

**Zeitschrift:** Fisio active  
**Herausgeber:** Schweizer Physiotherapie Verband  
**Band:** 38 (2002)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Effekte des Muskelaufbautrainings unter maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung  
**Autor:** Schmid, Nicole / Stalder, Bettina / Radlinger, Lorenz  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-929627>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Effekte des Muskelaufbautrainings unter maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung

Nicole Schmid (Physiotherapeutin), Bettina Stalder (Physiotherapeutin), Dr. Lorenz Radlinger (Dipl. Sportlehrer, Sportwissenschaftler)  
Diplomarbeit an der Schule für Physiotherapie, Ausbildungszentrum Insel, Bern

## Schlüsselwörter:

**Krafttraining, Maximalkraft,  
Muskelaufbautraining, Physiotherapie**

Im Rahmen des präventiven und rehabilitativen Krafttrainings findet man zunehmend den Begriff des «sanften Krafttrainings», der teilweise im Widerspruch zur Anforderung einer maximalen Ausbelastung im differenzierten Krafttraining steht. Die maximale Ausbelastung ist aber bei Patienten problematisch: Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, fehlende Motivation usw. verunmöglichen dies. In dieser Studie sollen neben einer Kontrollgruppe an drei Trainingsgruppen die Effekte einer maximalen, einer submaximalen und einer mittleren Ausbelastung im Krafttraining überprüft werden. Nach zwölf Wochen Krafttraining zeigen alle Ausbelastungsarten deutliche Verbesserungen der kontrollierten Kraftgrößen. Unsere Empfehlung lautet deshalb für den präventiven und rehabilitativen Bereich, vermehrt das «sanfte Krafttraining» zu berücksichtigen.

## ABSTRACT

Increasingly used in connection with preventive and rehabilitative physical training is the term «gentle training», which sometimes contradicts the requirement for maximum effort in differentiated physical training. Maximum effort may however be difficult or impossible for some patients due to pain, restricted mobility, lack of motivation, etc. This study examined the effects of maximum, submaximal and medium effort among three physical training groups apart from a test group. After twelve weeks of physical training, all degrees of effort resulted in a significant improvement of the parameters measured. For preventive and rehabilitative purposes, we therefore recommend paying more attention to «gentle physical training».

## EINLEITUNG

### NOTWENDIGKEIT DES KRAFTTRAININGS

Das Ziel jedes Physiotherapeuten ist es, die Leistungsfähigkeit der Patienten möglichst effizient wiederherzustellen. Um das gewünschte Therapieziel, sei es Ausdauer oder Kraft, zu erreichen, muss der Patient nach den Grundsätzen der Trainingslehre rehabilitiert werden.

### FRAGE DER WIRKSAMKEIT DES KRAFTTRAININGS

In der Physiotherapie kommt das Muskelaufbautraining, welches durch die differenzierte Kraftentwicklung beziehungsweise das Maximalkraftausdauer-Training erreicht wird, häufig zur Anwendung.

Damit das Maximalkrafttraining optimal ausfällt, muss nach heutigen Erkenntnissen die trainierende Person maximal ausbelastet werden [1].

*In der Praxis stellen wir jedoch fest, dass ein Training mit maximaler Ausbelastung bei vielen Patienten aus verschiedenen Gründen nicht durchführbar ist:*

- Der Patient kann oder darf sich nicht voll ausbelasten (Teilbelastung, Instabilität, Wundheilung, Teil-/Immobilisation, Herz-Kreislauf-Insuffizienz usw.).
- Der Patient leidet unter Schmerzen, was sich durch reflektorische Inhibition negativ auf die Kraftentwicklung auswirkt. Ausserdem verhindert Angst vor Schmerzen einen hundertprozentigen Einsatz.
- Der Patient hat Bewegungseinschränkungen und sensorische sowie propriozeptive Defizite. Dies bedeutet eine koordinativ schlechte Bewegungskausführung.
- Der Patient ist sich nicht gewohnt, seinen Körper einer derart hohen Trainingsintensität auszusetzen. Dies verlangt einen psychisch hohen Einsatz beziehungsweise grosse Motivation.
- Der Patient kennt die subjektiven und objektiven Zeichen der Ausbelastung nicht. Dies erschwert es dem Patienten abzuschätzen, in welcher Trainingsintensität er sich befindet.
- Der Patient in der Rehabilitationsphase macht teilweise sprunghafte Fortschritte, was hohe Anforderungen an die Trainingssteuerung stellt [2].

In der Literatur stösst man vermehrt auf den Begriff des sanften Krafttrainings. Darunter wird ein Krafttraining verstanden, bei dem die Serienbelastung nicht bis zur vollen muskulären Ausbelastung durchgeführt wird. Es erfolgt also keine muskuläre Ausbelastung, da die maximal mögliche Wiederholungszahl in der Serie nicht realisiert wird.

Aus gesundheitlicher Sicht existieren zudem unzählige Gründe, die für ein sanftes Krafttraining respektive gegen ein Training mit maximaler Ausbelastung sprechen:

- Laktazide Belastung, Rate Pressure Product sowie Herzfrequenz liegen bei sanftem Krafttraining signifikant niedriger [3].
- Im Zusammenhang mit hohen Laktatwerten bei maximaler Ausbelastung wird eine Vielzahl möglicher negativer Folgen diskutiert, wie z.B. eine Verschlechterung der aeroben Leistungsfähigkeit, negative Veränderungen des Immunsystems (mit verstärkter Infektionsanfälligkeit), Schädigungen des Muskelgewebes sowie Motivationsprobleme [4].
- Die orthopädische Beanspruchung und die Gefahr struktureller Schädigungen sind beim sanften Krafttraining deutlich geringer [4].
- Die Gefahr von Pressatmung und die damit verbundene hohe Herz-Kreislauf-Belastung, die zu Angina-Pectoris-Anfällen, Auslösung eines Myokardinfarktes, Herzrhythmusstörungen, zerebralen Gefässrissen sowie Läsionen im Ösophagus und Magen führen kann, ist bei sanftem Krafttraining vermindert.
- Ein Patient ist für ein sanftes Krafttraining besser motivierbar, da er einer geringeren psychischen und physischen Belastung ausgesetzt ist.
- Die Gefahr einer Schmerzgrenzüberschreitung ist beim sanften Krafttraining verringert.

*Es drängen sich folgende Fragestellungen auf:*

- Können bei den drei verschiedenen Arten der Ausbelastung (maximal, submaximal und mittel) unterschiedliche Leistungsentwicklungen bezüglich Maximalkraftausdauer und Muskelmasse festgestellt werden?
- Lässt sich mit einem Krafttraining, bei dem die Einzelerie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wird, auch ein nennenswerter Effekt erzielen?
- Müssen wir die Patienten also mit allen Mitteln für die maximale muskuläre Ausbelastung motivieren und sie dadurch einer enormen metabolischen, psychischen und kardiovaskulären Belastung aussetzen, oder genügt allenfalls eine geringere Trainingsintensität?

