

M. MUSTER ■ R. ZIELINSKI

---

## **Bewegung und Gesundheit**

M. MUSTER R. ZIELINSKI

# Bewegung und Gesundheit

**Gesicherte Effekte  
von körperlicher Aktivität  
und Ausdauertraining**

Mit einem Beitrag von  
KATHARINA MEYER

MIT 33 FARBIGEN ABBILDUNGEN UND 39 TABELLEN

STEINKOPFF  
DARMSTADT

Dr. phil. MANFRED MUSTER  
Fachbereichsleiter Gesundheit  
Lethnerstraße 13  
85435 Erding

Dr. med. ROLF ZIELINSKI  
Gemeinschaftspraxis für Herz- & Gefäßkrankheiten  
Landgestütstr. 8  
85435 Erding

ISBN 3-7985-1557-3 Steinkopff Verlag, Darmstadt

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.ddb.de>> abrufbar.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Steinkopff Verlag Darmstadt  
ein Unternehmen von Springer Science+Business Media  
[www.steinkopff.springer.de](http://www.steinkopff.springer.de)

© Steinkopff Verlag Darmstadt 2006  
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Produkthaftung: Für Angaben über Dosierungsanweisungen und Applikationsformen kann vom Verlag keine Gewähr übernommen werden. Derartige Angaben müssen vom jeweiligen Anwender im Einzelfall anhand anderer Literaturstellen auf ihre Richtigkeit überprüft werden.

Redaktion: Sabine Ibkendanz Herstellung: Klemens Schwind  
Umschlaggestaltung: Erich Kirchner, Heidelberg  
Satz: K+V Fotosatz GmbH, Beerfelden

SPIN 11552437

85/7231-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

---



## Vorwort

Es gibt viele Bücher, die den Segen körperlicher Aktivität preisen. Doch was ist von all dem gesichert? Was hält einer kritischen Betrachtung stand? Das vorliegende Buch geht diesen Fragen nach und bietet einen Überblick über den derzeitigen Kenntnisstand zum Thema „Körperliche Aktivität“ und ihre Auswirkungen auf die Gesundheit. Wir beziehen dabei die Grundlagen eines aeroben Ausdauertrainings ausdrücklich mit ein.

Schwerpunktmäßig haben wir uns dem Gebiet der Inneren Medizin gewidmet. Themen der Orthopädie inklusive Osteoporose wären ein eigenes Buch wert gewesen, die Autoren besitzen auf diesem Gebiet jedoch nicht die erforderlichen umfassenden Erfahrungen.

Wir freuen uns sehr, dass wir für das Kapitel „Ausdauertraining bei chronischer Herzinsuffizienz“, das heute im Mittelpunkt des internationalen Forschungsinteresses steht, mit Katharina Meyer eine Autorin finden konnten, die sich seit vielen Jahren aktiv wissenschaftlich mit dieser Thematik auseinandersetzt.

Um die Gedankengänge vertieft zu verstehen, haben wir uns vorab einige Bemerkungen zu grundlegenden bewegungsphysiologischen Vorgängen erlaubt.

Die Frage nach gesicherten Erkenntnissen bedeutete für uns, dass ein Nachweis in Form einer wissenschaftlichen Studie vorliegen sollte. Wir haben die vielen Untersuchungen, die zu diesem Thema durchgeführt wurden, nach den Gesichtspunkten der evidenzbasierten Medizin gewichtet. Priorität hatte somit der Evidenzlevel A (es liegen mehrere randomisierte kontrollierte Studien oder deren Metaanalysen vor), gefolgt vom Evidenzlevel B (es liegen nur eine randomisierte oder aber größere anderweitige Studien vor – z. B. Kohortenstudien). Als Evidenzlevel C zählen Fallkontrollstudien bzw. Expertenmeinungen.

Die zahlreichen Literaturverweise sollen nicht nur die Aussagen belegen, sondern auch zu tiefer gehendem Studium Anreiz geben. Zumindest auf die Abstracts kann man leicht über das

Internet zugreifen (z.B. über die Suchmaschine: [www.google.scholar.com](http://www.google.scholar.com)). Zunehmend sind auch Volltexte frei zugänglich, können jedoch zumindest gegen einen Obulus bestellt werden.

Im Gegensatz zur oben genannten inhaltlichen Beschränkung, haben wir an anderer Stelle eine Ausweitung vorgenommen: Es war uns besonders wichtig, Anreize zur Umsetzung der Erkenntnisse im Alltag und für das Gesundheitswesen zu liefern. Wir haben deshalb jedem Kapitel zusammenfassende Tipps für das Training hintangestellt.

Erstmals wird in unserem Buch außerdem versucht, Erkenntnisse der Medizin/Sportmedizin, Sportwissenschaft/Trainingslehre und Gesundheitspsychologie Gewinn bringend zusammenzuführen. Der zweite Teil des Buches beschäftigt sich daher ausführlicher mit theoretischen und praktischen Trainingsaspekten.

Wenn es uns gelingt, nicht nur Ihr wissenschaftliches Interesse zu befriedigen, sondern auch Anreiz zu Bewegung in Alltag und Freizeit zu geben, hätte sich das Buch doppelt gelohnt. Zumindest die beiden Autoren sind in der Zeit, die das Buchschreiben verschlang, nicht nur geistig mit der Thematik umgegangen, sondern haben sich auch praktisch aktiv bewegend damit auseinander gesetzt. Insofern ist ein Teilerfolg schon erreicht.

