

Bachelorarbeit

Nedelko Martin

**„Leistungsphysiologie -
Physiologische Grundlagen des Sports“**

Medizinische Universität, Graz

Vorgelegt bei: Gries, Anna, Ao.Univ.-Prof.Dr.phil

Harrachgasse 21/V

A-8010 Graz

Lehrveranstaltung Physiologie

14.11.2013

Ehrenwörtliche Erklärung:

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

Graz, am 14.11.2013

Unterschrift:

1 Inhaltsverzeichnis

Inhalt

1	Inhaltsverzeichnis	3
2	Zusammenfassung	5
3	Einleitung	6
4	Leistungsphysiologie – Physiologische Grundlagen des Sports.....	7
4.1	Körperliche Entwicklung	7
4.2	Die menschliche Motorik	9
4.3	Entwicklung der Motorik	10
5	Muskeltätigkeit in kurzer Beschreibung	12
5.1	Struktur des Muskels	12
5.2	Allgemeine Grundlagen der Erregung	13
5.3	Der Gesamtmuskel.....	14
5.4	Die Muskelermüdung als Störung des biochemischen Gleichgewichts	15
5.5	Sportartspezifischer Energiebedarf	16
6	Blutkreislauf und Arbeit.....	19
6.1	Der Transport des Sauerstoffs	19
6.2	Der Kohlendioxidtransport	20
6.3	Die Muskeldurchblutung	21
6.4	Energiestoffwechsel	21
6.5	Die Herzfrequenz.....	22
6.6	Der Blutdruck.....	22
6.6.1	Der Blutdruck bei körperlicher Belastung	23
6.7	Der Puls als Richtlinie für das Training	23
6.8	Die Atmung in der Leistungsphysiologie.....	24
7	Körperliche Leistungsfähigkeit.....	25

7.1	Die Höchstleistungsfähigkeit	25
7.2	Die Dauerleistungsfähigkeit.....	26
7.3	Die Muskelermüdung.....	26
7.4	Die Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Training	27
8	Die Ernährung des Sportlers	28
8.1	Die Kalorienbilanz.....	28
8.2	Die Nährstoffbilanz	29
8.3	Die Mineralstoffwechselbilanz	30
8.3.1	Natrium, Chlorid und Kalium	30
8.3.2	Magnesium	31
8.3.3	Eisen.....	31
8.4	Die Vitaminbilanz.....	31
8.5	Die Flüssigkeitsbilanz	32
9	Die Wirkung des Ausdauertrainings auf verschiedene Bereiche des Körpers ...	33
9.1	Herz.....	33
9.2	Blutdruck	34
9.3	Fettsucht (Adipositas).....	35
9.4	Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus)	36
9.5	Erhöhte Blutfette.....	36
10	Allgemeine Grundregeln für die Durchführung eines Gesundheitstrainings ...	37
11	Schlussfolgerung	38
12	Literatur.....	39

2 Zusammenfassung

In meiner Bachelorarbeit beschreibe ich das Thema „Leistungsphysiologie – Physiologische Grundlagen des Sports“. In dieser Arbeit erläutere ich sowohl allgemeine Themenschwerpunkte, als auch spezifische. Es werden Schwerpunkte wie Entwicklungsstufen, Körperfunktionen, Muskelfunktionen, aber auch die Ernährung, die körperliche Leistungsfähigkeit sowie Trainingsmethoden und Auswirkungen des Trainings im Bezug auf Erkrankungen beschrieben.

In my bachelor's thesis, I describe the topic "efficiency physiology – the physiological background of sport". I explain general topics and specific topics. Furthermore I show you some basics, like the level of development, bodily functions, muscle performances, and the alimentation, the muscular effort, the methods of training and the consequences of training reference to affection as well.

3 Einleitung

Der Hauptgrund meiner Bachelorarbeit über das Thema „Leistungsphysiologie – Physiologische Grundlagen des Sports“ ist, dass Sport mit all seinen Variationen und seiner Vielfalt eine Faszination ist. Schon in den zwanziger Jahren des vorigen Jahrhunderts beschäftigten sich Mediziner und Physiologen mit der Frage, welche Faktoren maßgeblich für die Limitierung der Ausdauerleistungsfähigkeit verantwortlich sind. Der Sport spielt in der Gesundheitsförderung eine wesentliche Rolle. Bei diversen körperlichen Beschwerden, bei Krankheiten oder auch bei Langzeittherapien werden häufig sportliche Trainingsmethoden eingesetzt, um die Leistungsfähigkeit des Körpers zu verbessern, bzw. zu steigern. Da ich selbst bereits im Kindesalter mit regelmäßigem Training körperlich aktiv war, konnte ich bereits sehr früh eine positive Einstellung zum Sport entwickeln, die mir bis heute geblieben ist. In dieser Arbeit möchte ich die Weiterentwicklung und Veränderung der Leistungsphysiologie aufzeigen.

Forschungsfrage:

- Welche Auswirkungen hat das Ausdauertraining auf die verschiedensten Bereiche des Körpers und was ist bei der Durchführung eines Gesundheitstrainings zu beachten?

Die Forschungsfragen werden mittels Literaturrecherche in dieser Arbeit beantwortet.

4 Leistungsphysiologie – Physiologische Grundlagen des Sports

4.1 Körperliche Entwicklung

Kinder und Jugendliche befinden sich in einem ständig fortschreitenden Veränderungsprozess körperlicher und verhaltensmäßiger Merkmale. Dieser Veränderungsprozess unterliegt bestimmten Gesetzmäßigkeiten, die auch unter den Bedingungen des sportlichen Trainings beachtet werden müssen. Die Entwicklung ist ein fortwährender Prozess von miteinander zusammenhängenden Veränderungen des Äußeren, des Verhaltens und des Erlebens aufgrund verschiedenster endogener und exogener Einflüsse. Die Gesamtentwicklung kann in vier Teilbereiche unterteilt werden:¹

- den kognitiv- intellektuellen Bereich
- den psychischen Bereich
- den sozialen Bereich
- den motorischen Entwicklungsbereich.

Jeder dieser Bereiche beeinflusst die Psyche (Leistungsmotivation) und bis zu einem gewissen Grad auch die Intelligenz (Erlernen komplizierter Techniken, Taktik). Beide sind wesentliche Faktoren für ein Erreichen guter sportlicher Leistungen. Die neuere Entwicklungspsychologie sieht in den menschlichen Entwicklungsprozessen ein integratives Modell von Reifungs-, Sozialisations-, Lern- und Selbststeuerungsprozessen (siehe Abb. 1).²

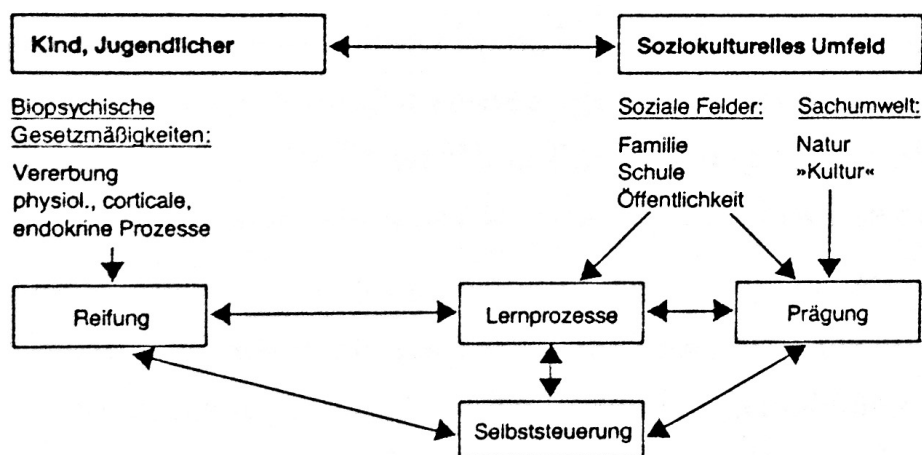


Abb.1: Kinder und Jugendliche in Abhängigkeit von Einflusskomponenten

¹ Stummer Marlene: Leistungsphysiologische Aspekte des Trainings mit Kindern, Graz, 1993, S.7

² Stummer Marlene: Leistungsphysiologische Aspekte des Trainings mit Kindern, Graz, 1993, S.7f

„Entwicklung bezeichnet beobachtbare Veränderungen und Differenzierungen individueller Merkmale, bezogen auf einen bestimmten Zeitabschnitt. Sie vollzieht sich unter konkreten Umweltbedingungen und – Anforderungen und ist an die Handlungen und Tätigkeiten eines Individuums gebunden“³

Eine Persönlichkeitsentwicklung kann daher nicht allein als das Ergebnis von Wachstums- oder Reifungsprozessen verstanden werden, da Entwicklungsprozesse auch maßgeblich von den exogenen Bedingungen, wie Umweltbedingungen und Umwelтанforderungen sowie sozio- kulturellen Einflüssen mitbestimmt werden. Durch die Handlungen, Tätigkeiten und das soziale Umfeld jedes Individuums wird seine Entwicklung wesentlich beeinflusst, und macht jeden Entwicklungsprozess zu einem einmaligen, nicht vergleichbaren und nicht wiederholbaren. Im Bereich des Sports und des sportlichen Trainings allerdings bieten sogenannte Entwicklungsstufenmodelle nach wie vor nützliche Anhaltspunkte, da Veränderungen im Wachstum, der Konstitution und der Reife relativ altersabhängig sind und sich ihre Phasen mit Altersabschnitten in Verbindung bringen lassen. Auch in der Trainingslehre haben sich jene Entwicklungsstufenmodelle als brauchbar erwiesen, die biologische Reifemerkmale mit Alterseinteilung verbinden (siehe Abb. 2). Diese Entwicklungsstufen stellen jedoch eine rein kalendarische Einteilung dar und können für Lehrer oder Trainer nur Orientierungshilfen sein. Ein weit wichtigeres Merkmal stellen die individuellen biologischen Ausprägungsformen innerhalb der verschiedenen Altersabschnitte dar.⁴

³ Martin, Dietrich: Training im Kindes- und Jugendalter. Schorndorf: Hofmann 1988, S.13

⁴ Stummer Marlene: Leistungsphysiologische Aspekte des Trainings mit Kindern, Graz, 1993, S.8

Altersabschnitt	Charakteristika
Säuglingsalter (1. Lebensjahr)	<ul style="list-style-type: none"> • Erscheinen des 1. Milchzahnes (- 6. Monat) • Längenzunahme um das 1 ½ fache • Gewichtszunahme um das dreifache
Kleinkindalter (1.-3. Lebensjahr)	<ul style="list-style-type: none"> • Gestreckter, taillierter Rumpf • Starkes Längenwachstum der Extremitäten • Relativ kleiner Kopf • Abnahme der Unterhautfettpolster • Bildung der phys. Krümmungen der Wirbelsäule
frühes Schulkindalter (6.-10. Lebensjahr)	<ul style="list-style-type: none"> • Verstärktes Längenwachstum • Harmonie zwischen Rumpf und Gliedmaßen • Übergangsform bis zum Auftreten der 1. Reifezeichen
spätes Schulkindalter (Junge 10/11 – 12/13 Lebensjahr) (Mädchen 10/11 – 11/12 Lebensjahr)	<ul style="list-style-type: none"> • Normalisierung der Körperproportionen • Beginn der Ausbildung der sekundären Geschlechtsmerkmale
Reifungsalter (11.-18- Lebensjahr)	1) Puberale Phase (Pubeszenz): <ul style="list-style-type: none"> • Gesteigertes Längenwachstum • Disproportionen zwischen Gliedmaßen und Rumpf • Geschlechtliche Reifung • 1. Menarche, 1. Spermarche
	2) Puberale Phase (Adoleszenz): <ul style="list-style-type: none"> • Harmonisierung der Körperproportionen • Abschluss der geschlechtsspezifischen Differenzierung • Zeitraum von 1. Menarche/Spermarche bis zum Erreichen der Maturität (Vollreife)

