

Sygusch R, Wagner P, Janke A, Brehm W

## Gesundheitssport – Effekte und deren Nachhaltigkeit bei unterschiedlichem Energieverbrauch

*Health-related physical exercise – effects and their sustainability depending on different energy expenditure*

Institut für Sportwissenschaft, Universität Bayreuth

### Zusammenfassung

Im gesundheitsorientierten Sport gilt ein Energieverbrauch von 1 000 kcal/Woche als Minimum zur Vorbeugung und Reduzierung von Krankheitsrisiken. Die meisten Empfehlungen setzen 2 000 kcal/Woche (ca. 3 bis 5 TE von 30-60 Min.) an. Für über lange Zeit bewegungsarme Erwachsene stellen diese Empfehlungen hohe Einstiegsbarrieren dar. In der Konsequenz bleibt eine sportliche Aktivierung oft aus oder wird frühzeitig wieder abgebrochen.

In einer dreijährigen Feldstudie mit einer Interventionsgruppe (n= 50) und zwei Kontrollgruppen (n= je 16 Nicht- bzw. Breitensportler) wurden die Gesundheitswirkungen eines einjährigen niedrigschwelligen Einstiegsprogramms (1x/Woche, 90 Min., moderate Intensität, ca. 500-800 kcal/Woche) im Zusammenhang mit dem wöchentlichen Energieverbrauch untersucht. Erfasst wurden Risikofaktoren (medizinische Untersuchungen), physische Gesundheitsressourcen (motorische Tests) sowie Beschwerden, gesundheitliches Wohlbefinden und psychosoziale Gesundheitsressourcen (Fragebogen).

Bei Risikofaktoren und physischen Ressourcen liegen im Interventionszeitraum bedeutsame Effekte bei einem Energieverbrauch ab 1 000 kcal/Woche vor, bei geringerem Energieverbrauch profitieren nur Kursteilnehmer mit einem sehr ungünstigen Eingangsniveau. Bei den subjektiven Parametern sind die erzielten Wirkungen unabhängig von der Höhe des Energieverbrauchs.

Die Befunde dokumentieren, dass bereits ein niedrigschwelliges Gesundheitssportprogramm bei regelmäßiger Teilnahme nachhaltige Gesundheitswirkungen erzielen kann.

**Schlüsselwörter:** Gesundheitssport, Energieverbrauch, physische Ressourcen, Risikofaktoren, subjektive Gesundheitsparameter

### Einleitung

Eine Vielzahl epidemiologischer und experimenteller Studien belegen positive Wirkungen sportlicher Aktivität auf die Vorbeugung und Verminderung von Krankheitsrisiken (im Überblick 10, 16, 30, 34, 35). In der internationalen Public Health Diskussion werden - neben körperlicher Alltagsaktivität - zusätzliche sportliche Aktivitäten (v.a. Ausdauersport) mit einem wöchentlichen Energieverbrauch von mindestens 1 000 kcal (ca. zwei Stunden moderate Aktivität) zur Vorbeugung und Reduzierung kardiovaskulärer Risikofaktoren (5, 34, 40, 41) sowie zur Ver-

### Summary

An energy expenditure of 1 000 kcal/week in health-related physical exercise is seen as a minimum for the prevention and reduction of health risks. Most experts even recommend 2 000 kcal/week (approximately 3 to 5 training units, 30-60 min. each). These recommendations are high barriers for adults who have been sedentary for a long time. In consequence they either do not start physical activity at all or often quit at an early stage.

The health effects of a one-year beginners' program with low energy expenditure level (500-800 kcal/week) were analyzed in relation to the weekly energy expenditure in a three-year field study with one intervention group (n= 50) and two control groups (inactive and regularly active people, n= 16 each). Risk factors (medical examination), physical health resources (motor testing) as well as physical complaints, well-being and psychosocial health resources (questionnaire) were assessed.

For risk factors and physical resources, there are significant effects during the intervention period for subjects with an energy expenditure of at least 1 000 kcal/week. Subjects with a lower energy expenditure (500-800 kcal/week) profit only if their starting level was very low. Interestingly enough, the achieved effects on subjective parameters are independent of energy expenditure. These effects are stable over two years as long as the subjects stay active at the same level. Some parameters (flexibility, glucose and blood lipids) show even more improvements.

The results show that people regularly attending training programs at a low energy expenditure level will have sustainable health effects.

**Key words:** Health-related exercise, energy expenditure, physical resources, risk factors, subjective health parameters

besserung des Fettstoffwechsels (10, 26, 30) empfohlen. Die meisten Empfehlungen setzen einen Energieverbrauch von 2 000 kcal/Woche (3-5 TE, je 30-60 Min., moderate Intensität) für gesundheitsorientierte Sportaktivitäten an. Solche Empfehlungen gehen von einer Dosis-Wirkungskurve aus, nach der sich Krankheits- und Mortalitätsrisiken in zunehmendem Maße bis zu ca. 2 000 kcal/Woche verringern. Bei höherem Kalorienverbrauch nehmen die Risiken in geringerem Maße ab, d.h. die Dosis-Wirkungs-Kurve flacht ab und erreicht bei über 3 000 kcal/Woche (Herz-Kreislauf-System) bzw. 4 000 kcal/Woche (Fettstoffwechsel) ein Plateau (11, 12, 26, 35, 37, 41). Die vorliegenden Erkenntnisse zur Dosis-Wirkungs-Be-

ziehung sind insgesamt jedoch inkonsistent (11, 12, 15, 27). Eine optimale Dosis sowie obere und untere Schwellenwerte können bislang nicht eindeutig spezifiziert werden (11, 12). Auch ist davon auszugehen, dass keine allgemeingültige Dosis-Wirkungs-Beziehung besteht, die für unterschiedliche Zielgruppen und Gesundheitsparameter gleichermaßen zutrifft.

Im Hinblick auf Dosis-Wirkungs-Beziehungen sind für Gesundheitssportprogramme - neben unteren Schwellenwerten - Fragen nach Wirkungen bei bewegungsarmen und vorbelasteten Personen sowie zu subjektiven Parametern (Wohlbefinden, psychosoziale Ressourcen) von großer Bedeutung. Im Zusammenhang mit dem Energieverbrauch liegen dazu kaum Befunde vor. Die vorliegenden Studien mit untrainierten und gesundheitlich vorbelasteten Personen deuten an, dass Effekte bereits bei einem Energieverbrauch von unter 1 000 kcal/Woche erzielt werden können (7, 10, 18, 25, 39). Zum Einfluss unterschiedlichen Kalorienverbrauchs auf subjektives Wohlbefinden und Beschwerden sind keine Studien bekannt, zu psychosozialen Ressourcen nur vereinzelt (46). Diese weisen auf einen unbedeutenden Zusammenhang hin. Für subjektive Gesundheitsparameter können bislang keine zuverlässigen Aussagen zum Einfluss unterschiedlichen Energieverbrauchs gemacht werden.

Trotz der insgesamt relativ undifferenzierten Forschungslage ist unbestritten, dass vorbeugende und nachhaltige Gesundheitswirkungen nur erreicht werden können, wenn sportliche Aktivität mit einem gesundheitsrelevanten Energieverbrauch regelmäßig und langfristig ausgeübt wird. Die Motivation zur Aufnahme und Bindung an sportliche Aktivität ist bei langfristig bewegungsarmen Personen jedoch kaum ausgeprägt oder wenig stabil. Gesundheitssportprogramme verzeichnen innerhalb der ersten Monate Dropout-Quoten von bis zu 60 % (36, 45). Mittlerweile weiß man, dass stabile Verhaltensänderungen viel Zeit benötigen, die begonnene Aktivität aber nicht als zusätzliche Alltagsbelastung erlebt werden darf.