Stellvertretend für viele, die uns mit Literatur und Informationen behilflich waren, möchten wir uns ganz herzlich bei Dr. Beat Knechtle (Schweiz) für seine umfangreiche und freundliche Unterstützung bedanken.

Der Volkshochschule Landkreis Erding e.V. möchten wir besonders für ihre Unterstützung danken. Dieses Entgegenkommen versinnbildlicht die mittlerweile große Bedeutung, die Volkshochschulen der Gesundheitsbildung in ganz Deutschland zuteil werden lassen. Frau Dr. Ursula Kreusel übernahm die Durchsicht des Manuskripts. Für ihre gewissenhafte, mit Anregungen versehene Arbeit sei ihr – ebenso wie Frau Angela Deller – zusätzlich gedankt. Letztere hatte die entscheidende Idee zu diesem Buch.

Erding, im Januar 2006

MANFRED MUSTER  
ROLF ZIELINSKI

---

# Inhaltsverzeichnis

---

## Teil 1

<b>1</b>	<b>Bewegung und Gesundheit – lohnt sich das Thema? .....</b>	<b>3</b>
1.1	Lebenserwartung und Mortalität .....	3
<b>2</b>	<b>Auswege des Menschen aus seiner selbstverschuldeten „Sesshaftigkeit“ .....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>Körperliche Aktivität und Ausdauertraining: Definitionen .....</b>	<b>9</b>
3.1	Körperliche Aktivität .....	9
3.2	Ausdauertraining .....	9
<b>4</b>	<b>Häufige Messmethoden körperlicher Aktivität ..</b>	<b>13</b>
4.1	Watt (Ergometrie) .....	13
4.2	Herzfrequenz .....	13
4.3	Maximale Sauerstoffaufnahme und MET .....	13
4.4	Laktatbestimmung .....	15
4.5	Kalorien .....	15
4.6	Vergleich verschiedener Maßeinheiten .....	16
<b>5</b>	<b>Körperliche Aktivität und Auswirkungen auf die Energiegewinnung .....</b>	<b>17</b>
5.1	Energiebereitstellung durch ATP .....	17
5.2	Resynthese von ATP .....	17
5.3	Verzahnung der Energiegewinnung .....	19
5.4	Nachhaltige Effekte eines Ausdauertrainings .....	23
<b>6</b>	<b>Wirkungen auf Organsysteme .....</b>	<b>24</b>
6.1	Muskulatur .....	24
6.2	Herz-Kreislauf .....	26
6.2.1	Akute Reaktionen bei körperlicher Belastung ....	26
6.2.2	Nachhaltige Adaptationen bei Ausdauerbelastung .	27

6.3	Autonomes Nervensystem .....	32
6.3.1	Akute Reaktionen bei körperlicher Belastung ....	32
6.3.2	Nachhaltige Veränderungen bei Ausdauerbelastung	32
6.4	Blut und endokrine Organe .....	34
6.5	Arterielle und venöse Gefäße .....	38
6.5.1	Anpassungen der Endothelfunktion .....	42
6.5.2	Fortschreitender Atheroskleroseprozess .....	43
6.5.3	Auswirkungen auf die Plaquestabilität: vulnerable Plaque .....	43
6.5.4	Kollateralenbildung .....	44
6.6	Bronchien und Lunge .....	46
6.6.1	Adaptationen bei aerobem Ausdauertraining .....	47
6.7	Immunsystem .....	48
6.7.1	Veränderungen bei körperlicher Belastung .....	49
6.7.2	Trainingsanpassungen .....	51
<b>7</b>	<b>Die klassischen kardiovaskulären Risikofaktoren</b> .....	<b>53</b>
7.1	Lipidstoffwechselstörungen .....	56
7.2	Rauchen .....	57
7.3	Typ-2-Diabetes .....	58
7.3.1	Insulinresistenz .....	58
7.3.2	Gestörte Glukosetoleranz .....	60
7.3.3	Primärprävention durch Bewegung .....	61
7.3.4	Therapeutische Effekte .....	62
7.3.5	Praktische Hinweise zu speziellen Trainingsproblemen .....	63
7.4	Hypertonus .....	65
7.4.1	Wirkungsweise einer Blutdrucksenkung infolge körperlicher Aktivität .....	66
7.4.2	Blutdruckverhalten nach Belastung .....	66
7.4.3	Prävention .....	66
7.4.4	Therapeutische Effekte .....	67
7.5	Adipositas .....	68
7.5.1	Definitionen und Ursache .....	68
7.5.2	Wirkungsweise körperlicher Aktivität .....	70
7.5.3	Primärprävention .....	71
7.5.4	Therapeutische Effekte .....	72
7.6	Homozystein .....	73
<b>8</b>	<b>Spezielle Krankheitsbilder</b> .....	<b>74</b>
8.1	Koronare Herzkrankheit (KHK) .....	74
8.1.1	Kann körperliche Aktivität eine KHK verhindern? .	74
8.1.2	Sekundärprophylaxe .....	76

