

Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften

**Institut für Sportwissenschaft**

Arbeitsbereich Bewegungslehre und  
Biomechanik des Sports

EBERHARD KARLS  
UNIVERSITÄT  
TÜBINGEN



Universität Tübingen · Wilhelmstraße 124 · 72074 Tübingen

Leiter: Prof. Dr. Ulrich Göhner

Telefon: 0 70 71 · 29 7 64 21

Sekr.: 0 70 71 29 7 84 17

Telefax: 0 70 71 · 29 20 78

E-Mail: [ulrich.goehner@uni-tuebingen.de](mailto:ulrich.goehner@uni-tuebingen.de)  
[monika.raetz@uni-tuebingen.de](mailto:monika.raetz@uni-tuebingen.de)

Projektbericht

**Krafttraining mit dem BMS-Gerät Cobra von Ergoline**

Eine vergleichende Studie

April 2003

Frank Bächle, Ulrich Göhner, Frank Schiebl

Im vergangenen Wintersemester 2002/2003 ist im Auftrag der Firma ergoline, Bitz, vom Arbeitsbereich III des Instituts für Sportwissenschaft (IfS) der Universität Tübingen ein Trainingsprojekt mit dem Ziel durchgeführt worden, die Wirksamkeit des BMS-Gerätes Cobra mit einer klassischen Trainingsmethode zu vergleichen. Das zentrale Ergebnis soll dem Projektbericht vorangestellt werden; die zu klärende Frage ließ sich positiv beantworten:

**Das Training am BMS-Gerät Cobra führt zu deutlichen Steigerungen der motorischen Leistungsfähigkeit, die durchschnittlich besser sind als die Leistungssteigerungen bei klassischem Training, zum Teil sogar deutlich besser.**

**38 Sportstudierende haben über vier Wochen hinweg 11 Trainingseinheiten Krafttraining durchgeführt. 18 von ihnen haben am BMS-Gerät Cobra mit 60% Intensität isometrisch, 19 von ihnen an klassischen Trainingsgeräten in dynamischer Weise je drei Bewegungen (Ellbogenflexion, Oberarmadduktion und Hüftextension). In Pre- und Posttests wurden die isometrische Maximalkraft und die Maximalkraftausdauer (als das Integral der isometrischen Maximalkraft über 50 Sekunden hinweg) bei den betreffenden Bewegungen gemessen.**

**Bei der Maximalkraft erreichten die BMS-Probanden bei der Oberarmadduktion die deutlichste Verbesserung von 28,27% gegenüber einer Verbesserung von nur 7,08% bei den klassisch Trainierenden. Nur geringfügig weniger, nämlich 25,27% Verbesserung erreichten die BMS-Probanden beim isometrischen Training der Hüftextension gegenüber 12,54% Verbesserung bei den klassisch Trainierenden. Deutlich geringer fiel der Gewinn allerdings bei der Ellbogenflexion 11,32% Verbesserung aus, was jedoch nicht von Bedeutung ist, weil sich hier die klassisch Trainierenden nicht nur nicht verbesserten, sondern sogar um 5,34% verschlechterten.**

**Durchgehend bessere Ergebnisse haben sich auch bei der Maximalkraftausdauer bei den BMS-Trainierenden ergeben: 13,51% Steigerung bei den BMS-Trainierenden für die Ellbogenflexion gegenüber 4,19% bei klassisch Trainierenden; 12,99% Steigerung bei den BMS-Trainierenden für die Oberarmadduktion gegenüber 8,41% bei den klassisch Trainierenden; 16,04% Steigerung bei den BMS-Trainierenden für die Hüftextension gegenüber nur 4,48% bei den klassisch Trainierenden.**

## **Vorüberlegungen**

Vor Beginn des WS 2002/2003 haben mehrere Gesprächskontakte zwischen Herrn Schmidt von der Firma ergoline und den Herren Prof. Göhner, Dr. Schiebl und Bächle vom Institut für Sportwissenschaft stattgefunden, die schließlich zu der Kooperationsvereinbarung vom 11.11.2002 führten. Dem in der Vereinbarung genannten Projektziel gingen verschiedene Projektvorschläge des IfS voraus, in denen angeboten wurde, das BMS-Gerät auf unterschiedliche Zielsetzungen zu testen. Diese Zielsetzungen wurden vom IfS im Blick auf die nicht sehr übersichtliche Literaturlage herausgearbeitet.

In mehreren Diskussionsrunden einigte man sich, den Schwerpunkt des Projekts auf die Überprüfung der Verbesserung der muskulären Leistungsfähigkeit zu legen und die verschiedentlich angesprochenen und zum Teil auch schon untersuchten weiteren möglichen Wirkungen außer Acht zu lassen. Die muskuläre Leistungsverbesserung sollte dabei vergleichend mit klassischem Krafttraining untersucht werden.

## **Stand der Forschung**

Die wohl umfangreichste Erforschung der biomechanischen Stimulation ist von ihrem Erfinder Nazarov selbst durchgeführt worden. Die Ergebnisse sind jedoch nicht öffentlich publiziert worden, so dass keine sicheren Referenzquellen vorliegen. Dennoch werden Werte in der Sekundärliteratur genannt. So sollen erwachsene Turner einen Zuwachs der statischen Schulterkraft von 50-60% und Leichtathleten sogar von 80% geschafft haben. Diese extrem hohen Steigerungen sind aber in allen nachfolgenden Untersuchungen nicht mehr erreicht worden.

