der Achillessehne, Verstauchungen des Knöchels, Stressfrakturen des Fußes und der Tibia, Peristosis oder das Kompartment-Syndrom am vorderen Schienbeinknochen als Verletzungen aufgeführt. Andererseits zählten Bindegewebs-, Knochen- und alle anderen Verletzungen dazu. Beide zitierten Studien konnten ein mäßig reduziertes Verletzungsrisiko durch Dehnen nachweisen. Das Risiko konnte jedoch nur um 5 % herabgesetzt werden. Das bedeutet, dass ein normal Sport treibender Mensch 23 Jahre dehnen müsste, um eine einzige Verletzung zu vermeiden. Die praktische Relevanz kann damit in Frage gestellt werden.

Zusammenfassend muss festgehalten werden, dass in diesem Bereich noch sehr viel Forschungsbedarf vorhanden ist und dass die vorliegenden Befunde nur sehr vorsichtig auf die Praxis übertragen werden dürfen. Relevante positive Effekte auf die Verhinderung von Muskelkater bzw. Muskelverletzungen konnten bisher nicht gezeigt werden.

### 3.5 Verbessert Dehnen die sportliche Leistungsfähigkeit?

Die wichtigste Frage für Trainer und Athleten ist, ob durch Muskeldehnungen die sportliche Leistungsfähigkeit positiv beeinflusst werden kann. Für Sportarten, in denen die Beweglichkeit eine besondere Bedeutung hat, ist das unstrittig. Für Sportarten, bei denen die Schnellkraft eine große Bedeutung hat, sind die Ergebnisse eindeutig. Es liegen jedoch nur Untersuchungen zu den kurzfristigen Effekten vor.

Hennig und Podzielný (1994) untersuchten die Auswirkungen von Aufwärmen, Stretching, Aufwärmen nach Stretching und Stretching nach Aufwärmen auf die Vertikal-

sprungleistung . Stretching alleine hat einen tendenziell negativen Effekt, Aufwärmen und Aufwärmen nach Stretching haben große positive Effekte, während sich durch ein Stretching nach dem Aufwärmen die Sprungkraft wiederum verschlechtert.

Rosenbaum und Hennig (1997) untersuchten die Auswirkungen von Stretching und Aufwärmen auf die Reaktionszeit. Stretching alleine hat keine Effekte und ein anschließendes Warmlaufen verbessert die Reaktionszeit und die Kraftentfaltung. Auch Wiemeyer (2002) bestätigte die negativen Auswirkungen von Muskeldehnungen auf die Sprungleistung. In einem Experiment hat er den Einfluss von Aufwärmen, einer Pause nach dem Aufwärmen, einem erneuten Aufwärmen und von Dehnübungen nach dem Aufwärmen auf die Vertikalsprungleistung (Jump-and-reach-Test) analysiert. Es zeigte sich eindeutig ein negativer Effekt des Dehnens auf die Explosivkraft.

In einem neueren Beitrag diskutiert Wiemeyer (2003) die nach einer Dehnung zu beobachtenden Rückgänge bei Sprüngen mit den Leistungseinbußen, die nach einer Entspannung zu registrieren sind. Er vermutet, dass beim statischen Dehnen die gleichen neuronalen Mechanismen greifen wie bei einer psychophysiologischen Entspannung: Aufgrund reduzierter afferenter und efferenter Zuflüsse zur *Formatio reticularis* soll es zu einer allgemeinen Desaktivierung kommen.

Begert und Hillebrecht (2003) sind der Frage nachgegangen, ob die vom statischen Dehnen her bekannten negativen Einflüsse auf die Sprungkraft auch durch das dynamische Dehnen ausgelöst werden. Während bei ihrem Kurzzeitexperiment das statische Dehnen die erwarteten negativen Effekte bei der Flughöhe auslöste, führte das dynamische Dehnen zu keiner signifikanten Beeinflussung der Reaktivität. Als Ursache hierfür diskutieren sie Unterschiede bei der Veränderung der Reflexaktivität.

