



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

“Besondere Anforderungen an die Ernährung von  
Kindern im Leistungssport”

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, 2012

Verfasserin:	Katja-Deborah Schrenk
Studienkennzahl lt. Studienblatt	A474
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Ernährungswissenschaften
Betreuer:	A.o. Univ.-Prof. Dr. Karl-Heinz Wagner



„When talented, motivated and highly trained athletes meet for competition the margin between victory and defeat is usually small.

When everything else is equal,  
nutrition can make the difference between winning and losing.“

[Ronald J. Maughan, 2002] aus dem Buch: [CARLSOHN, 2009]



# 1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis .....	3
2. Einleitung.....	7
3. Definitionen .....	8
3.1. Energie .....	8
3.2. Leistungssport .....	8
3.3. Leistungssportler .....	9
3.4. Trainierbarkeit.....	9
4. Ethische Probleme bei der Forschung an sportlich aktiven Kindern.....	10
5. Ein Kind ist kein Erwachsener .....	11
5.1. Entwicklungsphasen .....	12
5.2. Die drei Hauptentwicklungslinien .....	13
5.2.1. Wachstum des Gehirns .....	13
5.2.2. Längenwachstum .....	15
5.2.3. Entwicklung der Trainierbarkeit.....	17
6. Leistungssport für Kinder.....	20
6.1. Für und wider des Hochleistungssports für Kinder .....	21
6.2. Trainingsempfehlungen .....	24
6.2.1. Trainingsempfehlung zum Krafttraining bei Kindern.....	24
6.2.2. Trainingsempfehlung zum Ausdauertraining bei Kindern.....	26
6.3. Ermüdung und Regeneration im Sport.....	28
7. Grundlagen der Ernährung im Leistungssport.....	31
7.1. Grundumsatz (GU) .....	32
7.2. Leistungsumsatz (LU).....	34
7.3. Physical Activity Level (PAL) .....	34

7.4.	Trainingsumsatz (TRU).....	35
7.5.	Energiebedarf von Kindern im Leistungssport .....	40
8.	Makronährstoffe .....	43
8.1.	Kohlenhydrate.....	44
8.2.	Fette (Lipide).....	48
8.2.1.	Gesättigte Fettsäuren.....	49
8.2.2.	Ungesättigte Fettsäuren .....	50
8.2.3.	Trans-Fettsäuren.....	52
8.2.4.	Cholesterin.....	53
8.3.	Proteine .....	55
8.4.	Energiebereitstellung von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen .....	56
8.4.1.	Bedeutung der Kohlenhydrate.....	58
8.4.2.	Bedeutung der Fette .....	63
8.4.3.	Bedeutung der Proteine .....	67
9.	Bedeutung der Mikronährstoffe .....	71
9.1.	Vitamine.....	71
9.2.	Mineralstoffe .....	72
10.	Flüssigkeitszufuhr .....	76
10.1.	Folgen des Flüssigkeitsverlustes.....	78
10.2.	Flüssigkeitshaushalt bei Kindern .....	80
10.3.	Sportgetränke.....	82
11.	Empfehlungen der Nährstoffrelationen der verschiedenen Sportarten ...	84
11.1.	Ausdauersport.....	84
11.1.1.	Basisernährung.....	86
11.1.2.	Vorwettkampferernährung.....	86

11.1.3.	Wettkampfernährung .....	87
11.1.4.	Nachwettkampfernährung .....	87
11.2.	Kraftsport .....	87
11.2.1.	Basisernährung .....	88
11.2.2.	Vorwettkampfernährung .....	88
11.2.3.	Wettkampfernährung .....	89
11.2.4.	Nachwettkampfernährung .....	89
12.	Nahrungsergänzungsmittel .....	90
12.1.	Kreatin .....	91
12.2.	Koffein .....	94
12.3.	Carnitin .....	96
12.4.	Kohlenhydratpräparate .....	97
12.5.	Eiweißpräparate .....	98
12.6.	BCAA (Branched-Chain-Amino-Acids) .....	100
12.7.	$\beta$ -Hydroxy- $\beta$ -Methylbutyrat (HMB) .....	101
13.	Supplementierung .....	103
14.	Sporternährung im Kindesalter .....	106
15.	Fazit .....	110
16.	Zusammenfassung .....	113
17.	Summary .....	114
18.	Abbildungsverzeichnis .....	115
19.	Tabellenverzeichnis .....	117
20.	Abkürzungsverzeichnis .....	119
21.	Literaturverzeichnis .....	120



## **2. Einleitung**

Die Bedeutung der „richtigen“ Ernährung ist nicht zu unterschätzen, vor allem sportlich aktive Menschen sollten sich dessen bewusst sein.

In mehr als der Hälfte aller Fälle sind Leistungseinbrüche auf Ernährungsfehler zurück zu führen. Zusammen mit regelmäßiger sportlicher Betätigung kann eine gesunde, ausgewogene und gleichzeitig gut durchdachte Ernährung den Körper bei Wohlbefinden und optimaler Leistungsfähigkeit halten. Dadurch sollten Athleten aller Sportarten, unabhängig der Altersklasse über die Vorteile einer bedarfsgerechten Kost aufgeklärt werden, da besonders auf die individuellen Bedürfnisse eingegangen werden muss.

Die Ernährung spielt nicht nur vor der sportlichen Tätigkeit eine zentrale Rolle, sondern dient auch nach dem Training oder Wettkampf der Regeneration von strapazierter Muskulatur und der Füllung entleerter Energiespeicher.

Eine bedarfsgerechte Ernährung kann die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln, die sich in der heutigen Zeit immer größerer Beliebtheit erfreuen, überflüssig machen. Dies ist insbesondere hervorzuheben, da ihre Wirkung oft noch nicht genügend untersucht ist.

Spezielle Herausforderungen stellen sich bei der Ermittlung der Bedürfnisse von Kindern. Durch den Wachstumsprozess müssen sowohl Ernährung als auch Training speziell angepasst werden, wobei hier aufgrund von ethischen Problemen sehr wenige Daten von Leistungssportlern im Kindesalter zur Verfügung stehen und oft auch widersprüchlich sind. Sowohl der Einsatz der Supplementierung als auch die Bedeutung des Leistungssports auf die Entwicklung des Kindes ist noch nicht ausreichend untersucht und ist immer wieder Bestandteil von Diskussionen.

*Aus Gründen der Lesbarkeit wurde darauf verzichtet, durchgehend geschlechtsneutrale Formulierungen zu verwenden. Es wird jedoch ausdrücklich festgehalten, dass maskuline Formen für beide Geschlechter zu verstehen sind.*

### **3. Definitionen**

#### **3.1. Energie**

Die physikalische Definition  $\text{Kraft} \times \text{Weg} = \text{Arbeit}$  gilt auch für Energie und Wärmemenge. Folgende Dimensionen werden dafür anerkannt:  $\text{N (Kraft)} \times \text{m (Weg)} = \text{J (Joule)}$ .

Die Eigenschaft des Lebens beruht auf einem ständigen Auf-, Ab- und Umbau eines Organismus. Um diese Prozesse gewährleisten zu können, besteht der Bedarf an einer kontinuierlichen Zufuhr an Energie, die dem Körper mit der Nahrung zugeführt wird. Den Bedarf an Energie deckt der Körper mittels Resorption der Nährstoffe von Kohlenhydrate und Fett. Die Aufnahme der Nährstoffe erfolgt sehr langsam, in vielen Teilschritten. Die dabei freiwerdende Energie verbraucht der Organismus für geleistete Arbeit, die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur, endergone chemische Synthesen oder für den Stofftransport gegen ein Konzentrationsgefälle. Das Prinzip der Energiegewinnung besteht darin, dass die in der Nahrung enthaltene Energie zum Teil als freie Energie und zum Teil als Wärme gewonnen wird [KNECHTLE, 2004].

#### **3.2. Leistungssport**

Leistung ist eine Handlung, deren Ergebnis einer Bewertung unterzogen wird. Unter Leistungssport fasst man jene sportlichen Aktivitäten zusammen, die dem Erreichen von körperlichen Höchstleistungen dienen, welche entweder in Punkten, Zentimetern, Kilogramm oder Sekunden gemessen werden. Im Mittelpunkt des Athleten steht, dass sein sportliches Handeln entweder zum Ziel der Leistungssteigerung bis hin zum Sieg, Rekord, oder einer Kombination von beidem, führt. Hauptmerkmal des Leistungssports ist somit die Ausrichtung auf ein bestimmtes, persönlich angestrebtes Ziel. Bei diesem Wettkampf werden klare Regeln geltend gemacht, wobei jedem Mitbewerber die gleichen Chancen geboten werden [RÖTHIG, et al. 2003]. Der Leistungssport unterscheidet sich vom Breiten- oder Freizeitsport durch seinen persönlichen Erfolg, wodurch ein wesentlich höherer Zeitaufwand für das tägliche Training in Kauf genommen

wird. Sowohl im Kindes- und als auch Jugendalter ist der Begriff Leistungssport weit gefasst. Trotzdem steht die sportliche Leistungsfähigkeit deutlich im Vordergrund [WEINEK, 2010].

### 3.3. **Leistungssportler**

Leistungssportler treiben definitionsgemäß im Durchschnitt 1 – 3 Stunden Sport pro Tag und verbrauchen dabei 1000 – 3000 kcal durch körperliche Betätigung [SCHEK, 2008].

### 3.4. **Trainierbarkeit**

Die Trainierbarkeit definiert sich als die Möglichkeit der Verbesserung der motorischen Grundeigenschaften Ausdauer und Kraft durch Training [HABER, 2005].

## **4. Ethische Probleme bei der Forschung an sportlich aktiven Kindern**

Die größte Herausforderung bei der Aufarbeitung der Ernährungsbedürfnisse sportlich aktiver Kinder in den unterschiedlichen chronologischen und biologischen Altersstufen ist die Beschaffung von Wissen und aussagekräftigen Daten.

Der Grund liegt darin dass an erwachsenen Athleten angewendeten Methoden bei Kindern oft als ethisch inakzeptabel gelten, da sie mit einem gewissen Grad an Risiko bzw. Beschwerden oder Schmerzen verbunden sind. Aussagekräftige Forschungsarbeiten, die sich invasiver Verfahren bedienen, sind in der Regel nur bei kranken Kindern erlaubt, bei denen die damit verbundenen Eingriffe im Rahmen ihrer Behandlungen eingesetzt werden [ZANKER, 2006].

Dennoch wird in der Arbeit versucht, die internationale Literatur zu dem Thema so gut wie möglich zusammenzufassen.

## 5. Ein Kind ist kein Erwachsener

„Das Kind ist kein Miniaturerwachsener, und seine Mentalität ist nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ von der des Erwachsenen verschieden, sodass ein Kind nicht nur kleiner, sondern auch anders ist“ [CLAPARÉDE, 1937, zitiert nach WEINECK, 2010].

Dieser Satz spiegelt die Tatsache wider, dass sich das Kind bzw. der Jugendliche im Gegensatz zum Erwachsenen in einer Wachstumsphase befindet und aufgrund dieser Gegebenheit einer Reihe physischer, psychischer und auch psychosozialer Veränderungen unterliegt [WEINECK, 2010].

Abbildung 1 und Abbildung 2 verdeutlichen die Wachstumsintensität der einzelnen Körpersegmente in den verschiedenen Altersstufen.

**Abbildung 1: Veränderungen der Körpergröße und der Proportionen zwischen den Körpersegmenten während des Wachstums [WEINECK, 2010]**

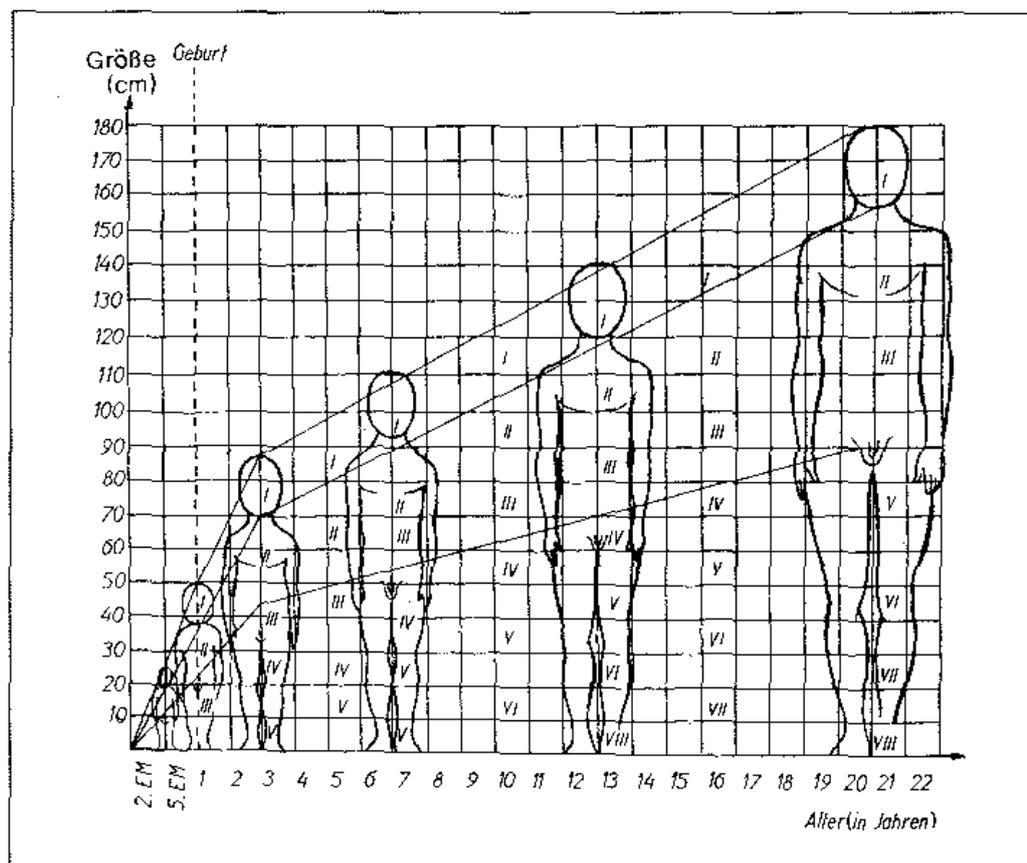
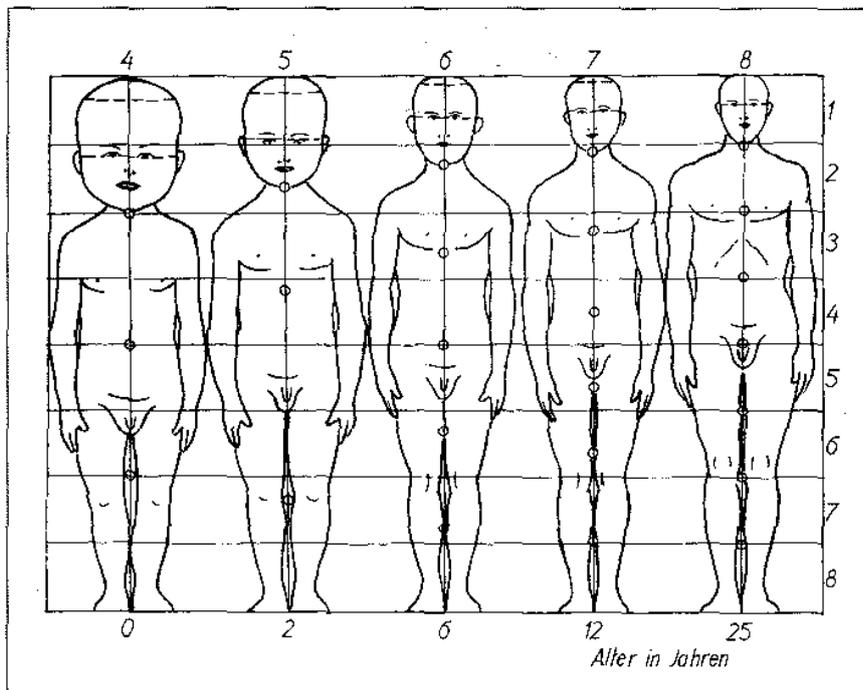


Abbildung 2: Altersabhängiges, unterschiedliches Verhältnis zwischen Kopf- und Körperhöhe; die Oberenzahlen geben an, wie viel Mal die Kopfhöhe in der Körperhöhe enthalten ist [WEINECK, 2010]



### 5.1. Entwicklungsphasen

In der Entwicklung vom Neugeborenen bis zum Erwachsenen lassen sich 7 Stadien definieren:

1. das Neugeborene (1 – 2 Wochen nach der Geburt)
2. das Säuglingsalter (bis 2 Jahre)
3. das Kleinkindalter (bis 6 Jahre)
4. das Vollkindalter (bis zur Pubertät)
5. die Pubertät (zwischen 11 und 15 Jahren)
6. der jugendliche Heranwachsende (bis zum Abschluss des Wachstum)
7. junge Erwachsene

Jede Phase dieser Entwicklung ist durch bestimmte Entwicklungsprozesse gekennzeichnet, die sowohl auf physiologischer als auch psychologischer Art beruhen können. Diese Prozesse starten nicht erst ab der Geburt, sondern bereits im Uterus, wo eine mehrmonatige Entwicklung stattfindet. Der Fötus

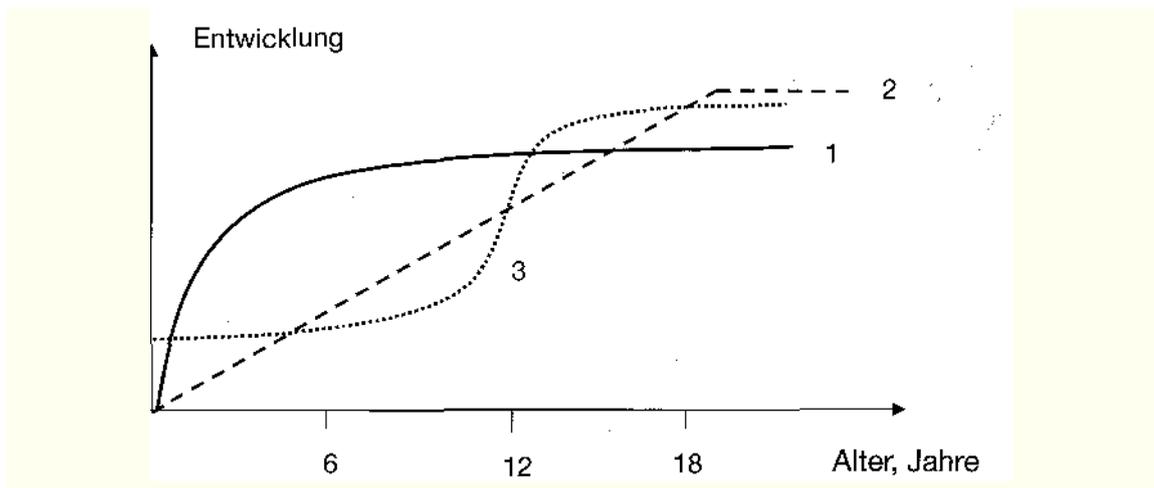
kann in dieser Zeit fördernden aber auch schädigenden Einflüssen, wie z. B. Zigarettenrauch oder Alkoholkonsum, ausgesetzt sein.

## 5.2. **Die drei Hauptentwicklungslinien**

Die Entwicklung wird von den 3 Hauptentwicklungslinien beeinflusst:

1. Größenwachstum des Gehirns
2. Längenwachstum
3. Entwicklung der Trainierbarkeit

**Abbildung 3: Wachstumskurven, die repräsentativ für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen und von Bedeutung für die motorische Entwicklung sind.**  
1. Größenwachstum des Gehirns. 2. Längenwachstum. 3. Entwicklung der Trainierbarkeit  
[HABER, 2007]



### 5.2.1. **Wachstum des Gehirns**

Wie Abbildung 3 deutlich erkennen lässt, erfolgt eine rasche Zunahme der Gehirngröße nur bis zum 6ten Lebensjahr. Danach ist der Wachstumsprozess des Gehirns weitgehend abgeschlossen und es gibt keine wesentlichen Größenzunahmen mehr. Zudem ist der Kopf in Relation zum Rumpf bei Kleinkindern erheblich größer als bei Erwachsenen [HABER, 2005].

Im Gehirn des Fötus entwickelt sich eine Unmenge an Neuronen, von denen ein Großteil vor der Geburt wieder abgebaut wird. In den ersten 3 Lebensjahren nimmt die Anzahl der Synapsen rasant zu. Eine Gehirnzelle kann bis zu 10.000 ausbilden. Schon mit 2 Jahren entspricht die Menge der Synapsen denjenigen von Erwachsenen und mit 3 Jahren besitzt ein Kind bereits doppelt so viele,

nämlich etwa 200 Billionen. Die Anzahl bleibt bis zum Ende des ersten Lebensjahrzehnts relativ konstant. Rund die Hälfte wird bis zum Jugendalter wieder abgebaut, bis die für Erwachsene typische Anzahl von 100 Billionen erreicht wird [ELIOT, 2002].

Ein Phänomen ist die Abnahme der synaptischen Kreuz- und Querverbindungen, es bleiben nämlich nur diejenigen erhalten, die auch tatsächlich genutzt werden, die anderen werden eliminiert. Die Struktur des Gehirns spiegelt zunehmend die vorherrschenden Aktivitäten und Beschäftigungen der jeweiligen Person wieder [MICHAELIS und NIEMANN, 2004].

In den ersten 6 Lebensjahren werden die fundamentalen Entwicklungs- und Lernvorgänge, die eine morphologische Grundlage, vor allem in Form von synaptischen Verbindungen im zentralen Nervensystem haben, ausgeprägt. Es werden grundlegende Fähigkeiten ausgebildet, die zum Teil eine lebensentscheidende Bedeutung nach sich ziehen, denn bestimmte Lernprozesse finden besonders stark in bestimmten Entwicklungsphasen statt. Wenn die Zeit des leichten und schnellen lernen verabsäumt wird, verlangt es in den folgenden Jahren immer mehr Anstrengung das Versäumte nach zu holen [MICHAELIS und NIEMANN, 2004].

Die Wichtigkeit der facettenreichen psychischen und physischen Aktivitäten im Kindesalter kann nicht genug zum Ausdruck gebracht werden, da dadurch die Entwicklung einer grundlegenden „Intelligenz“ entwickelt und gefördert wird. Kinder sollen ab dem 4 Lebensjahr komplexe Sportarten wie Rad fahren, Ski fahren, Eis laufen oder Schwimmen erlernen, dabei muss jedoch auf pädagogisch kindliche Besonderheiten Rücksicht genommen werden [HABER, 2007].

### **5.2.2. Längenwachstum**

Das Längenwachstum erfolgt über 1 ½ bis maximal 2 Jahrzehnte, beachtlicher Weise linear zum Lebensalter. Abgesehen von den ersten beiden Lebensjahren und im Alter von 12 bis 15 Jahren, wo der Längenzuwachs pro Jahr rund doppelt so groß ist wie in den übrigen Jahren, bleibt der Zuwachs an Länge pro Jahr ziemlich konstant.

Alle sportlichen Leistungen, die von Ausdauer und / oder Kraft abhängig sind werden mit der Körperlänge besser und stagnieren mit Ende des Wachstums, da die Körperlänge maßgeblich bestimmend für die aktive Körpermasse ist [HABER, 2007].

