

Medizinische Universität Graz

Bakkalaureatsarbeit
**„Physiologische und
pathologische Auswirkungen
von Sport auf den Körper“**

Birgit Singhammer, Matrikelnummer

0733286

[19.07.2011]

Begutachterin:

ao.Univ.-Prof.ⁱⁿ Dr.ⁱⁿ phil. Anna Gries

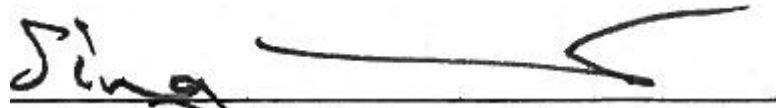
Harrachgasse 21/ V

8010 Graz

Lehrveranstaltung: Physiologie

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe, andere als die angegebenen Quellen nicht verwendet habe und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Weiter erkläre ich, dass ich diese Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt habe.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Singhammer', written over a horizontal line.

Graz, 19.07.2011

Singhammer Birgit

Zusammenfassung

Sportliche Betätigung hat vielerlei Auswirkungen auf den Körper. Betreibt man ein moderates Training, wirkt sich dies positiv in physiologischer und psychologischer Hinsicht aus. Führen SportlerInnen jedoch exzessive körperliche Aktivitäten aus und halten keine ausreichenden Erholungs- bzw. Regenerationsphasen ein, hat dies pathologische Auswirkungen. Außerdem ist es notwendig, immer den momentanen gesundheitlichen Zustand des/der SportlerIn zu beachten. Somit kann es schwerwiegende Folgen haben, wenn derjenige/ diejenige trotz einer Erkältung beispielsweise joggen geht.

Ziel dieser Arbeit war es, sowohl die positiven als auch die negativen Auswirkungen - vor allem von Ausdauertraining - auf den Körper und die Psyche des Menschen zu ergründen. Zu Beginn werden speziell die Effekte auf den Energieverbrauch bzw. den Stoffwechsel von Männern und Frauen beschrieben. Nachfolgend werden die physiologischen und pathologischen Wirkungen auf das Herz und die Lunge beleuchtet. Des Weiteren bewirkt körperliche Aktivität eine Veränderung der Muskulatur und der Knochen, welche näher beschrieben werden. Anschließend gehe ich näher auf die Folgen für das Gehirn sowie die Psyche von Männern und Frauen ein, denn ein häufig genutzter Aspekt in therapeutischer Hinsicht ist die Verbesserung von Depressionen sowie der Abbau von Ängsten und Stress. Das gesteigerte Selbstwertgefühl ist vor allem für Frauen ein wesentlicher Gesichtspunkt. Zum Schluss werden noch die Auswirkungen auf das Immunsystem sowie der Zusammenhang zwischen Ausdauertraining und Prävention von chronischen Krankheiten erläutert.

Abstract

Sport can have several impacts on the body. Depending on intensity and weekly frequency, physiological and pathological effects present themselves. It is essential to include days for regeneration of the body in the training schedule as well as taking into account the athlete's current condition of fitness. There may be serious consequences to a person, for example, if he or she goes out for a run despite having a cold.

The purpose of this thesis is to specify the positive and negative impacts on the body and on psychological health, especially during endurance training. Firstly, the effects of sport on basal energy rate and on metabolism are described. Secondly, physiological and pathological

influences of activities on the heart and the lungs are investigated. This is followed by a description of the changes caused by sport affecting the human muscular system and bones. Additionally, the consequences of physical activity on the brain and on psychological health are elaborated. This is of particular importance in the rehabilitation of depression or the treatment of anxiety. Another factor regarding these psychological aspects is the improvement of a person's self-esteem, which is especially important for women. Finally, the impact of sport on the immune system and the connection between training and chronic diseases are discussed.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A: Einleitung	7
B: Material und Methoden	8
C: Ergebnisse und Resultate	8
1. Einfluss auf den Energieverbrauch	8
1.1 Erhöhter Grundumsatz und Ernährung	8
1.2 Auswirkungen auf den Stoffwechsel	9
1.3 Körperzusammensetzung	10
1.4 Pathologie	11
2. Auswirkungen von Sport auf das Herz	13
2.1 Blutdruck und Puls	13
2.2 Verbesserte Durchblutung	15
2.3 Reduktion von kardiovaskulären Risiken	17
2.4 Morphologische Veränderungen	20
2.5 Pathologie	20
3.Lunge	21
3.1 Atmung	21
3.2 Maximierung der Lungenkapazität	22
3.3 Atemfrequenz	23
3.4 Verbesserte Diffusion	24
3.5 Pathologie	25
4. Muskeln	26

4.1 Aufbau der Muskulatur	26
4.2 Die anaerobe und aerobe Energiegewinnung in der Muskelzelle	27
4.2.1 Anaerobe Energiegewinnung	27
4.2.2 Anaerobe Energiegewinnung und Sauerstoffmehraufnahme	28
4.2.3 Aerobe Energiegewinnung	30
4.3 Prävention eines Muskelabbaus bzw. einer Sarkopenie	31
4.4 Pathologie der Muskulatur	33
5. Knochen und Gelenke	33
5.1 Knochendichte und –Bildung	33
5.2 Prävention von Osteoporose bzw. Therapie der Krankheit	34
5.3 Pathologie	36
6. Gehirn und Psyche	37
6.1 Erhöhte geistige Leistungsfähigkeiten	37
6.2 Stressbewältigung	39
6.3 Verbesserung beziehungsweise Verhinderung von depressiven Verstimmungen, Ängsten und Stress	39
6.4 Verbessertes Selbstbewusstsein	40
7. Immunsystem	42
7.1 Positive Auswirkungen auf das Immunsystem	42
7.2 Pathologische Effekte	43
8. Prävention von chronischen Krankheiten	43
D: Diskussion	45
E: Ausblick	46

A: Einleitung

In den Medien ist heutzutage immer häufiger zu hören, dass ein starker Trend in Richtung „Sport“ besteht. Es wird vermittelt, dass sich immer mehr – vor allem junge Menschen körperlich betätigen. Ein beliebter Slogan ist beispielsweise „gesund, fit und aktiv bis ins hohe Alter“. ¹ Bilder von jungen, attraktiven und schlanken Menschen, die joggen, wandern oder Rad fahren sehen wir im Fernseher oder auf Plakaten. Bei weiterführender Recherche kommt man jedoch zu einem zu dem Ergebnis, dass sich das sportliche Verhalten der Gesellschaft nicht wesentlich verändert hat und zum anderen, dass sportliche Betätigung auch negative Auswirkungen auf den Körper haben kann. In der „Kurzstudie zum Sportverhalten der Österreicher“, die vom Institut für Freizeit- und Tourismusforschung der Ludwig Boltzmann Gesellschaft durchgeführt wurde, kamen die ForscherInnen zu dem Ergebnis, dass zwischen den Jahren 1987 und 2002 kein Wandel zu verzeichnen ist. „Während der letzten zwanzig Jahre hat sich die grundsätzliche Einstellung und Bereitschaft zum Sporttreiben kaum geändert.“ ² Diese Aspekte, sowie auch mein persönliches Interesse für das Thema Sport führten zu meiner Entscheidung, dieses Thema näher zu beleuchten. Das Ziel dieser Bachelor Arbeit ist es, sowohl die physiologischen als auch die pathologischen Auswirkungen sportlicher Betätigung im Gesundheitshandeln auf die physische und psychische Gesundheit zu betrachten. Infolgedessen ergibt sich das Thema dieser Arbeit:

„Physiologische und pathologische Auswirkungen von Sport auf den Körper“.

Einerseits ist es erwiesen, dass körperliche Aktivität ebenfalls wesentliche Effekte auf die Psyche von Frauen und Männern hat; Andererseits orientiere ich mich an einer ganzheitlichen Sichtweise der Gesundheit, in der psychisches, soziales und körperliches Wohlbefinden (im Sinne der Gesundheitsdefinition der WHO) einbezogen werden. Aus diesen Gründen werde ich auch auf die psychischen Effekte näher eingehen. Die WHO definiert die Gesundheit als „Zustand vollständigen geistigen, sozialen und körperlichen Wohlbefindens und nicht als Abwesenheit von Krankheit oder Gebrechen.“ (WHO, 1946).

¹ www.webanzeigen.at, 24.02.2011

² www.schasching.spoe.at, 24.02.2011

Aus dem Ziel und dem Thema der Arbeit leitet sich die Forschungsfrage ab, welche lautet:
Hat sportliche Betätigung überwiegend positive oder negative Effekte auf den menschlichen Körper?

Ich werde mich nicht auf spezielle Sportarten beschränken sondern eher allgemein über körperliche Betätigung recherchieren, wobei ich jedoch verstärktes Augenmerk auf Ausdauersport legen werde.

B: Material und Methoden

Die Literaturrecherche wurde in den Bibliothekskatalogen der Karl-Franzens-Universität Graz und der Medizinischen Universität Graz durchgeführt. Als Keywords verwendete ich vor allem Sport, Frauengesundheit, Männergesundheit, psychisch, mental und Auswirkungen von Sport, etc. Des Weiteren recherchierte ich in den Datenbanken PubMed und MeshDatabase, wobei ich jedoch nur sehr wenig relevante Literatur gefunden habe. Auch das Internet zog ich für die Recherche hinzu, wie z. B. „Google“, „Google Scholar“, Statistik Austria, etc. Die letztendlich verwendete Literatur ist im Literaturverzeichnis aufgeführt.

C: Ergebnisse und Resultate

1. Einfluss auf den Energieverbrauch

1.1 Erhöhter Grundumsatz und Ernährung

Der Energiebedarf setzt sich aus dem Ruhe-/ Grundumsatz und dem Arbeitsumsatz zusammen. Unter Grundumsatz versteht man die Energie, die der Körper in Ruhe benötigt, um die Stoffwechselfvorgänge durchzuführen. Dieser ist abhängig von Alter, Geschlecht, Körperoberfläche, hormonellen Einflüsse und Außentemperatur. Zusätzlich ist zu beachten, dass dieser in einem Krankheitszustand erhöht ist. Er beträgt ca. 1500 – 2000 kcal/Tag. Der Arbeitsumsatz wird definiert als Energieverbrauch während körperlicher Aktivität und ist je nach Dauer und Intensität der geleisteten Arbeit doppelt so hoch wie der Grundumsatz, er beträgt zwischen 2000 – 4000 kcal/Tag. Für eine Leistungssteigerung und Wohlbefinden von sportlich aktiven Frauen und Männern ist es wesentlich, dass die Ernährung sowohl quantitativ als auch qualitativ vollwertig ist. Das bedeutet, dass Aktive sowohl auf eine ausreichende Kalorienmenge als auch auf eine optimale qualitative Zusammensetzung der Nahrung und daneben auf eine ausreichende Zufuhr von Mineralien und Vitaminen achten

sollen.³ Der Energiebedarf des Sportlers/ der Sportlerin ist abhängig von verschiedenen Faktoren, wie z. B. Trainingsumfang, –Intensität und Häufigkeit, Trainingszustand, Sportart, Temperatur bzw. äußere Trainingsbedingungen.⁴ Hierbei sind die wichtigsten Energieträger für den Muskel die Kohlenhydrate. Die Ernährung sollte zu 2/3 aus diesen bestehen. Kohlenhydrate sind deshalb so wichtig, weil sie über den Weg des Abbaus der Glukose sofort verfügbare Energielieferanten sind. Auch Fette sind wesentlich, deren Aufgabe neben der Bereitstellung von Energie auch das Speichern der Energie im Körper ist. Eiweiße sind in Bezug auf den Energiestoffwechsel eher unwesentlich.⁵ Die Katecholamine Adrenalin und Noradrenalin haben dadurch, dass sie den Sympathikus erregen die Aufgabe, in einer „Notsituation“ die gespeicherten Fettdepots und auch das Glykogen zu mobilisieren und somit die Aufnahme der Glukose in die Körperzellen zu unterstützen, so dass den Muskeln ausreichend Energie zur Verfügung gestellt werden kann.⁶

1.2 Auswirkungen auf den Stoffwechsel

Es werden zwei Abschnitte der Energiegewinnung unterschieden. Während der Glykolyse wird die Glukose aus den Kohlenhydraten abgebaut und dadurch Energie gewonnen. Der zweite Abschnitt, in dem sich die tatsächliche Energiegewinnung vollzieht, ist die biologische Oxidation.⁷ Am wichtigsten bezüglich der oxidativen Verbrennung von Kohlenhydraten und Fetten sind die Mitochondrien, da in ihnen die Energiegewinnung erfolgt. Sie sind in jeder Muskelzelle vorhanden. Betreibt man regelmäßig aerobes Ausdauertraining, hat dies zur Folge, dass die Anzahl, die Größe und die Oberfläche der Mitochondrien ansteigen und die Verteilung im Körper optimiert wird. Zusätzlich kommt es zu einem Zuwachs der Enzyme des Zitratzyklus und der Atmungskette.⁸ Somit sind für den Energiestoffwechsel drei „komplexe biochemische Reaktionsfolgen erforderlich“, nämlich der Zitratzyklus, die Atmungskette und

³ Findeisen, D., 1994, S. 60/61

⁴ Findeisen, D., 1994, S. 60

⁵ Findeisen, D., 1994, S. 52/53

⁶ www.medizininfo.de, 07.04.2011

⁷ Findeisen, D., 1994, S. 54

⁸ Weineck, J., 2010, S. 326

das in der oxidativen Phosphorylierung gewonnene Adenosintriphosphat (ATP).^{9 10}
Zusammenfassend lässt sich nun aussagen, dass zum einen dadurch, dass die Mitochondrien optimiert werden, der Stoffwechsel beschleunigt wird. Andererseits bewirkt ein regelmäßiges Training auch einen größeren Anteil an Muskelgewebe im Körper, welcher den Grundumsatz steigert.¹¹ Dies lässt sich dadurch erklären, dass Muskeln „sowohl in Ruhe als auch in Belastung einen höheren Sauerstoffverbrauch als das Fettgewebe aufweisen...“.¹²

1.3 Körperzusammensetzung

Vergleicht man Frauen und Männer, lässt sich ein Unterschied hinsichtlich der Körperzusammensetzung von Muskel- und Fettanteil erkennen. Inaktive Frauen haben einen relativen Muskelanteil von 30 – 40 %. Hingegen weisen untrainierte Männer einen Anteil von 40 – 50 % auf. Selbst sportlich aktive Frauen haben einen geringeren Muskelanteil als Männer. Andererseits beträgt der Anteil des Fettdepots an der Gesamtkörpermasse bei Frauen ca. 28 % und bei Männern lediglich rund 18 %. Auch Frauen, die regelmäßig laufen, haben noch immer einen 7 – 9 % höheren Körperfettanteil als vergleichsweise männliche Läufer. Ein Vorteil daraus ergibt sich für Frauen hinsichtlich des Sports Schwimmen. Auf Grund des größeren Fettanteils und des leichteren Knochengerüsts haben Frauen eine geringere Körperdichte. Außerdem liegt der Körperschwerpunkt bei Frauen tiefer als bei Männern, sie sind durchschnittlich kleiner und haben somit auch kürzere Beine. Dies begünstigt einerseits, dass „zur Aufrechterhaltung der Schwimmlage weniger Muskelkräfte erforderlich sind“ und andererseits sinken Männer schneller ab.¹³ Benachteiligt sind Frauen dagegen hinsichtlich der peripheren Sauerstoffausschöpfung. Wie bereits erwähnt, stehen in Zusammenhang mit den Muskelzellen die Mitochondrien. Da Frauen einen geringeren Muskelanteil haben, weisen sie auch eine geringere Anzahl und Größe an Mitochondrien auf und somit ist die „aerobe Stoffwechselkapazität bei der Frau herabgesetzt“. Diesbezüglich haben Frauen auch eine geringere maximale Sauerstoffaufnahme als Männer.¹⁴ Vergleicht