Abb.2: Charakteristika der kindlichen und jugendlichen Entwicklungsstufen⁵

4.2 Die menschliche Motorik

„Die menschliche Motorik umfaßt die Gesamtheit aller Steuerungs- und Funktionsprozesse, die einer in Raum und Zeit beobachtbaren Bewegung zugrundeliegen.“⁶

Diese Gesamtheit setzt sich zusammen aus den sportmotorischen Fähigkeiten, die nach unterschiedlichen Kriterien systematisiert werden können:

- Konditionelle Fähigkeiten (Kraft, Ausdauer und Schnelligkeit)
- Koordinative Fähigkeiten (Geschicklichkeit und Gewandtheit)
- Beweglichkeit
- Flexibilität
- Reaktionsschnelligkeit⁷

⁵ Hahn, Erwin: Kindertraining. Probleme, Trainingstheorie und Praxis. München, BLV 1982, S.11

⁶ Willimczik, Klaus: Die motorische Entwicklung des Kindes. In: Hahn, E.; Kalb, G.; Pfeiffer, L. (Red.): Kind und Bewegungen: Kinderturnen kritisch betrachtet. Schorndorf, 1978, S. 79f

⁷ Schmidt, Dieter: Körperliche und motorische Entwicklung im Schulalter. In: Ausschluß Deutscher Leibeserzieher (Hrsg.): Schüler im Sport, Sport für Schüler. Schorndorf: Hofmann 1984, S. 65f

4.3 Entwicklung der Motorik

Mit dem Beginn der **Fetalperiode** setzen motorische Aktivitäten ein, kurz bevor die Kindesbewegungen von der Mutter gespürt werden. Die fetalen Bewegungen, besonders im 6. – 9. Monat ausgeprägt, werden als Lokomotionsbewegungen aufgefasst, worunter Bewegungen in bestimmte Richtungen des Raumes zu verstehen sind. **Das Neugeborene**, dem es noch an der Fähigkeit mangelt, sich entgegen der Schwerkraft zu bewegen, nimmt in allen Lagen noch eine symmetrische Beugehaltung ein und verfügt bereits über Vorformen der Fortbewegung (Schreit, Steig, Kriech und Schwimmbewegungen), die jedoch noch vor Beginn der selbständigen Fortbewegung wieder verschwinden. Die tägliche Beschäftigung mit dem Säugling wirkt sich günstig auf seine motorische Entwicklung aus.⁸

Hierzu gehören:

- Drehen und Wenden
- Bauch und Rückenlage
- Aufziehen und Niederlegen an den reflektorisch zugreifenden Händen
- Strampeln ohne beengte Kleidung
- Baden
- Krabbeln und Kriechen

Im frühen Kleinkindesalter (siehe Abb.2) steht die Aneignung vielfältiger Bewegungsformen im Vordergrund. (z.B. Kriechen, Klettern, Balancieren, Rollen, Gehen uvm). Den Bewegungshandlungen werden vielfach sprachliche Laute zugeordnet, wodurch die Bewegungsabläufe rhythmisch reguliert werden. Diese Wechselwirkung lässt Zusammenhänge zwischen motorischen Bewegungshandlungen und sprachlichen Leistungen vermuten und neben den Funktionsspielen gewinnen die Fiktions- oder Rollenspiele an Bedeutung. **Das späte Kleinkindalter bzw. Vorschulalter** ist gekennzeichnet durch die Festigung vielseitiger Bewegungsformen und die Erlernung und Aneignung von Bewegungskombinationen, insbesondere von einfachen Alltagsbewegungen. (z.B.: Gehen und Ziehen, Hochwerfen und Wiederfangen eines Balles, Gehen, Laufen, Hüpfen im Wechsel etc.) Für **das frühe Schulkindalter** gilt, die Grundformen der

⁸ Klimt, Ferdinand. Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. New York, 1992, S.12f

Bewegungen wie Laufen, Springen, Werfen, Fangen weiter zu entwickeln und zu vervollkommen, sowie die Bewegungsformen flüssig miteinander zu verbinden. Hinzu kommen Schwimmen, Hockey, Tanz, Fechten, Reiten je nach örtlicher Verfügbarkeit. **In der Übergangsform zur Pubertät** (vorpuberale Phase) wird ein Höchstmaß der Koordinationsfähigkeit, sowie der Flexibilität erreicht. In Summe werden die Bewegungen bewusster, sicherer, zweckmäßiger, harmonischer, ökonomischer, gewandter und geschickter. Die motorische Lernfähigkeit ist hervorragend und die sensomotorischen Defizite werden ausgeglichen. **In der ersten puberalen Phase** ist das Längenwachstum besonders auffällig. Die Disharmonie der Körperproportionen mit wesentlicher Änderung von Statik und Dynamik wird zunehmend ungünstiger. Ein Bewegungsüberschwang kann vorliegen und dadurch können vorübergehende Leistungseinbußen auftreten (z.B. Geräteturnen, Sportspiele, Schwimmen, Laufqualität, verminderte Schrittfrequenz bei Zunahme der Schrittlänge, Rudern etc.). **In der zweiten puberalen Phase** setzt eine Harmonisierung der Gestalt und der Bewegungen sowie des kardiopulmonalen Systems ein. Das Nervensystem und die Muskulatur tolerieren zunehmend körperliche Leistungen und auch das Weichgewebe erreicht bereits ähnliche Belastungsausmaße wie beim Erwachsenen. Die Maximalwerte der motorischen Beanspruchungsform „Kraft“ werden von Mädchen mit 15-17 und von Jungen mit 18-25 Jahren erreicht. Die Maximalwerte der allgemeinen aeroben dynamischen Ausdauer erreichen Mädchen im 16-18 und Jungen im 19. Lebensjahr. Die zweite puberale Phase ist also letztlich gekennzeichnet durch Stabilisierung, geschlechtsspezifische Differenzierung und fortschreitende Individualisierung.⁹

⁹ Klimt, Ferdinand. Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. New York, 1992, S.13-22

5 Muskeltätigkeit in kurzer Beschreibung

Um in irgendeiner Form zu reagieren, benötigt der Körper die Muskulatur, denn sie allein gibt ihm die Möglichkeit zu handeln, eine Arbeit durchzuführen oder eine Information in Form des Sprechens oder eine Gebärde weiterzugeben. Die willkürliche Muskeltätigkeit erfolgt durch die sogenannte Skelettmuskulatur (quergestreifte Muskulatur), die im Gegensatz zur glatten Muskulatur (autonome Muskulatur) und zur Herzmuskulatur die Eigenschaft hat, rasch kontrahieren und erschlaffen zu können.¹⁰

5.1 Struktur des Muskels

Der Skelettmuskel besteht aus einzelnen Muskelfasern, die im mikroskopischen Bild eine charakteristische Querstreifung aufweisen. Jede Muskelfaser besteht aus einer Anzahl von Myofibrillen, die von einer gemeinsamen Scheide, dem Sarkolemm, umgeben sind. (siehe Abb.3).¹¹

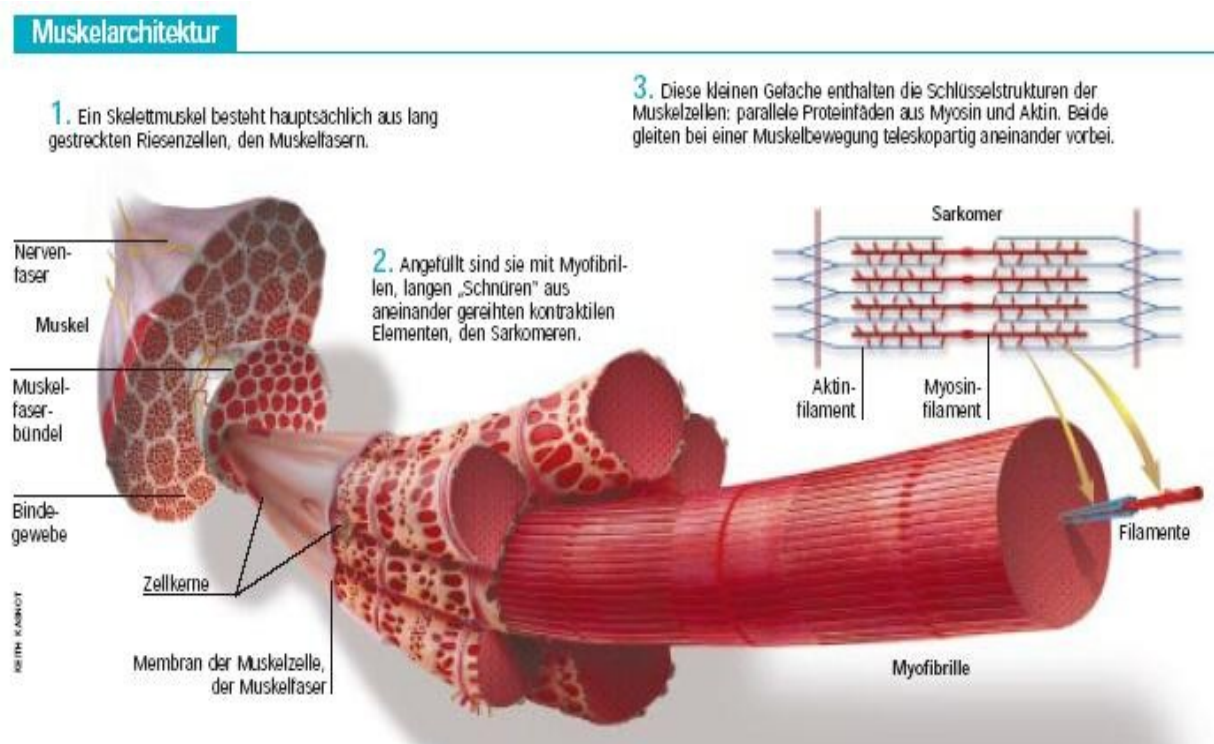


Abb.3: Muskelarchitektur¹²

¹⁰ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.7

¹¹ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.7

¹² URL: <http://www.natural-bb.de>

Die Zellkerne befinden sich direkt unter dem Sarkolemm, die Myofibrille hat keine Oberflächenmembran. Sie wird von einer Flüssigkeit, dem Sarkoplasma umströmt, die den ganzen Raum innerhalb des Sarkolemms ausfüllt, so dass ein Stoffaustausch in der Muskelzelle ohne große Behinderung erfolgen kann.¹³

5.2 Allgemeine Grundlagen der Erregung

- Ruhepotential

Jede Zelle des menschlichen Körpers ist durch eine funktionelle Membran abgeschlossen, die semipermeabel und daher nicht für alle Ionen gleichermaßen durchlässig ist. In der Zelle befinden sich vor allem K^+ -Ionen sowie große negative Anionen. Die großen Anionen sind besonders Proteinanionen. Außerhalb der Zelle im Interstitium finden wir dagegen vor allem Na^+ - und Cl^- -Ionen, in kleiner Konzentration auch HCO_3^- -Ionen. In allen unerregten Zellen ist die Permeabilität für K^+ -Ionen und Cl^- -Ionen am größten. Für die großen Eiweißanionen sowie für die Na^+ -Kationen ist die Membran praktisch undurchlässig. Parallel zu diesem Verhalten der Ionen ergibt sich ein elektrischer Spannungsunterschied zwischen dem Zellinneren und der Zelloberfläche. Dieses Potential nennt man das Ruhepotential.¹⁴