Zusammenfassend kann hier festgehalten werden, dass - auf jeden Fall statische - Muskeldehnungen zumindest unmittelbar vor Schnellkraftbelastungen ungünstig sind. Diese Verschlechterung der Schnellkraftfähigkeiten sind nicht von Dauer und können durch anschließende Schnellkraftübungen wieder ausgeglichen werden.

### 3.6 Wie viele Wiederholungen sind notwendig?

Die Frage der Effizienz betrifft die Kosten-Nutzen-Relation. Mit anderen Worten könnte man auch fragen, wie viele Dehnübungen im Allgemeinen als ausreichend angesehen werden können. Hier ergibt sich in der Literatur ein relatives klares Bild (Klee, 2003). Sehr ausführlich haben sich Glück, Schwarz, Hoffmann und Wydra (2002) mit diesem Problem beschäftigt. Bei den ersten Wiederholungen hat man die größten Erfolge bei der Verbesserung der Bewegungsreichweite und Herabsetzung der Dehnungsspannung. Von Wiederholung zu Wiederholung reduziert sich der Zugewinn. Nach ca. vier bis fünf Wiederholungen kommt es nur noch zu minimalen Zuwächsen, so dass man diese Wiederholungszahl als ausreichend für ein allgemeines Training erachten kann (siehe Abbildung 3).

Im Rahmen dieser Untersuchungen haben Glück et al. (2002) auch analysiert, ob es günstiger ist, sich selbst zu dehnen oder sich dehnen zu lassen. Auch hier sind die Befunde eindeu-



tig: Es ist auf jeden Fall besser, wenn sich ein Sportler selbst dehnt. Die vielfältigen sensorischen Rückmeldungen, aber auch das Gefühl, beim Dehnen Herr des eigenen Handelns zu sein, führen zu einer größeren Reduktion der Dehnungsspannung und der Bewegungsreichweite als die Dehnung durch eine andere Person oder gar durch eine Maschine.

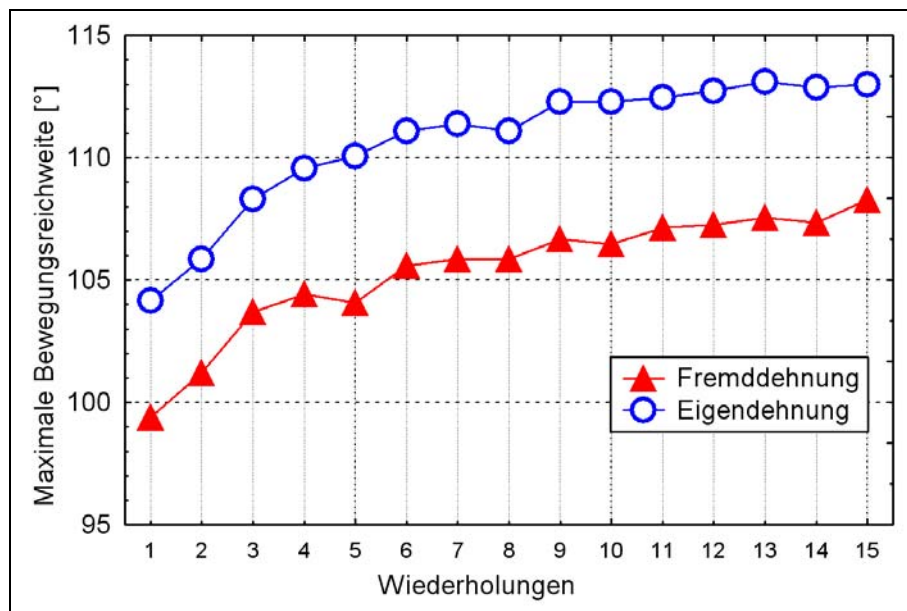


Abbildung 3: Veränderung der Bewegungsreichweite in Abhängigkeit von der Zahl der Wiederholungen und der Art der durchgeführten Dehnung (nach Zahlen von Glück, 2004).

Marschall (1999) zeigte des weiteren, dass kurzzeitige maximale Dehnungen einen größeren Beweglichkeitszugewinn bringen, als weiche Dehnungen. Für Sportarten, in denen die Beweglichkeit eine leistungsdeterminierende Bedeutung hat, ist dies zu beachten.