⁹ Findeisen, D., 1994, S. 55

¹⁰ Im Kapitel „Muskeln“ werde ich noch näher darauf eingehen

¹¹ www.gesundheit.com, 19.04.2011

¹² Weineck, J., 2010, S. 601

¹³ Weineck, J., 2010, S. 592

¹⁴ Weineck, J., 2010, S. 599

man untrainierte Personen, liegt die relative maximale Sauerstoffaufnahme von Frauen bei rund 32 – 38 ml/min/kg und von Männern bei ca. 40 – 55 ml/min/kg, während sportlich aktive Frauen Werte von 60 - 70 ml/min/kg und Männer Werte von ca. 80 – 90 ml/min/kg erreichen können.¹⁵ Des Weiteren wirkt sich die Verschiedenheit der Körperzusammensetzung auf den Stoffwechsel aus. Somit haben Frauen beispielsweise einen ca. 10 % niedrigeren Grundumsatz als Männer. Auch die Ausdauerleistungsfähigkeit ist bei Männern ausgeprägter als bei Frauen, was wiederum zum einen daran liegt, dass Männer einen geringeren Fettanteil besitzen und zum anderen an der Sauerstofftransportkapazität, die bei Frauen niedriger ist als bei Männern. Dies bezieht sich jedoch auf die Absolutleistungen der Frau; sie sind nicht weniger ausdauerbelastungsfähig. Vergleicht man z. B. die Zeiten eines Marathons von Frauen und Männern, so kommt man zu dem Ergebnis, dass Frauen generell länger brauchen. Jedoch sind Frauen nicht weniger belastbar als Männer, sie sind im Gegenteil geradezu prädestiniert für lange Strecken auf Grund ihres geringeren Körpergewichtes und ihrer sehr guten aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit.¹⁶

1.4 Pathologie

„Der kalorisch unzureichend Ernährte muss seine Zellreserven angreifen mit der Folge von Gewichtsverlust und absehbarer Leistungsminderung.“¹⁷ Stößt nun der / die SportlerIn an die Grenze seiner / ihrer bereitgestellten Energie im Körper, hat dies erheblich negative Effekte auf den gesamten Organismus, folglich kann es auch zu einer „Funktionsstörung der inneren Organe“, wie z. B. des Herzens, der Leber und der Nieren kommen. In Folge kommt es zu physischen und psychischen Symptomen und letztendlich zu einer allgemeinen Schwäche- bzw. Erschöpfungserscheinung. Treten diese Anzeichen während sportlicher Betätigung auf und werden von der / dem Betroffene(n) ernst genommen indem das Training abgebrochen wird, regeneriert sich der Körper relativ schnell wieder. Ignoriert jedoch der / die SportlerIn die Symptome, z. B. auf Grund einer Wettkampfsituation, können zwar für eine begrenzte Zeit noch Reserven, wie beispielsweise Glykogen aus der Leber mobilisiert werden. Sind jedoch diese Reserven verbraucht, kann eine lebensbedrohliche Situation eintreten.¹⁸ Nicht

¹⁵ Hollmann, W., 1977, S. 86

¹⁶ Weineck, J., 2010, S. 601 - 606

¹⁷ Findeisen, D., 1994, S. 61

¹⁸ Prokop, L., 1996, S. 57/58

nur kalorisch, sondern auch im Hinblick auf Spurenelemente weisen SportlerInnen vermehrt Mangelerscheinungen auf. Somit lässt sich häufig beobachten, dass AusdauersportlerInnen einen extrem niedrigen Hämoglobin-Wert und in Verbindung damit auch eine Eisenmangelerscheinung aufweisen.¹⁹ Vor allem weibliche Aktive sind häufig davon betroffen, zum einen auf Grund der doppelten Belastung des Körpers durch die monatliche Menstruation und sportliche Betätigung und zum anderen dadurch, dass Frauen generell eine niedrigere Erythrozytenzahl haben als Männer. Des Weiteren treten auch häufig Mangelerscheinungen bezüglich des Magnesiums auf, „welches als Überträger der Erregung von den Nerven auf die Muskel eine wichtige Rolle spielt“. Ferner ist das Kalium erwähnenswert, welches für das Speichern von Glykogen eine bedeutende Rolle spielt. Achtet man allerdings auf eine ausgewogene Ernährung, wie sie auch von der WHO empfohlen wird, ist es normalerweise nicht notwendig, spezielle Nährstoffe, Vitamine oder Elektrolyte zu substituieren. Vor allem sollten sportlich aktive Frauen und Männer (wie jedermann) darauf achten, viel frisches Obst und Gemüse zu sich zu nehmen. Mineralwasser enthält zudem wertvolle Spurenelemente.²⁰ Um einem Elektrolytverlust vorzubeugen ist es essentiell, viel zu trinken, insbesondere an heißen und schwülen Tagen. Dies ist deshalb so wichtig, da der Flüssigkeitshaushalt und die Elektrolytverteilung im Körper auch Auswirkungen auf die Nieren- und Herzfunktion haben. Typische Symptome der Dehydratation sind Blutdruckabfall, Muskelkrämpfe, Aggressivität und im Extremfall kann der / die Aktive kollabieren oder an einer Nephropathie erkranken, welche im schlimmsten Fall zum Tode führen kann.²¹



Abbildung 1: Ernährungspyramide

¹⁹ Findeisen, D., 1994, S. 35

²⁰ www.aerztezeitung.at, 14.05.2011

²¹ Prokop, L., 1996, S. 59, 60

2. Auswirkungen von Sport auf das Herz

2.1 Blutdruck und Puls

„Die treibende Kraft für die Zirkulation des Blutes ist der arterielle Blutdruck. Er wird durch die Pumpleistung des Herzens erzeugt...“²² Die Normwerte des arteriellen Blutdrucks betragen im Erwachsenenalter zwischen 100/60 mmHg und 120/80 mmHg. Diese Werte schwanken; während des Schlafs bzw. in Ruhe hat man einen niedrigeren Blutdruck als während körperlicher Aktivität. Auch in gewissen Situationen wie z. B. Angst steigt der Blutdruck. Steigen jedoch die Werte dauerhaft über 135/85 mmHg, spricht man von arterieller Hypertonie. Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) unterscheidet folgende Stadien bezüglich der Blutdruckwerte:

<i>Bereich der Blutdruckwerte</i>	<i>Systole (mmHg)</i>	<i>Diastole (mmHg)</i>
<i>Stufe 3: starke Hypertonie</i>	<i>> 180</i>	<i>> 110</i>
<i>Stufe 2: mittlere Hypertonie</i>	<i>160-179</i>	<i>100-109</i>
<i>Stufe 1: leichte Hypertonie</i>	<i>140-159</i>	<i>90-99</i>
<i>Hoch normal</i>	<i>130-139</i>	<i>85-89</i>
<i>Normal</i>	<i>120-129</i>	<i>80-84</i>
<i>Optimal</i>	<i>< 120</i>	<i>< 80</i>

mmHg = Millimeter Quecksilbersäule

Quelle: WHO, 1999

Abbildung 2: Einteilung der Blutdruckwerte nach Stadien laut WHO

Männer und Frauen, die unter Bluthochdruck leiden, haben z. B. ein erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf Erkrankungen sowie für Arteriosklerose.²³ Andererseits hat aber auch ein dauerhaft zu geringer Blutdruck pathologische Effekte, da dieser zu einer Minderversorgung der Gewebszellen und in Folge dessen zum Zelltod führt. Auch der Sympathikus und der Parasympathikus sind von großer Bedeutung. Während der Sympathikus über die Transmitterstoffe Adrenalin und Noradrenalin eine Gefäßengstellung und dadurch einen höheren Blutdruck bewirkt, führt der Parasympathikus zu einer Gefäßweitstellung und senkt dadurch den Blutdruck über das Azetylcholin.²⁴ Vor allem sind diese in den oben genannten „Angst-

²² Weineck, J., 2010, S. 192

²³ www.netdokter.at, 01.05.2011

²⁴ Weineck, J., 2010, S. 192

situationen“ von Bedeutung. Hinsichtlich des Bluthochdruckes unterscheidet man zwischen der primären (essentiellen) und der sekundären Hypertonie. Während die primäre Hypertonie auf den Lebensstil zurückzuführen ist und in 90 Prozent der Fälle auftritt, ist der sekundäre Bluthochdruck eine Folge von renalen oder endokrinen Erkrankungen. Daraus lässt sich nun schließen, dass einerseits die regelmäßige körperliche Aktivität einer Hypertonie vorbeugt und andererseits als Therapie für bereits betroffene PatientInnen eingesetzt wird.²⁵ Das Ausdauertraining bewirkt eine Senkung des systolischen und des diastolischen Blutdrucks durch die Veränderungen des Herzminutenvolumens, des peripheren Widerstandes und des elastischen Widerstandes der Gefäße. Während des Trainings kommt es zur sogenannten Arbeitshypertonie, da die Muskeln einen erhöhten Bedarf an Sauerstoff und Nährstoffen haben und demzufolge mehr Blut in die Muskeln gepumpt werden muss.²⁶ Grundsätzlich haben Trainierte lediglich eine größere Blutdruckamplitude (= Differenz zwischen systolischem und diastolischem Blutdruck; Vergrößerung des Schlagvolumens) als inaktive Personen, wegen des größeren Schlagvolumens. Außerdem bewirkt ein regelmäßiges Ausdauertraining, dass der / die SportlerIn nach Belastungsende schneller zum Ruhepuls zurück kehrt als dies bei Untrainierten der Fall ist.²⁷ Bezüglich der Therapie gilt, dass bei einer leichten Hypertonie bereits ein regelmäßiges Ausdauertraining ausreichend ist; denn der Blutdruck kann dadurch um ca. 5-10 mmHg gesenkt werden. Folgende Faktoren wirken zusammen:

- „Senkung des meist bei Hypertonikern vorliegenden Übergewichts (= per se blutdrucksenkend)
- Erhöhter Kochsalzverlust durch Schwitzen (...)
- Verringerung der blutdrucksteigernden Hyperinsulinämie
- Senkung der Sympathikusaktivität mit verringerter Katecholaminausschüttung“²⁸

Steigt jedoch der systolische Blutdruck über einen Wert von 250 mmHg und der diastolische Wert über 130 mmHg während körperlicher Belastung, sollte man das Training abbrechen, da dies ein Risiko darstellen kann. Andererseits sollte aber auch ein Ausbleiben des Anstiegs

²⁵ Skriptum „Interne“

²⁶ www.netdokter.at, 01.05.2011

²⁷ Weineck, J., 2010, S. 194

²⁸ Weineck, J. 2010, S. 722/723

des Ruhepulses bzw. ein Absinken des Blutdrucks während des Trainings als Abbruchkriterium angesehen werden.²⁹

2.2 Verbesserte Durchblutung

Die aussagekräftigsten Größen im Bezug auf das Herz sind die Herzschlagfrequenz, das Herzschlagvolumen und das Herzminuten- oder Herzzeitvolumen. Das normale Schlagvolumen, das heißt die mit einem Herzschlag in die Aorta beförderte Blutmenge beträgt im Ruhezustand etwa 70 ml. Die Herzschlagfrequenz wird definiert als „die Anzahl der Herzschläge pro Minute“ und beträgt in Ruhe zwischen 60-80 Schlägen. „Das Herzzeitvolumen gibt die Menge Blut an, die pro Zeiteinheit vom Herzen in die Blutbahn befördert wird.“³⁰ Beispielsweise beträgt dies bei einer Frequenz von 70 Schlägen und einem Schlagvolumen von 70 ml ca. 5 Liter.³¹ Grundsätzlich steigt der Sauerstoffbedarf im Körper wenn man sportlich aktiv ist. Außerdem intensiviert sich der venöse Zufluss zum Herzen.³² Das Herz kompensiert dies durch eine Erhöhung des Herzminutenvolumens indem die Frequenz und das Schlagvolumen ansteigen, wobei letzteres über das vegetative Nervensystem – nämlich den Sympathikus – zusätzlich gesteuert wird. Das maximale Schlagvolumen bei untrainierten Männern und Frauen beträgt in Belastung ca. 120 - 130 ml, während bei Trainierten Männern und Frauen Werte bis zu ca. 250 ml möglich sind.³³ Auch bezüglich des Herzminutenvolumens ist ein deutlicher Unterschied erkennbar. Somit ist bei trainierten AusdauersportlerInnen ein Anstieg auf Werte zwischen 30 – 35 Liter erreichbar.³⁴

²⁹ Prokop, L., 1996, S. 53

³⁰ Weineck, J. 2010, S. 162

³¹ Findeisen, D., 1994, S. 31

³² Findeisen, D., 1994, S. 31

³³ Weineck, J. 2010, S. 164

³⁴ Findeisen, D., 1994, S. 31

	Herzgröße	Herzschlagfrequenz		Schlagvolumen		Herzzeitvolumen	
		Ruhe	Belastung	Ruhe	Belastung	Ruhe	Belastung
	Gewicht Gramm						
Inaktive	250 – 300	60 – 80 S	Max. 180S	70 ml	120 – 130	Ca.5 L	Max. 20 L
Aktive	300 – 500	~ 40 S	180 S	~ 100 ml	Max. 250 ml	~ 5,6 L	30 – 35 L

Tabelle 1: Vergleich aktive und inaktive Personen bezüglich Parameter der Durchblutung

Wie bereits erwähnt, beträgt die Herzfrequenz eines gesunden Menschen in Ruhe durchschnittlich 70 Schläge pro Minute. Aus einer Studie ist zu entnehmen, dass sich die Herzfrequenz durch sportliches Ausdauertraining verbessert. Die Probanden hatten vor der Durchführung der Studie im Durchschnitt eine Herzfrequenz in Ruhe von 79,8 Schlägen pro Minute und am Ende senkte sich diese auf 72,3 Schläge pro Minute.³⁵

Jedoch ist nach Aussage derselben Quelle die Herzfrequenz in Belastung aussagekräftiger als die Frequenz in Ruhe. Belastung wurde hier durch eine fünfminütige fahrradergometrische sportliche Betätigung erzeugt. Herausgefunden wurde, dass bei einer sportlichen Betätigung in Form von Ausdauertraining, wie z. B. Joggen, die Herzfrequenz unter Belastung von 127,9 Schläge / Min. zu Beginn der Studie auf 114,9 Schläge / Min. am Ende der Untersuchung gesenkt werden konnte. Somit kann man bereits bei einem Training, das einmal wöchentlich durchgeführt wird, die Herzfrequenz signifikant verbessern.³⁶

Infolgedessen haben insbesondere Ausdauersportarten den Effekt, dass bei zunehmender Belastung die Herzfrequenz einer trainierten Person weniger stark ansteigt als bei einem inaktiven Menschen. Auch erreicht eine sportlich aktive Person seine Ruheschlagfrequenz nach der Leistung wesentlich schneller als eine inaktive Person.³⁷

³⁵ Tiemann, M. 1997, S. 206

³⁶ Tiemann, M. 1997, S. 207/235

³⁷ Findeisen, D., 1994, S. 41

2.3 Reduktion von kardiovaskulären Risiken

Zu den kardiovaskulären Krankheiten zählt man insbesondere die arterielle Hypertonie, periphere arterielle Verschlusskrankheiten, koronare Herzkrankheiten (KHK), den Herzinfarkt und die Apoplexie.³⁸

„Übergewicht, eingeschränkte körperliche Fitness und körperliche Aktivität haben sich als eigenständige Risikofaktoren kardiovaskulärer Erkrankungen etablieren können.“³⁹ Die Wahrscheinlichkeit einer kardiovaskulären Krankheit erhöht sich bereits durch moderates Übergewicht. Vor allem ein erhöhter abdomineller Fettanteil weist einen signifikanten Zusammenhang zu KHK auf. Körperliches Training wirkt zum einen präventiv gegen Übergewicht bzw. Adipositas, andererseits stellt es eine gesunde und nachhaltig wirksame Maßnahme dar, um Übergewicht abzunehmen und somit wiederum die Morbidität bzw. Mortalität koronarer Herzkrankheiten zu senken. Weitere signifikante Risikofaktoren sind Dyslipoproteinämie, welche durch ein gestörtes Verhältnis der Lipoproteinfraktionen im Blutserum, besonders dem Missverhältnis von HDL zu LDL ausgelöst wird⁴⁰; Hyperinsulinämie (Insulinüberproduktion), Hyperkoagulabilität (erhöhte Gerinnbarkeit des Blutes mit Neigung zu Thrombenbildung⁴¹) und Hypertonie.

