

W. Buskies

Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus Training bis zur muskulären Ausbelastung

Moderate strength training regulated by RPE versus training until muscle exhaustion

Institut für Sportwissenschaft, Universität Bayreuth

Zusammenfassung

An der vorliegenden Untersuchung nahmen 64 männliche Sportstudierende teil, die in 3 Trainingsgruppen (n = 15, 17, 17) und eine Kontrollgruppe (n = 15) eingeteilt wurden. Der Trainingszeitraum betrug 8 Wochen bei 3 Trainingseinheiten wöchentlich. Das Programm bestand aus 6 Übungen, wobei jeweils 4 Serien zu absolvieren waren. Je nach zugehöriger Trainingsgruppe wurde die einzelne Serie dabei entweder bis zur letztmöglichen Wiederholung durchgeführt (muskuläre Ausbelastung) oder bei einem individuellen subjektiven Belastungsempfinden mittel bzw. schwer abgebrochen (= sanftes Krafttraining). Die signifikanten Zunahmen ($p < 0,01$) bei der Maximalkraft betragen übungsabhängig 6,4 - 11% (mittel), 3,6 - 21,4% (schwer) bzw. 8,5 - 22,4% (Ausbelastung), bei der Kraftausdauer 25,3 - 76%, 29,1 - 83,1% bzw. 34,9 - 102,6%.

Signifikante Differenzen zwischen den Trainingsgruppen traten nur in Einzelfällen auf. Die Laktazide und kardiale Belastung lag bei der Gruppe Ausbelastung mit durchschnittlich 11,5 mmol/l (Spitzenwert 14,5 mmol/l), mittleren systolischen Blutdruckwerten übungsabhängig von 260 - 292 mmHg und Herzfrequenzen bis 151 Schlägen/min (Spitzenwert 191 Schläge/min) signifikant über den Werten bei einem sanften Krafttraining ($p < 0,01$). Aus gesundheitlicher Sicht stehen Effektivität, Belastung und Risikokomponente

bei einem sanften Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden mittel oder schwer in einem günstigeren Verhältnis zueinander als bei einem Training mit Serien bis zur muskulären Ausbelastung.

Schlüsselwörter: Krafttraining, Trainingssteuerung, subjektives Belastungsempfinden, Laktat, systolischer Blutdruck

Summary

In this study an 8-week-program of strength training with different load intensities was evaluated in 3 training groups of male sport students (n = 15, 17, 17). 15 sport students served as a control group. The training program consisted of 6 exercises with 4 sets each, 3 days/week. Depending on the training program the single set of each exercise was stopped either significantly before the maximum number of repetition was reached (RPE at the end of the set medium or hard = moderate training) or at muscle exhaustion. Significant increases of maximal strength ($p < 0,01$) were found between 6.4 - 11% (group RPE medium), 3.6 - 21.4% (group RPE hard) and 8.5 - 22.4% (exhaustion group), the increase of strength endurance was 25.3 - 76%, 29.1 - 83.1% or 34.9 - 102.6% depending on the strength exercise. Significant differences between the different training groups were only evaluated in single cases. The blood lactate levels

(average 11.5 mmol, peak value 14.5 mmol/l) as well as systolic blood pressure (260 - 292 mmHg) and heart rate (up to 151 beats/min, peak value 191 beats/min) were significantly higher in the exhaustion group than during the moderate training. Looking at it from the aspect of health, the relation between effectiveness, strain and health risk in moderate strength training is considerably better than in conventional training to muscle exhaustion.

Key words: strength training, regulation of training, RPE, lactate, systolic blood pressure

Einleitung

Das zentrale Anliegen der vorliegenden Untersuchung richtet sich auf die Frage, wie Krafttraining - vor allem im Gesundheitssport - zu gestalten ist, damit seine vielfältigen Vorteile zum Tragen kommen und gleichzeitig mögliche Risiken verringert werden. Bisher ist die Problematik der Belastungsdosierung und der Umsetzung einer individuellen Belastungssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining wissenschaftlich nicht zufriedenstellend gelöst. Der Schwerpunkt bei der Trainingsintensitätsgestaltung wurde in dieser Untersuchung auf das subjektive Belastungsempfinden gelegt. Während in zahlreichen Untersuchungen auf die Bedeutung des subjektiven Belastungsempfindens für die Regulation der Belastungsintensität im Ausdauertraining hingewiesen wird (3,6,13,14,26), ist dieser Ansatz für das Krafttraining bisher weitgehend unberücksichtigt geblieben und hat kaum empirische Erkundung erfahren (4,5). Folgende Fragestellung stand im Vordergrund: Welche Trainingseffekte können bei einem sanften Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden, bei dem die Einzelserie deutlich vor Erreichen der letztmöglichen Wiederholung beendet wird, versus einem Training bis zur muskulären Ausbelastung bezogen auf die Maximalkraft und Kraftausdauer sowie anthropometrische Maßgrößen erzielt werden und wie stellte sich hierbei die Laktazide und kardiale Belastungssituation dar?