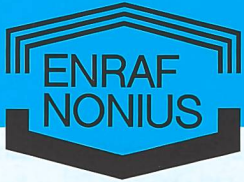
Mit der nun vorgestellten zwölfwöchigen Studie am Beispiel des Musculus biceps brachii versuchen wir diese Fragen zu beantworten.

## MATERIAL UND METHODEN

### Untersuchungsgruppen

Die Untersuchungsgruppe setzt sich aus 43 Probanden (11 Männern, 32 Frauen) im Alter zwischen 21 und 32 Jahren (24,9 Jahre, Standardabweichung 2,76) zusammen.

Sämtliche Probanden sind Schülerinnen und Schüler der Schule für Physiotherapie des Inseleospitals, Bern.



Neuheiten

10 JAHRE

MTR MEDIZIN THERAPIE REHA AG

Roosstrasse 23  
CH-8832 Wollerau  
Tel. 01 / 787 39 40  
Fax 01 / 787 39 41  
info@mtr-ag.ch

## Das Geheimnis des Erfolges

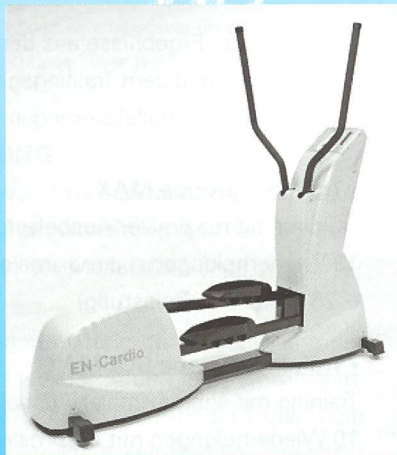
stellen wir Ihnen an der IFAS 02, Halle 2, Stand 101 mit ENRAF-Neuheiten vor:

• Neu konzipierte ENRAF-Geräte, exklusiv vertreten in der Schweiz durch MTR.

• Die Therapie nach der neuen Formel, in Kombination folgender Anwendungen:

Elektrotherapie  
Wärme / Kälte  
Manuelle Therapie  
MTT Med. Training  
Sequenz-Training  
Cardio-Training

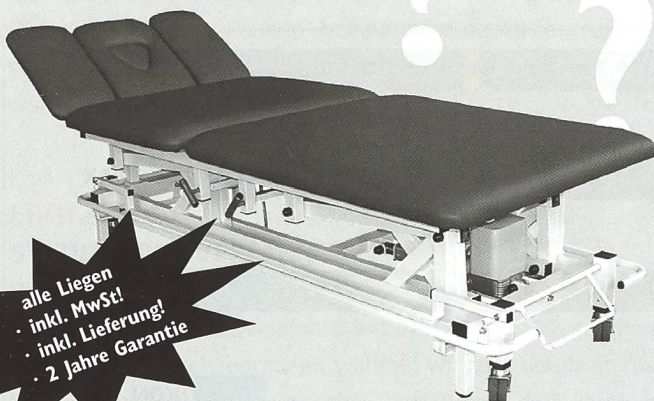
IFAS'02  
22. - 25. Okt. 02, Oerlikon



[www.mtr-ag.ch](http://www.mtr-ag.ch)

## WARUM MEHR BEZAHLEN?

2- bis 10-teilige Behandlungsliegen  
z.B. Profimed 5



alle Liegen  
inkl. MwSt!  
inkl. Lieferung!  
2 Jahre Garantie

5-teilige elektrische Behandlungsliege wie abgebildet:

**Fr. 3'290.-**

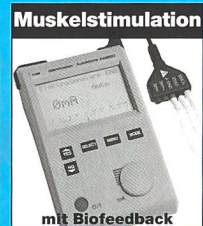
Ein Vergleich lohnt sich!  
Verlangen Sie unsere ausführlichen Unterlagen.



Behandlungsliegen  
Saum 13, CH-9100 Herisau  
Tel./Fax: 071 352 17 20  
eMail: [info@paramedi.ch](mailto:info@paramedi.ch)  
[www.paramedi.ch](http://www.paramedi.ch)

Innovativ in Muskelstimulation und Schmerzbekämpfung

## Muskeln spielen lassen!



Als eines der marktführenden Vertriebs-Unternehmen im Bereich der Elektrostimulation bietet die Parsenn-Produkte AG komplette Systemlösungen für alle Fachbereiche der Medizin an. Die innovativen und anwenderfreundlichen Produkte zur

- Neuro-Rehabilitation**
- Schmerztherapie (TENS)**
- Inkontinenzbehandlung und**
- Muskelstimulation (FES/NMS)**

haben sich bewährt als ergänzende Alternativen zu verschiedenen Therapieformen. Alle Produkte werden stetig dem aktuellen Stand der Medizin-Technik angepasst und weiterentwickelt.

Ein vollständiger Produkte-Service mit Miet-/Kaufmodellen, Schulung und Beratung beinhaltet ebenfalls Zubehör wie z.B. Elektroden, Kontaktgel usw.

**Parsenn-Produkte AG**, Abt. Medizinische Geräte, 7240 Küblis  
Tel. 081 300 33 33, Fax 081 300 33 39  
[info@parsenn-produkte.ch](mailto:info@parsenn-produkte.ch), [www.parsenn-produkte.ch](http://www.parsenn-produkte.ch)



**Auswahl der Messparameter:**

*Muskelkraft:*

Ein DMS-Kraftmessaufnehmer (Dehnmessstreifen) lieferte uns Werte zur statischen Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden (Summe der im Messzeitintervall von 30 Sekunden entwickelten Kraft).

Die individuelle Länge des Hebelarmes (Abstand Olecranon-Processus styloideus radii) wurde jeweils berücksichtigt. Die Ausgangsstellung war normiert.

Die Probanden wurden instruiert, während 30 Sekunden mit maximaler Kraft gegen den Widerstand zu ziehen. Die Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden setzten wir jeweils in Relation zum Körpergewicht, das wir ebenfalls zu Beginn der Studie bei jedem einzelnen Probanden erfassten.

Als weiterer Parameter zur Erfassung der Muskelkraft diente uns das Gewicht in Kilogramm, welches die Probanden am Bizeps-Trainingsgerät maximal 13-mal zu heben vermochten (dynamische Maximalkraftausdauer bzw. Trainingsgewicht). Die 13 Wiederholungen mussten innerhalb von maximal 30 Sekunden beendet sein. Ein Metronom gab einen Zwei-Sekunden-Rhythmus pro Hin- und Rückweg vor (13 Wiederholungen ~ 26 Sekunden).

Das Maximalgewicht war dann bestimmt, wenn die Probanden die 13. Wiederholung noch gerade schafften oder gerade nicht mehr schafften. Konnte das Trainingsgewicht nicht innert maximal dreier Versuche ermittelt werden (dazwischen jeweils drei Minuten Pause), wurde der Test am nächsten Tag wiederholt.