	Normalbereich		Grenzwert		Erhöhte Werte	
	mg/dl	mmol/l	mg/dl	mmol/l	mg/dl	mmol/l
Gesamt-cholesterin im Blut	< 200	< 5.2	200 - 239	5.2 - 6.2	> 240	< 6.2
LDL-Cholesterin	< 129	< 3.4	130 - 159	3.4 - 4.0	> 160	< 4.1
HDL-Cholesterin	> 60	> 1.5	40 - 59	1.2 - 1.4	< 40	< 1.2

Abbildung 3: Einteilung der Cholesterinwerte (Gesamt-, LDL- und HDL-Cholesterin)

Ferner ist zu erwähnen, dass in der Harvard Alumni Studie herausgefunden wurde, dass bei Männern, die einen inaktiven Lebensstil führen, die Mortalität für eine KHK um 31 % höher liegt als vergleichsweise bei sportlich Aktiven. Neben der regelmäßigen körperlichen Aktivität spielt auch die körperliche Fitness für die Inzidenz von KHK eine große Rolle, die zwar

³⁸ <http://flexikon.doccheck.com>, 21.04.2011

³⁹ www.zeitschrift-sportmedizin.de, 19.04.2011

⁴⁰ <http://flexikon.doccheck.com/Dyslipoprotein>, 19.04.2011

⁴¹ <http://flexikon.doccheck.com/Hyperkoagulabilit>, 19.04.2011

ebenfalls durch sportliches Training aber auch durch die Genetik beeinflusst wird. Somit resultierte aus Studien, dass eine niedrige körperliche bzw. kardiorespiratorische Fitness das Risiko für beispielsweise einen Myokardinfarkt erhöht. Jedoch kann dieses Risiko wiederum durch regelmäßiges Ausdauertraining reduziert werden, da dieses mit einer Verbesserung der körperlichen Fitness einhergeht. Des Weiteren ist es aber noch besonders wichtig, dass Adipositas in Bezug zur körperlichen Fitness und nicht alleinstehend betrachtet werden darf. Somit wurde herausgefunden, dass das Risiko für eine kardiovaskuläre Erkrankung bei übergewichtigen oder adipösen Personen mit guter körperlicher Fitness um knapp 50 % niedriger liegt als bei normalgewichtigen Personen mit schlechter körperlicher Fitness bzw. entspricht es dem Risiko von Männern und Frauen mit Normalgewicht und einer durchschnittlichen Fitness. Übergewicht, körperliche Inaktivität, Hypertonie oder erhöhte Cholesterinwerte können weiterhin auch zu einer erhöhten Inzidenz von metabolischen Risikofaktoren führen, welche ebenfalls als kardiovaskuläres Risiko gelten. Auch hierbei wirken Sport sowie das Reduzieren des Körpergewichtes wiederum präventiv und beugen vor allem einer Insulinresistenz und einer Manifestation von Typ II Diabetes mellitus vor.⁴² Wesentliche Risikofaktoren für die Entwicklung von Erkrankungen der Herzkranzgefäße stellen erhöhte Werte von Triglyceriden, Cholesterin und Glukosespiegel des Serums dar, welche durch Fettsäureanreicherungen im Blut langfristig zu Arteriosklerose bzw. Herzinfarkt führen können. Diese Werte werden vor allem durch Ausdauertraining langfristig gesenkt.⁴³

Einstufung	Nüchternblutzucker Nüchtern-Plasmaglukose	Oraler Glukosetoleranztest (nach 2 Std.)
Blutzucker Normalwert	< 100 mg/dl (< 5,6 mmol/l)	< 140 mg/dl (< 7,7 mmol/l)
Gestörte Glukosetoleranz	100 - 125 mg/dl (5,6 - 6,9 mmol/l)	140 - 199 mg /dl (7,7 - 11,0 mmol/l)
Diabetes	ab 126 mg/dl (ab 7,0 mmol/l)	ab 200 mg/dl(ab 11,1 mmol/l)

Tabelle 2: Blutzuckerwerte

Folgende Grafik stellt den Zusammenhang zwischen Umweltfaktoren und genetischer Prädisposition der Arteriosklerose in Verbindung mit dem LDL-Cholesterin dar. Somit haben

⁴² www.zeitschrift-sportmedizin.de, 19.04.2011

⁴³ Findeisen, D., 1994, S. 41

z. B. genetische Belastung, die Ernährung sowie Lebensgewohnheiten Einfluss auf das LDL-Cholesterin. Ein bewegungsarmer und stressreicher Lebensstil kann zu erhöhtem LDL-Cholesterin führen, welches einerseits eine thrombogene Wirkung hat und andererseits Schäden am Endothel auslösen kann, wodurch die Funktion der Barriere nicht mehr gegeben ist. Hypertonie und Rauchen können ebenso Endothelschäden auslösen. Infolge des Schadens kommt es zu einer Freisetzung von chemotaktisch wirksamen Substanzen, Adhäsionsmolekülen, des von-Willebrand-Faktors, zur Expression von Wachstumsfaktoren und somit zur Adhäsion von Thrombozyten, T-Lymphozyten und Monozyten. Gleichzeitig lösen chemotaktische Faktoren die Migration von glatten Muskelzellen aus der Media in die Intima aus.⁴⁴ Lipoproteine, vor allem LDL-Cholesterin, strömen in die Intima ein und oxidieren. Schließlich dringen die Monozyten in die Intima ein und werden zu Makrophagen umgewandelt, welche reaktive O₂-Radikale freisetzen und endothelial gebildetes Stickstoffmonoxid (NO) unwirksam machen. Dadurch kommt es zum Wegfall der NO-Wirkung, zur Hemmung der Thrombo- und Monozytenadhäsion am Endothel sowie der antiproliferativen und vasodilatierenden Wirkung an der Gefäßmuskulatur. Über Scavenger-Rezeptoren nehmen die Makrophagen das LDL und das β -VLDL-Cholesterin auf und danach wird Ester durch Lipasen gespalten. Durch eine Überladung mit Cholesterinester wandeln sich die Makrophagen schließlich in Schaumzellen um und Plaque beginnt sich zu entwickeln.^{45 46 47}



Abbildung 4: Arteriosklerose

⁴⁴ www.help-therapy.com

⁴⁵ Siegenthaler, W., Blum, H., 2006, S. 145 29.06.11

⁴⁶ Silbernagl, S., Lang, F., 2005, S. 38

⁴⁷ Böcker, W., Denk, H., Heitz, U., 2004, S. 857

2.4 Morphologische Veränderungen

Durch regelmäßiges Ausdauertraining kommt es zu einer Hypertrophie und einer Gewichtszunahme des Herzens, außerdem erweitern sich die Herzhöhlen (Dilatation). Als Grund für die Dilatation wird „der vermehrte Rückstrom venösen Blutes zum Herzen bei intensiver Muskeltätigkeit sowie die regulative Weitstellung des Herzens auf nervalem Wege“ angegeben.⁴⁸ Als Folge davon verbleibt im Herzen eine größere Restblutmenge. Während des Trainings steigen die „Durchblutungsanforderungen der Muskulatur sprunghaft“ an, wofür die größere Menge an Restblut benötigt wird. Vergleichsweise beträgt das absolute Herzgewicht bei untrainierten Männern ca. 250 – 300 Gramm und bei trainierten Männern etwa 350 – 500 Gramm.⁴⁹

2.5 Pathologie

Es gibt allerdings auch ein kritisches Herzgewicht, wobei der Grenzwert 7 – 7,6 g/kg Körpergewicht beträgt. Beispielsweise beträgt das kritische Gewicht bei einer Person mit einem Körpergewicht von 70 kg 532 Gramm. Dadurch besteht Gefahr, dass die Diffusionswege in der Zelle zu groß werden und somit die ausreichende Sauerstoffversorgung nicht mehr gewährleistet sein kann.⁵⁰ Somit ist das Risiko für Herzkrankheiten wie z. B. für einen Herzinfarkt oder Herzrhythmusstörungen größer, wenn dieses kritische Gewicht erreicht wird. Jedoch bildet sich das sogenannte Sporthertz ohne bleibende Veränderungen oder Schädigungen wieder zurück, wenn man die Häufigkeit und Intensität des Trainings mindert.⁵¹ Des Weiteren wird auch oft vermutet, dass körperlich Aktive ein erhöhtes Risiko aufweisen, an einem akuten Herztod zu sterben. Jedoch wurde diese Annahme insofern widerlegt, dass nicht der Sport an sich der Auslöser für den plötzlichen Tod, sondern eine Erkrankung des Herzens die Ursache ist. Insofern wurde als häufigste Ursache unerwarteter Todesfälle bei sportlich Aktiven mit einem Alter über ca. 35 Jahre die hypertrophe Kardiomyopathie (HCM) mit 36 % diagnostiziert, gefolgt von einer angeborenen Koronaranomalie mit 17 %. Da jedoch sportliches Training ohnehin zu Veränderungen des

⁴⁸ Weineck, J. 2010, S. 163

⁴⁹ Weineck, J.; 2010, S. 163

⁵⁰ Golenhofen, K., 2000, S. 211

⁵¹ Weineck, J., 2010, S. 164

Herzkreislaufsystems führt, ist es auch oft schwierig, pathologische von sportbedingten Veränderungen zu diagnostizieren.

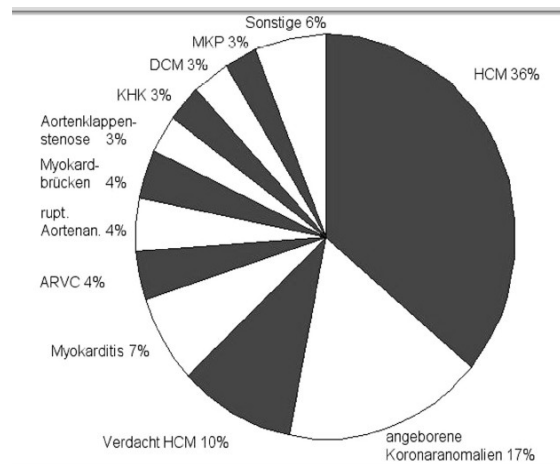


Abbildung 5: Kardiovaskuläre Ursachen für den plötzlichen Herztod

3. Lunge

3.1 Atmung

Die Atmung wird definiert als der „Austausch von Sauerstoff und Kohlendioxid zwischen Organismus und Umwelt“. Unter Lungenatmung versteht man den Gasaustausch zwischen Umwelt und Blut.⁵² Die Inspiration bewirkt, dass „die Rippen durch Kontraktion der äußeren interkostalen Muskeln und anderer Atemhilfsmuskeln angehoben werden und zum anderen das Zwerchfell durch Kontraktion nach unten verlagert wird“. Die Expiration hingegen erfolgt vorwiegend passiv.⁵³ Wichtige Größen sind vor allem das Atemminutenvolumen, das inspiratorische Reservevolumen (IRV), das expiratorische Reservevolumen (ERV), das Residualvolumen (RV) sowie die Vitalkapazität (VK) und die Totkapazität (TK). Bei einer durchschnittlichen Atemfrequenz in Ruhe beträgt das Atemminutenvolumen ca. 8 Liter / Minute (=16 Atemzüge/Minute multipliziert mit dem Atemzugvolumen von 0,5 L). Das IRV wird als das „Luftvolumen, das nach normaler Einatmung durch maximale Inspiration noch eingeatmet werden kann“ definiert. Im Gegenteil ist das ERV das „Luftvolumen, das nach normaler Ausatmung durch maximale Expiration noch ausgeatmet werden kann“. Als RV wird das noch in der Lunge verbleibende Volumen nach tiefster Expiration verstanden. Die

⁵² Findeisen, D., 1994, S. 45

⁵³ Golenhofen, K., 2000, S. 272

Summe von Atemzugvolumen, IRV und ERV bildet die Vitalkapazität. Die Totalkapazität entspricht der Summe aus AZV, IRV, ERV und RV. Diese sogenannten statischen Atemgrößen weichen individuell ab je nach Alter, Geschlecht, Körpergröße, Gewicht und Trainingszustand. Vor allem die Vitalkapazität ist eine signifikante Atemgröße in der Sportmedizin.⁵⁴ Bezüglich des Atmens ist es wichtig, dass insbesondere SportlerInnen (aber grundsätzlich jedermann) auch immer darauf achten, durch die Nase zu atmen, denn die Atemwege haben den Schutzmechanismus, dass sie die Atemluft reinigen. Durch die Mundatmung kann dieser Mechanismus nicht von statten gehen. Die sogenannte Nasenatmung schützt somit vor Entzündungen der Atemwege.⁵⁵ Folgende Grafik dient abschließend zur Veranschaulichung der Lungenvolumina:

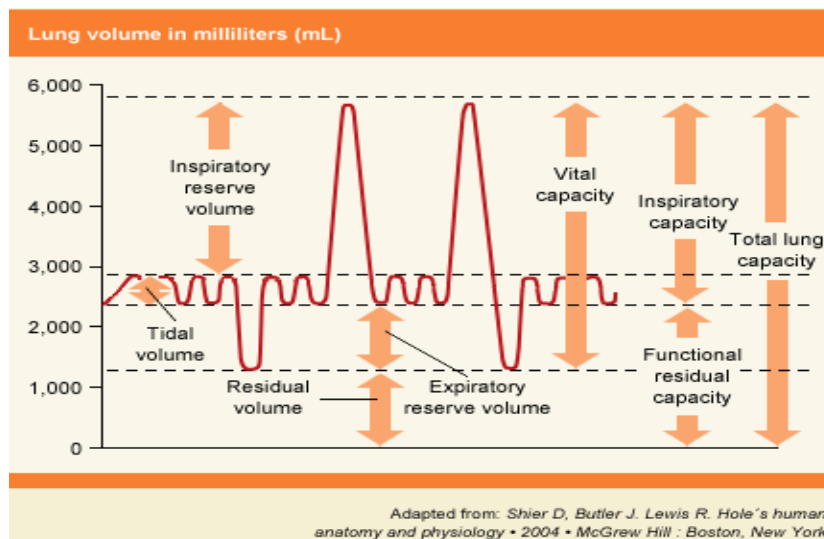


Abbildung 6: Lungenvolumina

3.2 Maximierung der Lungenkapazität

Führt man einen Lebensstil mit regelmäßigem Ausdauertraining, wird einer Abnahme der Vitalkapazität durch „Versteifung des Brustkorbes“ und der dadurch geringeren Lungenelastizität vorgebeugt.⁵⁶ Ein Effekt des Ausdauersportes ist, dass der Brustkorb erweitert wird, wodurch die Rippen beweglicher werden und die „Kontraktionskraft der

⁵⁴ Weineck, J., 2010, S. 258

⁵⁵ Findeisen, D., 1994, S. 46

⁵⁶ Weineck, J., 2010, S. 259

Atemmuskulatur“ zunimmt. Infolgedessen kann eine „größere Luftmenge ventiliert“ werden und die Reservevolumina der Lunge sind ebenfalls größer.⁵⁷

3.3 Atemfrequenz

Eine der dynamischen Ventilationsgrößen der Lunge ist der Atemgrenzwert, welcher die ventilatorische Leistungsfähigkeit des Atmungssystems angibt. Berechnet wird dieser Wert durch die Multiplikation von Atemfrequenz und Atemtiefe. Dieses Ergebnis wird durch Multiplikation mit 6 auf 1 Minute umgerechnet, da die Ermittlung durch eine „maximal schnelle und tiefe Ein- und Ausatmung über 10 Sekunden“ erfolgt.⁵⁸ Während für inaktive, gesunde Männer ein durchschnittlicher Wert von ca. 160 l/min und für Frauen ca. 110 l/min gilt, können Männer die Ausdauersport betreiben bis zu 400 l/min erreichen. Die Atemreserve wird durch das Subtrahieren des Atemminutenvolumens vom Atemgrenzwert berechnet und diese kann bei einer trainierten Person beinahe doppelt so hoch sein wie bei nicht sportlich Aktiven. Wie bereits erwähnt setzt sich das Atemminutenvolumen (AMV) aus dem Produkt von Atemfrequenz und Atemzugvolumen zusammen. Während des Trainings steigt der Sauerstoffbedarf des Körpers und dieser muss durch die Atmung kompensiert werden. Während bei untrainierten Männern lediglich ein AMV von 100 – 120 l/min erreicht werden kann, ist es möglich, durch Ausdauertraining Werte bis zu 250 l/min zu erreichen. Somit ist es für Spitzenausdauersportler sogar möglich, eine Atemfrequenz von bis zu 60 Atemzügen/ Minute zu erzielen. Auch das Atemzugvolumen erhöht sich im Rahmen des Trainings und kann Werte bis zu 4 Liter annehmen.⁵⁹ Des Weiteren ist ein wichtiger Parameter das Atemäquivalent, welches das Verhältnis zwischen AMV und der Sauerstoffaufnahme angibt, also wie viel geatmete Luft notwendig ist um einen Liter Sauerstoff aufzunehmen. Dies stellt sowohl einen Index der ventilatorischen Effizienz als auch der Belastungssituation des/der SportlerIn dar. In Ruhe muss man ca. 28 Liter Luft einatmen um einen Liter Sauerstoff ins Gewebe aufzunehmen. Dieses Verhältnis sinkt zu Beginn des Trainings und kann bei trainierten Personen minimale Werte bis zu 20 Litern erreichen.