Die ersten wissenschaftlich soliden Untersuchungen zur Kraftsteigerung mit BMS sind von Issurin, Liebermann und Tenenbaum durchgeführt und 1994 publiziert worden. Deren Probanden hatten an einer klassischen Trainingsstation Gewichte über ein Zugseil mehrmals zu heben und zu senken. Für die Versuchsgruppe wurde das Zugseil über ein Vibrationsgerät geführt, so dass das Heben und Senken mit Vibrationen überlagert werden konnte. Die Ergebnisse sprachen deutlich für das (isotonische)

Trainieren mit Vibration (von 44 Hz): Die Versuchsgruppe steigerte ihre isotonische Maximalkraft von 84,69 kg auf 126,88 kg, also um 49,8 %, während die „klassische“ Gruppe sich nur um 16 % von 88,25 kg auf 102, 50 kg verbesserte.

Issurin u.a. haben 1999 dieselbe Einrichtung noch in einem anderen Projekt untersucht. In ihm ging es um die Steigerung der Explosivkraft. Hier ergaben sich deutlich schlechtere Gewinne; sowohl die trainierte Gruppe der Athleten als auch die der weniger Trainierten waren mit Vibration nur um 10,4% bzw. 10,2% besser als die anderen.

Mehrmals in 1997 berichten Künnemeyer und Schmidtbleicher über rhythmische neuromuskuläre Stimulation. Ziel ihrer Studie war es, „die Wirkung einer in Deutschland bisher wenig bekannten Dehntechnik, der rhythmischen neuromuskulären Stimulation nach Nasarov (RNS), zu überprüfen. Hierbei sollten vor allem neuromuskuläre Effekte aufgedeckt werden, da hauptsächlich diese für den Erfolg der RNS verantwortlich gemacht werden“. Trotz dieser Schwerpunktsetzung wurden auch Kraftfähigkeiten getestet; naheliegenderweise ging es bei der Forschergruppe um Schmidtbleicher um Sprungkraftfähigkeiten, ermittelt über die Sprunghöhen bei der Sprungform drop jump. Die Probanden absolvierten ein Dehntraining mit bzw. ohne RNS und hatten vor, direkt nach und 30 Minuten nach dem Dehntraining die Sprünge zu absolvieren. Nicht ganz überraschend ergaben sich nicht nur keine Sprunghöhensteigerungen, sondern Verschlechterungen: Die RNS-Gruppe fiel von 35,7 cm zunächst auf 33,1 cm zurück und verbesserte sich 30 Minuten danach nur auf 34,5 cm. (Sprungkraftverschlechterungen direkt nach Dehntraining ist auch in anderen Untersuchungen nachgewiesen worden.)

Im gleichen Zeitraum gab es positive Meldungen zur Kraftsteigerung durch BMS (bzw. RNS) Training durch eine Arbeit von Weber (1999). Geprüft wurde die Verbesserung der statischen Schulterkraft bei der turnerisch bedeutsamen Übung des Kreuzstützes, aber auch die Kraft für die Ruderzugbewegung. „In beiden Experimenten wurde die Maximalkraft deutlich gesteigert, allerdings in geringerem Umfang als die internationalen Quellen ausweisen“. Weber gibt einen Gewinn von 24% an. Die Steigerung relativiert sich allerdings sofort, wenn man weitere Rahmenbedingungen beachtet. Weber hat nur ein Individualexperiment durchgeführt, „um erste Erfahrun-

gen mit einem neuen Gerät zu sammeln“ und er berichtet, dass das parallel durchgeführte Krafttraining ohne Stimulation einen Gewinn von 27% lieferte.

Von Motta u.a. stammen schließlich die aktuellsten Forschungsergebnisse (2001 und 2002) bezüglich Krafttraining mit Stimulation. Aus zweierlei Gründen werden die Ergebnisse hier nicht aufgegriffen: Zum einen prüfen die Autoren die Wirkungen sehr eng an einem Schwimmszugtrainingsgerät und zum zweiten ist die Gruppengröße (23 Probanden in vier Untergruppen aufgeteilt) aus wissenschaftlicher Sicht nicht vertretbar.

Zu ergänzen ist der Literaturbericht noch um Ausführungen, die inzwischen gehäufiger zum „Vibrationskrafttraining“ gemacht werden. Von Spitzenfeil u.a. gibt es eine Einführung in eine „neue“ Krafttrainingsmethode. In dieser Einführung wird zunächst nach grundsätzlichen Überlegungen zum Vibrationshintergrund auf die oben schon dargestellten Untersuchungen verwiesen, es wird dann aber auch auf Untersuchungen zum Ganzkörpertraining (auf vibrierenden Standplatten) eingegangen. „Die Ergebnisse ... zeigten im Vergleich zu den bereits erwähnten Veröffentlichungen keine signifikanten Unterschiede zwischen der Vibrations- und Kontrollgruppe bezgl. Steigerung der Maximal- bzw. Schnellkraft.“ An anderer Stelle wird jedoch berichtet, dass beim Training mit einem(!) Skiläufer innerhalb von drei Wochen ein Kraftanstieg von 40% erreicht wurde. Zu den unterschiedlichen Ergebnissen nehmen die Autoren abschließend wie folgt Stellung: „Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass mit dem Vibrationskrafttraining eine Möglichkeit besteht, das herkömmliche Krafttraining zu erweitern.“