Auch hier galt es, eine normierte Ausgangsstellung beziehungsweise Endstellung einzunehmen.

Unter Berücksichtigung der individuellen Hebelarmlänge rechneten wir das jeweilige Trainingsgewicht in Nm um.

Das Trainingsgewicht setzten wir ebenfalls in Relation zum Körpergewicht.

*Muskelmasse:*

Sämtliche von uns erprobten Messverfahren zur Erhebung der Muskelmasse erwiesen sich in der Reliabilitätsüberprüfung als unbrauchbar. Somit ergibt sich keine Aussage über die Muskelmasse.

Auf Grund der Ergebnisse aus der Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden und dem Trainingsgewicht teilten wir die 43 Probanden mittels Parallelisierung in vier Gruppen ein:

**• Trainingsgruppe MAX**

Training mit maximaler Ausbelastung  
13 Wiederholungen mit maximalem Trainingsgewicht (~26 Sekunden Belastung)

**• Trainingsgruppe SUBMAX**

Training mit submaximaler Ausbelastung  
10 Wiederholungen mit maximalem Trainingsgewicht (~20 Sekunden Belastung)

**• Trainingsgruppe MITTEL**

Training mit mittlerer Ausbelastung  
7 Wiederholungen mit maximalem Trainingsgewicht (~14 Sekunden Belastung)

**• Kontrollgruppe KON**

kein Training

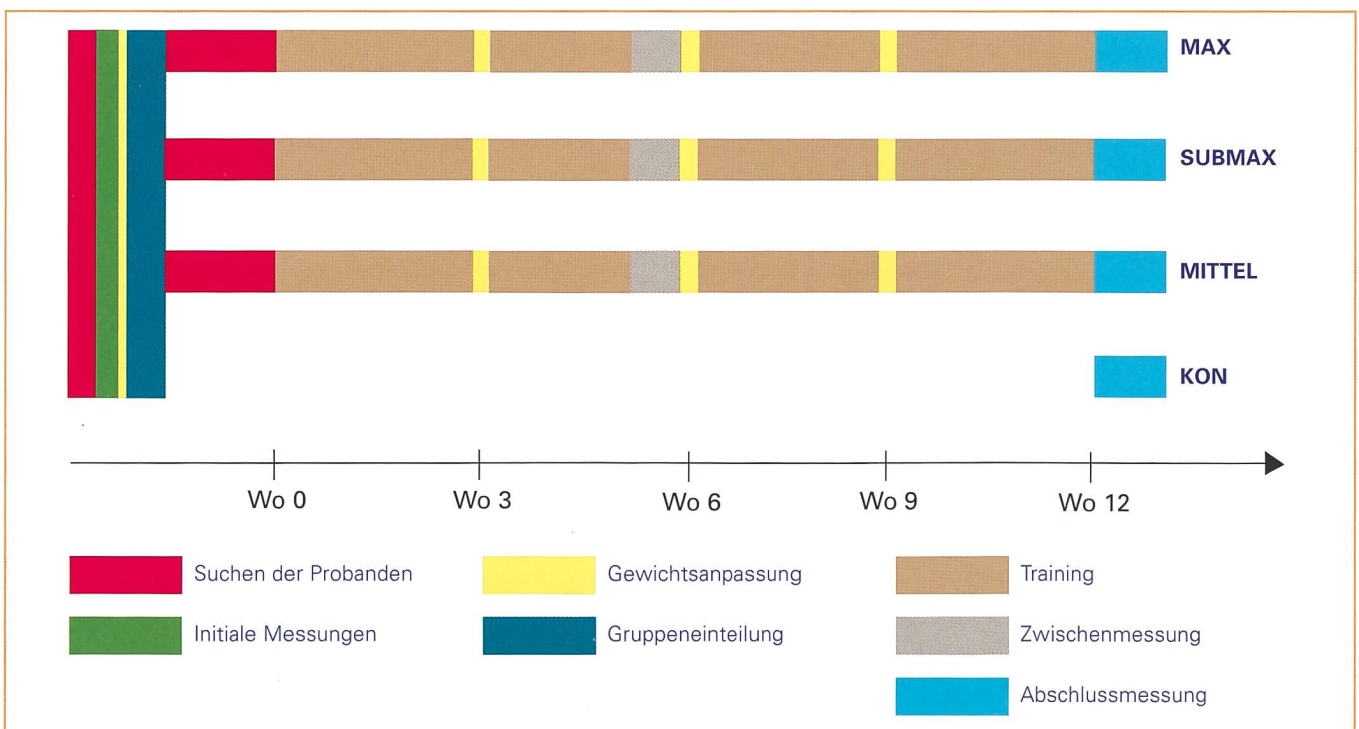


Abb. 1: Übersicht über sämtliche Tests während den zwölf Wochen.

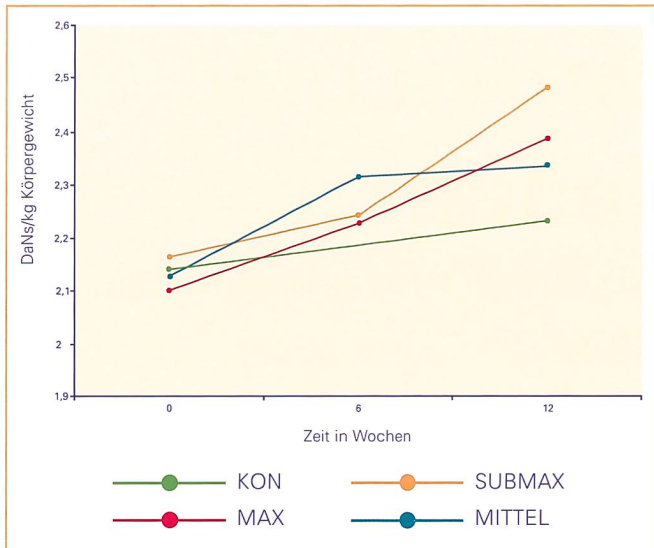


Abb. 2: Kurve der Veränderung der Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden relativ zum Körpergewicht aller vier Gruppen über zwölf Wochen.

## TRAININGSBESCHREIBUNG

Das Training wurde über zwölf Wochen jeweils zweimal pro Woche (Mo/Do oder Di/Fr) unter Einhaltung gleicher Tageszeit durchgeführt. Trainiert wurde der Musculus biceps brachii der nicht dominanten Seite.

Das Trainingsgewicht wurde auf Grund der Bestimmung der dynamischen Maximalkraftausdauer in den initialen Messungen bestimmt und in den Wochen 3, 6, 9 und 12 durch die Probanden unter genauer Instruktion selbständig angepasst (siehe Abb. 1). Eine maximale Ausbelastung war absolut zwingend!

Das neue Trainingsgewicht musste innerhalb von drei Serien ermittelt werden können und zählte an diesem Tag als volle Trainingseinheit.

Aufgewärmt wurde über eine Serie der individuellen Wiederholungszahl mit der Hälfte des jeweiligen Trainingsgewichtes (auf fünf Kilogramm abgerundet).