$$\text{Atemäquivalent} = \text{AMV (L)} \times 100 / \text{O}_2 - \text{Aufnahme in ml/min.}^{60}$$

⁵⁷ Findeisen, D., 1994, S. 50

⁵⁸ Weineck, J., 2010, S. 259

⁵⁹ Weineck, J., 2010, S. 259/260

⁶⁰ Koinzer, K., 1999, S. 453

„Der "Punkt des optimalen Wirkungsgrades der Atmung" liegt (nach Hollmann) vor, wenn ein Maximum an Sauerstoffaufnahme (VO₂) mit einem relativen Minimum an Atemminutenvolumen (AMV) erreicht wird.“⁶¹

	AMV	Atemfrequenz	Atemzugvolumen	Atemgrenzwert	Atemäquivalent
Inaktive	Max. 100 – 120 L	40 – 50 Atemzüge/min	Max. 2,4 L	160 l/min	Ca. 28 L
Aktive	Max. 250 L	Max. 60 Atemzüge/min	Max. 4 L	Max.400 l/min	Ca. 20 L

Tabelle 3: Vergleich aktive und inaktive Personen bezüglich dynamische Ventilationsgrößen

3.4 Verbesserte Diffusion

In den Alveolen (Lungenbläschen), die sich am Ende der Bronchiolen befinden und mit dem Kapillarsystem der Lunge verbunden sind, findet der Gasaustausch zwischen Blut und der Alveolarluft statt. Hierbei wird Sauerstoff von den Alveolen an die Kapillaren und das Kohlendioxid aus den Kapillaren an die Lungenbläschen abgegeben. Zuständig für die Diffusion ist der Blutfarbstoff Hämoglobin, der in den Erythrozyten enthalten ist, durch das Eisen-Ion, welches den Sauerstoff an das Hämoglobin bindet.⁶² Eine bedeutende Rolle für den Gasaustausch spielt der Partialdruckgradient für Sauerstoff bzw. Kohlendioxid, welcher große Unterschiede zwischen der Außenluft und der Alveolarluft aufweist.⁶³ Somit nehmen die Lungenkapillaren CO₂-reiches und sauerstoffarmes (venöses) Blut aus der Arteria pulmonalis auf, welches schließlich als arterielles Blut mit hohem O₂ Partialdruck (pO₂) und niedrigem pCO₂ in die Vena pulmonalis abfließt.⁶⁴ Außerdem erhöht sich der Druckgradient während körperlicher Arbeit um die Diffusionsvorgänge zu verstärken. Die Diffusionskapazität der Lunge, welche insbesondere „von der Kontaktzeit des Blutes mit der Luft in den Lungenbläschen abhängig“ ist, beträgt in Ruhe ca. 20 – 50 ml/min/mmHg. Während sportlicher Betätigung nimmt diese durch das Eröffnen zusätzlicher Kapillarbereiche sowie

⁶¹ www.dshs-koeln.de, 16.04.2011

⁶² www.anatomie-physiologie.de, 16.04.2011

⁶³ Weineck, J., 2010, S. 262

⁶⁴ www.anatomie-physiologie.de, 16.04.2011

durch die Ausdehnung der Alveolaroberfläche und die Zunahme des Sauerstoffpartialdrucks zu.^{65 66} Die Diffusionskapazität berechnet sich aus der Diffusionskonstante, der Austauschfläche aus ventilierter Alveolarfläche und dem Diffusionsweg. Somit sind sowohl die Diffusionskonstante, da sie die Durchlässigkeit der Alveolarwand bestimmt, als auch der Diffusionsweg wichtig für den Prozess.⁶⁷

3.5 Pathologie

In pathologischer Hinsicht ist es möglich, dass es durch eine sogenannte Arbeitshyperventilation zu einer unökonomischen Atmung kommt. Das Atemminutenvolumen steigt proportional zum Sauerstoffbedarf während körperlicher Arbeit. Dies ist jedoch nur möglich bis zu einer Belastungsintensität von 50 % der maximalen Herz-Kreislauf-Leistungsfähigkeit. Trainiert man über dieses Niveau hinaus, erhöht sich das AMV unproportional (Hollmann/Hettinger 2000, 400).⁶⁸ Jedoch ist das Risiko, dass die Lunge durch die sportliche Betätigung in einen pathologischen Zustand gerät, im Vergleich zum Risiko bezüglich des Herzens eher gering, „denn die im Sport maximal erreichten Atemminutenvolumina liegen sehr deutlich unter dem Atemgrenzwert als der maximalen ventilatorischen Leistungsfähigkeit.“ Auch die potenziell erreichbaren Atemfrequenzen sollten höher sein als die, die unter sportlicher Belastung erreicht werden. Eine Ausnahme stellt lediglich die extreme Form der Pressatmung dar, die z. B. beim Tauchen oder während des Krafttrainings eintritt. Hierbei kann es sich einstellen, dass ein intrapulmonaler Druck von 120 mmHg überschritten wird und somit zur Ursache eines Lungenemphysems werden kann.⁶⁹ Bei der Pressatmung wird die Lunge durch die Muskulatur im Brustkorb zusammengepresst. Verursacht wird dies dadurch, dass die Bauchmuskulatur das Zwerchfell in den Brustkorb presst. Infolgedessen schließt sich der Kehlkopfdeckel und somit wird die Ausatmung erschwert, was zu einem hohen Druck im Brust- und Bauchraum führt.⁷⁰ Einerseits hat diese Form der Atmung

⁶⁵ Weineck, J., 2010, S. 263

⁶⁶ Findeisen, D., 1994, S. 50

⁶⁷ www.anatomie-physiologie.de, 16.04.2011

⁶⁸ Weineck, J., 2010, S. 260

⁶⁹ Prokop, L., 1996, S. 55

⁷⁰ www.healthy48.com, 16.04.2011

beeinträchtigende Auswirkungen auf den venösen Rückstrom zum Herzen, den intramuskulären Druck, die Blutdruckregulation und die kardiovaskuläre Reaktion und andererseits kann diese, wie bereits erwähnt, im schlimmsten Fall zum Lungenemphysem führen.⁷¹

4. Muskeln

4.1 Aufbau der Muskulatur

Wie jede Zelle ist auch die Muskelzelle (oder Muskelfaser) von einer Zellmembran umgeben, die für organische Substanzen bzw. für Elektrolyte durchlässig ist (Permeabilität). Die Grundsubstanz der Zelle besteht aus Zellplasma, welches das Sarkoplasma, die Zellorganellen und das Paraplasma beinhaltet. Die Glykolyse (Energiegewinnung), die Glykogensynthese und der Abbau des Glykogens erfolgt im Zytoplasma. Auch die Energiespeicher befinden sich dort. Das Zytoplasma ist umgeben vom sarkoplasmatischen Retikulum, welches ein intrazelluläres Transportsystem darstellt und bedeutend für die „Erregungsübertragung von der Oberfläche zum kontraktilem Fibrillenapparat“ ist.⁷² Die Myofibrillen bestehen aus den sogenannten Muskelfilamenten, es handelt sich hierbei um Eiweißstrukturen.⁷³ Der Zellkern, welcher das genetische Material enthält, sowie die Ribosomen ermöglichen die Größenzunahme der Muskelzelle, z. B. bei sportlicher Betätigung, durch die Zunahme der Eiweißstrukturen. Jedoch beinhaltet jede Muskelzelle im Unterschied zu anderen Zellen viele Zellkerne. In den Mitochondrien, die in den Myofibrillen enthalten sind, finden unter anderem die oxidative Verbrennung sowie die Energiegewinnung statt. Sowohl die innere als auch die äußere Struktur der Mitochondrien wird durch Ausdauertraining verändert, folglich nehmen die Anzahl und die Größe zu; Außerdem ändert sich die räumlich optimierte Anordnung.⁷⁴

⁷¹ Weineck, J., 2010, S. 269

⁷² Weineck, J., 2010, S. 38, 39

⁷³ Weineck, J., 2010, S.42

⁷⁴ Weineck, J., 2010, S. 40

Die Muskelzelle besteht aus rund 75 % Wasser und 20 % Proteine. Die restlichen fünf Prozent setzen sich aus Glykogen, Triglyceriden, Myoglobin, ATP und Phosphorkreatin, sowie Elektrolyte wie Kalium, Calcium, Magnesium und Spurenelementen zusammen.⁷⁵

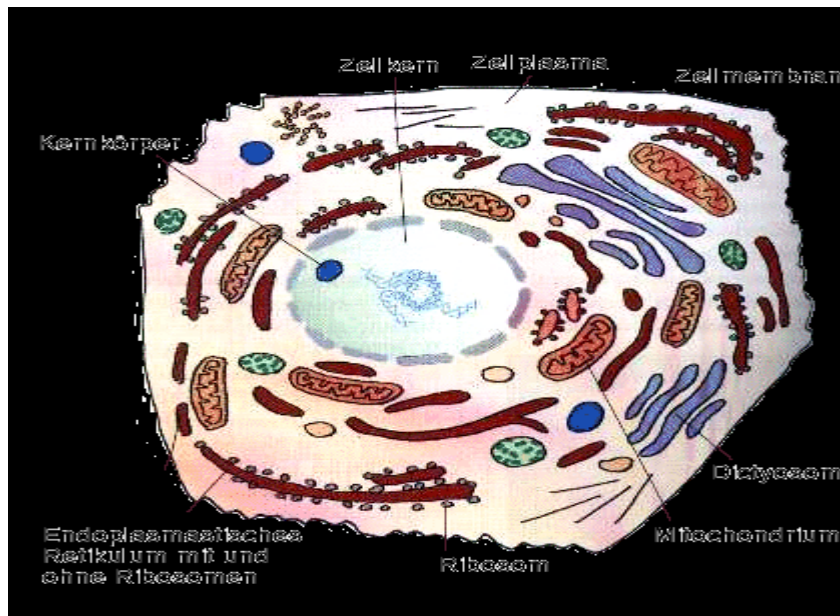


Abbildung 7: Muskelzelle

4.2 Die anaerobe und aerobe Energiegewinnung in der Muskelzelle

4.2.1 Die anaerobe Energiegewinnung

Bei Trainingsbeginn ist es nicht möglich, respiratorisch genügend Sauerstoff aufzunehmen, somit ist es notwendig, dass die Muskeln die benötigte Energie anaerob, das heißt ohne Sauerstoff gewinnen. „Als primäre Energiequelle steht Adenosintriphosphat (ATP) zur Verfügung. ATP ist eine energiereiche Verbindung, aus der durch Abspaltung von Phosphat Energie freigesetzt wird. Diese sogenannte freie Energie wird u.a. bei der Muskelkontraktion verbraucht.“⁷⁶ Man unterscheidet zwischen zwei Phasen, nämlich der alaktaziden und der laktaziden Phase. Für die alaktazide Phase sind die Phosphate ATP und KP (Kreatinphosphat) wesentlich. Durch das Spalten von ATP entstehen ADP (Adenosindiphosphat) sowie ein „anorganisches Phosphat (P)“ und Energie. Die Atmung wird durch das ADP und das Phosphat auf bis zu 100-fach gesteigert, weil der Stoffwechsel des Muskels angeregt wird. Dieser Prozess kehrt sich wieder um, wenn der Körper in Ruhezustand versetzt wird.

⁷⁵ <http://othes.univie.ac.at>, 27.06.2011

⁷⁶ www.ipl-bremen.de, 15.07.2011

„Um weitere Muskelarbeit zu ermöglichen, wird ATP mit extrem hoher Geschwindigkeit durch den zellulären Kreatinphosphatspeicher (KP-Speicher) wieder aufgefüllt.“

(ADP + Kreatinphosphat ↔ ATP + Kreatin)⁷⁷ Dies ist deshalb essentiell, da das ATP nach der Spaltung sofort wieder aufgebaut wird.⁷⁸

Hingegen in der laktaziden Phase wird Energie durch die Glykolyse (Abbau von Kohlenhydraten ohne Vorhandensein von Sauerstoff) im Sarkoplasma der Muskelzelle gewonnen. Erst nach Überschreiten der anaeroben Schwelle setzt die Glykolyse ein, sie ist begrenzt auf einen maximalen Gehalt an Glykolyseenzymen. Grundsätzlich wird hierbei Glukose teilweise abgebaut wobei Laktat (Milchsäure) und ATP entstehen. Das ATP hat hierbei die zusätzliche Aufgabe, die KP-Speicher wieder aufzufüllen.⁷⁹ Vergleicht man trainierte und nicht trainierte Personen, kommt man zu dem Ergebnis, dass die Laktatbildung bei trainierten AusdauersportlerInnen erst ab einer beachtlich höheren Belastungsintensität erfolgt, was sich wiederum auf den anaeroben Kohlenhydratabbau und auf den Stoffwechsel auswirkt. Im Ruhezustand wird ein großer Anteil des Laktates in der Muskelzelle wieder in Glykogen umgewandelt.

In pathologischer Hinsicht kommt es bei extrem hohen Laktatwerten zu einer Übersäuerung des Körpers (Azidose) mit einem stark herabgesetzten pH-Wert im Muskelgewebe und im arteriellen Blut. Dies bewirkt eine Enzymhemmung, Einschränkungen der Arbeitsleistung bzw. im schlimmsten Falle eine Destruktion der intrazellulären Eiweißstrukturen. Des Weiteren kann eine sehr hohe Konzentration der Milchsäure in der Zelle Strukturbestandteile, wie beispielsweise die Mitochondrien, beschädigen.⁸⁰ Generell wird das Laktat, das aus dem Muskel in die Blutbahn diffundiert, durch die Leber, den Herzmuskel, die Niere und sogar durch die nicht arbeitende Skelettmuskulatur verstoffwechselt.⁸¹

4.2.2 Anaerobe Energiegewinnung und Sauerstoffmehraufnahme

Auf Grund des zu Trainingsbeginn eingegangenen Sauerstoffdefizites ist es nach Beendigung essentiell, mehr Sauerstoff aufzunehmen. Zum einen ist dies notwendig um die

⁷⁷ Weineck, J, 2010, S. 49

⁷⁸ Pahlke, U., 1999, S. 49

⁷⁹ Pahlke, U., 1999, S. 51

⁸⁰ Pahlke, U., 1999, S. 52

⁸¹ Weineck, J, 2010, S. 48 - 53

Myoglobinspeicher wieder mit Sauerstoff nachzufüllen, da „die an das Myoglobin gebundenen Sauerstoffvorräte“ in den ersten Sekunden der Aktivität verbraucht werden. Das Myoglobin hat zwei bedeutende Aufgaben, nämlich einerseits von der Muskelzelle den Sauerstoff zu den Mitochondrien zu transportieren und andererseits das Speichern des Sauerstoffes. Des Weiteren ist es notwendig, den gelösten Sauerstoff in der Gewebsflüssigkeit wieder aufzufüllen. Zusätzlich ist die „Regeneration von arteriellem, kapillarem und venösem Blutes zur normalen Sauerstoffsättigung“ wesentlich.⁸² Am Ende des Trainings liegt noch eine erhöhte Tätigkeit der Herz-, Arbeits- und Atmungsmuskulatur vor, sowie eine erhöhte Körpertemperatur und ein gesteigerter Katecholaminspiegel, wodurch der Körper einen größeren Sauerstoffverbrauch aufweist. Nicht zuletzt besteht ein größerer Bedarf an Sauerstoff zum Wiederaufbau der Phosphate ATP und KP sowie für eine überwiegende Umwandlung des Laktates zu Glykogen.⁸³

