

Abschlussarbeit

zur Erlangung der Magistra Artium
im Fachbereich Sportwissenschaften

der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Institut für Sportwissenschaften

Ein Vergleich der physiologischen Wirkungsweise von Walking und Nordic Walking

—

Eine kritische Analyse des Gesundheitssports

1. Gutachter: Dr. Klaus Wirth
2. Gutachter: Dr. Lutz Vogt

vorgelegt von: Janine Allnoch

aus: Münster

Einreichungsdatum: Gießen, 14. 02. 2007

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	5
2	Gesundheitssport: Walking und Nordic Walking.....	8
3	Allgemeines Ausdauertraining	10
3.1	Definition Ausdauer	10
3.2	Energiegewinnung.....	11
3.3	Unterteilung der Ausdauer in KZA, MZA, LZA.....	13
4	Adaptationen durch ein Ausdauertraining.....	16
4.1	Metabolismus.....	16
4.2	Hormonsystem.....	18
4.2.1	Katecholamine	18
4.2.2	Insulin	19
4.3	Periphere Adaptationen	20
4.3.1	Kapillarisation	20
4.3.2	Blut	21
4.4	Herz	22
4.4.1	Herzfrequenz	23
4.4.2	Schlagvolumen	24
4.4.3	Blutdruck	24
4.4.4	Herzvolumensteigerung.....	25
4.5	Blutfett.....	26
4.6	Maximale Sauerstoffaufnahme.....	27
5	Belastungsnormativa und -methoden für das Fitness- und Gesundheitstraining.....	29
5.1	Belastungsnormativa	30
5.2	Trainingsmethoden	32
5.2.1	Dauermethode.....	32
5.2.1.1	Extensive Dauermethode.....	33
5.2.1.2	Intensive Dauermethode.....	33
5.2.2	Intervallmethode.....	34
5.3	Belastung und Erholung	36

6	Abgrenzung der Sportarten Walking und Nordic Walking in Bezug auf Technik und Geschwindigkeit	38
6.1	Walking	38
6.2	Nordic Walking	40
7	Ein Vergleich der physiologischen Wirkungsweise von Walking und Nordic Walking	43
7.1	Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenzverhalten	43
7.1.1	Walking und Nordic Walking im Vergleich.....	43
7.1.2	Walking, Nordic Walking und Joggen im Vergleich	45
7.1.3	Vergleich von Walking und Nordic Walking bei Steigung.....	49
7.2	Laktatverhalten	51
7.3	Subjektives Belastungsempfinden	54
7.4	Diskussion	56
8	Welche Unterschiede bestehen zwischen Walking und Nordic Walking in Bezug auf die Entlastung der Gelenke und die Kräftigung der Muskulatur?... 61	
8.1	Gelenkbelastung.....	61
8.2	Muskeln	64
8.3	Knochen und Osteoporose.....	66
8.4	Koordinationstraining.....	69
8.5	Kapitelfazit	70
9	Adaptationen durch Walking.....	72
9.1	Herzfrequenz	72
9.2	Sauerstoffaufnahme	73
9.3	Stoffwechsel	76
9.4	Endorphinausschüttung	79
9.5	Leistungsniveau	81
9.6	Kapitelfazit	83
10	Welche Belastungsnormativa werden für das Walking empfohlen?... 85	
10.1	In welchem Intensitätsbereich müssen Walker trainieren, um den Vorgaben des ACSM zu entsprechen?	86
10.2	Wie geeignet ist Walking für jüngere bzw. leistungsfähigere Freizeitsportler?	89
10.3	Zusammenfassung	94

10.4	Diskussion der empfohlenen Belastungshäufigkeiten und -intensitäten	95
10.5	Abnehmen durch Walking und Nordic Walking	102
11	Fazit	109
12	Bewertung des Gesundheitssports	112
13	Literaturverzeichnis	116
14	Abbildungsverzeichnis	129
15	Tabellenverzeichnis	131
16	Erklärung	132
17	Lebenslauf	133

1 Einleitung

„Die natürlichste Fortbewegungsart“ (Wilhelm et al., 2006, S. 10).

„Die effektivste Sportart der Welt – Nordic Walking“

(Kantaneva, 2005, S. 7).

Mit Werbeslogans wie diesen werden Walking und Nordic Walking in verschiedenen Büchern und Zeitschriften beworben. Es befinden sich mittlerweile mehr als 50 Walking und Nordic Walking Bücher auf dem Markt, die Technik und Belastungsnormativa beschreiben. Neben den Zeitschriften zum Thema Walking und Nordic Walking, wird in vielen Presseerzeugnissen über diese Bewegungsformen berichtet. Die primäre Aussage der Bücher und Zeitschriften ist, dass ohne viel Aufwand ein Neueinsteiger oder Wiederbeginner Erfolge für das Herz-Kreislauf-System, die Muskulatur und damit die Gesundheit erzielen kann. Bös et al. (2005, S. 78) beschreiben beide Bewegungsformen als sanften Wohlfühlspport, bei dem man sich entspannen und neue Energie aufnehmen kann.

In den populärwissenschaftlichen Büchern und Artikeln werden sehr unterschiedliche –zum Großteil sehr allgemeine, aber teilweise auch sehr spezielle– Angaben bezüglich der Wirkungsweisen von Walking und Nordic Walking auf das Herz-Kreislauf-System und den Bewegungsapparat getroffen. „Walking ist nicht nur für Übergewichtige, Senioren und Sporteinsteiger geeignet, sondern für alle, die nicht 30 Minuten am Stück joggen können, ohne außer Atem zu geraten!“ (Gerig, 1997, S. 8). Walking und Nordic Walking ist für Jedermann und wird Personen mit Übergewicht bzw. orthopädischen Beeinträchtigungen (z.B. Hüftgelenksprothesen) und Menschen mit Risikofaktoren oder bereits manifesten Erkrankungen (z. B. Herzpatienten) empfohlen. Auch Gesundheits- und Freizeitsportler, mit einem mittleren Trainingsniveau, erreichen mit diesen Bewegungsformen eine Verminderung des Risikos einer Herz-Kreislauf-Erkrankung.

Der Bewegungsmangel ist in der Bevölkerung weit verbreitet, da von der Durchschnittsbevölkerung nur 10-15 Prozent 2 Stunden pro Woche regelmäßig sportlich aktiv sind und damit einen Mehrverbrauch von über 800 kcal haben

(vgl. Bös & Schott, 1997, S. 146; Bös et al., 2005, S. 74). Es gibt verschiedene Bewegungsformen, die als Gesundheitssportarten propagiert werden, wobei Walking und Nordic Walking derzeit an oberster Stelle stehen. Mit ihnen sollen Vielsitzer auf die einfache Art zu einem aktiveren Leben gelangen. Das bis vor einigen Jahren stark propagierte Joggen gerät seit dem Walking-Boom mehr und mehr in den Hintergrund. Für viele Personen ist Joggen zu anstrengend oder belastend. Völker untersuchte 1984 an Joggern im Kölner Stadtwald in wieweit ein Gesundheits- bzw. Freizeitsportler seine Belastungsintensitäten selber kontrollieren kann, ohne fremde Trainingsvorgaben zu erhalten. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Gesundheitssportler häufig, durch ein zu intensives Laufen, zu hoch belasten und damit ihrem Herz-Kreislauf-System schaden. Die Studie wird im Kapitel 12 einer genaueren Betrachtung unterzogen. Die in den Medien stark verbreiteten Bewegungsformen Walking und Nordic Walking sollen dem Gesundheitssportler eine Lösung für all diese Probleme bieten. Die geringeren Belastungsintensitäten sollen vor möglichen Überlastungsschäden schützen. Ähnliche und erweiterte Formen des Walking und Nordic Walking sind Energy Walking, Fast Walking, Power Walking, Hill Walking, Weight Walking, Nordic Skating, Nordic Blading etc..

Daher liegt das Interesse dieser Arbeit in einem Vergleich bisheriger Studien, um herauszufinden, wie einflussnehmend diese Bewegungsformen auf die körperliche Gesundheit sind. Wie effektiv sind Walking und Nordic Walking? Es gilt grundlegend zu klären, in wieweit Unterschiede zwischen beiden Aktivitätsformen bestehen. Außerdem soll gezeigt werden, wie häufig und in welcher Intensität Gesundheitssportler und Freizeitsportler, für ein Präventionstraining gegen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, walken müssen. Es ist die Aufgabe zu klären, ob die Anforderungen im Hinblick auf trainingswissenschaftliche Belastungsnormativa und die Forderungen des Gesundheitssports ausreichend sind.

Für den Vergleich der wissenschaftlichen Studien wurden in der Arbeit sämtliche Einheiten aus den englischen oder amerikanischen Studien in das metrische System umgerechnet.

1 mile = 1,6 km

Angaben in $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ wurden im Allgemeinen in $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ umgerechnet und auf die 1. Stelle hinter dem Komma auf- bzw. abgerundet.

Das Nordic Walking wird in verschiedenen amerikanischen Studien ebenso als Power Pole oder auch Exerstriding® bezeichnet. Innerhalb dieser Ausarbeitung wird nur die Bezeichnung Nordic Walking verwendet.

2 **Gesundheitssport: Walking und Nordic Walking**

Die folgenden Definitionen sollen einen Einblick über die Thematik des Gesundheitssports und eine Einordnung des Walking und Nordic Walking geben.

Sport:

„Aus der Sicht der Medizin versteht man unter dem Begriff „Sport“ muskuläre Beanspruchung mit Wettkampfcharakter oder mit dem Ziel einer hervorragenden persönlichen Leistung“ (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 8, zitiert nach Hollmann, 1967).

Breitensport/ Freizeitsport:

„Antriebe bestehen in der Freude an der Bewegung, gegebenenfalls an bestimmten sportarttypischen Bewegungsformen, am Spiel, ferner am Mitgehen wollen innerhalb anerkannter oder auch selbst gebastelter Wettkampfsysteme. [...] Die gebotene Leistungshöhe spielt keine Rolle, obwohl auch schon hier eine möglichst gute Leistung angestrebt wird“ (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 8). Diese könnte auch als ein persönlicher Leistungsanspruch bezeichnet werden. Eine starke Bedeutung hat im Freizeitsport der Spaß, weshalb er auch gerne als „Spaßsport“ und „Freizeitspaß“ (vgl. Dieckert in Röthig et al., 2003, S. 205) bezeichnet wird.

Gesundheitssport:

Der Gesundheitssport ist nach der Definition von Dieckert (in Röthig et al., 2003, S. 205) ein Teilbereich des Freizeitsports, wird jedoch in den meisten Fällen sehr eigenständig behandelt. Gesundheitssport ist gekennzeichnet durch „der Gesundheit dienenden Übungs- oder Trainingsmaßnahmen“ (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 8). Der Gesundheitssportler übt den Sport in erster Linie aus, um etwas für die Gesundheit zu machen. „Es kann sich sowohl um präventive als auch um therapeutische oder rehabilitative Interessen handeln“ (Hollmann und Hettinger, 2000, S. 8). Dabei entfällt als Schutz vor Verletzungen der Wettkampfcharakter des Sports. Die Höhe der Leistung hat beim Gesundheitssport eine geringere Bedeutung (vgl. Hollmann und Hettinger, 2000,

S. 8). Gesundheitssport hat die Aufgabe als ein Element der Gesundheitsförderung bzw. für ein öffentliches Gesundheitshandeln zu dienen. Die Gesundheitswirkungen sollen möglichst umfassend sein:

- Stärkung von physischen Ressourcen
- Stärkung von psychosozialen Ressourcen
- Minderung von körperlichen Risikofaktoren
- Bewältigung von Beschwerden und Missbefinden
- Stabilisierung und Verbesserung des allgemeinen Befindens
- (vgl. Brehm in Röthig et al., 2003, S. 225).

„Sportliche Aktivitäten aus den Bereichen Wettkampfsport, Funsport, Fitnesssport usw. können zwar auch (in irgendeiner Form) gesund sein, sind damit aber noch kein Gesundheitssport“ (Brehm in Röthig et al., 2003, S. 226, zitiert nach Bös und Brehm, 1998; Brehm, 1998).

In die Definition des Gesundheitssports sind auch die körperlichen Aktivitäten Walking und Nordic Walking einzuordnen. Da der Gesundheitssport primär zur Prävention oder Rehabilitation von physischen Risikofaktoren dient, kann beim Walking und Nordic Walking nicht von Sport, Sportarten oder Disziplinen im klassischen Sinn gesprochen werden. Es ist notwendig eine Differenzierung vorzunehmen und diese Begrifflichkeiten zu ersetzen durch Aktivitätsformen im Präventionssport oder Bewegungstherapie.

3 Allgemeines Ausdauertraining

Walking und Nordic Walking sind Bewegungsformen, mit denen die Ausdauer trainiert werden kann. In diesem Kapitel werden die Grundlagen eines Ausdauertrainings dargestellt. Dazu gehören eine Definition und Einordnung des Begriffs Ausdauer, die entsprechende Energiegewinnung und im Speziellen die allgemeine aerobe Ausdauer, mit der ein Training im Gesundheitssport absolviert werden soll.

3.1 Definition Ausdauer

„Ausdauer ist charakterisiert durch die Fähigkeit eine gegebene Leistung über einen möglichst langen Zeitraum durchhalten zu können. Somit ist Ausdauer identisch mit Ermüdungs-Widerstandsfähigkeit“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 262).

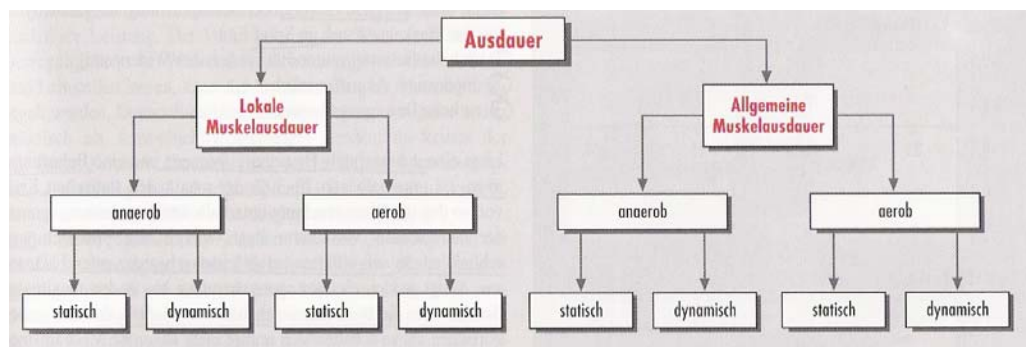


Abbildung 1: Schema der verschiedenen Formen von Ausdauerleistungsfähigkeit (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 263, nach Hollmann & Hettinger, 1976).

Die Ausdauer lässt sich wie die Abbildung 1 verdeutlicht, nach dem Umfang der beteiligten Muskulatur (allgemein/ lokal), nach der Art der Energiebereitstellung (aerob/ anaerob) und nach der Art der Muskelarbeit (statisch/ dynamisch) unterteilen.

Bei der lokalen Muskelausdauer handelt es sich um den Einsatz von weniger als $1/7$ bis $1/6$ der gesamten Skelettmuskulatur. Das entspricht durchschnittlich der gut entwickelten Muskulatur eines Beines. Von der allgemeinen Ausdauer spricht man, wenn mehr als $1/7$ bis $1/6$ der gesamten Skelettmuskulatur eingesetzt wird. Dies erfolgt beim Walking und Nordic Walking.

Die Muskelarbeit lässt sich in zwei Formen unterteilen. Es wird unterschieden zwischen der statischen Muskelausdauer, bei der keine Bewegung erfolgt und die sich durch Haltearbeit kennzeichnen lässt und der dynamischen Ausdauer, welche immer unter Bewegung stattfindet. Auf die dynamisch beanspruchte Muskulatur beim Walking und Nordic Walking wird in Kapitel 6 genauer eingegangen.

Zuletzt bestimmt ebenso die Energiegewinnung die Art der Ausdauer. Bei der anaeroben Energiebereitstellung kann die Energiegewinnung nicht ausreichend über die Sauerstoffzufuhr der Atmung bereitgestellt werden. Somit wird die Energie anoxidativ unter starker Laktatbildung bereitgestellt. Bei der aeroben Ausdauer dagegen erfolgt die Verbrennung der Energieträger oxidativ, so dass die notwendigen Stoffwechselprozesse durch die Sauerstoffzufuhr über die Atmung gesichert sind. Diese Unterscheidung der Stoffwechselprozesse ist von großer Bedeutung, weil das bei der anaeroben Energiegewinnung anfallende Laktat im Gegensatz zum CO_2 und H_2O nur sehr langsam aus der Zelle austreten kann. Die dadurch entstehende intrazelluläre Anhäufung führt zu einer Säuerung des Zellmilieus, d.h. ein Absinken des pH-Wertes. Dies führt zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit bis hin zum Belastungsabbruch. Ziel im Gesundheitssport ist nicht in diesem Bereich zu trainieren, um Überlastungen zu vermeiden, daher wird im Folgenden nur die aerobe Energiegewinnung dargestellt.

3.2 Energiegewinnung

Für die Energiegewinnung selbst stehen dem Körper verschiedene Brennstoffe zur Verfügung, die hier in vereinfachter Form dargestellt werden.

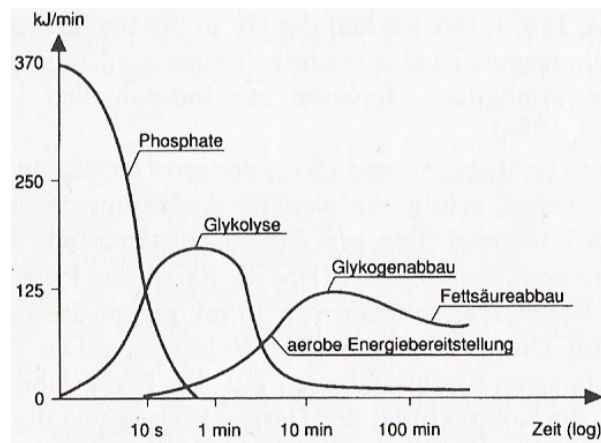


Abbildung 2: Zeitverlauf der Anteile des Energiestoffwechsels (Bös und Brehm, 1998, S. 149, nach Zintl, 1990, in Anlehnung an Keul, Doll & Keppler, 1969).

Zu Beginn jeder körperlichen Aktivität erfolgt die Energiebereitstellung durch körpereigenes Adenosintriphosphat (ATP), welches bereits in der Muskulatur vorhanden ist. Durch die Abspaltung einer Phosphatgruppe vom ATP kann die gespeicherte Energie anaerob alaktazid zur Verfügung gestellt werden. Diese Form der Energiegewinnung erfolgt ohne nennenswerten Sauerstoffverbrauch und es fällt kein Laktat als Abfallprodukt an.



Da nur ein sehr geringer Vorrat an ATP in der Muskelzelle bereits vorhanden ist, erfolgt durch ein weiteres energiereiches Phosphat, das Kreatinphosphat (KP), die Wiederauffüllung der Energiespeicher im Muskel in Form von ATP. Dies erfolgt ebenso anaerob alaktazid.



Diese beiden Stoffwechselfvorgänge können den Energiebedarf jedoch nur für wenige Sekunden decken, wobei die Resynthese von ATP kontinuierlich weitergehen muss. Dafür stehen dem Organismus Kohlenhydrate in Form von Glukose und Fette als Brennstoffe zur Verfügung. Die Energiegewinnung aus Kohlenhydraten kann auf aerobem und anaerobem Weg erfolgen. Deshalb er-

folgt nach vier bis sechs Sekunden Belastung anaerob der Abbau von Glukose, welches in der Muskulatur und in der Leber vorhanden ist, unter starker Bildung von Laktat. Mit andauernder Belastung (nach ca. 3 Minuten) erfolgt eine zunehmend aerobe Energiegewinnung durch Glukose mit einem kleinen Teil an Fetten und erreicht seine höchste Intensität der Fettverbrennung ab etwa 20-30 Minuten. Laktat fällt dann nur noch in ganz geringen Mengen an, welches vom Körper zur Energiegewinnung wiederverwertet werden kann. Die Fette werden ausschließlich über den aeroben Stoffwechsel und in Zusammenhang mit Glukose verbrannt. Es gibt keinen reinen Fettstoffwechsel und die Stoffwechselanteile bei der aeroben Energiegewinnung sind nur jeweils zugunsten des Kohlenhydrats- oder des Fettstoffwechsels verteilt.

Glukose → aerob und anaerob laktazid

Fett → ausschließlich aerob

Die einzelnen Phasen der Energiegewinnung erklären primär, was im Moment hauptsächlich verstoffwechselt wird. Zu beachten ist wie Abbildung 2 zeigt, dass einige Prozesse dabei zeitgleich ablaufen. Auch wenn beim Gesundheits-sport eine Vermeidung der anaeroben Energiegewinnung erfolgt, ist diese zu Beginn einer Belastung in den ersten Minuten nicht zu umgehen. Da die Energiegewinnung trotz der Unterteilungen in einzelne Phasen immer eine belastungs- und intensitätsabhängige Mischform ist, kann die anaerobe Belastung beim Walking und Nordic Walking gering gehalten und über die in Kapitel 5 aufgeführten Trainingsmethoden gesteuert werden.

3.3 Unterteilung der Ausdauer in KZA, MZA, LZA

Die Ausdauer wird aufgrund ihrer speziellen Form der Energiebereitstellung einer Unterteilung unterzogen, die sich vorrangig an der Intensität und der Zeitdauer orientiert. Hollmann & Hettinger (2000), Weineck (2000) und Pahlke (in Badtke, 1999) zeigen nur geringe Unterschiede in der zeitlichen Differenzierung der Ausdauer. Im weiteren Verlauf der Arbeit wird sich auf Pahlke (1999) bezogen. Seine zeitliche Unterteilung ist mit den einzelnen Phasen der Energiegewinnung in die Tabelle 1 eingefügt.

Tabelle 1: Unterteilung der Ausdauer nach der Energiegewinnung (nach Pahlke in Badtke, 1999, S. 373).

Form der Ausdauer	Dauer	Form der Energiebereitstellung
Schnelligkeitsausdauer (SA)	10 bis 35 Sekunden	anaerobe Energiebereitstellung muskeleigenes ATP Kreatinphosphat
Kurzzeitausdauer (KZA)	35 Sekunden bis 2 Minuten	anaerobe Energiebereitstellung Glukose-Metabolismus Höchste Geschwindigkeit: gleichzeitige Innervation aller einsetzbaren motorischen Einheiten → im Extremfall rein anaerobe Arbeit
Mittelzeitausdauer (MZA)	2 bis 10 Minuten	zunehmend aerobe Energiebereitstellung Glukose-Metabolismus Erhöhte Bewegungsgeschwindigkeit: zunehmende Rekrutierung motorischer Einheiten
Langzeitausdauer (LZA)	Alle Belastungen über 10 Minuten	fast ausschließlich aerobe Energiebereitstellung Geringe Bewegungsfrequenz: nur eine geringe Anzahl motorischer Einheiten in den beteiligten Muskeln gleichzeitig zur Kontraktion gebracht, die nicht beteiligten befinden sich in Ruhe
LZA I	10-35 min	überwiegend Glukose-Metabolismus
LZA II	35-90 min	Glukose und Fettstoffwechsel
LZA III	über 90 min	Hauptenergieträger: Fettstoffwechsel

Im Rahmen dieser Arbeit findet nur die *allgemeine aerobe dynamische Langzeitausdauer* (LZA) Berücksichtigung, mit der Walking und Nordic Walking betrieben wird. Bei der Langzeitausdauer I (10-35 min) sind die anaeroben Stoffwechselteile deutlich geringer. Bei dieser Dauer der Belastung kann be-

reits der maximale Wert der Sauerstoffaufnahme nicht mehr erreicht werden. Bei der LZA II (30-90 min) und ganz besonders bei der LZA III (über 90 min) erfolgt neben der aeroben Kohlenhydratverbrennung zunehmend die Oxydation freier Fettsäuren. Die Leistungsfähigkeit der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer wird „vor allem von der Kapazität des Herz-Kreislauf-, Atmungs- und Stoffwechselsystems bestimmt, sowie von der Qualität der bewegungstypischen Koordination“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 292). Sie bestimmt die Belastungsdauer und -intensität, mit der ein Gesundheitssportler das Walking- oder Nordic Walking-Training durchführen kann.

4 Adaptationen durch ein Ausdauertraining

Mit der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer erfolgt eine Erhöhung seiner physischen Leistungsfähigkeit. Ein Ausdauertraining bewirkt verschiedene präventive Wirkungen auf das Herz-Kreislauf- und Stoffwechselsystem. Auf die Steigerung der psychischen Belastbarkeit und die damit entstehende erhöhte Stresstoleranz und höhere psychische Stabilität wird im Weiteren nicht genauer eingegangen. Durch ein Ausdauertraining kann eine stabilere Gesundheit erreicht werden. „Je intensiver innerhalb physiologischer Grenzen ein Organ gefordert wird, desto stärker passt es sich der Belastung an, desto leistungsfähiger und widerstandsfähiger wird es“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 7). Die dafür notwendige Reizsetzung erfährt der Körper über eine aerobe dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen, was beim Walking und Nordic Walking erfüllt wird.

Das Prinzip der Adaptationen auf Herz-Kreislauf und Stoffwechsel erfolgt durch eine Störung der Homöostase des Körpers. Unter der Homöostase wird „die Aufrechterhaltung des biochemischen Zustandes des inneren Milieus des Organismus“ verstanden (Weineck, 2000, S. 77). Erst durch körperliche Aktivität erfolgen die Homöostasestörungen. Sie erfolgen nach dem allgemeinen Prinzip des trainingswirksamen Reizes. Der Körper versucht die Störungen auszugleichen und passt seinen Organismus und seine Organe an die veränderten Bedingungen mit dem Prinzip der Superkompensation an. Die folgenden Inhalte des Kapitels geben Aufschluss über die „allgemeinen“ physiologischen Adaptationen durch ein Ausdauertraining. Dabei ist zu sagen, dass kein Unterschied zwischen der Trainierbarkeit weiblicher Personen im Vergleich zu männlichen besteht. Wie ausgeprägt die Wirkungen durch Walking und Nordic Walking auf den Körper sind behandelt das Kapitel 9.

4.1 Metabolismus

Zu Beginn eines Ausdauertrainings erfolgen die Anpassungserscheinungen im Bereich einer Ökonomisierung der Stoffwechselprozesse. Dies findet primär in der Enzymaktivität des aeroben Stoffwechsels und damit in den Mitochondrien

statt. Die Mitochondrien, die auch als Kraftwerke der Zellen bezeichnet werden, dienen zur Energiegewinnung durch Oxidation verschiedener Nährstoffe in der Zelle. Dazu befinden sich in den Mitochondrien die Enzyme des Zitronensäurezyklus und der Beta-Oxidation, so dass ein aerobes Ausdauertraining zu einer Erhöhung der Aktivität der Enzyme in der Muskulatur für die aerobe Energiegewinnung führt. „Enzyme sind zum weit überwiegenden Teil hochmolekulare Eiweißverbindungen, die jeweils bestimmte chemische Reaktionen katalysieren (z.B. beschleunigen)“ (de Marées, 2003, S. 343). Die Enzyme koordinieren den Ablauf der Stoffwechselprozesse; ein Training erhöht ihre Konzentration.

Durch eine Steigerung der Aktivität der Enzyme kann der Trainierende bei einer vergleichbaren Belastungsintensität einen höheren Anteil der benötigten Energie durch Fette verwerten und damit den Gesamtumsatz erhöhen als ein Untrainierter. „Die Aktivität der aeroben Enzyme für die Oxidation der freien Fettsäuren, des Zitronensäurezyklus und der Atmungskette, liegen beim Trainierten um den Faktor drei höher als beim Untrainierten“ (Henriksson in Shephard & Åstrand, 1993, S. 63).

Die Erhöhung der oxidativen Zelleistung führt zu strukturellen und biochemischen Veränderungen, so dass die Zahl und Größe der Mitochondrien ansteigt. Das Ergebnis ist eine höhergradige Laktat- und Fettsäurenverwertung bei höchster Stoffwechselaktivität des Gesamtorganismus. Die Fettverbrennung setzt früher ein und dient bei einer zunehmenden hohen Belastung als primäre Energiequelle. Somit werden die Glykogenspeicher, die durch ein Ausdauertraining auch vergrößert werden, geschont und eine Belastung kann länger aufrechterhalten werden. Frauen haben bei derselben Belastungsintensität eine stärkere Energiegewinnung über Fette als Männer (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 304, zitiert nach Schlüssel & Hollmann, 1965; Schlierf et al., 1987).

Zusammenfassung

Die allgemeinen metabolischen Verbesserungen durch ein Ausdauertraining beinhalten eine Verbesserung der Enzymaktivität in der Muskulatur und damit eine Zunahme des Mitochondrienvolumens. Zusätzlich erfolgt eine Steigerung des Blut-Glukose-Spiegels.

4.2 Hormonsystem

Die körperliche Aktivität zeigt unterschiedliche Anpassungserscheinungen auf das Hormonsystem. Im speziellen erfolgt hier die Darstellung der Wirkung auf die Katecholamine und das Insulin.

4.2.1 Katecholamine

Zu den Katecholaminen zählen Adrenalin, Noradrenalin und Dopamin (nicht weiter berücksichtigt). Das Adrenalin steigert die Glykogenolyse, die Glykogenese in Muskulatur und Leber und die Lipolyse in Muskel- und Fettgewebe. Das Noradrenalin fördert die muskuläre Glukoseaufnahme, wirkt auf die Lipolyse im Fettgewebe und weniger in den Muskelzellen (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 311, zitiert nach Wahrenberg et al., 1987; Yeaman, 1990).

Durch ein Ausdauertraining passen sich sehr schnell die vegetativen und hormonellen Steuerungssysteme an. Eine regelmäßige dynamische körperliche Aktivität reduziert unter Belastung den sympathischen Tonus und steigert vorwiegend unter Ruhebedingungen und bei submaximalen Belastungen den parasympathischen Tonus. Zusätzlich bewirkt das Ausdauertraining eine Sensibilisierung der Katecholaminrezeptoren, deren Dichte gesteigert wird. Auf derselben submaximalen Belastungsstufe sind dadurch eine reduzierte sympathische Aktivität und eine vergrößerte maximale Leistungsfähigkeit vorhanden. Bei der gleichen Menge an Katecholaminen die freigesetzt werden, erfolgt eine verstärkte Freisetzung freier Fettsäuren aus dem Fettgewebe, so dass die Energiebelieferung verbessert wird.

Eine Senkung des Katecholaminspiegels durch ein Ausdauertraining führt zudem zu einer verminderten Stresseinwirkung auf das Herz. Der starke Sauerstoffverbrauch durch die Katecholamine kann zu einem Sauerstoffmangel im Herzmuskel führen. Durch eine Hemmung des Sympathikus wird der O₂-Verbrauch verringert und die Herzleistung ökonomisiert. Der Katecholamingehalt des Herzens kann bereits nach wenigen Wochen ein um 30 % gesenktes Ruhenniveau erreichen und damit die Empfindlichkeit des Herzens gegenüber frequenzsteigernden adrenergen Reizen erheblich senken (vgl. Weineck, 2000, S. 684, zitiert nach Straunzenberg, 1978).

4.2.2 Insulin

Das Insulin ist ein Hormon, das die Lipolyse hemmt und die Lipogenese fördert. Durch das Insulin wird die Aufnahme der Glukose in die Fettzellen erhöht und die Umwandlung der Glukose in Fettsäuren (Triglyzeride) gesteigert (vgl. de Marées, 2003, S. 427). Die Ausprägtheit des Fettgewebes wird durch die Menge der Nahrungsmittelzufuhr und die Insulinausschüttung bestimmt. Ein erhöhter Insulinspiegel begünstigt neben anderen Faktoren die Entstehung einer Arteriosklerose.

In die Muskelzelle gelangt die Glukose nur Mithilfe des Insulins. Ein Ausdauertraining hat dieselben Wirkungen bei einem erniedrigten Insulinspiegel. „Bei körperlicher Belastung steigen die Katecholamine an und hemmen beim Stoffwechselgesunden u.a. die Insulinfreisetzung aus der Bauchspeicheldrüse. Dadurch kann die Glykogenspaltung in der Leber aktiviert werden, die sonst vom Insulin gehemmt wird“ (De Marées, 2003, S. 431). Die körperliche Aktivität senkt den Insulinspiegel bei gleichzeitiger Vergrößerung der Insulinrezeptorenzahl und -sensitivität, was eine unveränderte oder verbesserte Glukosetoleranz und einen verringerten Insulinbedarf zur Folge hat (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 409, zitiert nach Wood et al., 1988). Das Insulin wird aber auch mit einer unveränderten Rezeptorenzahl besser verarbeitet. Zudem steigert das Ausdauertraining die Lipolyse bei gleichzeitiger Reduzierung des Kohlenhydratverbrauchs, wodurch die Glykogenvorräte eingespart werden und eine verlängerte Aktivität möglich ist.

Zusammenfassung

Zu den allgemeinen hormonellen Verbesserungen durch ein Ausdauertraining gehört zunächst einmal die Verminderung des Katecholaminspiegels in Ruhe und bei submaximalen Belastungen. Dies erfolgt bei einer gesteigerten Katecholaminsensitivität. Zusätzlich führt es zu einer Senkung des Insulinspiegels bei einer verbesserten Insulinsensitivität der Muskulatur. Weitere hormonelle Adaptationen sind nach Bös & Brehm (1998, S. 22) die Senkung des Harnsäurespiegels, der Anstieg des Cortisol, der Anstieg der Wachstumshormone und die Veränderung der Geschlechtshormonkonzentration. Diese Adaptationen wurden jedoch in den Studien über die Wirkungsweisen von Walking und Nor-

die Walking nicht untersucht, so dass sie im Folgenden keine weitere Berücksichtigung finden und nicht genauer erläutert werden.

4.3 Periphere Adaptationen

Die Adaptationen auf den Stoffwechsel (Mitochondrien und Enzyme) werden vom Organismus durch die Kapillarisation gefördert, da „die Diffusionswege für Sauerstoff und die angelieferten Substrate verkürzt (werden), womit vermehrt und beschleunigt Energie oxidativ zur Verfügung gestellt werden kann“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 377, zitiert nach Howald, 1972).

4.3.1 Kapillarisation

Ein Ausdauertraining führt zu einer verbesserten Durchblutung. Dies erfolgt grundlegend auch bei den Bewegungsformen Walking und Nordic Walking. Normalerweise fließt der weitaus größere Teil der Blutmenge direkt aus den Arteriolen über Kurzschlüsse (arterio-venöse Anastomosen) in die kleinen Venen. Dadurch können die Nährstoffe und der Sauerstoff nicht für die Ernährung der Muskelzelle verwendet werden. Bei einem Ausdauertrainierten erfolgt ein Verschluss der arterio-venösen Anastomosen und ein wesentlich größerer Anteil der Blutmenge strömt durch die geöffneten Kapillaren in der aktiven Skelettmuskulatur. Die Austauschfläche zwischen den Kapillaren und den Mitochondrien in den Muskelfasern ist größer und kürzer, so dass eine verbesserte Nährstoff- und Sauerstoffversorgung im Muskel erfolgt. „Zwei Monate Training mit submaximaler Intensität führt zu einer Steigerung der Kapillarenzahl um 50% (Henriksson in Shephard & Åstrand, 1993, S. 68, zitiert nach Anderson & Henriksson, 1977). Es erfolgt ein langsamerer Blutfluss bei gleicher Durchblutung, da sich der Kapillarabschnitt vergrößert. Der Sauerstoffgehalt sinkt in den Kapillaren, weil dem Kapillarblut mehr O₂ entnommen wird, was zur Folge hat, dass die arterio-venöse O₂-Differenz zunimmt. Je sauerstoffärmer das Blut zur Lunge zurückfließt, desto mehr kann aufgenommen werden. Es erfolgt durch eine trainingsbedingte Zunahme der Kapillarenzahl, durch eine akute Gefäßerweiterung in den Arterien und Arteriolen und durch den starken Sauerstoffbedarf in der arbeitenden Muskulatur, eine Erniedrigung des periphe-

ren Strömungswiderstandes. Die maximal mögliche Durchblutung steigt bei dem gleichen arterio-venösen Druckgefälle und es erfolgt eine verbesserte Versorgung der Muskulatur. Die Kapillarisation sorgt für eine verbesserte periphere Sauerstoff- und Substratausnutzung und hat eine Herzfrequenzabnahme zur Folge. Durch ein Ausdauertraining erfolgt ebenso eine Kapillarisation und Kollateralbildung im Bereich des Herzmuskels (vgl. Weineck, 2000, S. 687, zitiert nach Israel, 1978). „Vom Zustand der Kollateralen hängt nach Israel (1978) die Frühmortalität beim Herzinfarkt mit ab“ (Weineck, 2000, S. 688, zitiert nach Israel, 1978). „Durch Ausdauertraining kommt es zu einer kräftigen Dilatation der Koronareingänge sowie der Herzkranzgefäße selbst und somit zu einer weiteren Verbesserung der Blutversorgung der Herzmuskulatur in Ruhe und bei Belastung“ (Weineck, 2000, S. 688, zitiert nach Bühlmann & Froesch, 1974; Gottschalk, Israel & Berbalk, 1982). Die Intensität der Muskelbeanspruchung und der Sauerstoffausnutzung beim Ausdauertraining (Walking und Nordic Walking) tragen entscheidend zur Stärke der Kapillarisation bei.

4.3.2 Blut

Das Blut bekommt durch ein Ausdauertraining verbesserte Fließeigenschaften, die antithrombotisch sind. Dies zeigt sich in einer gesteigerten Konzentration an Hämoglobin, wodurch die Transportkapazität für Sauerstoff und die Sauerstoffreserve im Muskel erhöht ist.

Zusammenfassung

Die allgemeinen peripheren Verbesserungen durch ein Ausdauertraining werden primär durch die Kapillarisation ausgelöst, die eine verbesserte Durchblutung der Muskulatur bewirkt. Sie führt zu einer Reduzierung des peripheren Gefäßwiderstandes und einer Verbesserung der Blutverteilung in der Skelettmuskulatur. Die Kollateralbildung beinhaltet zudem eine Zunahme des myokardialen Sauerstoffangebots. Durch verbesserte Fließeigenschaften des Bluts steigt der Hämoglobingehalt an, der eine Verbesserung des Sauerstoffaufnahmevermögens und der Sauerstofftransportkapazität bewirkt.