Zur Aufnahme sportlicher Aktivität nimmt die Bewältigung von Einstiegsbarrieren eine zentrale Rolle ein (24, 36, 45). Für Personen, die über Jahre inaktiv waren und zudem häufig unter Vorbelastungen (z.B. Übergewicht, Beschwerden) leiden, sind die in vielen Empfehlungen ausgesprochenen Belastungsnormative (z.B. 2 000 kcal/Woche) hohe Einstiegsbarrieren. Zudem werden psychosoziale Teilnahmebarrieren (u.a. fehlende Motivation, Unsicherheit) als Hinderungs- oder Ausstiegsgründe genannt (18, 36, 38). Für die Bewältigung solcher Barrieren und für den Aufbau langfristiger Bindung an sportliche

Tabelle 1: Gruppenzusammensetzung, Geschlechts- und Altersverteilung sowie Energieumsatz der Stichprobe. Im Interventionszeitraum ( $t_1$ - $t_2$ ) liegen 82 Datensätze vor, im Folgezeitraum ( $t_2$ - $t_4$ ) 33. Die Reduktion der Probandenzahl im Folgezeitraum erklärt sich durch Drop-outs und schwankende Energieumsätze einiger Probanden. Vier Kursteilnehmer der Teilgruppe ‚Aufsteiger S-XL‘ (>1 000 kcal/Woche) reduzierten ihren Energieverbrauch nach der Intervention (konstant <800 kcal/Woche) und wurden im Folgezeitraum der Teilgruppe ‚Aufsteiger S-M‘ zugeordnet. Die anderen Probanden konnten im Folgezeitraum nicht eindeutig zugeordnet werden. Die Kontrollgruppe Nichtsportler wurde nur im Interventionszeitraum in die Auswertungen einbezogen, da sie bis  $t_4$  eine Ausfallquote von 63 % aufweist. M= Mittelwert, SD= Standardabweichung

Gruppen	Interventionszeitraum ( $t_1$ - $t_2$ )				Folgezeitraum ( $t_2$ - $t_4$ )					
	Gesamt (N=82)	Alter $t_1$ M (SD)	kcal/Woche M (SD)		Gesamt (N=33)	Alter $t_2$ M (SD)	kcal/Woche M (SD)			
			$t_1$	$t_2$			$t_2$	$t_3$	$t_4$	
<b>Aufsteiger S-M</b> (n=24)	56%	50,8 (8,1)	86 (127)	598 (98)	(n=11)	73%	54,4 (9,4)	822 (458)	578 (155)	580 (75)
<b>Aufsteiger S-XL</b> (n=26)	71%	50,5 (8,3)	145 (166)	1293 (211)	(n=11)	82%	49,0 (7,6)	1282 (192)	1200 (223)	1295 (310)
<b>Nichtsportler</b> (n=16)	56%	45,8 (7,2)	52 (78)	21 (42)	nicht einbezogen	--	--	--	--	--
<b>Breitensportler</b> (n=16)	75%	50,6 (7,8)	1369 (206)	1355 (225)	(n=11)	82%	53,9 (7,9)	1405 (235)	1399 (231)	1399 (230)

Aktivität sind einerseits niedrigschwellige Einstiegsangebote (1x Training/Woche), andererseits die Stärkung psychosozialer Ressourcen von großer Bedeutung. Dazu gehören u.a. Selbstwirksamkeitserwartungen („Ich kann das!“), Reduzierung von Ängsten (z.B. Überforderung), stabile Sinnzuschreibungen, realistische Konsequenzenerwartungen, positive Grundgestimmtheit, positives Körperselbstbild, soziale Einbindung sowie Verhaltens- und Effektwissen (18, 36, 38, 43, 45).

In der Konsequenz müssen Gesundheitssportprogramme für bewegungsarme Personen das Ziel eines gesundheitsrelevanten Energieverbrauchs über das Ziel der langfristigen Bindung und damit über die Bewältigung von Barrieren und die Stärkung psychosozialer Ressourcen ansteuern.

Diesen Anspruch integrieren das Konzept der „Qualitäten von Gesundheitssport“ (17) sowie die „FITT-Empfehlungen“ (19). Die aus der New Public Health-Diskussion abgeleiteten Qualitäten von Gesundheitssport bestehen aus 6 Kernzielen. Im Vordergrund steht die systematische Förderung physischer (Kernziel 1) und psychosozialer (Kernziel 3) Gesundheitsressourcen. Mit der Stärkung physischer Ressourcen werden die Verminderung von Risikofaktoren (Kernziel 2) und die problemzentrierte Bewältigung von Beschwerden (Kernziel 4) angesteuert. Mit der Stärkung psychosozialer Ressourcen (Kernziel 3) werden die emotionszentrierte Beschwerdebewältigung (Kernziel 4) und Bindung an gesundheitssportliche Aktivität (Kernziel 5) angestrebt. Kernziel 6 bezieht sich auf die Bewegungsverhältnisse (u.a. Angebotsstruktur, Übungsleiterqualifikation). Dieses Konzept wurde u.a. vom Deutschen Sportbund (DSB) im Gütesiegel ‚Sport pro Gesundheit‘ sowie von den Spitzenverbänden der Krankenkassen zur Umsetzung des § 20 SGB aufgegriffen.

Die FITT-Empfehlungen für bewegungsarme Erwachsene zielen auf FREQUENCY (1 Kurseinheit/Woche), INTENSITY (moderate Belastung), TIME (90 Minuten) und TYPE OF EXERCISE (Sieben-Sequenzen-Intervention) (19). Mit einem so gestalteten gesundheitssportlichen Training werden ca. 500-800 kcal/Woche verbraucht.

Tabelle 2: Testbatterie 'Physische Ressourcen' und Messinstrumente (Fragebogen) zu sportlicher Aktivität, gesundheitlichem Wohlbefinden, Beschwerden und psychosoziale Ressourcen

Physische Ressourcen	Test-Bezeichnung & Operationalisierung	Quelle
<b>Ausdauer</b>	Fahrradergomete-Stufentest: Herzfrequenz bei 100 Watt (HF/min)	WHO-Standard; Ergometer (Fa. Lode; Excalibur Sport V 2,0)
<b>Kraft</b>	Liegestütz: dynamische Kraftausdauer	Suni et al., 1999; Woll, 1996
	Bauchmuskelschiebetest: statische Ausdauer	Boeckh-Behrens & Buskies, 1998
<b>Beweglichkeit</b>	Modified Sit & Reach: rückwärtige Muskulatur	Boeckh-Behrens & Buskies, 1998
	Brust-Schulter-Test: Brustmuskel, Schulter, Oberarmheber	Suni et al., 1999; Woll, 1996
<b>Koordination</b>	Achterkreisen: Vestibularapparat	Suni et al., 1999; Woll, 1996
	Rückwärtsgehen: Vestibularapparat	Suni et al., 1999
Fragebogen	Operationalisierung	Quelle
<b>Sportliche Aktivität</b>	Häufigkeit, Umfang, Intensität	Woll, 1996; Suni, 1999
	Berechneter Energieverbrauch pro Woche	Ainsworth, Jacobs & Leon, 1993; Woll, 1996
<b>Gesundheitliches Wohlbefinden</b>	Subjektiver Gesundheitszustand ( $\alpha = .88$ ) 4 Items: Gesundheit bzgl. Beruf, Freizeit, andere Personen	Woll, 1996
<b>Beschwerden</b>	Aktuelle Beschwerden ( $\alpha = .88$ )	Zerssen, 1976
	24 Items: Allgemeinbefinden, Körpernahe Beschwerden, psychisch-körpernahe Beschwerden	
<b>Psychosoziale Ressourcen</b>	Körperselbstbild ( $\alpha = .86$ )	Alfermann & Stoll, 1996
	6 Items zu Zufriedenheit mit dem Körper, Aussehen, Funktionalität	
	Grundgestimmtheit, negativ ( $\alpha = .95$ )	Abele & Brehm, 1986
	20 Items zu Ärger Erregtheit, Deprimiertheit, Energielosigkeit	

In einer dreijährigen Feldstudie wurde der Frage nachgegangen, ob eine einjährige Intervention mit bewegungsarmen Erwachsenen - orientiert an den Kernzielen und FITT-Empfehlungen - zur dauerhaften Bindung an sportliche Aktivität führt und ob diese Aktivität zu nachhaltigen Gesundheitswirkungen (physische und psychosoziale Ressourcen, Risikofaktoren, Beschwerden, gesundheitliches Wohlbefinden) beiträgt. Vorliegende Veröffentlichungen bieten einen umfassenden Ergebnisüberblick (21, 22). Der vorliegende Beitrag konzentriert sich auf Gesundheitswirkungen im Zusammenhang mit dem wöchentlichen Energieverbrauch durch sportliche Aktivität. Überprüft wird, ob bei unterschiedlichem Energieverbrauch (unter bzw. über 1000 kcal/Woche) unterschiedliche Gesundheitswirkungen erzielt werden, und ob bei einem Energieverbrauch an der unteren Schwelle von 500-800 kcal/Woche bereits Gesundheitswirkungen erreicht werden.