Zu ergänzen ist ferner noch, dass die weltweit durchgeführte Internetsuche unter den Deskriptoren BMS, Stimulation und Studie nur 69 Eintragungen ergab. Davon zeigten sich nur die auch von uns schon besprochenen Studien als themenrelevant. Nur geringfügig anders ist das Ergebnis bei der weltweiten Internetsuche unter den Deskriptoren RNS, Stimulation und Studie. Hier ließen sich (Stand 2.4.03) 111 Angaben finden, die letztlich wieder auf die schon genannten Studien zurückgeführt werden müssen. Öffnet man die Anfrage auf BMS und Stimulation, dann steigert sich die Anzahl der Treffer auf 2480. Die Steigerung hat jedoch nicht einen Treffer mehr in Sachen Krafttraining ergeben.

**Fazit:** Die Literaturlage macht deutlich, dass für die geplante Untersuchung keine (soliden) Ergebnisse vorliegen. Die Gründe konzentrieren sich vor allem auf zwei Punkte:

- Es wurde bislang kein isometrisches Training untersucht und
- es wurden keine wissenschaftlich anerkenbare Designs verwendet.

Insofern kann davon ausgegangen werden, dass die geplante Untersuchung in wissenschaftliches Neuland stößt.

## **Muskuläre Leistungsfähigkeit**

Zu prüfen ist die muskuläre Leistungsfähigkeit. Um diese offene Begrifflichkeit zu präzisieren, wird die diesbezüglich relevante trainingswissenschaftliche Literatur in der Sportwissenschaft herangezogen. Das Sportwissenschaftliche Lexikon legt die „Leistungsfähigkeit“ als die maximal erreichbare, unter Ausschöpfung aller Reserven zu realisierende Leistung eines Sportlers in einer bestimmten Sportart fest. Es verweist danach auf drei weitere Aspekte: Leistungsfähigkeit ist abhängig vom Leistungspotential (der Fähigkeiten, der Begabung und des Trainings), von der Streßresistenz und von der Erholungsfähigkeit.

Um muskuläre Leistungsfähigkeit genauer festzulegen, liegt es nahe, die übliche Einteilung in der Sportwissenschaft weiter zu verfolgen: Danach ist sportliche Leistung zurückführbar auf Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit und Gewandtheit, wobei es mehr Sinn macht, die Aufteilung in konditionelle und koordinative Fähigkeiten zu wählen.

Innerhalb der konditionellen Fähigkeiten spielen die Kraftfähigkeiten und bei ihnen wiederum die Maximalkraftfähigkeit eine zentrale Rolle: Maximalkraft gilt als limitierender Faktor für nahezu alle sportlichen Leistungen, selbst für jene der Kraftausdauer.

Aus diesem Grunde haben wir uns bezüglich des Projektauftrages entschieden, das Erfassen der „muskulären Leistungsfähigkeit“ mit dem Messen der isometrischen Ma-

ximalkraft zu identifizieren. Die Probanden erhielten daher die Aufgabe, in den noch zu beschreibenden Situationen

- jeweils ihre maximale Kraft kurzzeitig (zweimal 5 Sekunden) bzw.
- ihre maximale Kraft über möglichst lange Zeit (60 Sekunden)

einzusetzen.

Zu dieser Entscheidung soll noch eine nicht unwichtige Anmerkung angefügt werden. Die Rückführung der Leistungsfähigkeit auf das Produzieren von Maximalkraft ist im Leistungssport unproblematisch. Im Breiten- oder Gesundheitssport gibt es jedoch seit einigen Jahren Bedenken. Eingewendet wird, dass es für den „Normalverbraucher“ eine nicht ungefährliche Überforderung ist, ohne entsprechende Schulung bzw. Vorbereitung Maximalkraft zu produzieren. Die Einwände haben dazu geführt, dass Verfahren für eine „sanftes Krafttraining“ entwickelt wurden, bei denen die Ermittlung der Leistungsfähigkeit nicht über Maximalkrafttests geschieht. Da diese Tests jedoch noch unzureichend validiert sind, haben wir sie bei unserem Vorhaben nicht beachtet.

## Versuchsaufbau und Versuchsdurchführung

### Test- und Trainingsstation

Als Teststation wurde für beide Versuchsgruppen das BMS-Gerät Cobra eingesetzt. Für die eine Versuchsgruppe blieb dieses Gerät auch Trainingsstation, die zweite Versuchsgruppe trainierte an klassischen Gewichtsstationen.