Um die Wertigkeit eines Krafttrainings im Kindesalter (siehe Kapitel 5.2.3) besser darzustellen, ist es hilfreich, den Verlauf des Muskelwachstums und der darauf folgenden Kraftsteigerung während der Entwicklung des Kindes zu erläutern.

Die Kraft bzw. der Kraftanstieg ist von der Muskelzusammensetzung, dem physiologischen Muskelquerschnitt und der Länge der Muskeln, sowie von der inter- und intramuskulären Koordination abhängig [STARON et al., 2000].

#### ***Muskelfaserzusammensetzung***

Die Skelettmuskulatur besteht aus verschiedensten Fasertypen, die grob in die Typen „langsam“ (slow, slow twitch, rote, Typ I) und „schnell“ (fast, fast twitch, weisse, Typ II) unterteilt werden. Die Zusammensetzung der Muskelfasern ist klar definiert und verändert sich auch nach der Geburt nicht mehr bedeutsam. Des Weiteren weisen die Muskelfasern zwischen den Geschlechtern keinen wesentlichen Unterschied auf [STARON et al., 2000]. Die Muskelfasern Typ II vergrößern sich bei Knaben im Pubertätsalter und tragen somit zu dem enormen Kraftanstieg bei [GLENMARK et al., 1992].

Aus ethischen Gründen dürfen im Kindesalter keine Muskelbiopsien durchgeführt werden, dadurch existieren keine Untersuchungen, die Aufschluss über trainingsinduzierte Umwandlungen der Muskelfasertypen im Kindesalter geben können [MENZI et al., 2007].

### ***Physiologischer Muskelquerschnitt und Länge der Muskeln***

Ein physiologischer Muskelquerschnitt gibt Aufschluss über den Querschnitt aller Muskelfasern eines Muskels.

Das Muskelwachstum beruht auf Muskelhypertrophie (Verdickung der Muskelfasern) und nicht auf Muskelhyperplasie (Vermehrung der Muskelfasern). Dieses Wachstum wird durch eine konstante Dehnung der Muskeln ausgelöst, welche durch das Knochenwachstum verursacht wird.

Das Gewicht der Muskulatur bei einem Kleinkind beträgt etwa 25 % des Körpergewichts, während der Anteil bei jungen Frauen auf 40 % und bei Männern auf 50 % anwächst. Schon bei Kindern ist der durchschnittliche Muskelquerschnitt direkt proportional zur isometrischen Kraft (haltende Kraft gegen einen Zug oder Druck). Wie schon erwähnt, sind Kraft und Muskelmasse bei Jungen und Mädchen vergleichbar und somit auch die Kraft und dem damit verbundenen Muskelvolumen. Die Kraftverhältnisse ändern sich schlagartig ab dem Beginn der Pubertät. Im Vergleich zu den Mädchen, bei denen der Muskelzuwachs eher diskret verläuft, explodiert der Zuwachs regelrecht bei den Jungen [MENZI et al., 2007].

Es tritt dann auch eine unterschiedliche Verteilung des größer werdenden Muskelanteils auf. Die heranwachsenden jungen Frauen steigern ihre Muskelmasse vorwiegend in der unteren Extremität. Es wird vermutet, dass dieser Zuwachs aufgrund der Zunahme des Körpergewichts basiert. Bei den Jungen hingegen zeigt sich der Muskelanstieg in der oberen Extremität. Diese unterschiedliche Kraftentwicklung wird mehrheitlich dem Hormon Testosteron zugeschrieben, jedoch gibt es zurzeit noch keine einheitliche Erklärung für die geschlechterspezifischen Kraftunterschiede [MENZI et al., 2007].

### ***Inter- und Intramuskuläre Koordination***

Es gibt noch sehr wenig Erfahrung in der Forschung mit Kindern und deren physiologischen Veränderungen in Bezug auf Krafttraining. Die Studie „Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review“ zeigt, dass das Krafttraining mit präpubertären Kindern keine Erhöhung der Muskelmasse bzw. des Muskelquerschnitts induziert. Die Kinder werden weder

im Wachstum noch Reife negativ durch regelmäßiges Training beeinflusst, es wird lediglich die intrinsische Muskelfunktion verbessert [MALINA, 2006]. Auch Behringer et al., fanden bei ihrem Review keine negativen Auswirkungen vom Training im präpubertären Alter [BERINGER et al., 2010].

Einzelne Studien konnten nachweisen, dass sich die Spannung in der trainierten Muskulatur trotz Ausbleiben des Muskelwachstums deutlich vergrößert und möglicherweise wird im Zuge dessen auch die intramuskuläre Koordination verbessert. Diese Studien konnten jedoch nur einen Teil des Kraftgewinns, durch die intramuskuläre Koordination, erklären. Der bisher nicht erklärte Teil des Kraftgewinns könnte eventuell in einer verbesserten intermuskulären Koordination zu finden sein. Durch kontinuierliches Üben einer bestimmten Bewegung kommt es zu einem optimalen Zusammenspiel von Agonist und Antagonist, somit können unnötige Mitbewegungen auf ein Minimum reduziert werden [MENZI et al., 2007].

### **5.2.3. Entwicklung der Trainierbarkeit**

Durch regelmäßiges Training entsteht eine Anpassungsreaktion von, Psyche, Nervensystem, Hormonen, Stoffwechsel- und Organsystem. Training ist nicht nur ein Wechselspiel zwischen Ermüdung und Regeneration, sondern das Prinzip der biologischen Anpassung in der Abfolge von Trainingsreiz, Ermüdung und Regenerationsphase. Um Störungen des Organismus (z. B. Zentralnervensystem, Hormonsystem, Muskel- / Energie-System, Herz-Lungen-System) aufgrund eines Übertrainings zu vermeiden, dürfen folgende Fehler nicht passieren [HOFFMANN, 2003]:

- Vernachlässigung der Regeneration
- Zu schnelle Steigerung der Anforderungen
- Zu großer Belastungsumfang
- Zu hohe Intensität im Ausdauertraining
- Zu rasche Erhöhung der Belastung
- Zu starke Technikschiulung ohne aktive Erholung
- Übermaß an Wettkämpfen
- Häufung von Misserfolgen bzw. übersteigerte Zielsetzung

### ***Trainierbarkeit der Kraft im Kindesalter***

Damit sich die Muskulatur beim Heranwachsen entwickelt, muss sie kontinuierlich beansprucht werden. Bis zur Pubertät, das heißt im Vollkindalter gibt es hinsichtlich der Trainierbarkeit der Kraft von Mädchen und Jungen keine großen Unterschiede.

Bis zum Zeitpunkt der Pubertät, ist die Belastbarkeit des Stützapparates von Mädchen und Jungen etwa gleich. Erst mit der hormonellen Umstellung bis zur vollständigen geschlechtsspezifischen Entwicklung kommt es zur unterschiedlichen Ausprägung und Belastbarkeit des Bewegungsapparates. Der Grund für den bis zur Pubertät kaum bemerkbaren Unterschied, beruht auf dem Fehlen von Sexualhormonen [LAUTERBURG, 2003].

Durch den Anstieg des männlichen Hormons Testosteron, welches eine erhöhte anabole Wirkung hat, ist die Zunahme der Trainierbarkeit der Kraft bei Jungen beziehungsweise Männer erheblich stärker ausgeprägt als bei Mädchen beziehungsweise Frauen, die mehr Östrogen produzieren [FRIEDRICH, 2007, ZANKER, 2006, NAUGHTON et al., 2000].

Mädchen weisen einen koordinativ-motorischen Vorsprung auf sowie als Folge des Östrogeneinflusses dehnbarere Bänder und beweglichere Gelenke, während sich bei Jungen unter Androgen- und Testosteroneinfluss Muskelmasse, Kraft und höhere Knochenfestigkeit ausbilden. Somit kann erst nach Abschluss der Adoleszenz beider Geschlechter eine höhere Trainingsbelastung vom Bewegungsapparat toleriert werden [LAUTERBURG, 2003].

Es ist also nicht sehr sinnvoll, vor der Produktion dieser Hormone ein Muskelhypertrophietraining zu betreiben, von Vorteil sind durchaus Übungen, die die intramuskuläre Synchronisation und Koordination verbessern. Dadurch kann die koordinative Komponente der Schnelligkeit, des Wurfs oder des Sprungs verbessert und sportliche Techniken erlernt werden [HABER, 2007; ZANKER, 2006].

### ***Trainierbarkeit der Ausdauer im Kindesalter***

Bereits im Kindesalter sind die biologischen Voraussetzungen für die aerobe Ausdauerleistungsfähigkeit gegeben. „Die Ausdauerfähigkeit eines Kindes oder eines Jugendlichen entspricht relativ gesehen den Werten eines Erwachsenen, da die Herzgröße und maximale Sauerstoffaufnahme ebenso anpassungsfähig sind. Die absolute Ausdauerleistungsfähigkeit nimmt im Kindesalter ständig zu, wobei die relative im Laufe der Zeitspanne etwa gleich bleibt im Bezug zum Körper und Organwachstum. Nimmt man die maximale Sauerstoffaufnahme bei trainierten Kindern, so erreichen die bereits Werte um 60 ml / kg, was sich von Erwachsenen Werten nicht unterscheidet.“ [WEINECK, 2010]

Kinder verfügen über eine höhere Fettoxidationsrate als Erwachsene. Durch die erhöhte Anzahl an Mitochondrien (Kraftwerk der Zelle) im Organismus von Kindern kann die Konzentration von freien Fettsäuren und Glycerol im Blut bei moderater Ausdauerbelastung schneller ansteigen.

Ein weiterer Vorteil für Kinder bei Ausdauerleistungen ist der höhere Anteil oxydativer Enzyme im Vergleich zu den glykolytischen Enzymen. Erwachsene erreichen erst nach mehrjährigem Ausdauertraining dieses Verhältnis an Enzymen [www.loges.de, stand 12.04.12]

Aus medizinischer Sicht bietet sich ein konstant betriebenes, abwechslungsreiches und vor allem kindgerechtes Bewegungsangebot bereits im Kleinkindalter an. Jedoch sollte aber bis zur Pubertät der Schwerpunkt auf dem Erwerb koordinativer und technischer Fähigkeiten in vielen Sportarten liegen und erst ab dem Zeitpunkt der spezifischen Hormonbildung des jeweiligen Geschlechts auf die Spezialisierung und die forcierte Entwicklung der motorischen Grundeigenschaften der Ausdauer und der Kraft eingegangen werden. Athletische Grundausbildungen werden oft durch frühzeitige Spezialisierung auf eine einzige Sportart vernachlässigt. Fehlende Eigenschaften äußern sich in späterer Folge nachteilig auf die Entwicklung in der Spezialsportart aus [HABER, 2005].

## **6. Leistungssport für Kinder**

Sport zählt in der heutigen Zeit als Lebenskultur, und kann zum wichtigsten Bestandteil eines jungen Athleten werden, da sportliche Erfolge nicht nur Sinnfragen und Zweifel verdrängen sondern sie während der Leistung sogar relativieren [TAPPAUF et al., 2007].

Aus ärztlicher Sichtweise sollte sowohl der Sport als auch das Training immer entwicklungsgemäß konzipiert sein, da sich Kinder in rasanter psychophysischer Entwicklung befinden. Diese Entwicklungsstadien, auf körperlicher und geistiger Ebene, sind oft sehr klar unterscheidbar. Darum sollte immer darauf geachtet werden, dass das jeweilige Training an die bestimmten Entwicklungsstadien angepasst wird. Wenn die körperlichen und / oder die psychischen Voraussetzungen noch nicht gegeben sind, kann das Training sinnlos sein [HABER, 2007]. Vor der Pubertät fehlt der Skelettmuskulatur die Fähigkeit zur Hypertrophie und somit wäre es unvernünftig vor dem Einsetzen der Pubertät mit intensivem Krafttraining zu beginnen [ZANKER, 2006]. Hartes Training oder auch körperlich intensive Wettkämpfe sind potenziell gesundheitsschädlich, bevor der Prozess des Knochenwachstums abgeschlossen ist. Durch die hohe Beanspruchung können an den Wachstumsfugen Läsionen auftreten [HABER, 2007; NAUGHTON et al., 2000]. Bei kontrolliertem Training (z. B. Turnen, Ballet) wird die Beweglichkeit gefördert und aufgebaut, da diese anderenfalls mit dem Wachstum abnehmen würde [NAUGHTON et al., 2000].

Eine ausgewogene und zweckmäßige Nahrungsmittelauswahl stellt eine wertvolle Voraussetzung für Gesundheit und Leistungsfähigkeit dar. Viele Zivilisationskrankheiten z. B. Diabetes mellitus, Gicht, Hypertonie, Adipositas, Dyslipoproteinämie sind Folgen einer falschen Ernährungsweise, welche nicht nur in den Industrieländern in den letzten Jahren einen drastischen Anstieg verzeichneten [<http://www.report-psychologie.de>, stand 05.05.12].

In den letzten Jahrzehnten bekam die „richtige“ Ernährung auch für Leistungssportler einen immer höheren Stellenwert, da der Drang nach neuen Rekorden und Höchstleistungen ein besseres Ausnutzen der körperlichen Mittel erforderlich macht. Aus diesem Grund wird ein individuelles Trainingsprogramm

mit dem dazugehörigen Ernährungsplan notwendig, um die persönliche Leistungsfähigkeit weiter zu steigern [KONOPKA, 2009].

### 6.1. **Für und wider des Hochleistungssports für Kinder**

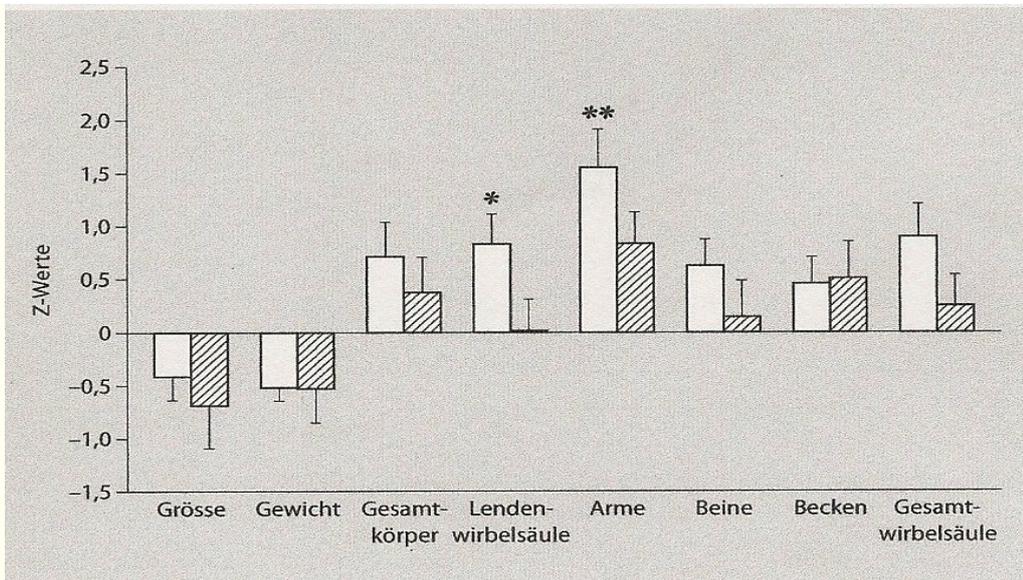
Die Bedeutung von Hochleistungssport für Kinder wird nach wie vor kontrovers diskutiert. Zudem gibt es auch noch keine wissenschaftlich vertretbaren Richtlinien um zu klären wie intensiv die Belastungen für junge Athleten sein dürfen, um womöglich entstehende gesundheitliche Schäden zu vermeiden [BRENNER und THE AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS, 2007].

Sportliche Aktivität bei Kindern, verschafft wichtige gesundheitliche Nutzen für die Zukunft, solange die Durchführung der jeweiligen Sportarten auf die jungen Athleten bedarfsgerecht zugeschnitten werden [BERGERON, 2010]. So zählen Laufen, Springen und akrobatische Übungen zu den natürlichen Bestandteilen des kindlichen Spiels, wodurch Koordination, motorische Fähigkeiten, Muskelstärke und aerobe Energie gesteigert wird [ZANKER, 2006].

Abbildung 4 zeigt den positiven Effekt intensiver Belastungen bezogen auf die Knochenmineraldichte bestimmter Körperregionen von Leistungssportlern und normal aktiven Kindern im Alter zwischen 7 und 8 Jahren.

**Abbildung 4: Größe, Gewicht und Knochenmineraldichte (BMD) einer bestimmten Körperregion bei männlichen und weiblichen Leistungsturnern im Kindesalter (7 bis 8 Jahre), ausgedrückt als standardisierte Z-Werte bezogen auf die Durchschnittswerte gleich großer untrainierter Kinder des gleichen Geschlechts.**

□ = Mädchen; ▨ = Jungen. [ZANKER et al., 2003]



Beide Gruppen von Turnern waren für ihr Alter klein und leicht, wiesen aber tendenziell eine höhere Knochenmineraldichte auf als die Kontrollpersonen. Die weiblichen Turner trainierten seit 3 – 4 Jahren regelmäßig 8 bis 10 Stunden pro Woche. Die männlichen Turner trainierten seit 1 – 2 Jahren regelmäßig 4 bis 6 Stunden pro Woche. Signifikanz Turner vs. Kontrollpersonen des gleichen Geschlechts:

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ .

Wenn jedoch die Ausbildung zu hart und der Druck von Trainern oder Eltern zu hoch ist, können physiologische oder psychologische Problemen auftreten. Mit angemessener Umsetzung der jeweiligen Sportart kann Leistungssport für einen gesundheitlich effektiven Lebensstil mit großem Genuss sorgen [BERGERON, 2010].

Ein weiterer Aspekt für die Befürwortung des Leistungssports für Kinder und Jugendliche wäre das zunehmende Problem von Adipositas bei jungen Menschen.

Fettleibigkeit ist bei Kindern bekanntermaßen ein global wachsendes Problem, da heutzutage die meisten jungen Leute körperlich inaktiv sind und mehr Zeit mit sitzenden Tätigkeiten wie Fernsehen oder diversen Computerspielen verbringen. Aktives Verhalten ist von diesen Freizeitoptionen verdrängt worden,

was zu einer Reduktion des aktivitätsbezogenen Energieaufwands beigetragen hat. Darum ist es wichtig diesen Gruppen Unterstützung und Ermunterung anzubieten, um angemessene körperliche Aktivität von Kindern zu fördern. Die Wahrscheinlichkeit, dass die Kinder von heute weniger gesund und auch möglicherweise kürzer leben als ihre Eltern, vergrößert sich wenn die notwendige körperliche Bewegung fehlt [HILLS et al., 2010].

Ein großes öffentliches und wissenschaftliches Interesse betrifft das Thema Krafttraining im Kindesalter. Die Hauptproblematik, die immer wieder diskutiert wird, gilt der Verletzungsgefahr, der Effektivität des Krafttrainings und den Mechanismen, welche für den Kraftgewinn bei Kindern verantwortlich sind. Aufgrund der fehlenden Hormone und der zusätzlichen Angst vor Überlastung galt Krafttraining vor der Pubertät lange Zeit als nutzlos und gefährlich. Menzi et al. versichern jedoch, dass bei korrekter Betreuung und altersgerechter Durchführung ein Krafttraining mit Kindern in jedem Alter sinnvoll und ungefährlich ist [MENZI et al., 2007].

Malina untersuchte nach einem 14-wöchigen Training das Risiko muskuloskeletaler Verletzungen bei präpubertären und pubertären Jungen im Alter zwischen 6 und 11 Jahren. Nach einer Szintigraphie von Knochen, Epiphyse und Muskulatur konnten keine Anzeichen von Verletzungen oder negativen Auswirkungen auf den Bewegungsapparat der Kinder ermittelt werden [MALINA, 2006].

Um mit Kindern sportliche Aktivitäten auszuüben ist es notwendig sich einige Basiskenntnisse der psychophysischen Besonderheiten der einzelnen Altersstufen anzueignen [HABER, 2007].

Training im Kindes- und Jugendalter beansprucht erhebliche Beachtung des realen biologischen Alters, weil davon die Belastbarkeit entscheidend abhängt. Darum sind vor allem die Punkte Akzeleration (Entwicklungsbeschleunigung) und Retardierung (Rückbleiben der physischen und psychischen Entwicklung) zu berücksichtigen.

Akzeleration = biologisches Alter > kalendarisches Alter

Retardierung = biologisches Alter < kalendarisches Alter

Verschiedenste Einflussfaktoren wirken auf den jungen Athleten ein, wie die physische und psychische Beanspruchung durch das intensive Training, das damit assoziierte Verletzungspotenzial, die Ernährung beziehungsweise das Ernährungsverhalten, sowie die Beeinflussung der Pubertätsentwicklung und des Wachstumsverlauf durch den Leistungssport [HABER, 2005].

Abschließend dazu möchte ich darauf hinweisen, dass vor allem ältere Publikationen, welche die Trainierbarkeit vor der Pubertät hinsichtlich morphologischer Anpassung negierten, inzwischen wiederlegt wurden und somit bestätigte sich, dass der menschliche Organismus über die gesamte Lebensspanne trainierbar ist [FRÖHLICH et al., 2010; WILLIMCZIK et al., 2006].

## 6.2. **Trainingsempfehlungen**

Im Folgenden wird näher auf die Empfehlungen zum Kraft- und Ausdauertraining bei Kindern eingegangen und anhand von praktischen Trainingsbeispielen veranschaulicht.

### **6.2.1. Trainingsempfehlung zum Krafttraining bei Kindern**

Grundlegend ist anzumerken, dass es keine allgemeingültigen Trainingsempfehlungen bzw. –programme für Kinder geben kann, da aufgrund der individuellen Bedürfnisse wie physische und psychische Voraussetzungen, die genetische Prädisposition sowie die jeweilige Zielstellung jedes Kindes immer unterschiedlich sind. Allerdings lassen sich einige Hinweise und Handlungsempfehlungen formulieren [FRÖHLICH et al., 2009].

Nach Kraemer und Fleck beruht eine gute Empfehlung eines Krafttrainings auf Vorbereitung, Fortsetzung und Verständnis eines jeden Kindes [KRAEMER und FLECK, 2005].

Die ersten Trainingseinheiten sind als Lernphase zu konzipieren, wobei anfänglich keine oder nur geringe Belastungen zu bewältigen sind. Die

allererste Trainingseinheit sollte nur eine Serie mit 12 – 15 Wiederholungen umfassen. In den ersten 3 – 4 Wochen sind Teilkörperübungen zunächst zu bevorzugen und erst im weiteren Trainingsverlauf sollte auf spezifische mehrgelenkige Übungen eingegangen werden. Danach sollten Belastung und Wiederholungszahl soweit gesteigert werden, dass nach 4 – 5 Wochen das eigentliche Training beginnen kann [KRAEMER und FLECK, 2005]. Freiwald weist darauf hin, dass während des gesamten Trainingsprozesses keine physische und psychische Überbelastung entstehen darf und deshalb vorweg Trainingstests für die folgende Trainingsplanung notwendig sind [FREIWALD, 2005].

