

**SABINE GLÜCK/GEORG WYDRA**

**Entwicklung und Evaluation  
eines Dehnungsmessschlittens**

Poster, vorgestellt anlässlich des Symposiums  
der dvs-Sektion Biomechanik 1999 in Münster

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



## **Entwicklung und Evaluation eines Dehnungsmessschlittens**

### **1 Einführung**

Untersuchungen zur Beweglichkeit rückten in den letzten Jahren immer häufiger in den Mittelpunkt des Interesses. Ein nach wie vor nur unbefriedigend gelöstes Problem stellt die Erfassung der stretchingrelevanten Parameter dar. Um differenzierte Aussagen über das Verhalten der verschiedenen Parameter machen zu können, sind komplexe Erhebungsstrategien notwendig, die mit einem erheblichen apparativen Aufwand verbunden sind (vgl. SCHÖNTHALER u. a. 1998). Ziel der vorliegenden Konstruktion war es, mit relativ bescheidenen Mitteln ein den teststatistischen Gütekriterien genügendes Instrumentarium zur Erfassung der wichtigsten Parameter der Stretchingforschung zu konstruieren.

### **2 Parameter der Stretchingforschung**

Die wichtigsten Parameter der Stretchingforschung sind die maximal erreichbare Bewegungsreichweite, die Muskelspannung (Dehnungsspannung) und Kraftfähigkeiten in Abhängigkeit von der Bewegungsreichweite und die elektrische Aktivität (EMG) der Muskulatur (vgl. WIEMANN 1991; WYDRA 1997). Die biologische Dehnungsspannung der Muskulatur kann nicht direkt gemessen werden. Auf sie kann aber über die Kraft, die zur Dehnung aufgebracht wird, geschlossen werden.

### **3 Methodik**

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Überprüfung der Reliabilität und Validität (vgl. BÖS 1987) eines neu konstruierten Messarrangements zur Erfassung der Bewegungsreichweite und Dehnungsspannung bei stretchingbezogenen Untersuchungen.

An der Untersuchung nahmen 33 Sportstudenten teil, wovon 18 Männer und 15 Frauen waren (siehe Tabelle 1).

Der Dehnungsmessschlitten soll die in der Dehnungsforschung schwerpunktmäßig untersuchte ischiocrurale Muskelgruppe testen. Der Schlitten selbst besteht aus einer auf Rollen gelagerten Tischlerplatte. Die Position des Schlittens wird von einem Testhelfer manuell verstellt. Der Schlitten kann stufenlos arretiert werden. Der Pbd. liegt fixiert auf dem Schlitten. Das zu untersuchende Bein ist über eine Fußschleife und einem Stahlseil mit der Wand verbunden. Es wird über die Bewegung des Schlittens in der Hüfte flektiert (siehe Abbildung 1). Zur Erfassung der Zugkraft des

Beines am Seil wird ein Dehnungsmessstreifen der Firma DigiMax mecha Tronic GmbH verwandt. Dieser ist an der Wand höhenverstellbar angebracht. Zur Bestimmung der Bewegungsreichweite wird ein Goniometer der Firma Schwarze Medizintechnik eingesetzt.

Tabelle 1: Alter, Größe und Gewicht der Probanden.

	Frauen (n= 15)		Männer (n= 18)	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
Alter [Jahre]	23,5	2,1	24,4	1,7
Größe [cm]	170,3	8,3	179,7	4,6
Gewicht [kg]	63,7	6,8	79,3	9,6