- Die lokale Erregung

Erregt werden können die Zellen, die auf Erregbarkeit spezialisiert sind (Muskel-, Nerven- und Rezeptorzellen). Die Erregung besteht darin, dass unter dem Einfluss eines physikalischen oder chemischen Reizes die Zellmembran ihre Permeabilität selektiv ändert. Unter dem Einfluss eines Reizes wird die Membran für die Na^+ -Ionen permeabel, die infolge ihres Konzentrationsgradienten in das Zellinnere gelangen. In weiterer Folge bricht das Ruhepotential zusammen, d.h. die Zelle wird depolarisiert. Trifft der Reiz die Zelle nur eine kurze Zeit, so bildet sich die Erregung zurück, man nennt diese Anfangsdepolarisation auch „lokale Erregung“.¹⁵

¹³ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.9f

¹⁴ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.9

¹⁵ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.11

- Die fortgeleitete Erregung

Zu einer fortgeleiteten Erregung kommt es wenn ein Schwellenpotential überschritten wird. Durch den vermehrten Einstrom von noch mehr Na^+ -Ionen wird das Zellinnere für einen kurzen Moment positiv gegenüber dem Äußeren. Nach der Strömchentheorie kommt die fortgeleitete Erregung dadurch zustande, dass das lokale Aktionspotential einer Zellmembran den noch unerregten Nachbarabschnitt der Membran erregt, der wiederum den nächsten etc., so dass sich die Erregung wie eine Welle ausbreitet. Nachdem die Erregungswelle abgelaufen ist, sorgen die Ionenpumpen wieder für eine Restitution des Ionengleichgewichtes. Nach der Erregung ist die Membran für eine kurze Zeit refraktär. (d.h. es kann keine neue Erregung ausgelöst werden).¹⁶

5.3 Der Gesamtmuskel

Das Prinzip in der Organisation des Muskels stellt jedoch nicht die Einzelfaser, sondern die „motorische Einheit“ dar. Darunter versteht man eine von Muskel zu Muskel variable Zahl von Muskelfasern, die von einer motorischen Vorderhornzelle versorgt werden. (siehe Abb.5).

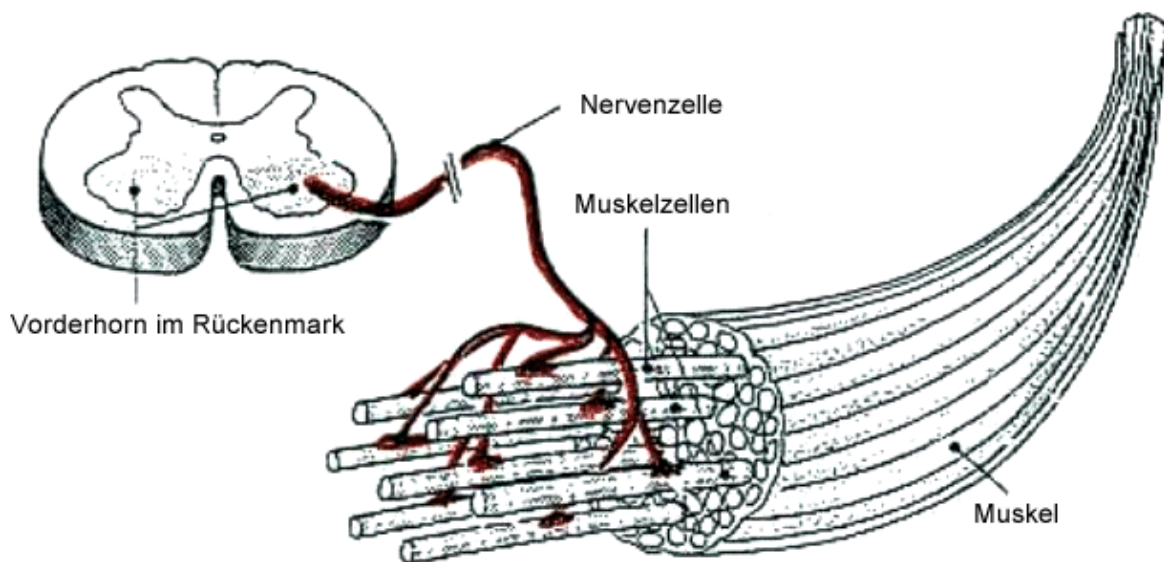


Abb.4: Motorische Einheit¹⁷

¹⁶ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.11f

¹⁷URL:http://www.sport.freepage.de/cgi-bin/feets/freepage_ext/41030x030A/rewrite/lksport/motoeinheit.html

Diese motorischen Einheiten sind nicht streng abgrenzbar, sondern überschneiden sich gegenseitig. Das Verhältnis zwischen Zahl der Nervenfasern und der Zahl der motorisch versorgten Muskelfasern nennt man das Innervationsverhältnis, das umso kleiner ist, je feiner die Bewegungen und die Kraft des Muskels abgestuft werden können. Die Kraft kann im Gesamtmuskel zusätzlich auch durch die Zahl der innervierten motorischen Einheiten festgelegt werden, in der Regel gilt, dass etwa zwei Drittel der Muskelfasern eines Muskels willkürlich gleichzeitig innerviert werden können. Alle Muskelfasern gleichzeitig können sich nur unwillkürlich über einen Eigenreflex kontrahieren. In diesem Fall liegt die aufgebrauchte Kraft schon nahe an der Reißfestigkeit, so dass unter ungünstigen Bedingungen Muskelfaserrisse auftreten können.¹⁸

5.4 Die Muskelermüdung als Störung des biochemischen Gleichgewichts

Definiert wird die Muskelermüdung als ein Zustand, in dem die Leistungsfähigkeit des Muskels herabgesetzt, die Erholung als ein Zustand, in dem sie wieder gesteigert ist. Bei jeder Kontraktion des Muskels wird das biochemische Gleichgewicht gestört. Wird aerobe Arbeit geleistet, so tritt während der Kontraktion für einen kleinen Moment eine Verminderung der Energiereserve des ATP (Adenosintriphosphat) ein, die man schon als Ermüdung im Sinne der oben angeführten Definition bezeichnen könnte. Diese Ermüdung wird durch die Erholung (Wiederauffüllung des ATP-Speichers) während der Erschlaffung des Muskels voll kompensiert. Es bleibt also kein Ermüdungsrückstand bestehen, d.h. Ermüdung und Erholung halten sich die Waage. Wird dagegen die Leistung komplett oder partiell anaerob durchgeführt, so kann in der Erholungsphase die Ermüdung nicht vollständig kompensiert werden. Somit bleibt ein Ermüdungsrückstand bestehen, der erst nach der Arbeit und der Restitution des Ruhezustandes wieder weggeschafft wird. Muskelermüdung und Muskelerholung sind Ausdruck eines gestörten Stoffwechselgleichgewichtes in der Muskulatur. Je größer das Ausmaß des energetischen Ungleichgewichtes ist, desto größer ist auch die Muskelermüdung.¹⁹

¹⁸ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.19f

¹⁹ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.40f

5.5 Sportartspezifischer Energiebedarf

Von der richtigen Energiezufuhr spricht man, wenn das Gewicht langfristig konstant ist und es zugleich im empfohlenen Rahmen liegt. Dann deckt die Energiezufuhr den erforderlichen Energieverbrauch. Das Gewicht lässt sich über den BMI (Body Mass Index) einordnen:

$$\text{BMI} = \frac{\text{Körpergewicht (in kg)}}{\text{Körperlänge (in m}^2\text{)}}$$

Alter	Körperfettanteil bei Frauen			Körperfettanteil bei Männern		
	gut	mittel	erhöht	gut	mittel	erhöht
20-24	22,1	25,0	29,6	14,9	19,0	23,3
25-29	22,0	25,4	29,8	16,5	20,3	24,3
30-34	22,7	26,4	30,5	18,0	21,5	25,2
35-39	24,0	27,7	31,5	19,3	22,6	26,1
40-44	25,6	29,3	32,8	20,5	23,6	26,9
45-49	27,3	30,9	34,1	21,5	24,5	27,6
50-59	29,7	33,1	36,2	22,7	25,6	28,7
>60	30,7	34,0	37,3	23,3	26,2	29,3

BMI-Wert	Bedeutung
unter 19	Untergewicht
19 bis 25	Normalgewicht
25 bis 30	Übergewicht
30 bis 35	Adipositas (Fettsucht) Grad 1
35 bis 40	Adipositas (Fettsucht) Grad 2
über 40	Adipositas (Fettsucht) Grad 3

BMI > 39 enormes Übergewicht	BMI 30 - 39 Übergewicht	BMI 25 - 29 leichtes Übergewicht	BMI 20 - 25 Normalgewicht	BMI < 20 Untergewicht
--	-----------------------------------	---	-------------------------------------	------------------------------------

Abb.5: Gewichtseinteilung nach BMI²⁰

Gut anwendbar ist der BMI für normalgewichtige Personen mit wenig oder „normalem“ Muskelanteil, sowie für schlanke oder fettleibige Personen. Der BMI ist immer nur zur Einschätzung des Körpergewichtes empfehlenswert und muss je nach Körperbau spezifisch hinterfragt werden. Der spezifische Energieverbrauch, der erforderlich ist, um den Bedarf eines Tages sicherzustellen, lässt sich wie folgt berechnen: **Gesamtenergieumsatz** = Grundumsatz (GU) + Leistungsumsatz (Grund, Arbeits- und Leistungsumsatz).²¹

²⁰URL:http://www.picstopin.com/505/tabelle/https:%7C%7Cwww*fester*de%7C3listen%7Cascii-all*png/

²¹ Raschka C., Ruf S.: Sport und Ernährung. Wissenschaftlich basierte Empfehlungen und Ernährungspläne für die Praxis. Stuttgart, 2012, S.26f

Für die Aufrechterhaltung der lebenswichtigen Funktionen des Körpers benötigt der Körper Energie. Den Bedarf, den der Körper bei Ruhe benötigt, wird als Grundumsatz (GU) bezeichnet und liegt bei ca. 1kcal/kg Körpergewicht und Stunde. Männer haben in der Regel einen 10% höheren Energieumsatz als Frauen, da ihr Körperbau mehr Muskulatur und weniger Fett aufweist. Der Grundumsatz wird mit dem Grad von Arbeitsschwere bzw. der körperlichen Aktivität in der Freizeit (Sportenergiebedarf) multipliziert. Dieser Wert wird als PAL- Faktor (Physical Activity Level) bezeichnet, die körperliche Aktivität wird dabei in Gruppen eingeteilt (siehe Abb.6).²²

Tätigkeit/ Belastung	PAL-Wert	Beispiele
nur sitzend und liegend	1,2	alte, gebrechliche Menschen
fast nur sitzend, wenig/keine körperliche Aktivität („Vielsitzer“)	1,4–1,5	Schreibtischtätigkeit
überwiegend sitzend, zusätzlich stehende/gehende Tätigkeit	1,6–1,7	Laboranten, Kraftfahrer, Studierende
überwiegend gehend/stehend	1,8–1,9	Verkäufer, Kellner, Handwerker, Hausfrauen/-männer
körperlich anstrengende, berufliche Arbeit	2,0–2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Leistungssportler