Für eine adäquate Trainingsauswahl (6 – 8 Übungen sind ausreichend) sind die Hauptmuskelgruppen, im Besonderen die rumpf- und gelenkstabilisierenden Muskeln, Agonist und Antagonist zu trainieren. Unter Berücksichtigung anderer sportlichen Aktivitäten, Trainingsmethoden usw., sollte ein Training zwei- bis dreimal pro Woche ausreichend sein. Ein Ruhetag zwischen den jeweiligen Trainingseinheiten ist einzuhalten [FRÖHLICH und SCHMIDTBLEICHER, 2008].

**Tabelle 1: Parameter gesundheitsorientierten Muskeltrainings**

Erwärmung:	5 – 10 Minuten allgemeine Erwärmung, wofür sich Ruderergometer bzw. Crosstrainer eignen, da hier der ganze Körper (Arme und Beine) mobilisiert wird. Spezifische Erwärmung, z. B. in Form von Langhantel-, Kurzhantel-, Therabandübungen, usw.
Wiederholungszahlen:	10 - 15 (mind. 6, höchsten 25), je nach Trainingsphase und angestrebten Ziel (8 – 12 für Muskelaufbau; 15 – 20 für Kraftausdauer; 6 – 8 für Schnellkraft). Die Wiederholungszahlen sollten im vorgegebenen Wiederholungszahlkorridor bleiben.
Belastungsabbruch:	Kein Training bis zur max. Auslastung, sondern je nach Trainingsziel sollten noch 2 – 3 zusätzliche Wiederholungen möglich sein.
Satzzahl:	2 – 3 pro Übung
Übungen:	6 – 8
Häufigkeit:	2 x pro Woche
Dauer:	6 – 8 Wochen (mind. 4, höchstens 12), Verwendung von Periodisierungsstrategien ist hilfreich und zielführend
Zykluswiederholung:	mind. 2 x pro Jahr

[FRÖHLICH et al., 2009]

### **6.2.2. Trainingsempfehlung zum Ausdauertraining bei Kindern**

Der kindliche Organismus kann aufgrund seiner physiologischen Eigenschaften besonders gut mit aeroben Belastungen umgehen. Dies liegt begründet in einem schnellen Ansprechen der Sauerstoffkinetik und einer hohen relativen Sauerstoffaufnahme, welche besonders wichtige Faktoren für Ausdauerleistungen sind und bei Kindern nicht antrainiert werden müssen, da sie bereits vorliegen. Dadurch können sie sich nicht nur lange im aeroben Bereich bewegen sondern besitzen zudem auch eine hohe arterio-venöse Sauerstoffdifferenz, wodurch sie in der Lage sind Sauerstoff im Blut gut

aufzunehmen. Diese Fähigkeit müssen erwachsene Ausdauersportler stundenlang trainieren [ZINTL, 2004; WEINECK, 2010].

Ein anaerobes Training sollte gut überwacht werden, da der Organismus des Kindes mit Stoffwechselendprodukten des Muskels wie Laktat, die durch Training entstehen schlechter umgehen können als Erwachsene. Laktat muss nach intensiven Belastungen aus dem Muskel wieder abgebaut und abtransportiert werden. Die von Engel zitierten Beneke et al. und Müller et al. erläutern, dass der langsamere Laktatabbau bei Kindern zwar widerlegt wurde, jedoch konnte sich diese Erkenntnis bisher noch nicht durchsetzen [ENGEL, 2009].

Ausdauertrainings mit schnellen, intensiven, dynamischen und Tempo variierender methodischer Gestaltung wirken sich positiv auf Kinder aus. Bei der Planung des Trainings sollten die natürlichen Bewegungsmuster der Kinder gefördert werden und zusätzliche Aufgaben wie koordinative und kognitive Reize lenken von der Belastung ab und sorgen für Abwechslung [ENGEL, 2009].

Gibala empfiehlt im intensiven anaeroben Training Intervalle zwischen 15 und 90 Sekunden, die sowohl nach Trainingszustand als auch Trainingsziel variiert werden können. Zwischen den intensiven Belastungen sollen immer aktive Pausen mit einer Intensität von ca. 60 – 70 % liegen. Diese Trabpausen sollen länger andauern als die Intervalle [GIBALA, 2007].

Demzufolge könnte ein intensives Intervallprogramm folgendes Belastungsgefüge aufweisen [ENGEL, 2009]:

1. 15 x 15 Sekunden Belastung (90 - 95 %) mit 30 Sekunden Pause (70 %)
2. 4 bis 6 x 30- bis 60 Sekunden Belastung mit je 4 Minuten aktiver Pause
3. 4 x 4 Minuten Belastung (90 - 95 %) mit 4- bis 5 Minuten Pause (70 %)

### 6.3. **Ermüdung und Regeneration im Sport**

„Nur wer richtig regeneriert, hat auch das maximale Ergebnis aus seinem Training.“ [FEIL et al., 2005]

Dr. med. Udo Schreiber berichtete in seinem Vortrag „Ursachen für Leistungssteigerung im Sport und Lösungsansätze“ über die Regeneration nach intensiver körperlicher Belastung. Regeneration definierte er mit einem einzigen Wort – „Heilung“. Der Regenerationsstoffwechsel dient dem geschwächten Organismus bzw. dem betroffenen Organ zur biologischen Wiederherstellung [HOFFMANN, 2003].

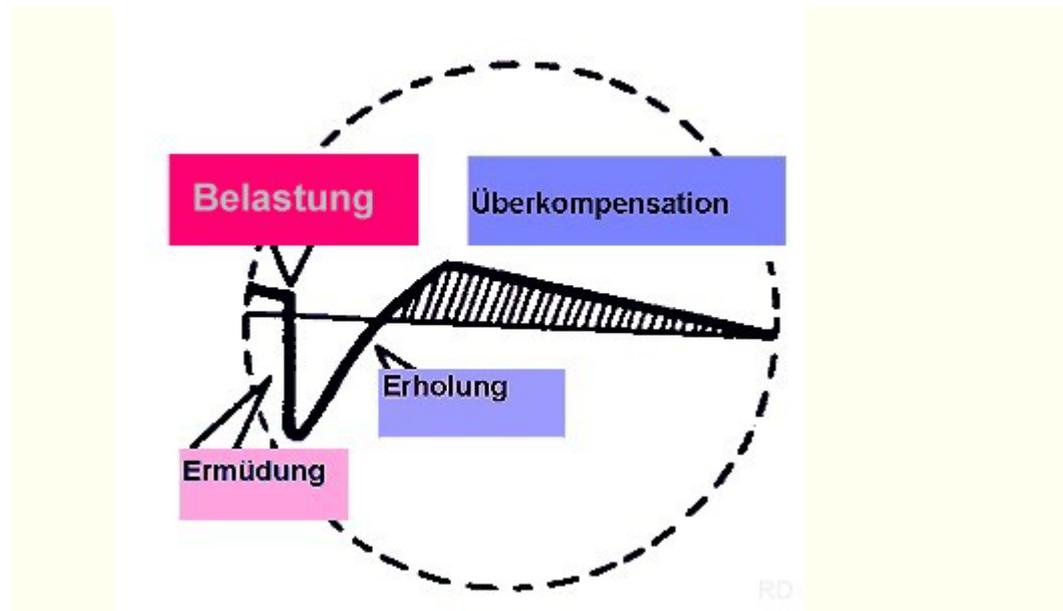
Die Ernährung spielt eine zentrale Rolle bei der Regeneration nach dem Sport. Die Plasmakonzentration mit ihren für den Stoffwechsel benötigten Energielieferanten sorgt für die Wiederherstellung der Energiespeicher sowie die Synthese der funktionellen Proteine und Enzyme. Eine erfolgreiche Regeneration zeigt sich an einem nachfolgenden Training durch eine funktionelle und verbesserte Adaption des Stoffwechsels. Nach langen, anstrengenden Trainingseinheiten wird ein Katabolismus entfacht. Durch eine angemessene Kombination aus Ruhephasen und gesunder Ernährung kommt es zur Umkehr in einen Netto-Anabolismus. Wenn die Glykogenspeicher nach der körperlichen Belastung in Muskeln und Leber nicht wieder aufgefüllt werden, wird die Wiederherstellung des Katabolismus verhindert, die Leistungsfähigkeit für weitere physische Aktivitäten beschränkt und die maximale Regeneration nicht erreicht [ZANKER, 2006].

Durch jede körperliche Tätigkeit wird das innere Gleichgewicht (Homöostase) des Organismus der verschiedensten Bereiche verändert, welche sich entweder als geringe, optimale oder starke Ermüdung äußert. Extreme körperliche Belastungen können eine verzögerte Regenerationsfähigkeit nach sich ziehen [KONOPKA, 2009].

Wissenswert ist, dass ein und dieselbe Belastung aufgrund äußerer Umstände, wie z. B. Probleme im Berufsleben oder auch privat, als unterschiedlich empfunden werden können und nicht auf abgeschlossenen Regenerationsschwankungen beruhen [KONOPKA, 2009]. Man spricht von einem Übertraining, wenn die persönliche Grenze der Belastung zu häufig

erreicht wird und es in weiterer Folge zu einer Störung der Regeneration kommt. Somit hängt die völlige Wiederherstellung nicht nur alleine von der Nahrungsaufnahme ab, sie trägt aber wesentlich dazu bei [HOFFMANN, 2003].

**Abbildung 5: Zyklus der Überkompensation (Superkompensation):** Der regelmäßige Wechsel zw. Belastung, Ermüdung, Erholung und Überkompensation stellt die Grundlagen jedes Trainingsprozesses dar. [<http://www.sportunterricht.de/lksport/optneuebe.html>, stand 30.04.12)]



Um einen Erfolg im Training der Leistungssteigerung feststellen zu können, ist es von großer Bedeutung den Zyklus der Überkompensation, das heißt den immer wiederkehrenden Wechsel zwischen Belastung, Ermüdung und Erholung einzuhalten [KONOPKA, 2009].

Das Prinzip der Superkompensation beruht darauf, dass nach einer Belastung das Leistungsniveau nicht nur wieder hergestellt wird, sondern im Zuge der Erholung bzw. Regeneration die Leistungsfähigkeit über die ursprüngliche Leistung hinaus gesteigert wird und auch auf diesem Niveau erhalten bleibt. Die Belastungen im Training müssen schrittweise gesteigert werden um einen kontinuierlichen, aber nach oben begrenzten Leistungszuwachs zu ermöglichen. Sowohl eine zu lange Regenerationsphase als auch eine ungenügende Regeneration bei zu viel oder zu intensivem Training vermindert die erzielte Leistungsfähigkeit [WEINECK, 2010].

Wie zuvor erwähnt spielt auch die Ernährung einen wesentlichen Faktor bei der Erholung und Regeneration, so wird die zugeführte Energie zur Wiederauffüllung von Muskel- und Leberglykogenspeicher benötigt und dient

als Ersatz von Flüssigkeit und Mineralstoffen, welche durch die Transpiration ausgeschieden werden [METTLER und MANNHART, 2006].

Das „Timing“ der Energiezufuhr hat einen hohen Stellenwert bei einer optimalen Ernährung und das nicht nur im Leistungssport. Dies gilt sowohl für sporttreibende als auch für normalgewichtige Personen. So sind Berg und Baron davon überzeugt, dass es viel effizienter sei 5 kleine Mahlzeiten zu sich zu nehmen, als 3 große. Bei Konzentrationsstörungen oder unerklärlichen Leistungsabbrüchen am Vormittag, liegt die Schuld überwiegend an einem unzureichenden Frühstück. Im Schnitt sollte das morgendliche Mahl  $\frac{1}{3}$  bis  $\frac{1}{4}$  der täglichen Nahrungsmenge betragen, im Vergleich dazu sollte das Abendessen nicht über 25 % der Tageskalorien enthalten. Für Kinder ist es besonders wichtig darauf zu achten. Genauso bedeutungsvoll ist die Einhaltung der Hauptmahlzeit, diese sollte nicht zu spät auf den Abend fallen, da sonst eine körperliche Betätigung unterbleiben würde [BARON und BERG, 2005].



Es steht heute fest, dass eine gesunde und ausgewogene Ernährung sowohl die Leistungsfähigkeit, die Belastbarkeit als auch die Gesundheit direkt beeinflusst. Sportlich aktive Kinder sowie sportlich aktive Erwachsene müssen einen größeren Bedarf an Energie, Kohlenhydraten, Protein und Wasser decken, als inaktive Personen [BONCI, 2010; ZANKER, 2006]. Die Notwendigkeit einer optimierten Ernährung eines Leistungssportlers ist, den Energieverbrauch durch eine angemessene und ausgewogene Lebensmittelauswahl nach einem anstrengenden Training wieder zu füllen, da sportliche Höchstleistungen nur durch ein optimales Training und eine optimierte Ernährung erzielt werden können [WEINECK, 2010].

Um erklären zu können wie eine bedarfsgerechte bzw. optimale Ernährung erreicht werden kann müssen vorerst noch Grundlagen zur Errechnung des Energiebedarfs erläutert werden.

Eine ausgeglichene Energiebilanz sorgt für die Aufrechterhaltung unseres Körpergewichts. Bestimmt wird diese Bilanz durch den Grundumsatz (GU), der zu ca. 60 % für die Wärmeproduktion bzw. für eine konstante Körpertemperatur verantwortlich ist, und durch den Leistungsumsatz (LU), welcher über den GU für körperliche Leistungen hinausgeht [WEINECK, 2010].

### 7.1. **Grundumsatz (GU)**

Auch im völligen Ruhezustand verbraucht ein lebender Organismus Energie. Diese Energiemenge wird als Grundumsatz bezeichnet. Er wird bei völliger Ruhe und Entspannung (gleich nach dem Aufwachen), im Liegen, mindestens 12 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme, unbekleidet und bei 20 bis 28 C° Umgebungstemperatur gemessen [ELMADA und LEITZMANN, 2004]. Den größten Teil des Grundumsatzes (etwa  $\frac{9}{10}$ ) benötigen Zellerneuerungsprozesse und die osmotische Regulation. Der Rest fällt auf die Muskulatur der inneren Organe, wie Herz und Atemmuskeln [ELMADFA, 2004]. Er ist bei Männern etwa um 5 – 10 % höher als bei Frauen, da diese eine bessere Wärmeisolierung aufgrund ihrer erhöhten Menge an Unterhautfett aufweisen, wodurch eine geringere Wärmeabgabe erfolgt [WEINECK, 2010]. Kinder benötigen über den Bedarf des Ruheumsatzes hinaus zusätzlich

Energie für Wachstum und Entwicklung, welche bei den Empfehlungen berücksichtigt ist [ZANKER, 2006].

**Tabelle 2: Formeln zur Berechnung des Grund- bzw. Ruheumsatzes (mod. nach MAHAN und ARLIN 1992 und MCNEILL 1993)**

---

HARRIS und BENEDICT (1919):

---

Alle Altersgruppen:

Frauen:	RU (kcal) =	655,1 + 9,56 KG + 1,85 H – 4,68 A
	RU (kJ) =	2741 + 40 KG + 7,74 H – 28,35 A
Männer:	RU (kcal) =	66,5 + 13,75 KG + 5,0 H – 6,78 A
	RU (kJ) =	278 + 57,5 KG 7,74 H – 19,56

---

MIFFLIN-ST. JEOR (1190):

---

Erwachsene, 19 - 78 Jahre:

Frauen:	RU =	10 KG + 6,25 H – 5 A – 161
Männer:	RU =	10 KG + 6,25 H – 5 A + 5

---

WHO (1985) und Department of Health (1991):

---

Frauen:

10 – 17 Jahre	GU (MJ)* =	0,056 KG + 2,898
18 – 29 Jahre	GU (MJ)* =	0,062 KG + 2,036
30 – 59 Jahre	GU (MJ)* =	0,034 KG + 3,538
60 – 74 Jahre	GU (MJ)* =	0,039 KG + 2,875
> 75 Jahre	GU (MJ)* =	0,041 KG + 2,610

Männer:

10 – 17 Jahre	GU (MJ)* =	0,074 KG + 2,754
18 – 29 Jahre	GU (MJ)* =	0,063 KG + 2,896
30 – 59 Jahre	GU (MJ)* =	0,048 KG + 3,653
60 – 74 Jahre	GU (MJ)* =	0,049 KG + 2,930
> 75 Jahre	GU (MJ)* =	0,035 KG + 3,434

---

KG = Körpergewicht (kg)

H = Körperhöhe (cm)

A = Alter (J.)

\* = durch Multiplikation mit 0,239 ergibt sich der GU in kcal / d

---

[ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

Die dabei errechneten Werte gelten nur für normalgewichtige mit einem geschlechtsspezifischen Körperfettanteil der im Alter von 20 Jahren im Durchschnitt bei Männern bei 18 % und bei Frauen bei 25 % liegt. Ist dieser höher, so sind auch die dabei errechneten, auf die Körpermasse bezogenen, Werte für den Grundumsatz zu hoch, da der Grundumsatz nur durch die metabolisch aktive Körpermasse bestimmt wird. Erhöht sich nun die Körpermasse nur durch Fett, so bleibt der Grundumsatz insgesamt gleich, der Grundumsatz pro kg wird jedoch geringer. Bei einem geringeren Körperfettanteil wie zum Beispiel einem Athleten, ist auch der oben errechnete Wert zu niedrig [HABER, 2005].

### 7.2. **Leistungsumsatz (LU)**

Als Leistungsumsatz wird jene tagesbezogene Energiemenge bezeichnet, die der Organismus für messbare Leistungen wie Wachstum, Erhaltung der Körpermasse, körperliche Arbeit, Laktation oder Schwangerschaft benötigt. Der Leistungsumsatz wird vor allem von der Muskelmasse und –arbeit bestimmt, das bedeutet, dass dieser bei Athleten von der Intensität, der Dauer, der Häufigkeit des Trainings, vom Beruf und der individuellen Freizeitgestaltung abhängig ist [ELMADFA, 2004].

Die Höhe des Leistungsumsatzes kann in etwa abgeschätzt werden, eine exakte Bestimmung durch Energieverbrauchsmessungen ist in der Praxis jedoch nur schwer durchführbar, er kann jedoch mit dem Physical Activity Level angegeben werden [KLEIN und KEINREICH, 2008].

### 7.3. **Physical Activity Level (PAL)**

PAL = Physical Activity Level (Aktivitätsfaktor)

Der PAL erfasst den Einfluss körperlicher Tätigkeit auf den täglichen Energiebedarf. Das bedeutet, dass er den Grundumsatz um einen bestimmten Faktor, nach individueller Tätigkeit, erhöht. Um den Tagesenergiebedarf zu ermitteln, wird der Grundumsatz mit dem PAL multipliziert [KLEIN und KEINREICH, 2008].

Die Angabe in PAL hat den Vorteil, dass individuelle Größen wie das Geschlecht, Alter, Körpergröße und Gewicht in den Wert mit einbezogen werden [ELMADFA, 2004].

**Tabelle 3: Beispiele für den täglichen Energieumsatz bei unterschiedlichen Berufs- und Freizeitaktivitäten von Erwachsenen**

<b>Arbeitsschwere und Freizeitverhalten</b>	<b>PAL<sup>1,2</sup></b>	<b>Beispiele</b>
Ausschließlich sitzende oder liegende Lebensweise	1,2	Alte, gebrechliche Menschen
Ausschließlich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität	1,4 – 1,5	Büroangestellte, Feinmechaniker
Sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende und stehende Tätigkeiten <sup>2</sup>	1,6 – 1,7	Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeiter
Überwiegend gehende und stehende Arbeit <sup>2</sup>	1,8 – 1,9	Hausfrauen, Verkäufer, Handwerker, Kellner, Mechaniker
Körperliche anstrengende berufliche Arbeit <sup>2</sup>	2,0 – 2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Waldarbeiter, Bergarbeiter, Leistungssportler

<sup>1</sup> PAL = (physical activity level), durchschnittlicher täglicher Energiebedarf für körperliche Aktivität als Mehrfaches des Grundumsatzes.

<sup>2</sup> Für sportliche Betätigung oder für anstrengende Freizeitaktivität (30 – 60 Minuten, 4 - 5 mal je Woche) können zusätzlich pro Tag 0,3 PAL-Einheiten zugelegt werden.

[DACH-Referenzwerte, 2008]

#### 7.4. **Trainingsumsatz (TRU)**

Trainingsumsatz ist der Energieumsatz während des Trainings und grundsätzlich ähnlich wie der Leistungsumsatz. Da der Leistungsumsatz den normalen Alltag repräsentiert, ist er ziemlich konstant, solange die Lebensumstände unverändert bleiben, während der Trainingsumsatz eine enorme Variabilität aufweist, sowohl bei Athleten verschiedener Sportarten als

auch bei gleichen sportlichen Aktivitäten. Der Trainingsumsatz wird durch mehrere Faktoren grundlegend beeinflusst:

### ***Die maximale aerobe Kapazität ( $VO_{2max}$ )***

Die maximale Sauerstoffaufnahme ( $VO_{2max}$ ) repräsentiert das maximale Transportvermögen von Sauerstoff aus der Atemluft in die Arbeitsmuskulatur. Sie ist ein Maßstab für die Sauerstoff-Zufuhr, den Sauerstoff-Transport, sowie für die Sauerstoff-Verwertung im Ausbelastungszustand des Organismus. Ausschlaggebend ist jener Anteil des Sauerstoffs im Muskelstoffwechsel, der für die aerobe Energiegewinnung, bereit gestellt wird. Je höher die maximale Sauerstoffaufnahme ist, desto höher kann die Intensität einer Ausdauerbelastung sein, bzw. umso länger ist es möglich eine submaximale Leistung zu erbringen. Somit gilt, eine bessere Sauerstoffaufnahme ergibt eine höhere aerobe Kapazität.

Leistungsmedizinisch kann die  $VO_{2max}$  mit der Spiroergometrie bestimmt werden oder, bei einfacher Ergometrie, aus der maximalen Wattleistung geschätzt werden. Eine seriöse Berechnung des Trainingsumsatzes ist ohne Kenntnis der  $VO_{2max}$  nicht möglich, da die Möglichkeit besteht, dass sich der Wert bei 2 Athleten derselben Sportart um 100 % differenziert [HABER, 2005].

### ***Die mittlere Trainingsintensität***

Die Intensität wird als  $VO_{2max}$  während des Trainings in % der  $VO_{2max}$  definiert [HABER, 2005].

Es gibt unterschiedliche Wege die Intensität zu messen. Nach einer weit verbreiteten Methode wird die Menge des verbrauchten Sauerstoffs bei der jeweiligen Aktivität gemessen. Ein anderer Weg besteht darin, die Herzfrequenz während des Trainings zu messen, welche mit ansteigender Intensität zunimmt. Das Ergebnis wird in % der maximalen Herzfrequenz (MHR) angegeben. Niedrige, mittlere und hohe Trainingsintensitäten werden anhand der Herzfrequenz wie folgt definiert:

- Niedrig (leicht): ca. 40 – 54 % MHR
- Mittel: 55 – 69 % MHR
- Hoch (intensiv): ab 70 % MHR

[HIILLOSKORPI et al., 2003]

Anhand der folgenden Formel lässt sich die MHR eines Menschen bestimmen:

$$220 - \text{Alter in Jahren} = \text{MHR}$$

[HIILLOSKORPI et al., 2003]

Die Intensität kann während des Trainings anhand der Pulsmessung bestimmt werden, indem man den erreichten Prozentsatz der MHR errechnet.