---

8.2	Ausdauertraining bei chronischer Herzinsuffizienz (KATHARINA MEYER)	78
8.2.1	Aerobes Ausdauertraining	79
8.2.2	Krafttraining für Kraftausdauer und Ausdauerleistungsfähigkeit	85
8.2.3	Exzentrisches Training – eine Alternative zum traditionellen Krafttraining	89
8.2.4	Sicherheit und Überwachung	91
8.3	Plötzlicher Herztod beim Sport	92
8.4	Schlaganfall	94
8.4.1	Primärprävention	95
8.4.2	Sekundärprävention	96
8.5	Arterielle Verschlusskrankheit	96
8.6	Krebserkrankungen	98
<b>9</b>	<b>Gehirngesundheit, Gehirnleistungsfähigkeit und Psyche</b>	101
9.1	Gehirnfunktionen und -strukturen	101
9.2	Aerobe Ausdauerbelastungen und kognitive Leistungsfähigkeit beim alternden Gehirn	102
9.3	Körperliche Aktivität, Psyche und Depression	103
9.4	Bewegungsförderung bei Kleinkindern: Aus- wirkungen auf Gesundheit, Motorik und Gehirn	104
9.4.1	Koordinatives Training und Gehirnentwicklung	104
9.4.2	Bewegung, räumliches Orientierungsverhalten und Gehirnentwicklung	107
9.4.3	Frühförderung und -prävention im Kindergartenalter	109
<b>10</b>	<b>Zusammenfassung</b>	111

## Teil 2

<b>1</b>	<b>Trainieren? – was bedeutet das eigentlich? . . . .</b>	119
1.1	Was Sie zunächst klären sollten . . . . .	120
<b>2</b>	<b>Grundlagen des Ausdauertrainings . . . . .</b>	122
2.1	Einteilungskriterien . . . . .	122
2.1.1	Zeit und körperliche Energiebereitstellungsprozesse	122
2.1.2	Mitbeteiligung von Kraft oder Schnelligkeit . . . . .	122
2.1.3	Lokale Muskelausdauer – Allgemeine Ausdauer . . .	123
2.1.4	Dynamische – statische Ausdauer . . . . .	123
2.1.5	Grundlagenausdauer – spezielle Ausdauer . . . . .	123
2.2	Intensitäts- und Trainingsbereiche . . . . .	124
2.2.1	Formeln . . . . .	124
2.2.2	Einteilung . . . . .	125
2.3	Trainingsmethoden . . . . .	127
2.3.1	Dauermethode . . . . .	127
2.3.2	Intervallmethoden . . . . .	128
2.3.3	Wiederholungsmethode . . . . .	128
2.3.4	Wettkampf- oder Kontrollmethode . . . . .	129
2.3.5	Besonderheiten des Anfängertrainings . . . . .	129
2.4	Trainingsziele . . . . .	130
2.5	Trainingsprinzipien . . . . .	132
2.6	Methodische Fehler . . . . .	133
<b>3</b>	<b>Aerobes Ausdauertraining: Sportarten, Vorarbeiten, Begleittraining . . . . .</b>	135
<b>4</b>	<b>Anfangen und dabei bleiben: gesundheitspsychologische Aspekte . . . . .</b>	137
4.1	Aktuelle Erkenntnisse . . . . .	138
4.2	Verbesserung der Handlungskontrolle: Die Erdinger Volkshochschulstudie als Beispiel . . .	142
4.3	Was Pulsuhren leisten können . . . . .	143
4.4	Warum Sie jetzt und nicht später anfangen sollten	144
<b>5</b>	<b>Fitness-tests – Möglichkeiten zu Motivation und Selbstkontrolle . . . . .</b>	146
5.1	Sportpraktische Testverfahren . . . . .	146
5.1.1	Nachbelastungspuls . . . . .	146
5.1.2	Leistungsquotient . . . . .	147
5.1.3	Herzschlag-Gesamtzahl . . . . .	148
5.1.4	Morgenpuls-Messungen über längere Zeit . . . . .	148
5.1.5	Produkt: Ruhepuls $\times$ systolischer Blutdruck . . . . .	148

---

5.1.6 Schätzung der maximalen Sauerstoffaufnahmekapazität . . . . .	148
5.1.7 Standardisierter 2-km-Walking-Test . . . . .	150
5.1.8 Fitness-Test von POLAR . . . . .	150
5.1.9 Cooper-12-Minuten-Lauftest . . . . .	151
5.2 Sportwissenschaftliche Tests . . . . .	153
5.2.1 Unspezifische sportmedizinische Labortests . . . . .	153
5.2.2 Spezifische sportmedizinische Labortests . . . . .	154
5.2.3 Sportartspezifische Labor- und Feldtests . . . . .	154
<b>6 Beispiele für einen neuen Alltag: Wie sich Training integrieren lässt . . . . .</b>	<b>156</b>
6.1 Kombinationsbeispiele für mehr Bewegungsaktivität . . . . .	159
<b>7 Was Training bewirken kann . . . . .</b>	<b>162</b>
<b>8 Warum auch Ernährung und Entspannung wichtig sind . . . . .</b>	<b>164</b>
<b>9 Ausdauersport nach Herzinfarkt: Fragen, Ängste, Hoffnungen . . . . .</b>	<b>165</b>
<b>10 Patient und Arzt: ein „Verhältnis“ in Bewegung . . . . .</b>	<b>169</b>
<b>11 Patient und Gesundheitswesen: neue Wege . . . . .</b>	<b>172</b>
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>175</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>201</b>

# TEIL 1

---

# 1 Bewegung und Gesundheit – lohnt sich das Thema?

Fallen wir mit der Tür ins Haus: Wir selbst haben uns anhand der Kriterien Lebenserwartung und Sterblichkeit vergewissert, ob der Aufwand an Zeit und Mühe für ein Buch mit diesem Thema lohnend ist. Sie als Leser können es uns gleich tun und anhand dieser Kriterien selbst einschätzen, ob Sie die Zeit zum Lesen für dieses Buch aufbringen wollen.