Abb.6: Physical Activity Level (PAL)²³

Bei mehreren sportlichen Aktivitäten (vier – fünfmal / Woche) sind zusätzlich 0,3 PAL- Einheiten hinzuzurechnen. Ein Energiedefizit kann zu Gewichts- inklusive Muskelmassenverlusten, Leistungsminderungen und einer erhöhten Anfälligkeit für Krankheiten führen und sollte gerade im Leistungsbereich durch eine professionelle Beratung vermieden werden (z.B. Ernährungsberatung).²⁴

²² Raschka C., Ruf S.: Sport und Ernährung. Wissenschaftlich basierte Empfehlungen und Ernährungspläne für die Praxis. Stuttgart, 2012, S.27

²³ URL:http://books.google.at/books?id=OuFW2_RTGoIC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Christoph+Raschka%22&hl=de&sa=X&ei=9i56Uo_KGaOO7Qa6roEg&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false, S.28

²⁴ Raschka C., Ruf S.: Sport und Ernährung. Wissenschaftlich basierte Empfehlungen und Ernährungspläne für die Praxis. Stuttgart, 2012, S.28

Hierzu folgt noch ein Beispiel für den Tagesenergieverbrauch (siehe Abb.7):

Tagesenergieverbrauch für einen 70kg-Sportler	
8 h Schlaf:	$1 \text{ kcal/kg/h} \times 70 \text{ kg} \times 8 \text{ h} = 560 \text{ kcal}$
16 h Aktivität:	$1,6 \text{ kcal/kg/h} \times 70 \text{ kg} \times 16 \text{ h} =$ 1792 kcal (= PAL: 1 + 0,6)
	Grund-, Arbeits- und Zeitumsatz = 2352 kcal
Trainingsumsatz (Sportenergieumsatz): siehe Wert Energieverbrauch einzelner Sportarten (► Tab. 4.4)	
1,5 h Fußballtraining →	14 kcal/kg/h
Vom Energieumsatz durch Sport muss der PAL-Wert (1,6 kcal/h Tagesverbrauch) abgezogen werden [6]:	
	$14 \text{ kcal/h} - 1,6 \text{ kcal/h} = 12,4 \text{ kcal/h}$
	$12,4 \text{ kcal} \times 70 \text{ kg} \times 1,5 \text{ h} = 1302 \text{ kcal}$ (Trainingsum- satz)
Gesamtenergieverbrauch: $2352 \text{ kcal} + 1302 \text{ kcal} =$ 3654 kcal	

Abb.7: Tagesenergieverbrauch²⁵

²⁵ Raschka C., Ruf S.: Sport und Ernährung. Wissenschaftlich basierte Empfehlungen und Ernährungspläne für die Praxis. Stuttgart, 2012, S.27f

6 Blutkreislauf und Arbeit

Der Transport der Nährstoffe und des Sauerstoffs zum Ort des Umsatzes, der Abtransport der Endprodukte und der gebildeten Wärme, sowie die Informationsübermittlung durch humorale Steuerungsmechanismen erfolgt über das Blut. Die Tatsache, dass die arbeitende Muskulatur an verschiedenen Orten des Körpers liegen kann, stellt an die Regulation der Blutverteilung besonders hohe Anforderungen. Das Blut ist durch eine Reihe von Eigenschaften hervorragend als Transportmittel geeignet.²⁶

6.1 Der Transport des Sauerstoffs

Der Transport des Sauerstoffs erfolgt hauptsächlich durch das Hämoglobin. Das Hämoglobin befindet sich in den Erythrozyten, von denen im Blut 5 Mill./mm³ zu finden sind. Die Fähigkeit zum Sauerstofftransport verdankt das Hämoglobin der Eigenschaft, dass es mit dem Sauerstoff eine dissoziabile Verbindung eingeht, die vom Sauerstoffgehalt des Plasmas abhängig ist. Die O₂- Dissoziationskurve stellt die Beziehung zwischen Sauerstoffdruck und Sauerstoffgehalt dar. (siehe Abb.7):

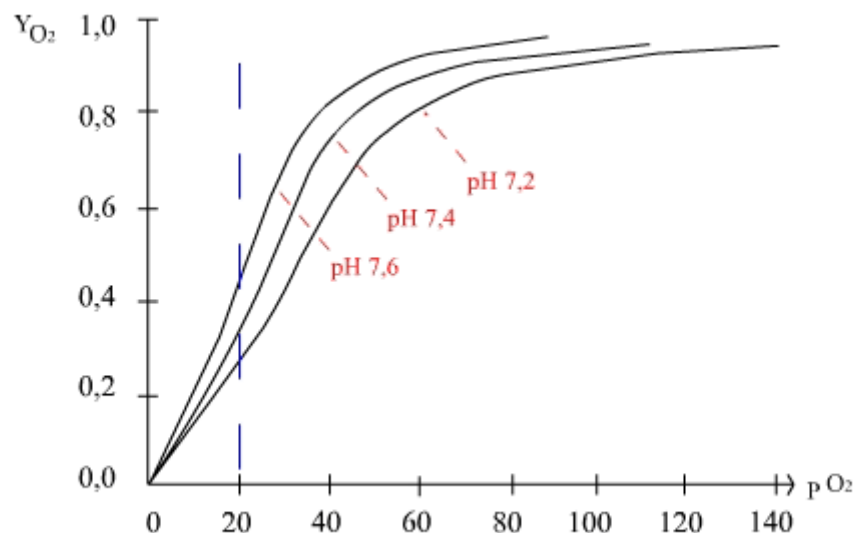


Abb.8.: Die Beziehung zwischen Sauerstoffdruck und Sauerstoffsättigung bei verschiedenen pH-Werten des Blutes.²⁷

²⁶ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.81

²⁷ URL: http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteine/haemoglobin.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/proteine/funktion_v_prot/sauerstofftransport/hb_allost_ph.vscml.html

Vom Standpunkt der Physiologie des Sportes ist es wichtig, dass die O_2 -Dissoziationskurve nicht konstant ist, sondern durch äußere Einflüsse modifiziert werden kann (z.B. kommt es mit steigendem CO_2 - Druck zu einer Rechtsverschiebung der Kurve, dabei wird die bei einem bestimmten O_2 - Druck gebundene O_2 - Menge geringer. Mit sinkendem CO_2 - Druck kommt es hingegen zu einer Linksverschiebung.²⁸

6.2 Der Kohlendioxydtransport

Die Bindung des Kohlendioxyds im Blut kann man ebenfalls in einer Dissoziationskurve darstellen, die allerdings eine andere Form hat (siehe Abb.9).²⁹

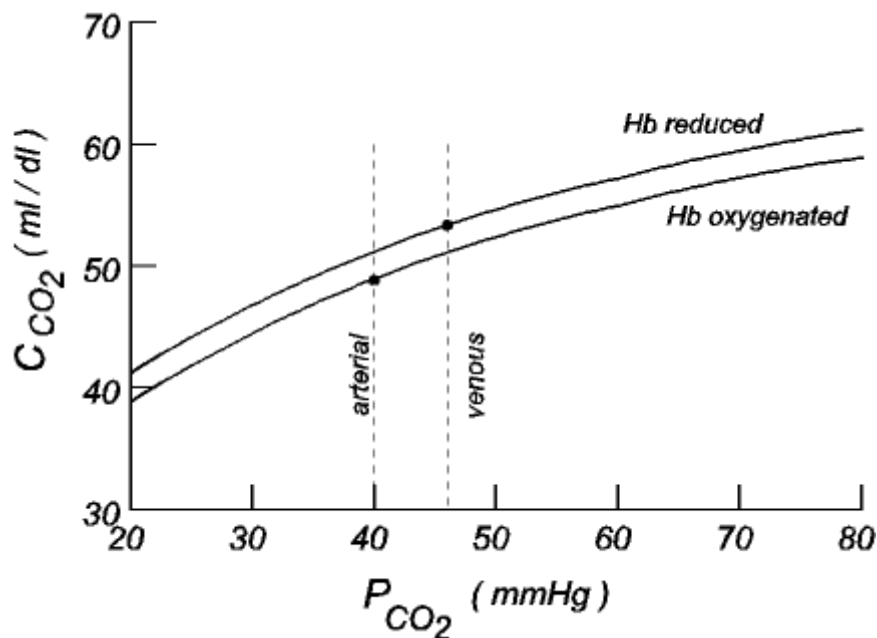


Abb.9.: Die CO_2 - Dissoziationskurve des Blutes

Die gezeigte Kurve verläuft für reduziertes und oxygeniertes Blut verschieden. Das voll reduzierte normale Blut vermag bei physiologischem CO_2 - Druck pro 100cm^3 Blut $13,5\text{ cm}^3$ CO_2 mehr zu binden als das voll oxygenierte Blut. Diese Differenz in der Bindungskapazität ist durch Vorgänge bedingt, die mit der Oxygenierung bzw. der O_2 - Abgabe des Hämoglobins verbunden sind. Für den CO_2 - Transport ist jedoch diese Bindungsform nur von sehr geringer Bedeutung. Der erste Teil ist das CO_2 , das physikalisch gelöst ist, der zweite Teil des CO_2 befindet sich als Bikarbonat im Plasma, sowie in den Zellen und ist mit Abstand der größte Anteil des gesamten CO_2

²⁸ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.81

²⁹ URL: http://www.che.iitb.ac.in/faculty/gks/studproj/cfa_2002/rahul_harkisanka/cfa1.html

(hier wird auch der größte Teil des anfallenden CO₂ transportiert). Der dritte Teil ist das Karbaminohämoglobin, das direkt an das Hämoglobin gebunden ist und der Anteil dieser Fraktion am CO₂-Transport ist größer als der des gelösten CO₂.³⁰

6.3 Die Muskeldurchblutung

Die Muskeldurchblutung beträgt in Ruhe 3ml/100g/min, bei maximaler Arbeitsbelastung kann sie auf 50-130ml/100g/min steigen. Bei schwerster Arbeitsbelastung bzw. Sportbelastung reicht trotz der Steigerung der Durchblutung die Versorgung des Muskels mit Sauerstoff nicht aus, so dass zusätzlich die anaerobe Energiegewinnung fortgesetzt wird und die hieraus resultierende Lactatbildung zur Ermüdung des Muskels beiträgt. Die nach 30 Sekunden einsetzende Zunahme der Muskeldurchblutung ist eine Folge lokaler, vasodilatatorisch wirkender Faktoren. Bei statischer Muskelarbeit mit isometrischer Kontraktion und ohne Entspannungsphasen kann die Muskeldurchblutung dagegen abnehmen. Der intramuskuläre Druck führt zu einem mechanischen Verschluss der Kapillaren und dadurch kommt es zu einer Durchblutungseinschränkung. Diese Fähigkeit zu statischer Muskelarbeit ist sehr limitiert, da entweder nur ein Teil der maximalen Kontraktionskraft eingesetzt oder die Kontraktion nur kurzfristig durchgehalten wird. Der Bewegungsapparat des Menschen ist auf dynamische Bewegungsabläufe ausgerichtet, nicht auf statische.³¹

6.4 Energiestoffwechsel

Die Leistungsfähigkeit des Organismus bestimmt der Zellstoffwechsel, denn die Zelle gewinnt ihre Energie durch Verbrennung der Nährstoffe Kohlenhydrate, Fette und in geringem Umfang auch Eiweiß. Zu Beginn einer Belastung und bei sehr hohen Intensitäten nützt die Zelle einen weniger energieträchtigen Weg und baut Kohlenhydrate ohne Zufuhr von Sauerstoff ab (anaerob). Beim aeroben Stoffwechsel werden die Nährstoffe unter Zufuhr von Sauerstoff zu CO₂ und H₂O verbrannt, beim anaeroben Stoffwechsel wird, bei sehr kurzer Arbeit, auf vorhandene Energiespeicher (z.B. ATP, Kreatinphosphat) zurückgegriffen oder es werden