Für einen 50 Jährigen liegt die ungefähre MHR bei 170 ( $220 - 50 = 170$ ). Wenn beispielsweise die Herzfrequenz dieser Person bei einer Tätigkeit 100 Schläge pro Minute aufweist, entspricht diese Herzfrequenz ca. 59 % der MHR von 170. In diesem Fall liegt eine mittlere Trainingsintensität vor [HIILLOSKORPI et al., 2003].

Je höher die Intensität des Trainings, desto höher ist daher auch der Trainingsumsatz bei gleicher  $VO_{2max}$ . Da das Training vieler Athleten von unterschiedlicher Intensität und Dauer ist, muss zur Bestimmung des Trainingsumsatzes die mittlere Intensität ( $I_m$ ) bestimmt werden, die insgesamt die wöchentliche Trainingszeit (WTZ) ergibt.

Bei Ausdauertraining beträgt die Intensität zwischen 50 und 80 % von  $VO_{2max}$ , beim dominierenden extensiv-aeroben Training macht die Intensität 60 % von  $VO_{2max}$  aus. Beim Krafttraining und beim Tennisspiel ist die mittlere Intensität über die gesamte Trainingszeit inklusive Pausen etwa bei 30 bis 40 %. Während der Belastung ist der Energieumsatz natürlich wesentlich größer, in den Pausen dafür geringer [HABER, 2005].

### ***Die wöchentliche Trainingszeit (WTZ)***

Die WTZ ist die Summe aller Trainingszeiten mit unterschiedlicher Intensität. Dazu zählen aber auch Belastungen wie Regenerationstraining [HABER, 2005].

### **Andere Einflussgrößen**

Es gibt auch noch andere Parameter, die in die Berechnung des Trainingsumsatzes einfließen, wie Körpermaße, Alter und Geschlecht. Diese sind in der Formel zur Berechnung des Trainingsumsatzes vollständig berücksichtigt [HABER, 2005].

### **Berechnung des Trainingsumsatzes**

Nach folgender Formel kann der mittlere TRU in kcal / d ermittelt werden:

$$TRU = VO_{2max} \times I_m \times 5 \times 60 \times WTZ / 7 \text{ kcal / d}$$

[HABER, 2005]

- $VO_{2max}$  ist die  $O_2$ -Aufnahme in Liter
- $I_m$  entspricht der mittleren Trainingsintensität
- Faktor 5 entspricht der Umrechnung von Litern  $O_2$  in kcal
- 60 entspricht der Umrechnung des Kalorienbedarfs pro Minute auf eine Stunde
- WTZ: Wochentrainingszeit
- 7 sind die Tage der Woche zur Berechnung des durchschnittlichen 69+täglichen Trainingsumsatzes

[HABER, 2005]

So gilt für Personen die regelmäßig mehr als 1000 kcal / d für körperliche Leistung aufbringen dieselben Nährstoffempfehlungen wie für die Durchschnittsbevölkerung [DACH-Referenzwerte, 2008]:

- Kohlenhydrate: > 50 En%
- Fett: ≤ 30 En%
- Protein: 9 – 11 En%

Diese Empfehlungen werden jedoch durch Absolutwerte ergänzt, da sie sich auf die Gesamtenergie beziehen [BURKE und DEAKIN, 2006; MAUGHAN et al., 2004].

**Tabelle 4: Wünschenswerte Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen für Ausdauer- und Kraftsportler**

Hauptnährstoff	Ausdauersport	Kraftsport
Kohlenhydrate	< 10 h Sport/Woche: 5 – 7 g / kg / d > 10 h Sport / Woche: 8 – 10 g / kg / d	5 – 7 g / kg / d
Fette	1 – 3 g / kg / d	1 – 2 g / kg / d
Proteine	1,6 g / kg / d	Muskelerhaltung: 1,2 g / kg / d Muskelaufbau: 1,4 g / kg / d (Frauen 20 % weniger)

[BURKE und DEAKIN, 2006; MAUGHAN et al., 2004]

Der tatsächliche Energiebedarf eines jeden Athleten muss individuell abgestimmt werden, da die verschiedensten Sportarten einen anderen Energieverbrauch aufweisen. So zeigt Tabelle 5 den Energieumsatz je kg Körpergewicht und Stunde bei den verschiedenen Sportarten.

**Tabelle 5: Trainingsenergieumsatz pro Stunde für verschiedene Sportarten**

Energieumsatz	Sportart
6 – 7 kcal / kg / h	Kanu, Badminton, Tennis
8 – 9 kcal / kg / h	Reiten, Krafttraining, Hockey, Fußball Basketball, Aerobic
10 – 11 kcal / kg / h	Tanzen, Radrennen, Schwimmen, Judo
12 – 13 kcal / kg / h	Boxen, Squash
14 – 17 kcal / kg / h	Skilanglauf, Laufen (< 4,15 min / km)

[MCARDLE et al., 2006]

Der Trainingsumsatz bei wettkampforientierten Freizeitsportlern liegt je nach Alter bei etwa 400 und 1200 kcal / d für Männer, bei Frauen etwa bei 200 bis 800 kcal / d. Beim Training für Wettkämpfe auf nationaler Ebene können doppelt so hohe Werte erreicht werden [SCHEK, 2005].

Um den genauen Energiebedarf eines Menschen errechnen zu können, ist es notwendig zu wissen welche Energie Nährstoffe liefern können:

- Eiweiß                      4,1 kcal / g
- Fett                         9,3 kcal / g
- Kohlenhydrate         4,1 kcal / g
- Alkohol                    7,1 kcal / g

[ELMADFA, 2004]

Um eine normale Entwicklung und ein altersentsprechendes Wachstum sicherstellen zu können, benötigen Kinder und Jugendliche eine angemessene Energieaufnahme.

### 7.5. **Energiebedarf von Kindern im Leistungssport**

Bei sportlich aktiven Kindern, liegen noch keine aussagekräftigen Angaben des Energiebedarfs vor. Aufgrund der starken intra- und interindividuellen Schwankungen sind nur Schätzungen des Gesamtenergiebedarfs vorhanden. Diese Schätzungen beruhen auf Gleichungen die Alter, Körpergröße, Gewicht und Aktivitätslevel einer Person berücksichtigen. So ist eine tägliche Zufuhrempfehlung des Energiebedarfs bei jungen Athleten aufgrund der verschieden individuellen Bedürfnisse nur sehr schwer möglich festzustellen [PETRIE et al., 2004].

So schwankt der Energiebedarf bei Kindern zwischen 9 bis 13 Jahren von 1415 kcal / d bei sitzender Tätigkeit bis zu 3038 kcal / d bei körperlich sehr aktiven Kindern. Bei Jugendlichen im Alter von 14 bis 18 Jahren kann der Energiebedarf ebenfalls sehr variieren. Dieser kann zwischen 1718 kcal / d bei sitzender Tätigkeit und 3804 kcal / d bei sehr aktiven Jugendlichen liegen. Der Energiebedarf von Leistungssporttreibenden Kindern ist somit mit dem GU, dem Wachstum sowie dem Maß an Bewegung verbunden. Bei Leistungssportlern im Kindes- und Jugendalter erhöht sich der Kalorienbedarf durch die intensive Trainingszeit und bewirkt somit eine zusätzliche Energieaufnahme von 400 – 700 kcal / d [BOISSEAU, 2006; PETRIE et al., 2004].

Die folgende Tabelle soll Schätzungen zur täglich empfohlenen Energiezufuhr geben.

**Tabelle 6: Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr in MJ und kcal / Tag bei Personen mit einem BMI im Normbereich und mit entsprechender erwünschter körperlicher Aktivität in kJ und kcal / kg KG (PAL 1,6 – 1,75).**

Alter	MJ / Tag		kcal / Tag		Werte für mittlere körperliche Aktivität kJ / kg		Werte für mittlere körperliche Aktivität kcal / kg		Werte für geringe / starke körperliche Aktivität kcal / kg	
	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w
<b>Säuglinge</b>										
0 - 4 Monate	2,0	1,9	500	450	390	380	94	91	- <sup>1</sup>	- <sup>1</sup>
4 - 12 Monate	3,0	2,9	700	700	380	380	90	91	- <sup>1</sup>	- <sup>1</sup>
<b>Kinder</b>										
1 - 4 Jahre	4,7	4,4	1100	1000	380	370	91	88	83/- <sup>1</sup>	80/- <sup>1</sup>
4 - 7 Jahre	6,4	5,8	1500	1400	340	330	82	78	74/- <sup>1</sup>	70/- <sup>1</sup>
7 - 10 Jahre	7,9	7,1	1900	1700	310	280	75	68	66/83	60/76
10 - 13 Jahre	9,4	8,5	2300	2000	270	230	64	55	56/71	49/62
13 - 15 Jahre	11,2	9,4	2700	2200	230	200	56	47	50/63	41/52
<b>Jugendliche &amp; Erwachsene</b>										
15 - 19 Jahre	13,0	10,5	3100	2500	195	180	46	43	39/60	36/55
19 - 25 Jahre	12,5	10,0	3000	2400	170	165	41	40	35/54	33/51
25 - 51 Jahre	12,0	9,5	2900	2300	165	165	39	39	34/52	33/50
51 - 65 Jahre	10,5	8,5	2500	2000	145	145	35	35	32/38	32/48
65+ Jahre	9,5	7,5	2300	1800	140	135	34	33	30/46	30/46

<sup>1</sup> Messungen fehlen

[DACH-Referenzwerte, 2008]

Dem Körper muss genügend Energie in Form von Kohlenhydraten, Proteinen, Mineralstoffen inklusive Spurenelementen mit essentiellen Amino- und Fettsäuren sowie Vitaminen zugeführt werden. Zusätzlich muss dem Organismus ausreichend Wasser zu Verfügung stehen [KNECHTLE, 2004]. Die Kunst liegt jedoch in der individuellen Abstimmung des Athleten, da ein 5-jähriger Fußballer auf andere Schwerpunkte achten muss als ein 25-jähriger Kraftsportler [FRIEDRICH, 2006].

Trotz der zahlreichen Literatur für eine sportlergerechte Ernährungsweise versorgen sich Athleten meistens nach dem gleichen Ernährungsmuster wie der Durchschnitt der Bevölkerung. Dies wird anhand einer in Österreich durchgeführten Studie bestätigt [WASSERBACHER et al., 2002].

Bei Ernährungsrichtlinien für Leistungssportler im Kindesalter sollte nicht nur dem durch das Training hervorgerufenen Energiebedarf Beachtung geschenkt werden, sondern auch auf die spezifischen Nährstoffbedürfnisse während des Wachstums und der Entwicklung [ZANKER, 2006].

Mädchen und Jungen die ästhetische Sportarten wie Kunstturnen, Rhythmische Sportgymnastik, Ballett oder Eiskunstlaufen ausüben, entscheiden sich bewusst für eine geringe und eingeschränkte Nahrungsaufnahme, um ihren schlanken Körperbau zu halten. Auch Sportarten mit Gewichtsklassen wie Ringen, Judo, Boxen, oder bei Jockeys kann sich die sportlich bedingte Gewichtsrestriktion in der Wachstumsphase negativ auf die Gesundheit auswirken [SCHECK, 2008; BOISSEAU, 2006]. Einige Studien konnten belegen, dass die Energieaufnahme der Kinder während ihres Trainingsprogrammes (rhythmische Sportgymnastinnen, Turner(innen), Balletttänzer(innen), auch Sportarten mit Gewichtsklassen) bzw. der Wettkampfsaison für ein gesundes Wachstum theoretisch nicht ausreicht [BOISSEAU et al., 2005; GURD und KLENTROU, 2003; KININGHAM und GORENFLO, 2001; WEIMANN et al, 2000]. Durch eine inadäquate Energiezufuhr entstehen nicht nur Wachstumsverzögerungen und Entwicklungsstörungen zudem treten vermehrt Verletzungen von Knochen und Sehnen auf [TAPPAUF und SCHEER, 2009].

## **8. Makronährstoffe**

Zu den Makronährstoffen zählen Kohlenhydrate, Fette, Proteine, sowie Alkohol und Ballaststoffe. Jedoch wird in weiterer Folge nur auf die 3 Hauptnährstoffe Kohlenhydrate, Fette und Proteine eingegangen.

Wie im Kapitel 7 Grundlagen der Ernährung im Leistungssport schon erwähnt verbraucht der Organismus laufend Energie, somit ist er gezwungen Nahrung aufzunehmen um den laufenden Prozessen des Körpers neue Energie nachzuliefern.

Nährstoffe, welche durch die Nahrung aufgenommen werden, besitzen 2 Hauptfunktionen:

1. Erneuerung von Strukturen wie Muskeln und Struktur Fett
2. Energielieferung

Um alle fortlaufenden Prozesse des Körpers wie zum Beispiel Zellerneuerung und Wachstum aufrechtzuerhalten, ist eine adäquate Zufuhr von Nährstoffen essentiell [KNECHTLE, 2004].

## Nährstoffverteilung bei normaler Mischkost:

Tabelle 7: Kohlenhydrate, Fett und Protein in der Ernährung des gesunden Erwachsenen & Kindes

Nährstoff	Zufuhr in % der Nahrungsenergie (En%) des Erwachsenen	Zufuhr in % der Nahrungsenergie (En%) des Kindes	Ergänzungen
Kohlenhydrate	> 50 En%	ca. 53 En%	Ballaststoffe: ca. 1,25 g / 1000 kcal (Männer) ca. 16 g / 1000 kcal (Frauen) <sup>1</sup>
Fett	≤ 30 En%	ca. 35 En%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesättigte Fettsäuren ≤ 10 En%</li> <li>• mehrfach ungesättigte Fettsäuren 7 – 10 En%</li> </ul> Linolensäure (n-6):α-Linolensäure (n-3) ca. 5:1 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfach ungesättigte Fettsäuren &gt; 10 En%</li> </ul>
Protein	9 – 11 En%	ca. 13 En%	

<sup>1</sup> 25 bis unter 51 Jahre, PAL 1,4

[DACH-Referenzwerte, 2008]

### 8.1. **Kohlenhydrate**

Kohlenhydrate sind chemische Verbindungen aus Kohlenstoff (C) und Wasser (H<sub>2</sub>O), welche mit folgender Summenformel C<sub>m</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>n</sub> angegeben wird. Durch den unterschiedlichen Aufbau lassen sie sich in Mono-, Di-, Oligo- und Polysaccharide einteilen [FRIEDRICH, 2006].

Kohlenhydrate dienen vor allem als Energielieferanten und fungieren in Form von Glucose als größte Energieträger. Glucose wird in Form von Glykogen sowohl in der Leber (120 g) als auch in der Muskulatur (250 g) gespeichert. Das Muskelglykogen liegt in unmittelbarer Nähe der tätigen Muskelfasern, erst wenn diese Reserven aufgebraucht sind, wird aufgrund des längeren Transportweges auf die Reserven des Leberglykogens zurückgegriffen [BARON und BERG, 2005].

Der Erwachsene benötigt mindestens 180 g pro Tag Glucose, da allein das Gehirn täglich auf eine Menge von ca. 140 g angewiesen ist. Der Rest wird vor allem von den Erythrozyten glykolytisch abgebaut [SCHEK, 2005; DACH-Referenzwerte, 2008].

Untersuchungen haben gezeigt, dass Kohlenhydrate im Gegensatz zu Fett ein viel „schnellerer“ Brennstoff sind [ROMIJN et al., 1993].

Energie aus dem menschlichen Muskel wird bis zu dreimal schneller freigesetzt als aus Fett. Daraus ist ersichtlich, dass Kohlenhydrate für eine hochintensive körperliche Belastung am besten geeignet sind, diese jedoch nur für eine kurze Dauer in Anspruch genommen werden können. Im Gegensatz dazu sind bei niedriger Intensität und längerer sportlichen Belastung Fette besser geeignet, da sie zu den „langsamen“ Brennstoffen zählen [FRIEDRICH, 2006; ROMIJN et al., 1993].

### ***Glykämischer Index (GI)***

Der GI gibt Auskunft über den Einfluss eines Lebensmittels in Bezug auf die Blutzuckerkurve im Vergleich einer entsprechenden Referenzmenge an Glucose – zumeist 50 g. Eine starke Veränderung des Blutzuckerspiegels verursachen Lebensmittel mit einem hohen GI, da diese rasch absorbiert werden. Im Gegensatz zu körperlich Inaktiven sind Lebensmittel mit einem niedrigen bis mittleren GI sinnvoller um einen konstanteren Glucose- und somit auch einen konstanten Insulinstoffwechsel beizubehalten [SCHEK, 2005; MANNHART und COLOMBANI, 2001].

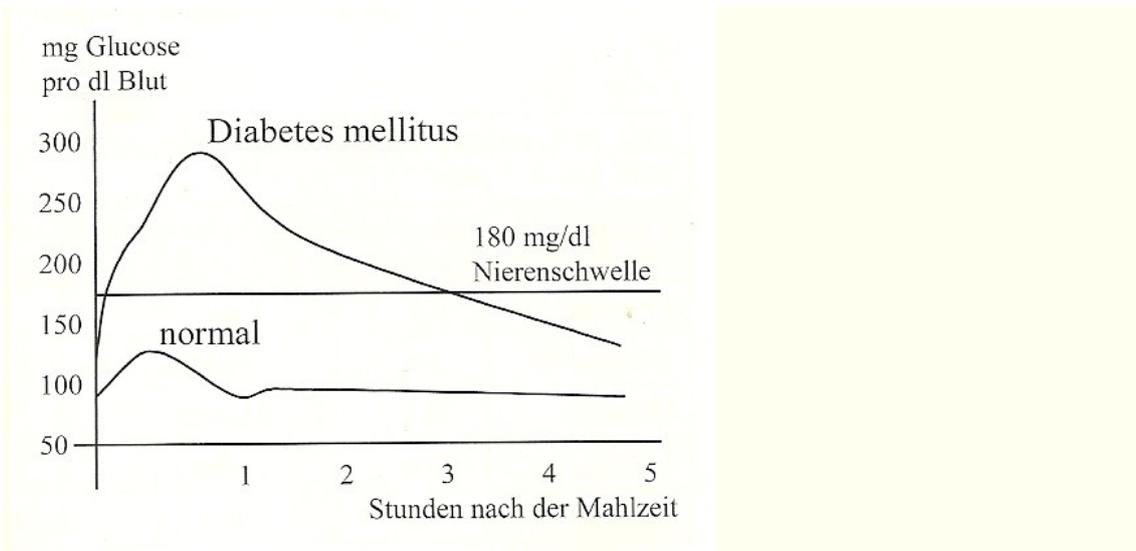
**Tabelle 8: Lebensmitteltabelle, eingeteilt nach dem glykämischen Index (modifiziert nach Foster-Powell u. Holt, 2002, Brand-Miller, Foster-Powell 2006)**

<b>Niedriger GI</b>	<b>Mittlerer GI</b>	<b>Hoher GI</b>
<b>Getreideprodukte</b>		
<i>Brot:</i> 100 % Vollkornbrot, am besten grobkörnig und mit Sauerteig, Roggenbrot aus Sauerteig, Brotsorten, die den GI ausweisen	<i>Brot:</i> Schwarzbrot; Sonnenblumenbrot mit Auszugsmehl, normales Mischbrot	<i>Brot:</i> Weißbrot (Sandwich, Toastbrot, Semmel, Graham, Baguette), Knäckebrötchen, Kracker, Striezel, glutenfreie Brote
<i>Als Beilagen</i> (ganzes Korn): Gerste, Buchweizen, Perlweizen, Quinoa, Vollreis, Wildreis, Dinkel, Getreidemischung, Zuckermais, Langkornreis	<i>Beilagen:</i> Basmatireis, Wildreis, Gnocchi, Grieß, Arborio Risotto Reis, Hirse, Polenta	<i>Beilagen:</i> Rundkornreis, Jasmin, Reis, Mehlsaucen- auch Vollkornmehl, Kartoffel, Püree, Knödel
<i>Teigwaren:</i> tlw. Eierteigwaren, Hartweizengrießteigwaren, Mungobohnen, Vollkornteigwaren	<i>Teigwaren:</i> Reismudeln, Eierteigwaren, Nudeln	<i>Teigwaren:</i> Instant Nudelgerichte, glutenfreie Teigwaren
<i>Weiters:</i> Bulgur, Weizentortilla, Sushi, Tortellini	<i>Weiters:</i> Couscous	<i>Weiters:</i> Maltodextrin, Vollkornmehl fein, Buchweizenmehl, Pop Corn
Frühstück: Haferflocken roh, Müslimischung roh – ohne Zucker und Puffreis, Kellogs „All Bran = Day Vita Sticks“	Frühstück: Haferflocken fein, gekocht, Haferkekse, Sandkuchen	Frühstück: Cornflakes & Co

<b>Hülsenfrüchte</b>		
Linsen, Bohnen, Erbsen, Kichererbsen – am besten getrocknet aber auch aus Dosen, Sojabohnen, Bakes Beans in Tomatensauce	Teilweise Linsen, Bohnen, Erbsen aus der Dose	
<b>Obst</b>		
Apfel, Birne, Beerenobst, Feigen frisch, Kirschen, Nektarine, Pfirsich, Zwetschgen, Pflaumen, Zitrusfrüchte, Mango, Kiwi, 100 %ige Fruchtsäfte aus diesen Sorten	Marillen, Banane mittelreif, Kiwi, Zuckermelone, Rosinen, Weintrauben, Dosenobst, Papaya, frische Ananas	Bananen reif, Wassermelone
<i>Trockenfrüchte:</i> Datteln, Marillen, Äpfel, Pflaumen	<i>Trockenfrüchte:</i> Rosinen, Cranberries	
<b>Kartoffel</b>		
Süßkartoffel, Chips	Heurige Kartoffel ganz, mit Schale gekocht	Mehlige Kartoffel, Püree, Bratkartoffel, Ofenkartoffel, Backrohr- Pommes
<b>Milchprodukte</b>		
Vollmilch, Magermilch, Naturjoghurt, Topfen, gezuckertes Fruchtjogurt, Diabetiker-Fruchtjogurt, Sojamilch, Pudding		Reismilch
<b>Zuckerarten</b>		
Fruchtzucker, Natürlicher Ahornsirup		Glucose, Saccharose, Honig

[KLEIN und KIENREICH, 2008]

**Abbildung 7: Blutglucoseverlauf nach Glucosebelastung bei gesunden Erwachsenen im Vergleich zu Diabetikern [ELMADFA, 2004]**



Nüchtern beträgt die normale Blutglucosekonzentration 3,9 – 5,5 mmol / l (70 - 99 mg / dl), nach einer Mahlzeit bzw. Glucoseaufnahme steigt der Wert auf bis zu 8,9 mmol / l (160 mg / dl) an [PARKIN, 2008]. Unter physiologischen Bedingungen sinkt der Blutzuckerspiegel nach der Nahrungsaufnahme innerhalb von 2 Stunden wieder auf das Nüchternniveau ab. Dieser Regelmechanismus ist bei Diabetes mellitus gestört, denn nach 2 Stunden der Glucoseaufnahme steigt der Blutglucosegehalt weiter an und pendelt sich nach weiteren 2 Stunden auf ein höheres Niveau ein als beim Gesunden [ELMDFA und LEITZMANN, 2004]. Die WHO definiert einen Plasmaglucosespiegel von < 7,8 mmol / l (140 mg/ dl) 2 Stunden nach Aufnahme von 75 g Glucose als eine normale Glucosetoleranz. So gilt eine Plasmakonzentration von > 7,8 mmol / l als postprandiale Hyperglykämie [www.who.int., stand 02.04.2012]

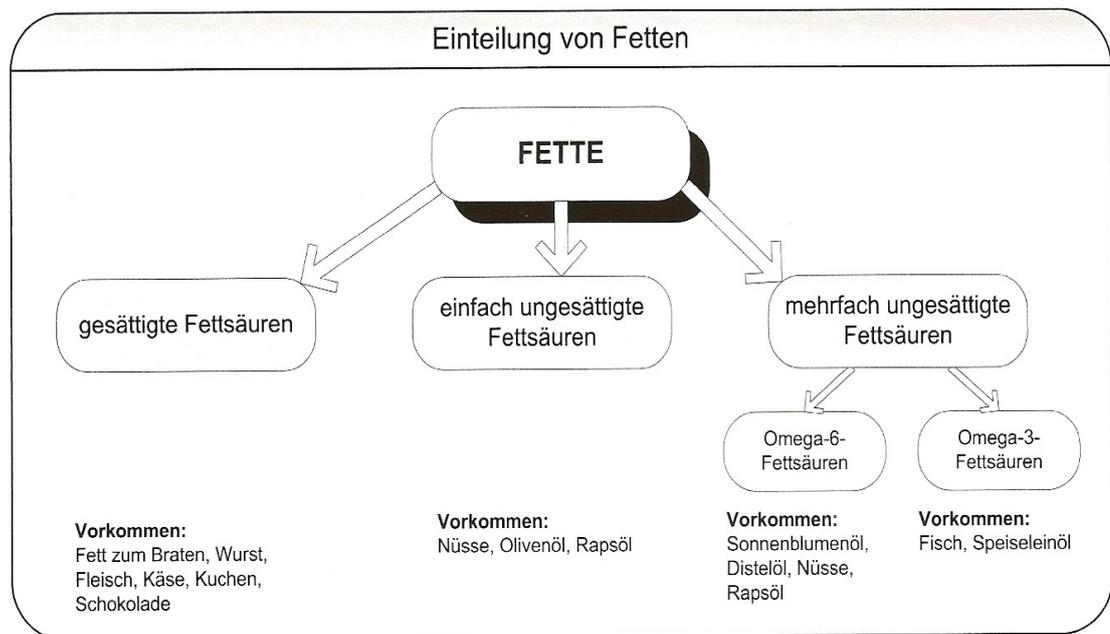
## 8.2. **Fette (Lipide)**

Fette gehören einer Gruppe wasserunlöslicher Moleküle an und sind ein wesentlicher Bestandteil jeder Zelle. Chemisch betrachtet sind Triglyceride Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit Fettsäuren [BARON und BERG, 2005].