4.4 Herz

Durch die körperliche Aktivität im Gesundheitssport kann die kardiale Mortalität gesenkt werden. Im Anfangsstadium einer körperlichen Aktivität bzw. eines Ausdauertrainings erfolgen hauptsächlich periphere Mechanismen, wie die veränderte intramuskuläre Blutverteilung in der Skelettmuskulatur und erste Stoffwechselveränderungen, die zu einer Ökonomisierung der Herzarbeit führen. Eine verbesserte intra- und intermuskuläre Koordination führt zu einer Verringerung der Herzarbeit für eine gegebene submaximale Belastungsintensität.

Mit zunehmender Trainingsdauer und -intensität resultieren daraus Anpassungserscheinungen im Herz-Kreislauf-System. Es zeigt sich eine Zunahme des Schlagvolumens und Abnahme der Herzfrequenz bei gegebener Belastungsintensität, wobei die Vergrößerung des Herzens im Sinne einer Sportherzbildung bei den Belastungsintensitäten des Gesundheitssports unterbleibt. Dadurch wird im Folgenden auf die Beschreibung des Sportherzens verzichtet. Durch die Ökonomisierung des Herz-Kreislauf-Systems wird die Belastbarkeit des Organismus erhöht. Die Adaptationen der Herzfunktionen durch ein Ausdauertraining zeigen sich unter Ruhebedingungen, bei submaximalen Belastungen, sowie in der Nachbelastungsphase.

Abbildung 3 zeigt deutlich, dass der Energieaufwand des Körpers in Ruhe beim Trainierten, trotz täglicher Mehrbelastung durch ein Ausdauertraining, um mehr als die Hälfte gesenkt ist. Die Senkung der Herzfrequenz hat zur Folge, dass die Herzarbeit ökonomisiert wird und äußert sich in einer Minderung der Herzbelastung und einer Reduzierung des Risikos einer koronaren Herzerkrankung. Diese Wirkungen entsprechen den Zielen des Gesundheitssportlers.

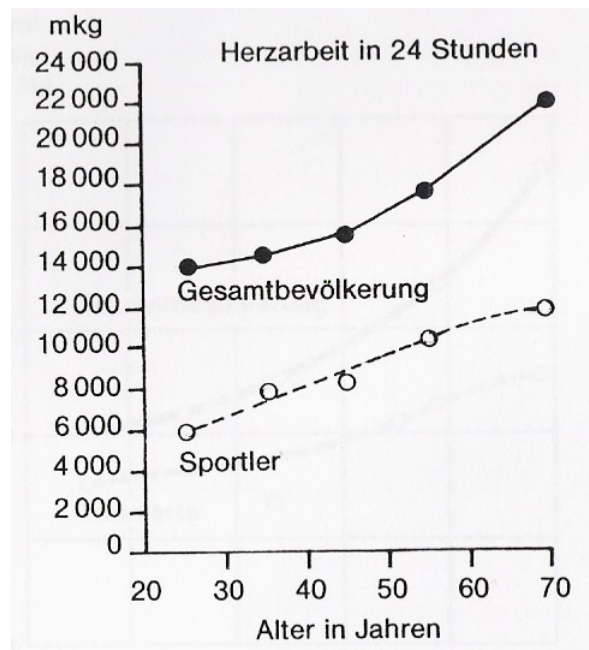


Abbildung 3: Die Herzarbeit bei gut trainierten Dauersportlern im Vergleich zur Gesamtbevölkerung (Weineck, 2000, S. 686, nach Mellewicz in Nöcker, 1976).

4.4.1 Herzfrequenz

Ausdauertrainierte verfügen über niedrige Schlagfrequenzen sowohl in Körperruhe als auch unter Belastung. „Eine Herzfrequenzabnahme um 10 Schläge/min bewirkt eine Sauerstoffenergieeinsparung von nahezu 15 %“ (Weineck, 2000, S. 687). Die trainingsbedingte Herzfrequenzabnahme zeigt eine enge Korrelation zur Zunahme des Herzzeitvolumens. Die Abnahme der Herzfrequenz, die durch die Umstellung des vegetativen Nervensystems von einem sympathischen zu einem parasympathischen System erfolgt, ist eine der ersten Trainingswirkungen durch das Ausdauertraining. Die Senkung der Herzfrequenz hat eine deutliche Reduzierung der täglichen Herzarbeit zur Folge, die zu einer geringeren Gefährdung für koronare Herzerkrankungen führt. Die maximale Herzfrequenz wird durch das Alter bestimmt und kann nicht vergrößert werden.

4.4.2 Schlagvolumen

Durch ein Ausdauertraining erfolgt eine Vergrößerung des maximalen Schlagvolumens. Das mittlere Schlagvolumen beträgt bei aufrechter Körperhaltung 70-80 ml und im Liegen zwischen 80-100 ml. Ausdauersportler können bei dem gleichen Herzminutenvolumen eine stark erniedrigte Herzfrequenz und eine Steigerung des Schlagvolumens um 10-30 ml haben.

Die Abnahme des peripheren Gefäßwiderstandes bewirkt eine Vergrößerung der Bluttransportfähigkeit der arteriellen Gefäße und zugleich auch einen vergrößerten venösen Rückstrom zum Herzen. Das hat eine Ausdehnung des Herzens und damit ein erhöhtes Blutangebot zur Folge. Das Herzschlagvolumen kann dadurch in Körperruhe und im maximalen Belastungsbereich signifikant zunehmen. Die Verminderung des Sauerstoffbedarfs führt zu einem „Schongang des Herzens“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 383, zitiert nach Knipping et al., 1955).

4.4.3 Blutdruck

Der Blutdruck steigt kontinuierlich mit der Beanspruchung des Herz-Kreislauf-Systems. Die Anpassungserscheinungen auf die Herzfrequenz und das Schlagvolumen führen zu einer Vergrößerung des enddiastolischen Volumens und einer Verkleinerung des endsystolischen Volumens. „Durch die Verminderung der Katecholaminausschüttung [...] kommt es zu einer zunehmenden Senkung und Stabilisierung des Blutdrucks“ (Weineck, 2000, S. 688). Durch den verringerten peripheren Widerstand und die Abnahme des arteriellen Drucks kann sich das Herz in der Systole stärker entleeren, was die Verkleinerung des endsystolischen Volumens begründet. Zudem steigt der Füllungsdruck auf den niedrigen bis mittleren Belastungsstufen durch den verminderten sympathischen Antrieb. Dies führt zu einer Einsparung von Sauerstoff und es erfolgt insgesamt eine extrakardiale Anpassung der Herzfunktionen. Das Herz selber wird in der Phase der Diastole durchblutet. Somit wird durch die Verlängerung der Diastolendauer das Herz verbessert durchblutet. Auch unter Belastung, wo sich die Systolendauer deutlich erhöht im Gegensatz zur Diastolendauer, wird keine Sauerstoffunterversorgung des Herzens erfolgen.

4.4.4 Herzvolumensteigerung

Das durchschnittliche Herzvolumen ist nach Hollmann und Hettinger (2000, S. 373) bei Männern mit 750-800 ml und bei Frauen mit 580-630 ml zu verzeichnen. Das maximal mögliche Herzminutenvolumen liegt bei Männern zwischen 900-1200 ml und bei Frauen bei maximal über 1000 ml (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 393). Die Größenzunahme des Herzens ist eine wesentliche Vorbedingung für die Vergrößerung des Schlagvolumens (SV) und bewirkt die Steigerung der Sauerstoffaufnahme-fähigkeit (vgl. Weineck, 2000, S. 160). Geringe Steigerungen der Herzgröße erfolgen bereits bei einem sechswöchigen Training im Intensitätsbereich der anaeroben Schwelle (vgl. Weineck, 2000, S. 162, zitiert nach Mader et al., 1976). Da beim Gesundheitssport durchaus bei 85 % der maximalen Herzfrequenz trainiert werden kann und dies nach Weineck (2000, S. 682) als Bereich der anaeroben Schwelle definiert wird, kann auch beim Gesundheitssport langfristig eine geringgradige Dilatation der Herzhöhlen und Hypertrophie des Herzmuskels erfolgen. Dabei ist in keinem Fall von einem Sportherzen zu sprechen, was erst nach mehrjährigem leistungssportlichem Training und nicht durch den Gesundheitssport entsteht.

Zusammenfassung

Die koronare Verbesserung durch ein Ausdauertraining ist die Senkung der Herzfrequenz, die bei ausreichender Trainingshäufigkeit, -dauer und -intensität zu einer Ruhe-Bradykardie und einer Arbeits-Bradykardie führen kann. Dies führt bei gleichem Herzminutenvolumen zu einer Vergrößerung des Schlagvolumens. Dieser entsteht zum einen durch die vermehrte Kapillarisation und eine geringe Dilatation und Hypertrophie des Herzens. Während der Belastung erfolgt dadurch ein geringerer Blutdruckanstieg. Das koronare Sauerstoffangebot ist erhöht, bei gleichzeitiger Senkung des Sauerstoffbedarfs des Herzens. Dabei erfolgt eine Minderbelastung des Herzens die eine Senkung des Risikos einer koronaren Herzerkrankung bewirkt.

4.5 Blutfett

Das Blutfett setzt sich aus Fetten und fettähnlichen Substanzen zusammen, welche in Wasser unlöslich sind und als Lipide bezeichnet werden. Zu hohe Blutfettwerte (Triglyzeride, Cholesterin) zählen zu den Risikofaktoren für die Entstehung von degenerativen Herz-Kreislauf-Erkrankungen, insbesondere der Arteriosklerose. Durch körperliche Belastungen im aeroben Bereich ist die Aktivität der Enzyme der Lipolyse (Spaltung der Triglyzeride aus dem Fettgewebe) gesteigert. Dadurch ist eine gesteigerte Konzentration der freien Fettsäuren und des Glycerins, bei gleichzeitig verringerter Triglyzeridkonzentration, im Plasma vorhanden. Dies kann durch ein intensives Ausdauertraining auch in Ruhe erlangt werden. „Die adrenalinstimulierte Lipolyse kann nach einem 20wöchigen Ausdauertraining auf einem Fahrradergometer bei männlichen Personen um 66%, bei weiblichen um 46% vergrößert werden (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 379, zitiert nach Despres et al., 1984). Die steigende Laktatausschüttung im anaeroben Bereich und an der anaeroben Schwelle hemmt die Mobilisierung von Fettsäuren.

Das Cholesterin gehört auch zu den Lipiden. Das Cholesterin ist nicht gänzlich schlecht, sondern bestimmt seinen positiven wie negativen Wirkungsgrad durch seine Zusammensetzung. Cholesterin ist eine fettähnliche wasserlösliche Substanz, welche aufgrund ihrer Zusammensetzung im Blut als Lipoproteine transportiert wird. Das Cholesterin hat vier Abstufungen, wobei in diesem Rahmen das HDL-, LDL- und VLDL-Cholesterin erläutert werden. In der Leber werden aufgenommene Fette umgewandelt zum VLDL („very low density lipoprotein“), das eine sehr geringe Dichte aufweist. Mit der Abgabe an die Blutbahn und die Abspaltung von Triglyzeriden werden sie zu LDL („low density lipoprotein“) verdichtet, die jedoch immer noch eine erniedrigt Dichte aufweisen und arteriosklerotische Wandverdickende Wirkung haben, welche wie das VLDL die Entstehung einer koronaren Herzerkrankung fördert. Das HDL („high density lipoprotein“) zeigt dagegen aufgrund seiner hohen Dichte eine Schutzfunktion gegen Gefäßwandveränderungen.

Durch ein regelmäßiges Ausdauertraining können erhöhte Blutfettwerte gesenkt werden, bei gleichzeitiger Verminderung des LDL-Cholesterins und der Steigerung des Gehalts an Alpha-Lipoproteinen (HDL), welche einen entschei-

denden Schutzfaktor für die Arteriosklerose darstellt (vgl. Weineck, 2000, S. 691, zitiert nach Bang et al., 1971; Dufaux et al., 1979; Mellerowicz & Franz, 1981). Des Weiteren erfolgt eine stärkere Verschiebung des VLDL-Cholesterins zu dem weniger aggressiven LDL-Cholesterin.

In wieweit die Effekte auf die Blutfette auch durch ein aerobes Ausdauertraining mit Walking und Nordic Walking erreicht werden können untersuchen die Studien in Kapitel 9.

Zusammenfassung

Die oben genannten allgemeinen metabolischen Verbesserungen durch ein Ausdauertraining werden ergänzt durch Verminderung der Blutfette. Es erfolgt eine Verringerung der Triglyzeride. Zudem erfolgt eine Veränderung der Cholesterinzusammensetzung zugunsten des protektiven HDL-Cholesterins. Dadurch erfolgt eine Senkung des LDL- und VLDL-Cholesterins.

4.6 Maximale Sauerstoffaufnahme

Die maximale Sauerstoffaufnahme ($VO_2\text{max}$) ist die „Sauerstoffmenge, die pro Minute bei individuell maximal möglicher dynamischer Arbeit großer Muskelgruppen aufgenommen werden kann (z.B. beim Laufen oder Radfahren)“ (Pschyrembel, 2002, S. 1482). Dies entspricht der arteriovenösen Sauerstoffdifferenz. Zudem ist sie das Bruttokriterium der kardiopulmonalen und metabolischen Leistungsfähigkeit nach der die Belastung beim Ausdauertraining und damit auch beim Walking und Nordic Walking gesteuert werden kann, da sie zur Beurteilung der maximalen Leistungsfähigkeit dient.

Die maximale Sauerstoffaufnahme kann relativ oder absolut gemessen werden. Die *absolute* maximale Sauerstoffaufnahme wird in Milliliter (Liter) pro Minute ($\text{ml O}_2/\text{min}$) angegeben. Der mittlere Maximalwert für Männer zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr liegt bei 3,3 l/min und für Frauen bei 2,2 l/min. Die genannten Werte wurden auf dem Fahrradergometer ermittelt. Auf dem Laufband werden um ca. 10 % höhere Werte erreicht, da eine größere Muskelmasse eingesetzt wird (vgl. De Marées, 2003, S. 455, zitiert nach Hollmann, 1982). Die *relative* maximale Sauerstoffaufnahme ist bezogen auf das Körper-

gewicht der aktiven Person ($\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$). Für die Beurteilung der aeroben Kapazität ist die relative maximale O_2 -Aufnahme geeigneter, da sie die auf das Körpergewicht bezogene Größe darstellt. Damit sind die Werte verschiedener Personen untereinander vergleichbar. Dies ist notwendig, da ein 60 kg schwerer Läufer nicht die gleiche Sauerstoffmenge umsetzen kann, wie ein Läufer der 95 kg wiegt. Die mittlere relative maximale Sauerstoffaufnahme liegt bei Männern zwischen dem 20. und 30. Lebensjahr bei ca. $45 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$ und bei Frauen bei ca. $38 \text{ ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$. Wird die VO_2max in Bezug zum fettfreien Körpergewicht ermittelt, was bei Männern und Frauen gleich ist, gibt es kaum Unterschiede zwischen Männern (46-49 ml) und Frauen (44-48 ml) (vgl. De Mairées, 2003, S. 456).

Die maximale Leistungsfähigkeit wird beeinflusst durch das Alter. Die absolut höchsten Leistungswerte werden etwa mit 20 Jahren erreicht, danach kommt es zu einem ständigen Leistungsabfall, der mit 65 Jahren durchschnittlich bei 70 % der VO_2max eines 25jährigen liegt (vgl. Hartley in Shephard und Åstrand, 1993, S. 88).

Die maximale Sauerstoffaufnahme kann durch ein Ausdauertraining durchschnittlich um 15-25 % gesteigert werden. Erst nach mehreren Jahren kann eine Steigerung um bis zu 40 % erreicht werden (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 371, zitiert nach Ikai, 1967; Kitagawa et al., 1972; Hollmann, 1965; Åstrand & Rodahl, 1979). Die Größe der maximalen Sauerstoffaufnahme zu Beginn eines Trainings und die Gestaltung des Trainings sind entscheidend für das Ausmaß der Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme. Die Belastungsdauer spielt dabei eher eine untergeordnete Rolle. Da die meisten Ausdauereinheiten nur unterschiedlich große Prozentsätze der gesamten Skelettmuskulatur beanspruchen und dementsprechend nur ein Teil der arteriellen und kapillaren Gefäße erweitert ist, sind unterschiedliche Belastungsintensitäten notwendig, um mehr motorische Einheiten zu rekrutieren und damit eine Steigerung der maximalen O_2 -Aufnahme zu bewirken. „Der absolut höchste Wert für die akut höchste maximale Sauerstoffaufnahme wird [...] durch Bergauflaufen erreicht. Der in dieser Hinsicht wirksamste Prozentsatz der Steigung liegt zwischen 3 und 10 %. Die hierbei erreichte maximale Sauerstoffaufnahme ist um 3-5 % höher als beim Laufen auf der Ebene“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 319).

5 Belastungsnormativa und -methoden für das Fitness- und Gesundheitstraining

Zur Verbesserung der aeroben Ausdauer bedarf es einer vergrößerten Leistungsfähigkeit des kardiopulmonalen und metabolischen Systems, welche durch eine spezifische muskuläre Beanspruchung erreicht werden kann. Die Trainingssteuerung kann durch die Herzfrequenz, den Laktat Spiegel und die maximale Sauerstoffaufnahme erfolgen.

Die empfohlenen Herzfrequenzbereiche für den Gesundheitssport befinden sich bei 60-85 % der maximalen Herzfrequenz.

Die Belastungsnormativa für das Fitness und Gesundheitstraining nach den Vorgaben des American College of Sports Medicine (ACSM) in Bezug auf die Sauerstoffaufnahme besagen, dass ein Ausdauertraining mindestens mit einer Intensität von 50 % der VO_{2max} durchgeführt werden muss, um messbare Anpassungseffekte des Stoffwechsels und des Herzkreislaufsystems auszulösen (vgl. Schwarz et al., 1998, zitiert nach dem ACSM, 1995). „Dieser gekennzeichnete Bereich der Sauerstoffreserve, der ein zusätzliches Maß neben der Herzfrequenzreserve für die Effektivität eines Herz-Kreislauf-trainings [sic] darstellt (ACSM 1998), reicht im Mittel von $21,6 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ [50 % VO_{2R} (~ 60 % VO_{2peak}), untere Grenze] bis zu $31,0 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ [85 % VO_{2R} (~ 87 % VO_{2peak}), obere Grenze]“ (Schwarz, 2001, S. 77, zitiert nach ACSM, 1998; Straunzenberg, 1979).

Eine ähnliche Steuerung der Belastungsintensität kann über die Einheit MET erfolgen. MET ist eine im amerikanischen gebräuchliche Maßeinheit, die den Energieverbrauch in Bezug zum Körpergewicht angibt (vgl. Dickhuth & Schlicht, 1997, S. 11, zitiert nach McArdle, Katch & Katch, 1986). Ein MET entspricht einer $3,5 \text{ ml}$ (Titze, 1997, S. 192, zitiert nach Ainsworth et al, 1992) bzw. $3,6 \text{ ml O}_2\text{-Aufnahme/ kg Körpergewicht/ min}$ (Dickhuth & Schlicht, 1997, S. 10, zitiert nach McArdle, Katch & Katch, 1986) bei einer ruhig sitzenden erwachsenen Person. Des Weiteren ist 1 MET in Zusammenhang zum Energieverbrauch gleichzusetzen mit $1 \text{ kcal pro kg Körpergewicht/ Zeit (h)}$ (vgl. Titze, 1997, S. 192, zitiert nach Ainsworth et al, 1992). Die Menge an MET trifft eine Aussage darüber wie viel mal höher der Energieverbrauch bei

einer aktiven Person sein soll. METs-Angaben müssen als Richtwerte ohne Berücksichtigung individueller Besonderheiten verstanden werden, da interpersonelle Unterschiede in Bezug auf den Energieeinsatz bei verschiedenen Tätigkeiten bestehen.

5.1 Belastungsnormativa

„Die kardiopulmonale Kapazität und Leistungsfähigkeit ausdauertrainierter Alterssportler entspricht den Leistungswerten untrainierter Personen, die 20-30 Jahre jünger sind“ (Weineck, 2000, S. 681, zitiert nach Harre, 1975).

Die angesprochenen Adaptationen können nur erfolgen indem man den Körper beim Ausdauersport einem ständigen Wechsel von Belastungs- und Erholungsreizen in richtig abgestimmter Form unterzieht. Dieses Trainingsprinzip ist auch beim Walking und Nordic Walking anzuwenden. Das Training kann durch die in Tabelle 2 angeführten Trainingsmittel gestaltet werden.

Tabelle 2: Belastungsnormativa zur Trainingsgestaltung

Reizdauer	= Einwirkung des Reizes
Reizintensität	= Stärke des einzelnen Reizes
Reizumfang	= Dauer und Zahl der Reize pro Trainingseinheit
Reizdichte	= Zeitliche Aufeinanderfolge der Reize/ Pausendauer
Trainingshäufigkeit	= Zahl der Trainingseinheiten pro Tag oder Woche → Gesamttrainingsvolumen

Grundsätzlich bestimmen Dauer und Intensität der Belastungen den Arbeitserfolg. Die Intensität der Anpassungserscheinungen auf das Herz-Kreislauf-System ist abhängig vom Grad der Trainiertheit. Eine Verbesserung des Trainingszustandes führt zu geringeren Störungen des biochemischen Gleichgewichts. Die Folge davon sind geringere Anpassungserscheinungen, die nur durch Veränderungen des Umfangs, der Intensität und den Trainingsmitteln zu

einem weiteren Belastungsanstieg verhelfen. Es werden neue überschwellige Reize benötigt, die zu einer weiteren Störung der Homöostase führen. Einseitige Trainingbelastungen führen zur Stagnation.

Ein Minimalprogramm des Trainings ist besonders wertvoll um untrainierte Personen zu einem sportbetonten und damit gesundheitlich wertvollen Lebensstil zu führen. Es erfolgt ganz nach der Methode „mit einem minimalen Zeitaufwand zu einem Maximum an gesundheitlich wertvoller Adaptation zu erlangen“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 405). Es wird ihnen ermöglicht Schritt für Schritt durch das Minimalprogramm dieses Ziel zu erreichen. Für das Minimalprogramm wird eine „Belastungsintensität von 50-70 % der maximalen Kreislaufleistungsfähigkeit, falls es sich um untrainierte Personen handelt und eine dreimal wöchentliche Belastung von mindestens 30 min“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 412) empfohlen. Untrainierte können bereits mit sehr geringen Belastungsintensitäten Trainingseffekte erzielen. Wichtig ist, dass ein Minimalprogramm nur das beinhaltet, was es vom Namen her verspricht. Wenn durch dieses Programm die erwünschten gesundheitsbezogenen Veränderungen des Organismus erfolgen, müssen Belastungsdauer und/oder die Belastungsintensität erhöht werden, um weitere und optimale Adaptationen zu erlangen.

Die niedrigen Trainingsintensitäten des Minimalprogramms bewirken eine Verringerung der Ruhepulsfrequenz und somit eine mögliche Steigerung der Intensität bei gleicher Belastungsherzfrequenz. Dabei bleibt das Herzvolumen jedoch unverändert. Ein tägliches Training bei mindestens 70 % der maximalen Herzfrequenz von mindestens 30 min Dauer ist nötig, um das Herzminutenvolumen zu vergrößern. Wenn ein tägliches Training nicht möglich ist, wird ein zweimaliges wöchentliches Training von je etwa 60minütiger Dauer oder ein dreimaliges Training von etwa 30-60minütiger Dauer empfohlen (vgl. Hollmann und Hettinger, 2000, S. 409).

Als trainingswirksamer Bereich wird ein wöchentlicher Mehrverbrauch von 2000 kcal von der American Heart Association und dem American College of Sports Medicine (ACSM) zur Prävention chronisch-degenerativer Krankheiten empfohlen, dass regelmäßig und möglichst täglich, durch eine moderate körperliche Aktivität von mindestens 30 Minuten Dauer erfolgen soll (vgl. Höltke et al., 2003, S. 275). Unter diesen Bedingungen ist auch „die geringste Inzidenz

an myokardialen Infarkten und ein Optimum an Schutzwirkung bezüglich eines KHK-Risikos bei Männern“ (Höltke et al., 2003, S. 274, zitiert nach Paffenbarger, 1978) und eine Reduktion des Risikos weiterer Krankheitsbilder (Höltke et al., 2003, S. 274, zitiert nach Drygas et al., 2000) zu beobachten.

Verschiedene Wissenschaftler z. B. Sygusch et al. (2005), Duncan et al. (2005) Brunc (1993) und Niesten-Dietrich et al. (1994) untersuchen die Wirkungsweisen von Walking und von Gymnastikinterventionen bei einem Kalorienverbrauch von 500-1500 kcal. Diese Untersuchungen erfolgen nach dem Interesse, die Anforderungen des Gesundheitssports noch niedriger zu halten, damit sich jeder Bürger für den Sport begeistern kann. In wieweit dabei noch ausreichende Effekte auf das Herz-Kreislauf- und Stoffwechsel-System erfolgen behandelt Kapitel 9 ausführlicher.

5.2 Trainingsmethoden

Die Trainingslehre bietet verschiedene Trainingsmethoden und -inhalte zur Steigerung der kardiovaskulären und metabolischen Gesundheit.

- Dauermethode
- Intervallmethode
- Wiederholungsmethode
- Wettkampfmethode

In Bezug auf die Thematik des Walking und Nordic Walking sind die ersten beiden Methoden relevant und werden nachfolgend erläutert.

5.2.1 Dauermethode

Die Dauermethode dient zur Verbesserung der aeroben Kapazität durch eine umfangbetonte lange Belastung (mehr als 10 Minuten) ohne Unterbrechung. Dies ist die am häufigsten angewandte Trainingsmethode beim Walking und Nordic Walking. Es werden dabei alle für eine aerobe Energiegewinnung zuständigen Organ- und Energiesysteme angesprochen. Die Belastungsintensität liegt je nach Leistungsfähigkeit des Aktiven bei 50-85 % der maximalen Sau-

erstoffaufnahme und 60-85 % der maximalen Herzfrequenz. Es wird zwischen einer extensiven und einer intensiven Dauerperiode unterschieden.

5.2.1.1 Extensive Dauerperiode

Die extensive Dauerperiode ist gekennzeichnet durch hohe Trainingsumfänge und relativ niedrige Intensitäten und dient der Verbesserung der Grundlagenausdauer I. Das Training erfolgt bei 70-90 % der anaeroben Schwelle mit 60-80 % der maximalen Herzfrequenz und 50-70 % der VO_2max . Dabei erfolgt eine geringere Nutzung des Kohlenhydratstoffwechsels zugunsten des Fettstoffwechsels. Als Resultat folgen Anpassungen im Bereich des Fettstoffwechsels und im speziellen eine deutliche Aktivitätszunahme der Enzyme der Beta-Oxydation (aerober Fettsäureabbau). Die Kohlenhydratspeicher werden innerhalb dieser Belastungsintensität geschont und zeigen dadurch eine weniger stark ausgeprägte Superkompensation.

5.2.1.2 Intensive Dauerperiode

Im Bereich von 90-100 % der anaeroben Schwelle und 75-85 Prozent der maximalen Herzfrequenz ist die intensive Dauerperiode einzuordnen. Zudem erfolgen etwa 70-80 % der maximalen Sauerstoffaufnahme, wobei der 80-Prozentbereich den Belastungsreiz an der anaeroben Schwelle widerspiegelt. Durch das Training auf dieser Intensitätsstufe erfolgt eine verstärkte Aktivierung des Glukosestoffwechsels mit einer starken Ausschöpfung des Zuckerspeichers. Durch die Superkompensation werden die Glykogenspeicher im Muskel erhöht. Ausdauerläufe an der anaeroben Schwelle können maximal über 45 bis 60 Minuten absolviert werden, bis sie durch die rasche Entleerung der Glykogenspeicher zum Belastungsabbruch führen (vgl. Weineck, 2000, S. 171).

Durch einen Wechsel der extensiven und intensiven Dauerperiode kann im Gesundheits- wie im Freizeitsport die aerobe Ausdauer im Bereich des Fettstoffwechsels, wie auch des Kohlenhydratstoffwechsels verbessert werden. Zugleich erfolgt eine unterschiedliche trainingswirksame Reizsetzung auf das Herz-Kreislauf-System.

5.2.2 Intervallmethode

Bei der Intervallmethode wird zwischen einer Belastungsphase und einer Erholungsphase unterschieden. Beide Phasen tragen zu einer Ökonomisierung der Herztätigkeit bei. Während der Belastungsphase erfolgt über die Herzdruckarbeit eine Hypertrophie der Herzmuskulatur. Die Erholungsphase besteht aus einer „lohnenden Pause“ von 30 Sekunden bis zu ca. 5 Minuten bei Trabpausen von 100 bis zu 1000 m (vgl. Weineck, 2000, S. 174, zitiert nach Schmolinsky, 1980). Nach Belastungsabbruch erfolgt ein relativ schneller Abfall der Pulsfrequenz, wobei das Ausmaß des Abfalls abhängig vom Trainingszustand ist. Der rasche Abfall des systolischen und diastolischen Blutdrucks erfolgt bei erhöhter Blutdruckamplitude. Daraus lässt sich ein vergrößertes Schlagvolumen erkennen, welches den Reiz für die Dilatation der Herzhöhlen bietet.

Der Abfall der Herzfrequenz erfolgt logarithmisch, so dass nur ein Teil der Pause lohnend ist. Zumeist sollte die lohnende Pause nicht länger als 1-1,5 Minuten sein, da ansonsten die Herz-Kreislauf- und Stoffwechselaktivität auf Ruhewerte absinken würde und bei jedem neuen Intervall die körpereigenen Regulationsmechanismen erneut gestartet werden müssten. Somit erfolgt bei einer Herzschlagfrequenz von 120-140 Schlägen/min der nächste Belastungsreiz. Die Pause fällt deutlich kürzer aus, je besser der Trainingszustand und je kürzer die Tempostrecke ist.

Auch beim Intervalltraining sind eine extensive und eine intensive Form zu unterscheiden:

Extensive Intervallmethode

- Hoher Umfang, relative geringe Intensität

Intensive Intervallmethode

- Relativ geringer Umfang, hohe Intensität

Die Unterschiede der beiden Methoden sind in der Energiegewinnung festzustellen. Die Energiegewinnung bei der intensiven Intervallmethode erfolgt bei einer Belastungsdauer von etwa ein bis vier Minuten mit hoher Belastungsintensität (mehr als 90 % der V_{O_2max}) verstärkt über die Glykolyse und erzeugt eine verbesserte anaerobe Kapazität (vgl. Weineck, 2000, S. 175). Diese Me-

thode spricht daher nicht für den Gesundheitssport. Bei der extensiven Methode ist der Anteil der Energiegewinnung aus Kohlenhydraten etwas geringer. Die Intensität ist mit der intensiven Dauer Methode zu vergleichen, da das Training an der anaeroben Schwelle erfolgt. Als Ergebnis des Trainings wird eine Verbesserung der maximalen Sauerstoffaufnahme durch ein größeres Schlagvolumen erreicht. Diese Trainingsmethode wird im Gesundheitssport auch Anfängern empfohlen, da es ihnen häufig nicht möglich ist eine Belastung von 30 Minuten durchgehend aufrecht zu erhalten. Sie befinden sich dabei, durch die ungewohnte Belastung für den Körper, oftmals an oder über der anaeroben Schwelle und können durch die Pausen die hohe Herzfrequenz wieder erniedrigen. Die Pausengestaltung sollte „aktiv“ gestaltet werden, um über die Muskelpumpe das vom Herzen vermehrt ausgeworfene Blut zum Herzen zurück zu pumpen. Ansonsten würde das Blut in der Peripherie durch die dort weitgestellten Gefäße versacken. Das bedeutet für Walking und Nordic Walking, dass die hohe Geschwindigkeit verringert wird und zu einem langsamen Gehen übergewechselt wird.

Zusammenfassung

Maßgeblich für eine gesteigerte Ökonomisierung des Herz-Kreislauf-Systems ist die Nutzung der Vielzahl der genannten Trainingsmethoden (Abbildung 4), um den Körper ständig wechselnden zielgerichteten Störungen der Homöostase auszusetzen. Bei der Trainingssteuerung ist die individuelle momentane Leistungsfähigkeit zu berücksichtigen. Ein Ausdauertraining im Grundlagentrainingsbereich I (GA I) führt zu einer Ökonomisierung des Herz-Kreislauf-Systems und damit zu einer vegetativen Umstellung. „Die Intensität der körperlichen Belastung muss deutlich über der durchschnittlichen „Alltagsbelastung“ liegen, die etwa 30 % der maximalen Sauerstoffaufnahme beansprucht“ (Weineck, 2000, S. 682). Geeignete Ausdauersportarten kennzeichnen sich durch ihren zyklischen Charakter und sollten große Muskelgruppen beanspruchen.

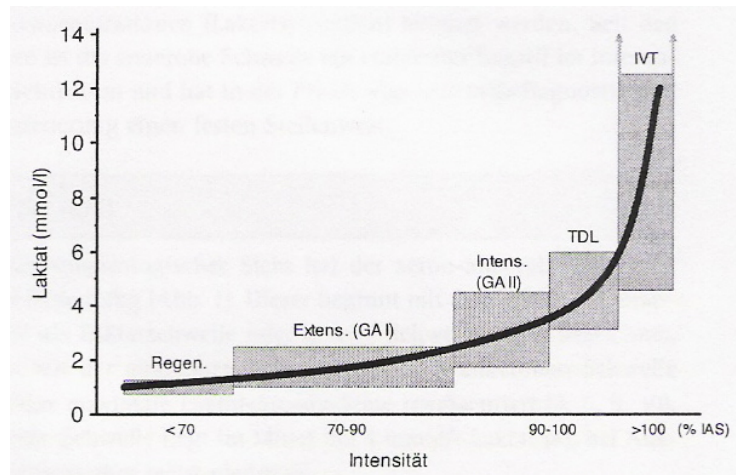


Abbildung 4: Verschiedene Trainingsprogramme durchgeführt mit unterschiedlichen Prozentanteilen der individuellen anaeroben Schwelle (Kindermann, 2004, S. 162).

Ein Ausdauertraining an der anaeroben Schwelle (GA II) führt zu morphologischen Veränderungen, mit einer stärkeren Ökonomisierung der Herzfähigkeit. Die Adaptationen durch das Ausdauertraining fallen deutlich geringer aus, je höher die Ausdauerleistungsfähigkeit des Trainierenden ist. Weitere Anpassungserscheinungen erfolgen dann zumeist nur über eine Intensitätssteigerung und nicht über eine Verlängerung der Belastungsdauer.

Für ein Anfänger- und ein Fortgeschrittenentraining sind die Dauermethoden und extensive Intervallmethode die Trainingsformen der Wahl. Sie entsprechen den Forderungen des Gesundheitssports und bergen kein koronares Risiko. Der unterschied zwischen einem Einsteiger und einem Fortgeschrittenen ist, dass bei demselben Bereich von beispielsweise 70 % der maximalen Herzfrequenz der Fortgeschrittene ein deutlich intensiveres Training absolvieren kann, durch eine Rechtsverschiebung der Laktatkurve. Das Ziel ist weiterhin die Verbesserung der allgemeinen Grundlagenausdauer, wofür ein umfanggesteigertes Training notwendig ist.

5.3 Belastung und Erholung

Besonders wichtig ist bei einem Ausdauertraining der korrekte Einsatz von Belastung und Erholung. Eine zu häufige Reizsetzung führt zu einer Verminde-

rung der sportlichen Leistungsfähigkeit. In der Erholungsphase hebt der Körper zum Schutz vor der nächsten Belastung seine Leistungsfähigkeit an. Dafür benötigt er je nach der gewählten Belastungsform eine unterschiedlich lange Erholungsphase. Die Wiederauffüllung der Glykogenspeicher erfolgt innerhalb von 1 bis 2 Tagen. Nach einem Training im Grundlagenausdauerbereich I kann durchaus am nächsten Tag fortgefahren werden. Die zwei Tage sind bei höheren Belastungen, wie dem intensiven Intervalltraining nötig, das wie angesprochenen nicht im Gesundheitssport betrieben wird. Ein Gesundheitssportler der im Bereich der Grundlagenausdauer I trainiert und damit keine völlige Entleerung der Glykogenspeicher erfährt, braucht sich keine Sorgen über ein mögliches Übertraining machen. Viel wichtiger ist, dass die Belastungsreize regelmäßig und häufiger in der Woche, nach dem Prinzip der kontinuierlichen Belastung, erfolgen, damit die Leistungsfähigkeit ansteigen kann. Größere Pausen führen zu einem Abfall der Leistungsfähigkeit. Nach intensiveren Trainingseinheiten sollte jedoch einen Tag pausiert werden, bevor eine weitere Belastungseinheit erfolgt.

Wenn durch das ungewohnte Ausdauertraining ein Muskelkater entsteht, sollte nicht mit derselben Intensität fortgefahren werden. Ein bei geringerer Belastungsintensität durchgeführtes Training fördert die Durchblutung der Muskulatur und hilft die zerstörten Strukturen abzubauen. Nach dem Abklingen kann dann die Intensität wieder gesteigert werden.

6 Abgrenzung der Sportarten Walking und Nordic Walking in Bezug auf Technik und Geschwindigkeit

Dieses Kapitel widmet sich den unterschiedlichen Bewegungsformen von Walking und Nordic Walking.

6.1 Walking

Walking ist eine dynamische Bewegungsform, welche sich vom normalen Gehen durch eine höhere Geschwindigkeit unterscheidet und durch eine höhere Schrittfrequenz und einen aktiveren Armeinsatz zustande kommt. Der Fußaufsatz erfolgt hüftbreit, so dass bei dieser Technik eine Vermeidung der orthopädisch negativ gesehenen Beckenkippung und Torsionsbewegung stattfindet, die für das Sportgehen typisch ist. Das Sportgehen erfolgt mit extremen Hüftrotationen, da die Füße in einer Linie aufgesetzt werden und kurze Bodenkontaktzeiten und höchstmögliche Schnelligkeit entscheidend sind.