³⁰ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.83f

³¹ Hick C., Hick A.: Intensivkurs Physiologie. 5., vollständige überarbeitete und aktualisierte Auflage unter Mitarbeit von Jan Hartmann und Friedrich Jockenhövel. München, 2006, S.137f

Kohlenhydrate zu Milchsäure abgebaut. Die Stoffwechselsituation zeigt der Sauerstoffverbrauch sowie der Milchsäureanstieg.³²

6.5 Die Herzfrequenz

Die Pulsfrequenz bietet dem/der Arzt/in, Sportlehrer/in sowie dem/der Sportler/in selbst eine einfache Möglichkeit zur Beurteilung der Kreislaufsituation. Sie ist ein Maß für die Belastungsintensität und gibt Auskunft über die Erholungsfähigkeit und den Trainingszustand. Vom Hochleistungssport bis zur Infarktrehabilitation übt die Registrierung der Herzfrequenz eine Kontrollfunktion aus. Für den Sportler ist sie das wichtigste Instrumentarium zur Beurteilung seiner körperlichen Aktivität.³³

6.6 Der Blutdruck

Der Blutdruck ist die Energie, die gebraucht wird, um unsere Organsysteme mit Blut zu durchströmen, dieser Druck wird von der Pumpe, dem Herzen, aufgebracht. Je höher der Druckanstieg, desto stärker die Kontraktionskraft des Herzens. Die Gefäßweite muss jedoch an das vom Herzen ausgeworfene Volumen angepasst werden, sonst verpufft die Energie und der Druck fällt ab. Bei Engstellung der Arterien und Arteriolen, sprich bei hohem Widerstand steigt der Druck an, bei großer Gefäßweite und niedrigem Widerstand fällt der Druck ab. Der Blutdruck sollte in Ruhe und unter körperlichen Belastungen betrachtet werden. Bei einem 20-jährigen gesunden Mann erwarten wir einen Blutdruck von 120/80mmHg, hierbei entsprechen 120mmHg dem systolischen und 80mmHg dem diastolischen Blutdruck. Der systolische Druck wird im großen Kreislauf während der Kontraktionsphase des Herzens (Systole) registriert, der zweite Wert wird während der Füllungsphase des Herzens (Diastole) gemessen und garantiert dem Kreislauf trotz rhythmischer Pumparbeit des Herzens eine kontinuierliche Strömung.³⁴

³² Rieckert, Hans: Leistungsphysiologie. Eine themenorientierte Darstellung für Sportstudenten, Sportlehrer und Sportärzte. Schorndorf, 1986, S.66f

³³ Rieckert, Hans: Leistungsphysiologie. Eine themenorientierte Darstellung für Sportstudenten, Sportlehrer und Sportärzte. Schorndorf, 1986, S.6

³⁴ Rieckert, Hans: Leistungsphysiologie. Eine themenorientierte Darstellung für Sportstudenten, Sportlehrer und Sportärzte. Schorndorf, 1986, S.31

6.6.1 Der Blutdruck bei körperlicher Belastung

Eine Sympathikussteigerung führt zu zwei wesentlichen Effekten im Kreislauf, zu einer Steigerung der Herzfrequenz und damit des Herzzeitvolumens, sowie zu einem sympathischen Impulseinstrom zu den Vasokonstriktoren. Da in der arbeitenden Muskulatur die Schwelle der Vasokonstriktoren als sympathische Konstriktorenreize erhöht ist, betrifft diese nur die nicht an der Arbeit beteiligten Gefäße, so dass damit gleichzeitig das Blutvolumen weitgehend in die arbeitenden Gebiete umgeleitet wird. Bei körperlicher Arbeit wird der Sollwert nach oben verstellt, d.h. dass die Abnahme des peripheren Widerstandes geringer als die Zunahme des Herzminutenvolumens ist. Das Verhalten des diastolischen Blutdrucks hängt vom jeweiligen Trainingszustand ab. Beim Untrainierten steigen alle Blutdruckgrößen an, beim Trainierten bleibt der diastolische Druck konstant oder fällt nur leicht ab.³⁵

6.7 Der Puls als Richtlinie für das Training

Um einen positiven Trainingseffekt bzw. Erfolg zu haben muss eine zuvor definierte Trainingsintensität erreicht werden. Die beste Kreislaufadaption wird erreicht wenn folgende Faustregel beachtet wird:³⁶

- *„Nach Hollmann (1976) beträgt die Mindestpulsfrequenz bei jungen Menschen 200 minus Lebensalter, bei über 50jährigen 180 minus Lebensalter. Dauer: 10 Minuten täglich oder 3x in der Woche 30 Minuten.“³⁷*
- *„Berg/Keul (1980) geben folgende Regel für den Breitensport an:
Intensität: 50 -70%, Herzfrequenz 130 bis 150 Schläge/min;
Dauer: ½ bis 1 Stunde;
Mehr als 20% der Muskelmasse muß aktiviert werden.“³⁸*

Für den Hochleistungssport sind diese Werte jedoch zu gering. Hier muss die Intensität circa 80% des Leistungsoptimums, die Herzfrequenz 170/180 Schläge/min betragen.

³⁵ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.118

³⁶ Rieckert, Hans: Leistungsphysiologie. Eine themenorientierte Darstellung für Sportstudenten, Sportlehrer und Sportärzte. Schorndorf, 1986, S.16f

³⁷ Hollmann, W., Hettinger T.: Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart/New York, 1976

³⁸ Berg, A., Keul, J.: Körperliche Aktivität bei Gesunden und Koronarkranken. Forum 4. Galenus Mannheim, 1980

6.8 Die Atmung in der Leistungsphysiologie

Der Sauerstoffbedarf steigt in Abhängigkeit von der Leistung. Da die Sauerstoffabnahme erst mit einer leichten zeitlichen Verzögerung von drei bis fünf Minuten ein „Steady state“ (Fließgleichgewicht z.B. Lactatkonzentration) erreicht und erst dann dem Sauerstoffbedarf entspricht, wird bei Arbeitsbeginn innerhalb der ersten Minuten ein Sauerstoffdefizit eingegangen. In der Erholungsphase wird die gesteigerte Sauerstoffabnahme kurzfristig fortgeführt und kehrt erst langsam zum Ruhewert zurück. Somit wird das anfängliche Sauerstoffdefizit ausgeglichen (siehe Abb.10).

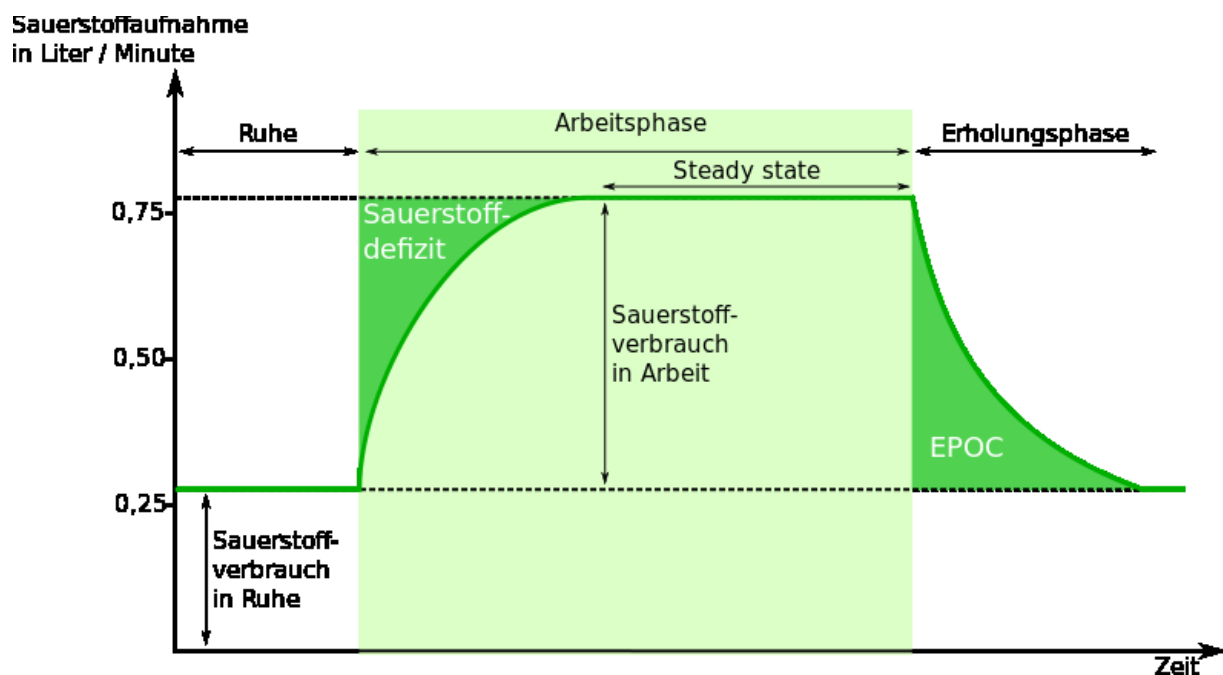


Abb.10.: Sauerstoffaufnahme (in l/min)³⁹

Bei Arbeit unterhalb der Dauerleistungsgrenze bleibt das zu Beginn der Arbeit eingegangene Sauerstoffdefizit konstant, während bei Arbeit oberhalb der Dauerleistungsgrenze das Sauerstoffdefizit kontinuierlich zunimmt. Um dem gesteigerten Sauerstoffbedarf gerecht zu werden, steigt das Atemminutenvolumen an, hierzu nehmen das Atemzugvolumen und die Atemfrequenz aufgrund zentraler Stimulationen zu. Das Atemminutenvolumen kann bei maximaler Belastung auf bis zu 100l/min zunehmen (vgl. in Ruhe 6-8 l/min). Die O₂-Aufnahme kann so von 0,25l/min in Ruhe auf 2-5 l/min gesteigert werden.⁴⁰

³⁹ URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoffdefizit>

⁴⁰ Hick C., Hick A.: Intensivkurs Physiologie. 5., vollständige überarbeitete und aktualisierte Auflage unter Mitarbeit von Jan Hartmann und Friedrich Jockenhövel. München, 2006, S.139

7 Körperliche Leistungsfähigkeit

Als körperliche Leistungsfähigkeit bezeichnet man die Fähigkeit, körperliche Leistungen mit seinen Muskeln durchzuführen oder ohne großen Kraftaufwand das Gleichgewicht zu halten. Wie es uns die tägliche Erfahrung lehrt, sind die Leistungen, die ein Mensch durchzuführen hat, so unterschiedlich, dass sich ein einheitliches Maß für die Leistungsfähigkeit des Menschen nicht aufstellen lässt. Natürlich gibt es unterschiedliche Formen der körperlichen Leistungsfähigkeit:⁴¹

- Die Höchstleistungsfähigkeit
- Die Dauerleistungsfähigkeit
- Muskelermüdung
- Steigerung der Leistungsfähigkeit (durch Training)