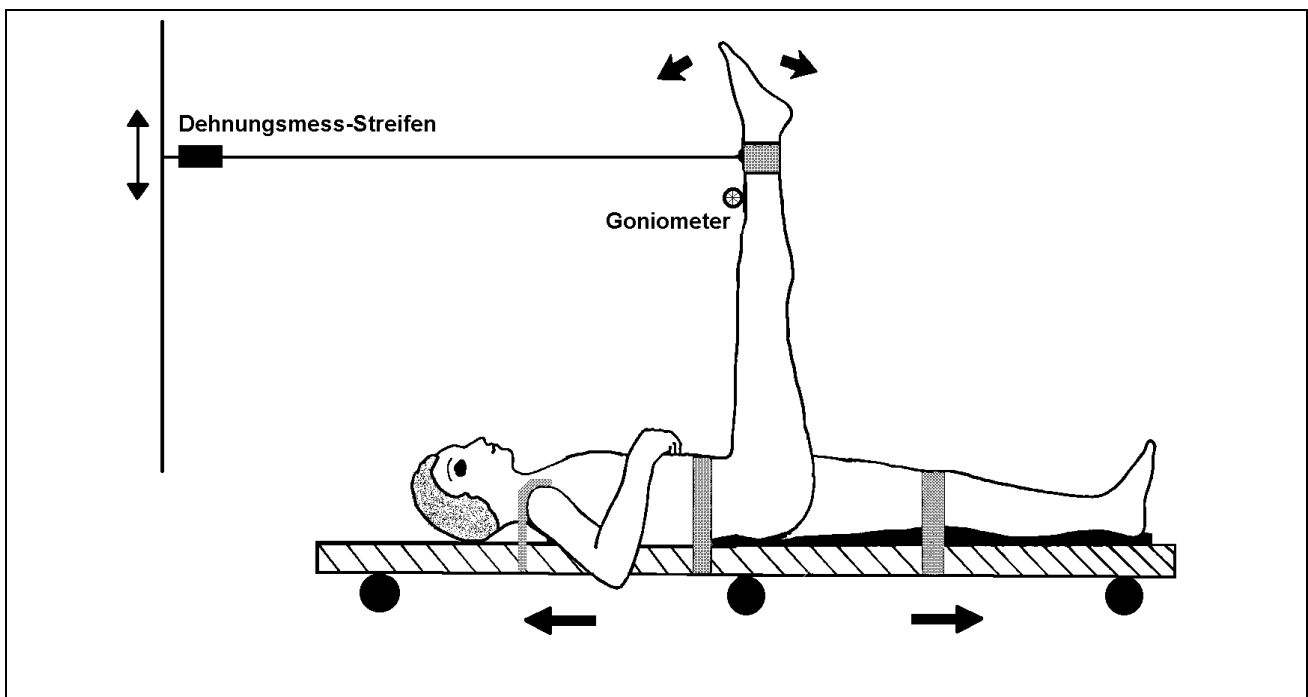


Abbildung 1: Darstellung der Apparatur

Die Zugkraft des Beines am Seil ist sowohl von der Dehnungsspannung der ischiocruralen Muskelgruppe als auch vom Gewicht des Beines abhängig. Die Gewichtskraft des Beines hat bei einem Hüftwinkel von  $90^\circ$  keinen Einfluss auf die Zugkraft. Sowohl bei größer, als auch bei kleiner werdenden Hüftwinkeln nimmt die Bedeutung der Beingewichtskraft zu. Um aus der Zugkraft des Beines am Seil die Dehnungskraft, die mit der biologischen Dehnungsspannung gleich gesetzt wird, ableiten zu können, wird eine Korrekturformel herangezogen (siehe Abbildung 2). Bei einer Messung wird der Schlitten vom Versuchsleiter zunächst soweit nach vorne gezogen, bis das Testbein bei waagerechter Seilführung einen  $45^\circ$ -Winkel zur Waagerechten bildet. In dieser Position wird die Beingewichtskraft ermittelt. Der Proband wird anschließend in die maximal tolerierte Dehnposition gefahren. In die-

ser Position werden die *Zugkraft vor Kontraktion* und die *Bewegungsreichweite* erfasst. Dann drückt die Versuchsperson so fest wie möglich mit gestrecktem Bein gegen den Widerstand des Seils, wodurch die *maximale Kontraktionskraft in Dehnung* gemessen wird. Auf Anweisung löst der Proband die Kontraktion, und in der gleichen Schlittenposition wird die *Zugkraft nach Kontraktion* ermittelt (siehe Abbildung 3).