Die dreiminütigen Pausen beinhalteten lediglich lockeres schütteln. Zusätzliches Aufwärmen, Dehnen oder Trainieren war nicht erlaubt!

## ERGEBNISSE

### STATISTISCHE VERFAHREN

Die Datenverarbeitung erfolgte mit dem Statistikprogramm Systat for Windows (Version 5.04). Auf Grund der geringen Anzahl der Versuchspersonen wählten wir zum Vergleich des Mittelwertes nonparametrische Verfahren, die keinerlei Anwendungsvoraussetzungen wie Normalverteilung beziehungsweise Symmetrie benötigen: Die abhängigen Variablen wurden mit dem Wilcoxon-Rangsummentest, die unabhängigen Variablen mit dem Kruskal-Wallis-Test verglichen. Die Messwerte wurden dementsprechend auf ordinalem Skalenniveau berechnet. Als Signifikanzniveau wählten wir mit  $p \leq 0.05$  die übliche Grenze.

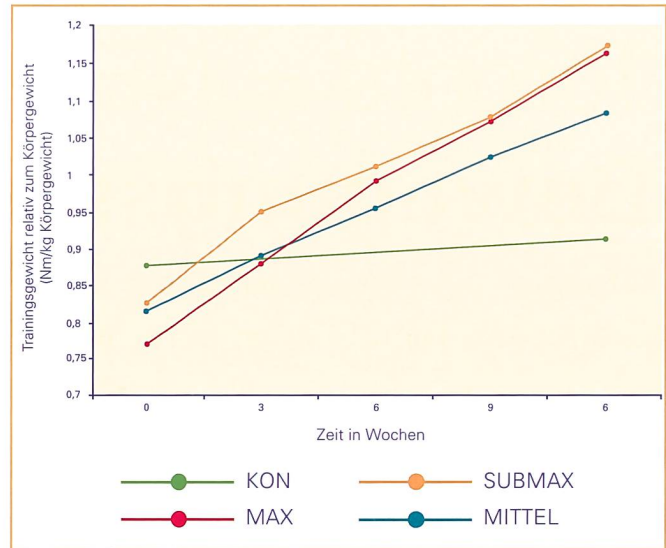


Abb. 3: Kurve der Veränderung des Trainingsgewichtes relativ zum Körpergewicht aller vier Gruppen über 12 Wochen.

Wir konnten feststellen, dass sich die Gruppen zu Beginn hinsichtlich der gemessenen Größen nicht signifikant unterschieden:

Von unseren 43 Probanden konnten wir 42 auswerten. Ein Teilnehmer verliess die Schule.

### Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden relativ zum Körpergewicht (siehe Abb. 2)

Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe zeigt sich bezüglich der Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden relativ zum Körpergewicht zum Teil eine signifikante Steigerung innerhalb der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.790 \geq p \geq 0.003$ ).

Zwischen den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $1.000 \geq p \geq 0.376$ ).

### Vergleiche der relativen Maximalkraftausdauer innerhalb der vier Gruppen (siehe Tab.1):

Es ist ersichtlich, dass sowohl die drei Trainingsgruppen als auch KON eine signifikante Steigerung von Woche null zu zwölf aufweisen. Wir vermuten, dass diese Steigerung teilweise auf einen Lerneffekt und die dadurch verbesserten koordinativen Fähigkeiten zurückzuführen ist, da sich auch KON geringfügig zu steigern vermochte.

MAX und SUBMAX steigern sich jeweils von Woche null zu sechs als auch von Woche sechs zu zwölf signifikant. MITTEL hingegen vermag sich von Woche sechs zu zwölf nicht mehr signifikant zu steigern. Das heisst, dass nach sechs Wochen mittlerer Ausbelastung ein Deckeneffekt erreicht ist.

### Vergleiche der relativen Maximalkraftausdauer zwischen den vier Gruppen:

Zwischen den Gruppen bestehen statistisch keine signifikanten Unterschiede ( $1.000 \geq p \geq 0.376$ ).

### Trainingsgewicht relativ zum Körpergewicht (siehe Abb. 3):

Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe zeigt sich bezüglich relativem Trainingsgewicht (Trainings-

# Toronto = NEU ORTHOLOGIC Bewegungsschienen

für die passive Mobilisation der oberen und unteren Extremitäten Schulter, Ellenbogen, Hand, Finger, Hüfte, Knie, Sprunggelenk.

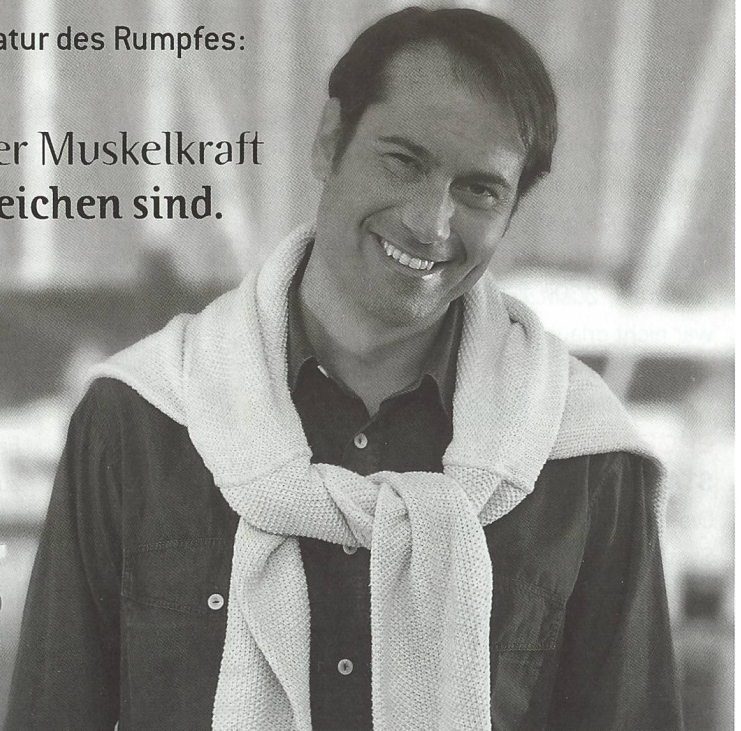
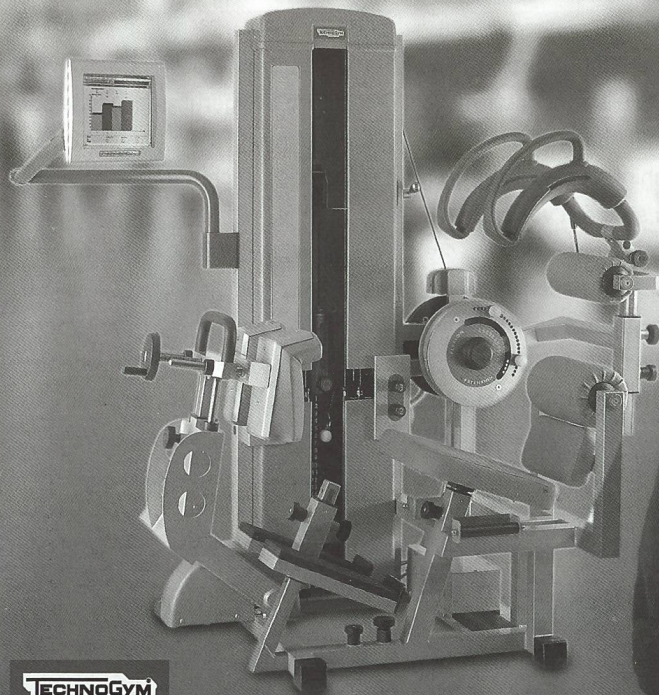


Auskünfte erhalten Sie bei der neuen Generalvertretung für die Schweiz.