7.1 Die Höchstleistungsfähigkeit

Wenn die terminale Strombahn nicht mehr weiter geöffnet werden kann, oder wenn die Förderkapazität des Herzens die obere Grenze erreicht hat, kann die Durchblutung für den aeroben Stoffwechsel den notwendigen Sauerstoff nicht mehr zum Muskel transportieren. In diesem Falle ist das maximale Herzzeitvolumen der begrenzende Faktor, welches man nur mit großer Schwierigkeit messen kann. Deshalb bestimmt man eine hiervon abhängige Größe, die maximale Sauerstoffaufnahme, die damit stellvertretend eine Aussage über die Anpassungsbreite des Kreislaufsystems erlaubt. Will man eine große Leistung abrufen, bei der viele Muskelgruppen beteiligt sind, so wird, der Sauerstoffbedarf größer als das maximale O₂- Aufnahmevermögen. Wird diese Leistung in erheblichem Umfang beansprucht, so dass sie in wenigen Minuten zur Erschöpfung führt, sind 98% des maximalen O₂- Aufnahmevermögens nach 3 bis 4 Minuten erreicht.⁴²

⁴¹ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.193

⁴² Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.199f

7.2 Die Dauerleistungsfähigkeit

Für die Leistung in körperlich arbeitenden Berufen kann und darf niemals die Höchstleistung maßgebend sein, sondern viel mehr etwas, das man in der englischen Sprache Life Time Efficiency nennt (d.h. über das gesamte Leben gemessenen Arbeitserfolg). Diese Überlegung setzt voraus, dass man einerseits den Organismus nicht ständig über seine Dauerleistungsfähigkeit belastet, weil man aus Erfahrung weiß, dass dann Schädigungen auftreten, die man unter dem Begriff der Abnutzungserkrankungen zusammenfasst. Auf der anderen Seite verursacht eine Unterbelastung auch wieder Schäden, die man unter dem Oberbegriff Zivilisationsschäden zusammenfasst. Junge Menschen können relativ lange eine Leistung durchhalten, die diesen Anforderungen entspricht. Bei älteren Menschen rückt die Dauerleistungsfähigkeit immer näher an die Höchstleistungsfähigkeit heran, weil sie stärker als die Dauerleistungsfähigkeit abnimmt. Für Untrainierte ist die lokale Muskelausdauer begrenzt, wenn an einem Arbeitsvorgang weniger als 1/7 der Gesamtmuskulatur beteiligt ist.⁴³

7.3 Die Muskelermüdung

Jede Leistung oberhalb der Dauerleistungsgrenze führt zu einer Einschränkung der Leistungsfähigkeit, die man als Muskelermüdung oder auch periphere Ermüdung bezeichnet. Während der Kontraktion werden die energiereichen Phosphatspeicher entleert und während der Erschlaffungszeit wieder aufgeladen. Das physikochemische Ruhegleichgewicht ist also durch die Kontraktion gestört und wird während der Erschlaffung wieder hergestellt (d.h. jede Änderung des Ruhegleichgewichtes vermindert die Leistungsfähigkeit und bedeutet deshalb schon Ermüdung). Wenn oberhalb der Dauerleistungsgrenze ein Missverhältnis zwischen Bedarf und Antransport von Sauerstoff besteht, kann die Erholung die Ermüdung nicht quantitativ beseitigen. Nach jeder Kontraktion des Muskels bleibt ein Ermüdungsrückstand bestehen. Der Muskel verarmt fortlaufend an energiereichen Verbindungen und häuft metabolische Endprodukte an und dieses Ausmaß der Verarmung bezeichnet man als Ermüdungsgrad.⁴⁴

⁴³ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.204f

⁴⁴ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.212f

7.4 Die Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Training

Als Training bezeichnet man einen Einfluss, der die Leistungsfähigkeit durch messbare Änderung der Organstruktur verbessert. Der gesunde Mensch, der sein Herz- Kreislaufsystem trainiert, verbessert damit auch automatisch seine Leistungsfähigkeit für Ausdauerleistungen. Für die sportliche Höchstleistung in Ausdauersportarten ist nicht nur die Kreislaufleistungsfähigkeit maßgebend, dennoch ist sie eine wichtige Grundlage, auf der die Technik, der Stil und die Taktik für die entsprechende Sportart aufgebaut werden können. Ein Sportler, der die Technik seiner Disziplin besonders gut beherrscht, hat den Bewegungsablauf besonders genau ökonomisch programmiert. Dadurch verbraucht er weniger Sauerstoff und kann damit das, was ihm an Sauerstoffaufnahmevermögen fehlt, kompensieren. Gerade das Training mit seinen vielen Varianten bzw. Variationen und seinem messbaren Erfolg über Wettkampfrekorde ist ein fortlaufendes Experiment.⁴⁵

⁴⁵ Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971, S.227f

8 Die Ernährung des Sportlers

Der Zweck der Ernährung ist es, den durch Grundumsatz (Erhaltungsumsatz) und Leistungsumsatz (vermehrter Umsatz aufgrund körperlicher Aktivität) bedingten Energie- und Vitalstoffverbrauch durch eine entsprechende Zufuhr wieder auszugleichen. Bei jedem/r Sportler/in hat dieser Ausgleich in besonders ausgeprägtem Maße zu erfolgen, da sportliche Höchstleistungen nur auf einer optimalen Trainings- und Ernährungsbasis realisiert werden können. Durch die Ernährung werden fünf Energiebilanzen im Gleichgewicht gehalten:⁴⁶

- Kalorienbilanz
- Nährstoffbilanz
- Mineralstoffwechselbilanz
- Vitaminbilanz
- Flüssigkeitsbilanz

8.1 Die Kalorienbilanz

Die Kalorienbilanz umfasst den Energieverbrauch durch Verbrennung von Kohlenhydraten, Fetten und Eiweiß, sowie deren Restitution über die Nahrungsaufnahme. Für den Energiestoffwechsel sind die Kohlenhydrate und Fette von Bedeutung, für den Baustoffwechsel insbesondere die Proteine. Bei der Nahrungsaufnahme bzw. Nahrungsverarbeitung treten auf Grund der spezifisch-dynamischen Wirkung der Nahrungsmittel und durch die Verdauungsarbeit Energieverluste auf. Um den Realwert der zugeführten Nahrungsmittel richtig einzustufen, müssen demnach die Verluste, die durch Verdauungsarbeit und die spezifisch dynamische Wirkung (d.h. jene Wirkung, die allein durch die Nahrungsaufnahme, bzw. den Ab- und Umbau der Nährstoffe entsteht) entstehen, bei der Beurteilung der notwendigen Kalorienzufuhr berücksichtigt werden.⁴⁷

⁴⁶ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.348

⁴⁷ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.348f

Anbei eine Tabelle zum Kalorienverbrauch beim Sport:

Sportart	Gewicht 50kg	Gewicht 70kg	Gewicht 80 kg	Gewicht 90kg
Aerobic	415 Kalorien	581 Kalorien	664 Kalorien	747 Kalorien
Basketball	300 Kalorien	420 Kalorien	480 Kalorien	540 Kalorien
Fußball	580 Kalorien	812 Kalorien	928 Kalorien	1044 Kalorien
Golf	250 Kalorien	350 Kalorien	400 Kalorien	450 Kalorien
Handball	430 Kalorien	602 Kalorien	688 Kalorien	774 Kalorien
Joggen	640 Kalorien	896 Kalorien	1024 Kalorien	1152 Kalorien
Nordic Walking	500 Kalorien	700 Kalorien	800 Kalorien	900 Kalorien
Radfahren	480 Kalorien	672 Kalorien	768 Kalorien	864 Kalorien
Volleyball	175 Kalorien	245 Kalorien	280 Kalorien	315 Kalorien
Yoga	140 Kalorien	196 Kalorien	224 Kalorien	252 Kalorien

Abb.11.: Kalorientabelle zu verschiedenen Sportarten⁴⁸

8.2 Die Nährstoffbilanz

Die Nährstoffbilanz beinhaltet das richtige Verhältnis der bei der Nahrung aufgenommenen Kohlenhydrate, Fette und Eiweiße. Bei normaler Mischkost ergibt sich eine Nährstoffverteilung von ca. 60% Kohlenhydraten, 25% Fetten und 15% Eiweiß. Beim Kraftsportler sollte sich dieses Verhältnis mehr in Richtung Eiweißaufnahme verschieben, beim Ausdauersportler mehr in Richtung Kohlenhydrataufnahme. Der Kraftsportler benötigt zum Aufbau von Muskelmasse ein ausreichendes Angebot an Eiweiß (bis zu 3g/kg Körpergewicht). Dies ist darauf zurückzuführen, dass Proteine nicht nur zum Aufbau bzw. zur Erhaltung von Muskelzellstrukturen, sondern auch zur Synthese von Hormonen und Enzymsystemen dienen, die ja fast ausschließlich aus Eiweiß bestehen. Da körperliche Belastung von längerer Dauer aber zu einem gesteigerten Verschleiß an kontraktilen Elementen, zu verstärkten strukturellen Veränderungen an der Zellmembran und den Mitochondrien sowie zu einer vermehrten Inaktivierung von Enzymen und Hormonen führt, so kommt es auch beim Ausdauersportler zu einem erhöhten Eiweißbedarf. Es ist also sowohl für den Ausdauersportler, als auch für den Kraftsportler wichtig, dass Kohlenhydrate bzw. Eiweiß nach dem Training so schnell wie möglich zur Verfügung gestellt werden, um die rasche Wiederauffüllung der entleerten Energiespeicher bzw. den Einbau von Aminosäuren (kleinste

⁴⁸ URL: <http://www.joggen-online.de/gesunde-ernaehrung/essen-sport/kalorienverbrauch.html>

Eiweißbausteine) in die Zellstrukturen der Arbeitsmuskulatur zu ermöglichen. Ist die Ernährung während der Trainingsperiode bzw. nach den jeweiligen Belastungen unterkalorisch oder nicht im erforderlichen Nährstoffverhältnis, dann kann es zu einem Abfall des Leistungsvermögens kommen (siehe Abb.12).⁴⁹

Belastung	
<i>Verbrauch von Stoffen des Energie- und Baustoffwechsels</i>	
Optimale Nährstoffversorgung	Ungenügende Nährstoffversorgung
Superkompensation	Schleichende Verarmung
Erhöhte Leistungsfähigkeit	Übertrainingszustand

Abb.12.: Veränderungen im Bereich des sportlichen Leistungsvermögens in Abhängigkeit von einer entsprechenden Ernährung

8.3 Die Mineralstoffwechselbilanz

Die wichtigsten Mineralstoffe sind Natrium, Kalium, Chlorid, Kalzium, Magnesium, Phosphor und Eisen. Sie sind im unterschiedlichen Maße am Aufbau des Körpers bzw. an den Funktionen des aktiven Bewegungsapparates beteiligt. Verluste durch sportliche Aktivitäten bzw. Leistungen müssen sorgsam ausgeglichen werden, um die Funktionsfähigkeit des Organismus und damit die körperliche Leistungsfähigkeit des Sportlers nicht zu gefährden. Die wichtigsten Vertreter in kurzer Beschreibung:

8.3.1 Natrium, Chlorid und Kalium

Natrium und Chlorid kommen vorwiegend in den Körperflüssigkeiten vor, Kalium dagegen findet sich vermehrt in der Zelle. Die Konzentrationsunterschiede dieser Mineralstoffe sind für die Erregbarkeit der Muskelzelle wichtig. Kommt es bei intensiven und langandauernden sportlichen Belastungen zu erhöhten Verlusten, so können Störungen im Bereich der Muskelkontraktionssfähigkeit, von der Muskelschwäche bis hin zu Muskelkrämpfen bzw. im Wasser- und Elektrolythaushalt auftreten.⁵⁰