Methodik

An der vorliegenden Untersuchung nahmen 64 Sportstudenten teil, wobei 49 Pro-

Testgruppen	n	Jahre (Alter) $\bar{x} \pm s$	Körpergröße (cm) $\bar{x} \pm s$	Körpergewicht (kg) $\bar{x} \pm s$
Kontrollgruppe	15	24,7 \pm 1,8	181,3 \pm 5,8	76,7 \pm 6,4
TG Mittel	15	22,5 \pm 1,8	181,5 \pm 6,1	76,0 \pm 6,6
TG Schwer	17	22,4 \pm 1,5	180,6 \pm 6,0	73,7 \pm 7,9
TG Ausbelastung	17	22,9 \pm 1,3	182,1 \pm 5,8	76,1 \pm 6,5

Tabelle 1: Persönliche Daten der Probanden (TG = Trainingsgruppe)

banden der Trainingsgruppe und 15 der Kontrollgruppe angehörten. Da die Effekte eines Krafttrainings mit drei unterschiedlichen Belastungsintensitäten verglichen werden sollten, wurden die 49 Teilnehmer der Trainingsgruppe auf der Basis des Eingangstests in drei leistungshomogene Gruppen eingeteilt. Alle Untersuchungsteilnehmer hatten bereits über drei bis zwölf Monate Erfahrung mit einem regelmäßigen, ein- bis zweimal wöchentlich durchgeführten Krafttraining gesammelt. (Tab. 1)

Der Trainingszeitraum umfaßte acht Wochen, wobei drei Trainingseinheiten wöchentlich zu absolvieren waren. Das Trainingsprogramm setzte sich aus folgenden sechs Übungen für die großen Muskelgruppen des Körpers zusammen: Beinpressen, Beinbeugen, Bankdrücken, Latissimus-Ziehen, Crunch und Reverse Flys. Von jeder Übung sollten vier Serien durchgeführt werden. Dem Anliegen der Fragestellung folgend, wurden die Serien nach drei unterschiedlichen Kriterien beendet, wobei als Grundlage für die Beurteilung des subjektiven Belastungsempfindens die WANNER-Skala (26) diente:

- Abbruch beim subjektiven Belastungsempfinden „mittel“ (Trainingsgruppe Mittel)
- Abbruch beim subjektiven Belastungsempfinden „schwer“ (Trainingsgruppe Schwer)
- Durchführung der Serie bis zur letztmöglichen Wiederholung (Trainingsgruppe Ausbelastung).

Die Probanden hatten dabei die Gewichtsbelastung so zu wählen, daß das Abbruchkriterium bei ca. 15 \pm 3 Wiederholungen erreicht war. Aufgrund der Trainingspläne und der Ergebnisse im Eingangstest sowie im Retest konnte das hierbei verwendete Trainingsgewicht rückwirkend im Pro-

zentverhältnis zur Maximalkraft bestimmt werden. Das Trainingsgewicht wurde den verbesserten Kraftleistungen kontinuierlich angepaßt, so daß das jeweilige Ab-

bruchkriterium und die zugeordnete Wiederholungszahl in der Serie über den gesamten Trainingszeitraum durchgängig eingehalten werden konnte. Im Rahmen

Trainingsgruppen	Testübungen			
	Latziehen $\bar{x} \pm s$	Bankdrücken $\bar{x} \pm s$	Beinpressen $\bar{x} \pm s$	Beinbeugen $\bar{x} \pm s$
Mittel	53,0 \pm 3,9	61,5 \pm 6,1	53,3 \pm 8,2	41,6 \pm 6,8
Schwer	60,1 \pm 6,6	70,5 \pm 7,8	69,2 \pm 9,9	56,2 \pm 6,4
Ausbelastung	67,8 \pm 4,4	75,9 \pm 8,8	79,1 \pm 10,0	63,0 \pm 10,3

Tabelle 2: Realisierte Trainingsintensitäten in Prozent der Maximalkraft

einer umfangreichen Testbatterie wurden vor und nach der Trainingsphase folgende Parameter erhoben:

- Die Maximalkraft (one repetition maximum) und die Kraftausdauer als Anzahl der Wiederholungen bei 80% der Maximalkraft
- Die anthropometrischen Meßgrößen Körpergewicht, Körperfettanteil (Caliper Methode) und Körperumfänge an

den Meßstellen Brust, Oberarm, Taille und Oberschenkel.