## Material und Methoden

### Design

Die Feldstudie wurde als prospektive Längsschnittuntersuchung über drei Jahre (vier Messzeitpunkte) mit einer Interventionsgruppe und zwei Kontrollgruppen (Nicht- bzw. Breitensportler) angelegt. Unterschieden wird zwischen dem einjährigen Interventionszeitraum ( $t_1-t_2$ ) und dem zweijährigen Folgezeitraum ( $t_2-t_4$ ). Der Pretest ( $t_1$ ) fand unmittelbar vor der Intervention statt, die Posttests  $t_2-t_4$  jeweils im Jahresabstand.

### Durchführung der Intervention

Die einjährige Intervention „Gesund und fit“ (19) wird vom TV Erlangen mit einer Kurseinheit pro Woche (90 Min.) angeboten. Die Kurseinheiten sind in ihrer Belastungssteuerung und Struktur standardisiert. Sie bestehen aus sieben Sequenzen, die physische und psychosoziale Gesundheitsressourcen systematisch ansprechen: (a) Einstiegssequenz, (b) Erwärmungssequenz, (c) Ausdauersequenz (Walking), (d) Kraft- und Beweglichkeitssequenz, (e) Entspannungssequenz, (f) Ausklang- und Abschlussequenz. Mit einer Informationssequenz (g), die jeweils in (c) bis (e) integriert ist, werden Handlungswissen und -kompetenz vermittelt, die die Teilnehmer zu gesundheitsfördernden Aktivitäten neben dem Kursprogramm befähigen sollen. Über ca. 45 Kurseinheiten wurden die Teilnehmer über sukzessive Belastungssteigerungen an körperliche Beanspruchungen herangeführt. Der angestrebte Energieverbrauch pro Kurseinheit liegt bei 500-800 Kalorien.

### Stichprobe

Die Interventionsgruppe setzt sich aus Kursteilnehmern von fünf Kursen „Gesund und fit“ des TV Erlangen zusammen. Kontraindikationen für eine Programmteilnahme waren: Manifeste pathologische Befunde, insbesondere koronare Insuffizienz, Krebserkrankungen, schwerwiegende Beeinträchtigungen des Halte- und Bewegungsapparates, schwere psychische Krankheiten. Für die Kontrollgruppen galten folgende Kriterien: Nichtsportler durften nicht Mitglied einer Sportinstitution (Verein, Studio) sein und kein Interesse an eigener Sportaktivität bekunden. Breitensportler mussten seit mindestens einem Jahr regelmäßig in einer Sportinstitution aktiv sein und die Absicht haben, ihre Aktivität mindestens zwei Jahre fortzusetzen. Die Auswahl der Probanden und Durchführung der Studie erfolgten nach zustimmender Begutachtung durch die Ethik-Kommission der Universität Erlangen vom 03.11.1998. Die Probanden haben schriftlich ihr Einverständnis zur Aufnahme und wissenschaftlichen Verwertung ihrer Daten erklärt.

Aus der Gesamtstichprobe wurde eine im Hinblick auf den Kalorienverbrauch ‚bereinigte‘ idealtypische Teilstichprobe mit folgenden Einschlusskriterien rekrutiert: Interventionsgruppe: Keine regelmäßige Sportaktivität vor Kursbeginn (< 400 kcal/Woche), regelmäßige Kursteilnahme im Interventionszeitraum  $t_1-t_2$  (> 66 % der Kurstermine), konstanter Mindestenergieverbrauch von 500-800 kcal/Woche im Fol-

gezeitraum  $t_2-t_4$ . Für die Nichtsportler galt ein Energieumsatz von unter 200 kcal/Woche, für die Breitensportler von über 1 200 kcal/Woche über alle Messzeitpunkte. Der Gesundheitszustand wurde nicht als Einschlusskriterium herangezogen.

### Gruppenbildung

Innerhalb der Interventionsgruppe wurden zwei Subgruppen gebildet: Kursteilnehmer mit mittlerer Aktivität (im Folgenden ‚Aufsteiger S-M‘) waren im Interventionszeitraum im Kurs sowie im Folgezeitraum konstant mit einem Energieumsatz von 500-800 kcal/Woche aktiv.

Kursteilnehmer mit hoher Aktivität (‚Aufsteiger S-XL‘) waren im Interventionszeitraum zusätzlich zum Kurs und im Folgezeitraum mit über 1000 kcal/Woche sportlich aktiv (Tab. 1).

### Untersuchungsdurchführung und Messmethoden

Zu allen Messzeitpunkten wurden eine sportmotorische Testbatterie, medizinische Untersuchungen und eine schriftliche Befragung durchgeführt. Die Zusammenstellung der Messinstrumente orientiert sich am Rahmenkonzept der „Qualitäten von Gesundheitssport“. Einen vollständigen Überblick über die eingesetzten Verfahren geben Brehm und Sygusch (20).

Risikofaktoren: Body-Mass-Index (BMI): Die Gewichtsbestimmung ( $BMI=kg/m^2$ ) erfolgte in leichter Kleidung. Die Größe wurde einmalig zu  $t_1$  bestimmt. Ruheblutdruck: Der diastolische und systolische Blutdruck wurde nach Riva Rocci an beiden Oberarmen gemessen, der höhere Wert (mmHg) als Ruheblutdruck erfasst. Blutzucker: Bestimmung der Glucosekonzentration (mg/dl) aus dem venös entnommenen Blut im nativen Plasma ohne Enteiweißung nach der Hexokinase-methode. Gesamtcholesterin: Enzymatisch/photometrische Bestimmung mit der Cholesterinoxidaseperoxidase-Reaktion (CHOD-PAP) mit dem Testansatz CHOL (Fa. Roche); LDL und VLDL: Elektrophoretisch/densitometrische Bestimmung nach elektrophoretischer Auftrennung, Präzipitation und densitometrischer Flächenberechnung mit dem Testansatz LIPI-DOPHOR All IN 12 (Fa. Immuno AG); Triglyceride: Vollenzymatischer Farbttest mit der Paraminophenazonmethode (PAP) zur Bestimmung der Serumtriglyceride (Fa. Roche). Alle Messungen wurden morgens nüchtern durchgeführt. Die Bestimmung des Risikostatus orientiert sich an folgenden Grenzwerten: BMI: 25  $kg/m^2$ ; Blutdruck: 140 mmHg (systolisch, 90 mmHg (diastolisch); Blutzucker: 110mg/dl; Gesamtchole-

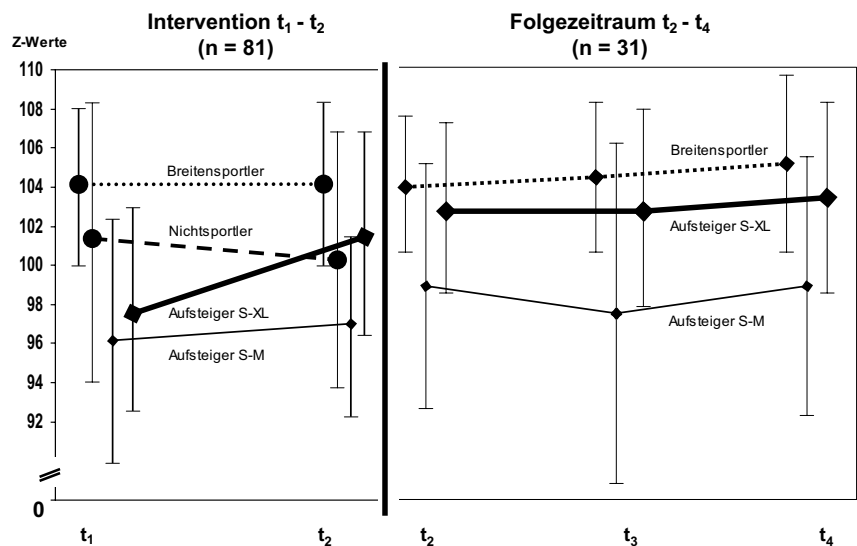


Abbildung 1: Gesamtindex physische Ressourcen (Z-Werte) im Interventions- und Folgezeitraum; Mittelwerte, Signifikanzniveau (p) und Effektstärken ( $\eta^2$ )

sterin: 200mg/dl;LDL: 135mg/dl; VLDL: 20mg/dl; Triglyceride: 173 mg/dl.