Beim Walking ist dieselbe Muskulatur wie beim „normalen Gehen“ aktiv. Sie wird jedoch intensiver und dynamischer eingesetzt, was vermuten lässt, dass eine vermehrte Rekrutierung motorischer Einheiten erfolgt. Man unterscheidet beim Gehen jeweils eine vordere und hintere Stütz- sowie Schwungphase, die im Folgenden nach Weineck (1997, S. 205) erläutert wird:

Hauptsächlich durch den M. triceps surae erfolgt der Abdruck des hinteren Beines wodurch die hintere Schwungphase des Spielbeins erzeugt wird. Dabei wird das Bein durch die Mm. ischiocruales in der Hüfte gesteckt und im Kniegelenk gebeugt (Abbildung 5a+b). Durch die Mm. ischiocruales und bei gleichzeitiger Dorsalextension des Fußes durch den M. tibialis anterior schwingt das Bein nach vorne (Abbildung 5b). Innerhalb der vorderen Schwungphase (Abbildung 5c) werden die Mm. ischiocruales vermehrt gedehnt durch die Anspannung des M. rectus femoris, den M. iliopsoas und den M. tensor fasciae latae. Zugleich wird durch die M. ischiocruales die Kniestreckung abgebremst. Die Unterschenkelstreckung erfolgt beim langsamen Gehen hauptsächlich passiv. Beim Walking wird der Unterschenkel bewusst durch die

Anspannung des M. quadriceps femoris gesteckt, was zu einem größeren Schritt führt. Zusätzlich wird beim Walking die hintere und vordere Schwungphase deutlich aktiver und mit einer stärkeren Kontraktion der Mm. ischiocrurales und des M. quadriceps femoris ausgeführt, da dadurch maßgeblich eine Steigerung der Geschwindigkeit erreicht werden kann.

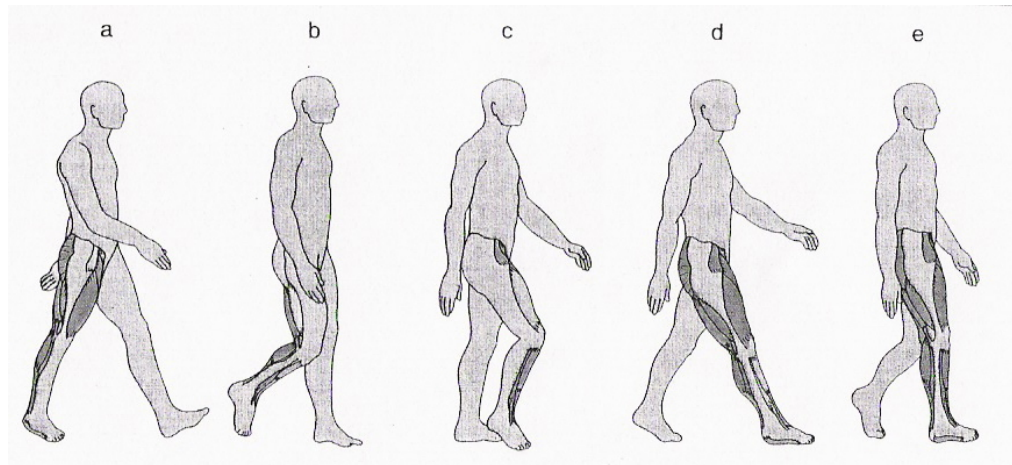


Abbildung 5: Muskelbeteiligung in der hinteren und vorderen Schwung- bzw. Stützphase beim Gehen (Weineck, 1997, 2005).

Die vordere Stützphase beginnt mit dem Aufsetzen der Ferse. Dabei kontrahiert sich der die Hüfte streckende M. gluteus maximus. Unterstützt wird er dabei durch die Mm. adductores und den Mm. ischiocrurales (Abbildung 5d). Der M. tibialis anterior bringt den Körperschwerpunkt über die Füße und der M. triceps surae sorgt beim Aufsetzen der Zehen für einen starken Bodenkontakt der Fußsohle. Abbildung 5e zeigt die Sicherung vom Fuß und die Streckung des Beins, die durch den M. quadriceps femoris und der M. tensor fasciae latae erfolgt. Mit der Hüftstreckung durch den M. gluteus maximus und die Mm. ischiocrurales erfolgt die hintere Stützphase. Dieser Prozess erfolgt beim Gehen automatisch und langsamer. Beim Walking dagegen kann durch eine bewusste Anspannung des M. gluteus maximus die Hüfte schneller gestreckt und diese Phase verkürzt werden. Der Abdruck des Fußes und die damit verbundene Plantarflexion und Kniestreckung erfolgen hauptsächlich durch den M. quadriceps femoris und den M. triceps surae (Abbildung 5a). Beim Walking werden in der Abdruckphase des Fußes die Muskeln deutlich intensiver kont-

rahiert, da die größte Steigerung der Walkinggeschwindigkeit durch den Abdruck des Fußes erfolgt.

Die Schrittfrequenz des Walking wird zusätzlich durch den aktiven Einsatz der Arme erhöht. Die Ellenbogen befinden sich im 90° Winkel neben dem Körper und schwingen diagonal zu den Beinen. Der Einsatz größerer Muskelgruppen erfolgt intensiver als beim „normalen Gehen“. Im Vergleich zum Joggen hat Walking keine Flugphase, wodurch die vertikalen Bodenreaktionskräfte verringert sind:

- Gehen: 1-1,5fache des Körpergewichts
 - Laufen: 3-4fache des Körpergewichts
- (vgl. Schwarz et al., 1998, S. 315).

6.2 Nordic Walking

Nordic Walking ist vom Bewegungsablauf ähnlich dem Walking. Die Füße werden hüftbreit aufgesetzt und es findet keine Flugphase statt. Der Stock birgt die Besonderheit. Er bietet Hilfe beim Vortrieb, insbesondere Bergauf und in der Ebene. Die Stöcke bewegen sich geradlinig neben dem Körper. Der Unterschied zum „normalen Gehen“ und Walking besteht in einer längeren Schrittdauer und Stützphase, so dass eine geringere Schrittfrequenz erfolgt und sich die auftretenden Kraftstöße über einen größeren Zeitraum verteilen. Durch den größeren Schritt wird beim Nordic Walking die Abdruckphase bis zum letzten Moment herausgezögert und es erfolgt eine längere Kontraktion des M. triceps surae und des M. quadriceps femoris. Dadurch ist das hintere Bein länger gestreckt. Durch die verlängerte vordere Schwungphase ist beim Aufsetzen des Fußes das Kniegelenk relativ gestreckt.

Da Nordic Walking in leichter Vorlage des Oberkörpers ausgeführt wird gehört zur richtigen Technik in jedem Fall eine gute Körperspannung. Durch den Stockeinsatz in der vorderen Stützphase (Abbildung 5d) neigen viele Nordic Walker dazu sich in ein Hohlkreuz zu drücken und damit Beschwerden in der Lendenwirbelsäule hervorrufen.

Der Stock wird in einem sehr flachen Winkel aufgesetzt und dabei nah an der Hüfte entlang geführt. Die dadurch entstehende Kraft ist nach vorne gerichtet. Der Stock wird durch die Retroversion der Arme aktiv nach hinten geführt.

Das Vorführen des Arms aus der Rückhalte erfolgt auf den ersten Blick weitestgehend mit Schwung und ab der Neutralstellung durch den Pars clavicularis und einem Teil des Pars acromialis des M. deltoideus. Zusätzlich helfen der M. biceps brachii, der M. coracobrachialis, der M. serratus anterior und der M. pectoralis mit den Anteilen Pars clavicularis und Pars sternocostalis. Die Retroversion der Arme erfolgt mit einer deutlich höheren Muskelspannung als die Anteversion, da sie den Schub nach vorne bewirken soll. Beim Einsatz des Stocks und der damit verbundenen Senkung der Arme erfolgt die vermehrte Rekrutierung motorischer Einheiten des M. pectoralis major, des M. triceps brachii und des M. latissimus dorsi. Zusätzlich erfolgt eine Kontraktion im M. deltoideus (Pars spinalis und ein Teil Pars acromialis), M. subscapularis und im M. teres major. Für den richtigen Einsatz der Technik wird zusätzlich durch den M. trapezius die Schulter etwas angehoben, damit der Stock intensiver eingesetzt werden kann. Dies erfolgt auch bei der Schwungphase des Arms nach vorne, damit der Stock nicht über den Boden schleift.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten den Stock einzusetzen (nach Liedtke und Lagerström, 2004):

Diagonalkoordination:

- Gleichzeitiges Vorschwingen des linken Beines und rechten Armes

Passgang

- Gleichzeitiges Vorschwingen der Arme und Beine derselben Seite.
→ Beim Bergaufgehen lässt sich dadurch die Streckerarbeit des Beines auf derselben Seite unterstützen

Doppelstocktechnik:

- Beim Bergabgehen, insbesondere bei steileren Passagen dient diese Technik als „Bremse“ zur Entlastung der Gelenke der unteren Extremität. Die populärwissenschaftliche Literatur schlägt dafür häufig auch den diagonalen Wechsel vor, womit sich zwar auch die Belastung reduzieren lässt, aber nicht in der intensiven Art und Weise, wie es mit der Doppelstocktechnik möglich ist.

Das Einstiegstempo liegt beim Walking nach Schwarz et al. (1998) und Bös und Schott (1997) bei ca. 5 km/h (Tabelle 3). Die besten Walker erreichen maximale Geschwindigkeiten von 9-10 km/h und liegen damit in vergleichbaren

Geschwindigkeitsbereichen wie langsame Jogger. Schnelleres Walken ist dagegen kaum möglich, ohne die Hüfte wie beim Sportgehen zu rotieren (vgl. Bös und Schott, 1997, S. 145).

Tabelle 3: Geschwindigkeitsbereiche – Anfänger und Freizeitsportler (nach Bös und Schott, 1997, S. 145).

Walking (Anfänger):	5 km/h	Jogger (Anfänger):	6,7 km/h
Schnelleres Walking:	9 km/h	Geübte Freizeitjogger:	12-15 km/h
Sportgeher:	bis zu 20 km/h		

Die langsamen Walker sind dagegen mit einer Geschwindigkeit von 5 km/h kaum schneller als Spaziergänger. Dabei sollte berücksichtigt werden, dass diese Walker wahrscheinlich deutlich langsamer Spazieren gehen. Die genannten Geschwindigkeiten gelten auch für das Nordic Walking, bei dem anatomisch derselbe Bewegungsradius möglich ist.

7 Ein Vergleich der physiologischen Wirkungsweise von Walking und Nordic Walking

Der folgende Vergleich von Studien soll Aufschluss geben, ob zwischen Walking und Nordic Walking Unterschiede in Bezug auf die Sauerstoffaufnahme, die Herzfrequenz, das Laktatverhalten und das Belastungsempfinden besteht. Dabei erfolgt ebenso ein Vergleich von Walking und Nordic Walking mit dem Joggen. Die Wirkungsweisen erhalten eine getrennte Betrachtung und die jeweiligen Ergebnisse werden nachfolgend diskutiert.

7.1 Sauerstoffaufnahme und Herzfrequenzverhalten

Roschinsky (2005) beschreibt in der populären Zeitschrift *Condition* die höchste Differenz zwischen dem Walking und dem Nordic Walking. Dieser behauptet, dass beim Nordic Walking die Herzfrequenz um ca. 13 % und die Sauerstoffaufnahme um bis zu 46 % höher ist als beim normalen Walking (vgl. Roschinsky, 2005c, S. 60). Die folgenden Studien untersuchen, inwieweit und in welcher Höhe Differenzen zwischen Walking und Nordic Walking bestehen.

7.1.1 Walking und Nordic Walking im Vergleich

Church et al. haben 2002 bei einer Feldtestung hohe Effekte durch das Nordic Walking feststellen können. Die Teilnehmer ($30,5 \pm 8,4$ Jahre) durften bei der Testung ihre eigene Walkinggeschwindigkeit laufen, die im Durchschnitt 5,9 km/h betrug. Es zeigten sich signifikante Steigerungen der Sauerstoffaufnahme, des Kalorienverbrauchs und der Herzfrequenz. Beim Nordic Walking war die Herzfrequenz 6 % ($p < .001$) höher als beim Walking. Das Nordic Walking zeigt gegenüber dem Walking eine durchschnittlich 20,6 %ige Steigerung des Sauerstoffverbrauchs ($p < .001$). Dabei waren deutliche Unterschiede zwischen den Probanden zu sehen. Die Teilnehmer die einen starken Stockeinsatz ausübten, hatten einen deutlich höheren Sauerstoffverbrauch. Sie mussten feststellen, dass nicht jeder Teilnehmer den Stockeinsatz in der gleichen Intensität ausübt. Bei den Frauen zeigten sich Unterschiede im Sauerstoffverbrauch von

8-47,6 % durch den unterschiedlichen Stockeinsatz. Bei Männern zeigte sich ein Range von 4,8-62,7 %. Die Steigerung der Sauerstoffaufnahme während des Nordic Walking beläuft sich durchschnittlich auf 20 % und ist deutlich von dem Stockeinsatz abhängig.

Ein möglicher Einfluss auf die stark ausgeprägte Sauerstoffaufnahme bei dieser Studie mag die Tatsache sein, dass die Testungen bei Temperaturen von 22-40°C stattgefunden haben. Dies hat einen starken Einfluss auf die Herzfrequenz und damit auch auf die Sauerstoffaufnahme. Hohe Temperaturen stellen einen deutlich höheren Stress für den Organismus dar. Der Wechsel von bereits recht hohen zu sehr heißen Temperaturen verstärkt das Problem insbesondere bei moderat Trainierten und stellt eine mögliche Fehlerquelle in der Untersuchung dar. Somit können die ausgeprägten Einzelwerte von bis zu 62 % bei Männern kaum den Normalwerten eines Walkingtrainings entsprechen. Es ist unverständlich, warum die Probanden der Studie eine so geringe Geschwindigkeit von 5,9 km/h wählten, obwohl sie sehr jung und nicht untrainiert waren. Für eine verbesserte Ausbelastung sind deutlich höhere Geschwindigkeiten notwendig.

Die Untersuchung von Porcari et al. von 1997 zeigt dasselbe Ergebnis wie Church et al. (2002). Die Teilnehmer konnten mit einer selbst gewählten Walkinggeschwindigkeit laufen, was durchschnittlich zu $6,5 \pm 0,5$ km/h führte. Die Ergebnisse zeigen, dass die Herzfrequenz beim Nordic Walking um 15-21 Schläge höher ist (13 % bei Männern und 19 % bei Frauen). Der Sauerstoffverbrauch ist beim Nordic Walking durch den zusätzlichen Stockeinsatz 23 % ($4,4 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$) höher als beim Walking.

Der Studienverlauf ist nicht nachvollziehbar. Die Walking und Nordic Walking Interventionen erfolgen am selben Tag und es wird nicht deutlich wie viel Regenerationszeit besteht und welche Testung zuerst erfolgte.

Rodgers et al. (1995) führten ihre Studie mit 10 moderat aktiven Frauen ($23,6 \pm 4,0$ Jahre) auf dem Laufband bei 6,7 km/h und 0% Steigung durch. Die Testung bestand jeweils aus einer 30minütigen Einheit Walking (Wa) und Nordic Walking (Nwa). Die Ergebnisse in Bezug auf den Sauerstoffverbrauch zeigen, dass dieser beim Nordic Walking im Mittel um 10,73 % ($p \leq .05$) aus-

geprägter ist, als beim Walking in derselben Zeit und bei gleicher Geschwindigkeit (NWa= $20,5 \pm 1,2 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$; Wa = $18,3 \pm 2,5 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$). Die Herzfrequenz (HF) zeigt keine signifikanten Unterschiede. Beim Nordic Walking ist die Herzfrequenz tendenziell höher (HF beim NWa: $132 \pm 19 \text{ S/min}$, beim Wa: $121 \pm 21 \text{ S/min}$) und zeigt eine durchschnittliche Steigerung der HF um 10 S/min (vgl. Rodgers et al., 1995, p. 610).

Zu einem ähnlichen Ergebnis kommen auch Schiebel et al. (2003). Ihre Untersuchung erfolgt mit 15 älteren (58 ± 9 Jahre) leicht adipösen Präventionssportlern in einem Dauertest über 15 Minuten bei 6 km/h und 0% Steigung. Die Sauerstoffaufnahme ist bei ihren Probanden beim Nordic Walking nur um $9,5 \%$ ($p < .01$) höher als beim Walking. Geringere Auswirkungen von $4,8 \%$ ($p < .01$) verzeichnen sie ebenso bei der Herzfrequenz. Aigner et al. (2004) kommen zu einem vergleichbaren Ergebnis mit einer signifikanten Steigerung der Herzfrequenz von $4,5 \%$ beim Nordic Walking.

7.1.2 Walking, Nordic Walking und Joggen im Vergleich

Menier und Pugh (1968) verglichen Walking und Joggen miteinander und stellen fest, dass bei einer Geschwindigkeit von über 8 km/h der Sauerstoffverbrauch fast zweimal so hoch war, wie beim Laufen mit derselben Geschwindigkeit. Die Studienteilnehmer waren Olympische Geher, so dass aufgrund der speziellen Gehtechnik Geschwindigkeiten von bis zu $13,5 \text{ km/h}$ erreicht wurden. Diese Ergebnisse zeigen, dass Walking seine Effektivität in Bezug auf die Sauerstoffaufnahme und den Energieverbrauch mit ansteigender Geschwindigkeit erhält. Diese Technik ist für den Gesundheitssport keine interessante Gehmethode. Das wird daran deutlich, dass mit der gesundheitsbetonten Walkingtechnik im Höchstfall Geschwindigkeiten von bis zu 10 km/h erreicht werden können. Somit wird im Folgenden erläutert, in wieweit das Walking in seiner Effektivität mit der des Joggens auch bei geringeren Geschwindigkeiten zu vergleichen ist.

Schwameder et al. (2005) verglichen in ihrer Studie den O_2 -Verbrauch von Walking und Nordic Walking mit dem Laufen. Die Probanden führten Walking und Nordic Walking mit einer Geschwindigkeit von $5,7 \text{ km/h}$ (langsam) und

7,7 km/h (schnell) durch. Das Joggen erfolgte bei einer Geschwindigkeit von 7,7 km/h (langsam) und ca. 9,7 km/h (schnell-individueller Schnitt). Des Weiteren verglichen sie die Effektivität des Nordic Walking mit der richtig ausgeführten Technik und mit einer schlecht ausgeführten Technik. Als Ergebnisse präsentiert sich, dass der O₂-Verbrauch mit zunehmender Geschwindigkeit ansteigt und somit auch der Energieverbrauch erhöht ist. Beim Walking und Nordic Walking erfolgt durch die Geschwindigkeitssteigerung eine hochsignifikante Zunahme des Sauerstoffverbrauchs um 60 % (vgl. Schwameder et al., 2005, S. 27). Innerhalb des Nordic Walking beim Vergleich der unterschiedlichen Techniken stellte sich heraus, dass der Energieverbrauch beim Nordic Walking mit einer schlechten Technik nur eine geringe nicht signifikante Zunahme von 5 % gegenüber dem Walking aufweist. Die „gute“ Nordic Walking Technik dagegen zeigt eine Zunahme des O₂-Verbrauchs zwischen 23 % und 33 %. Der Vergleich von Nordic Walking und Laufen zeigt, dass „beim Laufen gegenüber dem Nordic Walking mit guter Technik bei gleicher Geschwindigkeit der Sauerstoffverbrauch im Schnitt signifikant um 16 % geringer ist. Erst eine Erhöhung der Laufgeschwindigkeit um 2 km/h liefert einen etwa gleich hohen Energieverbrauch wie das Nordic Walking“ (Schwameder & Ring, 2005, S. 27). Schwameder und Ring führten keine Untersuchungen zum Herzfrequenzverhalten durch.

Greiwe und Kohrt (2000) untersuchten die physiologischen Adaptationen durch das Walking und Jogging bei verschiedenen Geschwindigkeitsstufen (Walking: 4,0, 5,6 km/h; Walking und Jogging: 7,2, 8,0, 8,8, 9,6, 10,4 km/h) bei körperlich aktiven Frauen (26,9 ± 1,4 Jahre) und kamen zu anderen Ergebnissen. Die Resultate in Abbildung 5 zeigen, dass Walking in Bezug auf den Sauerstoffverbrauch vergleichbar ist mit Joggen. „At speeds of 7.2 and 8.0 km·h⁻¹, there were no significant differences in the rates of oxygen consumption during walking and jogging“ (Greiwe & Kohrt, 2000, p. 300). Erst bei Geschwindigkeiten über 8 km/h ist der O₂-Verbrauch beim Walking signifikant höher (p < .01) als beim Joggen.

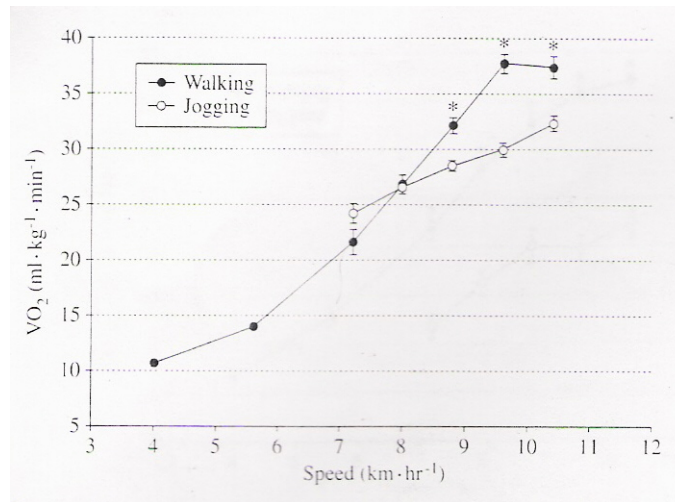


Abbildung 6: Sauerstoffverbrauch beim Walking und Joggen ($p < .01$) (Greive & Kohrt, 2000, S. 299).

Die Herzfrequenz zeigt ebenso bei 7,2 km/h und bei 8,0 km/h keine signifikanten Unterschiede zwischen Walking und Joggen. Erst ab einer Geschwindigkeit von 8,8 km/h erfährt auch die Herzfrequenz eine signifikante Steigerung von etwa 8 Schlägen pro Minute gegenüber dem Joggen, welche zusammen mit der erhöhten Sauerstoffaufnahme erfolgt.

Schiffer et al. (2006) können die hohen Unterschiede im Sauerstoffverbrauch zwischen Walking und Nordic Walking ebenso nicht bestätigen.

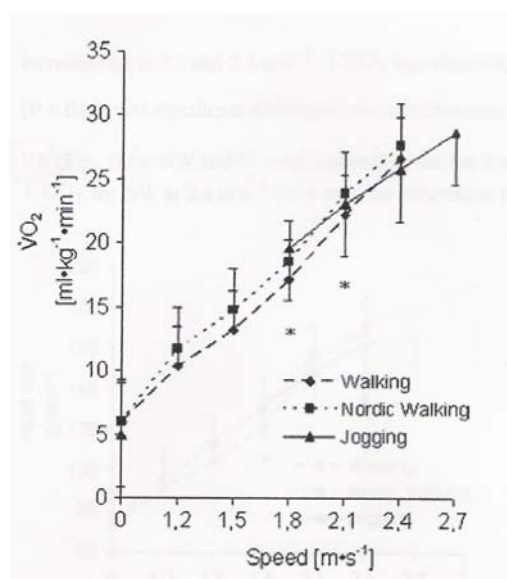


Abbildung 7: Relativer Sauerstoffverbrauch beim Walking, Nordic Walking und Joggen ($p < .05$) (Schiffer, 2006).

Umrechnung:

$$1,8 \text{ m} \cdot \text{s} = 6,5 \text{ km/h}$$

$$2,1 \text{ m} \cdot \text{s} = 7,6 \text{ km/h}$$

$$2,4 \text{ m} \cdot \text{s} = 8,6 \text{ km/h}$$

$$2,7 \text{ m} \cdot \text{s} = 9,7 \text{ km/h}$$

$$3 \text{ m} \cdot \text{s} = 10,8 \text{ km/h}$$

Die einzigen signifikanten Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking liegen bei 6,5 km/h und 7,6 km/h um 8 % und 7 % ($p < .05$) zugunsten des Nordic Walking. Das Joggen dagegen hat bei 6,5 km/h sogar einen geringfügig höheren Sauerstoffverbrauch, der auf den folgenden Intensitätsstufen (8,6 und 9,7 km/h) leicht unter den Verbrauch beim Walking und Nordic Walking sinkt. Die Herzfrequenz ist bei 8,6 km/h beim Nordic Walking und Walking signifikant ($p < .01$) höher als beim Joggen, jedoch bestehen zwischen Walking und Nordic Walking keine signifikanten Unterschiede.

Parker et al. (2002) können dagegen gar keine Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking verzeichnen. Die körperlich aktiven Probanden im durchschnittlichen Alter von 30 Jahren absolvierten jeweils einen Walking- und einen Nordic Walking-Stufentest und zeigen keine signifikanten Unterschiede im Hinblick auf die maximale Sauerstoffaufnahme ($NWa = 45,2 \pm 5,3$ vs. $Wa = 45,2 \pm 6,7$ ml/ 'kg⁻¹ · min⁻¹) und die Herzfrequenz ($NWa = 146 \pm 16,9$ vs. $Wa = 147 \pm 12,3$ /min).

Schwarz et al. (2001) führten nur Untersuchungen bezüglich der Herzfrequenz durch und stellten fest, dass beim Gesundheitssportler die maximale Herzfrequenz um 7 % ($p < .05$) und die Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle um 17 % geringer ist als beim Joggen.

Zusammenfassung

Im Vergleich zwischen Walking, Nordic Walking und Joggen zeigen sich größere Differenzen im Sauerstoffverbrauch. Schwameder und Ring (2005) stellten beim Nordic Walking einen deutlich höheren Sauerstoffverbrauch von 23-33 % fest, der jedoch von Schiffer et al. (2006) und Greiwe und Kohrt (2000) widerlegt wird. Schiffer et al. (2006) konnten nur geringe Differenzen von 7-8 % auf zwei Belastungsstufen feststellen, die von Greiwe und Kohrt (2000) erst ab einer Geschwindigkeit von 8 km/h bestätigt werden. Parker et al. (2002) konnten dagegen gar keine Differenzen zwischen dem Walking und Nordic Walking aufzeigen. Da über das Studiendesign von Schwameder und

Ring (2005) keine ausreichende Beschreibung vorliegt, können die hohen Ergebnisse keiner genaueren Prüfung unterzogen werden.

Die Herzfrequenzangaben zeigen keine signifikanten Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking. Beide sind dagegen auf der höchsten Belastungsstufe signifikant höher als beim Joggen. Die Ergebnisse von Schwarz et al. (2001) bezüglich der geringeren Herzfrequenz als beim Joggen lassen sich dadurch erklären, dass die Ausbelastung beim Walking nur bis zu einer Geschwindigkeit von 8 km/h erfolgte. Die beiden anderen Studien zeigen eine Steigerung auch erst ab einer Geschwindigkeit von etwa 8 km/h. Die Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle erfolgt in dieser Studie nach dem Modell von Hagberg und Coyle (1983) bzw. Röcker et al. (1997), da „zur Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle nach Stegmann et al., (22) [...] eine hinreichende Ausbelastung notwendig (ist), die beim Walking aufgrund technischer Probleme und/oder orthopädischer Beschwerden nicht immer gewährleistet war“ (Schwarz et al., 2001, S. 138). In diesem Fall wird das Basislaktat beim Laufen plus 1,5 mmol/l und beim Walken und Radfahren plus 1 mmol/l ergänzt. Da sich die anderen Studien bezüglich der anaeroben Schwelle an der 4 mmol/l-Schwelle nach Mader (1976) orientieren, sind die Ergebnisse in dieser Studie von Schwarz et al. (2001) nicht mit den anderen zu vergleichen.

7.1.3 Vergleich von Walking und Nordic Walking bei Steigung

Während die bisherigen Studien das Walking und Nordic Walking in der Ebene untersuchten, beschäftigen sich die folgenden Studien mit den physiologischen Erscheinungsbildern bei verschiedenen Steigungen.

Höltke et al. verglichen 2005 in ihrer Studie Walking und Nordic Walking im moderaten Intensitätsbereich bei derselben Geschwindigkeit von 5 km/h und sich verändernden Steigungswinkeln. Das Testdesign ist gekennzeichnet durch 8 Belastungsstufen (3 min Stufendauer, 30s Pause). Innerhalb dieser Stufen erfolgt eine Erhöhung der Steigung von 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% bis zu 9 %. Dieser Test wurde einmal mit und einmal ohne Stöcke durchgeführt. Es erfolgt beim Nordic Walking im Mittel eine $4,3 \pm 1,3$ % höhere Sauerstoffaufnahme als beim Walking. Diese erfolgt jedoch, wie in der Graphik von Höltke et al. zu sehen ist, nur in 3 Belastungsstufen signifikant. Das Nordic Walking in

der Ebene (0 % Steigung), bei 2 % und bei 9 % Steigung hat eine signifikant höhere Sauerstoffaufnahme.

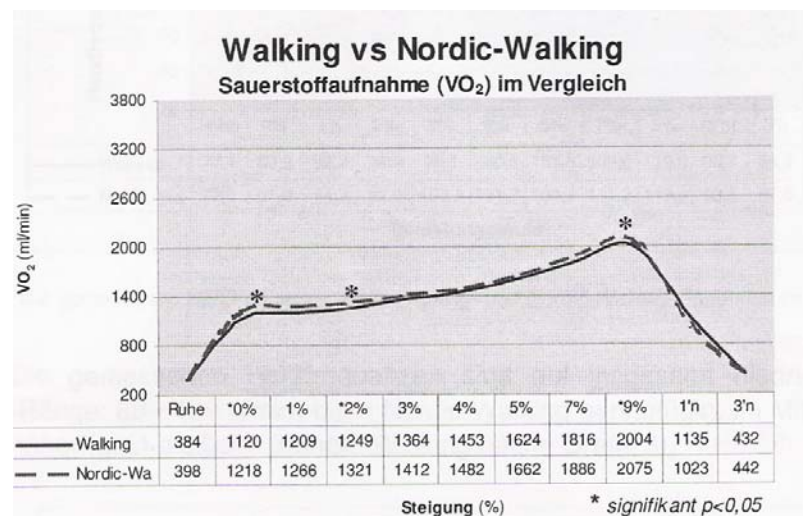


Abbildung 8: Die gemessene Sauerstoffaufnahme beim Walking und Nordic Walking im Vergleich (Höltke et al., 2005, S. 2).

Die Herzfrequenz beim Nordic Walking zeigte sich geringfügig höher (im Mittel 2,4 s/min), wobei keine signifikanten Unterschiede bestehen.

Schiebel et al. (2003) reihen sich mit den Ergebnissen ihres Steigerungstests (0%, 2,5%, 5%, 7,5%) bei einer Geschwindigkeit von 5 km/h im Mittelfeld ein. Sie bestätigen die Ergebnisse von Rodgers et al. (1995) und die eigenen Ergebnisse ihres Dauertests (oben angeführt), da beim Steigerungstest derselbe höhere Sauerstoffverbrauch von 9,6 % in der Ebene vorhanden ist. Der höhere Sauerstoffverbrauch beim Nordic Walking nimmt mit zunehmender Steigung etwas ab (0 % Steigung = 9,6 % Mehrverbrauch (MV); 2,5 % = 7,3 % MV; 5 % = 4,7 % MV; 7,5 % = 4,5 % MV). Jedoch erfolgt in „jeder“ Stufe ein signifikant höherer Sauerstoffverbrauch im Gegensatz zu den Ergebnissen bei Höltke et al. (2005).

Die Herzfrequenz war durchschnittlich in allen Steigungen signifikant um 3,9 % höher beim Nordic Walking.

7.2 Laktatverhalten

Die bisherigen Studien zeigten nur die Unterschiede zwischen dem Walking und Nordic Walking in Bezug auf die Sauerstoffaufnahme und die Herzfrequenz. Aigner et al. untersuchten 2004 speziell das Laktatverhalten und fanden dabei heraus, dass beim Nordic Walking der Laktatspiegel wie in Abbildung 9 zu sehen, zwischen 3 und 7 km/h signifikant höher ist, als beim Gehen ohne Stockeinsatz. Die fixe aerobe Schwelle von 2 mmol/l wird von diesen Probanden beim Nordic Walking bereits bei einer mittleren Geschwindigkeit von 5,6 km/h, die fixe anaerobe Laktatschwelle von 4 mmol/l bei 7,2 km/h erreicht gegenüber 6,6 km/h bzw. 7,7 km/h beim normalen Gehen (vgl. Aigner et al., 2004, S. 34).

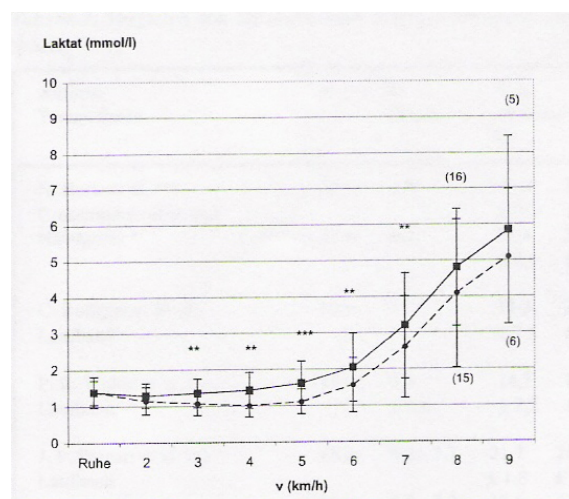
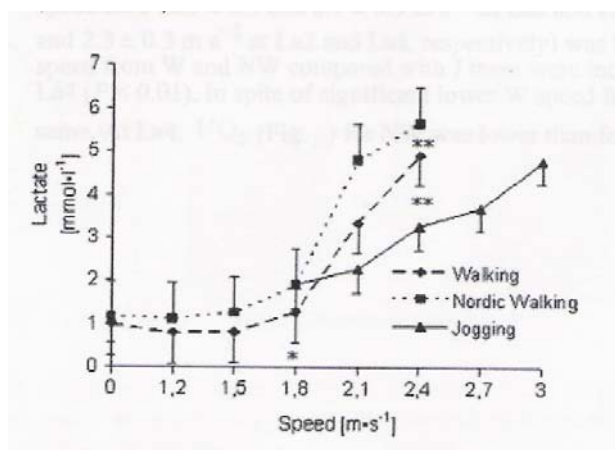


Abbildung 9: Verlauf der arteriellen Laktatkonzentration beim Nordic-Walking-Test bzw. beim Gehtest ohne Stöcke. (** $p < .01$; *** $p < .001$; $N=20$, Zahlen in Klammern geben die Anzahl der verbliebenen Testpersonen an ■—■ Nordic Walking, ●---● Gehtest ohne Stöcke) (Aigner et al., 2004, S. 34).

Schiffer et al. (2006) bestätigen mit ihrer Studie die Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking und vergleichen diese mit der Laktatausschüttung beim Joggen. Die Laktatbildung ist auf allen Belastungsstufen beim Nordic Walking höher als beim Walking. Der deutliche Laktatanstieg wie in Abbildung 10 zu sehen beginnt bei diesen Probanden bereits ab einer Geschwin-

digkeit von 6,5 km/h und steigt mit jeder Intensitätssteigerung weiter stark an. Ebenso wie bei Aigner et al. (2004) befinden sich die Probanden beim Nordic Walking bereits eine Stufe höher bei 7,6 km/h über der fixen anaeroben Schwelle von 4 mmol/l. Beim Walking erfolgt dies bei einer Geschwindigkeit von 8,6 km/h. Die Laktatwerte sind bei einer Geschwindigkeit von 6,5 km/h beim Nordic Walking dieselben wie beim Joggen.



Umrechnung:

$$1,8 \text{ m} \cdot \text{s} = 6,5 \text{ km/h}$$

$$2,1 \text{ m} \cdot \text{s} = 7,6 \text{ km/h}$$

$$2,4 \text{ m} \cdot \text{s} = 8,6 \text{ km/h}$$

$$2,7 \text{ m} \cdot \text{s} = 9,7 \text{ km/h}$$

$$3 \text{ m} \cdot \text{s} = 10,8 \text{ km/h}$$

Abbildung 10: Laktatwerte während des Feldtest beim Walking, Nordic Walking und Joggen (* $p < .05$, ** $p < .01$) (Schiffer et al., 2006).

Bei 7,6 km/h bestehen bereits signifikante Unterschiede zwischen Nordic Walking und Joggen und bei 8,6 km/h sind signifikante Unterschiede ($p < .01$) zwischen allen 3 Disziplinen mit dem höchsten Laktatwert für das Nordic Walking ($5,65 \pm 1,97$) und den geringsten Laktatwerten beim Joggen ($3,26 \pm 2,16$) zu verzeichnen.

Greiwe und Kohrt (2000) bestätigen ebenso diese Ergebnisse des Laktatanstiegs über die anaerobe Schwelle von 4 mmol/l ab einer Geschwindigkeit von fast 8 km/h. Abbildung 11 zeigt, dass beim Walking die Laktatwerte bei einer Geschwindigkeit von 9 km/h auf über 6 mmol/l an steigen und sind damit bei derselben Geschwindigkeit noch höher als bei Aigner et al. (2004).

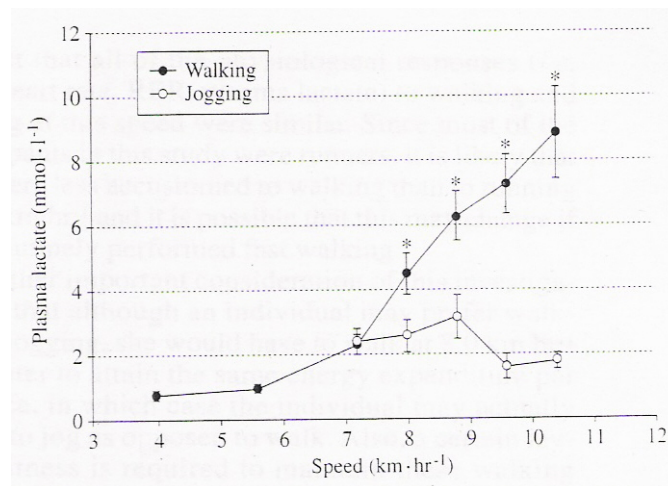


Abbildung 11: Plasmalaktatkonzentration während Walking und Joggen (Greive & Kohrt, 2000, S. 300).