FRITAC MEDIZINTECHNIK AG, Hardturmstrasse 76, 8031 Zürich  
Telefon 01 271 86 12, Fax 01 271 78 35  
E-Mail: Fritac@freesurf.ch

Bei Problemen von Beuge- und Streckmuskulatur des Rumpfes:  
Eine rasche Bewertung,  
eine Wiedererlangung der Muskelkraft  
....Ziele, die jetzt einfacher zu erreichen sind.



#### WICHTIGSTE MESSUNGEN

- Bewertung der Bewegungsmöglichkeit der Wirbelsäule in gebeugtem und gestrecktem Zustand
- Isometrische Analyse der Maximalkraft sowie der Durchschnittskraft bei definierten Winkelpositionen
- Messung des Verhältnisses Beugung/Streckung bei definierten Winkelpositionen
- Analyse der Kraft- und Geschwindigkeit während Test und Training des Rumpfes, bei konzentrischer und exzentrischer Kontraktion, sowohl in Streckung als auch in Beugung

#### MED STRENGTH LINE

**TOTAL TRUNK** Patent  
Pending

**Total Trunk, die totale Innovation!**

Email: [info@fimex.ch](mailto:info@fimex.ch)  
Internet: [www.technogym.com](http://www.technogym.com) & [www.fimex.ch](http://www.fimex.ch)  
Phone: 032 387 05 05 Fax: 032 387 05 15

	Woche 0 zu 6	Woche 0 zu 12	Woche 6 zu 12
<b>MAX</b>	0.005	0.005	0.036
<b>SUBMAX</b>	0.003	0.003	0.006
<b>MITTEL</b>	0.003	0.003	0.790
<b>KON</b>	–	0.005	–

signifikant

Tab. 1: Signifikanzen (p-Werte) der Mittelwertsvergleiche innerhalb der Gruppen bezüglich relativer Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden

gewicht [daN]/Körpergewicht [kg]) eine signifikante Steigerung innerhalb der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.028 \geq p \geq 0.003$ ).

Zwischen den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $0.951 \geq p \geq 0.137$ ).

*Vergleiche des relativen Trainingsgewichtes innerhalb der vier Gruppen (siehe Tab. 2):*

Es ist ersichtlich, dass die drei Trainingsgruppen in allen Abständen von jeweils drei Wochen eine signifikante Trainingsgewichtssteigerung aufweisen. Auch KON steigert sich signifikant über die zwölf Wochen. Die allerdings geringe Steigerung von KON führen wir auf einen eventuellen Lerneffekt zurück.

*Vergleiche des relativen Trainingsgewichtes zwischen den vier Gruppen:*

Zwischen den Trainingsgruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen, wobei MITTEL in der zwölften Woche tendenziell etwas hinter MAX und SUBMAX zu liegen kommt. Von Woche neun zu zwölf zeigen sich für alle Trainingsgruppen noch signifikante Trainingsgewichtssteigerungen. Ein «Deckeneffekt» ist folglich noch in keiner Gruppe erreicht. Es ist also möglich, dass sich signifikante Veränderungen bei einem Training von mehr als zwölf Wochen zeigen könnten. Klinisch relevant sind jedoch die ersten zwölf Wochen, da Patienten sehr selten länger als zwölf Wochen therapiert werden. Um nach Therapieabschluss den erreichten Trainingszustand zu erhalten, sollten die Patienten das Training selbständig weiterführen.

Weiter sind die Resultate des relativen Trainingsgewichtes prozentual zum Ausgangswert interessant.

### Relatives Trainingsgewicht prozentual zum Ausgangswert

Das relative Trainingsgewicht prozentual zum Ausgangswert zeigt zum Teil eine signifikante Veränderung innerhalb der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.047 \geq p \geq 0.003$ ) (siehe Tab. 3).

Zwischen den vier Gruppen bestehen in den Wochen 9 und 12 teilweise signifikante Unterschiede ( $0.039 \geq p \geq 0.000$ ).

*Vergleiche des relativen Trainingsgewichtes in Prozent innerhalb der vier Gruppen (siehe Tab. 4):*

Es wird deutlich, dass bei allen Trainingsgruppen die Trainingsgewichtssteigerungen von Woche neun zu zwölf (im Durchschnitt 10.5 Prozent) deutlich geringer ausfällt, als die Trainingsgewichtssteigerungen von Woche null zu drei (im Durchschnitt 14.1 Prozent). Dies bedeutet, dass der Trainingseffekt in den ersten drei Wochen grösser ist als in den letzten drei Wochen. Ein Grund für dieses Phänomen ist die Verbesserung der koordinativen Fähigkeiten, die jeweils in den ersten Trainingswochen besonders ausgeprägt ist.

Bei der Trainingsgruppe mit mittlerer Ausbelastung nimmt die prozentuale Steigerung nach Woche drei kontinuierlich über die weiteren Wochen ab (siehe Tab. 4). Dies kann ein Hinweis sein, dass der Trainingsreiz zu klein ist, um den optimalen Trainingseffekt aufrechtzuerhalten.

Bei der Trainingsgruppe mit submaximaler Ausbelastung nimmt die prozentuale Steigerung nach Woche drei zuerst ab (Woche drei zu sechs) und steigert sich wieder leicht in den folgenden beiden Trainingsabschnitten (Woche sechs zu neun und neun zu zwölf) (siehe Tab. 4). Eine Begründung für dieses Verhalten konnten wir nicht finden.

Bei der Trainingsgruppe mit maximaler Ausbelastung nimmt die prozentuale Steigerung nach Woche drei zuerst noch zu (Woche drei zu sechs). Wir spekulieren, dass hier der Trainingsreiz so gross ist, dass ein optimaler Trainingseffekt eintritt. Im nächsten Trainingsabschnitt (Woche sechs zu neun) nimmt die prozentuale Steigerung ab und steigt noch einmal leicht an in der letzten Etappe (Woche neun zu zwölf) (siehe Tab. 4). Auch dies können wir nicht begründen.