Zusätzlich ermittelten wir in einer exemplarischen Trainingseinheit die Blutlaktatwerte, systolischen Blutdruckwerte und Belastungsherzfrequenzen. Dabei wurden im Wechsel die Übungen Bankdrücken und Crunch (1. - 8. Satz), Beinpressen und Reverse Flys (9. - 16. Satz) sowie Latissimus-Ziehen und Beinbeugen (17. - 24. Satz) durchgeführt. Die Pause nach jeder Serie betrug zwei Minuten. Die Bestimmung der Laktatwerte erfolgte in Ruhe und nach jedem 4. Trainingssatz. Die systolischen Blutdruckwerte (nach Rica Ricci) wurden jeweils bei der letzten Wiederholung des 2. und 4. Satzes jeder Übung re-

gistriert. Die Ermittlung der Herzfrequenz erfolgte am Ende jedes Trainingssatzes mittels des Polar Sport Testers. Bei der Beurteilung wurde für den systolischen Blutdruck der Mittelwert aus den zwei Messungen, bei den Herzfrequenzen der Mittelwert aus den vier Messungen für jede Übung herangezogen.

Für die statistische Auswertung kamen nach Überprüfung der Anwendungsvor-

Veränderung der Maximalkraftwerte (in %)				
Übungen	Testgruppen			
	Kontroll $\bar{x} \pm s$	Mittel $\bar{x} \pm s$	Schwer $\bar{x} \pm s$	Ausbelastung $\bar{x} \pm s$
Latziehen	-1,2 \pm 5,4	9,1 \pm 4,9	14,0 \pm 6,0	17,6 \pm 6,0
Bankdrücken	3,1 \pm 7,7	8,0 \pm 9,3	7,4 \pm 6,7	12,7 \pm 6,1
Beinpressen	0,5 \pm 6,2	9,6 \pm 7,0	12,4 \pm 9,5	12,9 \pm 8,0
Beinbeugen	3,8 \pm 7,9	11,0 \pm 7,6	21,4 \pm 11,3	22,4 \pm 12,9
Rumpfflexion	0,7 \pm 5,4	6,4 \pm 7,4	3,6 \pm 5,9*	8,5 \pm 10,6
Backextension	-0,6 \pm 12,2	8,3 \pm 9,7	8,1 \pm 10,3	11,1 \pm 13,0
Veränderung der Kraftausdauerwerte (in %)				
Latziehen	1,8 \pm 24,0	64,9 \pm 27,9	60,2 \pm 32,1	65,9 \pm 32,0
Bankdrücken	6,6 \pm 20,9	55,2 \pm 32,9	64,2 \pm 26,3	64,6 \pm 47,7
Beinpressen	-2,6 \pm 26,7	57,5 \pm 46,7	73,9 \pm 34,1	91,7 \pm 38,0
Beinbeugen	-3,9 \pm 19,7	76,0 \pm 49,8	83,1 \pm 43,8	102,6 \pm 35,8
Rumpfflexion	3,4 \pm 21,4	25,3 \pm 22,2	29,1 \pm 21,7	34,9 \pm 29,2
Backextension	4,5 \pm 36,8	33,5 \pm 30,5	30,5 \pm 31,6	58,1 \pm 47,9

Tabelle 3: Prozentuale Veränderungen der Maximalkraftwerte und der Kraftausdauerwerte nach einem achtwöchigen Krafttraining (*=signifikantalle anderen Veränderungen in den Trainingsgruppen Mittel, Schwer und Ausbelastung sind hochsignifikant)

aussetzungen varianzanalytische Verfahren sowie ein multipler Mittelwertvergleich nach Bonferroni zur Anwendung. Zusätzlich wurden Korrelationsberechnungen nach Pearson durchgeführt. Bei

wählten Trainingsintensität und den Veränderungen der Maximalkraft. Bei der Kraftausdauer war bei keiner Übung ein signifikanter Zusammenhang erkennbar ($p > 0,05$).

1,3 mmol/l (Spitzenwert 8,4 mmol/l). Die Unterschiede zwischen der Gruppe Ausbelastung und den Trainingsgruppen Mittel bzw. Schwer sind hochsignifikant ($p < 0,01$; vgl. Tab. 5). Gleiches gilt für den Laktatwert am Ende der Belastung für den Vergleich zwischen den Gruppen Mittel und Schwer.