⁴⁹ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.350f

⁵⁰ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.351f

8.3.2 Magnesium

Magnesium hat ebenso wie Kalium eine günstige Wirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit. Als Aktivator verschiedener Enzymsysteme greift es in den Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel ein und ist darüber hinaus bei der neuronalen und synaptischen Erregungsübertragung sowie der Muskelkontraktion von wichtiger und entscheidender Bedeutung.⁵¹

8.3.3 Eisen

Eisen ist nicht nur bei den Atmungsvorgängen und bei der Bildung von Enzymen wichtig, sondern auch bei der Blutbildung. Fällt der Eisenspiegel durch vermehrte körperliche Belastung ab, so kommt es zu einer verminderten Blutbildung und damit zu einer Abnahme der Leistungsfähigkeit. Vor allem bei Jugendlichen, die aufgrund von Wachstumsvorgängen einen erhöhten Eisenbedarf haben, ist dies besonders zu beachten. Der Sportler hat ca. einen 2 bis 3 mal so großen Eisenbedarf wie ein Nichtsportler.⁵²

8.4 Die Vitaminbilanz

Vitamine sind Nährstoffe, die für das Wachstum, die Erhaltung und Fortpflanzung unentbehrlich sind, aber nicht im Organismus selbst synthetisiert werden können, sondern mit der Nahrung zugeführt werden müssen. Der Organismus benötigt sie für die Synthese von Ko-Enzymen oder sie sind als solche für den geordneten Ablauf von Stoffwechselfvorgängen unentbehrlich. Eine schlechtere Ausnützung (Resorptionsstörungen) bzw. ein gesteigerter Verbrauch (sportliches Training, Wachstum) erhöhen den Bedarf. Man unterscheidet fettlösliche – Vitamin A, D, E, K, Q₂, F (= ungesättigte Fettsäuren, kein Vitamin) – und wasserlösliche Vitamine wie B₁, B₂-Komplex, B₆, B₁₂, C, H. Die meisten Vitamine werden bei der Ernährung in genügendem Maße zugeführt, deshalb sind Vitaminmangelkrankheiten auch eher selten geworden. Bei hartem Training, kohlenhydratreicher Ernährung oder bei Langzeitapplikationen steigt der Vitamin B₁ und Vitamin C- Bedarf.⁵³

⁵¹ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.351f

⁵² Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.352f

⁵³ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.353f

8.5 Die Flüssigkeitsbilanz

Das Körperwasser macht beim Menschen je nach Fettanteil 50 bis 70% des Körpergewichts aus. Die Konstanterhaltung des Wasserhaushaltes und des damit eng verbundenen Elektrolythaushaltes (Natrium, Kalium und Chlorid) ist von höchster Bedeutung, da das Wasser für den Organismus eine Vielzahl wichtiger Faktoren zu erfüllen hat:

- Wasser stellt einen Strukturbestandteil von Makromolekülen dar
- Wasser dient als Lösungsmittel für niedermolekulare Substanzen
- Wasser spielt eine wichtige Rolle bei der Thermoregulation (Schweißbildung)
- Wasser wird bei vielen enzymatischen Reaktionen benötigt.

Durch den Verlust von Wasser und Elektrolyten (vor allem für den Leistungssportler sehr wichtig) kommt es zu einer Reihe von leistungsmindernden physischen und psychischen Faktoren:⁵⁴

- Reduktion des Herzschlagvolumens mit einem Anstieg der Herzfrequenz
- Schnellerer Anstieg der Körpertemperatur und damit Verschlechterung der Thermoregulation.
- Verringerung der maximalen Sauerstoffaufnahmefähigkeit
- Müdigkeitsgefühl mit Neigung zum Belastungsabbruch

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch die Ernährung des Sportlers nur dann eine hohe Leistungsfähigkeit erreicht werden kann, wenn alle fünf Energiebilanzen der Ernährung optimal im Gleichgewicht gehalten werden. Für die Trainingspraxis empfiehlt sich nach dem Training folgende Bilanzierungsfolge:⁵⁵

1. Flüssigkeits- und Elektrolytersatz
2. Auffüllung der entleerten Energiespeicher
3. Zufuhr von Proteinen zum Strukturaufbau

⁵⁴ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.354f

⁵⁵ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.355

9 Die Wirkung des Ausdauertrainings auf verschiedene Bereiche des Körpers

9.1 Herz

Ein ausreichend intensives Ausdauertraining führt zu einer Herzvergrößerung, und zwar im Sinne einer Dilatation der Herzkammern und einer Hypertrophie der Herzmuskulatur. Dadurch kommt es zu einer Vergrößerung des Schlagvolumens und damit verbunden zu einer Zunahme des bei Belastung möglichen Herzzeitvolumens. Ein hohes Schlagvolumen hat den Vorteil, dass es sowohl unter Ruhebedingungen, als auch bei Belastung eine ökonomischere Herzarbeit ermöglicht, in beiden Fällen kann der erforderliche Blutbedarf durch Volumenarbeit abgedeckt werden. Ein Beispiel für die enge Beziehung zwischen Herzgröße und Herzarbeit geht aus Abb.13 hervor.⁵⁶

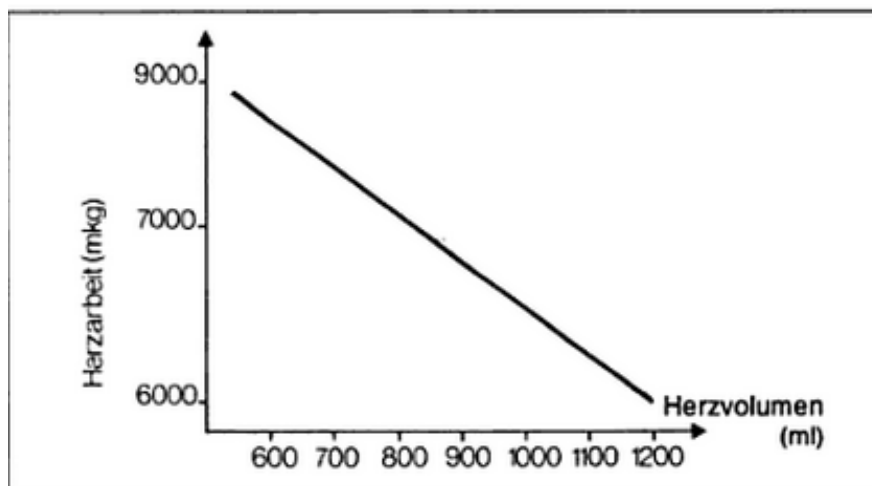


Abb.13.: Die Beziehung des Herzvolumens zur Herzarbeit in 24 Stunden bei ausdauertrainierten Personen⁵⁷

Die Grafik lässt erkennen, dass die tägliche Herzarbeit in Abhängigkeit vom Trainiertheitsgrad außergewöhnlich ökonomisiert werden kann (d.h. je trainierter das Herz ist, desto niedriger ist die Herzfrequenz in Ruhe). Während Trainierte trotz Training nur eine tägliche Herzarbeit von 5 bis 10000 mkp erbringen müssen, liegt dieser Wert bei Untrainierten zwischen 10 bis 25000mkp.⁵⁸

⁵⁶ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.359f

⁵⁷ URL:<http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=4jMYcSFLgccC&oi=fnd&pg=PA16&dq=Wirkungen+des+Ausdauertrainings&ots=Mkq2aBXP1b&sig=N6aPeVnDFLR8I7AUyAhUxONSalc#v=onepage&q=Wirkungen%20des%20Ausdauertrainings&f=false>, S.687

⁵⁸ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.359f

9.2 Blutdruck

Diverse Untersuchungen konnten zeigen, dass sich ein kontinuierliches dynamisches Ausdauertraining mittlerer Intensität günstig auf die verschiedensten Formen der Hypertonie auswirkt. Durch die Verminderung der Katecholaminausschüttung und die damit verbundene Vasokonstriktion kommt es zu einem Blutdruckanstieg bzw. zu einer zunehmenden Senkung und Stabilisierung des Blutdrucks. In weiterer Folge bedeutet dies eine weitere Entlastung des Herzens, zum anderen die Beseitigung eines beachtlichen Risikofaktors für degenerative Gefäßerkrankungen. In Abb.14 sieht man die Abhängigkeit von Ausdauertraining und Blutdruck, sowie die Abhängigkeit von Blutdruck und Alter.⁵⁹

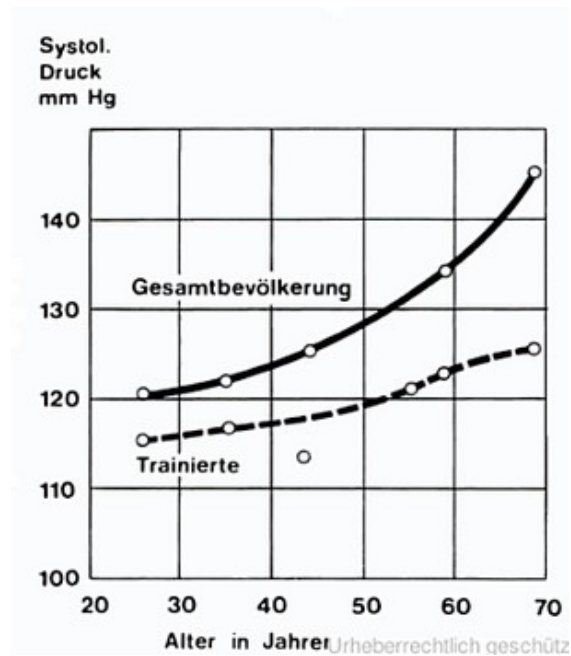


Abb.14.: Das Blutdruckverhalten bei Ausdauertrainierten im Vergleich zur Normalbevölkerung⁶⁰

⁵⁹ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.362f

⁶⁰ URL:<http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=4jMYcSFLgccC&oi=fnd&pg=PA16&dq=Wirkungen+des+Ausdauertrainings&ots=Mkq2aBXP1b&sig=N6aPeVnDFLR8I7AUyAhUxONSalc#v=onepage&q=Wirkungen%20des%20Ausdauertrainings&f=false>, S.688

9.3 Fettsucht (Adipositas)

Die Fettsucht entsteht in fast allen Fällen allein durch einen Kalorienüberschuss, so ist eine entsprechende Diät mit einer massiven Kalorienreduzierung in Verbindung mit Ausdauertraining die Therapie schlechthin. Für die Gewichtsreduktion kann dabei der kalorische Bedarf des Ausdauertrainings allgemein üblicher Prägung jedoch kaum eine Rolle spielen. Der gewichtsreduzierende Mechanismus liegt vielmehr in einer allgemeinen Stoffwechsellanregung und in spezifischen morphologischen und biochemischen Adaptionen, die die Fettablagerungen erschweren. Das Training optimiert demnach die Verteilung aufgenommener Energie in Depots und den verbrauchenden Organen. Zusätzlich wird bei körperlichem Training durch den Abbau von Triglyzeriden und die parallel dazu eintretende Synthesehemmung eine beachtliche Größenabnahme der Fettzellen (der Mensch verfügt über 25 Milliarden Fettzellen) bewirkt. Dass Fettsucht kein ungefährlicher Faktor ist, geht aus Abb.15 hervor. Die erhöhte Beteiligung der Übergewichtigen an verschiedenen Krankheitsgruppen (siehe Abb.15) ist offensichtlich⁶¹.