‚Sportliche Aktivität‘, ‚gesundheitliches Wohlbefinden‘, ‚Beschwerden‘ und ‚psychosoziale Ressourcen‘ wurden mittels Fragebogen erfasst (Tab. 2).

Der Energieverbrauch wurde analog zu größeren Repräsentativstudien (33, 48) über Selbstauskünfte zur sportlichen Aktivität berechnet. Aus den Angaben zu Häufigkeit (pro Woche), Umfang (Minuten) und Intensität (niedrig/moderat/hoch) der sportlichen Aktivität wird angelehnt an eine von Ainsworth et al. (2, 48) entwickelte und validierte Formel ein geschätzter Kalorienverbrauch berechnet. Der wöchentliche Umfang der Aktivität in Minuten wird mit einem Intensitätsfaktor (Kalorienverbrauch pro Minute: niedrig = 4 kcal, moderat = 6,5 kcal, hoch = 9 kcal) multipliziert. Danach wird mit dem Interventionsprogramm bei 90minüti-

Tabelle 3: Physische Ressourcen im Interventionszeitraum (n=50); Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Signifikanzniveau (p) und Effektstärken ( $\eta^2$ ) in den Teilgruppen ‚Aufsteiger S-M‘ und ‚Aufsteiger S-XL‘

Physische Ressourcen		,S-M‘		,S-XL‘		
		M (SD)	M (SD)	Effekt	p	$\eta^2$
Ausdauer (Z-Werte)	t <sub>1</sub>	94,9 (13,0)	102,4 (10,4)	Zeit	n.s.	.01
	t <sub>2</sub>	93,9 (13,6)	104,9 (10,9)	Zeit x Gruppe	n.s.	.06
Kraft (Z-Werte)	t <sub>1</sub>	95,6 (6,8)	96,6 (7,0)	Zeit	<.01	.30
	t <sub>2</sub>	98,7 (7,7)	102,1 (6,1)	Zeit x Gruppe	n.s.	.03
Beweglichkeit (Z-Werte)	t <sub>1</sub>	97,4 (6,9)	99,1 (9,1)	Zeit	<.05	.10
	t <sub>2</sub>	100,0 (7,9)	100,0 (9,4)	Zeit x Gruppe	n.s.	.03
Koordination (Z-Werte)	t <sub>1</sub>	96,6 (9,6)	95,0 (10,3)	Zeit	<.01	.20
	t <sub>2</sub>	98,0 (8,8)	101,2 (7,9)	Zeit x Gruppe	<.05	.09

ger moderater Aktivität ein ungefährender Energieverbrauch von 585 kcal erzielt (20).

In die Auswertung wurden nur sportliche Aktivitäten – in Abgrenzung zu körperlichen Alltagsaktivitäten wie Spazieren gehen, Wege mit dem Rad oder zu Fuß – einbezogen. Um

die Validität der Angaben zur sportlichen Aktivität (Repräsentativität im Jahresverlauf, Definition der Aktivität etc.) zu sichern, wurden die Selbstauskünfte mit allen Probanden zu jedem Messzeitpunkt zusätzlich verbal reflektiert.

## Statistische Verfahren

Die Daten wurden mit dem SPSS-Programm (Version 11.0) aufbereitet und ausgewertet.

Um einen Gesamtüberblick über den Gesundheitsstatus zu ermitteln, wurden in allen Bereichen Indices gebildet. Bei den physischen Ressourcen und Risikofaktoren wurden die unterschiedlichen Skalenniveaus der Einzelparameter

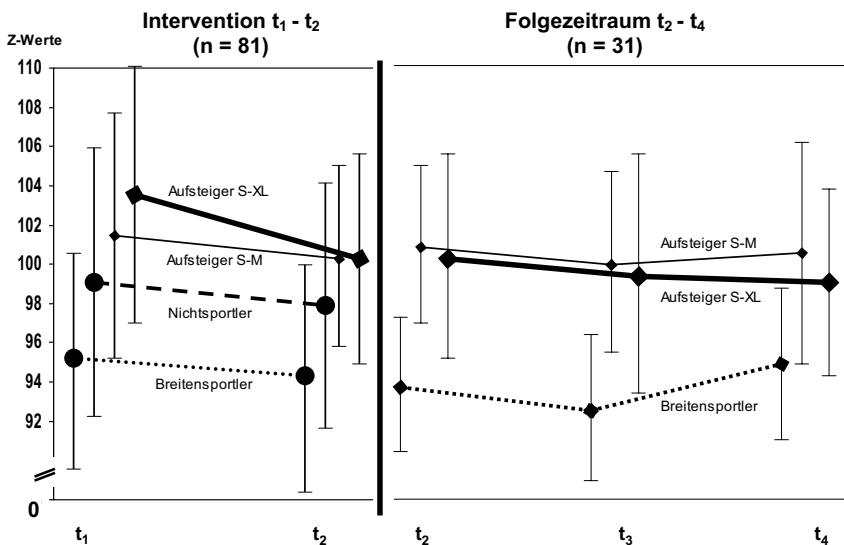


Abbildung 2: Gesamtindex Risikofaktoren (Z-Werte) in der Kernstichprobe im Interventions- und Folgezeitraum; Mittelwerte, Signifikanzniveau ( $p$ ) und Effektstärken ( $\eta^2$ )

zunächst durch Z-Transformation (14) auf ein einheitliches Skalenniveau gebracht und anschließend die Gesamtindices als Mittelwert ( $M$ ) über alle Bereiche gebildet. In den Index ‚physische Ressourcen‘ fließen zu gleichen Teilen die Ausdauer (ein Test), Kraft, Beweglichkeit und Koordination ( $M$  aus je zwei Tests) ein. In den Index Risikofaktoren fließen zu gleichen Teilen der BMI, Blutzucker, Blutdruck ( $M$  aus systolisch, diastolisch) und Blutfettwerte ( $M$  aus Gesamt, LDL, VLDL, Triglyceride) ein. Bei subjektiven Parametern wurde der Index aus den Mittelwerten der Einzelitems gebildet und das abgefragte Skalenniveau beibehalten (20).

Über alle erfassten Parameter wurden Varianzanalysen mit Messwiederholung gerechnet. Für die Gesamtindices wurden Gruppenunterschiede mittels post-hoc-Test (LSD) ermittelt und z.T. Einzelgruppenanalysen berechnet. Bei den einzelnen physischen Ressourcen bzw. den medizinischen Einzelparametern wurden nur die IG-Teilgruppen verglichen. In der Ergebnisdarstellung werden Mittelwerte und Standardabweichungen, Signifikanzniveau (1 %, 5 % bzw. 10 %-Niveau (Tendenz)) und Effektstärken (starker Effekt:  $\eta^2$ -Werte  $>0,14$ ; schwacher Effekt:  $\eta^2$ -Werte  $<0,05$ ) angegeben (14).

## Ergebnisse

### Physische Ressourcen

Im Interventionszeitraum liegen ein signifikanter Zeit- und Interaktionseffekt vor, der vor allem in den Verbesserungen der ‚Aufsteiger S-XL‘ begründet ist (Abb. 1). Entsprechend weist der post-hoc-Test signifikante Unterschiede zu allen Gruppen (KG:  $p<0,01$ ; ‚S-M‘:  $p<0,05$ ) auf. Die unterschiedlichen Veränderungen innerhalb der Interventionsgruppe belegen einen Einfluss vom Ausmaß des wöchentlichen Energieverbrauchs. Die leichten Verbesserungen der ‚Aufsteiger S-M‘ sind nicht signifikant (Einzelgruppenanalyse:  $p=0,20$ ;  $\eta^2=0,069$ ).