Die Trainingsgruppe Ausbelastung erreichte bei den Übungen Beinbeugen und Beinpressen höhere **systolische Blutdruckwerte** als die Trainingsgruppe Mittel ($p < 0,05$ bzw. $< 0,01$). Einen hochsignifikanten Unterschied ($p < 0,01$) gab es auch für die Übung Beinpressen zwischen den Trainingsgruppen Ausbelastung und Schwer (vgl. Tab. 6).

Die **Herzfrequenzen** lagen bei der Trainingsgruppe Ausbelastung (individueller Spitzenwert 191 Schläge/min) signifikant über den Werten der Trainingsgruppe Mittel (Spitzenwert 152 Schläge/min). Die Unterschiede zwischen den Trainingsgruppen Ausbelastung und Schwer (Spitzenwert 185 Schläge/min) bzw. Schwer und Mittel waren bei zwei Übungen signifikant ($p < 0,05$; vgl. Tab. 7).

	Kontroll $\bar{x} \pm s$	Mittel $\bar{x} \pm s$	Schwer $\bar{x} \pm s$	Ausbelastung $\bar{x} \pm s$
Körpergewicht (Δ %)	0,6 \pm 2,0	0,3 \pm 2,2	1,0 \pm 1,9	0,3 \pm 1,7
Körperfettanteil (Δ %)	-3,9 \pm 5,5	0,0 \pm 8,6	-6,4 \pm 9,9**	-9,2 \pm 12,1**
Umfang (Δ %)				
- Oberarm	0,1 \pm 1,4	3,5 \pm 2,2**	4,1 \pm 1,7**	2,9 \pm 2,0**
- Brust	0,3 \pm 1,1	2,5 \pm 1,1**	3,3 \pm 1,9**	2,7 \pm 1,5**
- Taille	0,6 \pm 2,0	1,3 \pm 3,1	1,5 \pm 2,5*	0,1 \pm 1,8
- Oberschenkel	-0,1 \pm 1,4	4,1 \pm 3,2**	3,3 \pm 2,7**	3,4 \pm 2,7**

Tabelle 4: Prozentuale Veränderungen anthropometrischer Meßgrößen nach einem achtwöchigen Krafttraining (**= hochsignifikant)

der Ergebnisdarstellung gilt $p < 0,05$ als signifikant und $p < 0,01$ als hochsignifikant (2).

Ergebnisse

Zwischen der ersten und letzten Trainingswoche konnten in keiner Trainingsgruppe signifikante Unterschiede bezogen auf die gewählte **Belastungsintensität** in Prozent zur Maximalkraft registriert werden ($p > 0,05$). Die Differenzen zwischen den Gruppen waren hingegen signifikant ($p < 0,05$ bzw. $p < 0,01$) wobei die Trainingsgruppe Ausbelastung mit der höchsten, die Trainingsgruppe Mittel mit der geringsten Intensität trainierte (vgl. Tab. 2).

Die **Maximalkraft- und Kraftausdauerwerte** nahmen bei allen Übungen in den drei Trainingsgruppen signifikant zu ($p < 0,01$; vgl. Tab.3). In der Kontrollgruppe zeigten sich keine nennenswerten Veränderungen ($p > 0,05$). Bezogen auf die Maximalkraft ließen sich zwischen den Trainingsgruppen Mittel und Schwer nur bei der Übung Beinbeugen, zwischen den Gruppen Ausbelastung und Mittel bei den Übungen Latissimus-Ziehen und Beinbeugen signifikante Differenzen nachweisen ($p < 0,01$ bzw. $p < 0,05$). Alle anderen Vergleiche bei der Maximalkraft und Kraftausdauer erbrachten keine signifikanten Differenzen.

Korrelationsberechnungen ergaben nur bei den Übungen Latissimus-Ziehen ($p < 0,05$) und Beinbeugen ($p < 0,05$) einen linearen Zusammenhang zwischen der ge-

Das **Körpergewicht** veränderte sich im Mittel bei keiner Untersuchungsgruppe. Beim **Körperfettanteil** kam es in den Trainingsgruppen Schwer und Ausbelastung zu einer signifikanten Reduktion (vgl. Tab. 4). Die **Körperumfangswerte** nahmen in allen drei Trainingsgruppen an den Meßstellen Oberarm, Brust und Oberschenkel signifikant zu ($p < 0,01$), der Taillenumfang blieb weitgehend unverändert ($p > 0,05$). Ein signifikanter Unterschied zwischen den Trainingsgruppen konnte nicht ermittelt werden (vgl. Tab. 4).