Wir haben zunächst nach einer Antwort auf die Frage gesucht, ob sich Auswirkungen auf Lebensverlängerung und Sterblichkeit beweisen lassen, Kriterien, in denen sich die Summe aller positiven Effekte von Sport und Bewegung widerspiegeln müssten – zahlreiche Kohortenstudien haben sich mit dieser Frage beschäftigt. Als Maß für die körperliche Aktivität wurde dabei häufig die Fitness zugrunde gelegt.

---

## 1.1 Lebenserwartung und Mortalität

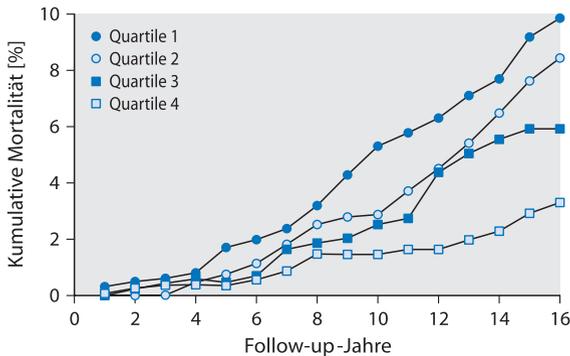
Jahrelang beobachtete z.B. die Arbeitsgruppe um Sandvik [409] 1960 Männer und untersuchte die Abhängigkeit der Sterblichkeit von der körperlichen Fitness. Diese wurde mit einem symptomlimitierten Belastungstest gemessen. Nach 16 Jahren zeigte sich: Je besser die Fitness, desto geringer war auch die Sterblichkeit. In der Gruppe mit der besten Fitness starben gerade einmal halb so viele (relatives Risiko: 0,54) wie in der Gruppe mit den schlechtesten Fitnesswerten (Abb. 1).

Myers et al. [336] bestätigten diese Ergebnisse in neuerer Zeit mit einem noch größeren Kollektiv. Sie untersuchten 6213 Männer über rund 6 Jahre. Sowohl bei Gesunden als auch bei Koronarkranken war die körperliche Leistungsfähigkeit ein unabhängiger Vorhersageparameter für die Sterblichkeit. Für jedes MET<sup>1</sup> an zunehmender Leistungsfähigkeit und Fitness wuchs die Überlebenswahrscheinlichkeit um 12%.

Ähnliche Effekte lassen sich belegen, wenn die regelmäßige körperliche Aktivität zum Maßstab genommen wird. Schnohr et al. [421] verglichen in der Osterbro-Studie Jogger mit Nichtjoggern (insg. 4658 Männer) und fan-

---

<sup>1</sup> MET = metabolisches Äquivalent. Siehe auch Kapitel 4.3.



**Abb. 1.** Sterblichkeit und körperliche Fitness. Kumulative Mortalität (hier koronare Mortalität, sie machte 53% der Gesamtmortalität aus) – nach Alter und Risikofaktoren korrigiert – in Abhängigkeit von der Fitness norwegischer Männer. Quartile 1=Gruppe mit der geringsten Fitness, Quartile 4=Gruppe mit der größten Fitness [409]

den heraus, dass kontinuierlich trainierende Jogger eine signifikant niedrigere Sterblichkeitsrate aufwiesen. Ihr relatives Mortalitätsrisiko lag im Vergleich mit Nichtjoggern (=100%) bei 37%.

Auch Frauen profitieren von der Bewegung. Hu et al. [201] begannen 1976 mit der sog. Nurses' Health Study, einer Kohortenstudie mit 116654 Frauen, der wir noch öfters begegnen werden. Nach einer Beobachtungszeit von 24 Jahren konnten sie belegen, dass körperliche Inaktivität (Bewegung moderater Intensität weniger als 1 h pro Woche) mit einem Anstieg der Mortalität um 52% assoziiert war. Die Effekte traten unabhängig von Körpergewicht und Rauchgewohnheiten auf.

Für die ärztliche Beratung ist die Frage interessant, ob sich eine Veränderung des Lebensstils lohnt? Dem ist so: Blair et al. [49] zeigten bei 9777 Männern: Diejenigen Teilnehmer, denen es gelang, ihre Fitness zu steigern, wiesen nach insgesamt 10 Jahren eine signifikante Abnahme ihrer Sterblichkeit um 44% auf. Eine Minute einer verbesserten maximalen Leistungsfähigkeit auf dem Laufband war gleichbedeutend mit einer Senkung der Mortalität um 7,9% ( $p=0,001$ ).

Letztlich bleibt auch kein Spielraum, die Unterschiede mit genetischen Besonderheiten zu erklären. In einer groß angelegten Zwillingsstudie aus Finnland (The Finnish Twin Cohort Study) konnte bei fast 8000 gleichgeschlechtlichen, überwiegend eineiigen Zwillingen gezeigt werden, dass der körperlich aktivere Zwillingspartner eine geringere Sterblichkeit aufwies (–56% bei regelmäßiger Sportausübung) [253].

Lee u. Skerrett [271] fassten alle vorliegenden Beobachtungsstudien (Evidenzgrad B) zusammen und fanden eine lineare inverse Beziehung zwischen der Dosis körperlicher Aktivität und der Gesamtmortalität. Ein wöchentlicher Energieaufwand von 1000 kcal führte zu einer Mortalitäts-senkung von 20–30%. Weitere Studien müssen die Bedeutung von Intensität und Frequenz körperlicher Aktivität klären.