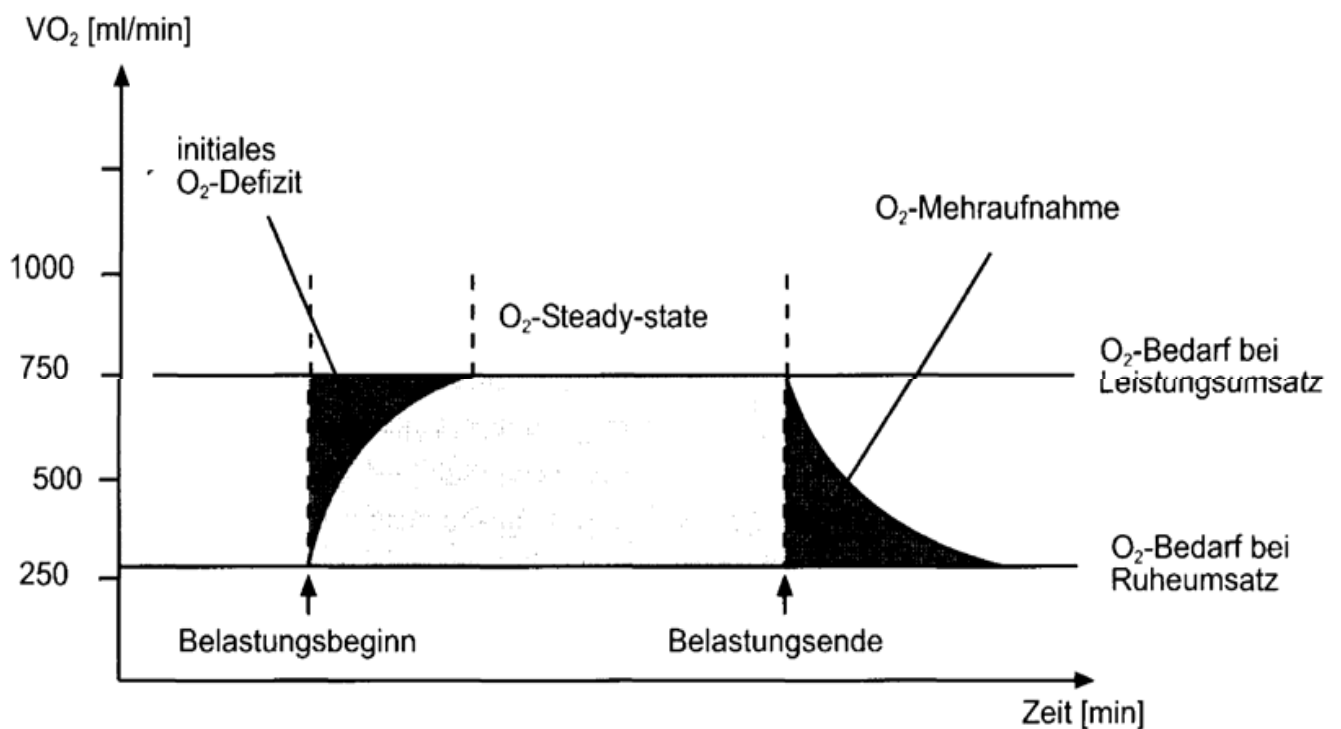


Abbildung 8: Sauerstoffmehraufnahme

⁸² Weineck, J. 2010, S. 55

⁸³ Weineck, J. 2010, S. 54, 55

4.2.3 Aerobe Energiegewinnung

Bei sportlichen Betätigungen, die länger andauern, wird die Energie auf aerobem Wege gewonnen.⁸⁴ Diese Form der Energiegewinnung läuft in den Mitochondrien ab. Es handelt sich um eine oxidative Verbrennung bei der durch Enzyme der aeroben Energiebereitstellung Glukose zu CO₂ und Wasser gespalten und dabei ATP gebildet wird. Die aerobe Leistungsfähigkeit ist gleichzusetzen mit der maximalen Sauerstoffaufnahme und „wird bestimmt durch die maximale Oxidationsrate von Wasserstoff in der Atmungskette“.⁸⁵ Setzt der/die SportlerIn den Körper einer extremen Situation aus, wie z. B. Hunger oder extreme Belastung, können bei dieser Form der Energiebereitstellung (im Unterschied zur Anaeroben Gewinnung) nicht nur Glukose sondern auch Fette durch die Verstoffwechselung von freien Fettsäuren oder Eiweiß (Aminosäuren) als Energieträger verbrannt werden. Die „reine Fettoxidation“ hat jedoch zur Folge, dass sich die „maximale ATP-Resyntheserate“ halbiert. Außerdem verringert sich die Intensität der Muskelarbeit.⁸⁶

Nachfolgende Grafik veranschaulicht, wie bei einem 800-m-Lauf die Energiegewinnung im Körper erfolgt. „Die Anteile der Energiebereitstellung in Prozent sind der Belastungszeit und damit der zeitlichen Verfügbarkeit der Inanspruchnahme gegenübergestellt.“ Diese Grafik verbildlicht, dass sportliche Aktivitäten, die nur sehr kurz andauern und hoch intensiv sind, wie z. B. ein Sprint, weitgehend durch die anaerobe alaktazide und laktazide Energiebereitstellung abgedeckt werden, vor allem auf Grund der sofortigen Verfügbarkeit. Übt man eine länger dauernde Aktivität aus, wird die Energie schließlich aerob gewonnen. Jedoch sind grundsätzlich bei physischer Beanspruchung sowohl die anaerobe als auch die aerobe Energiegewinnung wesentlich. Dies lässt sich an Hand der Überschneidungen der beiden Kurven erkennen.⁸⁷

⁸⁴ www.ipl-bremen.de, 15.07.2011, S. 21

⁸⁵ Weineck, J. 2010, S. 56

⁸⁶ Weineck, J. 2010, S. 56

⁸⁷ <http://othes.univie.ac.at>, S. 31, 27.06.11

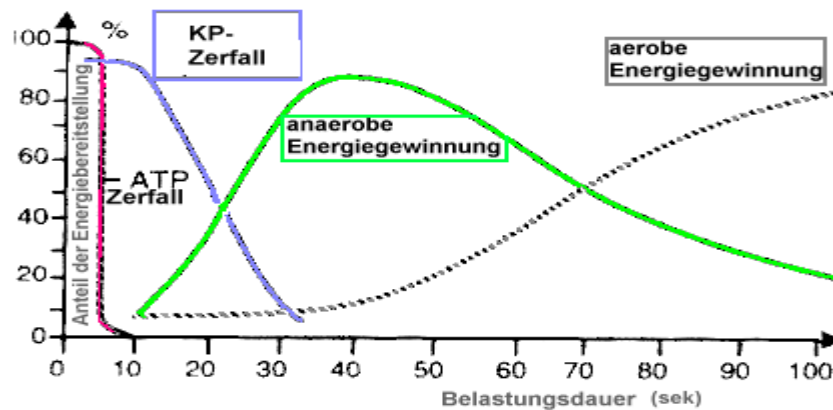


Abbildung 9: anaerobe und aerobe Energiegewinnung bei einem 800-m-Lauf

4.3 Prävention eines Muskelabbaus bzw. einer Sarkopenie

Der Verlust der Muskelmasse ist ein physiologischer Prozess, der sich mit zunehmendem Alter vollzieht; Somit baut der gesunde Mensch ca. 1 – 2 Prozent seiner Muskelmasse ab dem 40. Lebensjahr ab. Als Grund davon wird die abnehmende Proteinsynthese gesehen. Von einer Sarkopenie spricht man, wenn dieser Verlust mit einer Abnahme der Muskelkraft sowie der Funktion einhergeht und vor allem die quergestreifte Muskulatur betroffen ist. Auch endokrine Veränderungen sowie Anorexie auf Grund von Fehl- und Mangelernährung können eine Sarkopenie auslösen bzw. verschlimmern. Für ältere bzw. alte Menschen ist jedoch die „höhere muskuläre Kraftleistungsfähigkeit“ von großer Bedeutung für die Sturzprophylaxe. Stürze führen sehr häufig im Endeffekt zu Pflegebedürftigkeit und folglich ist die Kraftleistungsfähigkeit auch essentiell für den Erhalt der Selbstständigkeit im Alter. Sarkopenie wird auch als Hauptmerkmal des Frailty-Syndroms gesehen. Von einer Frailty spricht man, wenn ein alter Mensch von mindestens drei der folgenden fünf Kriterien betroffen ist:

- Gewichtsverlust
- Schwäche
- Antriebslosigkeit
- Langsame Gehgeschwindigkeit
- Geringe Aktivität

Dieser Zyklus beginnt mit einer neuroendokrinen Dysregulation in Kombination mit einer altersbedingten Anorexie, welche sich in Folge zu einer chronischen Unterernährung manifestiert. Unter Einfluss der altersbedingten Veränderungen der Muskeln und des Skelettes bzw. eventueller Erkrankungen kommt es schließlich zu einem Verlust der

Muskelmasse bzw. einer Sarkopenie. Dies führt dazu, dass die Kraft und Energie sowie die maximale Sauerstoffaufnahme des Betroffenen abnehmen. Der Verlust der Muskelmasse bewirkt einen sinkenden Energieumsatz. Die abnehmende Muskelkraft hat den Effekt, dass zuerst die Geschwindigkeit des Gehens und schließlich die allgemeine Aktivität abnehmen. Im Endstadium der Frailty kommt es zu einer Behinderung und Abhängigkeit des / der Betroffenen. Folgende Grafiken dienen nochmals zur Veranschaulichung des Zyklus der Frailty:

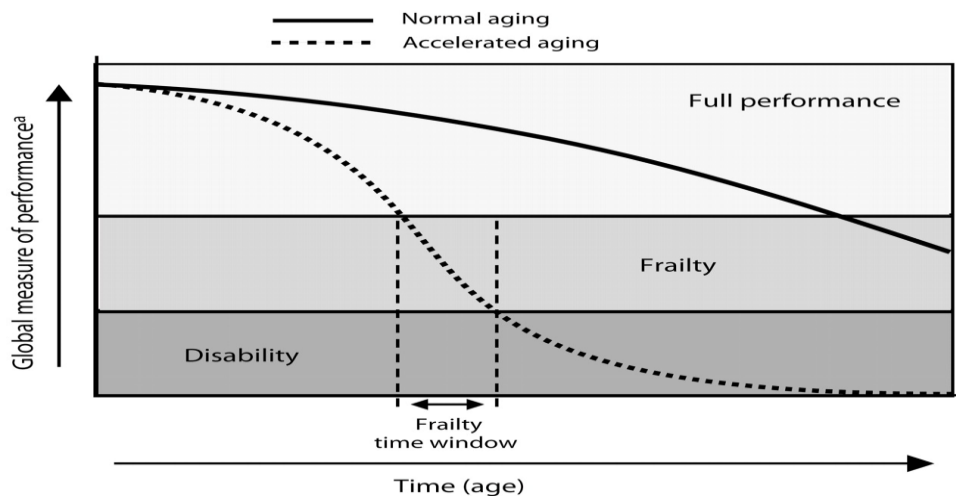
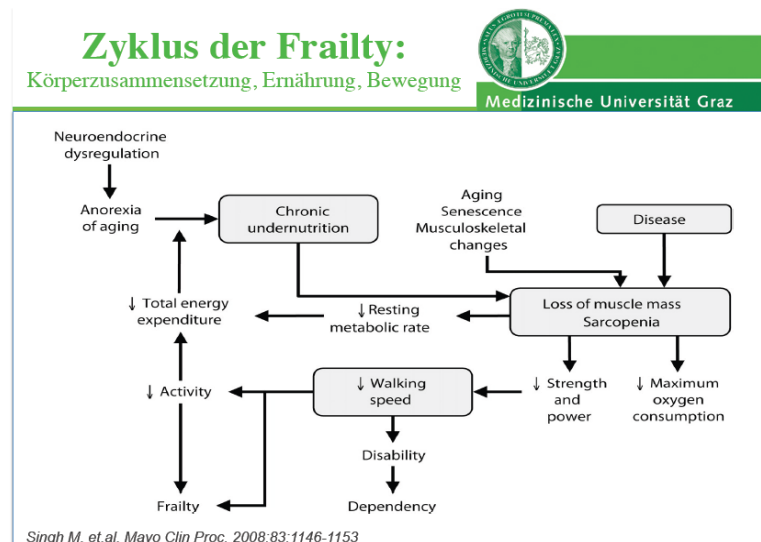


Abbildung 10: Frailty

Als gut geeignete Präventionsmaßnahme bzw. als Therapie für bereits Betroffene gilt Kraft- und Ausdauertraining in Verbindung mit einer Optimierung der Ernährung. Selbst bei sehr

alten, untrainierten Frauen konnte man in einer Studie, in der diese intensives Krafttraining betrieben, eine signifikante Verbesserung erzielen.^{88 89}

4.4 Pathologie der Muskulatur

Wird der Körper zu stark beansprucht, entweder durch zu intensives Training oder durch das Nichteinhalten ausreichender Pausen und Erholung, kann es zu Muskelkrämpfen kommen. Diese können sowohl während des Trainings als auch in Ruhe bzw. nachts auftreten. Vor allem werden diese Krämpfe ausgelöst durch Durchblutungs- oder Elektrolytstörungen, zum Beispiel bei übermäßigem Wasser- und Salzverlust durch starkes Schwitzen oder eine Hypomagnesiämie. Auch Stoffwechsel- oder Infektionskrankheiten können Ursachen sein, wie z. B. eine Hypothyreose oder ein grippaler Infekt. Außerdem kommen auch orthopädische Gründe oder das Einnehmen von diversen Medikamenten in Frage, um nur einige zu nennen.⁹⁰ Überdies kann ein exzessives Training zu einer absoluten Abnahme der Muskelkraft und zu Symptomen wie schmerzempfindlicher und zu Zerrungen neigender Muskulatur führen.⁹¹

5. Knochen und Gelenke

Grundsätzlich ist es notwendig, dass sich der Bewegungsapparat, zu dem die Knochen, Knorpel, Sehnen und Bänder gehören, ebenfalls an das sportliche Training anpasst, „da die Belastbarkeit des passiven Bewegungsapparates nicht ohne entsprechende Verschleißerscheinungen überschritten werden kann.“ Diese Anpassung dauert jedoch länger als vergleichsweise die der Muskulatur. Es ist mit mehreren Wochen oder sogar Monaten zu rechnen auf Grund der geringen Kapillardichte bzw. teils nicht vorhandener Kapillaren.⁹²

5.1 Knochendichte und –Bildung

Während des Prozesses der Anpassung nimmt die Knochendichte durch ein sogenanntes biologisches Regulationssystem zu. „Es besagt, dass sich die Knochenstruktur entsprechend

⁸⁸ www.medicalforum.ch, 14.05.2011

⁸⁹ Weineck, J., 2010, S. 542/543

⁹⁰ Weineck, J. 2004, S. 55/56

⁹¹ Prokop, L., 1996, S. 84

⁹² Weineck, J. 2004, S. 284

der Kraftlinien der auf den Knochen einwirkenden Muskulatur ausrichtet.“⁹³ Ergänzt wurde diese Feststellung noch um den Aspekt, dass der „wesentliche Stimulus für Knochenanbau und Knochenstabilität die mechanische Kraft ist, die durch Muskelkontraktion und Schwerkraft auf den Knochen übertragen wird.“⁹⁴ An diesem Vorgang und auch an der vermehrten Einlagerung von Kalzium ist daneben die gesteigerte Aktivität der sogenannten Osteoblasten, welche Knochen aufbauende Zellen sind, beteiligt.⁹⁵ Sie scheiden die Knochengrundsubstanz ab bis sie vollständig von der Grundsubstanz eingeschlossen sind. Anschließend werden sie als Osteozyten bezeichnet.⁹⁶ Dadurch, dass die Osteozyten schließlich wieder die Aktivität der an- und abbauenden Knochenzellen steuern und die Verformungen erfassen, welche beispielsweise durch Sport erzeugt wurden, erfolgt die Anpassung der Knochendichte.⁹⁷ Abschließend lässt sich folglich aussagen, dass je mehr ein Knochen aktiv oder passiv (bezüglich des Körpergewichtes) belastet wird, desto höher wird dessen Knochendichte und „belastungsangepasste Knochenbinnenstruktur“. Sportarten, bei denen das Körpergewicht getragen werden muss (z. B. Laufen) führen zu einer höheren Dichte, als bei denen dies nicht der Fall ist (z. B. Schwimmen).⁹⁸ Wesentlich dabei ist jedoch, dass das Training regelmäßig durchgeführt wird, denn ansonsten bildet sich diese Anpassung wieder zurück. Außerdem müssen das individuelle Leistungsniveau und der allgemeine Gesundheitszustand immer mit berücksichtigt werden.⁹⁹