Die **Blutlaktatwerte** lagen mit einem durchschnittlichen Wert von $11,5 \pm 1,6$ mmol/l (individueller Spitzenwert 14,5 mmol/l) am Ende der Trainingseinheit in der Trainingsgruppe Ausbelastung am höchsten. Die Trainingsgruppe Schwer erzielte $8,2 \pm 2,7$ mmol/l (Spitzenwert 14,0 mmol/l), die Trainingsgruppe Mittel $6,3 \pm$

Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, daß die Probanden der Trainingsgruppen Mittel und Schwer ihr subjektives Belastungsempfinden im Krafttraining sehr differenziert einschätzen konnten, denn es ergaben sich signifikante Unterschiede in der gewählten prozentualen Belastungsintensität zwischen den Trainingsgruppen. Zudem haben die Versuchspersonen zwischen der ersten

LAKTAT (mmol/l) - Meßzeitpunkte									
Gruppen	Ruhe		Bankdrücken Crunch		Beinpressen Reverse Flys		Latziehen Beinbeugen		nach Belastung
	v. Auf $\bar{x} \pm s$	v. Auf $\bar{x} \pm s$	4. Satz $\bar{x} \pm s$	8. Satz $\bar{x} \pm s$	12. Satz $\bar{x} \pm s$	16. Satz $\bar{x} \pm s$	20. Satz $\bar{x} \pm s$	24. Satz $\bar{x} \pm s$	3 Minuten $\bar{x} \pm s$
Mittel	0,8 \pm 0,2	1,1 \pm 0,4	4,3 \pm 0,9	5,2 \pm 1,2	4,8 \pm 1,3	4,7 \pm 1,3	6,2 \pm 1,1	6,3 \pm 1,3	5,8 \pm 1,4
Schwer	1,0 \pm 0,3	1,2 \pm 0,5	4,9 \pm 0,8	5,7 \pm 1,3	5,6 \pm 2,3	5,9 \pm 2,8	7,5 \pm 2,6	8,2 \pm 2,7	7,2 \pm 2,7
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,05	n.s.
Schwer Ausbel.	1,0 \pm 0,3	1,2 \pm 0,5	4,9 \pm 0,8	5,7 \pm 1,3	5,6 \pm 2,3	5,9 \pm 2,8	7,5 \pm 2,6	8,2 \pm 2,7	7,2 \pm 2,7
p	n.s.	n.s.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Mittel	0,8 \pm 0,2	1,1 \pm 0,4	4,3 \pm 0,9	5,2 \pm 1,2	4,8 \pm 1,3	4,7 \pm 1,3	6,2 \pm 1,1	6,3 \pm 1,3	5,8 \pm 1,4
Ausbel.	1,0 \pm 0,3	1,6 \pm 0,8	6,4 \pm 0,8	7,6 \pm 0,8	8,8 \pm 1,6	9,7 \pm 2,3	10,7 \pm 1,9	11,5 \pm 1,6	10,8 \pm 1,7
p	n.s.	n.s.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tabelle 5: Vergleich der mittleren Laktatwerte während einer Trainingseinheit (v. Auf. = vor Aufwärmern, n. Auf. = nach Aufwärmern)

und der letzten Trainingswoche eine annähernd konstante Belastungsintensität eingehalten. Sie waren also in der Lage, ihre Trainingsgewichte selbständig an das sich verändernde Leistungsniveau anzupassen. Die Befunde zeigen, daß das subjektive Belastungsempfinden ähnlich wie im Ausdauertraining auch im Kraft-

duktion des Körperfettanteils einher. Die Veränderungen bei den anthropometrischen Meßgrößen stehen in Einklang mit Befunden in der Literatur (1, 7, 8, 12, 24). Interessant ist auch, daß die Unterschiede in der Kraftzunahme beim sanften Krafttraining im Vergleich zum Training bis zur muskulären Ausbelastung vor allem im

ungen zum Einsatz-Training - versus Mehrsatz-Training bezogen auf den Trainingsumfang andeuten (9, 19, 22).