Sowohl beim Pre- und Posttest als auch für das Training agierten die Probanden unmittelbar mit dem BMS-Gerät. Die Wirkung ihrer Aktionen war jedoch nicht direkt messbar, weil im BMS-Gerät keine Kraftaufnehmer vorhanden sind. Um dennoch die Testgrößen zu erfassen, musste das Gerät auf eine 40 x 60 cm Kistlermessplatte aufgeschraubt werden. Dadurch konnte die Kraft bei den Übungen der Probanden, weil sie nur vertikal agierten, über die Messplatte (sowohl bei Druck, als auch bei Zug) ohne Verluste erfasst werden. Die Kraft-Zeit-Signale der Kistlermessplatte wurden über einen AD-Wandler (12 Bit) der Firma DataTranslation mit einer speziellen Messsoftware (Diadem) auf dem PC erfasst.

### Test- und Trainingsübungen

Beide Versuchsgruppen hatten bei den Tests drei Übungen zu absolvieren: Flexion im Ellbogengelenk, Adduktion im Schultergelenk und Extension im Hüftgelenk

**Flexion im Ellbogengelenk:** Zur Erfassung der maximalen isometrischen Kraft



Abb. 1: Flexion im Ellbogengelenk

der Biceps brachii und in der Trainingsphase wurden die Probanden sitzend positioniert (vgl. Abb. 1). Um eine aktive Beteiligung der Rumpfmuskulatur auszuschließen, wurden die Oberarme an einer schiefen Ebene einer Curlmaschine aufgelegt. Damit keine Kraftübertragung durch eine geschlossene Kette über den Boden möglich war, platzierten die Probanden die Füße während der Übung gestreckt auf den Fersen. Die Höhe der an das BMS-Gerät befestigten Holme wurde individuell eingestellt, so dass die Unterarme horizontal verliefen. Um eine Beteiligung der Handgelenke



auszuschließen, drückten die Probanden nur mit den Handflächen der geöffneten Hand.

**Adduktion im Schultergelenk:** Zur Erfassung der maximalen isometrischen Kraft



Abb. 2: Adduktion Oberarm

der zur Adduktion des Oberarmes beteiligten Muskeln und in der Trainingsphase wurden die Probanden sitzend positioniert (vgl. Abb. 2). Ein Arm ruhte auf dem Ellenbogengelenk bei einer Abduktion von ca.  $90^\circ$  und einer Flexion im Ellenbogengelenk von ebenfalls ca.  $90^\circ$  auf dem BMS-Gerät. Damit der Oberkörper aufrecht blieb, wurde der andere Arm auf einer Stuhllehne abgestützt.

**Extension im Hüftgelenk:** Zur Erfassung der maximalen isometrischen Kraft der



Abb. 3: Extension Hüfte

ischiokruralen Muskelgruppe und in der Trainingsphase wurden die Probanden auf dem Rücken liegend positioniert (vgl. Abb. 3). Das Becken wurde dabei auf der Unterlage mit einem Gurtsystem fixiert. Ein Bein lag gestreckt auf Höhe der Achillessehne auf dem BMS-Gerät auf. Das zweite Bein wurde zur besseren Stabilisierung des Beckens angewinkelt zur Brust gezogen.

## Testaufgaben und Testgrößen

Testaufgaben und Testgrößen für jede Übung im Pre- und Posttest wurden wie folgt festgelegt:

Übung	Testaufgabe	Testgröße
Flexion im Ellenbogengelenk	Maximale isometrische Kraft über zwei Mal 5 Sekunden mit einer Pause von 15 Sekunden produzieren.	$Max(F_{max})$
Adduktion im Schultergelenk	Maximale isometrische Kraft über zwei Mal 5 Sekunden mit einer Pause von 15 Sekunden produzieren.	$Max(F_{max})$
Extension im Hüftgelenk	Maximale isometrische Kraft über zwei Mal 5 Sekunden mit einer Pause von 15 Sekunden produzieren.	$Max(F_{max})$
Flexion im Ellenbogengelenk	Maximale isometrische Kraft über eine Dauer von 1 Minute halten.	$t_0 + 50$ $\int_{t_0}^{t_0 + 50} F_{max}$
Adduktion im Schultergelenk	Maximale isometrische Kraft über eine Dauer von 1 Minute halten.	$t_0 + 50$ $\int_{t_0}^{t_0 + 50} F_{max}$
Extension im Hüftgelenk	Maximale isometrische Kraft über eine Dauer von 1 Minute halten.	$t_0 + 50$ $\int_{t_0}^{t_0 + 50} F_{max}$

## Experimentaldesign

### Probanden

37 Sportstudierende nahmen an der Untersuchung teil. Die Aufteilung in die Gruppe, die im Krafraum ähnliche Übungen dynamisch an Geräten durchführte (19 Probanden) und in die Gruppe, die das Training mit BMS durchführte (18 Probanden), erfolgte durch Münzwurf.

Die (noch zu messende) Kontrollgruppe wird aus 20 Probanden bestehen.

## **Trainingsprotokoll der BMS-Gruppe**

Jedes Training begann mit einem 5-minütigen Laufen auf einem Laufband bei 7 km/h. Anschließend wurden keine Dehnübungen durchgeführt, um den in der Literatur genannten negativen Effekt auf Kraftleistungen auszuschließen.