5.2 Prävention von Osteoporose bzw. Therapie der Krankheit

Osteoporose ist eine chronische Erkrankung des Knochens, wobei dieser an Knochenmasse verliert. Dieser Verlust bewirkt, dass die Knochen zerbrechlich werden und es bei dem/der Betroffenen gehäuft zu Knochenbrüchen oder auch zu einem „plötzlichen Zusammenfallen von Rückenwirbeln“ kommt. Außerdem wird diese Krankheit meist von einer Abnahme an Muskulatur begleitet, wodurch das Risiko für Stürze erhöht ist. Einerseits sind Frauen vor der

⁹³ www.osteoporose.org, 15.04.2011

⁹⁴ www.osteoporose.org, 15.04.2011

⁹⁵ Weineck, J. 2004, S. 285

⁹⁶ www.medizininfo.de/annasusanna, 18.04.2011

⁹⁷ www.osteoporose.org, 15.04.2011

⁹⁸ Weineck, J. 2004, S. 285/286

⁹⁹ www.osteoporose.org, 15.04.2011

Menopause besonders durch das Hormon Östrogen geschützt, andererseits haben sie nach der Menopause eine deutlich höhere Wahrscheinlichkeit, Osteoporose zu entwickeln. Jedoch auch Männer - vor allem im hohen Alter - sind von der Krankheit betroffen.¹⁰⁰ Vergleicht man Frauen und Männer, die an Osteoporose erkrankt sind, kommt man zu dem Ergebnis, dass ca. jede vierte Frau und nur jeder 23. Mann ab einem Alter von 60 Jahren daran leidet.¹⁰¹ Laut der Gesundheitsbefragung 2006/2007 durch die Statistik Austria sind insgesamt 5,8 % der Bevölkerung von Osteoporose und 37,7 Prozent der Bevölkerung von Wirbelsäulenbeschwerden betroffen.¹⁰² Einerseits wird Bewegung als Schmerzbewältigung eingesetzt. Um den gewünschten Erfolg zu erzielen, ist es notwendig, dass das Training langfristig und regelmäßig durchgeführt wird, jedoch ist dies auch abhängig, wie oft pro Woche die betroffenen Personen trainieren. Im Vordergrund stehen Programme zur Kräftigung der Rückenmuskulatur.¹⁰³ Andererseits ist es, wie schon im Kapitel über die Knochendichte erwähnt, grundsätzlich für den Aufbau der Knochen wichtig, sich zu bewegen. Umgekehrt führt Bewegungsmangel zur Entwicklung dieser Krankheit. Dies beginnt bereits im Kindes- und Jugendalter. Außerdem gilt, dass Menschen, die bereits an Osteoporose erkrankt sind, durch regelmäßiges Training ihre Knochendichte steigern bzw. erhalten und somit die Krankheit lindern können.¹⁰⁴ Für Osteoporose-PatientInnen stellen Entspannungstechniken wie z. B. die „Progressive Muskelrelaxation nach Jacobson“ effiziente Übungen dar, um die chronischen Schmerzen zu erleichtern. Weitere effektive osteoporosespezifische, bewegungsorientierte Übungen für die Schmerzbewältigung sind Entlastung, Strukturtraining in Entlastungspositionen, körperliche Aktivität zur Ablenkung, „Rückenschule im Hinblick auf eine Schmerzprävention im täglichen Leben“ und Entspannung.¹⁰⁵ Besonders zu betonen ist hierbei abschließend, dass Frauen, die Spitzen- bzw. Leistungssport betreiben, besonders gefährdet sind, Osteoporose zu entwickeln. Denn durch dieses intensive Training kommt es

¹⁰⁰ www.sportgesundheit.eu, 18.04.2011

¹⁰¹ Frauengesundheitsbericht 2010/2011, S. 34

¹⁰² www.statistik.at, 05.04.2011

¹⁰³ Werle, J., 1999, S. 94

¹⁰⁴ Weineck, J., 2010, S. 289 - 293

¹⁰⁵ Werle, J., 1999, S. 97/98

zu einem Abfall des endogenen Östrogenspiegels, was das Risiko für diese Krankheit erhöht.

106

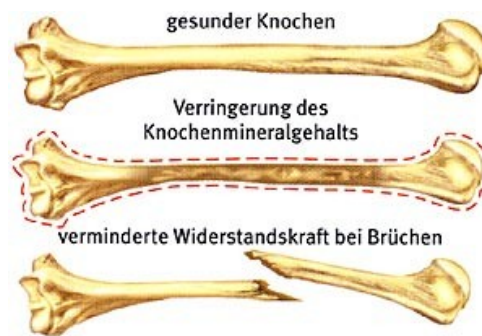


Abbildung 11: Vergleich gesunder und osteoporotischer Knochen

5.3 Pathologie

Exzessive sportliche Betätigung kann ferner zu einer Überlastung der Knochen führen. Hierbei findet eine Demineralisation in dem betreffenden Knochen statt und dadurch kann es zu Ermüdungs- bzw. Erschöpfungsbrüchen kommen. Wie bereits erwähnt, ist z. B. Kalzium für die Knochen besonders wichtig.¹⁰⁷ Außerdem ist hierbei auch besonders die Belastbarkeit der Bandscheiben hervorzuheben und insbesondere die der Lendenbandscheiben. Überschreitet man die Grenze der Belastbarkeit der Lendenbandscheiben z. B. durch ruckartiges Beugen zur Seite, „das nicht durch starke Bandsysteme eingeschränkt wird“, kommt es zu irreversiblen Schäden. Als Folge treten Einbrüche der Lendenwirbelkörper, Lähmungen oder sogar eine Tetraplegie, welche eine besondere Form der Querschnittslähmung ist, ein. Des Weiteren ist der Gelenkknorpel sehr gefährdet, wenn der / die SportlerIn über die Grenzen des Körpers hinweg trainiert. Zum einen können Schäden in Form von Arthrose durch chronische Überlastung auftreten und zum anderen sind auch sogenannte sekundäre Sportschäden der Gelenke infolge von nicht ausgeheilten Sportverletzungen möglich. Ein wesentliches Problem hierbei ist jedoch, dass der / die SportlerIn über Jahre hinweg beschwerdefrei trainieren kann und erst dann die Spätschäden deutlich werden.¹⁰⁸

¹⁰⁶ Weineck, J., 2010, S. 606

¹⁰⁷ Weineck, J., 2010, S. 288

¹⁰⁸ Prokop, L., 1996, S. 41/42

6. Gehirn und Psyche

„Körperliche Aktivität führt zeitlebens zu neurobiologischen Adaptionen und beeinflusst dadurch emotionale, soziale und kognitive Prozesse.“¹⁰⁹ Hinsichtlich der sozialen Prozesse wurde herausgefunden, dass es besser ist, in der Gruppe aktiv zu sein als alleine zu trainieren. Beispielsweise wird der „Gruppengeist“ gestärkt, Berührungsängste werden gemindert oder Erfolgserlebnisse geteilt.¹¹⁰

Die Psychologie des Sportes konzentriert sich auf das persönliche Erleben und die individuellen Erfahrungen mit Training und sportlicher Betätigung jedes/jeder Einzelnen. Zusätzlich ist in psychologischer Hinsicht wesentlich, welche Ansprüche der/die SportlerIn an sich selbst stellt, was sich wiederum auf die anschließende Zufriedenheit mit der Leistung und im Endeffekt mit sich selbst auswirkt. Auch spielt die „Mensch-Umwelt-Interaktion“ eine wesentliche Rolle, das heißt, wie die Interaktion zwischen dem Menschen, seiner „Innenwelt“ und der Außenwelt korrespondiert. In dieser Quelle werden Beispiele wie die Teilnahme an Wettkämpfen oder der Schulsport genannt, jedoch kommt dies auch bei Laufgruppen u. a. zum Tragen.¹¹¹ Betrachtet man die physiologischen Prozesse während körperlicher Arbeit, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Ausübung von Sport eine gesteigerte regionale Gehirndurchblutung, den Anstieg von neurotrophen Wachstumsfaktoren und die Neubildung von Nervenzellen bewirkt, die zu verbesserten Lernleistungen führen können. Speziell das Ausdauertraining wirkt präventiv gegen den Abbau von Hirngewebe mit zunehmendem Alter sowie gegen den Rückgang verschiedener Neurotransmitterkonzentrationen. Somit wurde ebenfalls nachgewiesen, dass Sport auch präventiv gegen Alzheimer und Demenz wirkt.¹¹²

6.1 Erhöhte geistige Leistungsfähigkeiten

Das Gehirn weist den höchsten Energieverbrauch im Vergleich zum restlichen Körper auf. Zum einen ist es sehr stark durchblutet und zum anderen ist der Sauerstoffbedarf extrem hoch. Zwanzig Prozent des Sauerstoffes, den man im Ruhezustand aufnimmt, fließen zum Zerebrum. Während körperlicher Betätigung wird das Gehirn stärker durchblutet; übt man Sportarten aus, bei denen man z. B. über Taktiken nachdenken muss, intensiviert sich die

¹⁰⁹ Kubesch, S. 2008, S. 9

¹¹⁰ Ertl, N., 1999, S. 68

¹¹¹ Alfermann, D./ Stoll, O., 2005, S. 12/13

¹¹² Kubesch, S. 2008, S. 9

gesteigerte Durchblutung zusätzlich um ca. 10 %. Wesentlich ist jedoch, dass kein Mangel an Glukose auftritt, wie z. B. durch Unterzuckerung, denn auf Grund dessen, dass das Gehirn Energiequellen nicht eigenständig verstoffwechseln kann, führt ein solcher Mangel zu einer verminderten Leistungsfähigkeit. ¹¹³

Der erwachsene Mensch besitzt ca. 100 Milliarden Neuronen im Gehirn, welche miteinander durch Synapsen verbunden sind. ¹¹⁴ Eine weitere positive Auswirkung von Bewegung ist die verbesserte neuronale Vernetzung, welche insbesondere im Bezug auf das Lernen und die Gedächtnisbildung von Vorteil ist, denn während des Prozesses des Lernens ändern sich die synaptischen Verbindungen ebenfalls. Die optimalere neuronale Vernetzung während sportlicher Betätigung führt somit zu einer „optimalen Nutzung des Gehirns“. ¹¹⁵ „Erhöhte lebensbegleitende geistige bzw. sportliche Aktivitäten stellen demnach die Grundvoraussetzungen für eine Steigerung bzw. den Erhalt der neuronalen Leistungsfähigkeit dar“. Ferner erhöht körperliche Aktivität die präsynaptische Freisetzung von Transmitterstoffen und aktiviert die neuronale Proteinbiosynthese. ¹¹⁶ Zusätzliche Effekte körperlicher bzw. geistiger Aktivitäten sind die erhöhte Neurogenese (Bildung neuer Gehirnzellen), gesteigerte Genexpression neurotropher Faktoren (Nervenwachstumsstoffe) sowie die zerebrale Gefäßneubildung (Kapillarisierung). ¹¹⁷

Die genannten Aspekte sowie die Steigerung der mitochondrialen Energiebereitstellung stellen einerseits eine Prävention der Entwicklung der Alzheimer Erkrankung dar und andererseits wird sportliche Aktivität auf Grund dieser auch als Therapie zur Verzögerung des Voranschreitens der Erkrankung eingesetzt. Somit wurde in einer Studie herausgefunden, dass regelmäßige körperliche Aktivität zu einer signifikanten Verbesserung geistiger Fähigkeiten, wie z. B. Orientierung, Gedächtnis und Konzentration von PatientInnen der Alzheimer Demenz führte. ¹¹⁸

¹¹³ Weineck, J., 2010, S. 76

¹¹⁴ Weineck, J., 2010, S. 77

¹¹⁵ www.radschlag-info.de, 04.05.2011

¹¹⁶ Weineck, J., 2010, S. 104

¹¹⁷ Weineck, J., 2010, S. 105

¹¹⁸ Weineck, J., 2010, S. 532

6.2 Stressbewältigung

Grundsätzlich gilt, dass „moderat intensive, wettkampffreie, sportliche Aktivität zu positiven Stimmungszuständen führen kann (Alfermann & Stoll, 1996)“.¹¹⁹ In der Definition von Stress wird darauf hingewiesen, dass es immer abhängig ist, wie die jeweilige Person die Situation kognitiv bewertet. Wird diese „Person-Umwelt-Beziehung“ als potenzielle Gefahr eingeordnet, löst sie den Stresszustand aus. Während dieser Bewertung erfolgt primär die „Ereigniswahrnehmung“ und sekundär auch eine „Ressourcenwahrnehmung“, d. h. welche Ressourcen zur Bewältigung zur Verfügung stehen.¹²⁰

Nachfolgend werde ich noch kurz auf Entspannungstechniken eingehen, mit denen man aktiv entspannen kann. Ein Beispiel ist die „progressive Muskelrelaxation nach Jakobson“, welche darauf abzielt, durch aktive Anspannung und Entspannung zum gewünschten Stressabbau zu gelangen. Typische Interventionen finden im Rahmen der Behandlung von Angststörungen, Hypertonie und Kopfschmerzen Anwendung.¹²¹ Diese, aber auch andere Techniken bewirken folgendes:

- Senkung der Herz- und Atemfrequenz
- Bessere Durchblutung der peripheren Hautgefäße und des Darmtraktes
- Die Stimmung erhellt sich
- Sowohl die subjektive Bewertung von Stressoren als auch das Gefühl der Kontrolle werden verbessert
- Die Konzentrationsfähigkeit und die Informationsaufnahme- und Verarbeitung verbessern sich¹²²

6.3 Verbesserung beziehungsweise Verhinderung von depressiven Verstimmungen, Ängsten und Stress

Aus Studien resultierte, dass vor allem durch Ausdauertraining, wie z. B. joggen, vermehrt Serotonin, Noradrenalin und Dopamin im Gehirn bereitgestellt werden. Dies bewirkt eine Stimmungssteigerung, ist antiaggressiv und hat auch einen angstlösenden Effekt. Außerdem sind diese Transmitterstoffe mitverantwortlich für eine „gesunde emotionale und kognitive

¹¹⁹ Alfermann, D./ Stoll, O., 2005, S. 69

¹²⁰ Alfermann, D./ Stoll, O., 2005, S. 70

¹²¹ <http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at>, 08.04.2011

¹²² Alfermann, D./ Stoll, O., 2005, S. 100

Entwicklung im Kindes- und Jugendalter. Umgekehrt besteht bei Serotonin- und Dopaminmangel ein erhöhtes Risiko, psychiatrische sowie neurologische Erkrankungen zu entwickeln. Ein signifikanter Zusammenhang besteht zwischen dem serotonergen System und Depressionen, Zwangs-, Angst- und Persönlichkeitsstörungen sowie Demenz, um nur einige zu nennen.¹²³ Zusätzlich bewirkt intensives sportliches Training, insbesondere Ausdauertraining ein Ansteigen der Plasmaspiegel an Endorphinen. Diese haben ebenfalls einen stimmungsaufhellenden Effekt und andererseits bewirken sie eine erhöhte Schmerzgrenze.¹²⁴ Ähnliche Ergebnisse resultieren aus den Studien von Tiemann zum Thema „Fitnesstraining als Gesundheitstraining“. Es wurden verschiedene Aspekte bezüglich der Grundgestimmtheit vor und nach einem Sportkurs bei den TeilnehmerInnen gemessen. Hieraus resultierte, dass besonders signifikante Auswirkungen auf die Stimmung der Probanden erzielt wurden. Demzufolge wiesen diese eine deutlich gehobene Stimmung auf, waren allgemein ruhiger, das Gefühl von Ärger und Deprimiertheit nahm deutlich ab und sie fühlten sich nach dem Kurs voller Energie.¹²⁵ In diesem Zusammenhang ist es auch wesentlich, auf den Einfluss des Geschlechts einzugehen. Denn aus vielen Studien resultierte, dass es signifikante Differenzen bezüglich der Emotionen und dem Befinden zwischen Frauen und Männern gibt. Somit neigen Frauen eher zu depressiver Verstimmtheit, drücken Ärger in einer anderen Weise aus als Männer, schätzen ihre psychische und physische Gesundheit schlechter ein und greifen eher zu körperbezogenen Maßnahmen um ihr Wohlbefinden gezielt zu fördern. Diese Aspekte resultieren jedoch nicht nur aus biologischer Natur sondern auch aus den sozialen Rollen, über die Männer und Frauen definiert werden. Somit wird das männliche Geschlecht eher über die Leistung, hingegen das feminine Ideal über körperliche Attribute definiert. Da sich sportliches Training auf die Figur auswirkt, nähern sich viele Frauen dadurch ihrem Ideal und fühlen sich demzufolge wohler.¹²⁶