Aus gesundheitlicher Sicht sind bei der Wahl der Trainingsintensität auch die physischen Beanspruchungen und die daraus resultierenden möglichen Gefahrenquellen für den Organismus zu berücksichtigen. Die bei einem Training bis zur letztmöglichen Wiederholung in der Trainingsserie registrierten Laktat- und Herzfrequenzwerte sowie die systolischen Blutdruckwerte entsprechen denen, die nach der Literaturlage zu erwarten waren (10, 16, 18, 20, 21, 25). Die Laktazide sowie kardiale Belastung (systolischer Blutdruck, Herzfrequenz, Produkt aus systolischem Blutdruck und Herzfrequenz als Maß für den O₂-Bedarf des Myokards) und - wie unsere Beobachtungen zeigen - in Übereinstimmung mit der Literatur (11, 18) auch die Gefahr der Preßatmung sind bei einem sanften Krafttraining im Vergleich zu einem Training bis zur muskulären Ausbelastung deutlich reduziert. Gleiches kann für die orthopädische Beanspruchung angenommen werden (4). Ein sanftes Krafttraining dürfte somit vor allem im Kindes- und Jugendalter, bei Untrainierten, Älteren und Risikogruppen wie z.B. Hypertonikern oder Personen mit Problemen am Bewegungsapparat die

SYSTOLISCHER BLUTDRUCK (mmHg) - Meßzeitpunkte				
Trainingsgruppen	Testübungen			
	Ruhe $\bar{x} \pm s$	Crunch $\bar{x} \pm s$	Beinpressen $\bar{x} \pm s$	Beinbeugen $\bar{x} \pm s$
Mittel	121±10	238±29	261±20	255±16
Schwer	123±12	240±22	260±16	265±13
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Schwer Ausbelastung	123±12	240±22	260±16	265±13
p	122±11	250±23	281±14	278±38
p	n.s.	n.s.	<0,01	n.s.
Mittel Ausbelastung	121±10	238±29	261±20	255±16
p	122±11	250±23	281±14	278±38
p	n.s.	n.s.	<0,01	<0,05

Tabelle 6: Vergleich der von zwei Serien gemittelten systolischen Blutdruckwerte

training als Parameter zur Steuerung der Belastungsintensität gut geeignet ist. Neuere Untersuchungen legen den Schluß nahe, daß dies nicht nur für Sportstudierende mit einer vermutlich gut ausgeprägten Körperwahrnehmung zutrifft, sondern auch für untrainierte Frauen und Männer im mittleren Lebensalter (4).

Ein sanftes Krafttraining, bei dem die Einzelserie deutlich vor Erreichen der muskulären Ausbelastung abgebrochen wird, führte nach acht Trainingswochen zu großen Steigerungen in der Maximalkraft und Kraftausdauer. Die Kraftzunahmen sind vor allem auch deshalb so bemerkenswert, weil zum einen mit einer vergleichsweise geringen prozentualen Belastungsintensität trainiert wurde (vor allem in der Trainingsgruppe Mittel), zum anderen unser Probandenkollektiv bereits Erfahrung mit dem Krafttraining aufwies. Die Ergebnisse dokumentieren im Gegensatz zur häufig verbreiteten Auffassung in der Literatur (15, 17, 23, 27), daß weder hohe Intensitäten noch Serien bis zur muskulären Ausbelastung für deutliche Steigerungen der Maximalkraft notwendig sind. Gleiches gilt für Hypertrophieeffekte, die zumindest bei der Trainingsgruppe Schwer angenommen werden können. Die signifikanten Umfangszunahmen gingen in dieser Trainingsgruppe mit einem konstantem Körpergewicht und einer signifikanten Re-

Bereich der Kraftausdauer bei weitem nicht so groß sind, wie man dies vielleicht hätte erwarten können. Bei der Maximalkraft konnte nur für die Übungen Latissimus-Ziehen und Beinbeugen ein linearer Zusammenhang zwischen gewählter Trainingsintensität und den Kraftveränderungen registriert werden, bei der Kraftausdauer bestand bei keiner Übung ein

Herzfrequenz (1/min) - Meßzeitpunkte							
Trainingsgruppe	Ruhe $\bar{x} \pm s$	Bankdrücken $\bar{x} \pm s$	Crunch $\bar{x} \pm s$	Beinpressen $\bar{x} \pm s$	Reverse Flys $\bar{x} \pm s$	Latziehen $\bar{x} \pm s$	Beinbeugen $\bar{x} \pm s$
Mittel	67±9	104±12	101±10	116±13	113±12	120±13	116±11
Schwer	70±11	115±20	105±15	128±20	122±19	135±15	130±17
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,01	<0,01
Schwer Ausbel.	70±11	115±20	105±15	128±20	122±19	135±15	130±17
p	75±9	121±20	111±14	140±18	137±18	149±20	138±16
p	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	<0,05	<0,05	n.s.
Mittel Ausbel.	67±9	104±12	100±10	116±12	113±12	120±13	116±11
p	75±9	121±20	111±14	140±18	137±18	149±20	138±16
p	n.s.	<0,05	n.s.	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Tabelle 7: Vergleich der von vier Serien gemittelten Belastungsherzfrequenzen