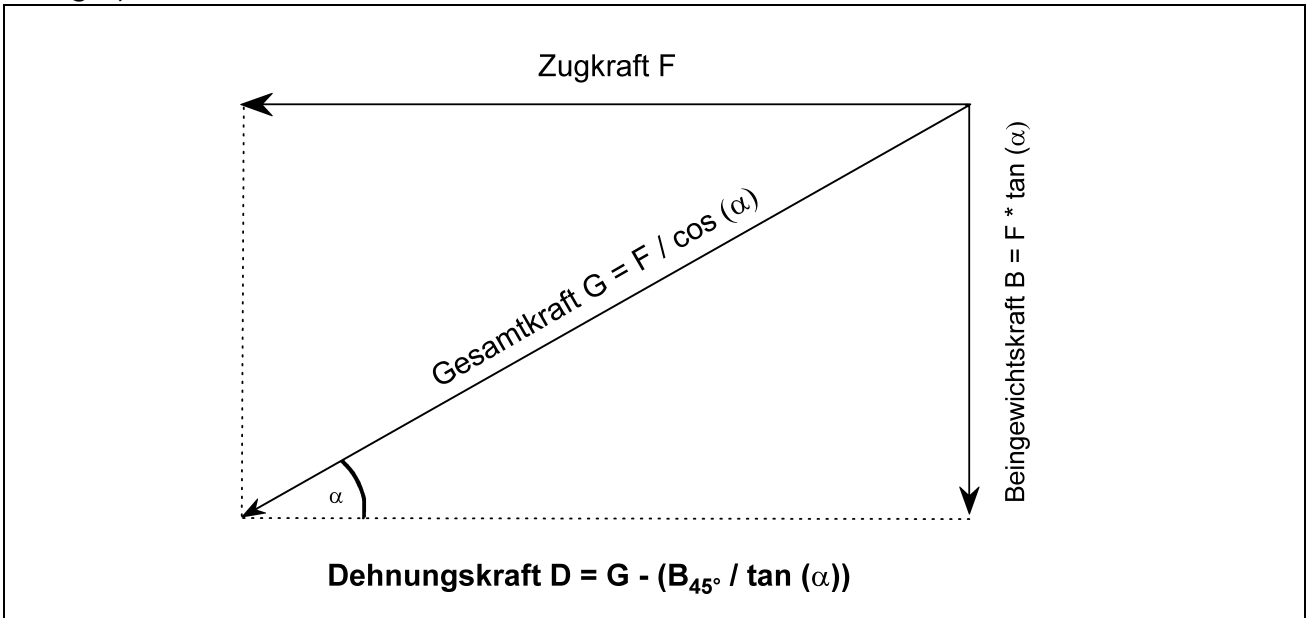


Abbildung 2: Trigonometrische Funktionen zur Ermittlung der Dehnungskraft unter Berücksichtigung der Beingewichtskraft sowie des Hüftwinkels  $\alpha$ .

