

GEORG WYDRA/SABINE GLÜCK/KAREN ROEMER

**Entwicklung, Evaluation und
erste experimentelle Erprobung
eines Dehnungsmessschlittens.**

Vortrag gehalten anlässlich des Symposiums
der dvs-Sektion Biomechanik 1998 in Darmstadt

Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft
Czwalina, Hamburg (im Druck)

Entwicklung, Evaluation und erste experimentelle Erprobung eines Dehnungsmessschlittens

Einleitung und Problemstellung

Die Stretchingforschung ist in den vergangenen Jahren zunehmend auch in das Interesse der Motorikforschung gerückt (vgl. WYDRA 1997). Nach wie vor bestehen erhebliche Wissensdefizite hinsichtlich der physiologischen Mechanismen, die der Muskeldehnung zugrunde liegen bzw. hinsichtlich der Effektivität der verschiedenen Dehntechniken. Auch die Terminologie ist vollkommen unterschiedlich und zum Teil eher verwirrend als Klarheit stiftend. Schon vor 25 Jahren übte HARRE (1973, 170) Kritik an der Terminologie.

„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).

Auf der Basis handlungstheoretischer Überlegungen (vgl. NITSCH 1986) und der Übertragung dieser auf den Bereich der Motorikforschung (vgl. WILLIMCZYK/DAUGS/OLIVIER 1991) wird folgende Strukturierung vorgeschlagen (siehe Abb. 1).

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 zu Dehnung eingesetzten Muskulatur die direkte und uneingeschränkte Möglichkeit der sensorisch-motorischen Handlungsregulation. Dies ist der Normalfall der Muskeldehnung im Sport. Eine Vorgehensweise, die dies nicht berücksichtigt, und lediglich die Muskulatur und das zugehörige Rückenmarkssegment in ihre Betrachtung miteinbezieht, 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 sinnvoll ist, hat die Forschung noch zu belegen (vgl. ILES 1986. Auch hier ist vor einer zu Betrachtungsweise zu warnen, bei der als Antagonist der Muskel bezeichnet wird, der aufgrund seiner anatomischen Lage in einem eingelenkigen offenen kinematischen System als solcher erscheint (vgl. WIEMANN 1991). 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 Dehntechniken lassen sich den verschiedenen Methoden zuordnen.