Zur Ermittlung der tagesformabhängigen Maximalkraft wurden nach dem Aufwärmen in den drei relevanten Muskelübungen eine maximal kräftige isometrische Anspannungen von 5 Sekunden Länge durchgeführt. Der dabei erreichte höchste Kraftwert entsprach dem Ausgangswert der tagesformabhängigen Maximalkraft.

Als erste Übung wurde die Flexion im Ellenbogengelenk (Bicepscurls) mit folgendem Belastungsgefüge trainiert:

- Drei Sätze mit einer Wiederholung von 60 Sekunden Dauer bei einer Intensität von 60 % der tagesformabhängigen Maximalkraft.
- Eine Dichte (Pausenlänge) von 90 Sekunden zwischen den Sätzen.

Die 60 % der tagesformabhängigen Maximalkraft wurden jeweils direkt vor jedem Satz über eine visuelle Rückmeldung mittels einer Digitalanzeige in der Einheit Newton den Probanden mitgeteilt. Bei Erreichen der entsprechenden Krafthöhe wurde die biomechanische Stimulation gestartet und die visuelle Anzeige der Krafthöhe gestoppt.

Nach der Flexion des Ellenbogengelenks führten die Probanden in entsprechender Weise die Übung Adduktion des Oberarms und danach die Übung Extension Hüftgelenk durch.

## **Trainingsprotokoll der Krafraumgruppe**

Jedes Training begann mit einem 5-minütigen Fahren auf einem Radergometer bei individuellem Tempo. Anschließend wurden ebenfalls keine Dehnübungen durchgeführt.

Die Zielvorgabe war wie beim BMS-Training, die drei Übungen Flexion, Adduktion und Extension zu üben, allerdings in dynamischer Form. Hierzu wurden Gewichte in fünf Serien mit 20 Ausbelastungswiederholungen bewegt. Die Gewichtslast wurde so gewählt, dass 20 Wiederholungen bei einer Ausbelastung ohne Koordinationsverlust

während der Übung durchgeführt werden konnten. Das Ausführungstempo wurde so gerichtet, dass die Seriadauer 60 Sekunden betrug, also eine Auf- und Abbewegung 3 Sekunden. Die Pause zwischen den Serien war auf 90 Sekunden festgelegt.

## Datenauswertung

Die gemessenen Rohdaten (vgl. Abb. 4 und Abb. 5) wurden nach folgenden Schemata ausgewertet:

- Maximalkraft: Es wurden von den zwei durchgeführten Maximalkraftversuchen die Maximalwerte bestimmt und  $F_{\max}$  nach der Formel

$$F_{\max} = \frac{F_{\max t1} + F_{\max t2}}{2} - \text{offset}$$

berechnet, wobei offset die zu korrigierende Null-drift bezeichnet.

- Maximalkraftausdauer: Ermittlung des offset. Offset-Korrektur der Messwerte. Bestimmung des 50 s – Intervalls, so dass die untere Intervallgrenze beim ersten Kraftanstieg liegt. Integration über das Intervall nach der Formel