Die Zunahme beim Gesamtindex ‚physische Ressourcen‘ innerhalb der Interventionsgruppe unterliegt Verbesserungen der Kraft, Beweglichkeit und Koordination (Tab. 3). Die Ausdauerleistung hat sich nicht verändert. Die ‚Aufsteiger S-XL‘ verzeichnen insgesamt stärkere Verbesserungen als die ‚Aufsteiger S-M‘ (außer Beweglichkeit). Die Unterschiede sind - bei kleineren bis mittleren Effektstärken - jedoch nur bei der Koordination signifikant. Einzelgruppenanalysen belegen auch für die ‚Aufsteiger S-M‘ signifikante Verbesserungen der Kraft ( $p<0,05$ ;  $\eta^2=0,211$ ) und der Beweglichkeit ( $p<0,05$ ;  $\eta^2=0,183$ ).

Im zweijährigen Folgezeitraum liegen keine signifikanten Veränderungen beim Gesamtindex ‚physische Ressourcen‘ vor

(Abb. 1). Der erreichte Zustand kann - trotz leichter Schwankungen (‚Aufsteiger S-M‘) - insgesamt als stabil bewertet werden. Weitere Verbesserungen zeigen sich - unabhängig vom Energieverbrauch - lediglich bei der Beweglichkeit (Zeit:  $p<0,01$ ;  $\eta^2=0,31$ ; Zeit x Gruppe:  $p=n.s.$ ;  $\eta^2=0,05$ ).

### Risikofaktoren

Im Interventionszeitraum liegen signifikante Veränderungen im Risikostatus der Gesamtstichprobe vor (Abb. 2). Die Interaktion ‚Zeit x Gruppe‘ (10 %-Signifikanzniveau) deutet geringfügig unterschiedliche Veränderungen zwischen den Teilgruppen an. Der post-hoc-Test weist für die ‚Aufsteiger S-XL‘ Unterschiede zu den anderen Teilgruppen aus. Die signifikant ( $p<0,05$ ) stärkere Verbesserung gegenüber den ‚Aufsteigern S-M‘ belegt auch beim Risikoprofil einen Zusammenhang mit der Höhe des Energieverbrauchs. Die ‚Aufsteiger S-M‘ (Einzelgruppenanalyse:  $p=0,10$ ;  $\eta^2=0,113$ ) heben sich nicht von den Kontrollgruppen ab.

Bei den Einzelparametern BMI, Blutzucker und VLDL liegen signifikante Interaktionen vor (Tab. 4), die auf stärkere Verbesserungen bei den ‚Aufsteiger S-XL‘ zurückzuführen sind. Die Abnahme des systolischen und diastolischen Ruheblutdrucks ist dagegen unabhängig vom Energiever-

Tabelle 4: Risikofaktoren im Interventionszeitraum (n=50); Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Signifikanzniveau (p) und Effektstärken (eta<sup>2</sup>) in den Teilgruppen 'Aufsteiger S-M' und 'Aufsteiger S-XL'

Risikofaktoren		,S-M'		,S-XL'		Effekt	p	eta <sup>2</sup>
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)			
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	t <sub>1</sub>	29,1 (4,4)	30,3 (4,6)			Zeit	< .10	.06
	t <sub>2</sub>	29,2 (4,5)	29,5 (4,7)			Zeit x Gruppe	<.05	.08
systol. Blutdruck (mmHG)	t <sub>1</sub>	145,6 (22,0)	142,2 (22,8)			Zeit	< .01	.23
	t <sub>2</sub>	133,8 (16,8)	132,6 (20,2)			Zeit x Gruppe	n.s.	.00
diastol. Blutdruck (mmHG)	t <sub>1</sub>	95,8 (12,7)	93,1 (14,5)			Zeit	< .01	.3
	t <sub>2</sub>	84,4 (9,5)	83,8 (11,7)			Zeit x Gruppe	n.s.	.01
Blutzucker (mg/dl)	t <sub>1</sub>	96,4 (18,2)	104,1 (20,7)			Zeit	n.s.	.02
	t <sub>2</sub>	99,0 (15,2)	98,4 (18,0)			Zeit x Gruppe	< .05	.2
Gesamtcholesterin (mg/dl)	t <sub>1</sub>	205,2 (52,4)	223,2 (38,9)			Zeit	n.s.	.02
	t <sub>2</sub>	204,4 (46,7)	214,2 (44,8)			Zeit x Gruppe	n.s.	.01
LDL (mg/dl)	t <sub>1</sub>	139,0 (46,5)	153,4 (34,2)			Zeit	n.s.	.02
	t <sub>2</sub>	138,2 (40,1)	146,4 (33,7)			Zeit x Gruppe	n.s.	.01
VLDL (mg/dl)	t <sub>1</sub>	7,7 (5,6)	10,4 (9,4)			Zeit	n.s.	.00
	t <sub>2</sub>	10,4 (8,0)	8,00 (7,23)			Zeit x Gruppe	< .01	.25
Triglyceride (mg/dl)	t <sub>1</sub>	154,2 (84,8)	152,4 (97,2)			Zeit	n.s.	.02
	t <sub>2</sub>	154,2 (72,0)	132,7 (83,9)			Zeit x Gruppe	n.s.	.02

brauch. Signifikante Veränderungen beim Gesamtcholesterin, LDL und Triglyceriden wurden nicht gefunden.

Im Folgezeitraum bleibt das im Interventionszeitraum verbesserte Gesamtrisiko in der Interventionsgruppe nachhaltig stabil (Abb. 2). Auch die Einzelparameter sind weitgehend konstant. Weitere Verbesserungen beim Blutzucker (Zeit: p<0,10; eta<sup>2</sup>=0,18; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,04) und bei Triglyceriden (Zeit: p<0,10; eta<sup>2</sup>=0,17; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,07) sind auf 10 %-Niveau signifikant. Unterschiedliche Verbesserungen zwischen den Teilgruppen sind statistisch nicht nachweisbar.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden nur Kursteilnehmer mit hohem Risikostatus vor Kursbeginn und niedrigem Energieumsatz ('Aufsteiger S-M') im Interventionszeitraum analysiert (Tab. 5). Eine signifikante Risikoabnahme mit deutlichen Effektstärken liegt beim systolischen und diastolischen Blutdruck, Gesamtcholesterin, LDL und Triglyceriden (10 %-Niveau) sowie beim Gesamtindex (10 %-Niveau) vor.

### Subjektive Gesundheitsparameter

Im Interventionszeitraum liegen beim subjektiven Gesundheitszustand, bei Beschwerden und psychosozialen Ressourcen signifikante Zeit- und Interaktionseffekte vor (Tab. 6).

Beim subjektiven Gesundheitszustand unterscheiden sich beide Kursgruppen signifikant (post-hoc) von den Kontrollgruppen (Tab. 6). Innerhalb der Interventionsgruppe liegen nur tendenziell signifikante Unterschiede zu Gunsten der 'Aufsteiger S-XL' vor; d.h., das Ausmaß des Energieverbrauchs hat nur einen geringen Einfluss auf die Verbesse-

rung des subjektiven Gesundheitszustandes. Im Folgezeitraum liegen innerhalb der Interventionsgruppe keine weiteren Verbesserungen des subjektiven Gesundheitszustandes vor (Zeit: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,02; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,02).

Bei den Beschwerden unterscheiden sich die 'Aufsteiger S-M' signifikant (post-hoc) von beiden Kontrollgruppen, die 'Aufsteiger S-XL' nur von den Breitensportlern (Tab. 6). Ein Unterschied innerhalb der Interventionsgruppe liegt nicht vor, d.h. die Beschwerdeverbesserung ist unabhängig vom Ausmaß des wöchentlichen Energieverbrauchs. Im Folgezeitraum werden keine weiteren Verbesserungen erzielt (Zeit: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,09; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,01).