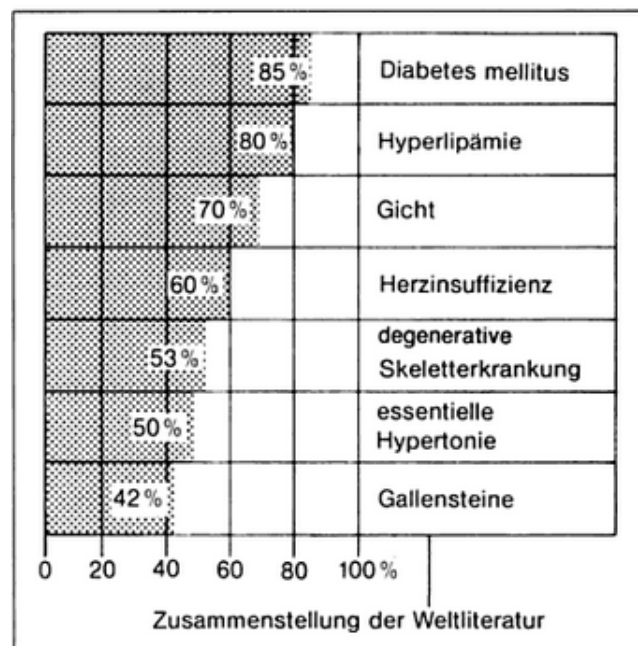


Abb.15.: Der Anteil an Übergewichtigen gezeigt an einzelnen Krankheitsgruppen⁶²

⁶¹ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.363f

⁶² URL:<http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=4jMYcSFLgccC&oi=fnd&pg=PA16&dq=Wirkungen+des+Ausdauertrainings&ots=Mkq2aBXP1b&sig=N6aPeVnDFLR8I7AUyAhUxONSalc#v=onepage&q=Wirkungen%20des%20Ausdauertrainings&f=false>, S.689

9.4 Zuckerkrankheit (Diabetes mellitus)

Bei dieser Krankheit ist die insulinsparende Wirkung von körperlichen Aktivitäten seit langem bekannt. Leichte Diabetes- Fälle können bei entsprechender Diät und dosierter, körperlicher Belastung ohne Insulin auskommen. Der Einfluss von Bewegungsmangel bzw. körperlicher Aktivität konnte zeigen, dass Bettruhe schon vom dritten Monat an die Assimilation von Glukose entschieden verlangsamt; dieser Prozess konnte bei Bettlägrigen mit entsprechender Bewegungstherapie nicht beobachtet werden. Auch, dass körperliche Betätigung die Glukoseaufnahme in der Zelle erhöht, konnte gezeigt werden. Training scheint darüber hinaus die Insulinsensitivität der Gewebe zu erhöhen und damit den Insulinbedarf zu senken. Zusammenfassend kann man sagen, dass sich ein Ausdauertraining sehr positiv als präventive Maßnahme bzw. unterstützende Begleittherapie bei der Behandlung zuckerkranker Personen auswirkt.⁶³

9.5 Erhöhte Blutfette

Sie gelten als wichtige Risikofaktoren für die Entstehung degenerativer Herz-Kreislaufkrankungen, insbesondere der Atherosklerose. Durch das Ausdauertraining lassen sich zum einen die erhöhten Blutfette senken, zum anderen gelingt die Erhöhung der Alpha- Lipoproteinfraktion (HDL), die einen entscheidenden Schutzfaktor für die Arteriosklerose darstellt. Diese kurz beschriebene Darstellung der Wirkung eines Ausdauertrainings auf das Herz, bzw. einiger Risikofaktoren für die Entstehung degenerativer Herz- Kreislauf- bzw. Stoffwechselerkrankungen soll den Sinn eines lebensbegleitenden körperlichen Trainings verdeutlichen.⁶⁴

⁶³ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.365

⁶⁴ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.366

10 Allgemeine Grundregeln für die Durchführung eines Gesundheitstrainings

Einige Vorschläge für die Durchführung eines präventiven Ausdauertrainings:

1. Wichtig ist eine allmähliche Steigerung der Belastungsparameter, Umfang und Intensität entsprechend der individuellen Leistungsfähigkeit; am Anfang sollte lieber lang und langsam gelaufen werden.
2. Das Training sollte regelmäßig und nicht kampagnenhaft betrieben werden.
3. Eine langfristig durch Training erworbene erhöhte körperliche Leistungsfähigkeit ist bei Unterbrechungen stabiler als eine kurzfristig erworbene. Allerdings führt auch hier eine längere Pause zu einer zunehmenden Abnahme der Leistungsfähigkeit
4. Die körperliche Leistungsfähigkeit ist nur durch körperliches Training zu steigern bzw. zu erhalten.
5. Ist die individuelle Leistungsgrenze erreicht oder ist der Trainierende nicht mehr bereit, höhere Anforderungen zu bewältigen, dann gilt es, das erreichte Trainingsniveau zu erhalten. Auch eine solche Stabilisierung ist als Trainingseffekt im Sinne der Gesunderhaltung zu bewerten. Die kardiopulmonale Kapazität und Leistungsfähigkeit ausdauertrainierter Alterssportler entspricht den Leistungswerten untrainierter Personen, die 20 bis 30 Jahre jünger sind.⁶⁵

⁶⁵ Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980, S.367

11 Schlussfolgerung

Da ich mich jetzt über einen längeren Zeitraum mit dem Thema „Leistungsphysiologie – Physiologische Grundlagen des Sports“ auseinandergesetzt habe, konnte ich noch deutlicher erkennen, wie wichtig der Sport bzw. die körperliche Betätigung für unsere Gesundheit ist.

Die unterschiedlichsten Auswirkungen der Ernährung auf den Körper sind für einen Leistungssportler von besonderer Bedeutung. In wie weit die Kalorienbilanz den Leistungsumsatz eines Sportlers beeinflussen kann, ist erstaunlich. Aber auch die Nährstoffbilanz, der Mineralstoffwechsel, der Vitaminhaushalt sowie die Flüssigkeitsbilanz geben großen Aufschluss darüber, wie wichtig es ist, sich richtig zu ernähren.

Der Sport und die Gesundheit stehen in einem unverzichtbaren Zusammenhang. Anhand vieler Beispiele konnte man sehen, welche positiven Auswirkungen der Sport auf die Gesundheit hat.

Bei vielen verschiedenen Krankheiten gilt der Sport als Präventionsmaßnahme. Sei es bei Fettsucht, der Zuckerkrankheit, bei Bluthochdruck oder auch bei koronaren Herzerkrankungen. Bei all diesen Krankheiten hilft uns der Sport bzw. die körperliche Betätigung unsere Gesundheit zu verbessern, um so mehr Lebensqualität zu haben.

Die sportliche Begeisterung geht leider immer mehr verloren, da immer mehr Menschen ihre Freizeit zu Hause am Computer verbringen. Ich glaube, genau hier gehören präventive Maßnahmen gesetzt, um auch den Kindern mitzuteilen, wie wichtig es ist, Sport zu betreiben um Krankheiten vorzubeugen bzw. gesund zu leben.

Durch die intensive Beschäftigung mit dieser Thematik konnte ich sehr vieles in Erfahrung bringen, was den Sport in Verbindung mit der Gesundheit betrifft. Die Wirkungen des Ausdauertrainings und die verschiedenen Behandlungsmöglichkeiten durch die sportliche Betätigung gaben mir zu verstehen, wie wichtig dieses Thema ist und wie wenig wir darüber eigentlich wissen.

Ich denke, dass wir uns im Präventionsbereich noch sehr viel verbessern können und hoffe, dass wir diesen Weg in Zukunft auch einschlagen werden.

12 Literatur

Bücher:

Stummer Marlene: Leistungsphysiologische Aspekte des Trainings mit Kindern, Graz, Mai 1993.

Martin, Dietrich: Training im Kindes- und Jugendalter. Schorndorf, 1988.

Hahn, Erwin: Kindertraining. Probleme, Trainingstheorie und Praxis. München, BLV 1982.

Klimt, Ferdinand. Sportmedizin im Kindes- und Jugendalter. New York, 1992.

Willimczik, Klaus. Die motorische Entwicklung des Kindes. In: Hahn, E.; Kalb, G.; Pfeiffer, L. (Red.): Kind und Bewegungen: Kinderturnen kritisch betrachtet. Schorndorf: Hofmann 1978.

Schmidt, Dieter: Körperliche und motorische Entwicklung im Schulalter. In: Ausschluß Deutscher Leibeserzieher (Hrsg.): Schüler im Sport, Sport für Schüler. Schorndorf: Hofmann 1984.

Stegemann, Jürgen: Leistungsphysiologie. Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports. Stuttgart, 1971.

Raschka C., Ruf S.: Sport und Ernährung. Wissenschaftlich basierte Empfehlungen und Ernährungspläne für die Praxis, Stuttgart, 2012.

Hick C., Hick A.: Intensivkurs Physiologie. 5., vollständig überarbeitete und aktualisierte Auflage unter Mitarbeit von Jan Hartmann und Friedrich Jockenhövel. München, 2006.

Hollmann, W., Hettinger T.: Sportmedizin. Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart/New York, 1976.

Hick C., Hick A.: Intensivkurs Physiologie. 5., vollständige überarbeitete und aktualisierte Auflage unter Mitarbeit von Jan Hartmann und Friedrich Jockenhövel. München, 2006.

Berg, A., Keul, J.: Körperliche Aktivität bei Gesunden und Koronarkranken. Forum 4. Galenus Mannheim, 1980.

Weineck, J.: Optimales Training. Leistungsphysiologische Trainingslehre. Erlangen, 1980.

Internet:

Muskelarchitektur:

<http://www.natural-bb.de>, 27.10.2013

Motorische Einheit:

http://www.sport.freepage.de/cgi-bin/feets/freepage_ext/41030x030A/rewrite/lksport/motoeinheit.html, 27.10.2013

Gewichtseinteilung nach BMI:

http://www.picstopin.com/505/tabelle/https:%7C%7Cwww*fester*de%7C3listen%7Cascii-all*png/, 28.10.2013

Physical Activity Level (PAL):

http://books.google.at/books?id=OuFW2_RTGoIC&printsec=frontcover&dq=inauthor:%22Christoph+Raschka%22&hl=de&sa=X&ei=9i56Uo_KGaOO7Qa6roEg&ved=0CDMQ6AEwAA#v=onepage&q&f=false, 30.10.2013

O₂- Dissoziationskurve:

http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/8/bc/vlu/proteine/haemoglobin.vlu/Page/vsc/de/ch/8/bc/proteine/funktion_v_prot/sauerstofftransport/hb_allost_ph.vscml.html, 30.10.2013

Die CO₂- Dissoziationskurve des Blutes:

http://www.che.iitb.ac.in/faculty/gks/studproj/cfa_2002/rahul_harkisanka/cfa1.html, 02.11.2013

Sauerstoffaufnahme:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Sauerstoffdefizit>, 02.11.2013

Kalorientabelle zu verschiedenen Sportarten:

<http://www.joggen-online.de/gesunde-ernaehrung/essen-sport/kalorienverbrauch.html>, 03.11.2013

Die Bezeichnung des Herzvolumens, das Blutdruckverhalten bei Ausdauertrainierten, der Anteil an Übergewichtigen an einzelnen Krankheitsgruppen:

<http://books.google.at/books?hl=de&lr=&id=4jMYcSFLgccC&oi=fnd&pg=PA16&dq=Wirkungen+des+Ausdauertrainings&ots=Mkq2aBXP1b&sig=N6aPeVnDFLR8I7AUyAhUxONSalc#v=onepage&q=Wirkungen%20des%20Ausdauertrainings&f=false>,

06.11.201