Sind Sie von den Daten überzeugt<sup>2</sup>? Wir jedenfalls waren es und beschlossen, dass die Jahre 2003 bis 2005 gut angelegt waren, sich mit dieser Thematik näher auseinander zu setzen. Wenn Sie jetzt, anstatt weiter zu lesen, ihre Turnschuhe schnüren, sind wir auch zufrieden. Allerdings können wir Ihnen versprechen, dass sich die weitere Beschäftigung mit dem Thema durchaus lohnt.

**!** Gute Fitness und regelmäßige körperliche Aktivität senken die Gesamtsterblichkeit und führen somit zu einer Lebensverlängerung. Dies gilt für Männer wie Frauen und ist unabhängig von genetischen Faktoren. Auch eine spätere Veränderung des Lebensstils lohnt sich noch. Je höher das Ausmaß körperlicher Aktivität, desto deutlicher fällt die Senkung der Mortalität aus. Genauere Daten zu einer optimalen Dauer, Intensität und Frequenz fehlen.

---

<sup>2</sup> Weitere Belege bei: Williams [509]; McMurray et al. [309]; Hein et al. [177]; Kohl et al. [245]; LaMonte et al. [259]; Kavanagh et al. [221]; Blair et al. [51]; Lakka et al. [258]; Wei et al. [497]; Cheng et al. [85]; Touboul et al. [476]; Goraya et al. [149]; Paffenbarger et al. [364]; Fries et al. [137].

---

**2**

## **Ausgang des Menschen aus seiner selbst verschuldeten „Sesshaftigkeit“**

Ohne Bewegung ist Leben nicht möglich. Bewegungsabläufe im Kleinen, nämlich molekularbiologische und chemische Prozesse, wie im Großen (z. B. die automatisierten Kontraktionen des Herzens oder die Atmung) sind Voraussetzungen unseres Lebens. Die Summe dieser Energie, welche Lebensprozesse im Ruhezustand benötigen, wird als Grundumsatz bezeichnet. Natürlich verstehen wir in diesem Buch körperliche Aktivität in einem engeren Sinn: Wir meinen die Bewegungen des Menschen in Alltag und Freizeit und verbinden damit im Lichte der vorliegenden Erkenntnisse gleichzeitig die Hoffnung, zu dem Ausgang des Zeitgenossen aus seiner selbst verschuldeten Sesshaftigkeit beitragen zu können. Aus rein naturwissenschaftlicher Sichtweise lässt sich körperliche Aktivität als muskulär verursachte Bewegungen des Menschen definieren, welche in einer Intensität ausgeführt werden, die einen Energieanstieg über den Grundumsatz hinaus zur Folge hat.

Ein Rückblick auf unsere Vorfahren stellt plastisch vor Augen, welches Maß an Bewegung menschengemäß wäre. Die Forschungen aus der Steinzeit legen nahe, dass ein Mensch damals am Tag 40–50 km zurücklegte. Millionen von Jahren war dies vermutlich so. Es ist deshalb plausibel, dass unsere genetische Ausstattung auf körperliche Anstrengung hin ausgelegt ist und Trägheit der Gesundheit nicht bekommt. „Wir Menschen werden nicht artgerecht gehalten“, sagte ein bekannter Professor.

Bramble [64] beschäftigte sich mit der Evolution des Menschen und betont: „Das Rennen machte uns zum Menschen – zumindest im anatomischen Sinn“. Menschen seien im Vergleich zu Säugetieren zwar schlechte Sprinter, könnten jedoch im Langlauf durchaus mithalten. Sie bräuchten, gemessen an einer Tagesdistanz, den Vergleich mit Wölfen und Hyänen nicht zu scheuen. Das ergab einen entscheidenden Jagdvorteil. „Wir könnten zu zweit ein Reh tothetzen“, bestätigt der Schriftsteller G. Herburger [182], der mit 72 Jahren noch ein passionierter Langstreckenläufer ist.

Heutzutage sind wir in Gefahr, von der Evolution gestraft zu werden. Erkrankungen wie Diabetes mellitus, Bluthochdruck und erhöhte Blutfettspiegel nehmen in den letzten Jahrzehnten dramatisch zu. Nahezu die Hälfte der deutschen Bevölkerung stirbt an Herz- und Kreislaufkrankheiten. Allein diese Krankheiten sind inzwischen der größte Kostenfaktor des Gesundheitswesens. Sie verursachten im Jahr 2002 35,4% (= 79 Milliarden

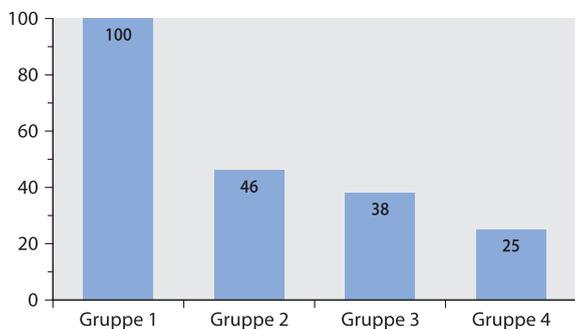
Euro) der Gesundheitskosten. Als Ursache des Anstiegs wird ein Lebensstil verantwortlich gemacht, der geprägt ist von körperlicher Inaktivität, Fehlernährung, Stress und hohen Nikotin- und Alkoholkonsum [Übersicht: 512].