Beim Körperselbstbild verbessern sich die 'Aufsteiger S-XL' recht deutlich, die 'Aufsteiger S-M' in geringerem Maße (Tab. 6). Die 'Aufsteiger S-XL' heben sich signifikant (post-hoc) von den Kontrollgruppen ab, nicht dagegen die 'Aufsteiger S-M'. Die signifikant unterschiedliche Verbesserung innerhalb der Interventionsgruppe deutet einen Einfluss des Energieverbrauchs an. Eine Einzelgrup-

Tabelle 5: Risikofaktoren im Interventionszeitraum (t<sub>1</sub>-t<sub>2</sub>) bei Probanden mit ungünstigem Eingangsniveau der Teilgruppe 'Aufsteiger S-M'; Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Signifikanzniveau (p) und Effektstärken (eta<sup>2</sup>)

Risikofaktoren	n =	t <sub>1</sub>		t <sub>2</sub>		p	eta <sup>2</sup>
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)		
Gesamtindex (Z-Werte)	22	102,3 (5,9)	100,8 (4,4)			< .10	.15
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	20	30,3 (3,8)	30,4 (4,0)			n.s.	.00
systolischer Blutdruck (mmHG)	19	153,2 (15,5)	138,2 (15,7)			< .01	.37
diastolischer Blutdruck (mmHG)	20	100,0 (7,9)	87,0 (8,2)			< .01	.64
Blutzucker (mg/dl)	2	144,5 (21,9)	136,5 (9,2)			--	--
Gesamtcholesterin (mg/dl)	11	250,1 (36,4)	236,7 (35,8)			< .05	.34
LDL (mg/dl)	11	180,7 (27,2)	163,6 (30,5)			< .01	.53
VLDL (mg/dl)	1	31,0 (-)	34,0 (-)			--	--
Triglyceride (mg/dl)	8	247,1 (83,4)	194,8 (61,6)			< .10	.37

penanalyse belegt jedoch auch für die weniger aktiven Kursteilnehmer eine statistisch relevante Verbesserung des Körperselbstbildes (p<0,05; eta<sup>2</sup>=0,187). Im Folgezeitraum bleibt das erreichte Niveau stabil (Zeit: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,02; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,02).

Verbesserungen der negativen Grundgestimmtheit bei den 'Aufsteigern S-XL' (Tab. 6) drücken sich durch signifikante Unterschiede (post-hoc) zu beiden Kontrollgruppen aus. Die 'Aufsteiger S-M' heben sich signifikant nur von den Breitensportlern ab. Der nicht signifikante Unterschied innerhalb der Interventionsgruppe weist auch hier auf einen unbedeutenden Einfluss des Energieverbrauchs hin. Im Folgezeitraum liegen auch bei der Grundgestimmtheit keine weiteren Verbesserungen vor (Zeit: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,03; Zeit x Gruppe: p=n.s.; eta<sup>2</sup>=0,01).

## Diskussion

Die vorgelegte Analyse ist Teil einer komplexen dreijährigen Feldstudie. Bisherige Veröffentlichungen dazu zeigen, dass mit einem niedrighschwelligem Gesundheitssportprogramm für bewegungsarme Erwachsene nachhaltige Gesundheitswirkungen erzielt werden können (21, 22). Als wichtige Voraussetzung dafür wurde mit 86 % im Interventionszeitraum und mit 76 % über drei Jahre ein hohes Maß an Bindung an sportliche Aktivität erzielt. Der vorliegende Beitrag analysiert Gesundheitswirkungen und deren Nachhaltigkeit in Zusammenhang mit der Höhe des wöchentlichen Energieverbrauchs. Dazu liegen für ‚objektive‘ (physische Ressourcen, Risikofaktoren) und ‚subjektive‘ Parameter (gesundheitliches Wohlbefinden, Beschwerden, psychosoziale Ressourcen) differenzierte Befunde vor:

- **Objektive Parameter:** Bei hohem Energieverbrauch (>1 000 kcal/Woche) verbessert sich der Ressourcen- und Risikostatus signifikant stärker als bei geringem Energieverbrauch (500-800 kcal/Woche). Bei diesem liegen kaum Veränderungen vor.

- **Subjektive Parameter:** Die ermittelten Verbesserungen zeigen einen geringen Zusammenhang mit dem Ausmaß des Energieverbrauchs (Ausnahme: Körper selbstbild).

Bei den physischen Ressourcen bleiben die Wirkungen auch bei höherem Energieverbrauch (‘Aufsteiger S-XL’) hinter solchen zurück, die in reinen Trainingsstudien mit bewegungsarmen Erwachsenen erzielt wurden (z.B. 8, 49). Diese Studien zeigen, dass bei zumeist geringer Leistungsfähigkeit insgesamt deutliche Verbesserungen durch gezieltes Training möglich sind. Sie dienen jedoch nur bedingt als Vergleichstudien, da sich das Training in Inhalt (meist reines Ausdauer- oder Krafttraining) und Energieumsatz bzw. Umfang (mindestens 1000-1500 kcal in 3-5 Einheiten/Woche) von der vorliegenden Intervention unterscheidet. Der gesundheitsrelevante Stellenwert der vorgestellten Ergebnisse erschließt sich vielmehr aus dem Vergleich mit der altersbedingten Leistungsentwicklung der Normalbevölkerung. Tittlbach (44) hat für alle Ressourcenbereiche einen Alterseffekt (5-Jahreszeitraum) nachgewiesen, nach dem die Leistungsfähigkeit (gemessen mit z.T. identischen Testverfahren) gerade in der fünften Lebensdekade einen Rückgang erfährt. Für den Gesamtindex ‚körperliche Leistungsfähigkeit‘ ermittelt sie eine Verringerung von 8,6 %, in einzelnen Ressourcen von 3 % bis 10 %. Dem stehen in unserer Studie Steigerungen der höher Aktiven (‘Aufsteiger S-XL’) von ca. 5 % beim Gesamtindex und bis zu 8 % (Kraft) in den Einzelressourcen

gegenüber. Auch bei den weniger Aktiven (‘Aufsteiger S-M’) tritt im 3-Jahreszeitraum der von Tittlbach (44) ermittelte altersbedingte Rückgang der Leistungsfähigkeit nicht ein.

Auch im Bereich der Risikofaktoren liegt den meisten Studien mit bewegungsarmen Erwachsenen ein spezifisches Ausdauer- oder Krafttraining mit insgesamt höheren Trainingsumfängen (3-5x/Woche) zu Grunde. Dort werden Veränderungen zwischen 4 %-15 % bei Blutfettwerten sowie 1 %-5 % beim Körpergewicht berichtet (10, 31). Die in unserer Studie berichtete Reduktion der Blutfettwerte und des BMI liegen in dieser Größenordnung. Eine Senkung des Blutzuckerspiegels zeigt sich analog zu vorliegenden Studien (9, 28, 30) nur bei höherer Aktivität (‘Aufsteiger S-XL’). Die in verschiedenen Studien zum Blutdruckverhalten berichtete Reduzierung durch sportliche Aktivität bei einem Energieverbrauch von meist deutlich über 1 000 kcal/Woche (6, 9, 29, 30, 47) wurde im Interventionszeitraum unabhängig vom Energieverbrauch erzielt. Trotz des konstanten Übergewichts wurde bei den Aktiveren eine leichte Reduktion des Gesamtrisikos (ca. 4 %) ermittelt. Dieses Ergebnis unterstützt die Annahme, nach der das Risiko-

Tabelle 6: Subjektive Gesundheitsparameter im Interventionszeitraum (n=82); Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Signifikanzniveau (p) und Effektstärken (eta<sup>2</sup>) in der Gesamtstichprobe. \* = es werden nur die signifikanten Unterschiede der Vergleichsgruppen ‘Aufsteiger S-M’ und ‘Aufsteiger S-XL’ dargestellt. + p<0,01; ++ p< 0,10