$$P_{F_{\max}} = \int_{t_0}^{t_0+50s} F_{\max} - \text{offset} .$$

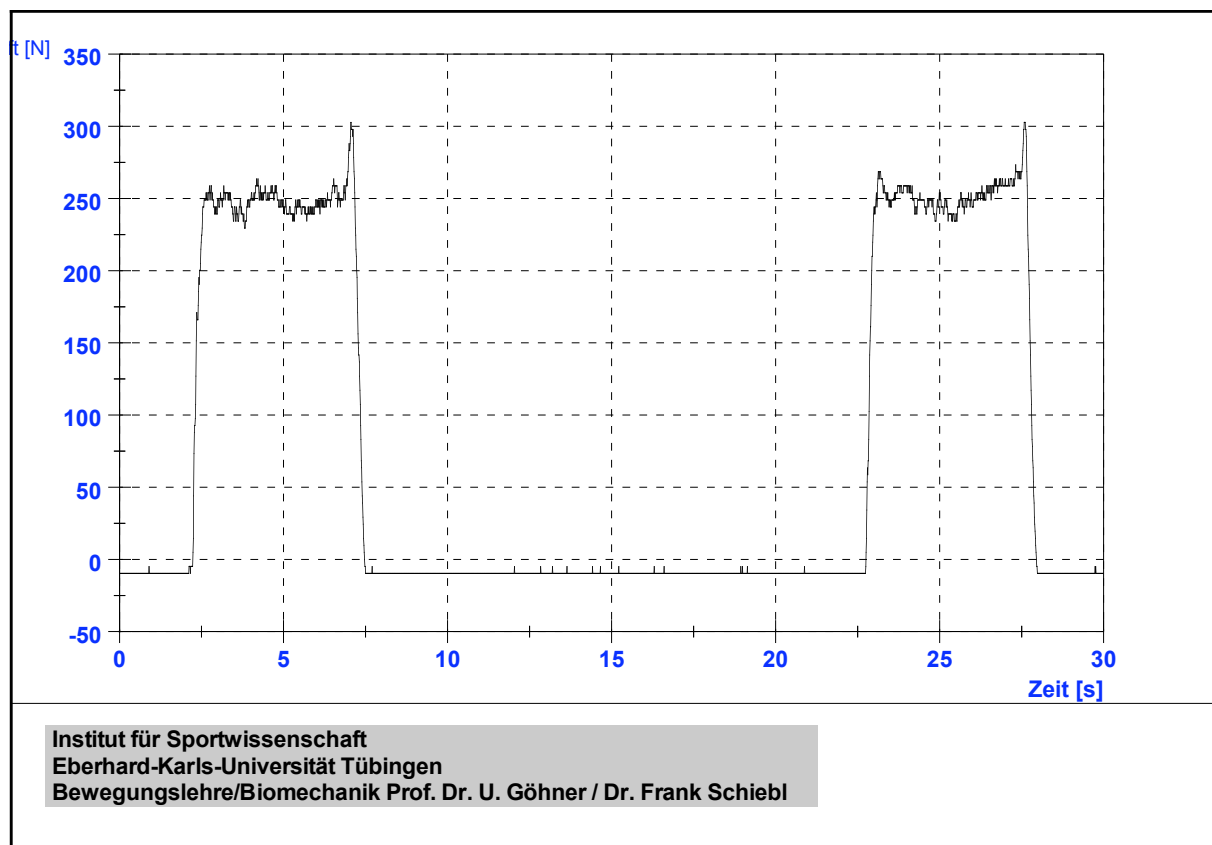


Abb. 4: Kraft-Zeit-Kurve beim Maximalkrafttest an der BMS-Station

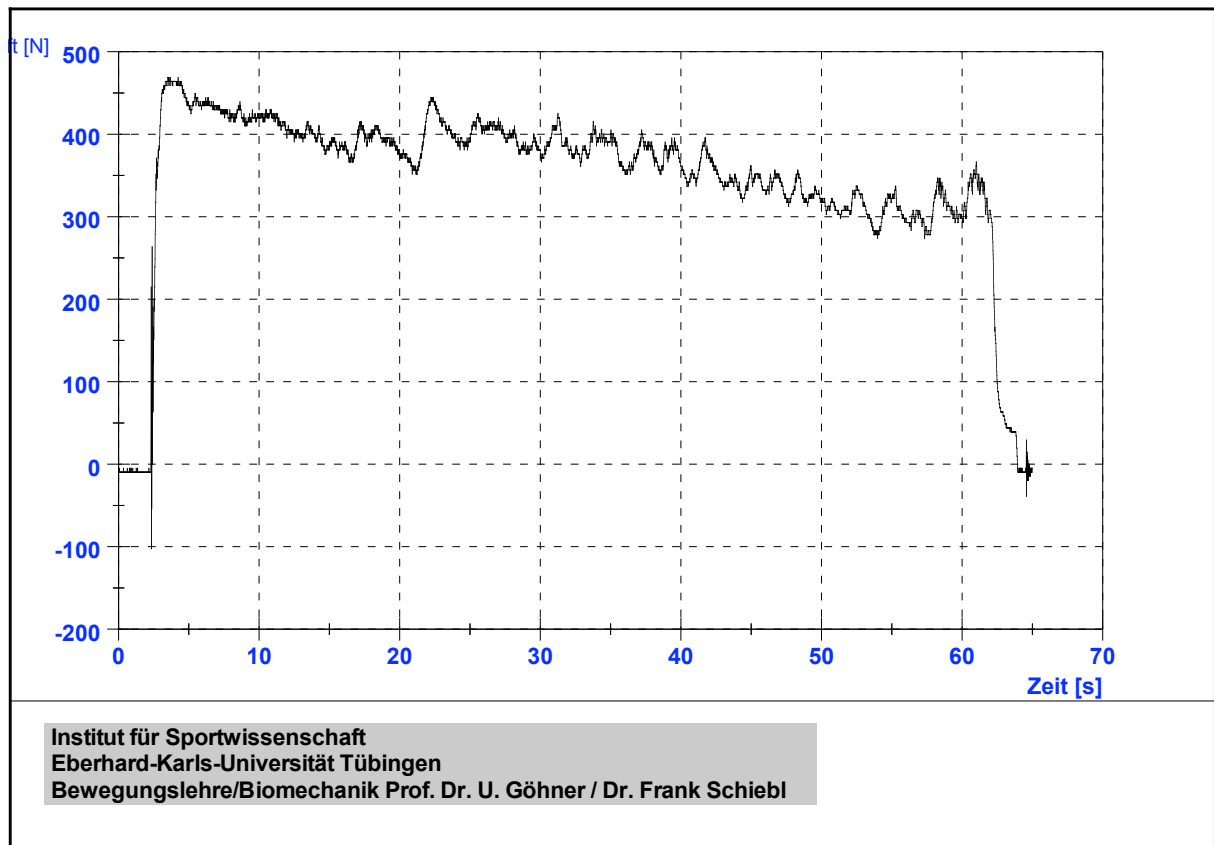


Abb. 5: Kraft-Zeit-Kurve beim Test der Maximalkraftausdauer an der BMS-Station

## Verlauf der Studie

Der Aufbau der Studie sah folgendermaßen aus:

In der ersten Woche fand der Pretest statt.

In den Wochen 2-5 wurden 11 Trainingseinheiten absolviert.

In der 5. und 6. Woche fand der Posttest statt.