Zusammenfassend kann man festhalten, dass vier bis fünf Wiederholungen beim Dehnen ausreichend sind. Aufgrund der negativen Auswirkungen von sehr langen Dehnungen im Hinblick auf die Schnellkraft bzw. die Entstehung von Muskelkater sollten die Dehnungen nicht länger als jeweils 10 Sekunden sein. Auch sollten die Dehnungen als Eigendehnungen durchgeführt werden.

#### 4 Zusammenfassung und Konsequenzen für die Praxis

Aus den vorliegenden Befunden lassen sich einige Ableitungen für die Praxis vornehmen. Das Spektrum potenzieller Effekte ist sicherlich nicht so umfassend, wie es in vielen Ratgebern für die Praxis immer noch beschrieben wird. Auch hat das Stretching nicht die Vorteile, die ihm immer wieder unterstellt wurden. Das dynamische Dehnen kann nach zwei Jahrzehnten, in denen es verdammt wurde, als rehabilitiert angesehen werden. Es gilt folglich, einen Methodenpluralismus zu praktizieren, in dem statische Dehnübungen, aufgrund ihrer einfachen Durchführungsform als auch aufgrund der Möglichkeit die Zielmuskulatur eindeutig zu identifizieren, genauso ihren Platz haben wie postisometrische und dynamische Übungen. Die

letztenannten sind insbesondere als speziell vorbereitende Übungen in bestimmten Sportarten unabdingbar.

Auch ist es nicht notwendig, mehr als vier bis fünf Wiederholungen beim Dehnen zu absolvieren. Ob Dehnübungen zum Abbau bzw. zur Prävention von muskulären Dysbalancen eingesetzt werden können, ist nach dem gegenwärtigen Stand der Forschung eher fraglich.

Neben den positiven Effekten müssen auch die negativen Effekte in den Blick genommen werden. Unmittelbar nach statischen Dehnübungen ist eine Reduktion der Schnellkraftleistungsfähigkeit zu beobachten, die sich aber wieder zurück bildet. Es spricht aber nichts gegen Dehnübungen im Rahmen eines Aufwärmprogramms, wenn ihm spezielle aktivierende Schnellkraftübungen vor den eigentlichen Wettkampfübungen folgen. Auch haben insbesondere zu lange Dehnprozeduren negative Auswirkungen auf die Entstehung von Muskelkater. Die Frage, ob durch Dehnübungen Muskelverletzungen vermieden werden können, muss verneint werden.

Für Sportarten, in denen die Muskeldehnbarkeit wichtig ist, erscheint es günstig, die Muskeldehnung zum Hauptgegenstand spezieller Trainingseinheiten zu machen. Dadurch können die relevanten Muskelgruppen gezielter angesprochen werden, ohne dass negative Effekte auf z. B. die Schnellkraft entstehen. Hierbei ist es auch wichtig, dass sich die Sportler selbst dehnen. Da keine einzelne Technik aufgrund des derzeitigen Erkenntnisstandes bevorzugt werden kann, sollten Sportler lernen, die verschiedenen Techniken situationsangepasst anzuwenden. Hierfür ist eine pädagogische Führung erforderlich, die aufwendiger und anspruchsvoller ist, als lediglich das Verbot des dynamischen Dehnens.