Zugleich steigt die Plasmalaktatkonzentration mit zunehmender Geschwindigkeit weiter an und ist mit dem Belastungsabbruch bei 10,4 km/h bei fast 9 mmol/l zu finden. Die Laktatproduktion ist weit höher als beim Joggen.

Höltke et al. (2005) fanden heraus, dass bei verschiedenen Steigungswinkeln keine signifikanten Unterschiede zwischen der Laktatbildung beim Walking und beim Nordic Walking bestehen, da beim Nordic Walking nur tendenziell niedrigere Laktatwerte auftreten. Diese Befunde widersprechen den Ergebnissen aus der Studie von Höltnke et al. (2003) die zeigten, dass das Laktat beim Nordic Walking im Schnitt um 20 % niedriger ist, als beim Walking. Die Laktatwerte stiegen während keiner Belastungsstufe über 1,5 mmol/l.

Zusammenfassung

Fast alle Studien zeigen eine signifikant höhere Laktatproduktion beim Nordic Walking als beim Walking und Joggen. Ab einer Geschwindigkeit von etwa 7,5 km/h bewegen sich untrainierte bis leicht ausdauertrainierte Personen beim Nordic Walking an der anaeroben Schwelle. Bei beiden Aktivitätsformen sind im Allgemeinen starke Laktatanstiege zu verzeichnen, die beim Nordic Walking jeweils eine Intensitätsstufe niedriger als beim Walking beginnen.

Das Joggen dagegen ist auch bei höheren Belastungsstufen bei Greiwe und Kohrt (2000) noch unter der Schwelle von 4 mmol/l zu finden. Schiffer et al. (2006) vermerken mit zunehmender Intensität auch ansteigende Laktatwerte beim Joggen, die jedoch deutlich geringer als beim Walking und Nordic Walking bei gleicher Geschwindigkeit sind.

Die Ergebnisse von Höltke et al. (2005) entstehen durch die geringe Geschwindigkeit von 5 km/h mit der die Untersuchung durchgeführt wurde. Ein Vergleich des Ergebnis mit den Graphiken von Aigner et al. (2004) und Greiwe und Kohrt (2000) zeigt, dass bei 5 km/h auch die Probanden der anderen Studien niedrige Laktatwerte zeigen.

Die Aussagekraft der Ergebnisse zum Laktatverhalten und dem damit verbundenen Training an oder über der anaeroben Schwelle ist jedoch anzuzweifeln, da es keine feste 4 mmol/l Laktatschwelle gibt. Die anaerobe Schwelle ist individuell verschieden und wird bei einer unterschiedlich hohen Laktatproduktion erreicht. Problematisch ist in der Studie für jeden Probanden die anaerobe Schwelle zu ermitteln, die sich über oder unter 4 mmol/l befinden kann. Des Weiteren bestimmt das Trainingsniveau die Menge der Laktatausschüttung (siehe Kapitel 9.5). Somit werden verschiedene Personen beim Nordic Walking durchaus auch unter- oder oberhalb einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h an der anaeroben Schwelle trainieren. Diese Ergebnisse bieten daher nur eine grobe Orientierung.

7.3 Subjektives Belastungsempfinden

Das Ergebnis in Abbildung 12 der Untersuchung von Höltke et al. (2005) zeigt, dass bei den intensiven Belastungsstufen (5 %, 7 %, 9 % Steigung) das Belastungsempfinden beim Nordic Walking signifikant niedriger ausfällt, als beim Walking. Somit scheint der verbesserte Abdruck durch den Stockeinsatz in der Steigung deutliche Auswirkungen auf das Anstrengungsempfinden zu bringen. Es sind jedoch keine Unterschiede im Belastungsempfinden in der Ebene zu erkennen.

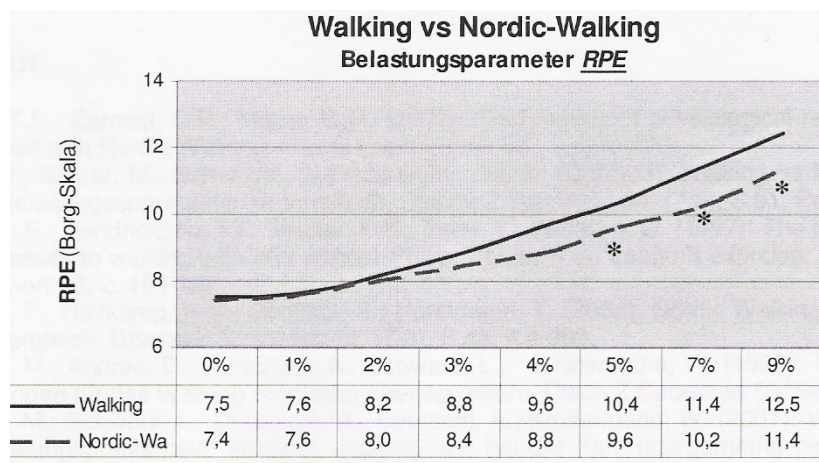


Abbildung 12: Das Belastungsempfinden der Probanden beim Walking- und Nordic Walking-Stufentest (Höltke et al., 2005, S. 3).

Zu diesem Ergebnis kommen auch Schiebel et al. (2003), Höltke et al. (2003) und Rodgers et al. (1995). Dass jedoch keine Unterschiede im Belastungsempfinden in der Ebene bestehen ist bei Höltke et al. (2005) und Schiebel et al. (2003) zunächst einmal auf die zu geringen Geschwindigkeiten von 5-6 km/h zurückzuführen.

Beim Vergleich von Walking mit Joggen von Greiwe und Kohrt (2000) dagegen zeigt sich ein anderes Anstrengungsempfinden.

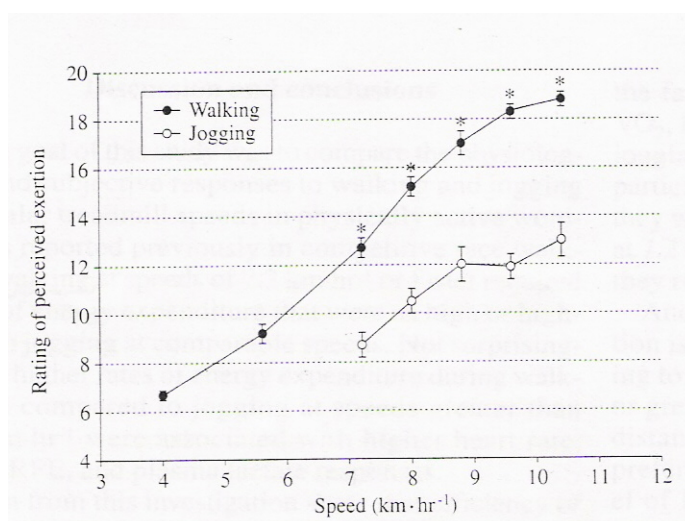


Abbildung 13: Subjektives Belastungsempfinden während Walking und Joggen (* $p < .01$) (Greiwe & Kohrt, 2000, S. 300).

Graphik 13 zur Rate of perceived exertion zeigt deutlich, dass das Anstrengungsempfinden beim Walking mit zunehmender Geschwindigkeit signifikant ansteigt. Walking bei einer Geschwindigkeit von 5 km/h bewerten die Probanden mit 8 RPE und sind dadurch mit den Angaben der Versuchspersonen von Höltke et al. (2005) zu vergleichen. Walking wird bei gleicher Geschwindigkeit auf höheren Belastungsstufen (ab 7 km/h) signifikant ($p < .01$) deutlich anstrengender eingestuft als Jogging. Einige Teilnehmer brachen die Walkingbelastung bei 8,8, 9,6, 10,4 km/h ab. Diese Teilnehmer sind aus den Ergebnissen der Studie ausgeschlossen worden. Es zeigt jedoch, dass die Geschwindigkeiten insbesondere ab 8 km/h beim Walken erhebliche Probleme in der Ausführung machen und über diese Geschwindigkeit hinaus kaum eine Intensitätssteigerung möglich ist.

7.4 Diskussion

Es ist problematisch die verschiedenen Testungen und deren Ergebnisse miteinander zu vergleichen. Der unterschiedlich ausgeprägte Sauerstoffverbrauch ist im Allgemeinen auf die unterschiedlichen Testbedingungen zurückzuführen. Die meisten Tests haben verschiedene Geschwindigkeitsvorgaben, mit denen die Probanden das Walking, Nordic Walking oder Joggen absolvieren sollen. Die meisten Studien werden auf dem Laufband unter Laborbedingungen durchgeführt. Da die Bedingungen für fast alle Interventionen gleich sind, kann durchaus ein Vergleich der Bewegungsformen erfolgen. Jedoch sind die Bedingungen nicht exakt mit dem Walken in der Natur zu vergleichen, da sie nicht die natürlichen Walkingbedingungen darstellen. Beim Laufen auf dem Laufband werden entgegen der Natur die Füße durch das Band automatisch nach hinten geführt, ohne dass der Laufende etwas dazu beitragen muss. Dadurch entfällt die Zugphase der ischiokruralen Muskelgruppe, so dass auf dem Laufband immer eine höhere Geschwindigkeit gelaufen werden kann. Dieses Problem ist in der Trainingswissenschaft bekannt, da bereits die Feststellung gemacht wurde, dass Personen mit einer Trainingsempfehlung durch das Laufband in der Natur überfordert sind.

Ein ähnliches Problem gilt für den Stockeinsatz. Durch die automatische Bewegung des Laufbands kann die Abdruckphase durch den Stock nicht in

dem Ausmaß wie unter Feldbedingungen erfolgen, so dass die Ergebnisse der Laboruntersuchungen nur bedingt übertragbar sind. Dies ist eine mögliche Ursache für die deutlichen Unterschiede zwischen den Studien in Bezug auf eine erhöhte Sauerstoffaufnahme und den Anstieg der Herzfrequenz. Es ist schwer zu kontrollieren, ob die Versuchsperson den Stock mit der richtigen Technik einsetzt. Eine weitere mögliche Ursache für die Differenzen besteht darin, dass der Stockeinsatz bei zu hohen unökonomischen Geschwindigkeiten nicht mehr korrekt umgesetzt werden kann. Dadurch erfolgt ein geringerer Einsatz der Muskulatur der oberen Extremitäten, was sich ebenso auf den Sauerstoffverbrauch auswirkt.

Die meisten Studien konnten beim Nordic Walking in der Ebene und bei Steigungen einen signifikant höheren Sauerstoffverbrauch von 4,3-10,73 % als beim Walken und Laufen mit derselben Bewegungsgeschwindigkeit aufzeigen. Dies bedeutet einen höheren Energiebedarf. Dieses positive Ergebnis gilt jedoch zu relativieren, da Nordic Walking aufgrund des höheren Sauerstoffverbrauchs nur effektiver als Walking ist, wenn die Arbeit beim Walking und Nordic Walking gleichlang ausgeführt werden kann. Es muss untersucht werden, wieviel früher die Ermüdung, resultierend aus einem erhöhten Energiebedarf, beim Nordic Walking eintritt als beim Walking, um das Ergebnis bewerten zu können. Fast alle Autoren führen die effektivere Wirkungsweise des Nordic Walking auf den zusätzlichen Einsatz der Arm und Schultermuskulatur zurück. Vom Krafttraining weiß man, dass statisches Anspannen im stark anaeroben Bereich verläuft. Unter diesen Bedingungen kann der Schulter-Nackengebiet nicht Ursache für einen höheren Sauerstoffverbrauch sein, da die Blutversorgung in diesem Areal geringer ist. Da die statische Anspannung jedoch nicht mit derselben Intensität wie beim Krafttraining durchgeführt wird, gilt es grundlegend zu prüfen, woher der höhere Sauerstoffverbrauch resultiert. Parker et al. (2002) konnten jedoch keine Unterschiede zwischen dem Walking und Nordic Walking feststellen. Greiwe und Kohrt (2000) zeigten erst ab einer Geschwindigkeit von 8 km/h eine signifikante Steigerung des Walking gegenüber dem Joggen. Da bei dieser Geschwindigkeit viele Teilnehmer zu deutlichen Beschwerden in der prätibialen Muskulatur neigen (Kapitel 10 erläutert das Problem genauer), sind diese positiven Ergebnisse ab 8 km/h hinfällig.

Die Ergebnisse zum Herzfrequenzverhalten zeigen nur geringe Unterschiede. Beim Nordic Walking ist die Herzfrequenz gar nicht oder um etwa 4,5 % geringer als beim Walking. Die 46 % höhere Sauerstoffaufnahme und 13 % höhere Herzfrequenz beim Nordic Walking propagiert von Roschinsky (2005c) ist durch die Resultate der Studien widerlegt.

Wie Aigner et al. (2004), Greiwe und Kohrt (2000) und Schiffer et al. (2006) feststellen mussten, ist die Laktatausschüttung beim Nordic Walking deutlich erhöhter als beim Walking und Joggen und überschreitet bei diesen Probanden bereits bei Geschwindigkeiten von 7,2 km/h die 4 mmol/l Schwelle. Dicht gefolgt steigen beim Walking bei 7,7 km/h die Laktatwerte an. Die bisher beschriebene höhere Effektivität beim Nordic Walking, durch eine höhere Sauerstoffaufnahme und gering höhere Herzfrequenzen, wird durch die stark ansteigenden Laktatwerte in Frage gestellt. Der als so positiv beschriebene zusätzliche Einsatz der Arm- und Schultermuskulatur sorgt für eine unökonomischere Bewegungsweise als beim Walking. Schwameder und Ring (2005) konnten feststellen, dass Nordic Walking nur durch einen korrekten Stockeinsatz die beschriebenen höheren Effekte erzielen kann. Da es nötig ist, den Stockeinsatz dermaßen intensiv auszuführen, ist die vermehrte Laktatausschüttung durchaus natürlich, da die Schultermuskulatur permanent statisch angespannt wird und die Nackenmuskulatur dadurch verkrampft. Die höhere Laktatausschüttung gegenüber dem Walking bis stark in den anaeroben Bereich, obwohl alle anderen Bewegungsteile fast dieselben sind (Schrittlänge, Schrittfrequenz etc.), zeugt von einer zusätzlichen Rekrutierung motorischer Einheiten. Jedoch sind die Schultern nicht alleine für die hohen Laktatwerte verantwortlich. Die Laktatausschüttung erfolgt vorwiegend durch den Einsatz großer Muskelgruppen (Muskulatur der Beine). Deshalb sind die Laktatwerte beim Walking bei einer 1 km/h höheren Geschwindigkeit ebenso hoch.

Es stellt sich die Frage, welchen Sinn es macht, dass eine Bewegungsform, die zu Entspannung und Ausgeglichenheit verhelfen soll, dermaßen verkrampft ausgeführt werden muss, um eine höhere Belastung und damit einen um etwa 10 % höheren Sauerstoffverbrauch zu erlangen. Für die Effektivität des Nordic Walking muss diese Bewegungsform in jeder Minute mit einer guten Technik ausgeführt werden. Dies widerspricht der eigentlichen Intention des Sports mit dem auch Entspannung und ein Loslassen der Gedanken erreicht werden soll.

Somit ist zusammenfassend festzustellen, dass das Nordic Walking eine künstlich erschaffene Bewegungsform ist, die beim Menschen natürlich nicht zu beobachten ist. Dadurch erhält der Mehrverbrauch an Sauerstoff beim Nordic Walking eine ganz neue Bedeutung. Es sind wie genannt primär Differenzen von durchschnittlich 4,3-10,73 % festgestellt worden. Diese Unterschiede werden zumeist als sehr bedeutsam und großartig beschrieben, jedoch wenn wirklich Unterschiede im Sauerstoffverbrauch beim Walking und Nordic Walking bestehen (einige Studien konnten nicht einmal das feststellen), muss nur etwa 10 Minuten mehr oder etwas schneller gewalkt werden, um zum selben Ergebnis zu gelangen.

Beim Walking entsteht auch ab einer gewissen Geschwindigkeit eine unökonomische Bewegungsweise. Der Mensch beginnt automatisch ab einem gewissen Punkt beim schnellen Gehen in ein leichtes Traben überzugehen, was dann im Weiteren in der Geschwindigkeit gesteigert werden kann. Beim Walking und auch beim Nordic Walking wird künstlich dieser Urinstinkt aufgehoben und stattdessen weiterhin die Geschwindigkeit in der bisherigen Bewegungsform erhöht. Dies führt zu einer starken Laktatausschüttung. Die Frage besteht natürlich, mit welcher Geschwindigkeit laufen Walker oder Nordic Walker außerhalb einer Testung in ihrer Freizeit. Schwarz (2001) führte eine Voruntersuchung zu seiner Studie an drei Walkern, die einen 27 km Lauf absolvierten, durch, und stellte fest, dass die untersuchten Probanden Geschwindigkeiten von 7,4-7,9 km/h dauerhaft laufen. Dies entspricht den Beobachtungen in seiner Studie, dass dieser Bereich am ökonomischsten ist (siehe auch Kapitel 9 zum Thema Belastungsnormativa beim Walking).

Großteilig konnten keine oder nur geringe Unterschiede beim Walking und Nordic Walking im subjektiven Belastungsempfinden festgestellt werden. Greiwe und Kohrt (2000) zeigten jedoch im Vergleich des Walking zum Joggen, dass ab einer Geschwindigkeit von 7 km/h Walking signifikant als deutlich anstrengender eingestuft wird als Joggen. Schwarz (2001) fand heraus, dass die Borg-Skala nur eine geringe Aussagekraft besitzt, da zwar durchaus auf einigen Belastungsstufen signifikante Zusammenhänge zur Herzfrequenz bestehen, jedoch keine Übereinstimmung mit der Sauerstoffaufnahme oder der

Laktatausschüttung besteht. Somit sind Vorgaben für die Trainingssteuerung durch Bestimmung der maximalen Leistungsfähigkeit notwendig.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass eine vermehrte Laktatproduktion nicht nötig ist, da die Unterschiede zwischen dem Walking und Nordic Walking nur gering ausfallen. Die Vermarktung des Nordic Walking ist, im Hinblick auf das Interesse des Gesundheitssports ein Training unterhalb der anaeroben Schwelle durchzuführen, nicht zu verstehen. Walking ist die deutlich natürlichere Bewegungsform. Es ist trotzdem notwendig ab einer gewissen Geschwindigkeit von etwa 7-8 km/h überzuwechseln in das Joggen, bei dem ein ähnlich hoher Sauerstoffverbrauch und eine fast identische Herzfrequenz bei einer deutlich geringeren Laktatausschüttung möglich sind. Walking wird bei diesen Geschwindigkeiten subjektiv deutlich anstrengender eingestuft. „Es gibt noch heute keine Bewegungsform, die den aktiven und passiven Bewegungsapparat umfassender, harmonischer und ausgewogener belastet als das Laufen. Mit keiner anderen Belastungsform erreicht man eine ähnlich hohe maximale Sauerstoffaufnahme“ (Lange, 2005, S.7 zitiert nach Senn, 1998). Diese Aussage gilt jedoch nur für gesunde und beschwerdefreie Personen. Für Menschen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen, orthopädischen Beschwerden oder Adipositas ist die Ausübung des Joggens nicht möglich.

8 Welche Unterschiede bestehen zwischen Walking und Nordic Walking in Bezug auf die Entlastung der Gelenke und die Kräftigung der Muskulatur?

Dieses Kapitel untersucht, ob die propagierte verminderte Gelenksbelastung und eine gesteigerte Kräftigung der Muskulatur, durch den zusätzlichen Stockeinsatz beim Nordic Walking, erfolgen. Es wird überprüft, ob Nordic Walking aus diesem Grund effektiver als Walking ist.

8.1 Gelenksbelastung

Die populärwissenschaftlichen Bücher und Zeitschriftenartikel propagieren unterschiedliche Gelenkbelastung von 10-30 % zwischen Nordic Walking und Walking. Zu diesem Thema wurden einige Untersuchungen durchgeführt. Schwameder und Ring (2005) untersuchten an 5 Sportstudenten die Belastungen in den Gelenken der unteren Extremitäten beim Walking, Nordic Walking und Laufen. Die langsame Walking und Nordic Walking Geschwindigkeit betrug 5,7 km/h (Jogging, 7,7 km/h). Bei einer Steigerung der Geh- und Laufgeschwindigkeit um 2 km/h erfolgt „eine erwartete und signifikante Zunahme der maximalen tibiofemuralen Kompressionskraft um bis zu 40%“ (Schwameder & Ring, 2005, S. 28) erfolgt. Somit ist durch eine höhere Bewegungsgeschwindigkeit automatisch von einer erhöhten Kniegelenksbelastung zu sprechen. Dabei ist wichtig, dass die „ermittelten Kräfte in allen Bedingungen für ein gesundes Kniegelenk keinerlei Gefährdung bedeuten“ (Schwameder und Ring, 2005, S.28).

Es bestehen wie Abbildung 14 verdeutlicht, nur geringfügige und nicht signifikante Unterschiede zwischen den Gelenkbelastungen durch Walking und Nordic Walking bei geringeren Intensitätsstufen, so dass sie die propagierten Entlastungen nicht bestätigen. Bei schnelleren Gehgeschwindigkeiten kommen sie zu dem Ergebnis, dass eine tendenzielle kontinuierliche Abnahme der Kniebelastung um 11% erfolgt. Wilson et al. (2001) kamen in ihrer Studie zu ähnlichen Ergebnissen.

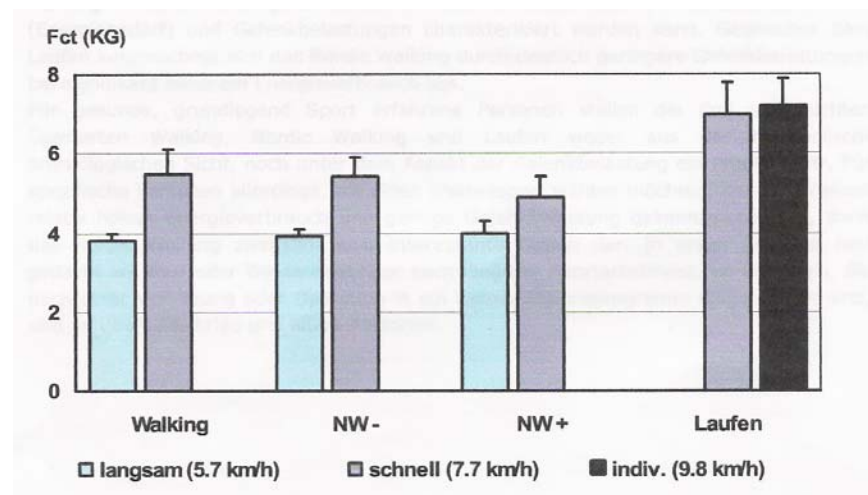


Abbildung 14: Tibiofemorale Kompressionskraft (Vielfaches des Körpergewichts) beim Walking, Nordic Walking und Laufen bei verschiedenen Geschwindigkeiten (Schwameder & Ring, 2005, S. 29).

Die Ergebnisse zeigen, dass die populären Angaben von 25-30 % zu hoch sind. Wichtig als Ergebnis ist die Feststellung, dass die Spitzenbelastungen im Tibiofemoralgelenk beim Laufen im Vergleich zum Walking und Nordic Walking signifikant zwischen 25 % und 50 % höher sind. Schwameder et al. zeigten 1999, dass beim Bergabgehen bei einem Gefälle von 25° mit Doppelstockeinsatz als Armtechnik eine Reduzierung der Belastung im Kniegelenk um 10 bis 16 % erfolgt. Dies bestätigt die Aussagen von Liedtke und Lagerstrøm (2004) zum Thema Doppelstocktechnik.

Rist et al. (2004) untersuchten die Unterschiede in der Kinematik des Power-Walking (PWa) und Nordic Walking (NWA). Sie fanden heraus, dass beim PWa im Mittel eine etwas höhere Geschwindigkeit (1,99 m/s, $\pm 0,24$ m/s STD) als mit der Nordic Walking-Technik (1,90 m/s $\pm 0,09$ m/s STD) erreicht werden kann. Sie bestätigen, dass bei korrekter Ausführung der Technik beim Nordic Walking die Schrittlänge größer ist (0,95 m $\pm 0,05$ m STD), als die des Power Walking (0,87 m $\pm 0,05$ m STD). Darauf ist die leicht geringere Ganggeschwindigkeit beim Nordic Walking zurückzuführen. Die Ganggeschwindigkeit beim „normalen Gehen“ liegt bei ca. 1,3 m/s (~4,7 km/h) (vgl. Rist et al., 2004,

S. 250, zitiert nach Perry, 2003). Merkwürdigerweise erreichen die Probanden in dieser Studie beim Power Walking nur eine Geschwindigkeit von 1,35 m/s ($\sim 4,9$ km/h), was keinen deutlichen Unterschied zum normalen Gehen zeigt. Die Verlängerung des Schritts hat beim Nordic Walking einen steileren Aufsetzwinkel des Fußes zur Folge (NWa $29,5^\circ \pm 3,6^\circ$ STD; PWa $24,3^\circ \pm 6,3^\circ$ STD). Dadurch folgt, dass die mittleren Bremskräfte beim Nordic Walking ($1045 \text{ N} \pm 329 \text{ N}$ STD) leicht, aber nicht signifikant höher als beim Power Walking ($1012 \text{ N} \pm 222 \text{ N}$ STD) sind. Die Abstoßkräfte beim NWa und beim PWa sind nur minimal (0,1 fache des Körpergewichts) geringer, als beim „normalen Gehen“. Dagegen zeigte sich eine signifikante Reduzierung der Gelenks- und Sehnenbelastung in der aktiven Abstoßphase beim Nordic Walking (NWa: $834 \text{ N} \pm 222 \text{ N}$ STD; PWa $869 \text{ N} \pm 245 \text{ N}$ STD).

Zur Belastung der Hüfte durch Walking und Nordic Walking sind bisher keine Studien durchgeführt worden. Zwischen Walking und Sportgehen besteht eine klare Trennung in der Technikausführung, jedoch sind die Übergänge fließend. Die für das Sportgehen so typische Beckenkipfung und Torsionsbewegungen treten nicht plötzlich auf. Da beim Walking die natürliche Gehphase unökonomisch verlängert und nicht automatisch in das leichte Traben übergewechselt wird, erfolgt mit steigender Geschwindigkeit eine langsam zunehmende Beckenkipfung. Da unklar ist, ab welcher Geschwindigkeit die orthopädisch negative Beckenkipfung einsetzt und in wieweit bereits geringe Torsionsbewegungen Schäden verursachen können, bedarf dies einer genaueren Untersuchung.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass zwar ein Unterschied von ca. 11% (n.s.) zugunsten des Nordic Walking im Hinblick auf die Gelenksbelastung besteht, dieser jedoch kaum nennenswert ist. Dagegen erfolgt eine signifikante Reduzierung der Sehnen- und Gelenksbelastung in der aktiven Abstoßphase beim Nordic Walking. Es besteht fast kein Unterschied zwischen den beiden Bewegungsformen insbesondere im Hinblick auf die Geschwindigkeit. Bisherige Aussagen, dass Walking und Nordic Walking eine deutlich geringere Gelenksbelastung als Joggen haben und damit beispielsweise für orthopädisch

Beeinträchtigte oder Menschen mit Adipositas eine Alternative darstellt, werden bestätigt.

Die Gelenke werden nur durch die Bewegung – Druck und Zug – ernährt. Die Belastung sorgt dafür, dass der Knorpel zusammengedrückt wird und dadurch Synovialflüssigkeit in den Gelenkspalt austritt, die mit den Nährstoffen gefüllt ist. Für die Bandscheiben, die durch die Stoßbelastungen, welche durch Abstoß- und Bremskräfte entstehen, eine optimale Belastung erhalten, gilt dieses Prinzip ebenso. So können durch Bewegung Knorpelschäden vorgebeugt werden. Dabei macht es keinen Sinn die Gelenksbelastung maximal möglich verringern zu wollen.

8.2 Muskeln

In den populärwissenschaftlichen Büchern und ebenso in den wissenschaftlichen Artikeln werden Trainingseffekte durch das Walking und Nordic Walking auf die Muskulatur beschrieben (Liedtke & Lagerstrøm, 2004, S. 179; Schwarz et al., 1998, S. 316; Bös et al., 2005, S. 77; Rist et al., 2004, S. 248; Wilhelm et al., 2006, S. 119; Kantaneva, 2005, S. 13). Roschinsky spricht in seinen populären Artikeln in diesem Zusammenhang von einem gelenkschonenden Kraftausdauertraining (vgl. Roschinsky, 2005c, S. 59). Über die Intensität der Trainingseffekte sind verschiedene Aussagen zu finden. Beim Walking erfolgt „ein muskulärer Trainingseffekt für die vordere und hintere Oberschenkel-, Gesäß- und untere Rückenmuskulatur“ (Schwarz et al., 1998, S. 316). Bös empfiehlt das Walking bei Rückenproblemen, da „durch die aufrechte Körperhaltung und den aktiven Armeinsatz beim Walking [...] die gesamte Rumpfmuskulatur (Rücken, Becken Bauch) in Anspruch genommen“ (Bös, 2001, S. 32) wird. Dem gegenüber wird beim Nordic Walking „durch den Stockeinsatz [...] eine Kräftigung des gesamten Oberkörpers wie Arme, Schultern, Brust- und Rückenmuskulatur“ erzielt. Auch Liedtke und Lagerstrøm (2004, S.181) weisen darauf hin, dass ein korrekt eingesetzter Stock im spitzen Winkel ein Training der Oberkörper- und Armmuskulatur bewirkt. Bös et al. (2005) sprechen dem Walking in erster Linie ein Ausdauertraining zu und empfehlen das Nordic Walking als effektivere Form der Muskelkräftigung.

Beim Vergleich von Walking und Nordic Walking mit dem klassischen Krafttraining lassen sich deutliche Unterschiede in der Intensität der Wirkungsweise erkennen. Das Krafttraining ist gekennzeichnet durch verschiedene Kontraktionsformen (statisches, konzentrisches, exzentrisches und Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus Krafttraining). Die verschiedenen Kontraktionsformen des Krafttrainings können mit unterschiedlichen Krafttrainingsmethoden ausgeführt werden. Ein Kraftausdauertraining stellt die Form mit der häufigsten Wiederholungszahl von 20-25 Wiederholungen und der geringsten Intensität von 50 % der Maximalkraft dar. Die Belastungsdauer sollte dabei maximal 2-3 min betragen. Die höchste Intensität wird durch das Wiederholungsmaximum erreicht, bei dem das Gewicht so hoch ist, dass es nur einmal gehoben werden kann. Diese Form der Belastungen im Sinne eines Krafttrainings erfolgt nicht während des Nordic Walking. Wie kommen die Autoren nun zu dem Schluss, dass ein Trainingseffekt auf die Muskulatur besteht?

Den Blickwinkel auf das Nordic Walking gelenkt behaupten viele Autoren, wissenschaftlich oder populär, dass eine Kräftigung der Muskulatur im Bereich des Rumpfes und der oberen Extremitäten erfolgt und sich das Nordic Walking somit auf vielseitige Weise positiv auswirkt. Das Phänomen, dass bei einem Untrainierten positive Ergebnisse in Bezug auf den Kraftzuwachs erzielt werden, wird bisher nur propagiert, ist jedoch noch keiner genauen Untersuchung unterzogen worden. Dadurch ist unklar, in welchem Ausmaß diese versprochene Kräftigung erfolgt. Also quasi: Welchen Kraftzuwachs erhalten die Probanden durch Nordic Walking nach einem Interventionszeitraum von beispielsweise 8 Wochen (Trainingseinheiten: 2x pro Woche à 60 Minuten). Bei dieser Studie würde sicherlich, wenn sie mit Untrainierten durchgeführt würde, ein geringer Kraftzuwachs erfolgen. Dieses käme durch eine verbesserte inter- und intramuskuläre Koordination zustande, was ebenso die ersten Auswirkungen eines Krafttrainings sind. Diese Anpassung wird bei einem trainierten Sportler durch Nordic Walking nicht erfolgen, weil der Reiz, der für ein Krafttraining notwendig ist, beim Nordic Walking nicht erfolgt. Ebenso werden untrainierte Menschen nach einer Anpassung der intramuskulären Koordination, durch diese Bewegungsform keine weiteren überschwelligeren Trainingsreize erfahren und der Kraftzuwachs endet. Eine Grundregel zur Vergrößerung der Kraft besteht „unabhängig von Qualität und Quantität des Krafttrainings [...] in der

Schrittweisen Erhöhung des Bewegungswiderstandes“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 218). Da die sportartspezifische Anpassung der intramuskulären Koordination bei untrainierten Personen auch einen Kraftzuwachs darstellt, haben die Autoren mit ihrer Behauptung nicht Unrecht. Bei untrainierten Nordic Walkern liegt zumeist auch ein sehr schlechtes Kraftniveau vor, so dass bereits geringste Reize eine Steigerung aus dem schlechten Zustand bewirken. Diese Steigerung stellt in keinem Fall als zufrieden stellendes Ergebnis dar, geschweige denn ist es als Optimum anzusehen. Interessant ist die Frage ob der entstehende Kraftzuwachs durch Nordic Walking auch eine Übertragbarkeit in den Alltag birgt. Zudem sollte überprüft werden, ob Nordic Walking genauso effektiv ist wie ein einmal wöchentlich durchgeführtes dynamisches Krafttraining.

Eine Verringerung der Muskelverspannungen und Schmerzen im Bereich des Nackens und der Schulterregion (vgl. Kantaneva, 2005, S. 48) ist zu bezweifeln, da durch den Stockeinsatz bei dauerhaft „korrekt“ ausgeführter Technik eine zusätzliche Verkrampfung in diesem Bereich erfolgt, wie dies bereits bei den physiologischen Wirkungsweisen angesprochen wurde. Eine eventuelle Lockerung dieser Partien kann nur auf eine schlechtere Technik des Stockeinsatzes zurückzuführen sein, die einen geringeren Sauerstoff- und Energieverbrauch zur Folge hat. Dieser gleicht dem beim Walking. Ein weiterer Studienansatz könnte den Vergleich von Walking und Nordic Walking in Bezug auf die Lösung von Verspannungen bei Patienten mit starken Schulter-Nacken-Beschwerden sein. Bei den Nordic Walkern werden bei richtiger Stocktechnik noch weitere Verspannungen entstehen. Nur beim lockeren Walken oder Joggen (auch in anderen Bewegungsformen) besteht die Möglichkeit diese Probleme vermindern zu können.

8.3 Knochen und Osteoporose

In diesem Zusammenhang steht auch der Hinweis auf die positive Einwirkung auf den Knochenstoffwechsel und die Festigung der Knochenstruktur durch Nordic Walking (vgl. Roschinsky, 2005/2006d, S.35; Wilhelm et al., 2006, S. 116).

„Die Osteoporose ist eine systemische Skeletterkrankung mit niedriger Knochenmasse und mikroarchitektonischer Verschlechterung von Knochengewebe. Dies führt zu einer erhöhten Knochenbrüchigkeit und Frakturanfälligkeit“ (Platen in Rost, 2001, S. 646). In der Prävention gegen Osteoporose oder gegen deren Verschlechterung stellt ausreichende und regelmäßige Bewegung einen besonders wichtigen Aspekt dar. Diese fördert den Erhalt der Knochenstruktur und den Knochenstoffwechsel. „Der wesentliche Stimulus für Knochenanbau und Knochenstabilität ist mechanische Kraft, die durch Muskelkontraktion und Gravitation auf den Knochen übertragen wird“ (Begerow et al., 2004, S. 301). Es ist unklar, ob die Steigerung der Intensität, die Häufigkeit oder die Dauer einer Belastung auf den Knochenbau am stärksten wirkt (vgl. Platen in Rost, 2001, S.647). Bisherige tierexperimentelle Studien, fordern ein Ausdauerprogramm, dass dynamisch, mit möglichst hoher Intensität und Frequenz und möglichst vielseitigen Übungen ist (vgl. Platen in Rost, 2001, S.647). Da ein Aufbau der Knochenstruktur fast nicht möglich ist, ist das primäre Ziel in der Osteoporoseprävention der Erhalt der Knochenmasse.

„Schwerpunktmäßig sollten die motorischen Hauptbeanspruchungsformen Kraft, Koordination und Flexibilität angesprochen werden“ (de Marées, 2003, S. 528). Neben den äußeren Kräften der Gravitation, müssen auf den Knochen axiale Belastungen so wie Druck und Zug in allen Bewegungsrichtungen erfolgen. „Die Verformung von Knochen wird in μ Strain gemessen, dabei entsprechen 1000 μ Strain einer Längenänderung von 0,1%. Knochen wird nur dann aufgebaut, wenn der Verformungsgrad die Schwelle von mindestens 1600 μ Strain erreicht. Verformungen zwischen 800 und 1600 μ Strain erzeugen Knochenumbau, altes Knochengewebe wird durch neues ersetzt, Masse wird erhalten. Unterhalb von 800 μ Strain wird Knochen abgebaut und verliert mechanische Kompetenz. Jedes körperliche Training, das nicht zu einer Verformung des Knochens von mehr als 1600 μ Strain führt, ist also nicht mit einer Steigerung der Knochenmasse verbunden“ (Begerow et al., 2004, S. 301).