Nur knapp die Hälfte der Bevölkerung war 2002–2003 in ihrer Freizeit körperlich aktiv (Spaziergehen eingeschlossen). Das Ausmaß an Bewegung sank mit Alter und Übergewicht. Die Berufsarbeit machte den Hauptanteil an der Gesamtaktivität aus [1].

Sir Winston Churchill dient gern als Kronzeuge für eine bequeme Lebensweise. Nach dem Geheimnis seines Alters befragt, hatte er geantwortet: „No sports, but whisky“. Wenig bekannt ist, dass er zeitlebens ein begeisterter Sportler war [414]. Offensichtlich ist der ironische Tonfall der Aussage in den Berichten abhanden gekommen.

Ausgehend von der Studienlage wird eine regelmäßige sportliche Betätigung an mindestens 3, besser 5 oder allen Tagen der Woche empfohlen [367]. Dabei sollte man leicht ins Schwitzen geraten und Puls wie Atmung sollten sich leicht steigern. Im Bundesgesundheitsurvey [450] zeigte sich, dass über alle Altersklassen hinweg gerade einmal 13% aller Deutschen die Voraussetzungen einer ausreichenden körperlichen Betätigung erfüllten.

Welche dramatischen Risikoreduktionen mit einem veränderten Lebensstil erreichbar sind, wurde uns in der Nurses' Health Study [450] eindrucksvoll vor Augen geführt. An einer hieraus hervorgegangenen Teilstudie nahmen 84 129 Krankenschwestern 14 Jahre lang teil. Das Risiko, einen Herzinfarkt, Schlaganfall oder plötzlichen Herztod zu erleiden, konnte durch gesunde Lebensweise dramatisch (um bis zu 75%) gesenkt werden (Abb. 2).



**Abb. 2.** Höhe des Risikos, ein kardiovaskuläres Ereignis zu erleiden, in Abhängigkeit von einem gesunden Lebensstil: Gruppe 1=Kontrollgruppe mit „ungesunder“ Lebensweise (keines der Merkmale der Gruppen 2–4, Risiko=100%); Gruppe 2=gesunde Ernährung: reich an Ballaststoffen, Omega-3-Fettsäuren, ungesättigten Fettsäuren und Folsäure, arm an Trans-Fettsäuren; die Nahrungsmittel besaßen einen niedrigen glykämischen Index; Bewegung: moderat bis intensiv und täglich wenigstens 30 min, kein Nikotin; Gruppe 3=zusätzlich normales Gewicht (BMI < 25); Gruppe 4 zusätzlich mäßiger Alkoholenuss [450]

Dabei werden Sie nach der Lektüre des Buches feststellen, dass ein gesunder Lebensstil nicht mit Askese gleichzusetzen ist, sondern durchaus einen Zuwachs an Lebensfreude und -qualität verspricht. Wer könnte nicht für sich Bewegungsarten finden, die Vergnügen bereiten (Bergwandern? Tanzen?), wer könnte sich nicht für eine schmackhafte „Mittelmeerkost“ erwärmen (selbst mäßiger Alkoholgenuß ist empfohlen), und wer könnte nicht Ruhe- und Entspannungsformen entdecken, die sein Leben bereichern? Selbstwertgefühl und Vertrauen in den eigenen Körper wachsen. Der Alltag wird mit größerer Energie und Zuversicht bewältigt, depressive Phasen werden gemildert.

Also: Vergessen Sie nicht, nach jedem Kapitel eine Runde im Park einzulegen oder zu tanzen oder zu schwimmen. Nur ein Therapeut mit eigener Erfahrung kann seinem Patienten ein Vorbild sein.

**! Was würde passieren, wenn Sie sich jetzt einfach ins Bett legen und einige Tage nicht mehr aufstehen?**

Die maximale Sauerstoffaufnahme, das Herzminuten- und Schlagvolumen nehmen ab. Die Ruhe-Herzfrequenz steigt an. Die Größe der Herzhohlräume sowie die Wandstärke des linken Ventrikels werden kleiner [55].

Die Muskulatur schwindet, und ihre Kraft nimmt ab. Aber auch die Koordinationsfähigkeit von Bewegungen und die Geschicklichkeit lassen nach. Kalzium wird dem Knochen entzogen, Knochensubstanz wird abgebaut. Die vermehrte osteoklastische Tätigkeit (Zellen, die den Knochen abbauen) spiegelt sich in den entsprechenden messbaren biochemischen Parametern im Blut. Wasser lagert sich in den unten befindlichen Körperteilen ein, die Neigung zu Infekten wie Lungenentzündung nimmt zu. (Die Beobachtungen stützen sich auf Ergebnisse der Weltraumforschung und experimenteller Inaktivierung.)

Sollten Sie darüber auch noch depressiv werden, wäre es nicht verwunderlich!