	Woche 0 zu 3	Woche 0 zu 6	Woche 0 zu 9	Woche 0 zu 12	Woche 3 zu 6	Woche 3 zu 9	Woche 3 zu 12	Woche 6 zu 9	Woche 6 zu 12	Woche 9 zu 12
<b>MAX</b>	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.009	0.005	0.008
<b>SUBMAX</b>	0.003	0.003	0.003	0.003	0.008	0.005	0.003	0.005	0.003	0.003
<b>MITTEL</b>	0.005	0.003	0.003	0.003	0.005	0.003	0.003	0.008	0.005	0.008
<b>KON</b>	–	–	–	0.028	–	–	–	–	–	–

signifikant

Tab. 2: Signifikanzen (p-Werte) der Mittelwertsvergleiche innerhalb der Gruppen bezüglich des relativen Trainingsgewichtes.



	Woche 0 zu 3 mit 0 zu 6	Woche 0 zu 3 mit 0 zu 9	Woche 0 zu 3 mit 0 zu 12	Woche 0 zu 6 mit 6 zu 12	Woche 0 zu 3 mit 3 zu 6	Woche 0 zu 3 mit 6 zu 9	Woche 0 zu 3 mit 9 zu 12	Woche 3 zu 6 mit 6 zu 9	Woche 3 zu 6 mit 9 zu 12	Woche 6 zu 9 mit 9 zu 12
<b>MAX</b>	0.005	0.005	0.005	0.022	0.241	0.013	0.047	0.074	0.074	0.959
<b>SUBMAX</b>	0.008	0.005	0.003	0.062	0.003	0.008	0.016	0.799	0.374	0.477
<b>MITTEL</b>	0.005	0.003	0.003	0.131	0.424	0.182	0.075	0.182	0.022	0.508

   signifikant

Tab. 3: Signifikanzen (p-Werte) der Mittelwertvergleiche innerhalb der Gruppen bezüglich des relativen Trainingsgewichtes in Prozent.

	Woche 0 zu 3	Woche 3 zu 6	Woche 6 zu 9	Woche 9 zu 12
<b>MAX</b>	15.9%	16.5%	11.2%	12.2%
<b>SUBMAX</b>	16.0%	8.0%	8.1%	12.5%
<b>MITTEL</b>	10.3%	9.9%	7.3%	7.0%

Tab. 4: Veränderungen des relativen Trainingsgewichtes in Prozent.

*Vergleiche des relativen Trainingsgewichtes in Prozent zwischen den vier Gruppen:*

Die Kontrollgruppe unterscheidet sich in der Woche zwölf signifikant von den Trainingsgruppen.

Die Trainingsgruppe mit der maximalen Ausbelastung unterscheidet sich in keiner Woche signifikant von der Trainingsgruppe mit der submaximalen Ausbelastung. Mit anderen Worten: Die submaximale Ausbelastung führt ebenso zur gewünschten maximalen dynamischen Gewichtssteigerung wie die maximale Ausbelastung bei einem Training über zwölf Wochen. Bei einer Fortsetzung des Trainings könnten sich vermutlich signifikante Unterschiede zeigen. Hinweise darauf ergeben die Resultate der Trainingsgruppe mit mittlerer Ausbelastung. Gegen Ende unseres Trainings unterscheiden sich nämlich die beiden Gruppen (maximale und submaximale Ausbelastung) von der Trainingsgruppe mit der mittleren Ausbelastung signifikant. Die Trainingsgruppe mit der maximalen Ausbelastung unterscheidet sich schon in der neunten Woche, während sich die Trainingsgruppe mit der submaximalen Ausbelastung erst in der zwölften Woche signifikant unterscheidet. Der Trainingsreiz der Trainingsgruppe mit mittlerer Ausbelastung reicht folglich in der zweiten Trainingsperiode (Woche sechs bis zwölf) nicht mehr aus, um mit der Trainingsgruppe der maximalen Ausbelastung mithalten zu können. Das Gleiche gilt für die Trainingsgruppe mit mittlerer Ausbelastung ab der neunten Woche im Vergleich mit der Trainingsgruppe der submaximalen Ausbelastung.

## SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN ANTWORTEN AUF UNSERE FRAGESTELLUNG

**Können bei den drei verschiedenen Arten der Ausbelastung (maximal, submaximal und mittel) unterschiedliche Leistungsentwicklungen bezüglich Maximalkraftausdauer und Muskelmasse festgestellt werden?**

### Maximalkraftausdauer

Vergleichen wir die Resultate der Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden der drei Trainingsgruppen miteinander, so finden wir keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Die Resultate des Trainingsgewichtes in Nm bestätigen die

oben genannten Befunde, das heisst, die Trainingsgruppen unterscheiden sich mehrheitlich nicht signifikant voneinander.

Erst bei der Betrachtung des relativen Trainingsgewichtes in Prozent zum Ausgangswert finden wir signifikante Unterschiede. Die Trainingsgruppe mit mittlerer Ausbelastung fällt in der neunten und zwölften Woche signifikant hinter die maximale Trainingsgruppe und in der zwölften Woche ebenfalls signifikant hinter die submaximale Trainingsgruppe zurück.

Die submaximale Trainingsgruppe unterscheidet sich nie signifikant von der maximalen Trainingsgruppe.

### Muskelmasse

Die Messung der Muskelmasse lässt keine Aussage zu.

### Lässt sich mit einem Krafttraining, bei dem die Einzelserie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wird, auch ein nennenswerter Effekt erzielen?

Die Leistungsentwicklungen der drei Trainingsgruppen bezüglich Maximalkraftausdauer zeigen kaum Unterschiede. Das bedeutet, dass mit einem Krafttraining, bei dem die Einzelserie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wird, auch ein nennenswerter Effekt bezüglich Maximalkraftausdauer zu erzielen ist, wobei sich die maximale und submaximale Ausbelastung noch leicht von der mittleren Ausbelastung abhebt.

Zudem wird ersichtlich, dass Kraftentwicklung nicht nur von strukturellen (Masse), metabolischen (Energiebereitstellung) und motivationalen Faktoren abhängt, sondern auch von koordinativen Fähigkeiten.

### Müssen wir die Patienten also mit allen Mitteln für die maximale muskuläre Ausbelastung motivieren und sie dadurch einer enormen metabolischen, psychischen und kardiovaskulären Belastung aussetzen, oder genügt allenfalls eine geringere Trainingsintensität?

Die meisten Risiken, die bei einem Training mit maximaler Ausbelastung bestehen, sind bei gesunden Erwachsenen mit Krafttrainingserfahrung und guter Belastungsverträglichkeit sowie korrekt ausgeführter Technik relativ gering.

Ein Training mit maximaler Ausbelastung ist dann sinnvoll, wenn es bei Gesunden darum geht, in möglichst kurzer Zeit ein Maximum an Kraftgewinn zu erzielen, was vor allem im Leistungssport zutrifft. Ein Training bis zur maximalen Ausbelastung ist also weder grundsätzlich ungesund noch führt es zwingend zu Verletzungen oder Beschwerden. Anders verhält es sich bei Personen mit orthopädischen, internistischen oder kardiovaskulären Einschränkungen.