## Ergebnisse

Die statistische Auswertung gliedert sich nach den beiden Testaufgaben Maximalkraft und Maximalkraftausdauer.

### Deskriptive Statistik

Tabelle 1 und Abbildung 6 zeigen die Veränderungen der Maximalkraft nach isometrischem Training am BMS-Gerät mit 60% Intensität bzw. nach klassischem Krafttraining (vgl. S. 2 dieses Projektberichts).

Tab. 1: Mittelwerte bzw. Veränderungen der Maximalkraft bei BMS- und Kraustraumgruppe in Pre- und Posttests

	Testübung	Pre in Newton	Post in Newton	Verbesserung in %
BMS-Gruppe	Ellbogenflexion	309	344	11,32
	Oberarmadduktion	244	313	28,27
	Hüftextension	269	337	25,27
Kraustraum-Gruppe	Ellbogenflexion	318	301	-5,34
	Oberarmadduktion	254	272	7,08
	Hüftextension	287	323	12,54

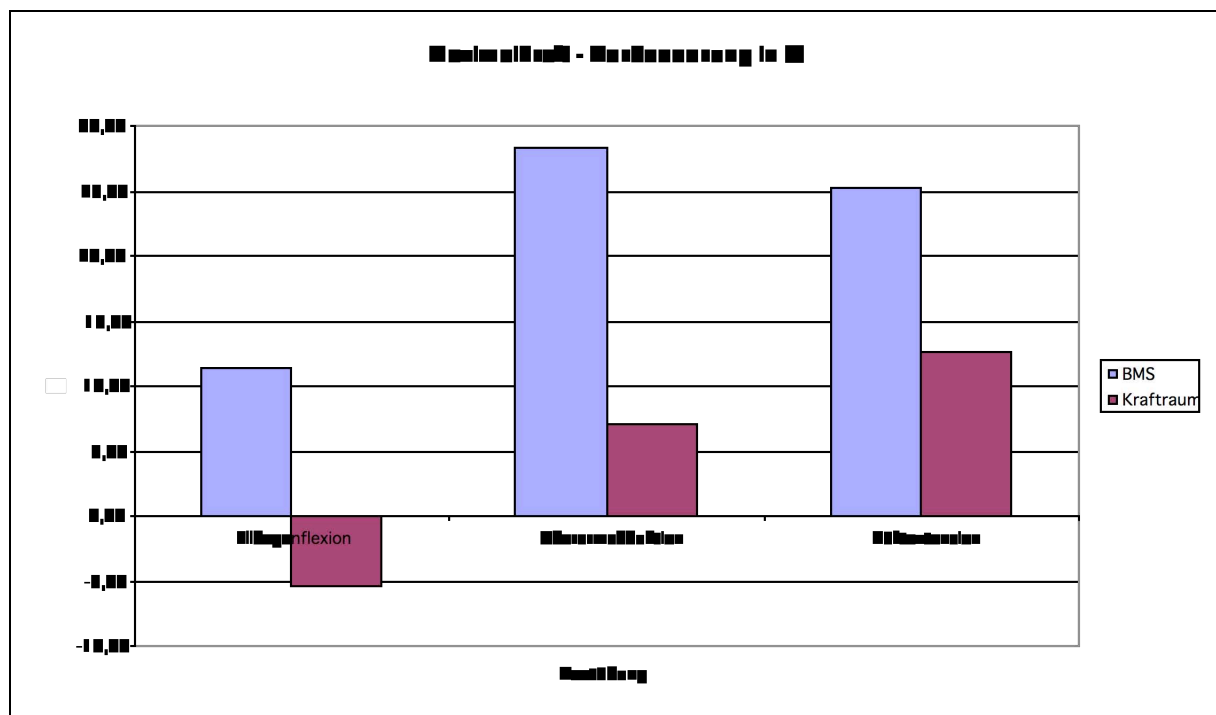


Abb. 6: Veränderungen der Maximalkraft bei BMS- und Kraustraumgruppe in Pre- und Posttests

Tabelle 2 und Abbildung 7 zeigen die Veränderungen der Maximalkraftausdauer nach isometrischem Training am BMS-Gerät mit 60% Intensität bzw. nach klassischem Krafttraining (vgl. S. 2 dieses Projektberichts).

Tab. 2: Mittelwerte bzw. Veränderungen der Maximalkraftausdauer bei BMS- und Krafraumgruppe in Pre- und Posttests

	Testübung	Pre in Ns	Post in Ns	Verbesserung in %
BMS	Ellbogenflexion	10301	11693	<b>13,51</b>
	Oberarmadduktion	8649	9773	<b>12,99</b>
	Hüftextension	9569	11104	<b>16,04</b>
Krafraum	Ellbogenflexion	11030	11493	<b>4,19</b>
	Oberarmadduktion	8771	9509	<b>8,41</b>
	Hüftextension	10820	11305	<b>4,48</b>