Neben den Kohlenhydraten zählen sie zu den wichtigsten Energieträgern und werden vor allem bei Langzeitbelastungen mit einer niedrigen Intensität herangezogen. Außerdem liefern Fette die wichtigen Vitamine A, D, E und K. Im Hinblick auf die Energiegewinnung ist der Stoffwechsel aufwendiger als bei Kohlenhydraten, da mehr Sauerstoffmoleküle verbraucht werden. Zudem stellt das gespeicherte Fett nicht nur Energiereserven bereit sondern dient auch als Schutz der Organe [SCHEK, 2005].

Fette werden nach der Anzahl der Kohlenstoffatome - kurz-, mittel-, langkettig - sowie nach Anzahl und Position der Doppelbindungen unterteilt. Gesättigte Fettsäuren bezeichnet man jene Fettsäuren ohne Doppelbindung, von ungesättigten Fettsäuren spricht man bei Anwesenheit von einer / oder mehreren Doppelbindungen [KONOPKA, 2009].

Abbildung 8: Einteilung von Fetten nach enthaltenen Fettsäuren [FEIL et al., 2005]



### 8.2.1. Gesättigte Fettsäuren

Gesättigte Fettsäuren besitzen wie schon erwähnt keine Doppelbindungen. Hauptsächlich werden sie mit der Nahrung zugeführt, da gesättigte Fettsäuren eher selten vom menschlichen Organismus synthetisiert werden.

Gesättigte Fettsäuren sind vor allem in tierischen Fetten wie Butter und Schmalz enthalten. Zu viel gesättigte Fette in der Nahrung erhöhen die

Blutfettwerte, Gesamt- und LDL-Cholesterin und gelten als Risikofaktoren für Herzinfarkt und Schlaganfall [SIRI-TARINO et al., 2010]. Langkettige gesättigte Fettsäuren heben den Cholesterinspiegel doppelt so stark an, wie die mehrfach ungesättigten Fettsäuren ihn absenken können. Die Einlagerung von Kohlenhydraten in Muskulatur und Leber wird durch gesättigte Fettsäuren verzögert und sorgen somit für eine verlängerte Regenerationszeit [EFSA, 2010, ELMADFA, 2004].

### **8.2.2. Ungesättigte Fettsäuren**

Als ungesättigte Fettsäuren werden all jene Fettsäuren bezeichnet die eine oder mehrere Doppelbindungen besitzen. Je nach Anzahl der Doppelbindungen werden sie in einfach ungesättigte Fettsäuren und mehrfach ungesättigte Fettsäuren unterteilt [EFSA, 2010, ELMADFA, 2004].

#### ***Einfach ungesättigte Fettsäuren***

Diese Fettsäuren werden ebenfalls vom Körper selbst aufgebaut. Sie wirken sich wesentlich günstiger auf den Fettstoffwechsel aus als gesättigte Fette. Diese sind in hohen Anteilen in Olivenöl, Rapsöl, Sesamöl, Erdnussöl und Avocado enthalten [EFSA, 2010, ELMADFA, 2004].

#### ***Mehrfach ungesättigte Fettsäuren***

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren werden größtenteils mit der Nahrung aufgenommen. Die essentiellen Fettsäuren,  $\alpha$ -Linolensäure und Linolsäure, kann der menschliche Organismus nicht selber aufbauen und sollte somit eine wichtige Stellung bei der Nahrungsmittelauswahl einnehmen [DGE et al., 2008]. Wegen ihrer Doppelbindungen sind sie leicht oxidierbar und damit Radikalbildner die z. B. Zellen schädigen. Um diesem entgegen zu wirken, enthalten pflanzliche Öle z. B. Vitamin E als Antioxidans, welches die Oxidation verlangsamt [EFSA, 2010].

Bei einer Fettaufnahme bis zu 30 % der Gesamtenergie sollte der Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren etwa 7 % der Nahrungsenergie liefern, bzw. bis zu 10 %, wenn die Zufuhr von gesättigten Fettsäuren 10 % der Gesamtenergie überschreitet [DGE et al., 2008].

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren werden in Omega-6-Fettsäuren (n-6-FS) und Omega-3-Fettsäuren (n-3-FS) unterteilt. Sie sind Ausgangsubstanzen zur Herstellung wichtiger Gewebshormone, die zahlreiche Funktionen im Körper wie Regulation von Entzündungsprozessen und des Immunsystems erfüllen [DGE et al., 2008, ELMADFA, 2004].

Die Zufuhr von  $\alpha$ -Linolensäure sollte erhöht werden, um das Verhältnis von Linolsäure zu  $\alpha$ -Linolensäure auf ca. 5:1 zu reduzieren. Bei gesunden jungen Erwachsenen liegen die Schätzwerte für eine angemessene Empfehlung für Linolsäure bei knapp 2,5 % der Gesamtenergie und für  $\alpha$ -Linolensäure bei 0,5 % der gesamten Energiezufuhr [DGE et al., 2008].

#### ***Omega-6-Fettsäuren:***

- Linolsäure, Arachidonsäure
  - Linolsäure ist vertreten in: Sonnenblumenöl, Distelöl, Kürbiskernöl, Maiskeimöl, Traubenkernöl, etc.
  - Arachidonsäure ist vertreten in: Fleisch, Butter, Milch, Milchprodukte, Schweineschmalz, Schweineleber, Eigelb, Thunfisch, Leberwurst, etc.

#### ***Omega-3-Fettsäuren:***

- $\alpha$ -Linolensäure, Eicosapentaensäure (EPA), Docosahexaensäure (DHA)
  - $\alpha$ -Linolensäure: in Rapsöl, Leinöl, Sojaöl, Nüsse, dunkelgrünes Blattgemüse, etc.
  - EPA & DHA: in fettreichen Fischen

[ELMADFA, 2004]

**Tabelle 9: Essentielle Fettsäuren % der Energie**

Alter	Essentielle Fettsäuren % der Energie	
	Linolsäure (n-6)	$\alpha$ -Linolensäure (n-3) <sup>1</sup>
1 bis unter 4 Jahre	3,0	0,5
4 bis unter 7 Jahre	2,5	0,5
7 bis unter 10 Jahre	2,5	0,5
10 bis unter 13 Jahre	2,5	0,5
13 bis unter 15 Jahre	2,5	0,5
<sup>1</sup> Hierbei handelt es sich um Schätzwerte		

[DACH-Referenzwerte, 2008]

Ein Mangel an essentiellen Fettsäuren wie z. B. Linolsäure bedeutet eine Störung des Fetttransports, des Aufbaus von Membranen und der Bildung von hormonähnlichen Signalstoffen (Prostaglandinen). Zudem kann der Wasserhaushalt dadurch negativ beeinflusst werden und zu Strukturdefekten von Zellen kommen [FRIEDRICH, 2006].

Für den Athleten haben vor allem mehrfach ungesättigte Fettsäuren eine wichtige Bedeutung, da diese einen Schutz für die Muskulatur bei höheren Belastungen bieten. Diese haben die Fähigkeit die Determinanten für die belastungsinduzierte Stressreaktion zu steuern und sind essentiell für die Funktion der Zellmembran [FRIEDRICH, 2006].

### **8.2.3. Trans-Fettsäuren**

Trans-Fettsäuren können einerseits auf natürlichem Wege bei der bakteriellen Fermentation im Pansen von Wiederkäuern entstehen und andererseits bei der industriellen Härtung von Ölen. Die Teilhärtung dieser Öle erfolgt damit diese besser in der Lebensmittelherstellung eingesetzt werden können. Diese künstlichen trans-Fettsäuren werden als „gefährliche Fette“ bezeichnet. Sie fördern Herz-Kreislauf-Erkrankungen und darüber hinaus werden Zusammenhänge mit manchen Krebsformen und Diabetes diskutiert. Als Quellen galten Fastfood-Produkte, Fertigsoußen und Fertigprodukte, Butter, Milch- und Milchprodukte.

Ein Inverkehrbringen von Lebensmittel mit einem Gehalt von mehr als 2 % künstlich enthaltenen trans-Fettsäuren im Gesamtfett ist von der „Österreichischen trans-Fettsäuren Verordnung“ seit 01. September 2009 verboten worden. Jedoch gilt diese Verordnung nicht für trans-Fettsäuren, die aus Fetten tierischen Ursprungs stammen [www.bmg.gv.at, 27.04.11].

#### **8.2.4. Cholesterin**

Cholesterin ist ein polyzyklischer Alkohol und zählt zur Gruppe der Sterine. Es ist nur in tierischen Nahrungsmitteln zu finden und daher ist eine Aufnahme ausschließlich über den Verzehr von tierischen Lebensmitteln möglich. Der menschliche Organismus kann Cholesterin in der Leber auch selbst synthetisieren. Es ist notwendig für den Aufbau von z. B. Vitamin D<sub>3</sub>, Hormonen und Gallensäuren. Zudem dient es auch als Membranbaustein der Zelle.

Ein erhöhter Anteil an Cholesterin im Blut führt zu Gefäßverengungen durch Ablagerungen, wodurch ein erhöhtes Risiko für Arteriosklerose (Gefäßverkalkung), Herzinfarkt und Schlaganfall besteht [TOTH, 2005].

Heutzutage wird die Hypothese, dass ein erhöhter Cholesterinspiegel ausnahmslos die Ursache für koronare Herzerkrankungen sei, nur noch bedingt vertreten. Dadurch das zwischen HDL- und LDL-Cholesterin unterschieden wird und mittlerweile die Erkenntnis erlangt wurde, dass HDL dem Transport von Cholesterin vom Gewebe zur Leber dient und LDL dem Transport in umgekehrter Richtung, wird vermutet das HDL den gefäßverengenden Ablagerungen entgegen wirkt. Somit ist ein höherer HDL-Spiegel im Verhältnis zum LDL-Spiegel wünschenswert um koronare Herzerkrankungen zu vermeiden. Das Verhältnis HDL zu LDL sollte zwischen 1:3 und 1:4 liegen [www.crossmed.de, stand 16.04.2012].

Wichtig ist die Höhe der Unterfraktionen des Cholesterins zu kennen:

- HDL (high density lipoproteins)  
 HDL wird oft als das "gute" Cholesterin bezeichnet. Es besitzt einen gewissen Schutzfaktor vor Arteriosklerose. Cholesterin wird mittels HDL aus den Blutgefäßwänden gelöst und abtransportiert. Weiters hemmt HDL die Verklumpung der Blutplättchen und vermindert dadurch die Gefahr von Blutgerinnseln, die Herzinfarkt oder Schlaganfall verursachen können. Der Anteil an HDL im Blut sollte möglichst hoch sein. Ein höherer Anteil an HDL kann durch eine bedachte Fettauswahl und regelmäßigen Ausdauersport erreicht werden [TOTH, 2005].
- LDL (low density lipoproteins)  
 Der LDL-Spiegel sollte möglichst niedrig liegen. Siehe Tabelle 10: Referenzwerte von Lipiden und Lipoproteinen

**Tabelle 10: Referenzwerte von Lipiden und Lipoproteinen**

<b>Titel</b>	<b>Kurzbezeichnung</b>	<b>Referenzbereich</b>
Cholesterin gesamt	CHOL	> 2 Jahre < 200 mg / dl Sekundärprävention <sup>1</sup> < 160 mg / dl mmol / l = mg / dl * 0,02586
LDL-Cholesterol	LDL	Geringes Risiko <sup>2</sup> < 160 mg / dl Sehr hohes Risiko <sup>2</sup> < 70 mg / dl
HDL-Cholesterol	HDL	≥ 60 mg / dl
Triglyceride	TRIG	0 – 6 Monate: 50 – 200 mg / dl > 6 Monate: < 150 mg / dl nüchtern (nach 12 Stunden Nahrungskarenz) mg / dl * 0,0114 = mmol / l
<sup>1</sup> Vermeidung und Frühbehandlung einer Arteriosklerose <sup>2</sup> einer Entwicklung von Arteriosklerose		

[www.kimcl.at, stand 02.12.2011]

**Tabelle 11: Empfohlene Fettzufuhr bei Erwachsenen**

Gesättigte FS	$\frac{1}{3}$ der Fettzufuhr: max. 10 % der Energiezufuhr / d
Einfach ungesättigte FS	Fettzufuhr: min. 13 % der Energie-zufuhr / d
Mehrfach ungesättigte FS	Fettzufuhr: 7 % der Energiezufuhr / d
Transfettsäuren	Weniger als 1 % der Energiezufuhr / d
Cholesterin	300 mg / d

[DACH-Referenzwerte, 2008]

### 8.3. **Proteine**

Proteine sind hochmolekulare und komplexe Moleküle, die als Grundbaueinheit Aminosäuren enthalten. Sie unterliegen ständigen Ab-, Auf- und Umbauprozessen und müssen daher kontinuierlich erneuert werden. Es werden etwa 20 verschiedene Aminosäuren zum Aufbau der Proteine verwendet, von denen der Körper 8 nicht selbst synthetisieren kann (essentiell), weshalb diese mit der Nahrung aufgenommen werden müssen [HANNAWACKER, 2008]. Folgende sind damit gemeint: Valin, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Tryptophan, Methionin, Threonin, Lysin.

Alanin, Serin, Asparagin und Asparaginsäure, Glutamin und Glutaminsäure, Tyrosin, Arginin, Prolin, Cystein, Glycin und Histidin sind die bedingt essentiell bzw. nicht essentiellen Aminosäuren, was bedeutet, dass diese nur unter bestimmten Lebensbedingungen essentiell sind bzw. vom Körper selbst synthetisiert werden können [ELMADFA, 2004].

Proteinen wurde in der Vergangenheit in Bezug auf den Energiebedarf während des Sports weniger Aufmerksamkeit geschenkt als Kohlenhydraten, da diese nur unter extremen Energiemangel zur Energiegewinnung herangezogen werden. Da Proteine jedoch Grundbausteine jeder Zelle und an einigen biochemischen Prozessen beteiligt sind, haben sie folgende wichtige Funktionen im Organismus [FRIEDRICH, 2006]:

1. Enzymatische Katalyse:

Alle Stoffwechselfvorgänge im Organismus werden durch Enzyme katalysiert, die wiederum aus Proteinen bestehen.

2. Transport und Speicherung:

Das Protein Hämoglobin dient als Transportvehikel für Sauerstoff.

3. Bewegungskoordination:

Durch die aus Protein bestehenden kontraktilen Elemente des Muskelgewebes ist eine gerichtete Bewegung möglich.

4. Mechanische Stützfunktion:

Durch Kollagenfasern gewinnen Gewebe und Knochen an Zugfestigkeit. Kollagen stellt ein Faserprotein dar.

5. Abwehrfunktion:

Die für das Immunsystem verantwortlichen Kompartimente bestehen aus Proteinen.

6. Übertragung von Nervenimpulsen:

Rezeptorproteine übertragen Nervenimpulse an den Synapsen.

7. Übertragung von Erbinformation

8. Kontrolle der Differenzierung im genetischen Bereich:

Repressorproteine hemmen in einer Zelle die genetische Information, die für die spezielle Aufgabenstellung der Zelle nicht von Nöten sind.

8.4. **Energiebereitstellung von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen**

Wie schon erwähnt, liefern Kohlenhydrate, Fette und Proteine verschiedene Mengen an Energie, davon ist Fett jedoch der effizienteste Brennstoff. Diese 3 Nährstoffe benötigen unterschiedliche Mengen an Sauerstoff. So kann man beobachten, dass Fette 16 % mehr Sauerstoff zu Energiebereitstellung benötigen als Kohlenhydrate. Da Proteine erst einen langen Prozess durchlaufen müssen, bis daraus Energie gewonnen werden kann, sollten sie für die Energiebereitstellung nicht in Betracht gezogen werden [FRIEDRICH, 2006].

**Tabelle 12: Unterschiedliche Energiebeträge der verschiedenen Hauptnährstoffe (mod. nach Janssen 2003)**

Substrat	Energie pro Gramm	Energie pro 1 l Sauerstoff
Kohlenhydrate	17,2 kJ	21,3 kJ = 6,34 ATP
Fette	36,6 kJ	18,8 kJ = 5,70 ATP
Eiweiß	17,2 kJ	19,7 kJ = 5,94 ATP

[FRIEDRICH, 2006]

Aufgrund ungenügender wissenschaftlicher Daten bzgl. der angemessenen Zufuhrempfehlungen für junge Athleten, zeigt die folgende Tabelle nur Schätzwerte.

**Tabelle 13: Geschätzter durchschnittlicher Tagesbedarf an Makronährstoffen bei jungen Athleten**

Sport	m / w	Alter	Energie (kcal)	Energie (kcal / kg)	KH (g)	PRO (g)	PRO (g / kg)	Fett (g)
GDB <sup>1</sup>	m	9 – 13			100		0,77	
GDB <sup>1</sup>	w	9 – 13			100		0,73	
GDB <sup>1</sup>	m	14 – 18			100		0,75	
GDB <sup>1</sup>	w	14 – 18			100		0,73	
Walking (n = 7)	m, w	8 -10	1844 ± 234	NA	NA	70 ± 0,3	NA	NA
Schwimmen (n = 22)	m	11,3 ± 2,3	NA	58,5	NA	NA	2,32	NA
Verschiedene Ausdauersportarten <sup>2</sup> (n = 93)	w	17,4 ± 1,4	2611 ± 852	42,7 ± 13,9	352 ± 127	77,5 ± 24,6	1,3 ± 0,4	99,2 ± 36,6
Schwimmen (n = 5)	w	18,8 – 1,0	2405 ± 1022	36,9 ± 15,7	NA	93,3 ± 27,9	1,4 ± 0,4	NA
Gymnastik (n = 29)	w	7 – 10	1,651 ± 363	NA	219 ± 57	68 ± 17	NA	60 ± 16

<sup>1</sup> Geschätzter durchschnittlicher Bedarf

<sup>2</sup> Laufen, Rudern, Schwimmen, Langlaufen, Fünfkampf

[PETRIE et al., 2004]

### **8.4.1. Bedeutung der Kohlenhydrate**

Es stehen uns eine Menge kohlenhydratreicher Nahrungsmittel zur Verfügung, doch für Athleten ist es wichtig zu wissen, welche Kohlenhydrate bevorzugt aufgenommen werden sollen. Kohlenhydrate unterscheiden sich sehr stark hinsichtlich ihrer Aufnahmegeschwindigkeit (Dose-Response).

- Mono- und Disaccharide zählen mit Ausnahme des Milchzuckers zu den schnell verfügbaren Kohlenhydraten. In diesem Zusammenhang spricht man von Kohlenhydraten, die ins Blut „schießen“. Wenn diese zum falschen Zeitpunkt verzehrt werden, kann sich dies nachteilig auswirken, denn nach einem raschen Blutzuckeranstieg und dem dadurch bedingten erhöhten Insulinausstoß (Insulin sorgt für die Senkung des Blutzuckerspiegels) kommt es zu einer Absenkung des Blutzuckerspiegels. Dadurch kommt es zu Leistungsabfall, Konzentrationsmangel, Müdigkeit sowie Hunger und Durst.
- Im Gegensatz dazu gelangen komplexe Kohlenhydrate (Oligo- und Polysaccharide) langsam bzw. „fließend“ ins Blut, denn aufgrund ihres langsamen und stufenweisen Abbaus sorgen sie für einen langsamen und kontinuierlichen Blutzuckeranstieg.

Für die ATP-Gewinnung bzw. die Energiebereitstellung spielen Glucose und die Glykogenspeicher eine wichtige Rolle. Seit längerem ist bekannt, dass die Energie für eine länger dauernde Leistung aus der Oxidation der Kohlenhydrate gewonnen wird [YOUNG et al., 1966].

Die Zufuhr von leicht verdaulichen Kohlenhydraten kurz vor und während der körperlichen Anstrengung soll verhindern, dass der Blutglucosespiegel auf Werte unter 2,5 mmol / l absinkt. Wenn es dazu kommt, ist der zum Transport von Glucose in glucoseabhängige Zellen erforderliche Konzentrationsgradient nicht mehr gegeben, worauf der Organismus mit Symptomen wie Hypoglykämie, Übelkeit, Desorientierung und zentrale Ermüdung reagiert [SCHEK, 2008].