entsprechender Zusammenhang. Möglicherweise war der gewählte Trainingszeitraum für deutlichere Gruppenunterschiede zu kurz. Vielleicht wird aber auch bei Personen ohne längere Krafttrainingserfahrung bereits mit einer geringeren Intensität eine Reizschwelle überschritten, bei der die individuelle Adaptationsfähigkeit weitgehend maximal angesprochen wird, wie dies auch neuere Untersuch-

bessere Alternative darstellen. Da jedoch z.T. auch beim sanften Krafttraining sehr hohe Blutdruckspitzen auftreten können (in Einzelfällen systolisch über 300 mmHg), sollte ein Training bei kardial gefährdeten Personen nur in Abstimmung mit dem Arzt erfolgen. Aufgrund der indirekten Meßmethodik sind die gemessenen systolischen Blutdruckwerte jedoch nur als Tendenz zu bewerten.

Fazit

Im nicht leistungssportlich orientierten Krafttraining geht es in der Regel nicht um einen maximal möglichen Trainingsgewinn pro Zeit und - bei Vorlage einer angemessenen Leistungsfähigkeit - auch nicht primär um eine stetige progressive Leistungsentwicklung, sondern um eine angemessene Beanspruchung, die die individuelle Belastungsverträglichkeit berücksichtigt und eine günstige Relation zwischen den positiven Trainingseffekten einerseits und der Minimierung von gesundheitlichen Risiken andererseits gewährleistet. Aus gesundheitlicher Sicht stehen Effektivität, Belastung und Risikokomponente bei einem sanften Krafttraining in einem deutlich günstigeren Verhältnis zueinander als bei einem Training mit Serien bis zur muskulären Ausbelastung. Die vorliegende Untersuchung hat darüber hinaus nachgewiesen, daß das subjektive Belastungsempfinden auch im Krafttraining zur Steuerung der Belastungsintensität gut geeignet ist.