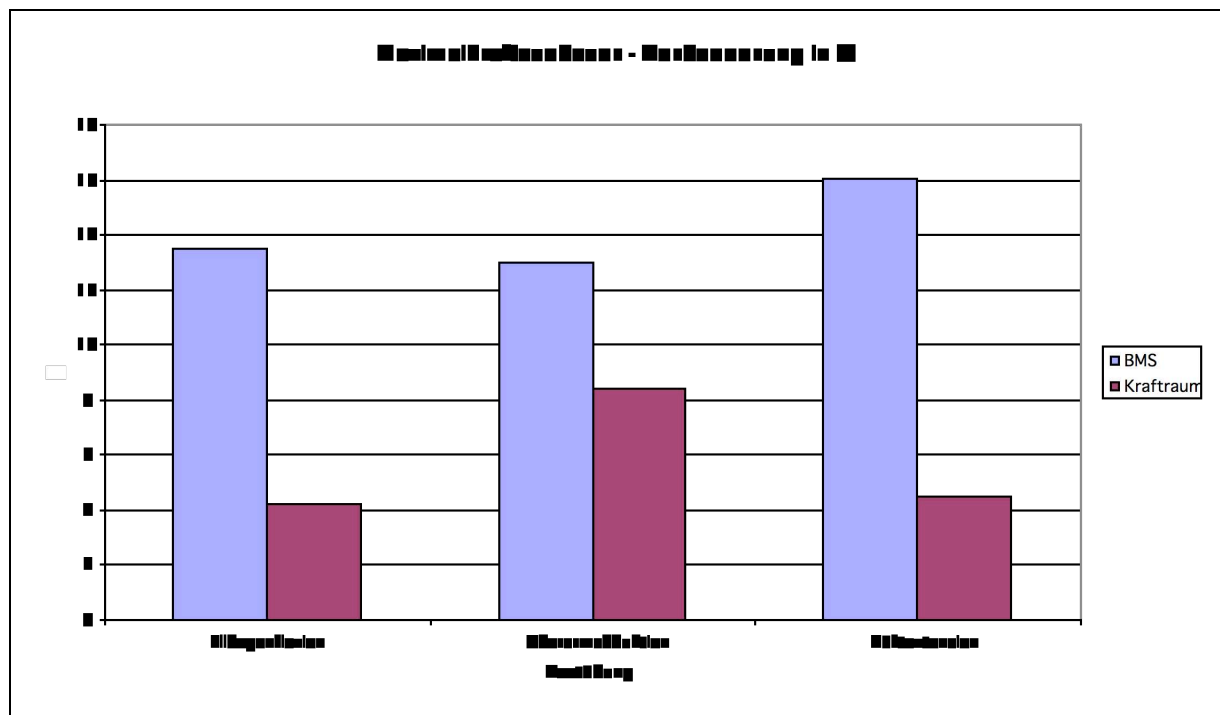


Abb. 7: Veränderungen der Maximalkraftausdauer bei BMS- und Krafraumgruppe in Pre- und Posttests

## Schließende Statistik

Aus der deskriptiven Statistik ist ersichtlich, dass mit dem BMS-Gerät prozentual deutlich größere Gewinne erreicht wurden. Dies gilt allerdings nur für die untersuchte Gruppe. Mit der schließenden Statistik kann geprüft werden, mit welcher Wahrscheinlichkeit diese Gewinne auch bei anderen Gruppen zu erwarten sind.

### Maximalkraft

Für den Maximalkrafttest Oberarmadduktion zeigt sich mittels T-Test für unabhängige Stichproben eine hochsignifikante Überlegenheit der BMS-Gruppe:

$T(3.962)$  Sig.: .000. **Mit höchster Wahrscheinlichkeit ist daher zu rechnen, dass auch bei jeder anderen Testgruppe das BMS-Training gewinnbringender ist.**

Für die anderen Maximalkrafttests zeigt sich mittels T-Test für unabhängige Stichproben zwar ebenfalls eine Überlegenheit der BMS-Gruppe, die jedoch das Signifikanzniveau (5%) knapp verfehlt. (Ellbogenflexion:  $T(1.374)$  Sig.: .178 und Hüftextension:  $T(1.384)$  Sig.: .176). Das bedeutet, dass es nicht auszuschließen ist, dass BMS-Training bei anderen Testgruppen nicht in gleicher Weise überlegen ist.

### Maximalkraftausdauer

Bezüglich der Maximalkraftausdauer verändern sich die Prognosen.

Nicht für die Oberarmadduktion sondern für die Ellbogenflexion zeigt der T-Test für unabhängige Stichproben eine signifikante Überlegenheit der BMS-Gruppe:

$T(2.054)$  Sig.: .048. **Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist daher zu rechnen, dass bei jeder anderen Testgruppe das BMS-Training bezogen auf die Ellbogenflexion-Maximalkraftausdauer gewinnbringender ist.**

Bei den anderen Übungen zeigt sich mittels T-Test für unabhängige Stichproben zwar ebenfalls eine Überlegenheit der BMS-Gruppe, die aber auch wieder das Signifikanzniveau (5%) knapp verfehlt. (Oberarmadduktion:  $T(.481)$  Sig.: .633 und Hüftextension:  $T(1.566)$  Sig.: .126). Das bedeutet wiederum, dass auch hier nicht auszuschließen ist, dass BMS-Training bei anderen Testgruppen nicht in gleicher Weise überlegen ist.

Die für die Signifikanzprüfungen notwendigen statistischen Berechnungen sind im Anhang gesondert zusammengestellt.