In Situationen, in denen der Körper die Glykogenspeicher ausgeschöpft hat und es zur Erschöpfung kommt, kann die Einnahme von Kohlenhydraten den Leistungsabfall hinauszögern [SCHEK, 2008]. Maximal 1 g oral zugeführte

Glucose kann pro Minute in der aktiven Muskulatur oxidiert werden [KNECHTEL et al., 2003]. Die Geschwindigkeit mit der Glucose ins Blut gelangt ist abhängig von der Magenfüllung und der Osmolarität (ist das Maß für die Anzahl der Teilchen / Moleküle osmotisch aktiver Substanzen pro kg Lösungsmittel; Einheit: mol / l).

Nach intensivem Training sollen Muskel- und Leberglykogenreserven mittels Nahrungsmittel mit hohem bis mittlerem glykämischen Index innerhalb der ersten Stunden nach der Belastung wieder aufgefüllt werden. Empfohlene Zufuhr liegt bei 10 g / kg KG, bei weniger intensivem Training reichen 5 g Kohlenhydrate / kg KG [SCHEK, 2008].

Die ÖGE, DGE und auch die SGE empfehlen eine Kohlenhydrataufnahme von mindestens 50 % der Gesamtenergie bei allen Altersgruppen [DACH-Referenzwerte, 2008].

Die ACSM (American College of Sports Medicine) empfiehlt für Maltodextrin eine Aufnahme von 0,7 g / kg / h bei körperlicher Anstrengung [KREIDER et al., 2010], Harger-Domitrovich empfiehlt jedoch 0,6 g / kg / h Maltodextrin um eine optimale Kohlenhydratausnutzung zu gewährleisten [HARGER-DOMITROVICH et al., 2007].

Zu beachten ist, dass der Saccharoseanteil bei 7 bis 15-jährigen Mädchen und Jungen von 25 % der gesamten Kohlenhydratzufuhr im Jahr 1995 [HOLTMEIER, 1995] auf 33 % im Jahr 2008 gestiegen ist [www.bmg.gv.at, 17.04.11].

Mädchen decken 17 % ihres täglichen Energiebedarfs durch Zucker. Bei Jungen liegt dieser Wert bei 17,5 %, was einem Saccharoseanteil von 33 % des aufgenommenen Kohlenhydratanteils entspricht. Die DACH-Referenzwerte empfehlen 10 Energieprozent [www.bmg.gv.at, 17.04.11].

**Tabelle 14: Richtlinien der Kohlenhydratzufuhr für leistungsorientierte aktive Personen**

<b>Kurzfristig auf Einzelleistung ausgerichtet:</b>	<b>Empfohlene Kohlenhydratzufuhr:</b>
Täglich optimale Glykogenspeicherung (z. B. Regeneration nach Leistungen oder gezielte Kohlenhydratladung vor Leistungen)	7 – 10 g / kg KM / Tag
Schnelles Wiederauffüllen der Glykogenspeicher bei Erholungszeiten < 8 h zw. den Einzelleistungen	1 g / kg KM, alle 2 h
Vorleistungsmahlzeit zur Steigerung der Kohlenhydratverfügbarkeit vor Langzeitleistungen	1 – 4 g / kg KM, 1 – 4 h vor Leistungsbeginn
Kohlenhydratzufuhr während Leistungen mittlerer Intensität oder intermittierenden Leistungen > 1 h	0,5 – 1 g / kg KM / h (30 – 60 g / h)
<b>Längerfristig auf den Alltag ausgerichtet:</b>	
Täglicher Bedarf bei niederer Leistungsintensität und niederem Leistungsumfang (< 1 h pro Tag)	5 – 7 g / kg KM / Tag
Täglicher Bedarf bei höheren Leistungsintensitäten und –umfängen im Ausdauersport (1 – 3 h mittel- bis hochintensive Leistung pro Tag)	7 – 10 g / kg KM / Tag
Täglicher Bedarf bei Höchstleistungen (> 4 – 5 h mittel- bis hochintensive Leistung pro Tag)	10 – > 12 g / kg KM / Tag
KM = Körpermasse	h = Stunde(n)

[BURKE et al., 2011]

### ***Carboloading / Superkompensation***

In der Ernährung des Leistungssportlers wird immer wieder nach Wegen gesucht die Speicherkapazität der Muskeln zu erhöhen, um Höchstleistungen erzielen zu können. Wie schon erwähnt dienen vor allem Kohlenhydrate und Fette der Energielieferung und werden unter zunehmender Belastung herangezogen [KNECHTLE, 2004].

**Tabelle 15: Substratverbrauch in Abhängigkeit der Intensität**

Belastungsintensität (% VO <sub>2</sub> peak)	Fettoxidation (kcal.min <sup>-1</sup> )	Kohlenhydratoxidation (kcal.min <sup>-1</sup> )	Fettoxidation (%)	Laktat (mmol / l)
25	1,99 ± 0,57	1,18 ± 0,59	63,33 ± 17,10	1,17 ± 0,30
40	3,34 ± 0,95	1,89 ± 0,82	63,33 ± 13,77	1,26 ± 0,17
55	3,94 ± 1,10	3,43 ± 0,98	54,44 ± 12,73	1,62 ± 0,46
65	4,49 ± 1,51	4,41 ± 1,12	45,89 ± 12,57	1,95 ± 0,63
75	4,75 ± 1,47	5,59 ± 1,68	50,00 ± 13,21	2,85 ± 0,83
85	4,08 ± 1,77	7,69 ± 2,45	35,44 ± 15,42	4,34 ± 1,26

[KNECHTLE, 2004]

Um einem Leistungsabfall entgegen wirken zu können, müssen sowohl Glykogen- und Fettspeicher aufgefüllt sein, damit eine lange und intensive Belastung gewährleistet werden kann [KNECHTLE, 2004].

In den späten 60er Jahren entwickelte sich die Technik des Carboloadings. Darunter wird das Aufladen der Muskulatur mit Kohlenhydraten verstanden, um einen größeren Glykogenspeicher zu erzielen [BERGSTROM und HULTMAN, 1966]. Carboloadings dient einer längeren Verfügbarkeit der Kohlenhydrate, durch eine langsamere Entleerung und einer antrainierten Erhöhung der Speicher [METTLER, 2005].

Glykogen stellt die wichtigste Energiequelle dar und sorgt somit einer Erschöpfung der Muskulatur entgegen [KNECHTLE, 2004].

Muskelglykogen liegt in der Regel im Bereich von 100 – 120 mmol / kg Feuchtwicht. Carboloadings ermöglicht eine Erhöhung des Muskelglykogens auf ca. 150 – 200 mmol / kg Feuchtwicht. Es wird geschätzt, dass durch Carboloadings die Leistung über eine festgelegte Strecke um 2 - 3 % verbessert werden kann [METTLER, 2005; [www.ausport.gov.au](http://www.ausport.gov.au), stand 23.07.2011].

Deshalb achten Athleten auf einen möglichst angefüllten Glykogenspeicher vor Wettkämpfen. Von Carboloadings können vor allem Athleten mit intensiver Ausdauer- und Kraftausdauerbelastungen von mind. 90 Minuten profitieren. Bei kürzeren Belastungen sind die „normalen Kohlenhydratreserven“ ausreichend und somit kann Carboloadings bei kurzer Beanspruchung der Muskulatur keinen positiven Nutzen erzielen [KNECHTLE, 2004; METTLER, 2005].

Die empfohlene Methode zur Durchführung des Carboloadings setzt eine deutliche Reduktion des Trainings und eine sehr kohlenhydratreiche Ernährung (10 – 12 g / kg KG / d) voraus. Damit wird ein maximales Auffüllen der Speicher des Muskelglykogens innerhalb von 2 – 4 Tagen erreicht. Bei normal gefüllten Speichern reduziert sich die Dauer auf einen Tag [METTLER, 2005].

Die nächste Tabelle zeigt zwei Varianten des Carboloadings.

**Tabelle 16: Kohlenhydrataufnahme vor der Belastung**

<b>1. Kohlenhydrataufnahme einige Stunden vor der Belastung</b>		
4 – 5 g / kg KG	Eine gezielte Kohlenhydrataufnahme in Form von stärkereichen, leicht verdaulichen und ballaststoffarmen Lebensmitteln 3 – 4 Stunden vor Belastungsbeginn führt zu einer verbesserten Leistungsfähigkeit, wenn die Belastung länger als 90 Minuten dauert. Von Bedeutung ist, dass nicht nur die Glykogenspeicher erhöht werden, sondern auch der Blutzuckerspiegel während der gesamten Belastungszeit erhöht bleibt.	Müsli Nudelgerichte Reisgerichte Kartoffelpüree Milchreis Belegtes Weckerl mit Magerkäse oder Putenschinken
<b>2. Ca. 30 min vor Trainings- oder Wettkampfbeginn</b>		
1 g / kg KG	Am günstigsten ist die Aufnahme von leicht verdaulichen Kohlenhydraten ca. 30 Minuten vor dem Beginn der Belastung	Banane Biskotten Semmel Sportriegel Sportgetränk

[NEUMANN, 2003]

Im Ausdauer- und Spilsport sollte eine kohlenhydratreiche Kost bevorzugt werden. So zeigte sich auch im Bergsport, dass das Bedürfnis des Organismus nach einer kohlenhydratreichen Kost größer ist. Denn in höheren Lagen wo das Sauerstoffangebot geringer ist, bevorzugt der menschliche Körper Kohlenhydrate als Energiequelle [MAJOR und DOUCET, 2004].

### 8.4.2. Bedeutung der Fette

Die tägliche Fettzufuhr eines sportlich Inaktiven sollte max. 30 % des Energiebedarfs betragen [DACH-Referenzwerte, 2008]. Dieser ist jedoch individuell und stark abhängig von der jeweiligen sportlichen Ausbildung und den gewünschten Zielen [VENKATRAM et al., 2000]. Falls eine Gewichtszunahme gewünscht ist, kann der prozentuelle Energiebedarf auf 50 % erhöht werden. Ist eine Gewichtsabnahme erwünscht, sollte die Fettaufnahme auf 0,5 bis 1 g / kg / KG / d reduziert werden [KREIDER et al., 2010].

Folgende Tabelle zeigt die unterschiedlichen Empfehlungen der verschiedenen Autoren, über den Fettanteil bezogen auf die Gesamtenergiemenge.

**Tabelle 17: Zufuhrempfehlungen für Fette an der Gesamtenergiezufuhr in der täglichen Ernährung von Athleten**

	Berg et al. (1996)	Kindermann et al. (2005)	Schek (2005)	Geis und Hamm (2000)	Konopka (2002)	DACH (2008)
<b>Fett- zufuhr</b>	25–30 %	20–25 %	30 – 35 %	28 – 30 %	25 - 30 %	30 %

[FRIEDRICH, 2006]

Bei Kindern und Jugendlichen liegen die Empfehlungen für die Zufuhr höher als bei Erwachsenen. Auch für diese Gruppe gibt es unterschiedliche Empfehlungen.

Die D-A-CH-Referenzwerte von Kindern liegen bei 30 – 35 % der täglichen Energiezufuhr [DACH-Referenzwerte., 2008].

**Tabelle 18: Richtwerte für die Zufuhr von Fett**

<b>Alter</b>	<b>Fett [% der Energie]</b>
Kinder	
1 bis unter 4 Jahre	30 – 40
4 bis unter 7 Jahre	30 – 35
7 bis unter 10 Jahre	30 – 35
10 bis unter 13 Jahre	30 – 35
13 bis unter 15 Jahre	30 – 35

[DACH-Referenzwerte, 2008]

**Tabelle 19: Essentielle Fettsäuren, empfohlene Zufuhr**

Alter	Essentielle Fettsäuren % der Energie	
	Linolsäure	$\alpha$ -Linolensäure
Kinder		
1 bis unter 4 Jahre	3,0	0,5
4 bis unter 7 Jahre	2,5	0,5
7 bis unter 10 Jahre	2,5	0,5
10 bis unter 13 Jahre	2,5	0,5
13 bis unter 15 Jahre	2,5	0,5

[DACH-Referenzwerte, 2008]

**Tabelle 20: Fett & Essentielle Fettsäuren: Angaben in % der Energie**

	Fett	n-6-FS	n-3-FS
<u>Kinder</u>			
1 – 4 Jahre	30 – 40	3,0	0,5
4 – 15 Jahre	30 – 35	2,5	0,5
<u>Jugendliche</u>			
ab 15 Jahre	30	2,5	0,5

[DACH-Referenzwerte, 2008]

Pietrie et al. empfehlen eine tägliche Zufuhr an essentiellen FS von 12 g und 1,2 g jeweils für Linolsäure und Linolensäure für Jungen im Alter zwischen 9 und 13 Jahren. Bei Mädchen liegt der Wert bei 10 g / d für essentielle FS und 1,1 g / d sowohl für Linolsäure als auch Linolensäure. Die Empfehlungen liegen bei Jungen im Alter von 14 bis 18 Jahren etwas höher, es sollten 16 g essentielle FS / d eingenommen werden und 1,6 g Linolsäure und Linolensäure / d. Die Werte für Mädchen im Alter von 14 bis 18 Jahren betragen 11 g essentielle FS / d und 1,1 g Linolsäure und Linolensäure / d [PIETRIE et al., 2004].

### ***Fette bei sportlicher Belastung***

Fette und Kohlenhydrate werden bei körperlicher Belastung gemeinsam als Energiesubstrat herangezogen, wobei das Verhältnis von Intensität, Dauer der Belastung und Trainingszustand abhängig ist. So stellt Fett im Vergleich zu den Kohlenhydraten bei Belastungen mit niedriger Intensität über eine längere Zeitspanne den größeren Anteil an der Energielieferung bereit [KNECHTLE, 2005].

Um den Fettstoffwechsel optimal nutzen zu können, darf nur eine geringe Laktatkonzentration von  $< 3 \text{ mmol / l}$  vorhanden sein, da es sonst zu einer Blockierung der Fettsäureverwertung kommt und Fettsäuren nicht mehr in die Mitochondrien eingeschleust werden können [KNECHTLE, 2004].

Bei Belastungen mit geringer bis mittlerer Intensität (25 – 50 %  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) wird ca. 30 – 50 % der Energie aus Kohlenhydraten und 50 – 70 % aus Fetten freigesetzt [KLEIN und KIENREICH, 2008]. Während dieser Belastung nimmt Muskelglykogen weniger stark ab und somit resultiert ein Einsparen der Glykogenreserven [KNECHTLE, 2004]. Bei intensiven Belastungen ( $> 65 \%$   $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) werden hingegen überwiegend Kohlenhydrate zur Energiegewinnung herangezogen. Sind körpereigene Glykogenvorräte aufgebraucht, kommt es zu einer weitgehenden Nutzung der freien Fettsäuren unter gleichzeitiger Reduktion der Belastungsintensität [KLEIN und KIENREICH, 2008].

Im Gegensatz zu den Glykogenspeichern können beim Fettgewebe als Energiespeicher bei der Versorgung mit freien Fettsäuren keine Reserveprobleme entstehen. Durch Ausdauertraining entstehen Anpassungsreaktionen des Organismus, welche zu einem vermehrten Nutzen von freien Fettsäuren zur Energiegewinnung und somit zu einer Einsparung an Muskelglykogen führen. Diese gesparten Kohlenhydrate werden dann für Belastungen höherer Intensität wie etwa bei Zwischen – und Endspurts genutzt [BURKE und HAWLEY, 2002; HELGE et al., 2003].

Die Einschränkung der Fettzufuhr könnte Gesundheit, Wachstum und Entwicklung von nichtfettleibigen Kindern beeinträchtigen. Es ist jedoch noch nicht geklärt, ob dies eine direkte Wirkung der zu geringen Fettzufuhr oder eines Energiemangels ist. Es wurde jedoch festgestellt, dass durch

vollkommenen Verzicht an fettreichen Nahrungsmitteln ein Mangel an hochqualitativen Proteinen, Calcium, Magnesium, Eisen, Zink, Chrom, Vitamin B<sub>12</sub> und fettlöslichen Vitaminen entsteht, welche wichtige Kriterien für erstklassige Leistung und optimales Wachstum sind [PETRIE et al., 2004].

### ***Fatloading***

Fatloading ist wie Carboloadung trainierbar, wobei zuerst eine fettreiche Ernährung zur Abnahme der intramuskulären Glykogendepots führt und nach einer anschließenden kohlenhydratreichen Diät die Speicherkapazität deutlich steigert. Außerdem ist die Einschränkung der Kohlenhydratoxidation bei mittlerer Intensität ein weiterer Effekt, wodurch Muskelglykogen weniger rasch abnimmt und Glykogenreserven eingespart werden [KNECHTLE, 2004].

Der Einfluss einer fettreichen Diät wurde bisher vorwiegend in Tierstudien untersucht, es zeigte sich sowohl eine Veränderung des Muskelstoffwechsels als auch eine verbesserte Ausdauerleistungsfähigkeit bei Ratten. Zudem konnten ausgeprägte myofibrilläre Veränderungen, eine erhöhte Konzentration der mitochondrialen Enzyme HAD (Hydroxyacyl-CoA-Dehydrogenase) und Citrat-Synthase in der Muskelzelle beobachtet werden. Eine fettreiche Ernährung zeigt eine Zunahme an intramuskulären Triglyzeriden, führt zu einem niedrigeren Glykogengehalt der Muskulatur und bewirkt während einer Belastung eine geringere Glykogenentleerung [CONLEE et al., 1990; HELGE et al., 1998; LEE et al., 2001; NAKAMURA et al., 1998].

Beim Menschen führt eine hochprozentige Fettdiät in der Muskulatur zu den gleichen Veränderungen wie bei den Untersuchungen an Ratten, jedoch besteht ein Unterschied bezüglich des Einflusses auf die Leistungsfähigkeit [KNECHTLE, 2005].

Obwohl einige wissenschaftliche Artikel keine Verbesserung der Ausdauerleistungsfähigkeit durch Fatloading annehmen [BURKE und HAWLEY, 2000; HELGE, 2002; LAMBERT und GOEDECKE, 2003], konnte sehr wohl ein positiver Einfluss einer fettreichen Diät auf die Ausdauerleistungsfähigkeit bei mehrstündigen Belastungen mittlerer Intensität (> 6 Stunden; 50 % bis 60 % VO<sub>2max</sub>) beobachtet werden. Jedoch zeigte sich dieser positive Effekt

ausschließlich bei Trainierten und in Sportarten mit gleichbleibender Leistungsintensität (z. B. Radetappen ohne große Höhenunterschiede). Die Leistungsfähigkeit kann allerdings durch ein an das Fatloading anschließendes Carboloadung gesteigert werden [COLEMAN, 2010; KNECHTLE, 2005].

### **8.4.3. Bedeutung der Proteine**

Obwohl die Meinungen in der Literatur über die Bedeutung der Proteine als Energiequelle auseinander gehen, hat sich gezeigt, dass gerade in Sportarten mit starker muskulärer Belastung oder in Extremsituationen (wie Hunger oder hohe Dauerbelastung) Proteine eine sehr entscheidende Rolle spielen [BARON und BERG, 2005].

Der Proteinbedarf des Menschen ist vom Alter, dem Geschlecht und der Stärke der körperlichen Belastung abhängig. Bei einer gemischten Kost liegt die empfohlene Zufuhr an Proteinen bei Erwachsenen bei ca. 0,8 g / kg KG / d [DACH-Referenzwerte, 2008].

Die Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), die Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE) und die Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE) konnten bei erhöhter körperlicher Aktivität keinen erhöhten Proteinbedarf feststellen [DACH-Referenzwerte, 2008]. So haben einige Studien gezeigt, dass eine vermehrte Proteinzufuhr von 2,5 g Protein / kg KG / d keine Veränderung in der Gesamtkörper-Proteinturnoverrate sowie der fettfreien Körpermasse ergibt [CARRARO et al., 1990; LEMON et al., 1992; MILLWARD, 1994].

Es zeigte sich auch keine Erhöhung der Muskelmasse oder –kraft durch die zusätzliche Proteinzufuhr, darum kann davon ausgegangen werden, dass bei einer bedarfsgerechten Energiezufuhr und der in Erhebungen ermittelten Proteinzufuhr sportlich Aktive ausreichend mit Protein versorgt werden [DACH-Referenzwerte, 2008].

Kreider et al., haben jedoch festgestellt, dass Athleten ca. die 2-fache Menge des empfohlenen Tagesbedarfs zu sich nehmen sollen, d. h. 1,5 bis 2,0 g / kg / d, um eine positive Proteinbilanz zu gewährleisten. Um eine negative Stickstoffbilanz zu vermeiden muss eine erhöhte Aufnahme an

Proteinen stattfinden, wodurch gleichzeitig eine langandauernde Erholungsphase vermieden wird [KREIDER et al., 2010].

Döring et al. weisen darauf hin, dass bei Leistungssportler zwischen Ausdauer- und Kraftsportlern differenziert werden muss, die einen Trainingsaufwand von mehr als 6 - 8 Stunden pro Woche aufweisen.

Bei Ausdauersportler im Leistungsbereich oxidieren Aminosäuren, insbesondere verzweigt-kettige, in der Muskulatur. Daher ist eine Zufuhr von ca. 1,2 – 1,4 g Protein / kg KG / d empfehlenswert.

Kraftsportler die ein intensives Trainingsprogramm absolvieren benötigen eine höhere Proteinzufuhr von bis zu 1,8 g Protein / kg KG / d, damit der Aufbau der Muskelmasse erfolgen kann. Im Gegensatz zu Ausdauersportlern, die mit einer ausgewogenen Mischkost die empfohlene Zufuhr erreichen, kann die erhöhte Proteinmenge bei Kraftsportlern nur schwer ohne eine Proteinsupplementierung erreicht werden [Döring et al., 2006].

Von weiterer Bedeutung ist die sogenannte biologische Wertigkeit. Sie kann mit verschiedenen Methoden ermittelt werden und ist ein Maß für die Effizienz, mit der ein mit der Nahrung aufgenommenes Protein oder Proteingemisch zur Synthese von körpereigenem Protein genutzt werden kann. Durch Kombination von Lebensmitteln z. B. Kartoffeln mit Ei kann die biologische Wertigkeit erhöht werden. Entscheidend für die biologische Wertigkeit des Proteins ist der Aufbau aus möglichst vielen Aminosäuren und die gleichzeitige Fähigkeit den Abbau der leistungsbedingten Aminosäuren zu verringern [KONOPKA, 2009].

Da Athleten eine erhöhte Proteinzufuhr anstreben, sollten sie nicht nur auf die Qualität der Nahrungsproteine achten, sondern auch auf die zugeführte Menge unerwünschter Begleitstoffe wie Purine, Cholesterin und Fett, welche in tierischen Produkten vermehrt enthalten sind. Aus purinreichen Nahrungsmittel entsteht Harnsäure, welche sich in den Nieren, Gelenken und Sehnen ablagert und zu Nierensteinen, Gicht und erhöhter Verletzungsanfälligkeit führt. Purinarme Lebensmittel sind Eier, Milch und Milchprodukte, Kartoffeln, Reis und Getreideprodukte [KONOPKA, 2009].