Durch diese Erläuterung wird deutlich, dass zur Steigerung der Knochenstruktur ein Krafttraining fast unumgänglich ist. „Reines Ausdauertraining (Laufen, Radfahren, Triathlon) hat [...] im Bereich der Lendenwirbelsäule keine und im Bereich des Femurs nur bei Männern in Laufdisziplinen signifikante knochenstimulierende Wirkung“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 594). Die Osteopo-

rose zeigt sich symptomatisch in verschiedenen Schweregraden, wodurch sich daraufhin auch die Krafttrainingsmethoden unterschiedlich gestalten (vgl. Bergerow et al., 2004, S. 301):

1. Schweregrad 0 (KD-1 bis -2,5 SD im T-Score, keine Frakturen)
 - Maximalkrafttraining/ IK-Training
 - Verbesserung der intramuskulären Koordination
 - 6 Wdh. mit ca. 80 % der Maximalkraft
2. Schweregrad 1 (KD < -2,5 SD im T-Score, keine Frakturen)
 - Kraftausdauerethode → Maximalkrafttraining
 - 20-30 Wdh. mit ca. 50 % der Maximalkraft
3. Schweregrad 2/3 (KD < -2,5 SD im T-Score, Frakturen der Wirbelkörper- und/oder Extremitäten (alte vs. frische))
 - Isometrisch → Ziel: Kraftausdauerethode (ca. 20-30 Wdh. mit 50 % der Maximalkraft)
 - Gehschule
 - Haltungstraining

Die überschwelligen Trainingsreize durch ein Krafttraining führen zu einem Gewinn an Knochenmasse hauptsächlich an den für Frakturen anfälligsten Knochen: Femur, Wirbelsäule und distaler Unterarm. Hollmann und Hettinger (2000, S. 594) stellen durch einen Querschnittsvergleich einiger Studien fest, dass ein moderates Gehen alleine nicht ausreichend ist, um einer altersbedingten Osteoporose entgegenzuwirken. „Als Minimalbelastung scheint ein drei- bis viermaliges intensives Gehtraining bzw. Aerobic-Tanztraining, pro Woche jeweils 45-60 min lang, möglichst mit zusätzlicher Gewichtsbelastung, erforderlich zu sein, um knochenstimulierende Effekte bei untrainierten Personen zu erzielen“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 594). Mit diesen Aussagen wird deutlich, dass Roschinsky (2005/2006d) durchaus Recht hat mit seiner Behauptung, dass durch Nordic Walking eine Prävention der Osteoporose erfolgt. Jedoch stellt er nicht heraus, wie viele Trainingseinheiten für diesen Erfolg absolviert werden müssen und dass dies nur ein Minimalprogramm der Osteoporoseprävention darstellt. „Um knochenwirksame Effekte zu erzielen müssen die Trainingsreize kontinuierlich gesteigert werden. V.a. sollten die Trainingsbelastungen die üblichen Alltagsbelastungen deutlich übersteigen, wenn ein Gewinn der Knochenmasse erzielt werden soll“ (Platen in Rost, 2001, S. 646).

Nordic Walking kann wohl als ergänzende, nicht jedoch als Sportart der Wahl bei der Osteoporoseprävention wirksam sein. Nordic Walking alleine scheint zudem auch wesentlich nicht ausreichend genug zur Kräftigung zu sein, da die Stockgymnastik in allen Büchern mit empfohlen wird. Für einen Gewinn an Knochenmasse dürfte jedoch der vorhandene Kraftreiz zu niedrig sein. Zudem wird die Stockgymnastik von den meisten Nordic Walkern nicht durchgeführt. Bei älteren und sehr alten Menschen dürfte jedoch bereits durch die vermehrte Durchblutung auch das Nordic Walking eine Reduktion der altersbedingten Knochenabbauprozesse erzielt werden. Es bedarf jedoch einer genauen Prüfung, in wieweit sich Osteoporose durch Walking oder Nordic Walking überhaupt aufhalten lässt.

8.4 Koordinationstraining

Bei älteren Menschen und auch bei der Osteoporoseprävention ist die Sturzprophylaxe besonders wichtig, da Gangbeeinträchtigungen und Gleichgewichtsdefizite, Sturzangst, eine eingeschränkte Alltagsfähigkeit und eine reduzierte Selbständigkeit und Lebensqualität häufig vorhanden sind. Stellenweise ist die Behauptung zu finden, dass durch das Nordic Walking eine Verbesserung der Koordination durch die Diagonalbewegung erfolgt. Das Gleichgewicht als Teil der koordinativen Fähigkeiten wird durch die Stöcke unterstützt. Liedtke und Lagerström geben dagegen an, dass „durch den Einsatz der Stöcke die Notwendigkeit der Gleichgewichtsregulation herabgesetzt wird“ (Liedtke & Lagerström, 2004, S. 179). Sie empfehlen das Nordic Walking Training durch verschiedene Gleichgewichtsübungen zu ergänzen. Bös et al. (2005) sind auch der Meinung, dass Nordic Walking nicht als Sturzprophylaxe dient und dies nur durch ein spezielles Training erzielt werden kann. „Durch das Stützen der Stöcke (werden) die propriozeptiven Reize durch Unebenheiten nicht mehr ausgeschöpft und die intra- und intermuskuläre Koordination und das Zusammenspiel von Nerv und Muskel werden nicht optimal trainiert“ (Bös et al., 2005, S. 85).

Lange (2005, S. 4) beschreibt das Thema Koordinationsprobleme auf eine andere Art und Weise. Er stellt heraus, dass die Vermarktung des Nordic Walking einer Paradoxie unterliegt. Zum einen wird das Nordic Walking als etwas sehr

natürliches vermarktet. Zum anderen stellt er fest, dass ein Mensch beim normalen Gehen eigentlich keine Koordinationsprobleme hat. Viele Walker verfallen durch den Stockeinsatz jedoch in den Passgang, wenn sie die ganzen Technikanweisungen befolgen sollen. Es ist auch an diesem Beispiel zu sehen, dass der „Gang am Stock“ keine natürliche Bewegungsweise darstellt, wie er beworben wird, sondern künstlich erschaffen ist. Zu jeder Zeit, ob beim schnellen Gehen, beim Walken oder beim Joggen werden die Arme ab einem gewissen Tempo automatisch, ohne dass verlangt wird, in eine angewinkelte Position neben den Körper gebracht. Dabei schwingen sie locker neben oder leicht vor dem Körper. Es zeigt sich, dass Walking alltagsnäher ist und eher ein verbessertes Gangbild im Alltag bewirken kann. Jedoch auch wenn Walking im Vergleich der beiden körperlichen Aktivitäten effektiver als Nordic Walking für eine Sturzprophylaxe ist, darf dadurch nicht der Umkehrschluss gezogen werden, dass Walking dafür geeignet ist. Walking fördert zwar die Trittsicherheit auf einer geraden Strecke, jedoch kann sich die Person dadurch mit Sicherheit nicht besser bei einem Sturz abfangen. Eine Sturzprophylaxe spricht durch verschiedenste Übungen die für den Alltag notwendigen koordinativen Fähigkeiten an. Durch das Walking wird nur ein ganz kleiner Teil abgedeckt. Um etwas mehr Effektivität in Bezug auf die Sturzprophylaxe zu bringen, müsste das Walking durch Hindernisläufe und ein Reaktionstraining ergänzt werden. Einige Studien wie beispielsweise Nagel (2005) berichten jedoch trotzdem von einem koordinativen Trainingseffekt. Dieser kann dadurch entstehen, dass bei untrainierten Personen diese geringe Reizsetzung bereits ausreichend für ein effektives Studienergebnis ist. Dieser Erfolg versiebt jedoch ebenso schnell, wie die Festigung der Knochenstruktur durch das Walking und Nordic Walking, da die Reizsetzung nicht gesteigert werden kann.

8.5 Kapitelfazit

Abschließend ist zu sagen, dass als Neueinsteiger Walking dem Nordic Walking vorzuziehen ist, da es die deutlich natürlichere Bewegungsweise darstellt. Des Weiteren warnen Walker vor verschiedenen Beschwerden beim Joggen, jedoch treten beim Nordic Walking nur an einer anderen Stelle die gleichen Beschwerden auf (z.B. Schmerzen in dem Ellenbogen und der Schulter berich-

tet durch Orthopäden (vgl. Hennig et al., 2005), Schmerzen im tibiofemuralen Bereich (Schwarz, 2001) etc.).

Aufgrund der minimalen Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking, wird im Folgenden keine Unterscheidung gemacht und beides als Walking bezeichnet.

9 Adaptationen durch Walking

Walking und Nordic Walking sind Bewegungsformen, die dem Gesundheitssportler stark empfohlen werden. In den folgenden Studien wird untersucht, inwieweit durch eine geringe Belastungsform präventive Adaptationen auf das Herz-Kreislaufsystem erfolgen. Da nur geringe Unterschiede zwischen dem Walking und Nordic Walking festgestellt werden konnten, ist an dieser Stelle weniger von Bedeutung, dass die Studien nur mit dem Walking durchgeführt wurden.

9.1 Herzfrequenz

Die Einflüsse eines Walkingtrainings auf die Herzfrequenz und die Herzfrequenzvariabilität (HRV) untersuchten Hottenrott et al. (2004) an 30 gesunden älteren Personen im Alter von 60-76 Jahren mithilfe eines achtwöchigen intensitätsgestuften Walkingprogramms. Das Training erfolgte innerhalb von zwei Trainingseinheiten mit jeweils 60 min pro Woche. Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass hochsignifikante Veränderungen in Bezug auf die Ausgangs- und Erholungsherzfrequenz zu verzeichnen sind. Die Ausgangsherzfrequenz verringerte sich nach dem Interventionszeitraum um durchschnittliche 15 %, von $81,7 \pm 10,0$ auf $69,6 \pm 6,6$ Schläge pro Minute. Die Erholungsherzfrequenz zeigte ebenso eine signifikante Reduzierung. Die Herzfrequenz nach der Belastung sank von $98 \pm 10,6$ auf $84,7 \pm 8,7$ Schläge pro Minute, was eine Reduzierung im Interventionszeitraum um 14 % bedeutet. Bemerkenswert ist, dass die Erholungsherzfrequenz nach dem 8wöchigen Walkingtraining mit 85 S/min unter die Ausgangsherzfrequenz (86 min^{-1}) der Kontrollgruppe sank (vgl. Hottenrott et al., 2004, S. 195). Die Ergebnisse zur Untersuchung der Einwirkungen auf die Herzfrequenzvariabilität zeigen, dass durch das Trainingsprogramm eine Erhöhung der HRV erfolgt und dadurch auf einen verbesserten gesundheitlichen Allgemeinzustand zu schließen ist. Es besteht eine erhöhte Anpassungsfähigkeit des Organismus an verschiedene exogene und endogene Belastungen. Diese Veränderung zeigt sich in der signifikanten Abnahme des

LF/HF-Quotienten, was einen erhöhten parasympatischen und damit reduzierten sympathischen Einfluss zur Folge hat.

Die Teilnehmer verbesserten sich in Bezug auf ihren Fitnessindex hochsignifikant von $91,0 \pm 11,8$ Punkten auf $103,0 \pm 10,3$. Jedoch ist zu bemerken, dass sich wie Tabelle 4 zeigt, der Fitnessindex dieser Person immer noch im „mittel“ befindet.

Tabelle 4: Fitnessindex (Hottenrott, 2004, S. 193).

Fitnessindex	Bewertung
über 130	sehr gut
111-130	gut
90-110	mittel
70-89	schwach
unter 70	sehr schwach

Es stellt sich die Frage bis zu welchem Punkt sich der Walker mit diesem Trainingsprogramm in seinem Fitnessindex verbessern kann. In weiteren 8 Wochen werden sich die Verbesserungen bei demselben Trainingsprogramm nicht noch einmal in derselben Höhe zeigen. Mit Walking ist eine Senkung der Herzfrequenz und einer Erhöhung der Herzfrequenzvariabilität zu erreichen. Das gesamtögliche Ausmaß würde jedoch nur in einer Langzeitstudie sichtbar.

9.2 Sauerstoffaufnahme

Die Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme ist eines der wichtigsten Kriterien für eine hohe Leistungsfähigkeit.

Bunc (2003) stellte fest, dass durch Walken die aerobe Fitness beeinflusst werden kann. Untrainierte Männer im Alter von durchschnittlich 45,7 Jahren führten ein Bewegungsprogramm bei einer Belastungsintensität von 50-70 % $VO_2\max$ (65-90 % der HF_{\max}) durch. Die Belastungsdauer in jeder Einheit variierte von 20 bis 50 min. Das Training erfolgte 3-5x pro Woche, wobei der Energieverbrauch zwischen 1050 und 1860 kcal (Mittel: 1540 ± 230 kcal) pro Woche lag. Zudem wurden Heimprogramme in Form von Gymnastik oder Schwimmen durchge-

führt. Das Ergebnis zeigte, dass die Sauerstoffaufnahme nach dem Interventionszeitraum signifikant um $17 \pm 7,3$ % des Ausgangswerts angestiegen ist.

Duncan et al. (2005) untersuchten die Wirkung von verschiedenen Intensitätsstufen und Trainingshäufigkeiten auf ausgesuchte Risikofaktoren für eine koronare Herzerkrankung. Die Studie wurde mit gesunden, viel sitzenden Frauen ($n= 315$) und Männern ($n= 177$) zwischen 30 und 69 Jahren in einem Interventionszeitraum von 24 Monaten durchgeführt. Die Intensitätsstufen sind bezogen auf die Herzfrequenzreserve und unterteilt in moderate (45-55 % HF_{res}) und hard (65-75 % HF_{res}). Die Trainingshäufigkeit unterteilt sich ebenso in zwei Intensitätsstufen: low (3-4 Tage/Woche), high (5-7 Tage/Woche). Dadurch bilden sich aus allen Kombinationen vier zu untersuchende Interventionsgruppen (Tabelle 5):

Tabelle 5: Interventionsgruppen (nach Duncan et al., 2005, S. 2363).

	low (3-4 Tage/Woche)	High (5-7 Tage/Woche)
moderate (45-55 % HF_{res})	ModI-LowF	ModI-HiF
hard (65-75 % HF_{res})	HardI-LowF	HardI-HiF

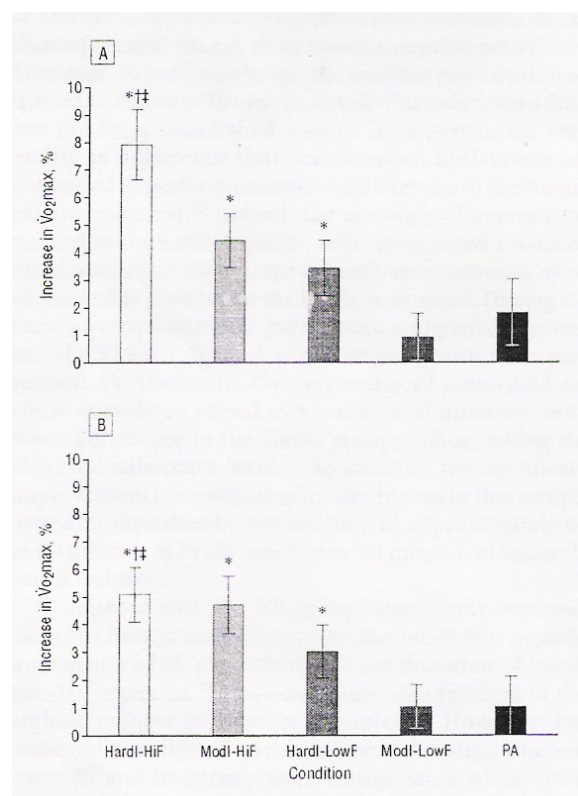


Abbildung 15 : Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme ausgehend vom Interventionsbeginn

(A): nach 6 Monaten

(B): nach 24 Monaten

PA: Kontrollgruppe

* ($p < .01$) sign. Steig. VO₂max

† ($p < .01$) Veränd. zum Anfang

‡ ($p < .01$) Veränd. im Vergleich zur ModI-LowF-Gruppe

Die Ergebnisse zeigen, dass nur die körperliche Aktivität in den Gruppen HardI-HiF, HardI-LowF und ModI-HiF zu signifikanten Steigerungen ($p < .01$) der maximalen Sauerstoffaufnahme führen. Die Gruppe mit moderater Intensität und geringer Trainingshäufigkeit zeigt nach einem Jahr keine signifikanten Veränderungen. Eine hohe Intensität und eine hohe Trainingshäufigkeit führen, wie in der Abbildung 15 dargestellt, zu den stärksten Steigerungen der $VO_2\text{max}$. Die höchsten Verbesserungen sind nach 6 Monaten zu erkennen, die nach 24 Monaten wieder etwas abflachen. Eine hohe Intensität und eine hohe Trainingshäufigkeit alleine reichen nicht zu der gewünschten Steigerung der kardiovaskulären Fitness. Der Organismus benötigt immer wieder neue und verschiedene Reize, um weitere Anpassungserscheinungen auszubilden. Dazu sind unterschiedliche Kombinationen von Intensität und Trainingshäufigkeit notwendig. Der Organismus passt sich des Weiteren innerhalb des Jahres an, so dass durch die dauerhaft gleiche Belastungsintensität keine weiteren Anpassungserscheinungen entstehen können. Dadurch müssen die Intensitäten weiter erhöht werden, um einen Nutzen im kardiovaskulären System zu erlangen. Ein Training von 30 Minuten am Tag mit einer mittleren Intensität 3-4mal pro Woche ist nicht ausreichend, um Veränderungen in der kardiorespiratorischen Fitness, gemessen an der maximalen Sauerstoffaufnahme, zu erreichen. Ein Training mit moderater Intensität muss mit einer Häufigkeit von mindestens 5 oder mehr Tagen in der Woche durchgeführt werden, um trainingswirksame Effekte zu erlangen. Langzeiterfolge mit einer durchschnittlich 10 %igen Steigerung der kardiorespiratorischen Fitness wurden nach zwei Jahren bei 21,2 % der Teilnehmer der HardI oder HiF Gruppen und bei 14,5 % der Teilnehmer der ModI-LowF festgestellt (vgl. Duncan et al., 2005, S. 2368). Eine 10 %ige Steigerung führt zu einer 15 %igen Reduktion des Mortalitätsrisikos (vgl. Duncan et al., 2005, S. 2368, zitiert nach Blair et al., 1995; Dunn et al., 1999). Somit führen langfristig gesehen auch geringe Intensitäten mit einer geringen Trainingshäufigkeit zu kardiovaskulär wirksamen Effekten. Über die Höhe des verbleibenden Restrisikos wird jedoch keine Aussage getroffen.

Die Ergebnisse von Duncan et al. (2005) verringern die Aussagekraft der Ergebnisse von Bunc (2003). Ein Problem der Studie von Bunc könnte die Heimarbeit sein, die zusätzlich von den Probanden durchgeführt wurde. Es ist eine

mögliche Fehlerquelle, dass keine Kontrolle über die Probanden besteht, in welcher Häufigkeit sie zusätzlich aktiv sind. Problematisch ist, dass die Situation in einer Studie nicht dem Alltag entspricht und die Ergebnisse nur bedingt auf den Alltag zu übertragen sind.

9.3 Stoffwechsel

Eine wichtige Komponente ist die Intensivierung des Fettstoffwechsels bei einem Ausdauertraining. Zu diesem Thema untersuchten Niesten-Dietrich et al. (1994) die Wirkungen eines Geh-, Lauf- und Krafttrainings auf die Leistungsfähigkeit und den Fettstoffwechsel. In diesem Rahmen sind besonders die Auswirkungen durch das Geh- und Lauftraining von Bedeutung. Das Krafttraining soll nur am Rande betrachtet werden. Die Untersuchung erfolgte an 52 untrainierten männlichen Probanden die im Durchschnitt 44 ± 7 Jahre alt waren. Diese wurden in 3 Trainingsgruppen (Geh-, Lauf- und Kraftgruppe) und eine Kontrollgruppe eingeteilt. Die Interventionsgruppen führten ein 9wöchiges Trainingsprogramm (3x pro Woche 60-90 min) durch, wobei das Gehtraining bei einer Geschwindigkeit von 6-7 km/h und das Lauftraining erst mit 7 km/h und später dann mit ca. 10 km/h erfolgte. Das Krafttraining wurde in Circuitform an 8 Krafttrainingsgeräten mit einer Intensität von 40-60 % der muskelspezifischen Maximalkraft bei 15-20 Wiederholungen und 2-4 Sätzen durchgeführt. Die unterschiedliche Leistungsfähigkeit wird auf dem Fahrradergometer gemessen, dass für keine der Trainingsformen eine sportartspezifische Belastungsform darstellt. Tabelle 6 zeigt die wesentlichsten Ergebnisse der Studie in Zusammenfassung.

Es besteht ein kaum zu unterscheidender Energieverbrauch zwischen den einzelnen Trainingsformen. Dagegen zeigen sich verschiedene Ergebnisse der Auswirkungen auf Herz-Kreislauf und Stoffwechsel, wobei alle Gruppen eine gesteigerte Leistungsfähigkeit erlangten. Der Laktatspiegel liegt während der Belastung beim Walking bei einer mittleren Herzfrequenz von 120 S/min bei 2 mmol/l im Bereich der aeroben Schwellen und bleibt beim Laufen bei einer durchschnittlichen Herzfrequenz von 150 S/min bei 2,7-3,7 mmol/l im Bereich der aeroben-anaeroben Schwelle und ist damit noch unter dem Schwellenwert von 4 mmol/l.

Tabelle 6: Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse von Niesten-Dietrich et al. (1994) beim Geh-, Lauf- und Krafttraining nach einem neunwöchigen Interventionszeitraum.

	Walking	Joggen	Krafttraining
Herzfrequenz	Mittlere Hf von 120 S/min	Mittlere Hf von 150 S/min	Starke Schwankungen der HF durch die vorhandene Belastungsstruktur
Laktat bei Belastung	2 mmol/l	2,7-3,7 mmol/l	- keine Angaben
Kilokalorien	490 kcal bzw. 5,3 kcal/kg	495 kcal bzw. 5,8 kcal/kg	420 bzw. 4,9 kcal/kg
Triglyzeridspiegel	Keine Veränderung (sogar ein minimaler Anstieg um 0,1 %)	Abnahme von 149,8 auf 122,0 (-18 %, $p < .05$)	Abnahme von 174,5 auf 144,3 (-18,1 %, $p < .05$)
Gesamtcholesterin	254 auf 233 mg/dl (-8%, $p < .05$)	von 242 auf 222 mg/dl (-8 %, $p < .05$)	Keine eindeutigen Veränderungen in den einzelnen Parametern des Cholesterinstoffwechsels
HDL-Cholesterin	_____	Anstieg des HDL-Cholesterins von 54 auf 59 mg/dl (+10 % n.s.)	_____
LDL-Cholesterin	Abnahme um ca. 20 mg/dl ca. 12 % ($p < .05$)	Abnahme um ca. 20 mg/dl ca. 12 % ($p < .01$)	_____

Eine länger andauernde physische Belastung führt sowohl kurz- wie auch langfristig zu einer Reduktion der Triglyzeride und gehört dabei zu den ersten Veränderungen im Fettstoffwechsel durch ein Ausdauertraining (vgl. Niesten-Dietrich, 1994, S. 27, zitiert nach Schwartz, 1988; Thompson et al., 1988). Beim Lauf- und Krafttraining erfolgt die Reduktion der Triglyzeride innerhalb des Interventionszeitraums. Beim Walking steigt der Triglyzeridspiegel sogar minimal um 2,6 mg/dl an. Demnach sind höhere aerobe Belastungsintensitäten notwendig, um eine Veränderung des Triglyzeridspiegels hervorzurufen. Zu

demselben Ergebnis kommen auch Duncan et al. (2005), die keine signifikanten Veränderungen der Triglyzeride feststellen konnten. Zusätzlich bestätigten sie, dass in den Gruppen ModI-HiF und HardI-LowF Anstiege des Triglyzeridspiegels zu verzeichnen sind.

Die stärksten Wirkungen auf den Cholesterinspiegel hat in jeder Hinsicht das Joggen. Die Wirkungen auf den Gesamt-Cholesterinspiegel sind beim Walking und beim Laufen identisch. Die physischen Aktivitäten bewirken eine Reduktion des Gesamt-Cholesterinspiegels um 8 % (ca. 20 mg/dl) ($p < .05$). Niesten-Dietrich et al. (1994, S. 27) räumen ein, dass diese Werte einen deutlicheren Effekt ausweisen, weil die Teilnehmer untrainiert sind und zugleich sehr hohe Ausgangswerte vorhanden waren, da die meisten Studien (Kaufman et al. 1980, Kiens et al., 1980; Schwartz, 1988) eine geringere Abnahme von nur 5 % angeben. Die Verringerung des LDL-Cholesterins erfolgt bei beiden Gruppen identisch und ist gekennzeichnet durch eine Reduzierung um 20 mg/dl, was eine Veränderung von 12 % (Walking: $p < .05$; Jogging: $p < .01$) ausmacht. Nur das Joggen hat eine positive Wirkung auf das HDL-Cholesterin, welche jedoch mit einer Steigerung der Werte von 54 auf 59 mg/dl eine nicht signifikante Steigerung um 10 % ausmacht. „Für positive Veränderungen des HDL-Cholesterins [...] scheint neben der längeren kontinuierlichen Belastungsdauer eine stärkere Abhängigkeit von der Beanspruchungsintensität und/oder der Zunahme der kardiovaskulären Fitness zu bestehen“ (Niesten-Dietrich et al., 1994, S. 28). Niesten-Dietrich et al. (1994, S. 28) geben an, dass in anderen Studien (z.B. Hardman et al. (1989), Heitkamp et al. (1991), Leon et al., 1979; Sopko et al., 1985) deutlich größere Zunahmen des HDL-Cholesterins auch beim Walking gefunden wurden. Es ist dann ein Anstieg des HDL-Cholesterins zwischen 2,4 und 15,6 % möglich. Dies bezieht sich auf Interventionszeiträume von 16-22 Wochen. Es wird deutlich, dass ein längerer Zeitraum benötigt wird, um deutlichere Anpassungen im Bereich des HDL-Cholesterins zu erhalten.

Duncan et al. (2005) kommen in ihrer Untersuchung zu dem Ergebnis, dass nur die Probanden mit einer hohen Intensität und einer hohen Trainingshäufigkeit eine tendenzielle Verbesserung des Lipoproteinstoffwechsels nach 6 Monaten zeigen. Es erfolgen keine signifikanten Veränderungen im Gesamtcholesterin

($p = .51$), LDL- ($p = .68$) oder HDL-Cholesterin ($p = .13$). Nur die HardI-HiF-Gruppe (im Abschnitt vorher zur Sauerstoffaufnahme erläutert) zeigte nach 6 Monaten signifikante Veränderungen des HDL-Cholesterins ($3,88 \pm 1,20$ mg/dl [0.10 ± 0.03 mmol/l] vs. $0,99 \pm 1.07$ mg/dl [0.03 ± 0.03 mmol/l]; $p < .03$) und im Gesamtcholesterin/HDL-Cholesterin Verhältnis (-3.32 ± 0.92 vs 0.78 ± 1.15 ; $p < .04$) im Vergleich zur Kontrollgruppe. Nach weiteren 18 Monaten konnten keine weiteren signifikanten Veränderungen des Cholesterins festgestellt werden. Die notwendige Intensität und Trainingshäufigkeit für die Veränderungen des Lipoproteinprofils konnte mit dem vorliegenden Studiendesign nicht eindeutig verifiziert werden.

Zusammenfassung

Durch Walking erfolgt auch bei geringeren Intensitäten eine Senkung des Gesamt-Cholesterins und des LDL-Cholesterins, die mit dem Joggen zu vergleichen ist. Im Rahmen dieser Untersuchung muss darauf geschlossen werden, dass Jogging die deutlich effektivere Bewegungsform für den Fettstoffwechsel ist, da sie bereits bei geringen bis mittleren Geschwindigkeiten zusätzlich signifikant den Triglyzeridspiegel senkt und das HDL-Cholesterin ansteigen lässt. Dafür ist beim Walking eine sehr hohe Intensität und Belastungshäufigkeit notwendig.

9.4 Endorphinausschüttung

Endorphine sind körpereigene Substanzen (kurzkettige Peptide) mit einer stark analgetischen morphinähnlichen Wirkung und werden auch als endogene oder körpereigene Morphine bezeichnet. Sie wirken schmerzhemmend im Zentralnervensystem. Des Weiteren erfolgt durch eine Endorphinausschüttung eine Atemdepression, eine Dämpfung des Hustenreflexes, Unterdrückung des Brechreizes und erregende Wirkung auf die Augenmuskulatur (vgl. Schänzer in Rost, 2001, S. 140). Endorphine lösen ebenso periphere Wirkungen aus. Sie führen zu einer Steigerung des Tonus der glatten Muskulatur, eine Verzögerung der Magenentleerung, eine Hemmung der Kontraktion der Darmmuskulatur und die Kontraktion der Blasenmuskulatur (vgl. Schänzer in Rost, 2001, S.

140). Die Wirkung der Endorphine erfolgt über die Bindung an Opiat-Rezeptoren. Durch die Einwirkung auf präsynaptische Rezeptoren schränken die opioiden Peptide die Freisetzung von Noradrenalin ein (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 28, zitiert nach Weihe et al., 1988). Das wohl bekannteste Phänomen der Ausschüttung von körpereigenen Endorphinen ist die euphorische Entstehung des Wohlbefindens.

Wenn das Walking und Nordic Walking lange genug betrieben wird, besteht die Möglichkeit, nach Angaben verschiedenster populärwissenschaftlicher Autoren, dass eine Endorphinausschüttung erfolgt (Gollner, 2003, S. 13; Diem, 2002, S. 19; Grabbe, 2003, S. 19; Roschinsky, 11/04, S. 61). Auch der wissenschaftliche Beitrag von Bös et al. (2005, S. 87) bekundet diese Wirkungsweise. Um eine Endorphinausschüttung zu erreichen muss eine zyklische Sportart betrieben werden, wie z. B. das Jogging, Inlineskating oder Rad fahren. Walking und Nordic Walking sind ebenso zwei zyklische Sportarten, durch welche ebenso diese „harmonische Gefühlszustände“ entstehen und zu „einem so genannten Flow führen“ (vgl. Roschinsky, 2004, S. 61).

Lange (2005) greift das Thema Endorphine in seinem Artikel auf und bezeichnet es als eins der zahlreichen Versprechen durch populärwissenschaftliche Walking- und Nordic Walking-Bücher. Er weist darauf hin, dass das bereits beschriebene körpereigene Opiat erst vom Körper produziert wird, wenn bei einer stark intensiven körperlichen Aktivität „die natürlichen Schmerzgrenzen längst überschritten wurden und der Sportler seinen Körper weiter quält“ (Lange, 2005, S. 9). Das körpereigene Schmerzmittel, welches in diesen Extremsituationen produziert wird, ermöglicht dem Sportler die Belastung weiter aufrecht zu halten. Diese Erläuterung von Lange (2005) zeigt, dass bei den Intensitäten, mit denen Walking und Nordic Walking betrieben werden, keine Endorphine freigesetzt werden. „Glücksgefühle können bei Pulsfrequenzen bzw. Belastungsintensitäten, die auf die Aktivierung der Fettstoffwechselprozesse zielen (Puls 120-140) höchstens durch den rhythmischen Wechsel von Spannung und Entspannung oder durch das „gute Gefühl“ erreicht werden“ (Lange, 2005, S. 9).

Diese Aussagen bestätigen und ergänzen die zuvor getroffene Definition der Wirkung von Endorphinen. Bei einer Überschreitung der natürlichen Schmerzgrenze lenkt der Körper durch die Endorphinausschüttung seine ganze Auf-

merksamkeit auf das Durchhalten der gegebenen Leistungsanforderung und drosselt damit die Aktivität in anderen Körperorganen. Für diese Belastungssituation macht die Freisetzung der Endorphine Sinn, jedoch hat es auch gewisse Nebenwirkungen zur Folge, da das versprochene „Wohlbefinden“ nach dem Sport nur einen Teil der Wirkungsweise darstellt. Akute Nebenwirkungen durch eine Überdosierung von Morphinen können sich in Form einer Atemlähmung zeigen, wobei es zu einer Schädigung der Gefäße (Sauerstoffunterversorgung) und zum Kreislaufschock kommen kann. Chronische Wirkungen werden als Opiatsucht bezeichnet (vgl. Schänzer in Rost, 2001, S. 140). Die psychische Abhängigkeit, die durch die ständige Ausschüttung der Endorphine bei einem Ausdauerathleten entstehen kann, die Sucht nach dem „Runners High“, lässt sich besonders gut bei dauerhaftem Beenden der körperlichen Aktivität feststellen, da die Athleten unter einer Abhängigkeit vom Ausdauertraining leiden. Dies ist ebenso einer der Gründe, weshalb man Leistungssportlern rät langsam „abzutrainieren“.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Werbung der Endorphinausschüttung im Gesundheitssport keinen Sinn macht, da sie im allseits empfohlenen Intensitätsbereich von 60-85% der maximalen Herzfrequenz nicht erfolgt. „Als Voraussetzung zum Anstieg muss entweder die Belastungsintensität so hoch sein, daß ein Lactatwert von 4 mmol/l im arteriellen Blut überschritten wird (Arentz et al., 1987; De Meirleir et al., 1985) oder aber eine längere Belastungsdauer vorliegt (je nach Leistungs- und Trainingszustand) als 45-60 min (Schwarz u. Kindermann, 1989)“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 25, zitiert nach Arentz et al., 1987; De Meirleir et al., 1985; Schwarz u. Kindermann, 1989).

9.5 Leistungsniveau

Niessen-Dietrich (1994) zeigt (Studiendesign beim Thema Fettstoffwechsel vorgestellt), dass bereits nach einem neunwöchigen Interventionszeitraum mit drei Trainingseinheiten von 60-90 Minuten eine Steigerung des Trainingsniveaus möglich ist. Die kardiovaskuläre Fitness, die durch die gewichtsbezogene PWC 150 gemessen wird, lässt den höchsten Zuwachs bei der Laufgruppe erkennen. Sie zeigt eine Steigerung von 24 % ($p < .01$). Die Walkinggruppe

verbesserte sich durch die Interventionen um 15 %, damit jedoch nicht signifikant. Dagegen erreicht ein Krafttraining eine signifikante Steigerung der kardiovaskulären Fitness um 19 % ($p < .05$). Walking schneidet, gemessen an der maximalen ergometrischen Leistungsfähigkeit, nicht so effektiv ab wie propagiert. Die Walkinggruppe erreichte nur einen tendenziellen Anstieg von 2,1 auf 2,2 Watt/kg. Den intensivsten Zuwachs erreichte die Krafttrainingsgruppe mit 22 % ($p < .01$). Die Ursache ist die verbesserte intra- und intermuskuläre Koordination und die Hypertrophie der Muskulatur in den Beinen. Die Laufgruppe erreicht eine 16 %ige ($p < .01$) Steigerung der ergometrischen Leistungsfähigkeit und befindet sich damit im Mittelfeld. Die geringere Steigerung als beim Krafttraining ist auf eine nicht vorhandene Hypertrophie der Beinmuskulatur zu beziehen.

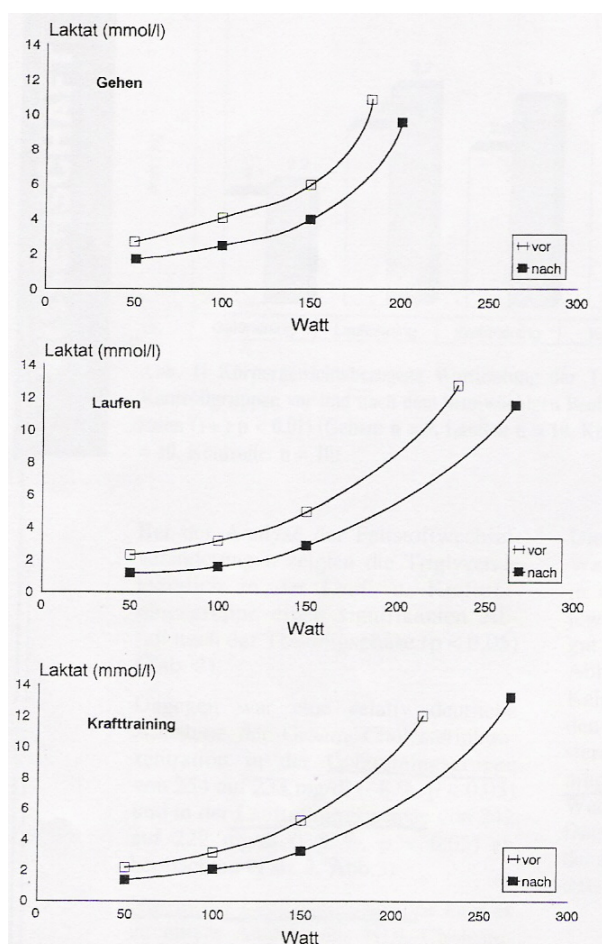


Abbildung 16: Laktatkonzentration während Fahrradergometerbelastung vor und nach einer neunwöchigen Periode mit Gehtraining ($n=9$), Lauftraining ($n=10$) und Krafttraining ($n=10$) (Niesten-Dietrich, 1994, S. 25).

Abbildung 16 von Niesten-Dietrich (1994) zeigt, dass nach dem Interventionszeitraum eine deutliche Senkung der Laktatkonzentration festzustellen ist. Selbst eine geringe Belastung wie Walking erzeugt Anpassungserscheinungen im Enzymstoffwechsel und damit eine Rechtsverschiebung der Laktatkurve. Die später einsetzende Laktatproduktion hat eine geringere Herzfrequenz auf derselben submaximalen Belastungsstufe zur Folge. Somit muss der Aktive für weitere Anpassungserscheinungen die Belastungsdauer oder die Belastungsintensität steigern. Wenn das Training bereits im unteren Bereich der Grundlagenausdauer I stattfindet, muss eine Intensitätssteigerung erfolgen, um weiterhin im trainingswirksamen Bereich aktiv zu sein. Insbesondere beim Walking ist darauf zu achten in bestimmten Fällen auf das Joggen oder Radfahren umzusteigen, da ab einer Geschwindigkeit von 7-8 km/h viele Teilnehmer unter orthopädischen Beschwerden leiden (siehe Kapitel 10).