Subjektive Parameter		IG ,S-M'	IG ,S-XL'	NS	BS
		M (SD)	M (SD)	M (SD)	M (SD)
<b>Subjektiver Gesundheitszust.</b> (1 = sehr schlecht; 5 = sehr gut)	t <sub>1</sub>	3,28 (0,61)	3,13 (0,68)	3,30 (0,61)	4,03 (0,43)
	t <sub>2</sub>	3,55 (0,61)	3,62 (0,56)	3,22 (0,58)	3,95 (0,44)
	Zeit: Zeit x Gruppe: post-hoc*	p < .01 p < .01	eta <sup>2</sup> = .096 eta <sup>2</sup> = .221	S-XL -> NS ; BS	
<b>Beschwerden</b> (1 = gar nicht; 4 = sehr gut)	t <sub>1</sub>	2,06 (0,53)	1,93 (0,38)	1,85 (0,54)	1,65 (0,3)
	t <sub>2</sub>	1,82 (0,47)	1,73 (0,37)	1,77 (0,47)	1,64 (0,35)
	Zeit: Zeit x Gruppe: post-hoc*	p < .01 p < .05	eta <sup>2</sup> = .237 eta <sup>2</sup> = .121	S-XL -> BS <sup>++</sup>	
<b>Körper selbstbild</b> (1 = sehr negativ; 6 = sehr positiv)	t <sub>1</sub>	3,32 (0,81)	3,31 (0,84)	3,83 (1,25)	4,53 (0,72)
	t <sub>2</sub>	3,58 (0,83)	3,99 (0,65)	3,80 (1,06)	4,50 (0,63)
	Zeit: Zeit x Gruppe: post-hoc*	p < .01 p < .01	eta <sup>2</sup> = .112 eta <sup>2</sup> = .195	S-XL -> NS <sup>++</sup> ; BS <sup>+</sup>	
<b>negative Grundgestimmtheit</b> (1 = gar nicht; 5 = sehr zutreffend)	t <sub>1</sub>	2,29 (0,75)	2,28 (0,76)	2,33 (0,88)	1,78 (0,54)
	t <sub>2</sub>	1,92 (0,65)	1,81 (0,62)	2,18 (0,82)	1,91 (0,48)
	Haupteffekt Zeit: Zeit x Gruppe: post-hoc*	p < .01 p < .01	eta <sup>2</sup> = .125 eta <sup>2</sup> = .145	S-XL -> NS <sup>+++</sup> ; BS <sup>+</sup>	

profil bereits durch die Verbesserung der physischen Ressourcen auch ohne Gewichtsreduktion gesenkt werden kann (10, 23, 39). Obschon die kardiovaskulären und metabolischen Risiken reduziert wurden, liegen einzelne Mittelwerte auch bei den höher Aktiven (‘Aufsteiger S-XL’) nach drei Jahren regelmäßiger Aktivität noch in der Nähe der jeweiligen Grenzwerte (Gesamtcholesterin, LDL), andere Parameter entfernen sich zunehmend davon (Blutzucker, VLDL, Triglyceride). Der BMI bleibt konstant im Risikobereich um 30 kg/m<sup>2</sup>.

Beim subjektiven Gesundheitszustand ist der Einfluss des Energieverbrauchs schwach, beim Beschwerdestatus und der Grundgestimmtheit liegt überhaupt kein Zusammenhang vor. Dies entspricht den ganz wenigen dazu vorliegenden Studien, die ‚dose-response-Effekte‘ nur partiell nachweisen (46). Lediglich beim Körperesbstbild führt ein höherer Energieverbrauch zu signifikant stärkeren Verbesserungen. Im Unterschied zu den objektiven Parametern liegt damit bei den subjektiven Gesundheitsparametern ein bedeutsamer Effekt bereits bei einem Energieverbrauch von 500–800 kcal/Woche vor. Allein der Energieverbrauch scheint hier als Begründung für Wirkungen sportlicher Aktivität nicht auszureichen. Weitere Aspekte wie Kursgestaltung, psychosoziale Erfahrungen (Gruppenatmosphäre, Kontakte, Aufmerksamkeit) oder so genannte „time out Situationen“ haben offenbar wesentlichen Anteil an der Verbesserung subjektiver Gesundheitsparameter (4).

Auf die Frage nach Gesundheitswirkungen bei einem Energieverbrauch an der unteren Schwelle von 500–800 kcal/Woche zeigen sich bei einzelnen physischen Ressourcen (Kraft, Beweglichkeit) leichte Verbesserungen. Bei ungünstigem Risikostatus können Wirkungen auch bei Blutdruck und Blutfetten ermittelt werden. Dieser Befund ist vergleichbar mit denen anderer Studien, die Effekte geringeren Energieverbrauchs (z.T. ab 400 kcal/Woche; 39) bei vorbelasteten bzw. bei älteren Erwachsenen für Blutdruck, Blutfette und Blutzucker nachweisen (7, 18, 25, 39, 32). Offenbar kann bei entsprechenden Voraussetzungen (Inaktivität, hohe Risikobelastung, hohes Alter) bereits ein Energieumsatz unter der 1 000 kcal-Schwelle zu Verbesserungen einzelner Risikofaktoren beitragen.

Insgesamt bestätigen unsere Befunde auch für Gesundheitssportprogramme mit bewegungsarmen Erwachsenen die Empfehlung eines Mindestenergieumsatzes von 1 000 kcal/Woche durch sportliche Aktivität zur Reduzierung von Risikofaktoren. Die vorliegenden Ergebnisse legen es jedoch nahe, Empfehlungen zur unteren Schwelle eines notwendigen Energieumsatzes im Hinblick auf die spezifische Zielgruppe und auf subjektive Gesundheitsparameter zu differenzieren: Bei bewegungsarmen, aber fitten und gesunden Erwachsenen ist ein Mindestenergieumsatz von 1 000 kcal/Woche zur Verbesserung von physischen Ressourcen und Risikofaktoren notwendig. Bei bewegungsarmen Erwachsenen mit ungünstigem Risikoprofil führt dagegen bereits ein Energieverbrauch ab 500–800 kcal/Woche zu leichten Verbesserungen. Deutliche Wirkungen im Bereich der subjektiven Gesundheitsparameter werden in einem systematisch gestalteten Kursprogramm bereits bei einem Energieumsatz von 500–800 kcal/Woche erzielt.

## Danksagung

Die Studie wurde gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG; BR 1908/2-1 und BR 1908/2-3). Weiterhin bedanken wir uns bei Prof. Dr. E. Hahn und Dr. U. Hahn von der Medizinischen Poliklinik I der Uni-

versität Erlangen für die Zusammenarbeit im medizinischen Untersuchungsteil (Auswahl der Methoden, Messungen, Analyse).

## Literatur

1. Abele A, Brehm W: Befindlichkeitsveränderungen im Sport. Zur Bedingungsanalyse sportlicher Situationen. *Sportwissenschaft* 16 (1986) 288–302.
2. Ainsworth BE, Jacobs DR, Leon AS: Validity and reliability of the self-reported physical activity status. *Med Sci Sports Exerc* 25 (1993) 92–98.
3. Alfermann D, Stoll O: Sport im mittleren Erwachsenenalter: Auswirkungen auf Selbstkonzept, subjektives Wohlbefinden und Stresstoleranz. Universität Leipzig, Leipzig, 1996.
4. Alfermann D, Stoll O: Sport in der Primärprävention: Langfristige Auswirkungen auf psychische Gesundheit. *Zeitschrift für Gesundheitspsychologie* 5 (1997) 91–108.
5. American College of Sports Medicine: ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 1998.
6. American College of Sports Medicine: Exercise and Hypertension. *Med Sci Sports Exerc* 36 (2004) 533–553.
7. Andrews R: Short exercise programmes benefit people with diabetes – Delivery of Care. *Diabetes and Primary Care* 5 (2003) o.S.
8. Asikainen TM, Miilunpalo S, Oja P, Rinne M, Pasanen M, Uusi-Rasi K, Vuori I: Randomised, controlled walking trials in postmenopausal women: the minimum dose to improve aerobic fitness? *Br J Sports Med* 36 (2002) 189–194.
9. Asikainen TM, Miilunpalo S, Kukkonen-Harjula K, Nenonen A, Pasanen M, Rinne M, Uusi-Rasi K, Oja P, Vuori I: Walking trial in postmenopausal women: effects of low doses of exercise and exercise fractionization on coronary risk factors. *Scand J Med Sci Sports* 13 (2003) 284–292.
10. Berg A: Grundlagen von gesundheitsorientierter physischer Belastung und körperlicher Adaptation, in: Bös K, Brehm W (Hrsg.): *Gesundheitssport. Ein Handbuch*. Hofmann, Schorndorf, 1998, 137–146.
11. Blair SN, Conolly JC: How much Physical Activity Should We Do? The Case for Moderate Amounts and Intensities of Physical Activity. *ROES* 67 (1996) 193–205.
12. Blair SN, LaMonte MJ, Nichaman MZ: The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? *Am J Clin Nutr* 79 (2004) 913–920.
13. Boeckh-Behrens WU, Buskies W: *Gesundheitsorientiertes Fitnesstraining. Band 1*. Wehdeimeier & Pusch, Lüneburg, 1998.
14. Bortz J, Döring N: *Forschungsmethoden und Evaluation*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, 1995.
15. Bouchard C: Physical activity and health: introduction to the dose-response symposium. *Med Sci Sports Exerc* 33. Suppl. 6 (2001) 347–350.
16. Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (Hrsg.): *Physical activity, Fitness and Health. Human Kinetics, Champaign Il*, 1994.
17. Brehm W, Bös K: Kernziele als Qualitätskriterien von Gesundheitssport. *Public Health Forum* 11 (2003) 11–12.
18. Brehm W, Pahmeier I, Tiemann M: Gesundheitsförderung durch sportliche Aktivierung: Qualitätsmerkmale, Programme, Qualitätssicherung. *Sportwissenschaft* 27 (1997) 38–59.
19. Brehm W, Pahmeier I, Tiemann M: *Bewegungskonzepte. Gesund und Fit. Gesundheitssportprogramme für Erwachsene*. Hofmann, Schorndorf, 2001.
20. Brehm W, Sygusch R: Qualitäten von Gesundheitssport unter den Voraussetzungen eines bewegungsarmen Lebensstils. *Methodenbericht. Institut für Sportwissenschaft, Bayreuth*, 2001.
21. Brehm W, Sygusch R, Hahn U, Mehnert G, Schöning A: Qualitäten von Gesundheitssport unter den Voraussetzungen eines bewegungsarmen Lebensstils. *Ergebnisbericht I. Institut für Sportwissenschaft, Bayreuth*, 2001.
22. Brehm W, Wagner P, Sygusch R, Hahn U, Schöning A: Health promotion by means of Health Sport. A framework and controlled intervention Study with sedentary adults. *Scand J Med Sci Sports* (in Druck).
23. Carroll S, Dudleyfield M: What is the Relationship Between Exercise and Metabolic Ab-normalities? *Sports Med* 34 (2004) 371–418.