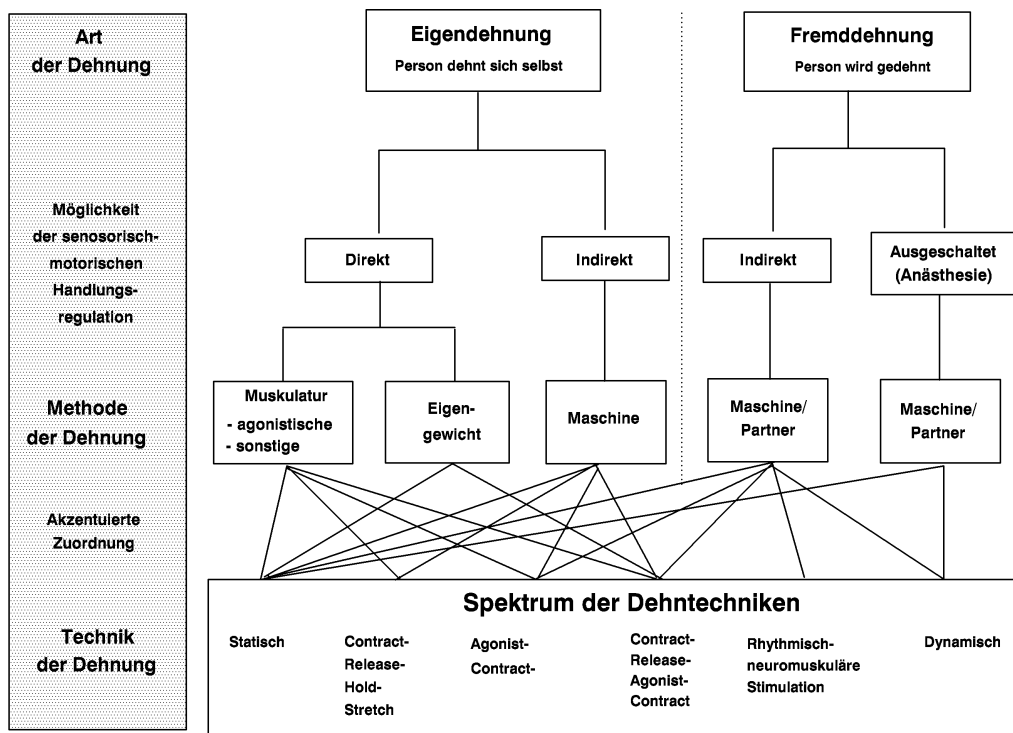


Abb. 1: Differenzierung der verschiedenen Formen der Muskeldehnung

Konstruktion des Messschlittens

Auf der Grundlage der obigen Überlegung wurde eine Apparatur entwickelt, die es erlaubt sowohl Eigen- als auch Fremddehnungen durchzuführen (siehe Abb. 2). Insbesondere sollte die Apparatur in der Lage sein, verschiedene Dehntechniken zu simulieren. Auch bei dieser Apparatur wird die ischiokrurale Muskelgruppe durch eine Flexion des gestreckten Beines im Hüftgelenk gedehnt. Eine Fixierung des Kniegelenkes ist aus Gründen der externen Validität und Ökonomie nicht vorgesehen. Dies ist entweder möglich durch einen Zug des Sportlers an einem am Fußgelenk befestigten Seilzug (Eigendehnung) oder durch eine Verschiebung des Messschlittens über einen elektrischen Spindeltrieb.

Die Bewegungsamplitude wird über das dreidimensionale Bewegungsanalysesystem *Zebris CMS 30* der Firma *Zebris 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 die hier interessierenden Winkel bestimmt werden. Der prinzipielle Ablauf einer Untersuchung ergeht aus Abb. 3.

Die Dehnungsspannung wird über die Spannung am Seilzug ermittelt. Die Seilzugspannung wird mit einem handelsüblichen Dehnungsmessstreifen der Firma *Hanno Ernst* (Wehrheim) gemessen. Das Gewicht des Beines wird in einem Beinwinkel von 45° bestimmt. Über trigonometrische Funktionen kann die aus der Deh-

nung der ischiokruralen Muskelgruppe resultierende Dehnungsspannung berechnet werden (siehe Abb. 4).