In der Rehabilitation sowie im Breitensport dürfte ein sanftes Krafttraining deshalb die bessere Trainingsalternative darstellen, wobei wir auf Grund unserer Resultate die submaximale Ausbelastung der mittleren Ausbelastung vorziehen. Ebenfalls vorsichtig bezüglich Krafttraining mit maximaler Ausbelastung sollte man bei älteren Personen sowie bei Kindern und Jugendlichen sein.

Berücksichtigen wir die Resultate von Bartholdi et al. [3], lohnt es sich, vor allem bei Herz-Kreislauf-Patienten wegen der signifikant tieferen systolischen Blutdruck-/Herzfrequenz- und Rate-Pressure-Product-Werte zu Gunsten der grösseren Sicherheit, die mittlere der submaximalen Ausbelastung vorzuziehen.

## ZUSAMMENFASSUNG

### Einleitung:

Das Ziel jedes Physiotherapeuten ist es, die Leistungsfähigkeit der Patienten möglichst effizient wiederherzustellen. Im Bereich des Maximalkraftausdauertrainings, das einen Muskelaufbau zum Ziel hat, sind bestimmte Belastungsprinzipien zu erfüllen, um einen optimalen Effekt zu erreichen. Werden diese Belastungsprinzipien eingehalten, führt dies zu einer maximalen Ausbelastung und letztendlich zum erwünschten mikrotraumatisierenden Belastungsreiz. Jedoch ergeben sich bei der Umsetzung der maximalen Ausbelastung bei Patienten oft Probleme. Seien es Schmerzen, Bewegungseinschränkungen, fehlende Motivation oder andere Gründe, die eine maximale Ausbelastung verunmöglichen.

Wir stellen uns also die Frage, ob die maximale Ausbelastung wirklich unerlässlich ist, um den gewünschten Therapieeffekt zu erreichen, oder ob auch ein sanftes Krafttraining (= Krafttraining, bei dem die Serienbelastung nicht bis zur maximalen Ausbelastung durchgeführt wird) zum Ziel führt.

Unsere Studie soll zeigen, ob bei einem Krafttraining unter verschiedenen Ausbelastungsarten (maximal, submaximal

und mittel) unterschiedliche Leistungsentwicklungen bezüglich Maximalkraftausdauer und Muskelmasse festgestellt werden können oder ob mit sanftem Krafttraining auch nennenswerte Effekte zu erzielen sind.

### Methodik:

An der Studie nahmen 43 Probanden im Alter zwischen 21 und 32 Jahren teil. Die Teilnehmer teilten wir in vier Gruppen ein, drei Trainingsgruppen sowie eine Kontrollgruppe. Das zwölfwöchige Training wurde am Musculus biceps brachii der nicht dominanten Seite zweimal wöchentlich über je drei Serien durchgeführt. Die Trainingsgruppen unterschieden sich nur in den Wiederholungszahlen pro Serie, nämlich 13 (maximale Ausbelastung), 10 (submaximale Ausbelastung) oder 7 (mittlere Ausbelastung) Wiederholungen. Als Vergleichsparameter wählten wir die Muskelmasse (mittels Umfang- und Fettmessungen am Oberarm), die Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden (mittels Dehnmessstreifen-Kraftmessaufnehmer) sowie die dynamische Maximalkraftausdauer (durch Bestimmen des maximalen Trainingsgewichtes am Bizepskraftgerät).

### Resultate:

Die Muskelmassenbestimmung liess keine verlässlichen Aussagen zu.

**Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden:** Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe besteht bezüglich der *absoluten Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden* kein signifikanter Unterschied *innerhalb* und *zwischen* den vier Gruppen über die zwölf Wochen. Im Mittel liegt die absolute Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden zwischen 132.66 daNs und 159.73 daNs.

Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe zeigt sich bezüglich der *Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden relativ zum Körpergewicht* zum Teil eine signifikante Steigerung *innerhalb* der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.790 \geq p \geq 0.003$ ). *Zwischen* den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $1.000 \geq p \geq 0.376$ ). Im Mittel liegt die relative Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden zwischen 2.100 daNs/kg Körpergewicht und 2.482 daNs/kg Körpergewicht.

ANZEIGE



Die *Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden prozentual zum Ausgangswert* in Woche null zeigt zum Teil eine signifikante Veränderung (Steigerung beziehungsweise Abfall) *innerhalb* der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.878 \geq p \geq 0.003$ ). *Zwischen* den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $1.000 \geq p \geq 0.377$ ). Im Mittel liegt die Steigerung der relativen Maximalkraftausdauer über 30 Sekunden in Prozenten zwischen 1.182 Prozent und 16.105 Prozent.

**Trainingsgewicht:** Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe zeigt sich bezüglich *absolutem Trainingsgewicht* eine signifikante Steigerung *innerhalb* der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.026 \geq p \geq 0.003$ ). *Zwischen* den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $0.737 \geq p \geq 0.220$ ). Im Mittel liegt das absolute Trainingsgewicht zwischen 50.300 Nm und 76.636 Nm.

Bei allen drei Ausbelastungsarten sowie der Kontrollgruppe zeigt sich bezüglich *Trainingsgewicht relativ zum Körpergewicht* eine signifikante Steigerung *innerhalb* der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.028 \geq p \geq 0.003$ ). *Zwischen* den vier Gruppen besteht kein signifikanter Unterschied über die zwölf Wochen ( $0.951 \geq p \geq 0.137$ ). Im Mittel liegt das relative Trainingsgewicht zwischen 0.771 Nm/kg Körpergewicht und 1.175 Nm/kg Körpergewicht.

Das *relative Trainingsgewicht prozentual zum Ausgangswert* in Woche null zeigt zum Teil eine signifikante Veränderung *innerhalb* der vier Gruppen über die zwölf Wochen ( $0.047 \geq p \geq 0.003$ ). *Zwischen* den vier Gruppen bestehen in den Wochen neun und zwölf teilweise signifikante Unterschiede ( $0.039 \geq p \geq 0.000$ ). Im Mittel liegt das relative Trainingsgewicht in Prozenten zwischen 5.933 Prozent und 55.84 Prozent.

### Schlussfolgerungen:

Die Leistungsentwicklungen der drei Trainingsgruppen bezüglich Maximalkraftausdauer zeigen kaum Unterschiede. Das bedeutet, dass mit einem Krafttraining, bei dem die Einzelerie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wird, auch ein nennenswerter Effekt bezüglich Maximalkraftausdauer zu erzielen ist, wobei sich die maximale und submaximale Ausbelastung noch leicht von der mittleren Ausbelastung abheben.

In unserer Studie wird zudem ersichtlich, dass Kraftentwicklung nicht nur von strukturellen (Masse), metabolischen (Energiebereitstellung) und motivationalen Faktoren abhängt, sondern auch von koordinativen Fähigkeiten.