---

## **3 Körperliche Aktivität und Ausdauertraining: Definitionen**

---

### **3.1 Körperliche Aktivität**

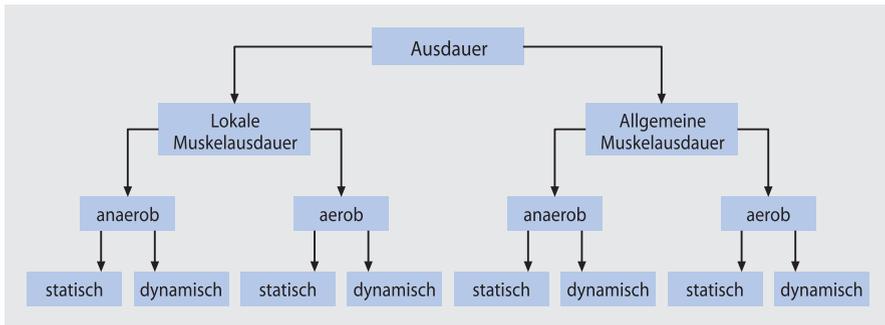
Unter körperlicher Aktivität verstehen wir alle muskulär verursachten Bewegungen des Menschen, welche in einer Intensität ausgeführt werden, die einen Energieanstieg über den Grundumsatz hinaus zur Folge hat. Der Begriff ist umfassender als jener des Ausdauertrainings, enthält er doch alle Bewegungen des Alltags, z.B. während der Berufsausübung, der Freizeit, im Haushalt, bei Gartenarbeit, beim Einkaufen, Treppensteigen usw. Es ist dabei von großem gesundheitlichen Interesse, ob die Integration zeitlich stark begrenzter körperlicher Aktivitäten in den Alltag, z.B. Treppensteigen, mit dem Rad zur Arbeit fahren, vergleichbare Auswirkungen hat wie längere Trainingseinheiten (z.B. 30 Minuten joggen, eine vergleichbare Gesamtdosis an Aktivität vorausgesetzt).

---

### **3.2 Ausdauertraining**

Training ist eine geplante, strukturierte Maßnahme, die mit regelmäßigen Wiederholungen auf die Verbesserung körperlicher Fitness, Gesundheit oder Lebensfreude zielt. Verbesserungsfähige Bereiche der Fitness sind die kardiorespiratorische Ausdauer, also die Fähigkeit des Herz-Kreislauf- und Lungensystems, während der körperlichen Aktivität Sauerstoff zu liefern, ferner die skelettal-muskuläre Ausdauer, die durch den Stoffwechsel und die Energiebereitstellung in der Muskulatur bestimmt wird. Außerdem können Kraft und Schnelligkeit trainiert werden sowie die Mischformen von Ausdauer, Kraft und Schnelligkeit (z.B. die Kraftausdauer), die Beweglichkeit und die koordinativen Fähigkeiten (z.B. räumliche Orientierung, Gleichgewicht, Reaktion).

Im Rahmen dieses Buches widmen wir uns speziell der allgemeinen, aeroben, dynamischen Ausdauer. Eine Systematik der verschiedenen Ausdauerformen liefern Hollmann u. Hettinger [188] (Abb. 3).



**Abb. 3.** Die verschiedenen Formen der Ausdauerleistungsfähigkeit [189]

Nach den Ergebnissen der Sportmedizin kann der „allgemeinen, aeroben, dynamischen Ausdauer“ die größte präventive Wirkung zugesprochen werden; hierzu liegen eine Fülle von Untersuchungen vor.

Folgende Kriterien sind typisch für sie [vgl. z. B. 189, s. Seite 292 ff.]:

- mehr als 1/6 der Muskulatur wird beansprucht (Bedeutung nicht nur für die lokale Muskulatur, sondern für das gesamte Herz-Kreislauf-System, s. Kap. 6.1).
- Die Energiebereitstellung erfolgt unter Zuhilfenahme von Sauerstoff (aerob, s. Kap. 5.1 Energiegewinnung).
- Die Leistung wird in Form von Bewegungsarbeit (dynamisch), nicht als Haltearbeit (statisch) erbracht [499].

Frau Katharina Meyer geht im Kapitel „Herzinsuffizienz“ zusätzlich auf die Methode des Intervalltrainings (hier überwiegend „allgemeines aerobes dynamisches Ausdauertraining“) sowie auf verschiedene Formen des dynamischen Krafttrainings<sup>3</sup> ein. Statische Krafttrainingsformen (isometrische Muskelanspannung) haben sich in der Vergangenheit als problematisch für Herzpatienten herausgestellt [189].

Prinzipiell ist festzustellen, dass eine eindeutige Abgrenzung zwischen den motorischen Hauptbeanspruchungsformen Kraft, Ausdauer und

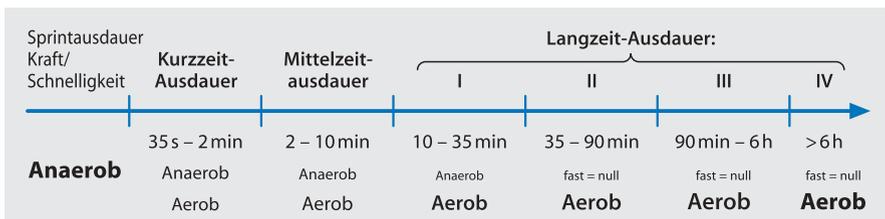
<sup>3</sup> Weineck [499] unterscheidet „positiv dynamisches Training“ = überwindendes oder konzentrisches Training mit Muskelverkürzung und „negativ dynamisches Training“ = nachgebendes oder exzentrisches Training mit bremsender, verzögernder Muskelarbeit. Als Mischform bzw. Verbindung beider Typen wird das isokinetische (allmählicher Übergang) und das plyometrische (abrupter Übergang) genannt. Dynamisches Krafttraining kann außerdem als Maximalkraft-, Schnellkraft- oder Kraftausdauertraining praktiziert werden. Weitere Details s. Weineck [499]: 236 ff.