## Literatur

- Begert, B. & Hillebrecht, M. (2003). Einfluss unterschiedlicher Dehnstechniken auf die reaktive Leistungsfähigkeit. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 15, 6 - 25.
- de Vries, H. A. (1962). Evaluation of static stretching procedures for improvement of flexibility. *Research Quarterly*, 33, 222 - 228.
- Dietrich, L., Berthold, F. & Brenke, F. (1985). Muskeldehnung - eine wichtige trainingsmethodische Maßnahme. *Theorie und Praxis*, 34, 922 - 930.
- Freiwald, J. & Engelhardt, M. (1999). Aspekte der Trainings- und Bewegungslehre neuromuskulärer Dysbalancen. *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 15, 5 - 12 und 46 - 50.
- Goldspink, G. (1994). Zelluläre und molekulare Aspekte der Trainingsadaptation des Skelettmuskels. In P. V. Komi, *Kraft und Schnellkraft im Sport* (S. 215 - 231). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Grosser, M. (1972). *Die Zweckgymnastik des Leichtathleten*. Schorndorf: Hofmann.
- Glück, S. (2004). *Physiologische und psychologische Aspekte des Beweglichkeitstrainings*. Dissertation, Universität des Saarlandes, Saarbrücken.
- Glück, S., Schwarz, M., Hoffmann, U., Wydra, G. (2002). Bewegungsreichweite, Zugkraft und Muskelaktivität bei eigen- bzw. fremdregulierter Dehnung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 53, 66 - 71.
- Harre, D. (Red.) (1973). *Trainingslehre*. Berlin: Sportverlag.
- Hennig, E. & Podzielný, S. (1994). Die Auswirkungen von Dehn- und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 45, 253 - 260.

- Herbert, R. D. & Gabriel, M. (2002). Effects of stretching before and after exercising on muscle soreness and risk of injury: systematic review. *British Medical Journal*, 325, 468 - 472.
- Janda, V. (1986). *Muskelfunktionsdiagnostik*. Berlin: VEB Verlag Volk und Gesundheit.
- Klee, A. (1995). *Haltung, muskuläre Balance und Training*. Frankfurt am Main: Harri Deutsch.
- Klee, A. (2003). *Methoden und Wirkungen des Dehnungstrainings*. Schorndorf: Hofmann.
- Knebel, K.-P. (1985). *Funktionsgymnastik*. Reinbek: Rowolth.
- Marschall, F. (1999). Wie beeinflussen unterschiedliche Dehnintensitäten kurzfristig die Veränderung der Bewegungsreichweite. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50, 5 - 9.
- Murphy, D. R. (1991). A critical look at static stretching: Are we doing our patients harm? *Chiropractic Sports Medicine*, 5, 67 - 70.
- Rebsamen, R. (1994). Das Syndrom des Over-Stretching. In M. Hoster & H.-U. Nepper (Hrsg.), *Dehnen und Mobilisieren* (S. 110 - 117). Waldenburg: Sport Consult.
- Rosenbaum, D. & Hennig, E. M. (1997). Veränderung der Reaktionszeit und Explosivkraftentfaltung nach einem passiven Stretchingprogramm und 10minütigem Aufwärmen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 48, 95 - 99.
- Schönthaler, S. & Ohlendorf, K. (2002). Biomechanische und neurophysiologische Veränderungen nach ein- und mehrfach seriell passiv-statischem Beweglichkeitstraining. Köln: Sport und Buch Strauß.
- Wiemann, K. (1991). Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnwöchiges Dehnungstraining. *Sportwissenschaft*, 21, 295 - 305.
- Wiemann, K. & Leisner, S. (1996). Haben Turner längere Muskeln. *TW Sport + Medizin*, 8, 103 - 108.
- 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.
- Wiemeyer, J. (2002). Dehnen - eine sinnvolle Vorbereitungsmaßnahme im Sport? *Spectrum der Sportwissenschaften*, 14, 53 - 80.
- Wiemeyer, J. (2003). Dehnen und Leistung - primär psychophysiologische Entspannungseffekte? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 54, 288 - 294.
- Wydra, G. (1993). Muskeldehnung - aktueller Stand der Forschung. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 44, 104 - 111.
- Wydra, G. (1997). Stretching - ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung. *Sportwissenschaft*, 27, 409 - 427.
- Wydra, G. (2002). Dynamisches Dehnen besser als Stretching? *Gesundheitssport und Sporttherapie*, 18, 124 - 128.
- Wydra, G., Bös, K. & Karisch, G. (1991). Zur Effektivität verschiedener Dehntechniken. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 42, 386 - 400.
- Wydra, G., Glück, S. & Roemer, K. (1999). Kurzfristige Effekte verschiedener singularer Muskeldehnungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 50, 10 - 16.