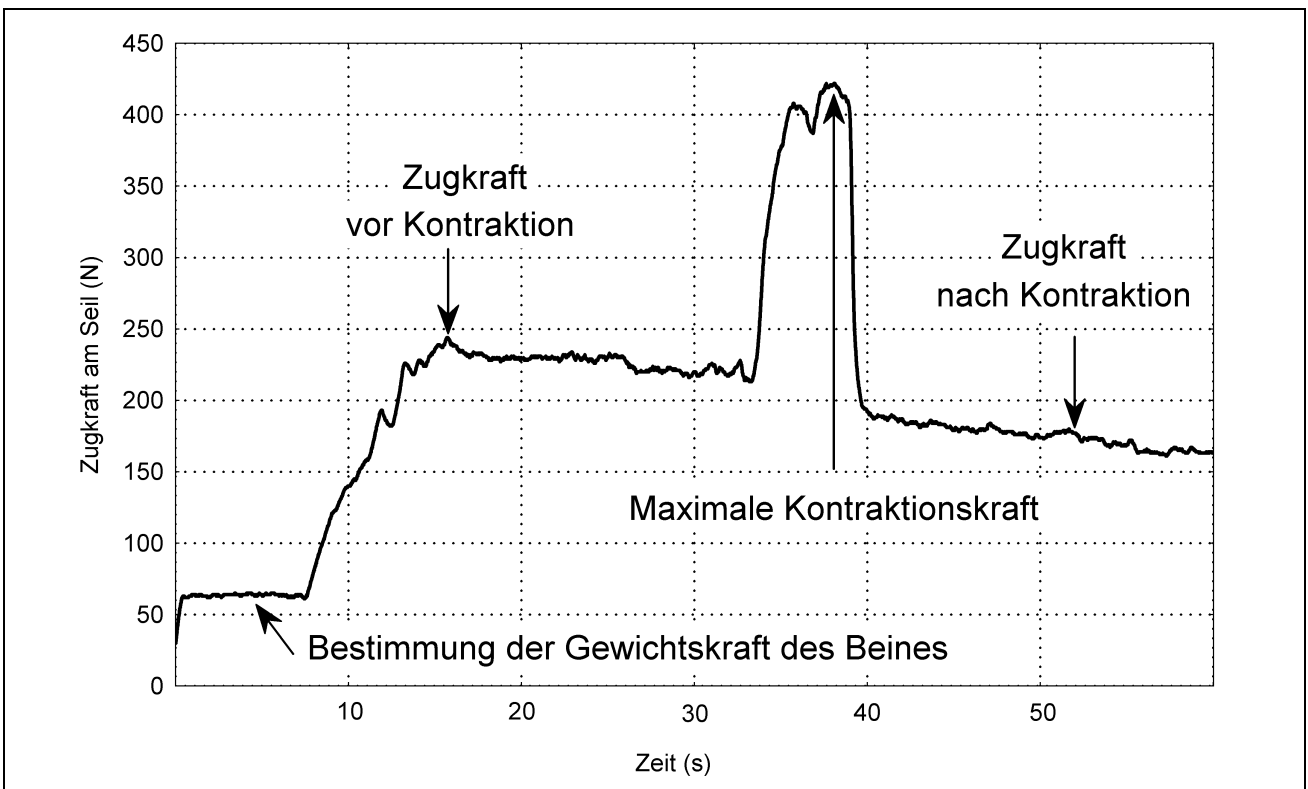


Abbildung 3: Verlauf der Zugkraft am Seil während einer Messung. Eingezeichnet sind die Zeitpunkte, zu denen die verschiedenen Messungen vorgenommen wurden.

Insgesamt wurden drei Tests durchgeführt. Der erste und zweite Test dienten der Überprüfung der experimentellen Validität. Zwischen diesen beiden Tests wurde ein standardisiertes Treatment durchgeführt. Hierbei erfolgte zunächst eine fünfminütige Erwärmung auf dem Fahrradergometer. Danach wurde ein standardisiertes zehninütiges Dehnprogramm absolviert. Der erste und dritte Test dienten zur Bestimmung der Test-Retest-Reliabilität. Diese beiden Tests fanden im Abstand von einer Woche statt.

Zur Überprüfung der Hypothesen wurden neben der deskriptiven Statistik Korrelationen zur Beurteilung der Reliabilitäten sowie t-Tests für abhängige Stichproben mit dem Programmpaket Statistica® Version 5.1 (D) der Firma StatSoft, Tulsa Oklahoma, durchgeführt.

## 4 Ergebnisse

Die Ergebnisse der deskriptiven Statistik sind im Überblick in Tabelle 2 dargestellt. Die Reliabilitätsprüfung erbrachte annehmbare bis sehr gute Reliabilitätskoeffizienten. Bei der Bewegungsreichweite ergab sich eine Korrelation zwischen dem ersten und dem dritten Test von  $r=0,85$ , bei der Dehnungsspannung vor Kontraktion von  $r=0,70$ , bei der maximalen Kontraktionskraft von  $r=0,73$  und bei der Dehnungsspannung nach Kontraktion von  $r=0,77$ .

Bei der Validitätsprüfung zeigte sich der Schlitten sensibel gegenüber Veränderungen der erfassten Parameter von Test 1 zu Test 2. Für die Gesamtstichprobe war eine sehr signifikante ( $t=-2,65$ ;  $p=0,01$ ) Vergrößerung der Bewegungsreichweite von  $3,1^\circ$  zu verzeichnen. Die Dehnungsspannung vor Kontraktion nahm um  $5,4\text{ N}$  nicht signifikant ( $t=0,23$ ;  $p=0,82$ ) ab. Die maximale Kontraktionskraft vergrößerte sich signifikant ( $t=-2,09$ ;  $p=0,05$ ) um  $22,3\text{ N}$ . Die Dehnungsspannung nach Kontraktion erhöhte sich nicht signifikant ( $t=-1,45$ ;  $p=0,16$ ) um  $7,1\text{ N}$ .