Schnelligkeit kaum möglich ist. Die Übergänge zwischen ihnen sind fließend. Ausgehend von den Erfordernissen der sportlichen Belastungssituationen ergeben sich daher Mischformen wie Kraftausdauer oder Schnelligkeitsausdauer.

Weineck [499] unterscheidet bei der Anpassung an konditionell ausgerichtete Belastungen schematisch 3 Adaptationsmöglichkeiten:

1. „Adaptation an intensive und kraftbetonte Reize kurzer Dauer (z. B. Maximal- und Schnellkraftleistungen)“ mit Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination, später in der Trainingsfolge Muskelhypertrophie, Erhöhung der alaktazid anaeroben Stoffwechsellkapazität (energiereiche Phosphate).
2. „Adaptationen an intensive, eine hohe laktazide anaerobe Ausdauer erfordernde Reize (z. B. Kraft- und Schnelligkeitsausdauerbelastungen)“ mit Erhöhung der intramuskulären Glykogenspeicher und der für ihren Abbau hier benötigten anaeroben Enzymketten.
3. „Adaptationen an extensive, die aerobe Ausdauer erfordernde Reize“ mit der Steigerung der intramuskulären Glykogen- und Fettspeicher sowie ihrer umsetzenden aeroben Enzyme. Als unspezifische Antwortreaktion zusätzlich die Verbesserung der leistungslimitierenden Zubringersysteme (Herz-Kreislauf etc.).

Das „allgemeine aerobe dynamische Ausdauertraining“ fällt nahezu komplett unter den von Weineck genannten 3. Punkt. Es findet gewöhnlich im Rahmen von Sportarten statt, die durch zyklische Bewegungsabläufe gekennzeichnet sind. Charakteristisch für diese ist ein mehrmaliges Wiederholen des gleichen Bewegungszyklus ohne zwischengeschaltete Pause. Typisch sind Fortbewegungsarten wie Gehen, Laufen, Radfahren, Schwimmen, Rudern, Eisschnelllaufen, Skilanglauf oder Inlineskating. Die Trainingsbelastungen sind unter diesen Bedingungen optimal zu steuern. Nichtsdestotrotz bieten aber auch azyklische Sportarten wie die großen Sportspiele (Fußball, Handball etc.) gute Entwicklungsbedingungen.



**Abb. 4.** Einteilung der Ausdauer nach Zeit (Dauer) und Energiebereitstellung, nach [340 a]. Beispiele für Sprintausdauer bzw. Kraft und Schnelligkeit: 100 m Sprint, Gewichtheben, Wurf etc.; weitere Kriterien: große Muskelmasse, explosive Muskeleigenschaften, optimales innermuskuläres Zusammenspiel

*Ausdauer* (allgemein) lässt sich folgendermaßen definieren:

„Ausdauer ist die Fähigkeit, eine bestimmte Leistung über einen möglichst langen Zeitraum aufrecht erhalten zu können“ [304] oder

„Ausdauer = Ermüdungswiderstandsfähigkeit + Ermüdungstoleranz (Psyche) + rasche Wiederherstellungsfähigkeit“ [525].

Trainingsmethodisch lassen sich 5 Einteilungskriterien formulieren, um verschiedene Ausdauerarten näher zu bestimmen und zu untergliedern:

- Dauer der Belastung und Art der körperlichen Energiebereitstellung (vor allem: aerob oder anaerob),
- Mitbeteiligung von Kraft oder Schnelligkeit,
- Lokale Muskelausdauer oder Allgemeine Ausdauer,
- dynamische oder statische Ausdauer,
- Grundlagenausdauer oder spezielle Ausdauer (s. Teil II, Kap. 2.1).

---

## 4 Häufige Messmethoden körperlicher Aktivität

Um die Auswirkungen körperlicher Aktivität und Fitness einschätzen zu können, müssen objektive Messkriterien Anwendung finden.

---

### 4.1 Watt (Ergometrie)

Zur Einstufung der körperlichen Fitness wird häufig ein Belastungstest in Form einer Fahrradergometrie oder eines Laufbandtestes durchgeführt. Höhe (in Watt) und Dauer der Belastbarkeit sowie Herzfrequenz (s. u.) finden Berücksichtigung. Je höher und länger die Belastbarkeit ist, desto besser die Fitness.

---

### 4.2 Herzfrequenz

Die Herzfrequenz steigt während einer Belastung linear mit zunehmender Sauerstoffaufnahme an. Sie ist bei gut Trainierten auf jeder Belastungsstufe – mit Ausnahme der Maximalbelastung – niedriger als bei Untrainierten. Die Intensität körperlicher Aktivität kann als relativer Anteil an der maximal erreichbaren Herzfrequenz ( $H_f \text{ max}$ ) ausgedrückt werden.

Hier ein Beispiel: Eine moderate Belastung ist bei einer Herzfrequenz von 70–80%  $H_f \text{ max}$  erreicht (Faustformel für maximale Herzfrequenz =  $220 - \text{Lebensalter}$ ) (zur Bestimmung der Physical Work Capacity (PWC) sowie weiterer Kriterien: s. Teil II, Kap. 5).

---

### 4.3 Maximale Sauerstoffaufnahme und MET

Die Sauerstoffaufnahme kann mittels einer Gasanalyse (Atemmaske) während einer Spiroergometrie bestimmt werden. Im Ruhezustand beträgt sie etwa 3,5 ml  $O_2$ /kg/min. Körperliche Aktivität erfordert mehr Sauerstoff zur