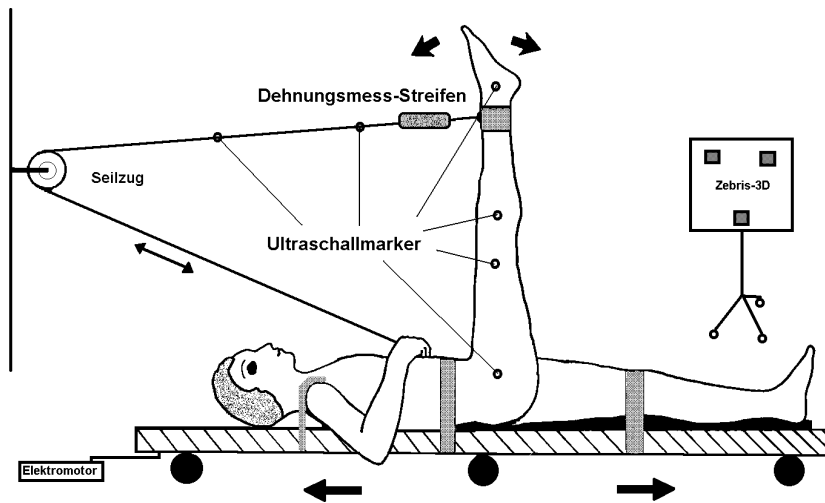


Abb. 2: Prinzipieller Aufbau des Dehnungsmessschlittens

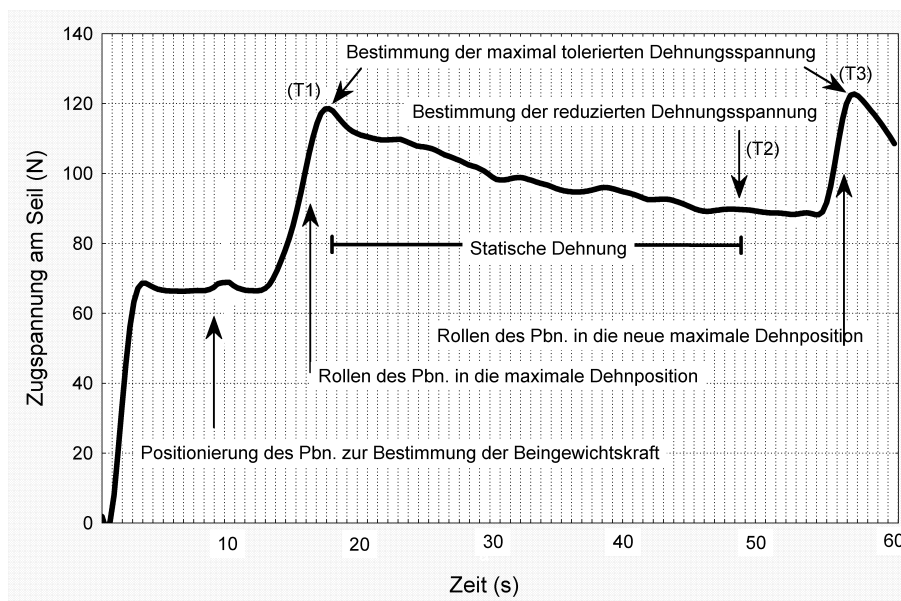


Abb. 3: Prinzipieller Ablauf einer Messung zur Bestimmung der Dehnungsspannung der ischiokruralen Muskelgruppe . Darstellung einer geglätteten Rohwertekurve der Zugspannung am Seil bei einer statischen Dehnung.

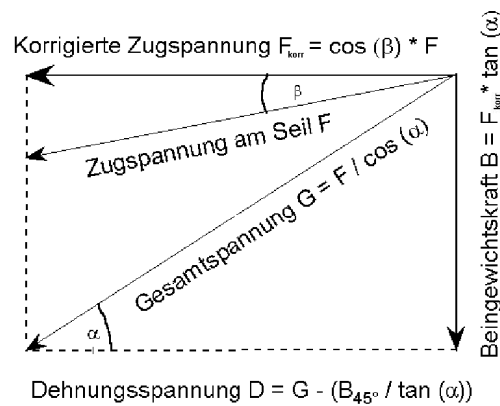


Abb. 4: Trigonometrische Funktionen zur Berechnung der Dehnungsspannung unter Berücksichtigung der Beingewichtskraft sowie des Beinwinkels α und des Seilwinkels β .

Evaluation des Messschlittens

Die Objektivität wird aufgrund der technischen Angaben zur Meßgenauigkeit der Messwertaufnehmer und der Standardisierung des Messvorgangs als gegeben angenommen. Zur Bestimmung der Gütekriterien Reliabilität und Validität (vgl. BÖS 1987) wurden eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt. Die Test-Retest-Reliabilität für Fremddehnungen wurde in mehreren wöchentlichen Untersuchungen mit Zeitintervallen von ein bis zwei Wochen ermittelt. Sie liegt für die Beingewichtskraft zwischen .82 und .87 (sehr gut), für die Bewegungsreichweite zwischen .86 und .91 (sehr gut bis ausgezeichnet) und für die maximale Dehnungsspannung zwischen .80 und .90 (sehr gut bis ausgezeichnet). Der Vergleich einer Eigendehnung mit fixierten Knie und einer ohne Fixierung des Knies ergab einen Korrelationskoeffizienten r von .92 bei der Bewegungsreichweite und .85 bei der maximalen Dehnungsspannung. Zumindest für nichtgrundlagenorientierte Untersuchungen im Feld erscheint eine Fixierung des Knies nicht notwendig.

Die inhaltlich-logische Validität ergibt sich aus anatomischen Überlegungen. Zur Bestimmung der Kriteriumsvalidität wurde eine Vergleichsuntersuchung mit der Apparatur *GUCI* von Schönthaler u. a. (1998). Sowohl für die Bestimmung der maximalen Bewegungsreichweite als auch für die maximale Dehnungsspannung bei einer Fremddehnung ergab sich lediglich ein Korrelationskoeffizient von .70. Dies ist auf die vollkommen unterschiedliche Geschwindigkeit bei der Dehnung als auch auf die Unterschiede bei der Fixierung der Pbn zurückzuführen. Die experimentelle Validität konnte ebenfalls bestätigt werden (GLÜCK 1998). Das Messarrangement erwies sich als empfindlich genug, um die durch ein zehnminütiges Dehnungsprogramm induzierten Verbesserungen der Dehnfähigkeit zu erfassen.