Tab. 2: Mittelwerte und Standardabweichungen der erfassten Parameter ( $n=33$ )

	Test 1		Test 2		Test 3	
	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s	$\bar{x}$	s
<b>Gewichtskraft [N]</b>	81,5	18,5	83,9	18,3	80,9	14,0
<b>Bewegungsreichweite [°]</b>	86,2	11,7	89,3	13,2	86,6	11,0
<b>Dehnungsspannung vor Kontraktion [N]</b>	147,5	46,2	142,2	42,7	142,9	41,7
<b>maximale Kontraktionskraft [N]</b>	384,3	122,9	410,8	128,7	414,6	136,2
<b>Dehnungsspannung nach Kontraktion [N]</b>	112,7	42,4	119,8	39,6	111,1	39,8

## 5 Diskussion

Es wurde versucht, mit relativ bescheidenen Mitteln ein Messarrangement zur Erfassung der wichtigsten stretchingrelevanten Parameter zu konstruieren. Die Reliabilitätsprüfung mittels Test-Retest-Methode mit einem einwöchigen Intervall erbrachte annehmbare bis sehr gute Reliabilitätskoeffizienten (BÖS 1987). Die expe-

rimentelle Validität kann aufgrund der Ergebnisse als gegeben angenommen werden. Das Messarrangement erwies sich als empfindlich genug, um die durch ein insgesamt 15-minütiges Aufwärm- und Dehnprogramm induzierten Verbesserungen der Dehnfähigkeit bei der Bewegungsreichweite und der Dehnungsspannung zu erfassen.

Obwohl die Gütekriterien gegeben sind, sind an der Apparatur weitere Verbesserungen notwendig. Es zeigte sich, dass die starre Fixierung der Kraftmessdose an der Wand bei seitlichen Ausweichbewegungen zu erheblichen Erhöhungen der registrierten Kraftwerte führte. Als Konsequenz daraus wurde die Kraftmessdose bei Nachfolgestudien direkt an der Fußschlaufe frei schwingend angebracht. Obwohl die Zugspannung am Seil kontinuierlich erfasst wurde, konnte die Dehnungsspannung nur punktuell errechnet werden, weil eine kontinuierliche Erfassung des Bein- und des Seilwinkels nicht möglich war. In Nachfolgestudien konnten diese Parameter über ein dreidimensionales Bewegungsanalysesystem (vgl. WYDRA/GLÜCK/ROEMER im Druck) erfasst werden, so dass die Dehnungsspannung in Abhängigkeit vom Beinwinkel dargestellt werden konnte. Ein weiteres Problem besteht in der nicht standardisierbaren Geschwindigkeit, mit der der Schlitten gezogen wurde. Durch den Einbau eines regelbaren Elektromotors ließe sich eine Standardisierung der Dehngeschwindigkeit erreichen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der vorgestellte Dehnungsmessschlitten insbesondere unter Berücksichtigung des Nebengütekriteriums der Ökonomie den wissenschaftlichen Standards genügt. Hierbei muss jedoch auch betont werden, dass es sich um die erste Entwicklungsstufe einer noch zu verbessernden Apparatur handelt.

## Literatur

BÖS, K.: Handbuch sportmotorischer Tests. Hogrefe, Göttingen 1987.

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.

WIEMANN, K.: Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnwöchiges Dehnungstraining. In: Sportwissenschaft 21 (1991) 3, 295 - 305.

WYDRA, G.: Stretching – ein Überblick über den Stand der Forschung. In: Sportwissenschaft 27 (1997), 409 - 427.

WYDRA, G., S. GLÜCK, K. ROEMER: Entwicklung, Evaluation und erste experimentelle Erprobung eines Dehnungsmessschlittens. In: Kongreßbericht über die 3. Gemeinsame Tagung der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 17. – 19. September 1998 in Darmstadt. Czwalina, Clausthal-Zellerfeld (im Druck).