9.6 Kapitelfazit

Die Ergebnisse zeigen, dass auf den höchsten Intensitätsstufen die ausgeprägtesten Anpassungserscheinungen zu verzeichnen sind. Diese zu beobachtenden Adaptationsausprägungen entsprechen dem normalen Verlauf der Wirkungsweise von Ausdauertraining (und auch Krafttraining). Wo keine oder nur schlechte Ausgangswerte bestehen, sind die größten Erfolge zu finden, die sich mit zunehmendem Trainingsniveau verringern. Dabei darf nicht der Fehler gemacht werden, dass die geringeren Anpassungen als wertlos angesehen werden, wie im folgenden Beispiel. „Ein hohes Maß an Fitness schützt nicht besser vor Herzerkrankheiten als ein mittleres Maß an Fitness, das schon durch regelmäßiges zügiges Gehen erreicht werden kann.“ (Gerig, 1997, S. 8). Dies kann widerlegt werden durch die Studie von Paffenbarger (1986). „The risk of death in men with an activity index of 3,500 kcal/week was less than half that associated with the least activity (< 500 kcal). The men in the activity index ranges of less than 2,000 kcal/week had a 38 % greater risk of death over the 12- to 16-year follow-up period than those in the higher index ranges. [...] a 31 % higher risk of cardiovascular mortality in sedentary men compared with men who were active“ (Blair & Connelly, 1996, p. 195, zit. nach Paffenbarger et al., 1986). Wichtig ist zusätzlich, dass für die Prävention von Herz-

Kreislauf-Erkrankungen die Trainingsintensität berücksichtigt wird und nicht nur die Gesamtaktivität.

Es besteht die Notwendigkeit mit Langzeitstudien die bisher prognostizierten Wirkungen von Walking zu prüfen. In wie weit lassen sich die Anpassungsercheinungen steigern? Dazu ist ein Interventionsprogramm notwendig, bei dem je nach Leistungszustand der Teilnehmer individuell alle 6-12 Wochen der Trainingsplan verändert wird. Es sollte untersucht werden, bis zu welchem Zeitpunkt durch Walking Adaptationen zu verzeichnen sind und was danach durch ein Jogging- oder Ergometer-Programm zusätzlich erreicht werden kann. Diese Studien müssten ebenso mit trainierteren Personen durchgeführt werden.

10 Welche Belastungsnormativa werden für das Walking empfohlen?

Walking erfolgt unter anderen Belastungsempfehlungen als das Joggen. Aufgrund der häufig zu hohen Intensität gilt beim Joggen die Empfehlung „Laufen ohne zu schnaufen“. Beim Walken dagegen spricht man von „zügiges Gehen“, „strammes Marschieren“ oder „flottes Gehen“ (Schwarz, 1998, S. 316; Schwarz et al., 2002, S.293).

Aufgrund der Ergebnisse der bisherigen Studien machen die einzelnen Wissenschaftler verschiedene Angaben, wie häufig, mit welcher Dauer und in welchen Intensitäten das Walking absolviert werden soll. Tabelle 7 zeigt die Geschwindigkeitsangaben von Schwarz et al. (1998, S. 316), welche durch die Angaben von Bös und Schott (1997, S. 145) noch differenzierter dargestellt sind:

Tabelle 7: Geschwindigkeitsangaben für unterschiedlich leistungsfähige Walker (nach Schwarz et al., 1998, S. 316; Bös und Schott, 1997, S. 145).

Weniger leistungsfähige ältere Gesundheitssportler (max. Leistung < 2 Watt/kg Körpergewicht)	ca. 5-6 km/h ca. 20 kJ/ min (bei 70 kg Körpergewicht)
Normal leistungsfähiger Gesundheitssportler mittleren Alters	ca. 6-7,5 km/h ca. 20-30 kJ/min
Leistungsfähigere jüngere Freizeitsportler (max. Leistung >3/4 Watt/kg KG)	ca. 7,5-9 km/h ca. 30-45 kJ/min

Die Empfehlungen für ein gesundheitsorientiertes Training sind ähnlich dem Minimalprogramm von Hollmann und Hettinger (2000), wie sie zu Beginn der Arbeit beschrieben wurden. Sie belaufen sich auf ein 30-60minütiges Training bei 60-70 % der maximalen Herzfrequenz, das 2-5x in der Woche ausgeführt werden sollte. (vgl. Schwarz et al., 1998; Bös & Schott, 1997). Damit soll ein Energieverbrauch von 2000 kcal pro Woche erreicht werden.

Die folgenden Studien überprüfen, mit welchen Intensitäten das Walking und Nordic Walking durchgeführt werden sollte. Die in Kapitel 7 untersuchten Studien zeigten, dass Walking durchaus bei einer Geschwindigkeit von 8-10 km/h durchgeführt werden können.

10.1 In welchem Intensitätsbereich müssen Walker trainieren, um den Vorgaben des ACSM zu entsprechen?

Schwarz untersuchte 2001 die notwendigen Trainingsempfehlungen für den Gesundheitssport an 16 Probanden (männlich: $n = 6$; weiblich: $n = 10$) im Alter von durchschnittlich 54 Jahren. Er ließ die Probanden bei 70 %, 80 % und 90 % einer im Walking-Stufentest erreichten maximalen Geschwindigkeit walken.

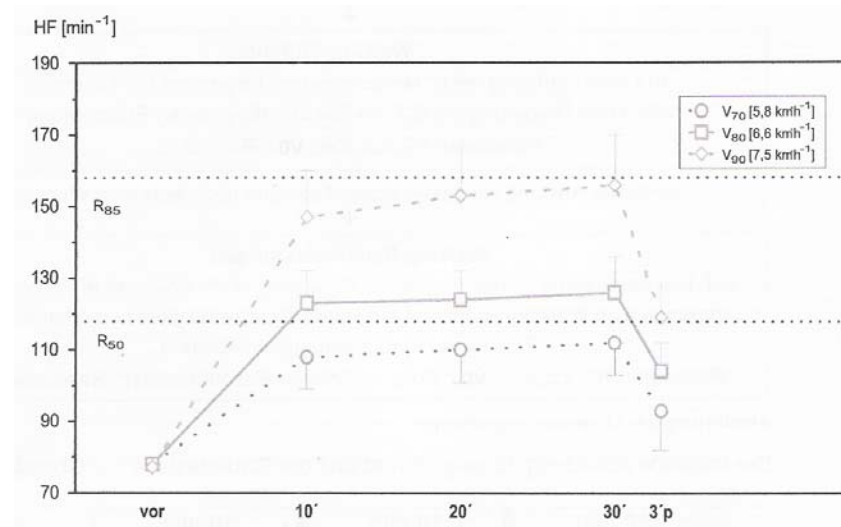


Abbildung 17: Herzfrequenzverhalten bei den Walking-Dauertests mit 70 %, 80 % und 90 % der maximalen bei stufenweise ansteigender Laufbandbelastung erreichten Geschwindigkeit. Zusätzlich wurde der mittlere vom ACSM (1998) als trainingswirksam empfohlene Herzfrequenzreservebereich durch eine obere (R_{85}) und untere Grenz (R_{50}) gekennzeichnet (Schwarz, 2001, S. 68).

Anhand der Ergebnisse in Abbildung 17 ist festzustellen, dass ein Minimum von 50 % der Herzfrequenzreserve erst durch 80 % der maximalen Geschwindigkeit erreicht werden kann. Eine Steigerung der Intensität auf 90 % der maximalen Geschwindigkeit ist für den Gesundheitssportler ebenso möglich, ohne im anaeroben Bereich zu trainieren und dadurch die 85 %-Marke der Vorgaben des ACSM zu überschreiten. Eine Geschwindigkeit von 5,8 km/h (70 %) beinhaltet keine trainingswirksamen Reize. Dies Resultat ist durch die vermehrte Sauerstoffaufnahme bei 6,6 km/h (80 %) zu bestätigen. Die Probanden erreichen wie Abbildung 18 zeigt, erst bei einer 80 %igen Geschwindigkeit eine gesteigerte Sauerstoffaufnahme, die sich im trainingswirksamen Bereich befindet.

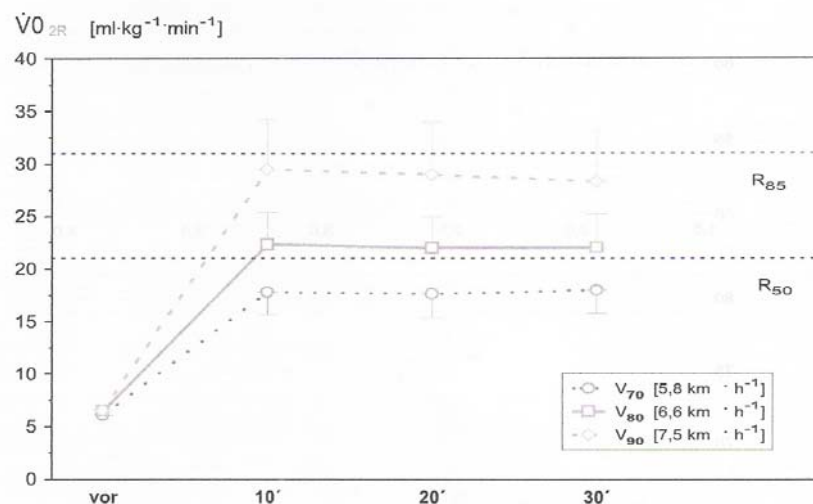


Abbildung 18: Sauerstoffaufnahme bei den Walking-Dauertests mit 70, 80 und 90 % der maximal im Walking-Stufentest erreichten Geschwindigkeit. Der mittlere vom ACSM als trainingswirksam empfohlene Sauerstoffreservebereich ist durch eine obere (R_{85}) und untere Grenze (R_{50}) gekennzeichnet (Schwarz, 2001, S. 77).

Die Graphik 19 zum Laktatverhalten unter Belastung bestätigt das Ergebnis. Selbst bei einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h steigt das Laktat nicht über 4 mmol/l. Es ist somit auf den ersten Blick kein Problem durch das Walking in einem trainingswirksamen Bereich aktiv zu sein und neben der Grundlagen-

ausdauer I auch die Grundlagenausdauer II zu trainieren und trainingswirksame Effekte im Sinne der Prävention von Herz-Kreislaufkrankungen zu erlangen.

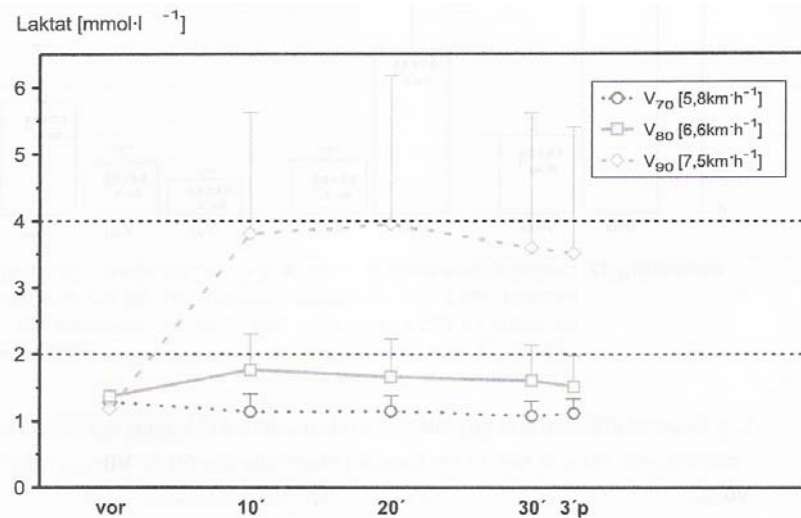


Abbildung 19: Laktatverhalten beim Walking-Dauertest auf dem Laufband mit 70, 80 und 90 % der maximal bei stufenweise ansteigender Laufbandbelastung erreichten Geschwindigkeit (Schwarz, 2001, S. 73).

Die Studie bestätigt die bisherigen Ergebnisse. Sie zeigt, dass Walken für einen Gesundheitssportler ab einer Geschwindigkeit von 7,5 km/h durch den starken Laktatanstieg beginnt unökonomisch zu werden. Dies wird ebenso durch das stärker ansteigende subjektive Belastungsempfinden auf Werte von 15 (schwer) nach einer 20minütigen Dauer und 16 (sehr schwer) nach 30 Minuten deutlich. Bei dieser Geschwindigkeit klagten die Teilnehmer der Studie über muskuläre Beschwerden im Unterschenkelbereich. Es wird einem Gesundheitssportler nur schwerlich gelingen eine Stunde oder mehr bei dieser Geschwindigkeit durchzuhalten. 80 % der maximalen Geschwindigkeit ist die Intensität der Wahl um beschwerdefrei aktiv sein zu können. Das sind nach Angaben von Schwarz (2001, S.121) 63 % der VO_2max und 73 % der maximalen Herzfrequenz. Dabei befindet sich der Aktive nur im mittleren bzw. oberen Trainingsbereich der Grundlagenausdauer I. Dies hat zur Folge, dass ein wirksames Training für das Herz-Kreislauf-System geringgradiger erfolgt, da dies, wie zu Beginn definiert, zunehmend ab einem Frequenzbereich von 75-85 %

der Hf_{max} stattfindet. Dadurch sind die für den Gesundheitsport vorgesehenen verschiedenen Trainingsmethoden aus Kapitel 5 nicht zu benutzen.

Wichtig ist die Feststellung von Bös und Schott (1997), dass Walking nicht immer im effektiven Intensitätsbereich durchgeführt wird. Bei ihrem 2 km Walking-Test fanden sie heraus, dass nur 2/3 der untersuchten Männer und Frauen im Alter von 18-71 Jahren (MW= 48 Jahre) sich angemessen belastet haben. Während bei 5 % die Gesamtbelastung durch eine falsche Selbsteinschätzung der Teilnehmer zu hoch war, fällt sie bei 32 % zu gering aus. Dies bestätigt Schwarz (2001), der herausfand, „dass beim Walking mit Gesundheitssportlern sowohl Unter- als auch Überforderungen möglich sind. Dabei sind die Probanden bei der Wahl ihrer Intensität häufiger unter- als überfordert“ (Schwarz, 2001, S. 116). Somit ist festzustellen, dass individuelle Intensitätsvorgaben sehr sinnvoll sind.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass nur geringe Effekte auf das Herz-Kreislauf-System bei einem trainierteren Gesundheitssportler erfolgen, da die Belastungsintensität zu gering ist.

10.2 Wie geeignet ist Walking für jüngere bzw. leistungsfähigere Freizeitsportler?

Schwarz et al. (1998), Schwarz (2001) und Schwarz et al. (2001) setzen sich insbesondere mit dem Thema auseinander, ob auch jüngere Freizeitsportler in einen trainingswirksamen Bereich durch Walking gelangen. Schwarz et al. (1998) fanden heraus, dass „selbst beim besser trainierten Freizeitsportler (> 4 Watt/kg max. Leistungsfähigkeit) ein solcher Intensitätsbereich [von 80% der maximalen Walkinggeschwindigkeit]) möglich“ ist, „allerdings sind hierzu Geschwindigkeiten erforderlich, die technisch nur noch mit großer Mühe realisierbar sind (> 8 km/h)“ (Schwarz et al., 1998, S. 315).

Das Problem der Freizeitsportler wurde von Schwarz (2001) in einer weiteren Studie behandelt. Er untersuchte die Wirksamkeit von Walking unter einer 30minütigen Dauerbelastung bei 80 % (V_{80}), 90 % (V_{90}) der im maximalen

Walking-Stufentest erreichten Geschwindigkeit und bei einer von den Probanden selbst gewählten Intensität (V_{SB}).

Die Ergebnisse zeigen, wie in Abbildung 20 zu sehen, dass die Geschwindigkeit von 80 % (7,3 km/h), die bei Gesundheitssportlern sich als effektiv herausstellte, bei den Freizeitsportlern 47 % der Herzfrequenzreserve (HF_R) und 44 % der Sauerstoffreserve aktiviert und damit unterhalb der Empfehlungen des ACSM liegt. Dies zeigte sich auch dadurch, dass die Laktatkonzentration im Mittel bei $1,4 \pm 1,6$ mmol/l befindet. Erst mit der selbst gewählten Geschwindigkeit von im Mittel 8,0 km/h, befinden sich die Probanden mit 56 % der HF_R und bei 90 % der maximalen Geschwindigkeit (59 % HF_R) in einem wirksamen Bereich von 50-85 % der Herzfrequenzreserve nach den Empfehlungen des ACSM (vgl. Schwarz, 2001, S. 90).

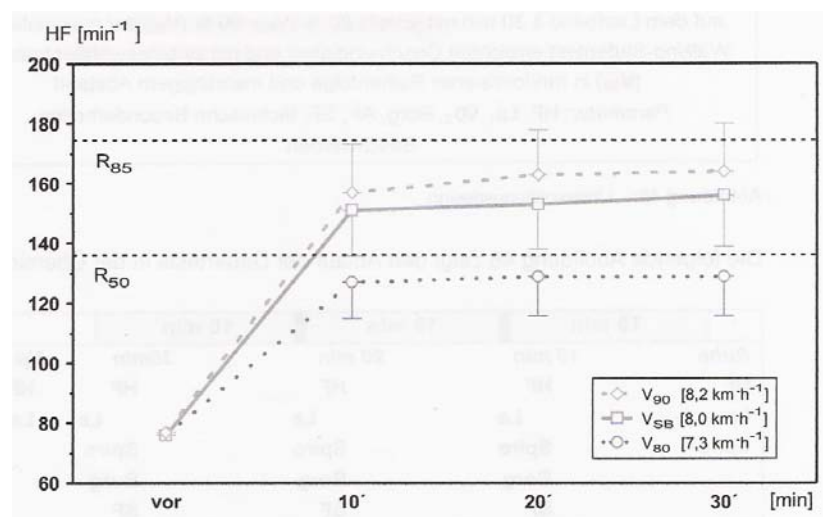


Abbildung 20: Herzfrequenzverhalten beim Walking-Dauertest mit 80 und 90 % der im Walking-Stufentest maximal erreichten Geschwindigkeit (V_{80} , V_{90}) sowie mit selbstgewählter Geschwindigkeit (V_{SB}); zusätzlich wurde der Herzfrequenzreservebereich durch eine obere Grenze (R_{85}) und untere Grenze (R_{50}) gekennzeichnet (Schwarz, 2001, S. 90).

Im Hinblick auf die Sauerstoffaufnahme befinden sich im Durchschnitt die Probanden bei der selbst gewählten Geschwindigkeit im trainingswirksamen Bereich. Es sind jedoch immer noch viele Probanden unter der Schwelle von 60 % der maximalen Sauerstoffaufnahme, so dass diese Geschwindigkeit nicht

für alle Probanden als ausreichend erscheint. Bei 8,2 km/h (90 % der maximalen Geschwindigkeit) erreichen alle Personen eine ausreichende Trainingsintensität.

Der subjektive Anstrengungsgrad steigt bei den höheren Geschwindigkeiten wie auch schon bei den Gesundheitssportlern deutlich an und hängt erneut mit den gehäuft auftretenden muskulären Beschwerden bei V_{90} und der selbst gewählten Geschwindigkeit zusammenhängen, da zwischen dem subjektiven Anstrengungsgrad und der Herzfrequenz nur ein mäßiger bis geringer Unterschied besteht (vgl. Schwarz, 2001, S. 96). Die Beschwerden der Teilnehmer zeigen sich vorwiegend in der prätibialen Muskulatur.

Walking hat deutlich unterschiedliche Auswirkungen auf einen mittelmäßig (2x pro Woche 1 h Walking seit 3 Jahren) und einem stark trainierten (6x pro Woche 1-3 h Lauftraining: 4 h pro Woche) Freizeitsportler. Auf den ersten Blick erreichen beide Teilnehmer trotz der unterschiedlichen Voraussetzungen eine maximale Geschwindigkeit von 10,1 km/h. Schwarz bietet eine genauere Betrachtung der beiden Fälle, die exemplarisch in dieser Ausarbeitung angeführt werden. Sie zeigen, dass die beiden Sportler an den untersuchten Geschwindigkeiten völlig unterschiedliche physiologische Wirkungsweisen zeigen. Bei einer Geschwindigkeit von 8,1 km/h bei V_{80} erreicht Person A in Bezug auf Herzfrequenz und Sauerstoffaufnahme im Gegensatz zu Person B und den durchschnittlichen Ergebnissen der Probanden bereits den trainingswirksamen Bereich. Der Proband B erreichte bei V_{80} eine Herzfrequenz von 123 wohingegen Proband A bei dieser Geschwindigkeit eine Frequenz von 163 Schlägen pro Minute aufwies. Wie Abbildung 21 zeigt hat A auf der höchsten Geschwindigkeitsstufe bereits eine Frequenz im Mittel von 188 S/min während Proband B im Mittel nur 156 S/min aufweist. Als Resultat dessen ist die Sauerstoffaufnahme beim weniger Trainierten angepasst an die Herzfrequenz (A: V_{80} 32,3, V_{SB} 45,3, V_{90} 46,6 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ vs. B: V_{80} 28,1, V_{SB} 39,6, V_{90} 36,6 $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) deutlich geringer. Ganz besonders deutlich wird die geringere Belastung es bei der Betrachtung des Laktats, das bei 90 % der maximalen Geschwindigkeit beim stark Trainierten nur auf 2,2 mmol/l ansteigt. Proband A zeigt bei höchster Intensität eine Laktatproduktion von 7,2 mmol/l (siehe Abbildung 22).

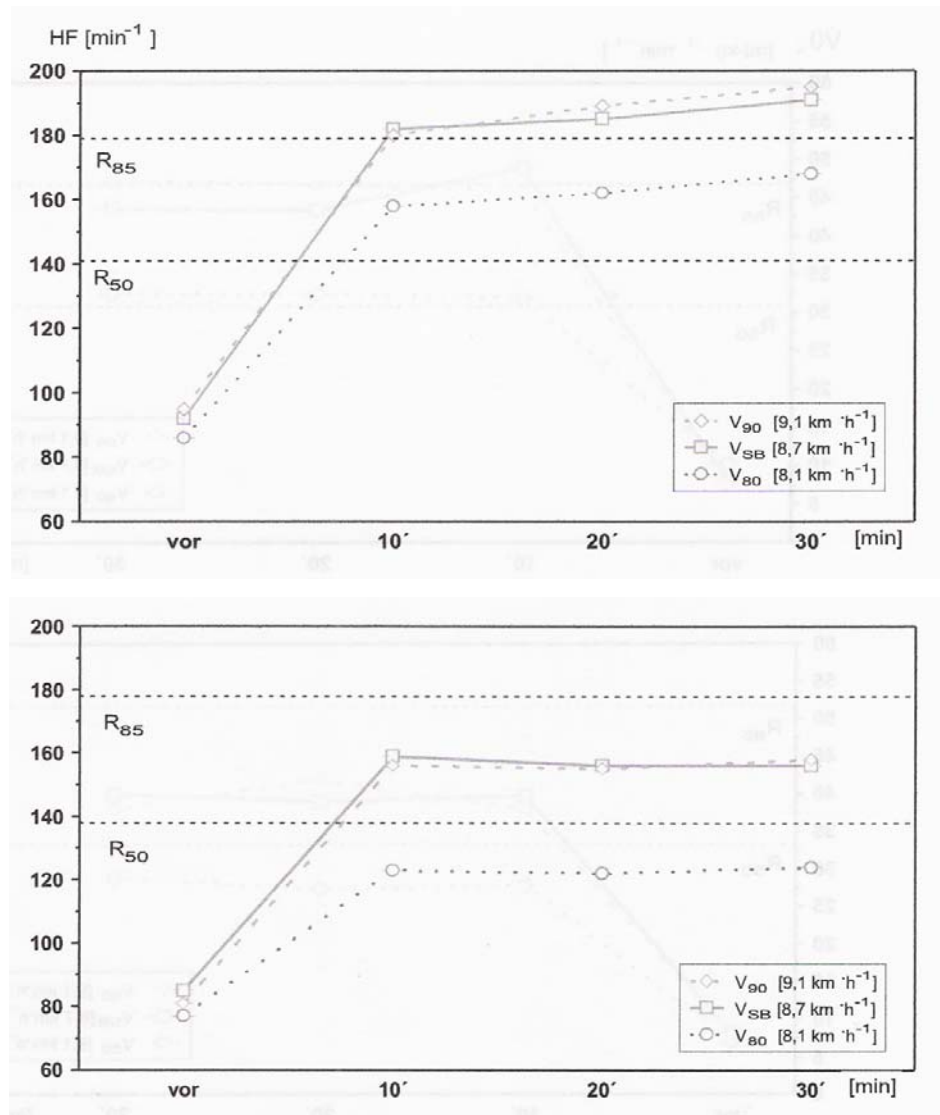


Abbildung 21: Herzfrequenzverlauf bei Proband A (oben) und Proband B (unten) beim Walking-Dauertest mit 80 und 90 % der im Walking-Stufentest maximal erreichten Geschwindigkeit (V_{80} , V_{90}) sowie mit selbstgewählter Geschwindigkeit (V_{SB}); zusätzlich wurde der Herzfrequenzreservebereich durch eine obere Grenze (R_{85}) und untere Grenze (R_{50}) (Schwarz, 2001, S. 105).

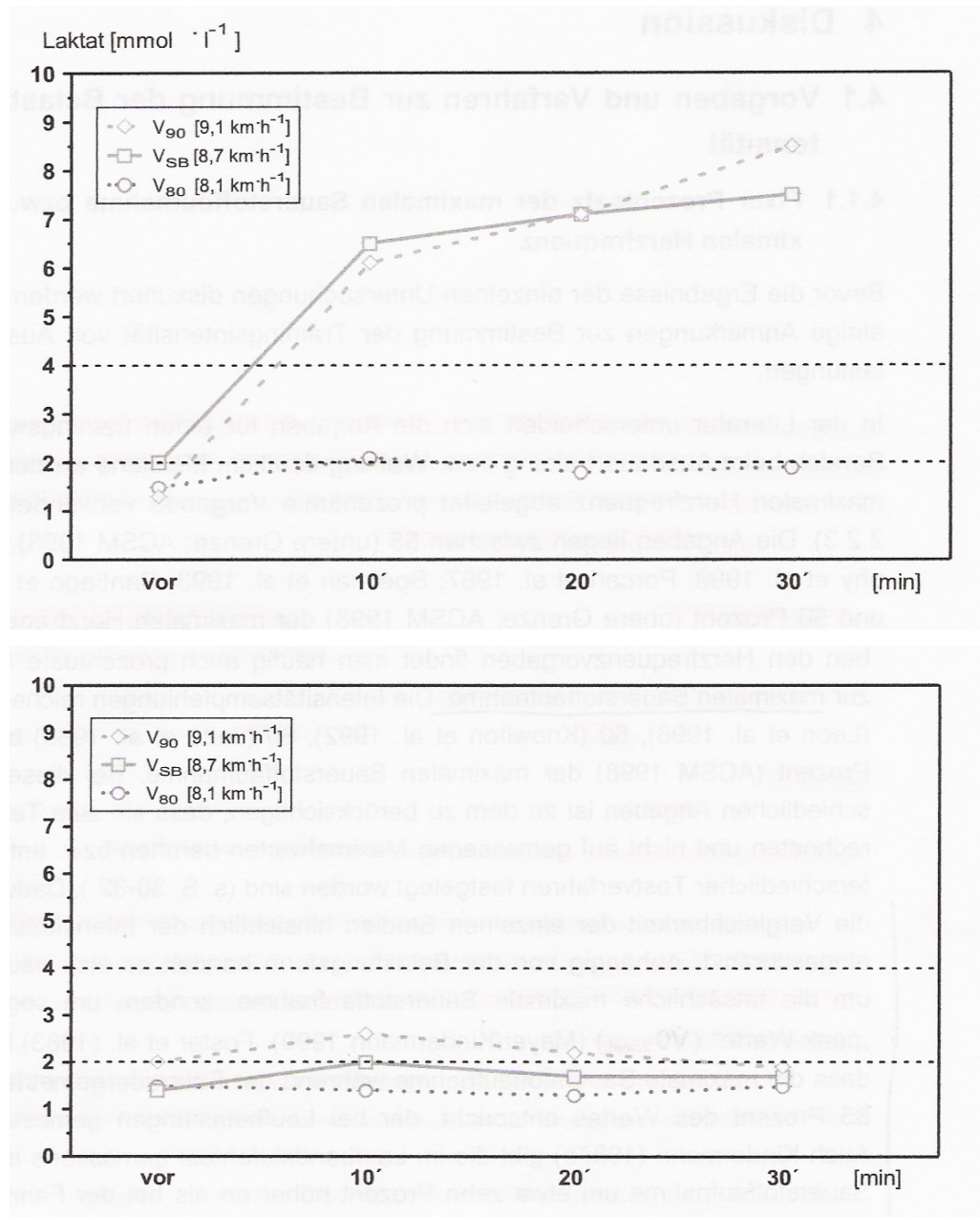


Abbildung 22: Laktatverhalten bei Proband A (oben) und Proband B (unten) beim Walking-Dauertest mit 80 und 90 % der im Walking-Stufentest maximal erreichten Geschwindigkeit (V_{80} , V_{90}) sowie mit selbstgewählter Geschwindigkeit (V_{SB}); die gestrichelten Linien markieren den 2 und 4 mmol/l Laktatbereich (Schwarz, 2001, S. 105).

Es ist zusammenfassend darzustellen, dass nur ein ganz kleiner Bereich zwischen 60 % der maximalen Sauerstoffaufnahme und dem selbst gewählten Bereich von 8,0 km/h trainingswirksam und zugleich schmerzarm ist. Damit be-

findet sich der Freizeitsportler jedoch im unteren Bereich der Grundlagenausdauer I, der sich wenig herzkreislaufwirksam zeigt. Der Grundlagenausdauerbereich II ist mit dem Walken für den Freizeitsportler nicht zu erreichen. Die Einzelfallbetrachtung von Schwarz (2001) zeigt, dass ein Ausdauertraining sehr unterschiedlich ausgeprägte Wirkungen auf den Organismus haben kann. Sie zeigt, dass ein intensives Training in der Woche zu einer starken Rechtsverschiebung der Laktatkurve führen kann. Dieser Sportler kann grundlegend ein deutlich intensiveres Training absolvieren, ohne dabei in den anaeroben Bereich zu gelangen. Die Belastung wird beim Walking, wie die Graphiken zeigen, nicht durch einen Mangel an Ausdauerleistungsfähigkeit, was sich in Form von hohen Herzfrequenzen und einem starken Laktatanstieg ausdrücken würde, abgebrochen. Es wurde die maximal mögliche Geschwindigkeit von 10 km/h beim Walking erreicht, die aufgrund anatomischer Gegebenheiten nicht weiter erhöht werden kann. Damit kann ein junger stark leistungsfähiger Sportler keine Ausbelastung erfahren und das Walken stellt keine für ihn in Frage kommende Bewegungsform dar. Abgesehen von diesem Extremfall wurde im Allgemeinen verdeutlicht, dass ein Freizeitsportler an die Grenzen der Bewegungsform stößt und sich nach einer Alternative umsehen sollte. „Für leistungsfähigere Personen ist Jogging in der Regel die effektivere Sportart. Für Gesundheits- oder Freizeitsportler im mittleren Leistungsbereich ist auch beispielsweise abhängig vom Geländeprofil eine Mischung aus Walking- und Joggingphasen sinnvoll“ (Schwarz et al., 2002, S. 292).

10.3 Zusammenfassung

Grundlegend ist festzuhalten, dass mit Walking und Nordic Walking in einem trainingswirksamen Bereich vorgegeben vom American College of Sports Medicine trainiert werden kann. Die Ergebnisse bestätigen jedoch, dass die beschriebene hohe Effektivität durch Walking und Nordic Walking darauf zurückzuführen ist, dass die Studien mit völlig untrainierten viel sitzenden Teilnehmern durchgeführt werden. Das Resultat daraus sind zwei hervorragende Bewegungsformen für den Einsteiger und Wiederbeginner, die mit zunehmendem Trainingsniveau durch andere Aktivitäten abgelöst oder ergänzt werden müssen.

Wie die Betrachtung der Studie zeigt erfolgt eine Differenzierung von Freizeit- und Gesundheitssportlern. Dabei weisen die Teilnehmer der Studien ein sehr unterschiedliches Alter auf. Die Gesundheitssportler sind im Mittel 53,5 Jahre alt. Die Freizeitsportler dagegen sind durchschnittlich 24,5 Jahre alt. Das Interesse in der Studie bestand bezüglich den Freizeitsportlern darin, zu schauen, ob auch jüngere Menschen von dem Walking profitieren können. Die Frage stellt sich jedoch, warum nicht Freizeitsportler und Gesundheitssportler derselben Altersstufe miteinander verglichen werden. Sind Personen ab 50 Jahren automatisch Gesundheitssportler, weil die gesundheitlichen Beschwerden zunehmen? In diesem Alter vollführen die Menschen durchaus Breiten- und Freizeitsport. Ein älterer Freizeitsportler wird genauso wie ein jüngerer relativ schnell an die möglichen Belastungsgrenzen dieser Bewegungsform stoßen. Um weitere Anpassungen auf das Herz-Kreislauf-System zu erhalten und damit in einem trainingswirksamen Bereich zu sein, muss auch der ältere Freizeitsportler seine Geschwindigkeit erhöhen. Dies hat zur Folge, dass er in einem Bereich trainieren muss, der bei jüngeren Freizeitsportlern ein deutliches Auftreten von orthopädischen Beschwerden hervorruft. Es wäre wichtig durch ein angemessenes Studiendesign zur Bestätigung zu sehen, wie effektiv sich das Walken für diese Gruppe gestaltet.

10.4 Diskussion der empfohlenen Belastungshäufigkeiten und -intensitäten

Die zu Beginn berichteten Empfehlungen der Populärwissenschaftler und Wissenschaftler sind sehr allgemein gehalten und fördern quasi eine Unterforderung der eh schon bewegungsfaulen Menschen. Tabelle 8 zeigt die Gesamtdauer, die ein Gesundheitssportler bei 3, 4, 5, 6 und 7 Trainingseinheiten pro Woche unter den geforderten Bedingungen in der Woche walkt.

Zwischen der Angabe von 30 bis 60 Minuten besteht eine deutliche Differenz, die insbesondere in der Aufsummierung der Belastungsdauer deutlich wird. Während bei einer Trainingshäufigkeit von 3 Einheiten pro Woche bei einer Trainingsdauer von 30 Minuten eine Gesamtdauer von 1 Stunde und 30 Minuten und bei 45 Minuten eine Gesamtdauer von 2h 15 zustande kommt, erfolgt bei einer Trainingsdauer von 60 min bereits eine Gesamtdauer von 3 Stunden.

Tabelle 8: Gesamttrainingsdauer bei einer Einzeltrainingsdauer von 30, 45 und 60 Minuten und verschiedenen Trainingshäufigkeiten

	30 min Dauer	45 min Dauer	60 min Dauer
3x pro Woche (Minimum)	1h 30min	2h 15min	3h
4x pro Woche	2h	3h	4h
5x pro Woche	2h 30min	3h 45min	5h
6x pro Woche	3h	4h 30min	6h
7x pro Woche	3h 30min	5h 15min	7h

Der Unterschied zeigt sich ganz besonders deutlich, wenn eine Trainingshäufigkeit von 7 Einheiten pro Woche erfolgt. Dann ergibt die Summe der Trainingseinheiten bei 30 min Belastungsdauer ein Gesamttrainingsaufkommen von 3h und 30min, wohingegen 45 min eine Gesamtdauer von 5 Stunden und 15 Minuten beinhalten. Im Vergleich dazu liegt die Gesamtdauer von 7 Stunden bei einer Dauer der einzelnen Einheiten von 60 Minuten deutlich höher. Somit sind Vorgaben zur Belastungsdauer mit einem Spielraum nicht sinnvoll, wenn die Zieldauer pro Einheit nicht deutlich gemacht wird.

Roschinsky (2005b, S. 59) beschreibt, dass die meisten unerfahrenen Freizeitsportler eine zu hohe Startfrequenz verwenden und stellt zur Steuerung des Trainings Tabelle 9 dar. Roschinsky empfiehlt eine geringere Trainingsintensität von 50-70 %.

Diese Tabelle fördert eine Unterforderung vieler Gesundheits- und Freizeitsportler. Ein Gesundheitssportler wird aus Unwissenheit vorwiegend im Gesundheitsbereich und in der Fettverbrennungszone trainieren. Die aerobe Zone als wirklich effektiver Bereich für das Herz-Kreislauf-System, wird in seiner Wirkung nicht genügend hervorgehoben.

Tabelle 9: Die fünf Zonen der Herzfrequenz (Roschinsky, 2005b, S. 61).

Nr.	Name	Maximale Herzfrequenz (MHF)	Trainingsschwerpunkt
Zone 1	Gesundheitszone	50-60 %	<ul style="list-style-type: none"> • Ideal für Anfänger. • Stabilisierung des Herz-Kreislauf-Systems.
Zone 2	Fettverbrennungszone	60-70 %	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung des Herz-Kreislauf-Systems. • Der Körper verbraucht mehr Fette als Kohlenhydrate.
Zone 3	Aerobe Zone	70-80 %	<ul style="list-style-type: none"> • Verbesserung von Atmung und Kreislauf. • Optimal zur Steigerung der Ausdauer (aerobes Training). • Es werden mehr Kohlenhydrate als Fette verbrannt.
Zone 4	Anaerobe Schwellenzone	80-90 %	<ul style="list-style-type: none"> • Training für Leistungssportler. • Der Sauerstoffbedarf kann nicht mehr gedeckt werden (anaerobes Training). • Verschiebung der anaeroben Schwelle nach oben.
Zone 5	Rote Zone	90-100 %	<ul style="list-style-type: none"> • Nur für Hochleistungssportler.

Der absolute Verbrauch der Energie ist in diesem Bereich deutlich höher und dabei auch effektiver für den Fettabbau (siehe Kapitel 9.4 Abnehmen durch Walking). Zudem ist unverständlich, warum nur der Bereich von 70-80 % der maximalen Herzfrequenz als aerobe Zone bezeichnet wird. Die zwei Zonen davor finden ebenso im aeroben Bereich statt. Viele empfehlen ein Training im Grundlagenausdauerbereich I und damit im Bereich der Fettverbrennungszone. Jedoch muss ein Gesundheitssportler seine Fettverbrennung nicht trainieren. Diese ist wichtig für Leistungssportler, die über einen längeren Zeitraum aktiv sind und sich somit ihre Kohlenhydratspeicher einteilen müssen.