6.4 Verbessertes Selbstbewusstsein

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, leben wir in einer Gesellschaft, in der das Aussehen, der Körper und die Figur idealisiert werden. Viele Menschen – vor allem Frauen – haben

¹²³ Kubesch, S. 2008, S. 9/10

¹²⁴ Weineck, J., 2010, S. 117

¹²⁵ Tiemann, M. 1997, S. 218

¹²⁶ Schlicht, W., 1995, S. 38

dadurch, dass in den Medien Bilder von extrem schlanken, jugendlichen und sportiven Frauen und Männern präsentiert werden, ein geschwächtes Selbstwertgefühl. Viele denken, dass sie keinen „perfekten Körper“ haben. Speziell für diese Personengruppe stellt sportliche Betätigung eine Möglichkeit dar, das Selbstkonzept positiv zu beeinflussen und zwar zum einen dadurch, dass die körperliche Leistungsfähigkeit sowohl subjektiv als auch objektiv gesteigert wird. Andererseits werden die körperbezogene Selbstachtung und somit auch das Wohlbefinden verbessert.¹²⁷ Bezüglich des Wohlbefindens ist auch zu unterscheiden in „aktueller Zustand“ und „langfristiges Wohlergehen“. Somit wird von SportlerInnen berichtet, dass sie sich direkt nach dem Training wohl fühlen. Langfristiges Wohlbefinden bedarf einer regelmäßigen Ausübung intensiver körperlicher sportlicher Betätigung. Zum Erkennen der eigenen Leistungs- und Belastungsfähigkeit gehört auch das „zeitweilige Tolerieren körperlich unangenehmer Zustände“. Außerdem besteht auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen Wohlbefinden und Gesundheit.¹²⁸ Des Weiteren kann man das Wohlbefinden auch in körperlich und psychisch einteilen. Das körperliche Wohlbefinden bedeutet nicht, frei von körperlichen Beschwerden zu sein. Vielmehr werden sieben Faktoren genannt, die diesen Zustand näher beleuchten. Hierzu zählen:

- „Zufriedenheit mit dem Zustand des eigenen Körpers“
- „Gefühle von Ruhe und Muße“
- „Vitalität und Lebensfreude“
- „abnehmende Spannung und Müdigkeit“
- „Genußfreude und Lustempfinden“
- „Konzentrations- und Reaktionsfähigkeit“
- „Frische und angenehmes Körperempfinden“.

Das psychische Wohlbefinden wird als affektives Phänomen definiert, welches drei strukturelle Komponenten enthält:

- „einen negativen Gefühlszustand“, der von negativen Emotionen wie z. B. Angst und Trauer begleitet wird
- „einen positiven Gefühlszustand“ oder Lebenslust, wobei die positiven Gefühle wie Freude, Glück oder entspanntes Wohlbehagen von Bedeutung sind
- Lebenszufriedenheit¹²⁹

¹²⁷ Schlicht, W., 1995, S. 14/15

¹²⁸ Schlicht, W., 1995, S. 24/25

¹²⁹ Schlicht, W., 1995, S. 27/28

Somit wirkt sich sportliche Aktivität sowohl auf das körperliche als auch auf das psychische Wohlbefinden aus, da sie zum einen beispielsweise Vitalität, Zufriedenheit bezüglich des Körpers oder Entspannung bewirkt, und zum anderen auch Gefühle wie Glück und Freude auslösen kann sowie eine bessere Zufriedenheit mit dem eigenen Leben. Außerdem werden negative Emotionen verringert. Diese Aspekte bewirken ein besseres Selbstwertgefühl. Zusätzlich ist es noch wesentlich, dass wie bereits erwähnt während sportlicher Betätigung vermehrt Serotonin, Noradrenalin und Dopamin ausgeschüttet werden, welche ebenfalls positive Effekte auf das Selbstbewusstsein haben.¹³⁰

7. Immunsystem

7.1 positive Auswirkungen auf das Immunsystem

Grundsätzlich besitzt der Körper eine spezifische Abwehr, welche erlernt wird und eine unspezifische Abwehr, die angeboren ist. Während zur unspezifischen Abwehr die neutrophilen und die eosinophilen Granulozyten, die Monozyten und die Makrophagen sowie das Komplementsystem gehören, zählen zur spezifischen Immunität die T-Helferzellen, zytotoxische T-Zellen, T-Suppressorzellen und T-Gedächtniszellen, sowie Antikörper.¹³¹ Man differenziert hierbei zwischen fünf Antikörper- bzw. Immunglobulin-Klassen, nämlich die G-Immunglobuline (IgG), IgA, IgM, IgD und IgE. Für eine lang nachhaltige Immunität nach einer Infektion bzw. Impfung sorgen die IgG, die auch das Komplementsystem aktivieren. Die Körperflüssigkeiten beinhalten das IgA wodurch das Eindringen der Antigene in den Körper gehemmt wird. IgM bewirken Zellverbindungen und stellen die primäre Abwehr dar, wenn der Körper mit einem Antigen konfrontiert wird. Während die Aufgabe der IgD noch nicht bekannt ist, sind IgE von großer Bedeutung in Bezug auf Allergien und der damit in Verbindung stehenden Histaminfreisetzung.¹³² In sportlicher Hinsicht wurde nun erwiesen, dass Bewegung sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf den Körper haben kann, abhängig von Intensität und Ausmaß. Ein moderates Ausdauertraining hat vor allem positive Effekte auf Lymphozyten, Granulozyten und Makrophagen. Von besonderer Bedeutung ist hierbei die Sofortreaktion. Während im Ruhezustand 50 % aller Immunzellen an der Gefäßinnenwand haften, lösen sich diese durch sportliche Betätigung wegen der Aktivierung

¹³⁰ www.radschlag-info.de, 04.05.2011

¹³¹ www.medizinfo.de/immunsystem, 09.04.2011

¹³² Findeisen, D., 1994, S. 170/171

des sympathischen Nervensystems und gehen in den Blutstrom über. Lymphozyten können auf das Vierfache und die natürlichen Killerzellen bis auf das Neunfache der Ruhewerte ansteigen. Auch die Leukozytenkonzentrationen im peripheren venösen Blut steigen bedeutend an. Man spricht hierbei von einer adrenergen bzw. cortisolbedingten Leukozytose. Durch Ausdauertraining wird Cortisol ausgeschüttet, welches zu einer Rekrutierung der Neutrophilen aus dem Knochenmark führt und außerdem zu einer längeren Verweildauer der Neutrophilen im Blutstrom. ¹³³

7.2 Pathologische Effekte

Betreibt man allerdings beispielsweise ein zu massives Lauftraining mit einer zu hohen Pulsfrequenz und nicht hinreichender Regenerationszeit, so wird das Immunsystem geschwächt. Der Körper wird in einen Zustand des Stresses versetzt und dadurch erhöht sich zunächst die Anzahl an Killerzellen und Lymphozyten. „Unmittelbar danach fällt ihre Anzahl aber unter das Ausgangsniveau“, wodurch Antigene nun leichter in den Körper eindringen können und somit eine erhöhte Infektanfälligkeit entsteht. Außerdem schüttet der Körper vermehrt Stresshormone, wie z. B. Adrenalin, aus, welche die Bildung von Abwehrzellen stören. ¹³⁴ Überdies wurde erforscht, dass in dieser Stresssituation (vor allem beim Lauftraining) das IgA, die Killerzellen und TNF-alpha abnehmen. ¹³⁵

8. Prävention von chronischen Krankheiten

Vor allem in den westlichen Industriestaaten ist eine starke Zunahme an chronischen Erkrankungen zu verzeichnen. Vor allem Krankheiten wie z. B. Demenz, Diabetes mellitus Typ II und Krebs verzeichnen eine zunehmende Inzidenz. Somit wird geschätzt, dass in Österreich bereits 100000 Menschen an Demenz erkrankt sind. Es wird damit gerechnet, dass diese Zahlen bis zum Jahre 2050 auf 235000 ansteigen. ¹³⁶ Vor allem Übergewicht zählt zu den primären Risikofaktoren von chronisch-degenerativen Erkrankungen und in direktem Zusammenhang stehen der Bewegungsmangel und die falsche Ernährung.

¹³³ Weineck, J., 2010, S. 236/237

¹³⁴ <http://gesundeleben.at>, 09.04.2011

¹³⁵ <http://www.netdokter.de/Krankheiten>, 14.05.2011

¹³⁶ www.wgkk.at, 29.04.2011

Nach Aussagen der „Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention“ (DGSP) ist ein Schlaganfall nicht schicksalhaft und kann durch einen gesunden Lebensstil, zu dem auch sportliche Betätigung zählt, in rund 80 Prozent der Fälle verhindert werden. Erklären lässt sich diese Tatsache dadurch, dass die Hauptursache für die Apoplexie der ischämische Insult, der sogenannte Hirninfarkt, ist. Auslöser für einen ischämischen Insult ist der Verschluss eines oder mehrerer Blutgefäße im Gehirn entweder durch einen Thrombus oder durch eine Embolie, wobei jedoch der Thrombus häufiger auftritt. In Folge dessen kommt es zu einer Unterversorgung dieses Gefäßes mit Blut und Sauerstoff. Wenn dies einige Minuten andauert, stirbt das betroffene Hirngewebe ab. Wie schon erwähnt, ist der thrombotische Verschluss häufiger die Ursache. Auf Grund von Arteriosklerose kann sich dieser sog. Blutpfropf bilden und wiederum Auslöser für diese sind Bluthochdruck, Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen, Rauchen sowie Übergewicht und Bewegungsmangel.¹³⁷ Somit kann man erkennen, dass sportliche Betätigung als wichtige Präventionsmaßnahme gilt. Die Gesellschaft definiert diesen gesunden Lebensstil als Nikotinverzicht, einem Body Mass Index unter 25 kg/m², mindestens 30 Minuten Bewegung pro Tag, moderaten Alkoholkonsum sowie gesunde Ernährung. Insofern wurde herausgefunden, dass sich für Frauen das Risiko um 79 % und für Männer um 69 % senkt, wenn man diese Empfehlungen wenigstens teilweise lebt. Aus anderen Studien resultierte, dass allein durch sportliche Aktivität sogar 25 % der Schlaganfälle verhindert werden können. Ein weiterer wichtiger Parameter ist der Blutdruck; laut WHO steigt das Risiko für eine Apoplexie für gewisse Altersgruppen bereits ab einem Wert höher als 115/75 mmHg bei jeder Erhöhung um 20/10 mmHg.¹³⁸ Grundsätzlich steigt dieses Risiko ab dem Stadium der „leichten Hypertonie“ mit dem Wert von 140/90 mmHg. Wie bereits erwähnt, führt insbesondere Ausdauertraining zu einer langfristigen Senkung des Blutdrucks. In Zusammenhang mit dem Risiko für einen Schlaganfall steht auch die Krankheit Diabetes Mellitus. Auch hierbei gibt es eine Wechselwirkung. Körperliche Aktivität sowie eine gesunde Ernährung wirken präventiv gegen diese sich stark in der Bevölkerung ausbreitende Erkrankung. Andererseits haben Diabetes Mellitus PatientInnen ein erhöhtes Risiko für einen Schlaganfall. Sowohl in Deutschland als auch in Österreich ist der Schlaganfall die dritthäufigste Todesursache nach

¹³⁷ www.netdokter.at/schlaganfall_infarkt-ischaeemischer, 01.05.2011

¹³⁸ www.who.int, 08.07.2011

Herz-Kreislauferkrankungen und Krebs.¹³⁹ Außerdem ist die Apoplexie die häufigste Ursache für Behinderungen und für Pflegebedürftigkeit.¹⁴⁰

Nach Aussagen der DGSP wirkt Sport insbesondere präventiv gegen Brustkrebs in der Lebensphase der Menopause der Frau. In diesem Lebensabschnitt der Frau sinkt der Grundumsatz des täglichen Energiebedarfes und somit steigt die Wahrscheinlichkeit der Gewichtszunahme. Durch eine tägliche adäquate sportliche Betätigung beugt man einer Gewichtszunahme vor. Es ist wissenschaftlich erwiesen, dass sich der Lebensstil – und somit auch das Ernährungsverhalten in Verbindung mit Übergewicht oder einer möglichen Adipositas – auf das Risiko, an Krebs zu erkranken, auswirken. Zu betonen ist, dass Brustkrebs die häufigste Krebserkrankung bei Frauen ist. Außerdem stellt Krebs die zweithäufigste Todesursache für Frauen dar.¹⁴¹

D: Diskussion

Die grundsätzliche Gesundheitswirkung von Sport lässt sich in folgenden Schritten zusammenfassen: Die physischen Gesundheitsressourcen wie Ausdauerfähigkeit, Kraft- und Dehnfähigkeit, Koordinations- und Entspannungsfähigkeit werden verbessert, was zu einer Verminderung von Risikofaktoren führt. Des Weiteren werden der Blutdruck sowie Blutzuckerwerte gesenkt und Störungen des Fettstoffwechsels und Übergewicht vorgebeugt. Ist man bereits von diesen Gesundheitsgefahren betroffen, stellt Sport eine effiziente Therapiemöglichkeit dar. Infolgedessen verbessert sich das allgemeine, subjektive, gesundheitliche Wohlbefinden und auch psychosoziale Gesundheitsressourcen werden gestärkt. Beispielsweise haben aktive Frauen und Männer ein besseres Körperkonzept und sind häufig sozial besser eingebunden. Eine weitere positive Auswirkung ist, dass sich Beschwerden wie zum Beispiel Rückenprobleme, Kopfschmerzen, depressive Stimmungslagen, Schlafstörungen oder hohe Stressbelastung deutlich verbessern.¹⁴² Sportliche Aktivität hat daneben positive Effekte auf das Herz, die Lunge, das Immunsystem sowie auf die Knochen und Muskeln des Menschen. Essentiell ist jedoch, dass sowohl Frauen als auch Männer keine exzessiven Trainingseinheiten ableisten, sondern die

¹³⁹ www.oegsf.at, 01.05.2011

¹⁴⁰ www.dgsp.de, 28.10.2010

¹⁴¹ Frauengesundheitsbericht 2010/2011, S. 26

¹⁴² Weineck, J., 2010, S. 15

Aktivitäten moderat betreiben. Beansprucht man z. B. auf Grund eines Wettkampfes seinen Körper ausnahmsweise sehr stark, ist eine ausreichende Erholungs- bzw. Regenerationsphase notwendig, da Sport eben auch zu pathologischen Zuständen des Körpers führen kann. Hieraus lässt sich die Antwort auf die Forschungsfrage erschließen. Die positiven Effekte von Sport auf den Körper überwiegen eindeutig. Lediglich bei zu exzessiven Trainings, sowohl bezüglich der Intensität als auch der Häufigkeit, wird der Körper überbeansprucht und somit wirkt sich schließlich das Training pathologisch aus. Der „Fonds Gesundes Österreich“ empfiehlt, dass sich Erwachsene ca. 150 Minuten pro Woche bewegen sollten, wobei die Einteilung individuell erfolgt. Folgende Grafik soll noch verdeutlichen, wie viel Bewegung pro Woche „gesund“ ist.