Bei folgenden Bedingungen kommt es zu einem erhöhten Proteinbedarf:

- Mehrbedarf für Muskelneubildung (Aufbautraining)
- erhöhter Erhaltungsbedarf für größere Muskelmasse (Abnutzungsquote)
- erhöhter „Verschleiß“ an Funktionsproteinen
- möglicher „Stimmulierungseffekt“ auf die Proteinsynthese
- Der Pool an freien Aminosäuren im Gewebe ist ein zusätzlicher Energiespeicher und Schutz vor Abbau an Körperprotein

[FRIEDRICH, 2006]

Der Mindestbedarf an Protein liegt bei zirka 0,34 g / kg KG / d, durch diese Zufuhr wird aber lediglich der Grundstoffwechsel aufrechterhalten. Die folgende Tabelle zeigt den Mindestbedarf bei Kindern.

**Tabelle 21: Mindestbedarf an Protein**

Ältere Säuglinge und Kinder	Protein in g / kg KG / d
6 - 12 Monate	1,1
1 – 4 Jahre	1,0
4 – 15 Jahre	0,9
Erwachsene	0,8

[DACH-Referenzwerte, 2008]

Es ist jedoch schwierig den genauen Eiweißbedarf für Athleten, vor allem im Kindesalter festzulegen, da die Aussagen in der Literatur diesbezüglich sehr widersprüchlich sind. Es ist jedoch klar, dass ein Mehrbedarf für Leistungssportler besteht, nur ist dieser individuell unterschiedlich und muss demnach auch individuell gedeckt werden.

Die Empfehlung für die Proteinzufuhr Erwachsener liegt bei mindestens 12 – 15 % des täglichen Energiebedarfs. Diese Empfehlung zeigt sich auch sehr positiv bei Athleten im Kindes- und Jugendalter. Dies bestätigt das Beispiel eines 9- jährigen Mädchens mit einem KG von 29 kg, welches einen Energiebedarf von 1.390 kcal / d aufweist. Bei einer Proteinaufnahme von 12 – 15 % des täglichen Energiebedarfs würde sie 1,44 – 1,78 g / kg KG / d aufnehmen. Ein sportlich sehr aktiver 18- jähriger Junge mit einem KG von 67,2 kg und einem Energiebedarf von 3.804 kcal / d würde mit einer

12 – 15 %igen Proteinzufuhr 1,70 – 2,12 g / kg KG / d zu sich nehmen [PETRIE et al., 2004].

Es bedarf noch einiger Forschungsarbeiten, um die adäquaten Zufuhrempfehlungen bei jungen Athleten zu bestätigen besonders während Wachstumsphasen bei intensivem Training oder zur Wettkampfsaison [PETRIE et al., 2004].

## **9. Bedeutung der Mikronährstoffe**

Athleten sind ständig darauf bedacht ihre Leistung zu verbessern, dadurch sind sie auf angemessene Ernährung und hartes Training angewiesen. Das wachsende Gespür für die Synergie zwischen Ernährung und körperlicher Belastung hat schon seit längerem ein Interesse an Mikronährstoffen geweckt [LUKASKI, 2004].

Mikronährstoffe spielen eine bedeutende Rolle im Energiestoffwechsel, bei der Hämoglobinsynthese und der Aufrechterhaltung der Knochengesundheit, für eine adäquate Immunfunktion und schützen den Körper gegen oxidativen Stress. Weiters unterstützen sie die Neubildung und Heilung des Muskels während des Trainings und nach Verletzungen [RODRIGUEZ et al. 2009]. Obwohl sie keine direkten Energiequellen sind, erweisen sie sich als lebensnotwendig und für den gesundheitlichen Nutzen als unverzichtbar [LUKASKI, 2004].

### **9.1. Vitamine**

Vitamine sind organische Verbindungen, die der Körper nicht selbst synthetisieren kann, weshalb diese zugeführt werden müssen [LUKASKI, 2004]. Sie stellen keine Bauelemente der Gewebe oder Organe dar, sind jedoch für die Ausübung und Aufrechterhaltung physiologischer Funktionen von großer Bedeutung [ELMADFA, 2004]. Somit ergibt sich Aufgrund der geringen benötigten Menge keine direkte Leistungsförderung, allerdings sind sie wesentlich für die körperliche Gesundheit. Dadurch haben sie dennoch einen nicht unwesentlichen Einfluss auf die Regenerations- und Leistungsfähigkeit, weil sie die körperlichen Funktionen sicherstellen und somit die Leistung nicht durch z. B. Krankheit negativ beeinflusst wird [FRIEDRICH, 2006].

Aufgrund des höheren Energieverbrauchs von Athleten und der damit verbundenen höheren Nahrungsaufnahme ergibt sich eine ausreichende Vitaminzufuhr und macht damit eine Vitamin-Supplementierung hinfällig. Lediglich bei einer stark kohlenhydratreichen Ernährung kann es zu Mangelerscheinungen im Vitaminhaushalt kommen, da viele kohlenhydratreiche

Nahrungsmittel eine niedrige Mikronährstoffdichte aufweisen und daher eine zusätzliche Vitaminzufuhr erforderlich machen [HIPPEL, 2008].

Der Bedarf für Kinder im Leistungssport zu definieren stellt sich als äußerst schwer heraus, da aus ernährungswissenschaftlicher Sicht noch keine publizierte Empfehlung festgelegt wurde. Es sind auch immer wieder unterschiedliche Richtwerte für Empfehlungen der Leistungssporttreibenden Erwachsenen zu finden.

Die Einteilung erfolgt in fettlösliche (A, D, E, K) und wasserlösliche Vitamine (B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>5</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, Folsäure, Pantothensäure, Niacin, Biotin, C) [LUKASKI, 2004].

**Tabelle 22: Löslichkeit und Aufteilung der Vitamine**

<b>Fettlösliche Vitamine</b>	<b>Wasserlösliche Vitamine</b>
Vitamin A = Retinol	Vitamin B <sub>1</sub> = Thiamin
Vitamin D = Calciferol	Vitamin B <sub>2</sub> = Riboflavin
Vitamin E = Tocopherol	Vitamin B <sub>5</sub> = Pantothensäure
Vitamin K = Phyllochinon	Vitamin B <sub>6</sub> = Pyridoxin
	Vitamin B <sub>12</sub> = Cobalamin
	Vitamin C = Ascorbinsäure
	Vitamin H = Biotin
	Cholin
	Folsäure
	Niacin

[eigene Darstellung nach LUKASKI, 2004]

## 9.2. **Mineralstoffe**

Mineralstoffe sind essentielle anorganische Stoffe, die für verschiedene Stoffwechselprozesse notwendig sind. Sie unterstützen die Gewebestruktur, sind wichtige Bestandteile von Gewebe und Hormonen und regulieren den Stoffwechsel sowie neurologische Funktionen [KREIDER et al., 2010].

Die Unterteilung der Mineralstoffe erfolgt nach dem täglichen Bedarf in Mengenelemente und Spurenelement. Zu den Mengenelemente zählen jene Stoffe, deren Massenanteile **über** 50 mg / kg KG im menschlichen Körper

[DACH-Referenzwerte, 2008] (Natrium, Kalium, Calcium, Magnesium, Phosphor, Schwefel, Chlor) beträgt, als Spurenelementen bezeichnet man jene Stoffe, deren Körperspeicher **unter** 50 mg / kg KG [DACH-Referenzwerte, 2008] (Arsen, Cobalt, Chrom, Kupfer, Fluor, Eisen, Jod, Mangan, Molybdän, Nickel, Selen, Silicium, Zinn, Vanadium, Zink) liegt [KONOPKA, 2009].

Magnesium, Eisen, Zink, Kupfer und Chrom haben biochemische Funktionen, die die physikalische Leistungsfähigkeit potenziell beeinflussen können. Diese genannten Mineralstoffe dienen als strukturelle oder katalytische Bestandteile von Enzymen und regulieren die zelluläre Energieweitergabe, den Gastransport, die Antioxidantien, die Membran-Rezeptor-Funktionen, das Second-Messenger-System und die Integration von physiologischen Systemen. Außerdem regulieren Mineralstoffe die Resorption der Makronährstoffe [LUKASKI, 2004].

Aufgrund von Wettkämpfen oder intensivem Training kann es bei sportlich Aktiven zu Mangelerscheinungen von Mineralstoffen kommen, wodurch eine Verringerung der Leistungsfähigkeit möglich ist. Generell hat sich herausgestellt, dass eine Mineralstoffsupplementierung das Leistungspotential von Athleten verbessert unabhängig ob ein Mangel vorliegt oder nicht [KREIDER et al., 2010].

**Tabelle 23: Unterteilung der Mineralstoffe**

<b>Mengenelemente</b>	<b>Spurenelemente</b>
Natrium, Kalium, Calcium, Chlor, Magnesium, Phosphor, Schwefel	Arsen, Cobalt, Chrom, Kupfer, Fluor, Eisen, Jod, Mangan, Molybdän, Zink, Nickel, Selen, Silicium, Zinn, Vanadium

[Eigene Darstellung nach KONOPKA, 2009]

### **Mineralstoffmangel durch sportliche Aktivität**

Durch die meist langandauernde körperliche Anstrengung verlieren Athleten über den Schweiß Mineralstoffe. Als Mengenelemente werden überwiegend Natrium und Chlorid ausgeschieden. Diese Verluste werden in großen Mengen mit der Nahrung zugeführt, wodurch einer Unterversorgung kaum vorkommt.

Bei einigen Spurenelementen ist die Situation anders, so führen bereits breitensportliche Belastungen, wie z. B. Tischtennis, Fußball, Volleyball zu Schweißverlusten von ca. 1 L / h. In Folge dessen treten erhebliche Verluste an Eisen (0,2 – 0,5 mg / L), Zink (0,4 – 0,8 mg / L) und Kupfer (0,5 – 0,9 mg / L) auf. Auch Jodverluste (30 – 40 µg / L) sind über den Schweiß kritisch zu beurteilen. Sie sind bei Leistungssportlichen Aktivitäten nicht mehr über die Nahrung auszugleichen, demnach wäre eine prophylaktische Gabe sinnvoll [HAHN et al., 2005].

Zu den Verlusten an Natrium, Chlorid, Eisen, Zink, Kupfer und Jod müssen Athleten häufig mit einer Unterversorgung von Magnesium, Kalium, Calcium und Chrom rechnen [FRIEDRICH, 2006]

Für Athleten ist es dementsprechend wichtig gezielt Nahrungsquellen zu wählen, die die oben aufgezählten Mineralstoffe enthalten. Die folgende Tabelle zeigt den Schätzbedarf der Minimalzufuhr der Mineralstoffe.

**Tabelle 24: Schätzwert für Minimalzufuhr in mg / d. Durch Schweißverluste kann der Bedarf erheblich ansteigen**

<b>Mineralstoff</b>	<b>Kinder 7 - 10 Jahre</b>	<b>Kinder 10 - 13 Jahre</b>	<b>Kinder und Jugendliche &gt; 13 Jahre</b>	<b>Erwachsene</b>
Natrium	460	510	550	550
Chlorid	690	770	830	830
Kalium	1600	1700	1900	2000
Magnesium	170	230-250	310	300-400
Calcium	900	1100	1200	1000

[DACH-Referenzwerte, 2008].

Wie schon erwähnt, ist der Tagesbedarf einiger Vitamine und Mineralstoffe bei Athleten aufgrund der Ausscheidung von Schweiß, Urin und Fäzes erhöht. Ein weiterer Grund des Mehrbedarfs ist die gesteigerte Bildung freier Radikale. Korrekte Angaben sind wegen Fehlens entsprechender Untersuchungen und Empfehlungen leider nicht möglich [SCHEK, 2008].

## **10. Flüssigkeitszufuhr**

Ohne Wasser ist kein Leben möglich! Dem Menschen ist es möglich, über 60 Tage ohne feste Nahrung auszukommen, aber ohne Wasser sind es lediglich etwa 3 Tage [www.dge.de, 21.10.11].

„Die Aufnahme von Flüssigkeit in Form von Wasser dient zum Löschen und der Vorbeugung von Durst, der Aufrechterhaltung des Elektrolythaushalts und des Intrazellulardrucks sowie dem Entfernen von Abbau- und Giftstoffen“ [PRINZHAUSEN, 2003].

Da der erwachsene menschliche Organismus zu etwa 60 % und Kinder zu etwa 70 % aus Wasser bestehen und alle wichtigen Stoffwechselprozesse im wässrigen Medium ablaufen, ist eine konstante Flüssigkeitsbilanz Voraussetzung für eine optimale Leistungsfähigkeit [DGE et al., 2008].

Der Wassergehalt der fettfreien Körpermaße ist relativ konstant bei 70 – 75 % gegenüber dem Fettgewebe mit 10 – 40 %, so verfügen muskulöse Menschen über einen höheren Wasseranteil als Übergewichtige bzw. Adipöse [www.dge.de, stand 21.10.11]. Aus diesem Grund verfügen Athleten über eine bessere Voraussetzung, ihren Körper zu kühlen [FRIEDRICH, 2006]. Körperwasser schützt den menschlichen Organismus auch vor einer Überhitzung die durch intensive körperliche Belastungen entstehen, indem eine Verdunstung über die Schweißproduktion eingeleitet wird. Neben seiner Fähigkeit der Thermoregulation besitzt das Körperwasser auch noch vier weitere wichtige Grundfunktionen, wie Strukturbestandteil von Makromolekülen, Lösungsmittel für niedermolekulare Substanzen, Substrat bzw. Produkt von enzymatischen Reaktionen und Energieleiter [FRIEDRICH, 2006].

„Eine ausgeglichene Wasserbilanz ist Voraussetzung dafür, dass elementare Körperfunktionen störungsfrei ablaufen können.“ [FRIEDRICH, 2006]

**Tabelle 25: Durchschnittliche Wasserbilanz eines Erwachsenen pro Tag**

<b>Wasseraufnahme ml / d</b>		<b>Wasserabgabe ml / d</b>	
Getränke	1440	Urin	1440
Wasser in fester Nahrung	875	Stuhl	160
Oxidationswasser	335	Haut	550
		Lunge	500
<b>Wasseraufnahme</b>	<b>2650</b>	<b>Wasserabgabe</b>	<b>2650</b>

[www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1040, stand 21.10.11]

Sportlich sehr aktive Menschen sollen so eine hohe Flüssigkeitsaufnahme erreichen, dass Körpermasseverluste, die auf thermoregulationsbedingte Wasserdefizite (v. a. Schwitzen) zurückzuführen sind, ausgeglichen werden. In heißer Umgebung (> 30 C°) ist es wichtig darauf zu achten, dass der Flüssigkeitsverlust nicht über 3 % des Ausgangsgewichtes (2 Liter beim 70 kg schweren Mann) schreitet, um Leistungsverminderungen zu vermeiden [www.oege.at, stand 20.03.2012; SHIRREFFS, 2009]. In kühler Umgebung (20 – 21 C°) hat ein 3 %iger Verlust eine geringere und unbedeutende Wirkung auf die Leistung [SHIRREFFS, 2009].

Gerät der Athlet über die besagte Schwelle und der Flüssigkeitsverlust wird nicht adäquat ersetzt, sinkt das Blutplasmavolumen. Daraus resultiert ein verlangsamter Blutfluss und harnpflichtige Substanzen können nicht mehr ausreichend ausgeschieden werden. Gleichzeitig wird die Versorgung der Muskel- und Gehirnzellen mit Sauerstoff herabgesetzt, die Wärmeabgabe an die Umgebung wird reduziert, die Körperkerntemperatur und Herzfrequenz steigen an, was sowohl eine Leistungsminderung als auch fatale gesundheitliche Folgen (Hitzschlag) nach sich ziehen kann [COYLE, 2004].

Der durchschnittliche tägliche Wasserumsatz eines Erwachsenen beträgt 6 % des Körperwassergehalts bezogen auf den Ganzkörperwasserbestand [DGE et al., 2008], das entspricht bei einer Frau 2 Liter und bei einem Mann rund 2,5 Liter. Bei einem Leistungssportler erhöht sich die benötigte Wassermenge auf 3 – 3,5 L / d. Als Faustregel gilt, dass der Mensch täglich 40 ml Wasser / kg KG benötigt, damit Wasser die bereits genannten Funktionen im Organismus erfüllen kann. Sowohl Athleten als auch mäßig körperlich aktive Menschen müssen den Flüssigkeitsverlust, der durch die Wasserabgabe über Nieren

(Urin), Haut (Schweiß), Lunge (Atmung) und Darm (Stuhl) zustande kommt, wieder ausgleichen. Dies geschieht entweder in Form von flüssiger oder fester Nahrung, wodurch die Leistungsfähigkeit nicht eingeschränkt wird [SCHEK, 2005].

Um eine Dehydratation zu vermeiden, sollten schon kurz vor Beginn der Belastung 0,25 bis 0,5 Liter getrunken werden. Vor allem bei größeren Belastungen oder konzentriertem Arbeiten wird das Durstempfinden, welches bei einer Verminderung des Gesamtkörperwassers von 0,5 % entsteht [SCHEK, 2005], oft vernachlässigt bzw. wird das „Durst-Signal“ häufig überhört oder unterdrückt. Auch bei Sportarten wie z. B. Radfahren, bei denen hohe Geschwindigkeiten erreicht werden, wird der Flüssigkeitsverlust durch Schwitzen öfters nicht bemerkt. Bei längeren Belastungsphasen oder bei höheren Außentemperaturen, muss Wasser auch während der Belastung zu sich genommen werden, sodass der Flüssigkeitsverlust (= Gewichtsverlust) 3 % des Ausgangsgewichtes nicht überschreitet [HABER, 2005].

#### 10.1. **Folgen des Flüssigkeitsverlustes**

Eine fehlende Flüssigkeitszufuhr reduziert die Harnbildung und damit auch die Ausscheidung schädlicher Substanzen. Schon nach wenigen Tagen kann die unzureichende Flüssigkeitszufuhr zu Kreislaufversagen führen, aufgrund der Blutverdickung. Des Weiteren kommt es zu Schwächeanfällen, Muskelkrämpfen, Tachykardie (schnelles Herzklopfen), gastrointestinalen Beschwerden (Übelkeit, Magen-Darm-Krämpfe, Kopfschmerzen, Schwindelgefühl bis hin zu Bewusstlosigkeit) [SCHEK, 2005].

Bei einem Flüssigkeitsverlust von 2 % des Körpergewichtes wird die Ausdauerleistungsfähigkeit eingeschränkt und es kommt zu einem leichten Durstempfinden. Bei einem Defizit von bis zu 4 % ist die Kraftleistung bereits vermindert, bei einem Verlust von bis zu 6 % verspürt man Schwäche, Reizbarkeit und Erschöpfung. Lebensbedrohlich wird es wenn die Grenze von mehr als 10 % des Körpergewichtes überschreitet [KONOPKA, 2009].

**Tabelle 26: Symptome des Wassermangels**

Wasserverlust (in % vom Körpergewicht)	Mangelsymptome	Wasserverlust (in Liter)		
		Kind, 10 Jahre, 30 kg	Jugendlicher, 15 Jahre, 60 kg	Erwachsener, 70 kg
1 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leichter Durst</li> </ul>	0,3	0,6	0,8
2 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verminderung der Ausdauerleistung</li> <li>• Neigung zu Muskelkrämpfen</li> </ul>	0,6	1,2	1,4
3 - 5 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trockene Haut und Schleimhäute</li> <li>• Verminderter Speichel- und Harnfluss</li> <li>• Verminderte Kraftleistung</li> <li>• Hautröte</li> </ul>	0,9 - 1,5	1,8 - 3,0	2,1 - 3,5
5 – 10 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhöhter Puls</li> <li>• Schwindelgefühl</li> <li>• Kopfschmerzen</li> <li>• Vermindertes Blutvolumen</li> <li>• Erhöhter Blutkonzentration</li> <li>• Sprechschwierigkeiten</li> <li>• Gehunfähigkeit</li> </ul>	1,5 - 3,0	3,0 - 6,0	3,5 - 7,0
10 - 15 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verwirrtheit</li> <li>• Unfähigkeit zu schlucken</li> <li>• Verschleiertes Sehen</li> <li>• Geschwollene Zunge</li> <li>• Runzelige, empfindungslose Haut</li> <li>• Krämpfe, Delirium</li> </ul>	3,0 - 4,5	ca. 6,0 - 9,0	7,0 - 10,5
Ca. 15 - 20 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tod</li> </ul>	über 4,5	über 9,0	über 10,5

[FRIEDRICH, 2006]

Der Flüssigkeitsverlust muss vor allem bei langdauernden körperlichen Leistungen beglichen werden, da durch die Anstrengung nicht nur Wasser sondern auch Elektrolyte verloren gehen. Eine durchs Schwitzen induzierte Verminderung des Körpergewichts um nur 1 % reduziert bereits die Ausdauerfähigkeit der Kinder, denn durch die zunehmende Schweißabgabe verliert der Organismus nicht nur wichtige Mineralstoffe sondern auch Spurenelemente [PETRIE et al., 2004].

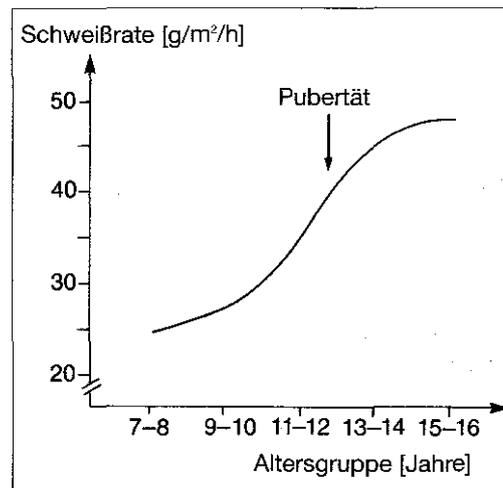
Im Rahmen der Rosbacher Trinkstudie (RTS) 1 - 4 wurde der Einfluss von Dehydratation auf die kognitive Leistungsfähigkeit beobachtet. Es konnte festgestellt werden, dass sowohl die geistige als auch die physische Leistungsfähigkeit und das allgemeine Wohlbefinden, durch einen unausgeglichenen und temporären Flüssigkeitsverlust, herab gesetzt wird. Der Körper spricht sehr sensitiv auf die kleinsten Flüssigkeitsveränderungen an und daher ist es wichtig, selbst geringe Flüssigkeitsverluste aufzufüllen, um für die Erhaltung einer hohen Leistungsfähigkeit zu sorgen [SCHMITZ et al., 2003].

## 10.2. **Flüssigkeitshaushalt bei Kindern**

Für den Erhalt der Homöostase und der körperlichen Leistung sind Flüssigkeits- und Elektrolytbilanz wichtige Faktoren [ZANKER, 2006].

Kinder dürfen auf keinen Fall mit kleinen Erwachsenen verglichen werden, dies gilt vor allem bei Flüssigkeitsverlusten [FIREDRICH, 2006]. Sie verfügen über eine deutlich geringere Fähigkeit Hitze abzubauen, da sie unter anderem eine wesentlich niedrigere Schweißproduktion aufweisen, somit ist der Anteil an den verloren gegangen Elektrolyten ebenfalls reduziert [ZANKER, 2006]. Die Heranwachsenden verfügen zwar über die gleiche Anzahl an Schweißdrüsen wie ein Erwachsener, aber die Zahl der aktiven Schweißdrüsen bei erhöhter Hitze ist um einiges herabgesetzt. Im Vergleich zu ihrer Körpermasse, erzeugen sie wesentlich mehr Hitze als ein Erwachsener, zeitgleich aber deutlich weniger Schweiß [FRIEDRICH, 2006].