Die adaptive Wirkung eines Trainingsprogramms hängt zwar vom Kalorienverbrauch ab, wird jedoch maßgeblich vom Inhalt und einem Minimum an Intensität bestimmt. Je höher die Intensität im aeroben Bereich ist, desto größer ist die Verbesserung der kardiovaskulären Fitness und des Leistungsniveaus. Es ist nicht sinnvoll allgemeine Trainingsintensitäten auszusprechen, da die Bewegungsintensität anhand der maximalen Sauerstoffaufnahme oder Herzfrequenz prozentual errechnet werden sollte, was für jede Person eine andere Intensität zu Folge hat. Eine leichte körperliche Aktivität < 4 METs führt zu keiner niedrigeren Mortalität. Eine moderate körperliche Aktivität (4-5,9 METs) hat dagegen bereits einen günstiger Einfluss und hohe Intensitäten von 6 METs und mehr führen zu deutlich niedrigeren Mortalitätsraten (vgl. Skinner, 2001, S. 211, zitiert nach Lee & Paffenbarger, 2000).

Zur Bestimmung der geeigneten Herzfrequenz gibt es allgemein gebräuchliche Formeln. Die maximale Herzfrequenz für Männer wird mit $220 - LA \pm 10\%$ und für Frauen mit $226 - LA \pm 10\%$ berechnet. Die Trainingsherzfrequenz dagegen mit $180 - LA$. Diese Formeln treffen sehr allgemeine Aussagen über den Intensitätsbereich und berücksichtigen dabei nicht den aktuellen Trainingszustand oder das Ziel des Trainings, weshalb sie eher ungünstig sind und nur eine Richtung vorgeben. Des Weiteren unterfordern diese Formeln zumeist den Trainierenden. Somit ist es besser durch eine Cardio-Testung auf dem Ergometer die maximale Herzfrequenz zu bestimmen und anhand dessen Ableitungen für den Trainingsbereich zu ermitteln. Das Herzfrequenzverhalten bei der Fahrradergometrie und beim Walking ist im Mittel ähnlich und korreliert nach Schwarz (2001, S. 122) untereinander signifikant. Jedoch ist bei der Vorgabe der Trainingsherzfrequenzen anhand der Fahrradergometrie zu beobachten, dass ebenso im Einzelfall deutliche Diskrepanzen bestehen und zum Teil nur eine grobe Orientierung möglich ist (vgl. Schwarz, 2001, S. 122). Somit darf eine individuelle Betreuung der Trainierenden zu Beginn nicht fehlen.

Es ist durchaus zu verstehen, dass ein Interesse daran besteht, die erforderliche Belastungsdauer und -intensität, in dem noch herzkreislaufwirksame Effekte hervorgerufen werden, auf ein Minimum zu reduzieren, um den Menschen zur Bewegung zu verhelfen und die Flut von Krankheiten zu verringern. Damit sind insbesondere Krankheiten gemeint, die durch das metabolische Syndrom verursacht werden, was durch Bewegungsmangel, Adipositas, Bluthochdruck, Rauchen etc. entsteht.

Die Studie von Niesten-Dietrich et al. (1994) zeigte, dass sich ein Mehrverbrauch von 1500 kcal durch Walking positiv auf den Fettstoffwechsel auswirkt. Jedoch wie Duncan et al. (2005) zeigt auch sie, dass für die Steigerung des HDL-Cholesterins höhere Intensitäten notwendig sind. Es erfolgt jedoch nur eine geringe präventive Wirkung auf das Herz-Kreislauf-System.

2000 kcal Mehrverbrauch sind häufig die Empfehlungen der Wahl. Krankheits- und Mortalitätsrisiken verringern sich in zunehmendem Maße bis zu ca. 2000 kcal/Woche (vgl. Sygusch et al., 2005, S. 318). Wie viele Studien zeigen, können Effekte durch körperliche Aktivität auch bereits bei einem Mehrverbrauch von unter 1000 kcal entstehen. Bei völlig untrainierten Menschen oder bereits

vorliegenden gesundheitlichen Beschwerden, führen selbst diese sehr geringen Belastungen zu deutlichen Anpassungserscheinungen. Jedoch wenn diese Personen ihren Trainingszustand verbessert haben, müssen sie die Dauer oder die Trainingsintensität steigern, um weitere Anpassungen zu erhalten. Das darf in diesem Zusammenhang nicht vergessen werden. Die Effekte, die durch ein Training von 1000-2000 kcal entstehen, fördern zwar die Verbesserung von Herz-Kreislauf und Fettstoffwechsel, jedoch befindet sich der Trainierende damit immer noch auf einem unteren Fitnessniveau.

Sygyusch et al. konnten 2005 mit ihrer Studie feststellen, dass ein Mindestumsatz von 1000 kcal pro Woche für die Reduzierung verschiedener Risikofaktoren notwendig ist. Sie verglichen die Wirkungsweise von einem Training mit 500-800 kcal pro Woche mit einem über 1000 kcal pro Woche und konnten feststellen, dass die Verbesserungen des Risikoprofils in hohem Zusammenhang mit der Höhe des Energieverbrauchs stehen. Die Studie demonstriert auch, dass Teilnehmer mit einem höheren Risikostatus vor Kursbeginn deutlicher von den geringen Interventionen profitierten. Trotz der Reduzierung der kardiovaskulären und metabolischen Risiken befinden sich einzelne Mittelwerte (Gesamtcholesterin, LDL-Cholesterin) bei der Gruppe der Aktiveren nach drei Jahren regelmäßiger Aktivität noch in der Nähe der jeweiligen Grenzwerte. Der Blutzuckerspiegel, das VLDL-Cholesterin und die Werte der Triglyzeride haben sich etwas gesenkt. Der BMI hat sich dagegen nicht verändert.

Somit macht es zwar Sinn, dass die vielleicht sehr hohen Einstiegsbarrieren (≥ 2000 kcal) für Neueinsteiger gesenkt werden, um ihnen einen Einstieg zu ermöglichen und die hohen Drop-out Zahlen zu verringern. Jedoch muss diesen Teilnehmern deutlich gemacht werden, dass sie sich damit nur am Anfang befinden und es für gesundheitswirksame Anpassungserscheinungen dringend notwendig ist auch die Dauer und Intensität zu erhöhen. Des Weiteren muss ihnen vermittelt werden, dass sie nach der vollständigen Ausschöpfung der sporttechnischen Möglichkeiten nicht auf diesem Niveau bleiben sollten, sondern dies nur den Einstieg in ein sport- und gesundheitsbewusstes Leben darstellt. Diese Einsteiger werden durch Walking und Nordic Walking kein akzeptables Niveau zur Gesundheitsförderung erreichen, wie es immer dargestellt wird.

Sygyusch et al. (2005, S. 319) weisen darauf hin, dass für einen Aufbau langfristiger Bindung an sportliche Aktivität auch die Stärkung psychosozialer Ressourcen zählen. Der Gesundheitssportler betreibt den Sport mit dem Ziel etwas für seine Gesundheit zu tun. Wenn seine Leistungen durch seine Mühen jedoch nur auf ein weniger schlechtes und nicht auf ein zufrieden stellendes oder gar optimales Niveau steigen, wird auch die Wirkung auf das gesundheitliche Wohlbefinden geringer ausfallen. Welchen Sinn macht es aktiv zu sein, mit der Absicht etwas für die Gesundheit (das Herz-Kreislauf-System) zu machen und nur wie oben dargestellt den Lipidstoffwechsel zu verbessern mit einem Trainingsmehrverbrauch von 1500 kcal pro Woche. Dadurch ist ein Mehrverbrauch von 2000 kcal, wie es auch die Vorgaben des ACSM fordern das absolute Minimum an sportlicher Aktivität dar, um eine Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen zu bewirken. Ein noch höherer Verbrauch von bis zu 4000 kcal ist effizienter. „Bei höherem Kalorienverbrauch nehmen die Risiken in geringerem Maße ab, d.h. die Dosis-Wirkungs-Kurve flacht ab und erreicht bei über 3000 kcal/ Woche (Herz-Kreislauf-System) bzw. 4000 kcal/Woche (Fettstoffwechsel) ein Plateau (Sygyusch et al., 2005, S. 318, zitiert nach Blair & Connelly, 1996; Blair et al., 2004; Haskell, 1986, Pfaffenbarger et al., 1990; Pate et al., 1995; Sesso et al., 2000). Eine Erhöhung des Kalorienverbrauchs auf 4000 kcal ist durch eine Steigerung der Belastungsdauer bei gleich bleibendem moderatem Intensitätsniveau zu erreichen, führt jedoch zu dem beschriebenen Plateau. Durch eine Intensivierung der Trainingseinheiten können jedoch auch weiterhin Anpassungserscheinungen auf das Herz-Kreislauf-System erfolgen.

Wie die Diskussion über den notwendigen Mehrverbrauch und die Gestaltung eines Trainingsprogramms zeigen, ist die Steigerung der Leistungsfähigkeit des Herz-Kreislauf-Systems abhängig von einem intensiven Training im Bereich von 70-85 % der maximalen Herzfrequenz und einem Mehrverbrauch von mindestens 2000 kcal pro Woche. Die meisten Menschen walken in einem Geschwindigkeitsbereich von 6-8 km/h. Tabelle 10 zeigt, dass Männer für einen Mehrverbrauch von 2000 kcal/Woche mit einer Geschwindigkeit von durchschnittlich 7 km/h insgesamt fast 4 Stunden pro Woche aktiv sein müssen. Frauen sind dabei sogar 4,5 Stunden unterwegs.

Tabelle 10: Der durchschnittliche Kalorienverbrauch von untrainierten Laufanfängern mittleren Alters beim Walking und Joggen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und der notwendige Zeitaufwand für einen Mehrverbrauch von 1000, 2000, 3000 und 4000 kcal (nach Höltke, 2003, S. 277).

	Männer kcal/h*	Std. für 1000 kcal/ Woche*	Std. für 2000 kcal/ Woche*	Std. für 3000 kcal/ Woche**	Std. für 4000 kcal/ Woche***
Walken 6 km/h	421 ± 129	2:34 ± 40	5:07 ± 80	7:41	10:14
Walken/ Joggen 7 km/h	530 ± 134	1:59 ± 26	3:59 ± 52	5:58	7:58
Joggen 8 km/h	658 ± 116	1:34 ± 16	3:08 ± 33	4:42	6:16
Joggen 9 km/h	749 ± 124	1:22 ± 14	2:45 ± 29	4:07	5:30
Joggen 10 km/h	810 ± 97	1:15 ± 19	2:30 ± 19	3:45	5:00

	Frauen kcal/h*	Std. für 1000 kcal/ Woche*	Std. für 2000 kcal/ Woche*	Std. für 3000 kcal/ Woche**	Std. für 4000 kcal/ Woche***
Walken 6 km/h	335 ± 87	3:10 ± 47	6:21 ± 93	9:31	12:42
Walken/ Joggen 7 km/h	461 ± 100	2:16 ± 27	4:31 ± 55	6:47	9:02
Joggen 8 km/h	535 ± 98	1:56 ± 20	3:51 ± 40	5:47	7:42
Joggen 9 km/h	570 ± 83	1:47 ± 15	3:35 ± 29	5:22	7:10
Joggen 10 km/h	602 ± 40	1:40 ± 7	3:20 ± 13	5:00	6:40

* Werte nach Höltke et al. (2003, S. 277)

** 3000 kcal: Summe der Angaben von 1000* und 2000 kcal* Mehrverbrauch

*** 4000 kcal: Produkt der Angaben von 2000 kcal* Mehrverbrauch
(dadurch entfallen die Angaben der Standardabweichungen)

Die Frage, in wieweit ein Mehrverbrauch von 3000-4000 kcal pro Woche durch ein Walkingprogramm bewältigt werden kann, beantwortet die Hochrechnung des einzelnen Kalorienverbrauchs in Tabelle 10. Für 3000 kcal/Woche müssen Männer fast 6 Stunden bei 7 km/h walken und Frauen be-

nötigen 6:47 Minuten. Bei 4000 kcal Mehrverbrauch in der Woche steigt die Belastungsdauer bei Männern auf 8 Stunden und bei Frauen auf ca. 9 Stunden. Die Dauer erhöht oder erniedrigt sich je nach Walkinggeschwindigkeit. Beim Joggen bei einer Geschwindigkeit von 8 km/h ist die Gesamtbelastungsdauer 1-2 Stunden geringer.

Durch diese Ergebnisse wird deutlich, dass für den notwendigen Energieverbrauch von 2000 kcal Walking deutlich zu lange betrieben werden muss. Es dauert deutlich länger als die in der Literatur angegebenen 1-3,5 Std. für beide Geschlechter um die gewünschten Ergebnisse zu bringen (vgl. Höltke et al., 2003, S. 279). Macht die Vermarktung der Bewegungsform überhaupt einen Sinn, wenn für den Mindestmehrverbrauch von 2000 kcal 4-4,5 Stunden benötigt werden? Zusätzlich wurde bereits festgestellt, dass beim Walking ein Bessertrainierter nur schwer in den trainingswirksamen Bereich von 70-85 % der maximalen Herzfrequenz gelangt. Durch die Ergebnisse der Arbeit ist darauf hinzuweisen, dass Walking nur als ergänzende Bewegungsform gesehen werden sollte und die meiste Bewegung durch eine andere Ausdaueraktivität wie das Radfahren oder Laufen erfolgen muss.

10.5 Abnehmen durch Walking und Nordic Walking

In einer Studie vom deutschen Walking Institut untersuchte Mommert-Jauch (2003) die Wirkungsweise des Walking bei einem Gewichtsreduktionsprogramm (Studie aufgeführt bei Bös et al. 2005). Die Teilnehmer in der Diät+Walking-Gruppe führten einmal pro Woche zusätzlich zu ihrer Ernährungsumstellung ein Minimalprogramm von 20-45 Minuten Walking bei durchschnittlichen 6,4 km/h durch. Das Ergebnis zeigte, dass eine kombinierte Walking-Ernährungs-Intervention deutlich höhere Einflüsse auf gesundheitswirksame Parameter aufweist, als eine alleinige Gewichtsreduktion durch eine Diät. Der BMI reduzierte sich bei der Diät+Walking-Gruppe (DW-Gruppe) um 7,3 %, während er bei der Diätgruppe (D-Gruppe) nur um 4,4 % sank. Eine Definition der deutschen Adipositasgesellschaft fordert „innerhalb einer erfolgreichen Intervention eine Abnahme von 5-10 % des Ausgangsniveaus“ (Bös et al., 2005, S. 80). Somit kann eine Gewichtsreduktion nur durch ein zusätzliches Bewegungsprogramm erfolgreich gestaltet werden. Dasselbe zeigt sich auch

beim LDL-Cholesterin, was bei der DW-Gruppe um fast doppelt so viel gesenkt (14,6 %) werden konnte wie bei D-Gruppe (7,5 %). Dass für ein Abnehmprogramm ein unterstützendes Ausdauertraining notwendig ist zeigt, dass bei der Diät-Gruppe das HDL-Cholesterin um 8 % abnimmt. Das HDL-Cholesterin ist bei der Diät+Walking-Gruppe dagegen um 11 % erhöht. Ein zusätzliches Walkingtraining bei der Gewichtsreduktion führt zu einem verbesserten Sauerstoffmaximalwert um fast 23 % (von 24,8 auf 30,4 ml/min/kg) gegenüber der Diät-Gruppe, die nur eine Steigerung um 10 % (von 24,3 auf 26,8 ml/min/kg) hat.

Die hier dargestellten Ergebnisse der Studie Mommert-Jauch (2003) sind kritisch zu betrachten. Zum einen ist vollkommen natürlich, dass der Abnehmprozess durch ein unterstützendes Ausdauerprogramm erfolgreicher gestaltet werden kann. Insbesondere deshalb, weil der Körper somit vermehrt an seine Fettreserven geht. Bei einem einfachen Abnehmprogramm ohne zusätzliche Bewegung werden vermehrt körpereigene Eiweißstrukturen aus der Muskulatur zur Energiegewinnung verwendet. Dies lässt die Muskelmassen schrumpfen und den Körper als weniger beleibt erscheinen. Sobald eine annähernd normale Ernährung wieder aufgenommen wird, erhält der Körper verbrauchte Einweiße zurück und nähert sich den alten Gegebenheiten wieder an. Des Weiteren erhöht sich das reduzierte Gewicht wieder oder schießt über das vorherige hinaus. Durch die Bewegung kann der Körper auch in Ruhe vermehrt die Fettreserven zur Energiegewinnung bereitstellen, insbesondere durch die Mehrverbrennung nach der Belastung. „Der gewichtsreduzierende Mechanismus liegt [...] in einer allgemeinen Stoffwechselanregung (Weineck, 2000, S. 690, zitiert nach Hollmann, 1965) und in spezifischen morphologischen und biochemischen Adaptationen, die die Fettablagerung erschweren“ (Weineck, 2000, S. 690, zitiert nach Israel, 1978). Zusätzlich erfolgt nach einem Ausdauertraining ein kurzzeitiger Appetitmangel, dessen Ausmaß abhängig von der Leerung der Energiespeicher ist. Dieser resultiert aus der Runterregulierung der Magen-Darm-Tätigkeit während der Belastung. Wenn in dieser Zeit nicht direkt wieder eine größere Nahrungsaufnahme erfolgt, muss der Körper zwangsläufig an die eigenen Fettreserven. Auf eine starke Leerung der Energiespeicher sollte bei adipösen Menschen verzichtet werden, da dies zu einem ausgeprägten Nahrungskonsum nach der Belastung führen kann.

Die Ergebnisse bei einem einmaligen Training pro Woche werden als sehr erfolgsversprechend bewertet. Jedoch sind die Probanden der Studie nach dem Interventionszeitraum mit einem BMI von 29,3 immer noch übergewichtig. Die erreichte Gewichtsreduktion könnte deutlich höher sein durch eine höhere Belastungshäufigkeit.

Während die in Kapitel 8.3 aufgeführten Studien zur Steigerungen des HDL-Cholesterins nur durch eine hohe Belastungshäufigkeit und -intensität zu einem positiven Ergebnis kamen, erfolgt in dieser Studie eine Steigerung von sogar 11 % bereits bei einer einmaligen geringen bis mittleren Belastung pro Woche. Bös et al. (2005) scheinen bei der Aufführung dieser Studie wohlweislich nur die Ergebnisse zu präsentieren, ohne die Methodik nachvollziehbar zu machen. Den einzigen Sinn, den eine dermaßen hohe Steigerung machen könnte, ist die Gewichtsreduktion von 6,2 kg. Jedoch wurde in den bisherig dargestellten Studien nicht darüber berichtet, dass eine Gewichtsabnahme sich positiv auf das HDL-Cholesterin auswirkt. Selbst wenn die Werte einmal genauer betrachtet werden wird deutlich, dass die Diät+Walking-Gruppe zwar eine Steigerung des HDL-Cholesterins um 11 % erlangt (von 49 auf 55 mg/dl), jedoch der Normwert für das HDL-Cholesterin bei 45-65 mg/dl zu finden ist. Dabei stellt der obere Wert den wirksameren Bereich für die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen dar. Es ist eine deutliche Trainingssteigerung notwendig, um weitere Anpassungen zu erlangen.

Diese Beobachtungen sind auch bei den Leistungssteigerungen, die durch die $VO_2\text{max}$ ermittelt wurden, zu machen. Es erfolgt eine Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme um 23 % (von 24,8 auf 30,4 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$) durch ein einmaliges Walkingprogramm. Wenn diese Steigerungen mit den Normwerten von 38 $\text{ml/kg}\cdot\text{min}^{-1}$ aus Kapitel 3.6 über die Sauerstoffaufnahme verglichen werden, ist zu beobachten, dass die Probanden noch weit entfernt von ihren eigentlichen Sollwerten sind.

Personen mit einem deutlich höheren Fettgewebe zeigen eine absolut höhere maximale Sauerstoffaufnahme. Die vermehrte maximale Sauerstoffaufnahme geht zu 45 % zu Lasten des Rest-Körpergewichts und nur 55 % stehen dem aktiven Gewebe zur Verfügung und es besteht eine signifikante Bedeutung des Fettgewebes (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 316, zitiert nach Miller et al., 1955). „Das überschüssige Fettgewebe vermehrt das Körpergewicht und bean-

spricht korrespondierend eine Mehraufnahme an Sauerstoff“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 316, zitiert nach Welch et al., 1958). Adipöse Menschen benötigen mehr Energie bei derselben Geschwindigkeit, um diese halten zu können, als Normalgewichtige. Dadurch ist mehr Muskelmasse aktiv. „Selbst bei mäßiger Aktivität übergewichtiger Personen muss die muskuläre kardio-pulmonale Leistungsfähigkeit als Folge der Mehrbelastung durch das zusätzliche Fettgewicht stärker entwickelt werden“ (Hollmann & Hettinger, 2000, S. 316, zitiert nach Moody et al., 1969). Deswegen sind die Werte der maximalen Sauerstoffaufnahme bei übergewichtigen Menschen pro kg fettfreien Körpergewichts auch so hoch (vgl. Hollmann & Hettinger, 2000, S. 316).

Zusammenzufassen ist, dass die stark positive Darstellung eines einmaligen Walkingprogramms in der Woche in Zusammenhang mit einer Diät überbewertet ist. Es macht keinen Sinn ein Programm zur Gewichtsreduktion nur durch eine einmalige Bewegungseinheit zu ergänzen. Es ist notwendig an mehreren Tagen in der Woche ein zusätzliches Ausdauertraining durchzuführen, dass im Interesse einer möglichst hohen Kalorienverbrennung steht. „Wer nur etwas Ausdauertraining betreibt, erreicht allenfalls, dass er weniger schnell zunimmt“ (Schmidt-Trucksäss, 2006, S. 30).

Ob populärwissenschaftlich oder wissenschaftlich wird zur Gewichtsreduktion ein ausdauerndes Walkingtraining primär im unteren bis mittleren Intensitätsbereich empfohlen. Im speziellen soll ein Training bei 60-70 % der maximalen Herzfrequenz von mindestens 40-60 Minuten erfolgen. Die Trainingsmethode der Wahl ist das extensive Intervalltraining, bei dem immer wieder lohnende Pausen eingesetzt werden. Dies soll dem adipösen Anfänger insbesondere helfen, weil er es zumeist nicht schafft die 40-60 Minuten in einem Stück zu laufen. Jedoch kommt hier die Frage auf, warum man der Person Empfehlungen von bis zu einer Stunde gibt, nach der sie dann zumeist vollkommen geschafft ist und für das weitere Programm keine Motivation mehr aufbringen kann. Zu Beginn ist die bessere Lösung ein intensives Training von 10 Minuten am Tag. Bei vorliegenden Stoffwechselstörungen ist eine mittlere Intensität notwendig. Es sollte möglichst ein tägliches Kaloriendefizit erfolgen. Im Weiteren kann eine langsame Steigerung der Dauer erfolgen. Erst wenn die Person eine Dauer

von 1-1,5 Stunden ohne Unterbrechung durchhält, sollte die Belastungsintensität weiter erhöht werden. Eine sinnvolle Gewichtsreduktion erfolgt über mehrere Jahre. Entscheidend für ein gewichtsreduzierendes Programm ist nicht ein Training im Bereich der optimalen Fettverbrennung, sondern ein maximal möglicher Kalorienverbrauch, weil viele Personen nicht lange genug trainieren (können). Es ist unwichtig, ob während der Belastungsphase Kohlenhydrate oder Fette verbrannt werden.

Durch ein Training im Fettstoffwechsel werden beispielsweise 40 % über die Kohlenhydrate und 60 % über die Fette an Energie gewonnen. Dabei werden etwa 400-500 kcal in einer Stunde Training verbrannt und zusätzlich erfolgt noch die Nachverbrennung. Die Fettverbrennung ist relativ am höchsten. Bei einem Training im Grundlagenausdauerbereich II (70-85 % der HF_{max}) werden dagegen 60 % über den Kohlenhydratstoffwechsel und 40 % über den Fettstoffwechsel verbrannt und in einer Stunde Training etwa 800 kcal verstoffwechselt. „Dies entspricht dem Bereich des aerob-anaeroben Übergangs. Erst oberhalb der anaeroben Schwelle nimmt der Anteil der Fettverbrennung an der Gesamtenergiebereitstellung deutlich ab. Mithin führt ein Training von ca. 90 % der anaeroben Schwelle auch zu einer maximalen Fettverbrennung“ (Kindermann, 2004, S: 162). Zusätzlich ist die Nachverbrennung stark erhöht, was einen deutlich höheren kalorischen Umsatz zur Folge hat. Nach der körperlichen Aktivität sollte das kalorische Defizit nicht durch die Nahrung aufgefüllt werden, damit der Körper in Ruhe vermehrt die Fettreserven zur Energiegewinnung verwendet. Zusätzlich gilt: „die Aufnahme von Kohlenhydraten in den Stunden vor einer Belastung führt zu einem Insulinanstieg und somit zu einer um bis zu 35 % verringerten Fettverbrennung“ (Jeukendrup, 2005, S. 337, zitiert nach Achten, 2003).

Eine höhere Kalorienverbrennung in Ruhe und auch bei Belastung kann durch ein Ausdauertraining kombiniert mit einem Krafttraining erfolgen. Ein Krafttraining führt zu einer Verbesserung der Insulinsensitivität und einer zusätzlichen Gewichtsabnahme. Es sollten 3x/Woche alle großen Muskelgruppen mit 3 Serien von 8-10 Wiederholungen beginnend bei 50 % bis zu 80 % des ersten Wiederholungsmaximums progressiv steigend trainiert werden (vgl. Schmidt-Trucksäss, 2006, S. 32). Schmidt-Trucksäss (2006, S. 32) fand in seiner Studie

heraus, dass ein Krafttraining zusätzlich zum Ausdauertraining nach 4 Wochen die Insulinsensitivität um 77,1 % steigert. Ebenso positive Wirkungen sind bei der Gewichtsreduktion zu verzeichnen. Durch das zusätzliche Krafttraining reduzierte sich das viszerale Fettgewebe um mehr als das Doppelte (-10,5 % vs. -4,1 %). „Die Prävalenz des MTS sank vom schlechtesten zum besten Kraftquartil von 44,7 % auf 30,5 %“ (Schmidt-Trucksäss, 2006, S. 32). Die Personen mit einer geringen kardiorespiratorischen Fitness profitieren am deutlichsten von einem zusätzlichen Krafttraining. Für die Gewichtsreduktion hat das zur Folge, „je größer die vorhandene Muskelmasse, desto größer ist der Grundumsatz und damit der Kalorienverbrauch“ (Schmidt-Trucksäss, 2006, S. 31). Jedoch bei einem mittleren Trainingsniveau verringern sich die ausgeprägten Wirkungen.

Zusammenfassend ist darzustellen, dass Walking und Nordic Walking für die Gewichtsreduktion ungeeignet sind. Für ein hohes kalorische Defizit wird beim Walking sehr viel Zeit benötigt, wie die Tabelle des vorherigen Abschnitts zeigt. Besser ist ein primäres Training auf dem Ergometer, wo eine Körpergewichtsbeeinträchtigung erfolgt und die Konzentration auf die Erhöhung der Belastungsdauer und -intensität erfolgen kann. Die möglichen orthopädischen Beschwerden sind insbesondere in den Fuß- und Kniegelenken deutlich verringert. Bei einem Ausdauertraining hat nach Schmidt-Trucksäss (2006, S. 30) ein jeweiliger Kalorienmehrverbrauch folgende Wirkung:

- 1000 kcal: keine Wirkungen auf das Körpergewicht
- (1500-) 2000 kcal: Körpergewicht halten
(4-6 Std. mittlerer Intensität)
- 3000-3500 kcal: zur Gewichtsreduktion

Zur Verbesserung der Insulinsensitivität sind mindestens 150 min/Woche aerobes Training mit mittlerer Intensität (50-60 Vo_2max oder 60-70 % der max. Herzfrequenz) an mind. 3 Tagen pro Woche notwendig (vgl. Schmidt-Trucksäss, 2006, S. 32). Eine vermehrte körperliche Aktivität führt nur zu einer verminderten Gewichtszunahme. Die während sportlicher Aktivität oxidierte absolute Fettmenge ist nur gering. „Übliche Umsätze liegen bei durchschnittlich 0,5 g/min bei optimal gewählter Intensität. Demnach wären mehr als 33

Stunden sportlicher Belastung notwendig, um 1 kg Fettmasse abzubauen“ (Jeukendrup, 2005, S. 338). Ohne eine Ernährungsumstellung und eine verminderte Kalorienzufuhr von 500-1000 kcal pro Tag erfolgt keine Gewichtsreduzierung. Zusätzlich sollte das Bewegungsprogramm durch ein Krafttraining ergänzt werden.

11 Fazit

Walking und Nordic Walking sind zwei Bewegungsformen im Gesundheits-sport mit denen eine Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen erreicht werden soll.

Der Vergleich von Walking und Nordic Walking hat gezeigt, dass nur geringe Unterschiede bestehen. Der Sauerstoffverbrauch ist beim Nordic Walking nur bis zu 10,73 % höher als beim Walking. Einige Studien konnten dagegen gar keine Unterschiede aufzeigen. Die Herzfrequenz unterscheidet sich auch nur gering zwischen den beiden Bewegungsformen. Im Höchstfall ist die Herzfrequenz beim Nordic Walking um 4,5 % geringer als beim Walking.

Dagegen ist die Laktatausschüttung beim Nordic Walking deutlich erhöhter als beim Walking und Joggen. Die hauptsächliche Ausschüttung des Laktats erfolgt durch die Aktivität der Beinmuskulatur, welche durch die zusätzliche Aktivierung der Schulter- und Armmuskulatur noch stärker ausfällt. Sie erfolgt beim Nordic Walking etwas eher als beim Walking, so dass dies auf eine unökonomischere Bewegungsweise zurückzuführen ist.

Die Unterschiede zwischen Walking und Nordic Walking erfolgen nur durch einen korrekten Einsatz der Stocktechnik. Die dabei entstehende statische Anspannung der Schulter-Nacken-Muskulatur, kann jedoch zu vermehrten Beschwerden in diesem Bereich führen.

Im Vergleich von Walking, Nordic Walking und Joggen konnte gezeigt werden, dass erst ab einer Geschwindigkeit von 8 km/h eine signifikante Steigerung des Walking gegenüber dem Joggen erfolgt. Diese Steigerung hat jedoch keine Bedeutung, da ab dieser Geschwindigkeit das subjektive Belastungsempfinden deutlich zunimmt und die Probanden über Beschwerden in der prätibialen Muskulatur klagen.

Der Vergleich von Walking und Nordic Walking konnte zeigen, dass Walking der Natürlichkeit mit der es vermarktet wird entspricht. Von Nordic Walking profitiert dagegen primär der Sportartikelhersteller. Der gering höhere Sauerstoffverbrauch beim Nordic Walking kann beim Walking durch eine Verlängerung des Trainings um etwa 10 Minuten oder eine Geschwindigkeitssteigerung erreicht werden. Dies verringert die möglichen Beschwerden durch das Nordic Walking (z.B. Ellenbogen und Schulterbeschwerden).

Ab einer Geschwindigkeit von 7-8 km/h ist es notwendig vom Walking zum Joggen zu wechseln, da auch hier eine stark ansteigende Laktatproduktion für eine unökonomische Bewegungsweise spricht.

Walking ist insbesondere für Neueinsteiger und Wiederbeginner, bei denen es die größten Effekte auf die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen bewirkt. Es kann damit in einem trainingswirksamen Bereich vorgegeben vom American College of Sports Medicine trainiert werden. Mit einem zunehmenden Trainingsniveau verringern sich die Adaptationen und es muss eine Steigerung der Belastungsdauer oder -intensität erfolgen. Mit den Empfehlungen für den Gesundheitssport kann durchaus eine Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen erreicht werden, die jedoch dauerhaft mit dem Walking nicht umzusetzen ist. Einsteiger werden durch Walking und Nordic Walking kein akzeptables Niveau zur Gesundheitsförderung erreichen. Somit sollte die Prävention durch Bewegungsformen wie Laufen oder Radfahren erfolgen und das Walking nur als ergänzende Bewegungsform genutzt werden. Ein Kalorienmehrverbrauch von 2000 kcal pro Woche ist das zu erfüllende Minimum für die Prävention, wobei die Belastungsintensität die entscheidende Rolle spielt, die nach den Prinzipien des trainingswirksamen Reizes erfolgen muss. Dafür benötigen Männer beim Walking mit einer Geschwindigkeit von 7 km/h 4 Stunden und Frauen benötigen 4,5 Stunden. Ein geringerer Kalorienverbrauch führt nur zu einer Verbesserung des Fettstoffwechsels, hat jedoch keine präventiven Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-System. Wenn trotzdem signifikante Verbesserungen erfolgen, dann ist das auf das schlechte Trainingsniveau der Person zurückzuführen. Für jüngere Freizeitsportler ist Walking nur als Ausgleichsbewegung zu empfehlen, da sie kaum ohne Beschwerden in trainingswirksame Bereiche gelangen.

Für die Gewichtsreduktion ist Walking nicht geeignet, da für ein hohes kalorische Defizit zu viel Zeit benötigt wird. Ein Training auf dem Ergometer befreit die Person von ihrem Körpergewicht und die Konzentration kann auf die Erhöhung der Belastungsdauer und -intensität gelenkt werden. Schmidt-Trucksäss (2006, S. 30) beschreibt, dass erst ein Kalorienverbrauch von 3000-3500 kcal zur Gewichtsreduktion führen. Das ist durch Walking kaum zu bewältigen. Die Basis für eine Gewichtsreduktion ist eine Ernährungsumstellung und damit eine verminderte Kalorienzufuhr von 500-1000 kcal pro Tag. Zu-

sätzlich sollte das Bewegungsprogramm durch ein Krafttraining ergänzt werden.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass durch die Vermarktung von Walking und Nordic Walking den Menschen zwar ein wesentlich leichter Einstieg in ein körperlich aktives Leben gemacht wird, jedoch wird kein wirklicher Anreiz geschaffen über diese Sportart hinaus tätig zu werden. Diese Bewegungsformen können laut ihrer Vermarktung alles. Sie fördern eine verbesserte Ausdauer, kräftigen die Muskeln insbesondere des Rumpfes und der oberen Extremitäten, tragen zur Prävention vor Osteoporose bei, man kann mit ihnen abnehmen etc. Dazu scheinen sie noch überaus geeignet für den Gesundheitssport. Aus welchem Grund sollte ein Praktizierender dieser Bewegungsformen ein ergänzendes Krafttraining oder ein weiterführendes Ausdauertraining durchführen, wenn er doch angeblich schon alles durch das Walking und Nordic Walking bekommt. An dieser Stelle ist Kritik an den vielen Vermarktungsbüchern zu setzen, die zumeist Walking und insbesondere Nordic Walking als die Bewegungsform darstellen, die auf immer und ewig ausgeführt werden können. Es werden keine notwendigen Alternativen für ein gewisses Leistungsniveau vorgestellt. Sie erwähnen zumeist nur im Nebensatz, dass das Walking oder Nordic Walking durch ein zusätzliches Laufprogramm ergänzt werden soll und fühlen sich damit in ihrer Pflicht erfüllt.

12 Bewertung des Gesundheitssports

Die in der Einleitung angeführte Untersuchung von Völker (1984) zeigte, dass bei Gesundheits- und Freizeitsportlern die Belastungsintensität bei weitem den für den Gesundheitstraining günstigen Bereich übersteigt (vgl. Völker, 1984, S. 6). Bei genauerer Betrachtung der Studie ist jedoch festzustellen, dass diese Angaben einer Überprüfung bedürfen. Die Angaben von Völker besagen, dass die Herzfrequenzen beim Laufen von 135 S/min auf 163 Schlägen pro Minute kontinuierlich angestiegen sind. Eine grobe Berechnung mithilfe der Herzfrequenzformeln zeigt, dass sich die Personen bei 135/min bei 77 % der maximalen Herzfrequenz befinden und bei 163/min auf 93 % ansteigt.

220 – LA (Alter der Teilnehmer: 44,5 ~ 45 Jahre) = 175

180 – LA (~45 Jahre): = 135

Herzfrequenz beim Laufen: 135 – 163 Schläge pro Minute

135/min = 77 %

163/min = 93 %

Damit befinden sich die Probanden bei einer Herzfrequenz von 163 Schlägen pro Minute im anaeroben Ausdauerbereich. Dies zeigen auch die auftretenden Laktatwerte. „Da aus dem Geschwindigkeitsverlauf während der Belastung ausgeschlossen werden kann, dass die hohe Laktatkonzentration nur durch einen Endspurt verursacht wurde, muss man davon ausgehen, dass die Intensität während der gesamten Belastung zu hoch lag“ (Völker, 1984, S. 6). Bei einem untrainierten Sportler sind im anaeroben Bereich schnell ansteigende Laktatwerte üblich. Da der Organismus nicht fähig ist die Belastung unter hoher Laktatbildung lange aufrecht zu erhalten, wird er gezwungen die Belastung abbrechen. In diesem Zusammenhang muss deutlich gemacht werden, dass Sportler im Allgemeinen nur eine Dauer von 3 Minuten im anaeroben Bereich aktiv sein können. Danach setzt zunehmend der aerobe Glukosestoffwechsel ein. Somit ist es unmöglich die etwa 40 Minuten dauernde Testung mit einem Blutlaktat Spiegel von $7,1 \pm 2,7$ mmol/l zu absolvieren. Auch wenn Völker hohe Endspurts ausschließt, ist es nicht möglich, dass die Sportler permanent im

anaeroben Bereich aktiv waren. Dagegen ist möglich, dass die Teilnehmer aufgrund der Testbedingungen die Geschwindigkeit nicht reduzierten, obwohl sie gegen Ende der Testung an ihre Belastungsgrenzen gestoßen sind. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass diese Studie einer Prüfung bedarf und nicht als Referenz herangezogen werden sollte. Zudem wird nicht deutlich aus welchen Gründen ein Gesundheits- oder Freizeitsportler nicht im anaeroben Bereich trainieren sollte. Der menschliche Organismus ist zunächst einmal darauf ausgelegt auch bei anaeroben Intensitäten aktiv zu sein. Warum soll diese ihm gegebene Fähigkeit nicht genutzt werden. Sie trainiert die Möglichkeit bei einem kurzen Spurt zum Bus nicht gleich völlig außer Atem zu kommen oder sich zumindest schneller nach Belastungsende zu erholen. Für ein tägliches Treppensteigen muss eine Belastungsfähigkeit im anaeroben Bereich vorhanden sein. Das Herz-Kreislauf-System ist mit einer anaeroben Belastung, wenn sie nicht öfter ausgeführt wird, völlig überfordert und braucht sehr lange zum Erholen. Ein Training in diesem Bereich ist von großem Nutzen und hat eine Übertragbarkeit in den Alltag. Soweit keine kardiovaskulären Erkrankungen vorliegen besteht erst einmal kein Grund, warum nicht im anaeroben Bereich trainiert werden soll. Ein für den Gesundheitssport empfohlenes Kraftausdauertraining findet auch im anaeroben Bereich statt. Es gibt kein aerobes Krafttraining und ein Kraftausdauertraining ist stark laktazid. Somit besteht kein Grund beim Training der Ausdauer auf diesen Intensitätsbereich zu verzichten oder ihn als gesundheitsschädlich zu bezeichnen. Insbesondere nicht bei physiologisch gesunden Menschen. „Für einen regelmäßig sporttreibenden Menschen sind bis zum 60. Lebensjahr hohe Herzfrequenzen möglich und zumutbar unter der Voraussetzung, daß er klinisch gesund und gut auftrainiert ist“ (Israel, 1973, S. 267). Somit sind Aussagen wie „für ein erfolgreiches und risikoarmes Training im gesundheitsorientierten Ausdauersport reichen aerobe Belastungsintensitäten völlig aus“ (Bös & Schott, 1997, S. 145) zu überdenken.