24. Dickhut HH, Schlicht W: Körperliche Aktivität in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen – eine Standortbestimmung. *Sportwissenschaft* 27 (1999) 9-22.
25. Gudat U, Berger M, Lefebvre PJ: Physical Activity, Fitness, and Non-Insulin-Dependent (Type II) Diabetes Mellitus, in: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (Hrsg.): *Physical activity, Fitness and Health*. Human Kinetics, Champaign Il, 1994, 669-683.
26. Haskell WL: The influence of exercise training on plasma lipids and lipoproteins in health and disease. *Acta Med Scand Suppl.* 711 (1986) 25-37.
27. Haskell WL: Dose-response issues from a biological perspective, in: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (Hrsg.): *Physical activity, Fitness and Health*. Human Kinetics, Champaign Il, 1994, 1030-1039.
28. Holloszy JO, Schultz J, Kusnierkiewicz J, Hagberg JM, Ehsani AA: Effects of exercise on glucose tolerance and insulin resistance. *Acta Med Scand Suppl.* 711 (1986) 55-65.
29. Kelly G, Tran Z V: Aerobic exercise and normotensive adults: A meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc.* 27 (1995) 1371-1377.
30. Knoll M: Sporttreiben und Gesundheit – Eine kritische Analyse vorliegender Befunde. Hofmann, Schorndorf, 1997.
31. Leon AS, Sanchez OA: Response of blood lipids to exercise training alone or combined with dietary intervention. *Med Sci Sports Exerc* 33 Suppl. 6 (2001) 502-515.
32. Mensink GBM, Ziese T, Kok FJ: Benefits of leisure-time physical activity on the cardiovascular risk profile at older age. *Int J Epidemiol* (1999) 28 659-666.
33. Oja P, Milunpalo S, Vuori I: Trends of health-related physical activity in Finland: 10-year follow-up of an adult cohort in eastern Finland. *Scand J Med Sci Sports* 4 (1994) 75-81.
34. Paffenbarger RS, Hyde RT, Hsieh C, Wing AL: Some Interrelations of Physical Activity, Physiological Fitness, Health and Longevity, in: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T (Hrsg.): *Physical Activity, Fitness and Health*. Human Kinetics Publisher, Champaign, 1994, 119-133.
35. Paffenbarger RS, Hyde RT, Wing AL: Physical activity and physical fitness as determinants of health and longevity, in: Bouchard C, Shephard RJ, Stephens T, Sutton JR, McPherson BM: *Exercise, fitness and health. A consensus of current knowledge*. Human Kinetics Publisher, Champaign, 1990, 33-48.
36. Pahmeier I: Barrieren vor und Bindung an gesundheitssportliche Aktivität, in: Bös K, Brehm W (Hrsg.): *Gesundheitssport. Ein Handbuch*. Hofmann, Schorndorf, 1998, 124- 134.
37. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell W, Macera D, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, Kriska A, Leon AS, Marcus BH, Morris J, Paffenbarger RS, Patrick K, Pollock ML, Rippe JM, Sallis J, Wilmore JH: Physical activity and public health: A recommendation from the centers for disease control and prevention an the American College of Sports Medicine. *JAMA* (1995) 402-407.
38. Schlicht W: Sport durch Bewegung, in: Jerusalem M, Weber H (Hrsg.): *Psychologische Gesundheitsförderung. Diagnostik und Prävention*. Hogrefe, Göttingen, 2003, 213-231.
39. Schmidt-Trucksäb A, Huonker M, Bräuer G, Simon G: Veränderung der körperlichen Leistungsfähigkeit und kardiovaskulären Risikofaktoren durch ein niedrig dosiertes Ausdauertraining im Rahmen eines betrieblichen Trainingsprogramms. *Phys Rehab Kur Med* 7 (1997) 39-36.
40. Sesso HD, Paffenbarger RS, Ha T, Lee IM: Physical activity and cardiovascular disease risk in middle-aged and older women. *Am J Epidemiol* 150 (1999) 408-416.
41. Sesso HD, Paffenbarger RS, Lee IM: Physical activity and coronary heart disease in men: The Harvard Alumni Health Study. *Circulation* 102 (2000) 975-980.
42. Suni J, Oja P, Milunpalo S, Pasanen M, Vuori I, Bös K: Health related fitness test battery for middle-aged adults: Associations with physical activity patterns. *Int J Sports Med* 20 (1999) 183-191.
43. Tiemann M: *Fitnessstraining als Gesundheitstraining*. Hofmann, Schorndorf, 1997.
44. Tittlbach S: *Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit*. Hofmann, Schorndorf, 2002.
45. Wagner P: *Aussteigen oder Dabeibleiben? Determinanten der Aufrechterhaltung sportlicher Aktivität in gesundheitsorientierten Sportprogrammen*. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt, 2000.
46. Watanabe E, Takeshima N, Okada A, Inomata K: Effects of increasing expenditure of energy during exercise on psychological well-being in older adults. *Percept. & mot. Skills* 92 (2001) 288-298.
47. Whelton S P, Chin A, Xin X, He J: Effect of Aerobic Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analysis of Randomized, Controlled Trials. *Ann Intern Med* 136 (2002) 493-503.
48. Woll, A: *Gesundheitsförderung in der Gemeinde – eine empirische Untersuchung zum Zusammenhang von sportlicher Aktivität, Fitness und Gesundheit bei Personen im mittleren und späteren Erwachsenenalter*. LinguaMed, Neu-Isenburg, 1996.
49. Wood RH, Reyes R, Welsch MA, Favaloro-Sabatier J, Sabatier M, Matthew Lee C, Johnson LG, Hooper PF: Concurrent cardiovascular and resistance training in healthy older adults. *Med Sci Sports Exerc* 33 (2001) 1751-1758.
50. Zerssen DV: *Die Beschwerden – Liste*. Manual. Beltz, Weinheim, 1976.

Korrespondenzadresse:

Dr. Ralf Sygusch

Lehrstuhl Sportwissenschaft II

Institut für Sportwissenschaft, Universität Bayreuth

Universitätsstraße 30, 95440 Bayreuth

E-mail: ralf.sygusch@uni-bayreuth.de