Literatur

1. Blessing, D., Stone, M., Byrd, R., Wilson, D., Rozenek, R., Pushparani, D., Lipner, H.: Blood Lipid and Hormonal Changes from Jogging and Weight Training of Middle Aged Men. *J. Appl. Sport Science Research* 1 (1987) 2, 25-29.
2. Bortz, J.: Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong, Barcelona, Budapest 1993/4.
3. Buskies, W.: Laufausdauertraining mit Älteren nach dem subjektiven Belastungsempfinden unter Berücksichtigung physischer und psychischer Parameter (Wohlbefinden). In: Mechling, H. (Hrsg.): Training im Alterssport. Schorndorf 1998, 77-79.
4. Buskies, W.: Sanftes Krafttraining unter besonderer Berücksichtigung des subjektiven Belastungsempfindens. Köln 1999.
5. Buskies, W., Boeckh-Behrens, W.-U., Zieschang, K.: Möglichkeiten der Intensitätssteuerung im gesundheitsorientierten Krafttraining. In: Sportwiss. 26 (1996) 2, 170-183.
6. Buskies, W., Ziegler, M., Zapf, J., Boeckh-Behrens, W.-U., Zieschang, K.: Möglichkeiten der Belastungsdosierung auf dem Fahrradergometer unter Berücksichtigung physischer und psychischer Parameter. In: Spectrum Sportwiss. 9 (1997), 42-55.
7. Craig, B. M., Everhart, J., Brown, R.: The Influence of High-Resistance Training on Glucose Tolerance in Young and Elderly Subjects. In: Mechanisms of Ageing and Development 49 (1989) 147-157.
8. Crill, M., Campos, G., Staron, R. S., Hagerman, F. C., Luecke, T., Bailey, T., Kraemer, W. J., Hakida, R. S.: Different resistance training protocols and skeletal muscle fiber hypertrophy. In: Med. and Sci. in Sports and Exercise 30 (1998) 5, 207.
9. De Hoyos, D., Abe, T., Garzarella, L., Hass, C., Nordman, M., Pollock, M.: Effects of 6 months of high- or low-volume resistance training on muscular strength and endurance. In: Med. and Sci. in Sports and Exercise 30 (1998) 5, 165.
10. El-Sayed, M.: Fibrinolytic and hemostatic parameter response after resistance exercise. In: Med. and Science in Sports and Exercise 25 (1993) 5, 597-602.
11. Fleck, S., Dean, L. A.: Resistance-training experience and the pressor response during resistance exercise. In: Europ. J. of Appl. Physiol. 63 (1987) 1, 116-120.
12. Häkkinen, K., Alen, M., Komi, P.V.: Changes in isometric force- and relaxation-time, electromyographic and muscle fibre characteristics of human skeletal muscle during strength training and detraining. In: Acta Physiologica Scandinavica 125 (1985), 573-584.
13. Haskvitz, A., Seip, R., Weltman, J., Rogol, A. D., Weltman, A.: The Effect of Training Intensity on Ratings of Perceived Exertion. In: Int. J. Sports Med. 13 (1992) 5, 377-383.
14. Hetzler, R., Seip, R., Boucher, H., Pierce, E., Snead, D., Weltman, A.: Effects of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. In: Med. and Science in Sports and Exercise 23 (1991) 1, 88-92.
15. Komi, P.V., Häkkinen, K.: Maximalkraft und Schnellkraft. In: Dirix, A., Knuttgen, H.G., Tittel, K. (Hrsg.): Olympia Buch der Sportmedizin Köln 1989, 157-167.
16. Kraemer, W.J., Dziados, J.E., Marchitelli, L.J., Gordon, S.E., Harman, E.A., Mello, R., Fleck, S.J., Frykman, P.N., Triplett, T.: Effects of different heavy-resistance exercise protocols in plasma β -endorphin concentrations. *J. Appl. Physiol.* 74 (1993) 1, 450-459.
17. MacDougall, J. D.: Hypertrophie und/oder Hyperplasie. In: Komi, P. V. (Hrsg.): Kraft und Schnellkraft im Sport. Köln 1994, 232-239.
18. MacDougall, J. D., Tuxen, D., Sale, D.G., Moroz, J.R., Sutton, J.R.: Arterial blood pressure response to heavy resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 58 (1985) 3, 785-790.
19. Marx, J. O., Nindl, B. C., Gotshalk, L. A., Volek, J. S., Harman, G. S., Dohi, K., Bush, J. A., Fleck, S. J., Häkkinen, K., Kraemer, W. J.: The effects of a low-volume progressive resistance exercise program versus a high-volume periodized resistance exercise program on muscular performance in women. In: Häkkinen, K. (Ed.): Int. Conference on Weightlifting and Strength Training. Conference Book. Lathi 1998, 157-158.
20. Nieman, D.C., Henson, D.A., Sampson, C.S., Herring, J.L., Suttles, J., Conley, M., Stone, M. H., Butterworth, D. E., Davis, J. M.: The Acute Immune Response to Exhaustive Resistance Exercise. *Int. J. Sports Med.* 16 (1995), 322-328.
21. Palatini, P., Mos, L., Munari, L., Valle, F., Del Torre, M., Rossi, A., Varotto, L., Macor, F., Martina, S., Pessina, A. C., Dal Palu C.: Blood pressure changes during heavy resistance exercise. *J. Hypertension* 7 (1989), 72-73.
22. Pollock, M. L., Abe, T., De Hoyos, D. V., Garzarella, L., Hass, C. J., Werber, G.: Muscular hypertrophy responses to 6 months of high- or low-volume resistance training. *Med. and Sci. in Sports and Exercise* 30 (1998) 5, 116.
23. Sprague, K.: More Muscle. Champaign 1996
24. Stemper, T.: Effekte des gerätegestützten Fitnesstrainings - Veränderung anthropometrischer, motorischer und physiologischer Parameter durch Training an Fitnessgeräten. Hamburg 1994.
25. Stone, M.H., Pierce K., Godsen, R., Wilson, G.D., Blessing, D., Rozenek, R., Chromiak, J.: Heart Rate and Lactate Levels During Weight-Training Exercise in Trained and Untrained Men. *The Physician and Sportsmed* 15 (1987) 5, 97-105.
26. Wanner, H.-U.: Subjektive Einstufung der Belastung bei Ausdauerleistungen. *Dtsch. Z. Sportmed.* 36 (1985) 4, 104-112.
27. Zatsiorsky, V. M.: Krafttraining - Praxis und Wissenschaft. Aachen 1996.

PD Dr. W. Buskies
 Institut für Sportwissenschaft
 Universität Bayreuth
 Universitätsstr. 30
 95440 Bayreuth