In einer weiteren Untersuchung, deren Darstellung den Rahmen der vorliegenden Publikation sprengen würde (vgl. GLÜCK 1998), wurde die Effektivität verschiedener Dehntechniken analysiert. Verglichen wurde die statische (vgl. Abb. 3), mit der postisometrischen und dynamischen Eigendehnung. Es zeigte sich, dass mit der Messapparatur verschiedene Dehntechniken simuliert und deren Effekte im Hin-

blick auf die Vergrößerung der Bewegungsreichweite und Reduktion der Dehnungsspannung sichtbar gemacht werden können. Insbesondere konnten hierbei auch interessante Einblicke in die Größenordnung der beim Dehnen auftretenden Kräfte gewonnen werden. Während die Dehnungsspannung beim dynamischen Dehnen nicht höher lag als beim statischen Dehnen, wurden in der Kontraktionsphase der CHRS-Technik Kräfte in der drei- bis vierfachen Größenordnung registriert.

Diskussion

Die vorgestellte Messapparatur erwies sich in den bisherigen Untersuchungen als ein den Gütekriterien in hohem Maße genügendes Instrumentarium zur Erfassung von dehnungsspezifischen Effekten. Nicht befriedigend können die niedrigen Korrelation von .70 beim Vergleich mit der Meßapparatur GUCI. Hier muß in einer Nachfolgeuntersuchung geklärt werden, wie groß der Einfluß unterschiedlicher Dehnungsgeschwindigkeiten auf die Veränderung von Dehnungsspannung und Bewegungsreichweite ist. Insbesondere unter Berücksichtigung der Differenzierung von Eigen- und Fremddehnung und der Simulation verschiedener Dehntechniken erlaubt die Apparatur die Durchführung vergleichender Untersuchungen nicht nur zur Effektivität der verschiedenen Dehntechniken, sondern auch zu den von Sportlern gewählten Intensitäten und Umfängen beim Dehnen.

Literatur

- BÖS, K.: Handbuch sportmotorischer Tests. Hogrefe, Göttingen 1987
- GLÜCK, S.: Entwicklung, Evaluation und erste Erprobung einer Apparatur zur Erfassung stretching-relevanter Parameter. (Diplomarbeit, Sportwissenschaftliches Institut der Universität des Saarlandes). Saarbrücken 1998.
- HARRE, D. (Red.): Trainingslehre. Berlin 1973.
- ILES, J.: Reciprocal inhibition during agonist and antagonist contraction. In: Experimental Brain Research 62 (1986), 212 - 214.
- NITSCH, J.R.: Zur handlungstheoretischen Grundlegung der Sportpsychologie. In: GABLER, H./NITSCH, J. R./SINGER, R.: Einführung in die Sportpsychologie. Schorndorf 1986, 238 – 253.
- SCHÖNTHALER, S./OHLENDORF, K./OTT, H./MEYER, T./KINDERMANN, W./ SCHMIDTBLEICHER, D.: Biomechanische und neurophysiologische Parameter zur Erfassung der Dehnbarkeit von Muskel-Sehnen-Einheiten. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 49 (1998), 223 – 230.
- WILLIMCZIK, K./ DAUGS, R./ OLIVIER, N.: Belastung und Beanspruchung als Einflußgrößen der Sportmotorik. In: OLIVIER, N./ DAUGS, R. (Hrsg.): Sportliche Bewegung und Motorik unter Belastung. 9. Symposium "Ansätze interdisziplinärer Forschung im Bereich Sportwissenschaft" der dvs-Sektion "Bewegung und Training" vom 17. 1. bis 19. 1. 1991 in Saarbrücken. Clausthal-Zellerfeld, 1991, 6 - 28.
- WIEMANN, K.: Präzisierung des LOMBARDschen Paradoxons in der Funktion der ischiocruralen Muskeln beim Sprint. In: Sportwissenschaft 21 (1991), 413 - 428.
- WYDRA, G.: Stretching – ein Überblick über den Stand der Forschung. In: Sportwissenschaft 27 (1997), 409 - 427