Warum wird zwischen dem Freizeit- und Gesundheitssport, auch wenn sie einer Kategorie angehören, eine so starke Trennung vollzogen. Bös und Brehm (1998) räumen zwar ein, dass der Freizeitsport durchaus seine gesundheitlich fördernden Bereiche besitzt, jedoch damit immer noch nicht dem Gesundheitssport angehört. Wie auch die Definitionen besagen, hat ein Gesundheitssportler

Interesse am Sport zur Steigerung der Gesundheit oder auch zur Verbesserung des Aussehens, sprich der Figur. Ein Freizeitsportler betreibt den Sport zumeist aus Spaß oder für einen Ausgleich zum Alltag, was ihn häufig grundlegend von Gesundheitssportler unterscheidet. Sie haben jedoch ebenso das Interesse an einem verminderten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, wenn es auch vielleicht nicht ihr primäres Anliegen ist.

Es stellt sich die alles entscheidende Frage. Was hat der Sportler erreicht und wie gesund ist er wirklich mit den Empfehlungen für ein gesundheitsorientiertes Programm beispielsweise der ACSM. Die versprochenen Ergebnisse bewirken zwar Verbesserungen in der Leistungsfähigkeit, sind sie aber auch ein Optimalwert?

Einen sehr interessanten Ansatz zu dem Thema Gesundheitssport macht Israel (1984, S. 459), der eine Bewertung des Normbegriffs in der Medizin bietet. Er unterscheidet zwischen:

- Minimalnorm – Differenzierung von physiologisch und pathologisch
- Majoritätsnorm – Mittelwert einer großen Population
- Idealnorn – optimales Zusammenspiel von vielseitiger Leistungsfähigkeit, stabiler Gesundheit, gute Erholungsfähigkeit, Widerstandsfähigkeit und Belastbarkeit
- Spezialnorm – die für die körperlichen Voraussetzungen eines Leistungssportlers notwendig sind.

Diese einzelnen Normen treten nicht nur alleine auf, sondern können sich überlagern und unterschiedlich ausgeprägt im Organismus vertreten sein. Das Problem ist, dass „auf Grund der geringen körperlichen Anforderung unter den gegenwärtigen Arbeits- und Lebensbedingungen in einem industriell hochentwickelten Land das Hypotrophische (die Inaktivitätsatrophie, das adaptiv Unterentwickelte) vielfach als Norm gesetzt wird, weil es bei der Mehrheit der Menschen gegeben ist. Wir laufen damit Gefahr, das heute Typische für das Normale zu halten“ (Israel, 1984, S. 458). Die Untersuchungen erfolgen an klinisch gesunden Menschen, die jedoch nicht das physiologisch Optimale der Gesellschaft präsentieren. „Normen dürfen keinesfalls auf einem Durchschnittsverhalten basieren, sondern sie müssen eine Forderung enthalten!“ (Israel, 1973, S. 264).

Die Vorgaben, die vom American College of Sports Medicine empfohlen werden, stellen eher die Majoritätsnorm dar und fördern damit nur eine Verringerung des Risikos einer Herz-Kreislauf-Erkrankung, beseitigt es jedoch nicht. Des Weiteren fördert es die zunehmende Passivität physiologisch eingeschränkter Menschen.

Für einen deutlich höheren Kalorienverbrauch sind Walking und Nordic Walking nicht die geeigneten Bewegungsformen, wie es die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen. Wenn das Joggen den inaktiveren Menschen Schwierigkeiten bereitet, stellt ebenso wie beim Abnehmen das Ergometertraining das Mittel der Wahl dar.

13 Literaturverzeichnis

A

- Achten, J. & Jeukendrup, A. (2003). The effect of pre-exercise carbohydrate feedings on the intensity that elicits maximal fat oxidation. *Journal of Sports and Science* 21, 1017-1024.
- Aigner, A., Ledl-Kurkowski, E., Hörl & S., Salzmann, K. (2004). Effekte von Nordic Walking bzw. normalem Gehen auf Herzfrequenz und arterielle Laktatkonzentration. *Österreichisches Journal für Sportmedizin* (5), 32-36.
- Ainsworth, B., Haskell, W., Leon, A., Jacobs, D., Monotoye, H. Sallis, J & Paffenbarger, R. (1992). Compendium of physical Activities: classification of energy costs of human physical activities in Sports and Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25, 71-80.
- American College of Sports Medicine (ACSM). (1995). *Guidelines for testing and prescription*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine (1998). The recommended quantity and quality for exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30, 975-991.
- Andersen P. & Henriksson, J. (1977). Training induced changes in the subgroups of human type II skeletal muscle fibres. *Acta Physiol. Scand.* 99, 123-125.
- Arentz et al. (1987). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Åstrand & Rodahl (1979). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.

B

- Badtke, G. (Hrsg.). (1999). *Lehrbuch der Sportmedizin*. Heidelberg, Leipzig: UTB für Wissenschaft.
- Bang, H., Dyerberg, J. & Nielsen, A. (1971). Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic westcoast eskimos. *Lancet* (1), 1143-1146.
- Begerow, B., Pfeifer, M. & Minne, H. (2004). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose- Teil I: Pathophysiologie und Diagnostik. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55 (10), 266-267.

- Begerow, B., Pfeifer, M. & Minne, H. (2004). Sport und Bewegungstherapie in der Rehabilitation der Osteoporose- Teil II: Bewegung und Therapie. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55 (11), 301-302.
- Blair, St. & Connelly, J. (1996). How Much Physical Activity Should We Do? *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 67 (2), 193-205.
- Blair, S., Kohl, H. III, Barlow, C., Paffenbarger, R. Jr, Gibbons, L. & Macera, C. (1995). Changes in physical phitness an all-cause mortality. *Journal of the American Medical Association* 273, 1093-1098.
- Bös, K. (2001). Walking bei Problemen und Schmerzen. *Condition* 32 (6), 32-33.
- Bös, K. (2005). Motorische Kompetenzen – unverzichtbar für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen. In BLL (Hrsg.), *Lebensstil & Gesundheit – Ernährung und Bewegung*. Bonn: Druck Center Meckenheim.
- Bös, K. & Brehm, W. (Hrsg.). (1998). *Gesundheitssport – Ein Handbuch*. Schorndorf: Hofmann.
- Bös, K., Mommert-Jauch, P. & Hartmann, P. (2005). Walking und Nordic Walking im Fitness und Gesundheitsbereich – Grundlagen, Forschungsergebnisse und Perspektiven. In Josef Wiemeyer & Roland Singer (Hrsg.), *Fitness- und Gesundheitstraining – wem nützt was?* 19. Darmstädter Sport-Forum (S. 73-88). Schriftenreihe des Instituts für Sportwissenschaften der Technischen Universität Darmstadt.
- Bös, K. & Schott, N. (1997). Belastungsparameter beim Walking. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 48 (4), 145-154.
- Brehm, W. (1998). Qualitäten und deren Sicherung im Gesundheitssport. In: A. Rütten (Hrsg.), *Public Health und Sport* (S. 181-202). Stuttgart.
- Brehm, W. (2003). Gesundheitssport. In R. Röthig (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (S. 224-226). Schorndorf: Hofmann.
- Bühlmann, A. & Froesch, E. (1974). *Pathophysiologie*. Berlin: Springer.
- Bunc, V. (2003). Walking and ist using for aerobic fitness improvement in-middle age men. In D. Jeschke & R. Lorenz (Hrsg.) *Sportmedizinische Trainingssteuerung – Sport – Prävention – Therapie*. (S. 265-272). Köln: Sport und Buch Strauß.

C

- Church, T., Earnest, C. & Morss, G. (2002). Field Testing of Physiological Responses Associated with Nordic Walking. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 73 (3), 296-300.

D

De Meirleir, K., Smits, J., van Steirteghem, A., L'Hermite, M. & Hollmann, W. (1985). Dopaminergic and Serotonergic Neurotransmitter Systems Involved in Exercise-induced Release of Adenohypophyseal Hormones. 6th Internat. Symposium Biochem. Of Exercise, Copenhagen.

Despres, J., Bouchard, C., Tremblay, A., Savard, A. & Marcotte, M. (1984). The effect of a 20-week Endurance Training Program on Adipose-tissue Morphology and Lipolysis in Men and Women. *Metab.* 33, 235.

Dickhuth, H-H. & Schlicht, W. (1997). Körperliche Aktivität in der Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen – eine Standortbestimmung. *Sportwissenschaft* 27, 9-22.

Dieckert, J. (2003). Freizeitsport. In R. Röthig (Hrsg.), *Sportwissenschaftliches Lexikon* (S. 205-206). Schorndorf: Hofmann.

Diem, C-J. (2002). *Walking - Grundlagen des Ausdauersports*. Aachen: Meyer und Meyer.

Drygas, W., Kostka, T., Jegier, A. & Kunski, H. (2000). Long-term effects of different physical activity levels on coronary heart disease risk factors in middle-aged men. *International Journal of Sports and Medicine* 21, 235-241.

Dufaux, B. et al. (1979). Über den Einfluß eines Ausdauertrainings auf die Serum-Lipoproteine unter besonderer Berücksichtigung der Alpha-Lipoproteine (HDL) bei jungen und älteren Personen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 30, 123-128.

Duncan J., Gordon, N. & Scott, C. (1991). Woman walking for health and fitness. How much is enough? *Journal of the American Medical Association* 266, 3295-3299.

Duncan, G., Anton, S., Sydeman, S., Nweton, R., Corsica, J., Durning, P., Ketterson, T., Martin, D., Limacher, M. & Perri, M. (2005). Prescribing Exercise at Varied Levels of Intensity and Frequency. *American Medical Association* 165 (14), 2362-2369.

Dunn, A., Marcus, B., Kambert, J., Garcia, M., Kohl, H. III & Blair, S. (1999). Comparison of lifestyle and structured interventions to increase physical activity and cardiorespiratory fitness: a randomized trial. *Journal of the American Medical Association* 281, 327-334.

F

Föderler, A. (2001). Walking – der Weg zur gesunden Fitness. *Sportpraxis* (2), 36-41.

G

- Gerig, U. (1997). Walking. Mehr als sportliches Marschieren. *Magglingen* (3), 8-9.
- Gollner, E. (2003). *Einfach Nordic Walking*. Wien: Styria Pichler Verlag.
- Gottschalk, K., Israel, S. & Berbalk, A. (1982). Neue Aspekte der Kardiodynamik und der Adaptation des Herz-Kreislauf-Systems. *Medizin und Sport* 22, 56-59.
- Grabbe D. (2003). *Energy-Walking*. Kreuzlingen/München: Heinrich Hugendubel Verlag.
- Graves, J., Pollock, S., Montain, A., Jackson, A. & O'K. J. (1987). The effect of hand-held weights on the physiological responses to walking exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 19, 260-265.
- Graves, J., Martin, D., Miltenberger, A. & Pollock, S. (1988). Physiological responses to walking with hand weights, wrist weights, and ankle weights. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 20, 265-271.
- Greiwe, J. & Kohrt, W. (2000). Energy expenditure during walking and jogging. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness* 40 (4), 297-302.

H

- Hagberg, J. & Coyle, E. (1983). Physiological determinants of endurance performance as studied in competitive race walkers. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 15, 287-289.
- Hardman, A., Hudson, A., Jones, P. & Norgan, N. (1989). Brisk walking and plasma high density lipoprotein cholesterol concentration in previously sedentary women. *Br. Med. J.* 299, 1204-1205.
- Harre, D. (1975). Ist ein- bis zweimaliges Training in der Woche wirkungsvoll? *Theorie und Praxis der Körperkultur* 24, 271-273.
- Hartley, H. (1993). Kardiale Funktion und Ausdauer. In Shephard und Åstrand, *Ausdauer im Sport* (S. 84-91). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Haskell, W. (1984). Exercise induced changes in plasma lipids and proteins. *Preventive Medicine* 13, 23-36.
- Heitkamp, H., Scheib, K., Schwind, C & H. (1991). Veränderungen im Lipid- und Lipoproteinprofil im Rahmen eines sechsmonatigen Gehtrainings bei Koronarsportlern. In: G. Assmann, Betz, E., Heinle, H. & Schulte, H. (eds.), *Koronare Herzkrankheit* (S. 266-271). Braunschweig: Vieweg Verlag.

- Henriksson, J. (1993). Zellulärer Stoffwechsel und Ausdauer. In R. Shephard & P. Åstrand, *Ausdauer im Sport* (S. 59-72). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Höltke, V., Steuer, M., Schneider, U., Krakor, S. & Jakob, E., (2003). Walking vs. Nordic Walking- Belastungsparameter im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 54 (7/8 Po-153), 91.
- Höltke, V., Steuer, M., Wiek, M., Schneider, U. & Jakob, E. (2003). Orientierungswerte für ein optimales Präventionstraining durch Walking und Jogging für untrainierte Frauen und Männer mittleren Alters. In D. Jeschke & R. Lorenz (Hrsg.), *Sportmedizinische Trainingssteuerung – Sport – Prävention – Therapie*. (S. 265-272). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Hollmann, W. (1965). *Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislauf-Krankheiten*. Stuttgart: Hippokrates.
- Hollmann, W. (1965). *Atmung und Stoffwechsel als leistungsbegrenzende Faktoren beim Mittel- und Langstreckenläufer und ihre Beeinflussung durch Training*. Berlin: Bartels und Wernitz.
- Hollmann, W. (1967). Zur Trainingslehre: Muskuläre Beanspruchungsformen und ihre leistungsbegrenzenden Faktoren. *Sportarzt Sportmed.* 11, 443.
- Hollmann, W. (1982). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Hollmann, W. & Hettinger, Th. (1976). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Hottenrott K., Lauenroth, A & Schwesig R. (2004). Einfluss eines achtwöchigen Walkingtrainings auf Herzfrequenz und die Herzfrequenzvariabilität bei über 60-jährigen. In: Kuno Hottenrott (Hrsg.) *Herzfrequenzvariabilität im Fitness und Gesundheitssport* (S. 191-197). Hamburg: Czwalina.
- Howald (1972). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- I**
- Ikai, M. (1967). *Trainability of Muscular Endurance as Related to Age*. X. ICHPER-Kongreß, Vancouver.

Ikai, M. (1967). *Dynamics of Srint Running with Respect to the Speed Curve*. 1. Internationales Seminar über Biomechanik, Zürich.

Ikai, M. (1967). Bericht aus Japan. In Hrsg: Deutsche Sporthochschule, *Dokumentation zum Leistungssport*. Köln.

Israel, S. (1973). Biologische Anpassung als Gesellschaftliche Forderung. *Medizin und Sport* 8 (9), 262-269.

Israel, S. (1978). Körperliche Aktivität und Adipositas. *Medizin und Sport* 18, 213-216.

Israel, S. (1984). Zum Normbegriff in der Medizin. *Zeitschrift zur ärztlichen Fortbildung* 78, 457-460.

J

Jeukendrup, A. (2005). Fettverbrennung und körperliche Aktivität. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56 (9), 337-338.

K

Kantaneva, M. (2005). *Das Original. Nordic Walking*. Aachen: Meyer & Meyer.

Kaufmann, S., Kaufmann, B., Reynolds, D., Trayner, I. & Thompson, G. (1980). Effect of jogging on serum low density lipoprotein cholesterol. *Artery* 7, 99-108.

Keul, J., Doll, E. & Keppler, D. (1969). *Muskelstoffwechsel*. München: Barth.

Kiens, B., Jörgensen, I., Lewis, S., Jensen, G., Lithell, H., VEssby, B., Hoe, St. & Schnoer, P. (1980). Increased plasma HDL-cholesterol and Apo-A-1 in sedentary middle-aged men after physical conditioning. *European Journal of Clinical Investigation* 10, 202-209.

Kindermann, W. (2004). Anaerobe Schwelle. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55 (6), 161-162.

Kitagawa, K. & Ikai, M. (1972). Interrelationship Between Maximum Oxygen Intake and Physique in Childhood Through Early Adulthood. *Res. J. Educ.* 3, 159.

Knipping, H., Bolt, W., Valentin, H. & Venrath, H. (1955). *Untersuchung und Beurteilung des Herzkranken*. Stuttgart: Enke.

L

Lakka, T., Venäläinen, J., Rauramaa, R., Salonen, R., Tuomilehto, J. & Salonen, J. (1994). Relation of leisure-time physical activity and cardio-respiratory fitness to the risk of acute myocardial infarction in men. *New England Journal of Medicine* 330, 1549-1554.

- Lange, H. (2005). Walking und Nordic Walking. *Sportpraxis* (5), 4-10.
- Lee, I. & Paffenbarger, R. (2000). Associations of light , moderate and vigorous intensity physical activity with longevity. *American Journal of Epidemiology* 151, 293-299.
- Leon, A., Conrad, J., Hunninghake, D. & Serfass, R. (1979). Effects of vigorous walking program on body composition, and carbohydrate and lipid metabolism of obese young men. *American Journal of Clinical Nutrition* 33, 1776-1786.
- Liedtke, G. & Lagerström, D. (2004). Nordic Walking – Megatrend, Gesundheitssport oder natürliche Bewegungsweise? *Bewegungstherapie und Gesundheitssport* 20 (5), 178-183.
- M**
- Mader, A., Liesen, H., Heck, H., Phillipi, H., Rost, R., Scürch, P. & Hollmann, W. (1976). Zur Beurteilung der sportartspezifischen Ausdauerleistungsfähigkeit im Labor. *Sportarzt und Sportmedizin* 27, 80-88; 109-112.
- Marées, H. de (2003). *Sportphysiologie*. Köln: Sport und Buch Strauß.
- McArdle, W., Katch, F. & Katch, V. (1986). *Exercise physiology*. Philadelphia.
- Mellerowicz, H. & Franz, I.-W. (Hrsg.). (1981). *Training als Mittel der präventiven Medizin*, (2. Aufl.). Erlangen: perimed.
- Menier D. & Pugh, L. (1968). The relationship of oxygen intake and velocity of walking and running, in competition walkers. *Journal Physio* 197, 717-21.
- Miller et al. (1955). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Mommert-Jauch, P. (2003). *Walking als Maßnahme zur Gewichtsreduktion – Eine experimentelle Untersuchung zur Akzeptanz und zum Nutzen eines Gesundheitssportkonzeptes*. Dissertation. Universität Karlsruhe (TH). Institut für Sport und Sportwissenschaft.
- Moody, D., Kollias, J. & Buskirk, E. (1969). Evaluation of Aerobic Capacity in Lean and Obese Women with Four Test Porcedure. *Journal of Sports and Medicine* 1, 1.
- Morris, J. & Hardman, A. (1997). Walking to health. *Sports medicine* 23, 306-332.

N

Niessen-Dietrich, U., Simon, G., Blome, G., Schulte, H., Schmidt, A. & Assmann, G. (1994). Wirkungen eines Geh-, Lauf- und Krafttrainings auf Leistungsfähigkeit und Fettstoffwechsel-parameter. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 45 (1), 18-20, 20-25

Nöcker, J. (1976). Quelle fehlt in J. Weineck (2000). *Optimales Training*. Erlangen: Spitta Verlag.

P

Paffenbarger, R., Hyde, R., Wing, A. & Hsieh, C. (1986). Physical activity, all-cause mortality, and longevity of college alumni. *New England Journal of Medicine*, 314, 605-613.

Pahlke, U. (1999). Der Trainingsprozess aus sportmedizinischer Sicht. In G. Badtke (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (S. 370-436). Heidelberg; Leipzig: UTB für Wissenschaft.

Parker, D., Quintana, R. & DeWitt, R. (2002). Metabolic responses to graded exercise walking with and without poles. *Medicine Science in Sports and Exercise* 34 (5), 295.

Paul, P. & Issekutz, B. (1967). Role of Extramuscular Energy Sources in the Metabolism of the Exercising Dog. *Journal of Applied Physiology* 22, 615.

Perry, J. (2003). *Ganganalyse*. München-Jena: Urban & Fischer.

Platen, P. (2001). Frau und Sport. In R. Rost (Hrsg.), *Lehrbuch der Sportmedizin* (S. 633-647). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.

Porcari, J., Hendrickson, T., Walterm P., Terry, L. & Walsko, G. (1997). The Physiological Responses to Walking With and Without Power Poles™ on Treadmill Exercise. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 68 (2), 161-166.

Pschyrembel (2001). *Klinisches Wörterbuch* (259. Auflage). Berlin: Walter de Gruyter.

R

Rist, H., Kälin, X. & Hofer, A. (2004). Nordic Walking – ein sportmedizinisches Konzept in Prävention und Rehabilitation. *Sportorthopädie · Sporttraumatologie* 20, 247-250.

Rodgers, C., Vanheest, J. & Schachter, C. (1995). Energy expenditure during submaximal walking with Exerstriders®. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 27, 607-611.

- Röcker, K., Schotte, O., Niess, A., Heitkamp, H. & Dickhuth, H. (1997). Laufbandtestdaten und Wettkampfprognosen für den Langstreckenlauf. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 48, 315-323.
- Röthig, P. (Hrsg.). (2003). *Sportwissenschaftliches Lexikon* (7., völlig neu bearbeitete Auflage). Schorndorf: Hofmann.
- Roschinsky, J. (2004). Nordic Walking. Die besonderen physischen und psychischen Effekte. *Condition* 35 (11), 59-61.
- Roschinsky, J. (2005 a). Nordic Walking. Das Richtige Training. *Condition* 36 (5), 59-61.
- Roschinsky, J. (2005 b). Nordic Walking. Das Richtige Training. *Condition* 36 (6), 59-61.
- Roschinsky, J. (2005 c). Nordic Walking- Die Sportart zum Abnehmen. *Condition* 36 (10), 59-61.
- Roschinsky, J. (2005/2006 d). Nordic Walking für jedermann (Teil 2). Für welche Zielgruppen ist die Trendsportart besonders geeignet? *Condition* 36 (12-01), 34-35.
- Rost, R. (Hrsg.). (2001). *Lehrbuch der Sportmedizin*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Rost, R. & Hollmann, W. (1982). *Belastungsuntersuchungen in der Praxis*. Stuttgart/ New York: Thieme Verlag.
- S**
- Schänzer, W. (2001). Doping im Sport. In R. Rost (Hrsg), *Lehrbuch der Sportmedizin* (S. 133-151). Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.
- Schiebel, F., Heitkamp, H., Thoma, S., Hipp, A. & Horstmann, T. (2003). Nordic Walking und Walking im Vergleich. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 54 (7/8 KV-093), 43.
- Schiffer, T., Knicker, A., Hoffman, U., Harwig, B., Hollmann, W. & Strüder, H. (2006). Physiological responses to nordic walking, walking and jogging. *European Journal of Applied Physiology* 98 (1), 56-61.
- Schlierf, G., Dinsenbacher, A., Kather, H., Kohlmeyer, M. & Haberbosch, W. (1987). Mitigation of Alimentary Lipemia by Postprandial Exercise - Phenomena and Mechanisms. *Metab.* 36, 726.
- Schlüssel, H., Spechtmeyer, H., Hollmann, W: Zit. In: Hollmann, W. (Hrsg.). (1965). *Körperliches Training als Prävention von Herz-Kreislauf-Krankheiten*. Hippokrates, Stuttgart.

- Schmidt, M., Winski, N. & Helmkamp, A. (2005). *Nordic Fitness*. München: Gräfe und Unzer.
- Schmidt-Trucksäss, A. (2006). Ausdauer und Kraft trainieren! *MMW-Fortschr. Med.* 148 (38) 30-32.
- Schmolinsky (1980). Quelle fehlt in Weineck, J. (2000). *Optimales Training*. Erlangen: Spitta Verlag.
- Schwameder, H. & Ring, S. (2005). *Belastungen in den Gelenken der unteren Extremitäten beim Nordic Walking und Laufen*. 3. Internationaler Nordic Walking Kongress. S. 25-31. (Artikel per E-Mail von Herrn Prof. Dr. Schwameder erhalten).
- Schwameder, H., Roithner, R., Müller, E., Niessen, W. & Raschner C. (1999). Knee joint forces during downhill walking with hiking poles. *Journal of Sports Science* 17, 969-978.
- Schwartz, R. (1988). Effects of exercise training on high density lipoproteins and apolipoproteins A-I in old and young men. *Metabolism* 37, 1128-1133.
- Schwarz, M., Andres, D., Urhausen, A, Schwarz, L. & Kindermann, W. (1999). Trainingsempfehlungen für das Walking mit Gesundheitssportlern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50 (Sonderheft), 63.
- Schwarz, L. & Kindermann, W. (1989). Beta-Endorphin, Cortisol und KAtcholamine während fahrradergometrischer Ausdauerbelastungen und Feldtestuntersuchungen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 40, 160.
- Schwarz, M., Schwarz, L., Urhausen, A., Ebersohl, A. & Kindermann, W. (2001). Vergleich des Beanspruchungsprofils beim Walking, Jogging und bei der Fahrradergometrie bei unterschiedlich leistungsfähigen Personen. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 52 (4), 136-141.
- Schwarz, M., Schwarz, L., Urhausen, A. & Kindermann, W. (2002). Walking. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 53 (10), 292-293.
- Schwarz, M., Urhausen, A. & Schwarz, L. (1998). Walking - Eignung als alternative Ausdauertrainingsform im Gesundheits- und Freizeitsport. Stellungnahme des Deutschen Sportärztesbundes e.V., Sektion Breiten-, Freizeit- und Alterssport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 49 (10), 315-317.
- Senn, E. (1998). Die Bedeutung der Bewegung in der menschlichen Entwicklung. In: Illi, U., Breithecker, D. & Mundigler, S. (Hrsg.). *Bewegte Schule-Gesunde Schule. Aufsätze zur Theorie*. Zürich-Wiesbaden-Graz: (Verlag fehlt). S. 117-130.
- Shephard, R. & Åstrand, P. (Hrsg.). (1993). *Ausdauer im Sport*. Köln: Deutscher Ärzte-Verlag.

- Skinner, J. (2001). Körperliche Aktivität und Gesundheit: Welche Bedeutung hat die Trainingsintensität? *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 52 (6), 211-214.
- Sopko, G., Leon, A., Jacobs, D., Foster, N., Moy, J., Kuba, K., Anderson, J., Casal, N., Mc Nally, C. & Frantz, I. (1985). The effects of exercise and weight loss on plasma lipids in young obese men. *Metabolism* 34, 227-236.
- Straunzenberg, S. (1978). Umstellung und Anpassung des kardiovaskulären Systems bei sportlicher Belastung. *Medizin und Sport* 18, 164-171.
- Straunzenberg, S. (1979). Grundbedingungen für die Belastungsgestaltung zur gerichteten Beeinflussung der Herz-Kreislauf- und Stoffwechselfunktion bei erwachsenen durch Freizeit- und Erholungssport. *Medizin und Sport* 19, 36-41.
- Sygyusch, R., Wagner, P., Janke, A. & Brehm, W. (2005). Gesundheitssport – Effekte und deren Nachhaltigkeit bei unterschiedlichem Energieverbrauch. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56 (9), 318-326.
- T**
- Titze, S. (1997). Wieviel Energie kostet zügiges Gehen? *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* (3), 192-193.
- Thompson, P., Cullinane, E., Sady, S., Flynn, M., Bernier, D., Kantor, M., Saritelli, A. & Herbert, P. (1988). Modest changes in high-density lipoprotein concentration and metabolism with prolonged exercise training. *Circulation* 78, 25-34.
- V**
- Völker, K. (1984). Probleme der Belastungsintensität beim Freizeitsport. *Sport & Gesundheit* (1), 5-7.
- W**
- Wahrenberg, H., (1987). Quelle fehlt in: Hollmann, W. & Hettinger, T. (2000). *Sportmedizin - Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.
- Weihe, E. Nohr, D., Gauweiler, B., Fink, T., Nowak, E. & Konrad, S. (1988). Immunohistochemical Evidence for a Diversity of Opioid Coding in Peripheral Sympathetic, Parasympathetic and Sensory Neurones: a General Principle of Prejunctional Opioid Autoinhibition? In P. Illes & C. Farsang (eds): *Regulatory Role of Opioid Peptides*. Weinheim: VCH.
- Weineck, J. (1997). *Sportanatomie* (12. Aufl.). Balingen: Demeter-Verlag im Spitta-Verlag.
- Weineck, J. (2000). *Optimales Training*. Erlangen: Spitta Verlag.

Welch, H., Reindeau, R., Crisp, C. & Isenstein, R. (1958). Relationship of Maximal Oxygen Consumption to Various Components of Body Compositions. *Journal of Applied Physiology* 12, 395.

Wilhelm, A., Neureuther, C. & Mittermaier, R. (2006). *Nordic Walking Praxisbuch*. München: Knauer Ratgeber Verlage.

Wilson, J., Torry, M., Decker, M., Kernozek, T. & Steadman, J. (2001). Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 33 (1), 142-147.

Woll, A. (1996). *Gesundheitsförderung in der Gemeinde*. Neu-Isenburg: LinguaMed.

Wood et al. (1988). Quelle fehlt in Hollmann, W. & Hettinger, Th. (2000). *Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*. New York: Schattauer.

Y

Yeaman, S. (1990). Hormone-sensitive Lipase – a Multipurpose Enzyme in Lipid Metabolism. *Biochimica Biophysica Acta* 1052, 128.

Z

Zintl, F. (1990). *Ausdauertraining. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung* (2. Aufl.). München: blv.

Internetzugriffe

URL: www.bisp-datenbank.de

Forschungsbericht: Zugriff am 21.07.2006

Henning, E., Hagen, M. & Stieldorf, P. (2005). Belastungsgrößen beim Nordic Walking im Vergleich zum Gehen und Laufen.

URL: www.Sportkrankenhaus.de/Ergebnisse/Nordic-Walking.Pdf

Zugriff am 27.02.2006

Höltke, V., Steuer, M., Jöns, H., Krakor, S., Steinacker, T. & Jakob, E. (2005). Vergleich von Walking und Nordic-Walking im moderaten Intensitätsbereich* Abteilung Sportmedizin, Krankenhaus für Sportverletzte Helsen *mit Unterstützung der Sporthilfe NRW e.V.

URL: www.bisp-datenbanken.de

Forschungsbericht: Zugriff am 21.07.2006

Nagel, V. (2005). Gleichgewichts- und Koordinationstraining vs. Nordic Walking: Welche Effekte der Primärprävention und Sturzprophylaxe ergeben sich für Senioren?

URL: <http://scidok.sulb.uni-saarland.de/Volltexte/2002/64/>

Zugriff am 10.02.2006

Schwarz, M. (2001). Walking als Ausdauertrainingsform im Freizeit- und Gesundheitssport. Unveröffentlichte Dissertation, Sportwissenschaftliches Institut der Universität des Saarlandes.

URL: www.nordicfitness.at/fileadmin/docs/BerichtoesV.pdf

Zugriff am 26.07.2006

Nordic Walking – Ist dieser Sport wirklich so gesund?

URL: www.laborlexikon.de/Lexikon/Infoframe/h/HDL-Cholesterin.htm

Zugriff am 8.01.2007

14 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Schema der verschiedenen Formen von Ausdauerleistungsfähigkeit	10
Abbildung 2:	Zeitverlauf der Anteile des Energiestoffwechsels	12
Abbildung 3:	Die Herzarbeit bei gut trainierten Dauersportlern im Vergleich zur Gesamtbevölkerung	23
Abbildung 4:	Verschiedene Trainingsprogramme durchgeführt mit unterschiedlichen Prozentanteilen der individuellen anaeroben Schwelle.....	36
Abbildung 5:	Muskelbeteiligung in der hinteren und vorderen Schwung- bzw. Stützphase beim Gehen.....	39
Abbildung 6:	Sauerstoffverbrauch beim Walking und Joggen.....	47
Abbildung 7:	Relativer Sauerstoffverbrauch beim Walking, Nordic Walking und Joggen	47
Abbildung 8:	Die gemessene Sauerstoffaufnahme beim Walking und Nordic Walking im Vergleich	50
Abbildung 9:	Verlauf der arteriellen Laktatkonzentration beim Nordic-Walking-Test bzw. beim Gehtest ohne Stöcke.....	51
Abbildung 10:	Laktatwerte während des Feldtest beim Walking, Nordic Walking und Joggen	52
Abbildung 11:	Plasmalaktatkonzentration während Walking und Joggen...	53
Abbildung 12:	Das Belastungsempfinden der Probanden beim Walking- und Nordic Walking-Stufentest	55
Abbildung 13:	Subjektives Belastungsempfinden während Walking und Joggen.....	55
Abbildung 14:	Tibiofemorale Kompressionskraft (Vielfaches des Körpergewichts) beim Walking, Nordic Walking und Laufen bei verschiedenen Geschwindigkeiten	62
Abbildung 15 :	Veränderungen der maximalen Sauerstoffaufnahme	74
Abbildung 16:	Laktatkonzentration während Fahrradergometerbelastung vor und nach einer neunwöchigen Periode mit Gehtraining (n=9), Lauftraining (n=10) und Krafttraining (n=10).....	82
Abbildung 17:	Herzfrequenzverhalten bei den Walking-Dauertests	86

Abbildung 18: Sauerstoffaufnahme bei den Walking-Dauertests mit 70, 80 und 90 % der maximal im Walking-Stufentest erreichten Geschwindigkeit.	87
Abbildung 19: Laktatverhalten beim Walking-Dauertest.....	88
Abbildung 20: Herzfrequenzverhalten beim Walking-Dauertest	90
Abbildung 21: Herzfrequenzverlauf bei Proband A (oben) und Proband B (unten) beim Walking-Dauertest	92
Abbildung 22: Laktatverhalten bei Proband A (oben) und Proband B (unten) beim Walking-Dauertest	93

15 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Unterteilung der Ausdauer nach der Energiegewinnung.....	14
Tabelle 2:	Belastungsnormativa zur Trainingsgestaltung.....	30
Tabelle 3:	Geschwindigkeitsbereiche – Anfänger und Freizeitsportler.....	42
Tabelle 4:	Fitnessindex	73
Tabelle 5:	Interventionsgruppen	74
Tabelle 6:	Zusammenfassende Darstellung der Ergebnisse von Niesten-Dietrich et al. (1994) beim Geh-, Lauf- und Krafttraining nach einem neunwöchigen Interventionszeitraum.....	77
Tabelle 7:	Geschwindigkeitsangaben für unterschiedlich leistungsfähige Walker	85
Tabelle 8:	Gesamttrainingsdauer bei einer Einzeltrainingsdauer von 30, 45 und 60 Minuten und verschiedenen Trainingshäufigkeiten.....	96
Tabelle 9:	Die fünf Zonen der	97
Tabelle 10:	Der durchschnittliche Kalorienverbrauch von untrainierten Laufanfängern mittleren Alters beim Walking und Joggen ...	101

16 Erklärung

„Die vorliegende Arbeit wurde selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt, sowie die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, durch Angabe der Quellen kenntlich gemacht“.

gez. Janine Allnoch

17 Lebenslauf

Persönliche Daten	Janine Allnoch Geboren am 04.07.1983 in Münster/ Westfalen ledig, keine Kinder
Schule	
19.06.2002	Abitur am Graf-Adolf Gymnasium, Tecklenburg
Studium	
10/2002 - 09/2003	Studium der Sportwissenschaften an der Justus-Liebig-Universität Gießen, Nebenfächer: Psychologie und Erziehungswissenschaften
10/2003 – heute	Studium der Sportwissenschaften an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main bedingt durch einen Hochschulwechsel, Nebenfächer: Sportmedizin, Psychologie
23.03.2005	Zwischenprüfung Sportwissenschaften, Note 2,5
19.09.2005	Zwischenprüfung Sportmedizin, Note 3
Praktika, berufliche Erfahrungen	
17.03.-11.04.2003	Praktikum im medic.os 2 in der Dörenberg-Klinik, Bad Iburg, Fachklinik für konservative Orthopädie, Rheumatologie und Rehabilitation
08/2004	Surf Akademie, St. Peter-Ording, Praktikantin
09/2004-11/2005	Fitnessclub Lifeline, ABlar, Fitnesstrainerin
05/2005-heute	Fitnessclub Lifeline, ABlar, Kursleitung Nordic Walking
20.02.-24.03.2006	Vereinspraktikum beim MTV 1846 Gießen, Abteilung Gymnastik
Seit 09/2006	VHS Gießen, Kursleiterin: „Fit in den Winter“
Seit 09/2006	MTV 1846 Gießen, Kursleiterin: „Fit durch funktionelle Gymnastik“, „Spiel, Spaß und Körperspannung“ und Fitnessspaß für Mollige“
16.10.-10.11.2006	Praktikum im KörperKonzept (Physiotherapie & medizinische Fitness) in Pohlheim
Seit 01/2007	VHS Gießen, Kursleiterin: „Rückenschule“
Gießen, 14. 02. 2007	