Abbildung 12: Bewegungspyramide für Kinder und Erwachsene

E: Ausblick

Verfolgt man die Medien bzw. Diskussionen zu den Themen Gesundheit in der Gesellschaft und Alterung der Gesellschaft, kann man erkennen, dass bereits ein Umdenken stattfindet. Meiner Meinung nach leben sowohl Männer als auch Frauen heutzutage einen gesundheitsbewussteren Lebensstil, der auch sportliche Betätigung beinhaltet. Dies trägt teilweise auch dazu bei, dass die Lebenserwartung angestiegen ist. Betrachtet man diese Entwicklung, kann man vermuten, dass auch in Zukunft die Menschen immer stärker auf ihre Gesundheit achten und körperlich aktiver werden. Dies ist vor allem deshalb wichtig, da chronische Erkrankungen am Zunehmen sind und um diesen vorzubeugen, ist ein aktiver Lebensstil essentiell. Es gibt jedoch auch viele Gründe, warum sowohl Männer als auch

Frauen inaktiv sind. Hierbei spielt etwa das Selbstkonzept vor allem für Frauen eine bedeutende Rolle, welches durch die persönlichen Erfahrungen aufgebaut wird. Hatte man bereits im Kindheits- und Jugendalter negative Erlebnisse im Schulsport, kann dies dazu führen, dass man später ein Leben ohne sportliche Betätigung führt. Auch übergewichtige Menschen, die sich teilweise für ihren Körper schämen, und deshalb vor allem Schwimmbäder oder eng geschnittene Sportbekleidungen meiden, führen häufig einen Lebensstil ohne körperliche Aktivität. Das Hauptproblem liegt in diesem Zusammenhang an der Gesellschaft. Denn das Ideal heutzutage sind schlanke, junge und athletische Frauen und Männer. Es scheint so, dass kein Platz z. B. für Ältere oder Übergewichtige ist.¹⁴³ Als weiterer wichtiger Faktor wurde die fehlende Zeit genannt. Zwar klagen viele Menschen, nicht genügend Zeit für sich selbst zu haben, jedoch „sich für sich selbst Zeit zu nehmen, trägt deshalb die Last sich schuldig zu fühlen und hat somit letztere Priorität.“¹⁴⁴ Somit geben – wiederum eine Mehrheit an Frauen – an, dass sie neben den beruflichen oder familiären Pflichten keine Zeit für sich selbst und somit auch keine Zeit haben z. B. laufen zu gehen. Daher wird die Zeit als „größter Gegner“ des Sportes angesehen.¹⁴⁵

¹⁴³ Rhonda, G. 1999, S. 34, 35

¹⁴⁴ Rhonda, G. 1999, S. 36

¹⁴⁵ Rhonda, G. 1999, S. 36

Literatur

Alfermann, D./ Stoll, O., 2005

Dorothee Alfermann/Oliver Stoll, 2005, Sportpsychologie, Meyer & Meyer Verlag, Aachen, 2005

Böcker, W., Denk, H., Heitz, U., 2004

Werner Böcker, H. Denk, U. Heitz, 2004, Pathologie, Urban und Fischer Verlag, München, 2004

Ertl, N., 1999

Nikolaus Ertl, 1999, Die Bedeutung von Prävention und Gesundheitssport am Beispiel von Herzgruppen. S. 68 in: Hermann Rieder (Hg.), Gesundes Altern, Aktivität und Sport, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 1999

Findeisen, D., 1994

D. G. R. Findeisen, 1994, Sport, Psyche und Immunsystem: über die Zusammenhänge zwischen physischem und psychischem Wohlbefinden, 1. Auflage, Verlag: Frieling & Partner GmbH Berlin, 1994

Golenhofen, K., 2000

Klaus Golenhofen, 2000, Physiologie heute, 2. Auflage, Urban & Fischer Verlag München Jena, 2000

Hollmann, W., 1977

Wildor Hollmann, 1977, Lungenfunktion, Atmung und Gasstoffwechsel im Sport. In: W. Hollmann (Hrsg.), Zentrale Themen der Sportmedizin, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1977

Israel, S., 1999

S. Israel, 1999, Herzkreislaufsystem. In: G. Badtke (Hrsg.), Lehrbuch der Sportmedizin, 4. Auflage, Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg; Leipzig, 1999

Koinzer, K., 1999

K. Koinzer, 1999, Sportmedizinische Untersuchungsverfahren – Grundlagen und Anwendungsmöglichkeiten. In: G. Badtke (Hrsg.), Lehrbuch der Sportmedizin, 4. Auflage, Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg; Leipzig, 1999

Kubesch, S. 2008

Sabine Kubesch, 2008, Körperliche Aktivität und exekutive Funktionen, 2. Auflage, Herausgeber Michael Krüger, Hofmann Verlag, Schorndorf, 2008

Pahlke, U., 1999

U. Pahlke, 1999, Gewebe. In: G. Badtke (Hrsg.), Lehrbuch der Sportmedizin, 4. Auflage, Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg; Leipzig, 1999

- Prokop, L., 1996 Ludwig Prokop, 1996, Zur Physiopathologischen Grenze im Sport, Dissertationen der Universität Wien, Band 26, Herausgegeben von der Universität Wien, WUV-Universitätsverlag, Wien, 1996
- Rhonda, G. 1999 Galbally Rhonda, 1999, Wer sagt denn, dass Sport nur etwas für junge Leute ist? S. 34 – 36 in: Hermann Rieder (Hg.), Gesundes Altern, Aktivität und Sport, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 1999
- Schlicht, W., 1995 Wolfgang Schlicht, 1995, Wohlbefinden und Gesundheit durch Sport, Hofmann Karl GmbH & Co Verlag, Schorndorf, 1995
- Siegenthaler W., 2006 online unter
http://books.google.at/books?id=360YvLkY_5cC&printsec=frontcover&dq=pathophysiologie&hl=de&ei=7GYLTu6TAcjA8QOig-mOAQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=2&ved=0CDAQ6AEwAQ#v=onepage&q&f=false, 29.06.2011
- Silbernagl, S., Lang, F., 2005
 Stefan Silbernagl, Florian Lang, 2005, Taschenatlas der Pathophysiologie, Georg Thieme Verlag, 2005
- Tiemann, M. 1997 Michael Tiemann, 1997, Fitnesstraining als Gesundheitstraining, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 1997
- Weineck, Jürgen, 2004 Jürgen Weineck, 2004, Sportbiologie. Online unter URL:
http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=INsOpphKxZEC&oi=fnd&pg=PA53&dq=Auswirkungen+sport+auf+den+k%C3%B6rper&ots=CT-jqauQt0&sig=cYmOjnuA9J9IA1_C2Dp3HmM0G3w#v=onepage&q=Auswirkungen%20sport%20auf%20den%20k%C3%B6rper&f=false; Stand: Februar 2011
- Weineck, J., 2010 Jürgen Weineck, 2010, Sportbiologie, 10. Überarbeitete und erweiterte Auflage, Verlag: Spitta GmbH & Co. KG, Balingen, 2010
- Werle, J. 1999 Jochen Werle, 1999, Schmerzbewältigung durch Bewegung – Effekte eines Interventionsprogramms für Patientinnen mit einer Osteoporose. S. 94-98 in: Hermann Rieder (Hg.), Gesundes Altern, Aktivität und Sport, Verlag Karl Hofmann, Schorndorf, 1999
- Skriptum „Interne“ Skriptum aus dem Fach „Interne“, Sabine Horn, Medizinische Universität Graz, 3. Semester, Oktober 2008 – Februar 2009

Internetquellen:

www.aerztezeitung.at, 14.05.2011

<http://www.aerztezeitung.at/archiv/oeaez-6-25032007/mangelterscheinungen-bei-sportlern.html>, 14.05.2011

www.anatomie-physiologie.de, 16.04.2011

http://www.anatomie-physiologie.de/ana_site/physi011.html, 16.04.2011

<http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at>, 08.04.2011

<http://arbeitsblaetter.stangl-taller.at/GEDAECHTNIS/Muskelrelaxation.shtml>, 08.04.2011

www.dgsp.de, 28.10.2010

http://www.dgsp.de/_downloads/allgemein/2010-10-28.pdf

www.dshs-koeln.de, 16.04.2011

http://www.dshs-koeln.de/imb/spomedial/content/e866/e2442/e3862/e4009/e4036/index_ger.html, 16.04.2011

<http://flexikon.doccheck.com/Dyslipoprotein>, 19.04.2011

<http://flexikon.doccheck.com/Dyslipoprotein%C3%A4mie>, 19.04.2011

<http://flexikon.doccheck.com/Hyperkoagulabilit>, 19.04.2011

<http://flexikon.doccheck.com/Hyperkoagulabilit%C3%A4t>, 19.04.2011

<http://flexikon.doccheck.com>, 21.04.2011

http://flexikon.doccheck.com/Kardiovaskul%C3%A4re_Erkrankung#Erkrankungen, 21.04.2011

Frauengesundheitsbericht 2010/2011

Österreichischer Frauengesundheitsbericht 2010/2011, Verfasst vom Verein für prophylaktische Gesundheitsarbeit, PGA, Herausgeber: Bundesministerium für Gesundheit, 2011. Online unter URL:

http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/0/1/3/CH1004/CMS1299496168458/frauengesundheitsbericht_kurzfassung.pdf

<http://gesundeleben.at>, 09.04.2011

<http://gesundeleben.at/bewegung/sport/laufen/sport-so-staerken-sie-die-abwehrkraefte>, 09.04.2011

www.gesundheit.com, 19.04.2011

http://www.gesundheit.com/gc_detail_4_gern11_5.html,
19.04.2011

www.healthy48.com, 16.04.2011

<http://www.healthy48.com/deu/d/pressatmung/pressatmung.htm>,
16.04.2011

www.help-therapy.com http://www.help-therapy.com/pdf/8_11_12_Z%20Kardiol_82_Suppl%205_33_37%201993.pdf, 14.07.2011

www.ipl-bremen.de, 15.07.2011

http://www.ipl-bremen.de/Universitat/Organsysteme_1.pdf,
15.07.2011

www.medicalforum.ch, 14.05.2011

http://www.medicalforum.ch/k2/pages/support/view.asp?k2dockey=C%3A\\inetpub\\wwwroot\\medicalforum\\pdf\\pdf_d\\2010\\2010-10\\2010-10-130.PDF%40medforum_d&serverSpec=schwabe03:9920&querytext=hirsch&OrigQuery=&QueryParser=Internet_Basic&logTitle=Sarkopenie+im+Alter&dtype=3, 14.05.2011

www.medizininfo.de, 07.04.2011

<http://www.medizininfo.de/endokrinologie/anatomie/nebennieren.htm>, 07.04.2011

www.medizininfo.de/annasusanna, 18.04.2011

<http://www.medizininfo.de/annasusanna/osteoporose/knochenstoffw.htm>, 18.04.2011

www.medizininfo.de/immunsystem, 09.04.2011

<http://www.medizininfo.de/immunsystem/abwehr/unspezifisch.htm>,
09.04.2011

www.netdokter.at, 01.05.2011

<http://www.netdokter.at/krankheiten/fakta/bluthochdruck.shtml>,
01.05.2011

www.netdokter.de/Krankheiten, 14.05.2011

<http://www.netdokter.de/Krankheiten/Grippe+Erkaeltung/Tipps/Sport-und-Immunsystem-5367.html>, 14.05.2011

www.netdokter.at/schlaganfall_infarkt-ischaemischer, 01.05.2011

http://www.netdokter.at/krankheiten/fakta/schlaganfall_infarkt-ischaemischer.htm, 01.05.2011

www.oegsf.at, 01.05.2011

<http://www.oegsf.at/aerzte/index.php?page=zahlen-und-fakten-2>, 01.05.2011

www.osteoporose.org, 15.04.2011

<http://www.osteoporose.org/osteoporose-therapie.php>, 15.04.2011

<http://othes.univie.ac.at>, 27.06.2011

http://othes.univie.ac.at/2674/1/2008-11-19_9006984.pdf, 27.06.2011

www.radschlag-info.de, 04.05.2011

http://www.radschlag-info.de/uploads/media/sportunterricht_Training_f_Geist_u_Koerper.pdf, 04.05.2011

www.schasching.spoe.at, 24.02.2011

<http://www.schasching.spoe.at/antr%C3%A4geunterseiten/antrag%202004/Boltzmann%20Studie%20Sport%2004.pdf>; 24.02.2011

www.sportgesundheit.eu, 18.04.2011

http://www.sportgesundheit.eu/osteoporose_sport.htm, 18.04.2011

www.webanzeigen.at, 24.02.2011

http://www.webanzeigen.at/anzeigen_at/www_35_289_8699/heilbehandlung_beratung_heilkunde, 24.02.2011

www.wgkk.at, 29.04.2011

http://www.wgkk.at/mediaDB/539709_Demenzbericht.pdf; S. X; 29.04.2011

www.who.int, 08.07.2011

http://www.who.int/gho/ncd/risk_factors/blood_pressure_prevalence_text/en/, 08.07.2011

www.zeitschrift-sportmedizin.de, 10.04.2011

http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/externe_websites/ext.dzsm/content/archiv2005/heft04/106-107.pdf, 10.04.2011

www.zeitschrift-sportmedizin.de, 19.04.2011

http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/externe_websites/ext.dzsm/content/archiv2000/heft04/a2_0400.pdf, 19.04.2011

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1

http://www.google.at/imgres?imgurl=http://www.diaet-dresden.de/images/ernaehrungspyramide2.jpg&imgrefurl=http://www.diaet-dresden.de/rss/index.php%3F/archives/1-Neue-Ernaehrungspyramide.html&usg=__kQ9Bc7TZwdxoDx_FffH1gDTrqGI=&h=514&w=800&sz=99&hl=de&start=0&zoom=1&tbnid=8K0WuM2L5uPMfM:&tbnh=108&tbnw=168&ei=m277TbbuOlvZsgbrt6j1Dw&prev=/search%3Fq%3Ddeutsche%2Bgesellschaft%2Bf%25C3%25BCr%2BBern%25C3%25A4hrung%2BBern%25C3%25A4hrungspyramide%26um%3D1%26hl%3Dde%26sa%3DG%26biw%3D1366%26bih%3D550%26tbn%3Dsch&um=1&itbs=1&iact=hc&vpx=962&vpy=88&dur=2997&hovh=180&hovw=280&tx=162&ty=87&page=1&ndsp=21&ved=1t:429,r:5,s:0&biw=1366&bih=550, 17.06.2011

Abbildung 2

http://www.sanitas-online.de/web/de/service/faq/faq_blutdruck.php, 03.06.2011

Abbildung 3

<http://www.emmi-benecol.ch/de/schweiz/alles-ueber-cholesterin/cholesterinwert-messen/>
11.06.2011

Abbildung 4

http://www.help-therapy.com/pdf/8_11_12_Z%20Kardiol_82_Suppl%205_33_37%201993.pdf

Abbildung 5

http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/externe_websites/ext.dzsm/content/archiv2005/heft04/106-107.pdf, 10.04.2011

Abbildung 6

<http://www.ubs.sbg.ac.at/pdf/AC08468957.pdf>, S. 7, 14.07.2011

Abbildung 7

http://www.shiatsu-austria.at/einfuehrung/wissen_75.htm, 06.07.2011

Abbildung 8

Weineck, J. 2010, S. 54, 55

Abbildung 9

<http://www.sportunterricht.de/lksport/atp.html>, 07.04.2011

Abbildung 10

Skriptum „Moving into a nursing home“, Regina Roller-Wirnsberger, Medizinische Universität Graz, 5. Semester, Wintersemester 2010/2011

Abbildung 11

http://www.wissen.de/wde/generator/material/gesundheit/DIAGNOSE_THERAPIE/osteoporose_ursachen_1xl.html, 07.07.2011

Abbildung 12

<http://www.forum-ernaehrung.at/cms/feh/dokument.html?ctx=CH0100&doc=CMS1168958672704>, 13.05.2011

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1

http://www.internisten-im-netz.de/de_herz-kreislauf-sport_587.html, 14.07. 2011;

S. Israel, 1999, Herzkreislaufsystem. In: G. Badtke (Hrsg.), Lehrbuch der Sportmedizin, 4. Auflage, Johann Ambrosius Barth Verlag, Hüthig GmbH, Heidelberg; Leipzig, 1999

Tabelle 2

http://www.pflege-abc.info/pflege-abc/artikel/blutzucker_normwerte.html, Juni 2011

Tabelle 3

Weineck, J., 2010, S. 259, 260