### Empfehlungen:

Bei einem Training unter maximaler Ausbelastung entstehen verschiedene gesundheitliche Risiken mechanischer, kardiovaskulärer und metabolischer Art. Die meisten dieser negativen Effekte sind für gesunde Erwachsene mit Krafttrainingser-

fahrung und guter Belastungsverträglichkeit sowie korrekt ausgeführter Technik relativ bedenkenlos. Anders verhält es sich bei Personen mit orthopädischen, internistischen oder kardiovaskulären Einschränkungen. Aus diesem Grund empfehlen wir für die Rehabilitation sowie für den Breitensport das sanfte Krafttraining, wobei die submaximale Ausbelastung der mittleren Ausbelastung vorzuziehen ist.

### LITERATURVERZEICHNIS

1. RADLINGER L, BACHMANN W, HOMBURG J, LEUENBERGER U, THADDEY G. Rehabilitative Trainingslehre. Thieme Verlag, Stuttgart 1998.
2. RADLINGER L, BACHMANN W, HOMBURG J, LEUENBERGER U, THADDEY G. Rehabilitatives Krafttraining. Thieme Verlag, Stuttgart 1998.
3. BARTHOLDI E, SCHRANZ B. Akute kardiovaskuläre und metabolische Beanspruchung im Muskelaufbautraining – Eine empirische Untersuchung bei maximaler, submaximaler und mittlerer Ausbelastung am Beispiel der Leg-Press, Diplomarbeit Schule für Physiotherapie Ausbildungszentrum Insel, Bern 1998.
4. BUSKIES W, BOECKH-BEHRENS WU, ZIESCHANG K. Möglichkeiten der Intensitätssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining. Sportwissenschaft (26) 1996, 171–183.
5. BUSKIES W. Sanftes Krafttraining unter besonderer Berücksichtigung des subjektiven Belastungsempfindens. Sport und Buch Strauss, Köln 1999.
6. FLECK SJ. Kardiovaskuläre Reaktionen und Adaptationen während Kraftbelastungen. In: Komi PV: Kraft und Schnellkraft im Sport, Deutscher Ärzteverlag, Köln 1994, 302–310.
7. GRIMBY G. Orthopädische Aspekte des Krafttrainings. In: Kraft und Schnellkraft im Sport, Deutscher Ärzteverlag, Köln 1994, 333–349.
8. HÄCKER R, REICHERT M. Beeinflussung der Funktionszustände von Skelettmuskelmitochondrien durch Laktat. In: Clasing D, Weicker H, Böning D, Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik. Stuttgart/Jena/New York 1994, 175–185.
9. HECK H. Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik. Studienbrief 8, Trainerakademie Köln. Hofmann Verlag, Schorndorf 1990.
10. HOLLMANN W. Sportmedizinische Aspekte zur Muskelkraft und zum Krafttraining. Lehre der Leichtathletik (24) 1985, 145–149.
11. HOLLMANN W, HETTINGER TH. Sportmedizin Arbeits- und Trainingsgrundlagen. 2. Auflage, Stuttgart 1990.
12. LIESEN H. Sport und Immunsystem – Praktische Einführung in die Sportimmunologie. Hippokrates Verlag, Stuttgart 1997.
13. VÖLKER K, RÖDDER E. Führt Krafttraining zu Bluthochdruck? Herz, Sport und Gesundheit (5) 1988, 31–32.
14. ZIMMERMANN K. Zur Bedeutung des Krafttrainings für Gesundheit und physiologische Leistungsfähigkeit. Theorie und Praxis der Körperkultur (37) 1988, 123–128.
15. ZIMMERMANN K. Ausgewählte Aspekte der Gestaltung des gesundheitsorientierten Krafttrainings. Theorie und Praxis der Körperkultur (38) 1989, 185–191.

Weitere Literaturangaben bei:  
Nicole Schmid, Beundenfeldstr. 27,  
CH-3013 Bern, Physiotherapeutin

Wärmetherapie durch

### medizinisches Infrarot-A:

- Rheuma
- Arthrose
- Lumbalgie
- Ulcus cruris
- Sinusitis / Otitis
- Schmerztherapie
- muskuläre Verspannungen
- bei Sportverletzungen



Nur ein geringer Wellenlängenanteil des Infrarotspektrums kann die Hautoberfläche durchdringen und ist tiefenwirksam. Sein therapeutisches Potential ist allerdings beträchtlich.

Hydrosun stellt diese schonende und hochwirksame Strahlung mit einem einzigartigen mobilen Strahler für ein breites Anwendungsspektrum bereit.

Informieren Sie sich zum neuen Therapiekonzept mit gefiltertem Infrarot-A.

Ein breites Angebot von Forschungsergebnissen namhafter Forscher liegt vor.



Steigerung der Durchblutung  
Erwärmung bis in 7 cm Gewebetiefe

Ohne Überhitzung  
Ohne Austrocknung der Haut

hydrosun® 500-Strahler

Jardin  
Medizintechnik ag

Feldmattenstraße 10  
CH-6032 Emmen

Tel. 041 260 11 80  
Fax 041 260 11 89

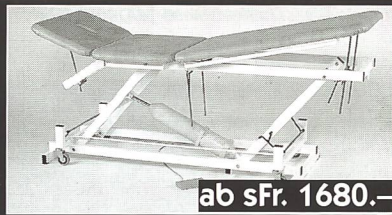
Faxantwort für Infos  
041 260 11 89

-ausfüllen-kopieren-senden

Stempel:

## RehaTechnik

- Massage und Therapieliegen
- Schlingentische und Zubehör



ab sFr. 1680.-

## LEHRINSTITUT RADLOFF

CH-9405 Wienacht-Bodensee  
Telefon 071 891 31 90  
Telefax 071 891 61 10

## DELWA★STAR®

In Switzerland and Worldwide



### Delwa Star Tens 2002

Reizstrom-Therapie TENS

Ihr zuverlässiger Helfer bei:

- Schmerzen
- Verspannungen
- Durchblutungsstörungen

Klinisch getestet



Vertrieb:  
ZEWA AG, 6052 Hergiswil  
Tel. 041 429 69 30, [www.zewa.com](http://www.zewa.com)

**ZEWA GROUP**

IHRER GESUNDHEIT ZULIEBE

Regelmässiges Stehtraining im Alltag mit dem neuen **LEVO-combi!**

## ...bedeutet mir viel!"



Der neue LEVO-combi ist die überzeugende Kombination zwischen Funktionalität und Design. Mehr darüber erfahren Sie unter [www.levo.ch](http://www.levo.ch) oder rufen Sie uns an.

LEVO AG  
Anglikerstrasse 20  
5610 Wohlen  
Telefon 056 618 44 11  
Fax 056 618 44 10

The experts in standing

COUPON

Gratis-Info über LEVO-combi und alle weiteren LEVO-Stehrollstühle.

bitte um Vorführung  bitte um Unterlagen

Name: \_\_\_\_\_

Strasse: \_\_\_\_\_

Tel.: \_\_\_\_\_

PLZ/Ort: \_\_\_\_\_

Physiotherapie