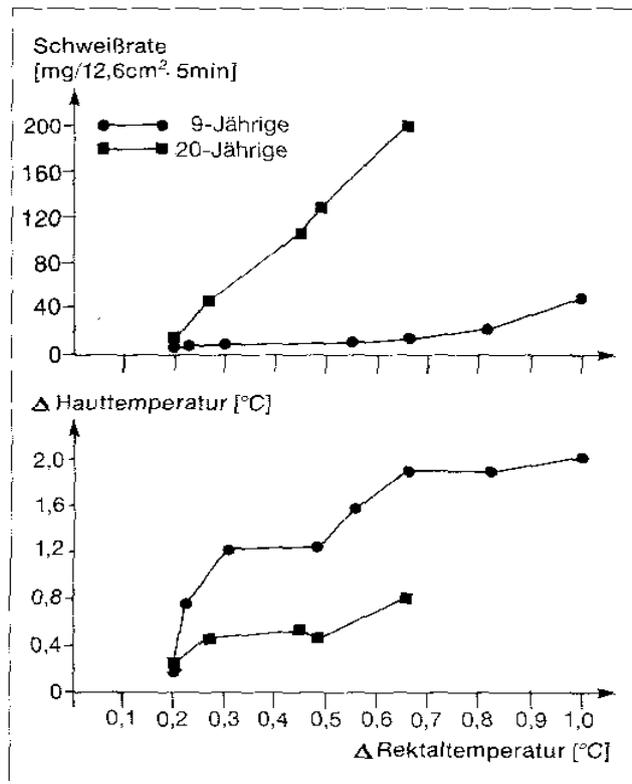
**Abbildung 9: Die Entwicklung der Schweißrate im Kindesalter bei relativ gleicher Arbeitsleistung [FRIEDRICH, 2006]**



Es ist außerordentlich wichtig, den Kindern das Trinken während der körperlichen Tätigkeit, vor allem bei Wettkämpfen zu gestatten, um einer Dehydration vorzubeugen. Man muss jedoch darauf achten, dass Softdrinks oder stark zuckerhaltige Getränke vermieden werden [FRIEDRICH, 2006], da sie eine sehr hohe Energiedichte aufweisen. Schon 2003 wurde von der WHO die Wirkung des Verzehrs von Softdrinks auf das Körpergewicht von Kindern und Jugendlichen als wahrscheinlich eingestuft, inzwischen wurde dieser Effekt von vielen weiteren Studien belegt [www.dge.de, stand 21.10.10].

Wie folgende Abbildung zeigt, ist die Hauttemperatur bei Kindern deutlich höher und die Schweißrate niedriger als bei einem Erwachsenen.

**Abbildung 10: Die Schweißrate und der mittlere Anstieg der Hauttemperatur in Bezug zur Rektaltemperatur bei männlichen Kindern bzw. jungen Erwachsenen bei einer vergleichbaren Belastung [FRIEDRICH, 2006]**



### 10.3. Sportgetränke

Es wurde lange diskutiert, welches das geeignete Getränk für einen Athleten ist, denn nur reines Wasser füllt die verloren gegangenen Mineralstoffe nicht wieder auf. Nach der körperlichen Belastung sollten vor allem die Speicher von Kochsalz, Magnesium, Kalium, Eisen und Vitamin C wieder aufgefüllt werden, welche mittels erhöhter Schweißproduktion verloren gegangen sind. Eine Kombination von Isotonischen Mineralstoffgetränken mit mineralstoffarmen Getränken kann die Leistungsfähigkeit aufrechterhalten. Auch die Aufnahme von wasserreichen Früchten und getrocknetem Obst ist von Vorteil [KONOPKA, 2009].

Sportgetränke besitzen idealerweise einen Kohlenhydratgehalt von 60 – 80 g / L. Hierzu ist auf die Osmolalität (Teilchenanzahl der osmotisch aktiven Substanzen / kg Lösungsmittel) des Getränkes zu achten um die Gefahr von Verdauungsproblemen auszuschließen. So gibt der Wert der Osmolalität den

Geschwindigkeitsgrad der Verdauung an, umso niedriger dieser desto schneller ist die Magenentleerung. Der Mehrfachzucker Maltodextrin ist ein geeigneter Inhaltsstoff, da die Osmolalität des Getränks dabei nicht stark ansteigt. Bei körperlichen Belastungen von mehr als 2 – 3 Stunden sollte dem Getränk zudem 0,5 – 0,8 g Natrium beigefügt werden [METTLER, 2003].

Am schnellsten resorbiert werden Isogetränke mit einer Lösung die 4 % Glucose und 8 % Saccharose enthält. Hypotone Getränke wie z. B. Molke, gezuckerter Tee, Bouillon, Mineralwasser liefern zwar rasch Flüssigkeit, jedoch wenig bzw. keine Energie. Wenn der Kohlenhydratbedarf höher ist als der Flüssigkeitsbedarf, wie z. B. bei niedrigeren Temperaturen leistet eine 18 %ige Glucosepolymerlösung bessere Dienste [SCHECK, 2008].

Idealerweise basieren Sportgetränke auf Tee oder Wasser, wobei auch Fruchtsäfte hinzugezogen werden können. Allerdings sollten Letztere mindestens 1:1 bis 1:2 mit Wasser verdünnt werden, um das Entstehen einer hypertonen Lösung zu vermeiden. Getränke auf Fruchtsaft- oder Sirupbasis und fast alle kommerziellen Sportgetränke weisen pH-Wert um 2,9 – 4,0 auf, wodurch es bei empfindlichen Personen zu dentalen Komplikationen kommen könnte [METTLER, 2003, SCHECK, 2008].

Tabelle 27 erläutert einige empfehlenswerte Beispiele für selbst gemachte Sportgetränke die individuell an den Geschmack angepasst werden können. Besonders zu beachten ist vor allem bei hohen Umgebungstemperaturen und intensiven täglichen Training, dass dem Getränk Kochsalz hinzugefügt werden muss da die Basis dieser Getränke praktisch natriumfrei ist [METTLER, 2003].

**Tabelle 27: 5 Beispiele von selber gemachten Getränken**

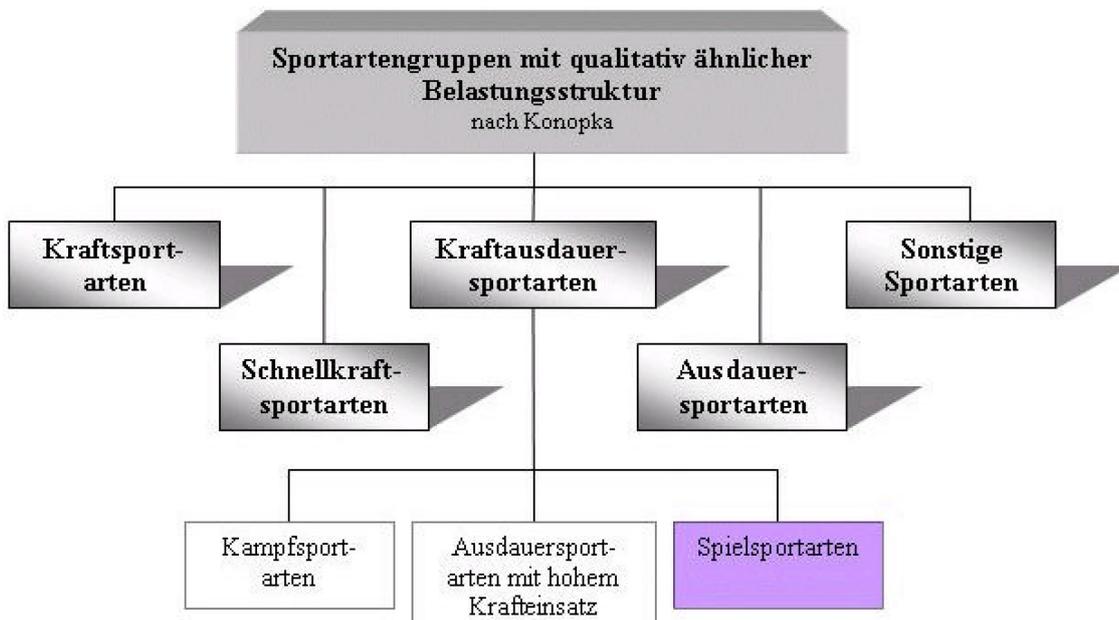
<b>Variante</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Wasser / Tee	1 Liter	1 Liter	1 Liter	1 Liter	7 dl
Himbeersirup		30 g		30 g	
Orangensaft			3 dl		
Zucker			30 g		
Fruchtzucker			30 g		
Maltodextrin	50 g	50 g	50 g	70 g	20 g
Kochsalz	1,5 g				
Kohlenhydrat	80 g	80 g	75 g	95 g	68 g
Osmolalität	184	264	157	172	320

[METTLER, 2003]

## 11. Empfehlungen der Nährstoffrelationen der verschiedenen Sportarten

Im folgenden Kapitel werden die Ernährungsrichtlinien der individuellen Sportarten erläutert. Da diese sich in ihrer Belastungsstruktur beim Training und Wettkampf ähnlich sind können sie in 3 Gruppen zusammengefasst und gegliedert werden.

Abbildung 11: Unterteilung der Sportarten in Gruppen [KONOPKA, 2009]



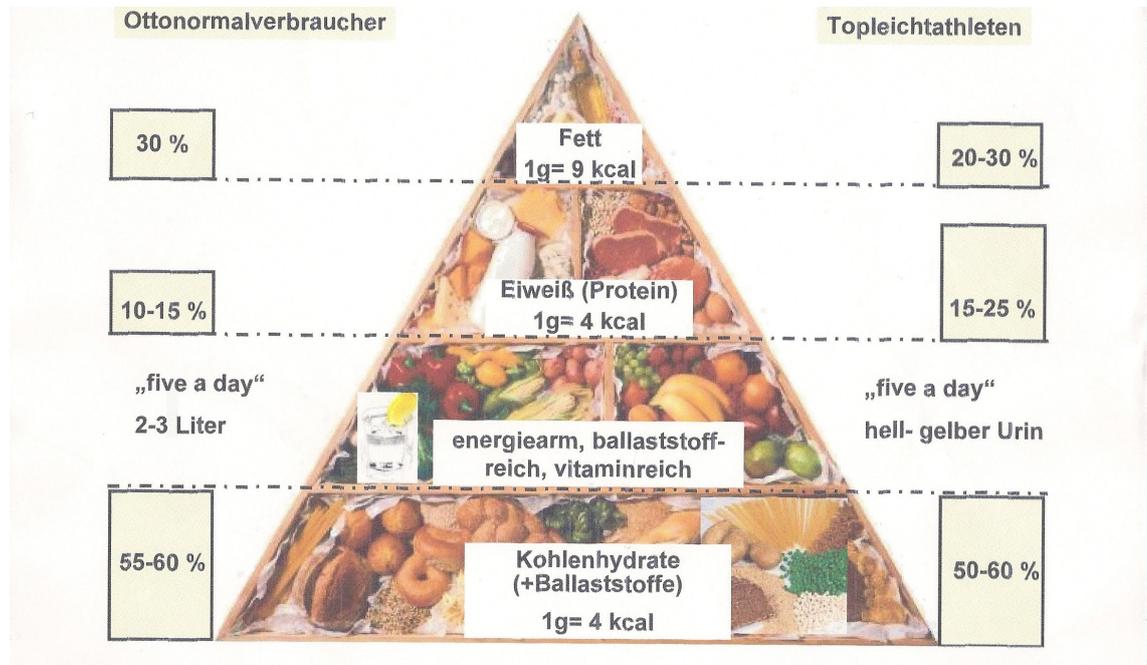
Hierbei handelt es sich um eine grobe Orientierung, da eine spezifischere Aufstellung zu umfangreich wäre. Das Hauptaugenmerk richtet sich in dieser Arbeit lediglich auf den Ausdauer- und Kraftsport.

### 11.1. Ausdauersport

Bei Ausdauersportarten wird hauptsächlich die allgemeine Ausdauer bzw. Grundlagenausdauer beansprucht, das Heiz-Kreislauf-System und die Sauerstoffaufnahme in der Muskulatur sind in diesem Zusammenhang von besonders großer Wichtigkeit. Demnach wird eine ausgezeichnete Leistungsfähigkeit von einer hohen maximalen Sauerstoffaufnahme, ihrer Ausschöpfung wie auch großen Glykogendepots ausgezeichnet [BARON und BERG, 2005]. Zudem wird bei der Glykogenolyse (Glykogenabbau) sowohl

Wasser als auch Kalium frei und steht dem Organismus zur Verfügung. 1 g Glykogen bildet 2,7 g Wasser und 19,5 mg Kalium [www.ernaehrung.de, stand, 08.05.12].

Abbildung 12: Basisernährung: viel Kohlenhydrate, mehr Proteine, wenig Fett [www.molnut.uni-kiel.de, stand 28.01.12]



Aufbauend auf einer Basisernährung, die einer gesunden Mischkost entspricht, sind einige sportspezifische Ernährungsmaßnahmen zu berücksichtigen. Im Grundlagenausdauertraining wird zwischen I und II (GA 1 und GA 2) unterschieden. GA1-Training bedeutet ein moderates Training über 60 min im Bereich von ca. 65 % der maximalen Herzfrequenz, GA2-Training dauert mind. 30 min und wird mit einer maximalen Herzfrequenz von ca. 85 % absolviert. Vor allem bei einer Durchführung des GA2-Trainings spielt die Kohlenhydratzufuhr eine besonders wichtige Rolle für die Aufrechterhaltung und Erhöhung des Muskelglykogens.

0 – 6 Stunden nach dem Training ist eine Gabe einer zweiphasigen Kohlenhydratzufuhr, vorerst in Form von zuckerhaltigen Getränken und anschließenden komplexen Kohlenhydraten (alle 2 Stunden 0,7 – 1,5 g KH / kg KG, je 70 g KH) zu empfehlen.

Trainings- und Ernährungsmaßnahmen müssen immer aufeinander abgestimmt werden. Die Folge eines Kraftdefizites beruht auf einer verminderten Zufuhr an

Kohlenhydraten nach dem Training, wodurch eine vermehrte Oxidation von Muskelprotein hervorgerufen wird [Döring et al., 2006].

Bei einem erhöhten Energieverbrauch bzw. -bedarf, ist es sinnvoll die Menge an Kohlenhydraten anzuheben.

### **11.1.1. Basisernährung**

Bei einem durchschnittlichen Kalorienbedarf von 4500 kcal / d sollten im Ausdauersport sechs Mahlzeiten folgend aufgeteilt werden [BARON und BERG, 2005]:

Kohlenhydrate : Proteine : Fette = 60 % : 15 % : 25 %

1. Frühstück	≅ 1125 kcal
2. Frühstück	≅ 225 kcal
Mittagessen	≅ 1125 kcal
Zwischenmahlzeit	≅ 450 kcal
Abendessen	≅ 900 kcal
Spätmahlzeit	≅ 675 kcal
Insgesamt	4500 kcal

### **11.1.2. Vorwettkampfernährung**

In dieser Phase sollten die besten Voraussetzungen für den Wettkampf geschaffen werden, die Dauer betrifft ca. die letzten 2 – 3 Tage vor dem Wettkampf. In dieser Zeit sollte sich der Athlet vor allem kohlenhydratreich ernähren um die Kohlenhydratspeicher sowohl in Muskeln und Leber maximal aufzufüllen [www.rickmers.eu, stand 28.01.12]. Der empfohlene Maßstab an Kohlenhydraten von 60 % kann kurzfristig überstiegen werden, dies ist jedoch mit einem letzten harten Abschlusstraining von 4 – 5 Tagen vor dem Wettkampf verbunden, indem Kohlenhydratvorräte gänzlich erschöpft werden (Superkompensation) [BARON und BERG, 2005].

### **11.1.3. Wettkampfernährung**

Die letzte Mahlzeit vor dem Antritt des Wettkampfes soll nicht später als 3 – 4 Stunden vor dem Beginn eingenommen werden. Bevorzugt sind leicht verdauliche Kohlenhydrate um ein Völlegefühl zu vermeiden. Um intensive Ausdauerbelastungen über einen möglichst langen Zeitraum durchzuhalten ist darauf zu achten, dass die benötigten Kohlenhydratspeicher, sowie Wasser- und Elektrolytdefizite wirksam und schnell wieder aufgefüllt werden. Bei Belastungen ab 45 min sollten Kohlenhydrate bevorzugt in Form von kohlenhydrathaltigen Energiedrinks eingenommen werden, die unmittelbar nach dem Verzehr von der Muskulatur als Energiespender genutzt werden [BARON und BERG, 2005; [www.msg-hannover.de](http://www.msg-hannover.de), stand 28.01.12].

### **11.1.4. Nachwettkampfernährung**

Die Nachwettkampfernährung ist ebenso relevant wie die zuvor beschriebenen Ernährungsphasen, denn sie ist der Bestandteil der unerlässlichen Entmüdungsmaßnahme. Unmittelbar nach dem Belastungsende sollen Wasser, Elektrolyte und Kohlenhydrate wieder aufgenommen werden um dem Organismus in seiner Regenerierung zu unterstützen. Hierzu bieten sich Fruchtsäfte mit stark angereicherten Kohlenhydraten, Pudding und vollbilanzierte Energiedrinks an [BARON und BERG, 2005, [www.rickmers.eu](http://www.rickmers.eu), stand 28.01.12].

## **11.2. Kraftsport**

Unter diese Kategorie zählen Sportarten wie Gewichtheben, Kugelstoßen und Ringen. Bei diesen Sportarten geht es im Wesentlichen um die Entwicklung der Maximalkraft, die Schnellkraft und die Kraftausdauer. Die Voraussetzung für die Energiebereitstellung durch ATP ist ein hoher Muskelanteil, der durch eine erhöhte Proteinzufuhr erreicht wird [BARON und BERG, 2005]. Der Proteinbedarf des Kraftsportlers liegt zwischen 1,2 und 1,7 g / kg KG. Die erhöhte Zufuhr an Proteinen setzt eine ausreichende Flüssigkeitszufuhr voraus, da bei einer unzureichenden Flüssigkeitsaufnahme Nierenschäden

entstehen. Um das Stoffwechselendprodukt des Proteinabbaus (Harnstoff) ausscheiden zu können werden 700 ml Flüssigkeit für 100 g Protein benötigt. Auch eine adäquate Kohlenhydratzufuhr ist bei der Ausübung von Kraftsportarten von Nöten um die energiereichen Phosphatverbindungen durch die Glykogenolyse regenerieren zu können. Daraus resultiert eine Kohlenhydrataufnahme von mindestens 50 % der Nahrungsenergie [www.ernaehrung.de, stand 28.01 11].

### **11.2.1. Basisernährung**

Bei einem angenommenen durchschnittlichen Kalorienbedarf von 5000 kcal / d sollten im Kraftsport sechs Mahlzeiten optimaler Weise wie folgt aufgeteilt werden [BARON und BERG, 2005]:

Kohlenhydrate : Proteine : Fette = 50 % : 20 % : 30 %

1. Frühstück	≅ 1250 kcal
2. Frühstück	≅ 250 kcal
Mittagessen	≅ 1255 kcal
Zwischenmahlzeit	≅ 500 kcal
Abendessen	≅ 1000 kcal
Spätmalzeit	≅ 750 kcal
Insgesamt	5000 kcal

### **11.2.2. Vorwettkampferernährung**

Bei Einhaltung der Empfehlung der Basisernährung ist keine Umstellung der Ernährung notwendig. Es konnte kein vermehrter Proteinbedarf bei erhöhter körperlicher Aktivität festgestellt werden. Die DGE, ÖGE, SGE und SVE meinen, dass eine zusätzliche Proteinzufuhr keine Änderung in der Gesamtkörper-Proteinturnoverrate sowie der fettfreien Körpermasse und auch keine Erhöhung von Muskelmasse oder –kraft bewirkt [D-A-CH, 2008].

Im Falle einer zu geringen Proteinaufnahme beim extremen Krafttraining sollte auf Proteinkonzentrate bzw. proteinreiche Zusatzernährung zurück gegriffen werden [BARON und BERG, 2005].

### **11.2.3. Wettkampfernährung**

Die letzte Nahrungsaufnahme sollte spätestens 3 Stunden vor Antritt des Wettkampfes erfolgen, da bei vollem Magen die Zwerchfellatmung beeinträchtigt wird. Dies könnte aufgrund der stärkeren Ansammlung von Blut in den Verdauungsorganen zu Durchblutungsstörungen in der Muskulatur führen. Demzufolge würde selbst eine Proteinaufnahme kurz vor dem Wettkampf eine negative Folge nach sich ziehen [BERG und BARON, 2005].

### **11.2.4. Nachwettkampfernährung**

Nach dem Wettkampf benötigt der Organismus eine Auffüllung von den verbrauchten Nährstoffen. Um die verloren gegangenen Speicher wieder optimal zu füllen muss der Wasser- und Elektrolythaushalt möglichst schnell durch adäquate Getränke ersetzt werden [BARON und BERG, 2005].

## 12. Nahrungsergänzungsmittel

1994 wurden Nahrungsergänzungsmittel als ein Produkt definiert, welches oral in Form von Tabletten, Kapseln, Gelen, Flüssigkeiten oder Pulver eingenommen wird. Diese können Vitamine, Mineralien, Kräuter oder andere pflanzliche Stoffe, Aminosäuren und Substanzen wie etwa Enzyme beinhalten [KREIDER et al., 2010; DÖRINGER et al., 2006]. Laut DSHEA sind Nahrungsergänzungsmittel keine Drogen [KREIDER et al., 2010]!

Generell werden NEM folgend kategorisiert:

1. Offenbar Wirksam: NEM die den Leuten helfen den entsprechenden allgemeinen kalorischen Bedarf zu sichern. Dies wurde wissenschaftlich belegt.
2. Möglicherweise Wirksam: NEM die noch mit Anfangsstudien die theoretischen Gründe stützen aber noch weiterer Forschungsarbeiten unterzogen werden müssen.
3. Zu früh um sagen zu können: NEM mit sinnvoller Theorie, jedoch mangelnder Forschungsarbeiten kann der positive Gebrauch dieser noch nicht bestätigt werden.
4. Offenbar Unwirksam: NEM denen sowohl die Theorie des positiven Effekts fehlt und auch die Unwirksamkeit nach wissenschaftlichen Arbeiten nachgewiesen werden konnte.

[KREIDER et al., 2010]

Die Definition von Supplementierung ist das zu sich nehmen von Substanzen über den eigentlichen Bedarf hinaus sowie das Wiederauffüllen der Speicher [FRIEDRICH, 2006].

Eine deutliche Verschlechterung der sportlichen Leistungsfähigkeit sieht man bei Fehlen von Spurenelementen oder Elektrolyten vor allem bei:

- vegetarische Sportler
- Sportler, welche für die Aufnahme größerer Nahrungsmengen zu wenig Zeit zur Verfügung steht
- Sportler, welche über länger Zeit eine Reduktionsdiät einhalten
- Sportler aus Disziplinen bzw. Sportarten mit Gewichtsklassen

- Sportler, welche häufig auf Reisen (insb. ins Ausland) sind
- Leistungs- und Hochleistungssportler
- Sportler, welche extrem viel schwitzen

Es kann für die obigen beschriebenen Sportlern sehr ratsam sein, in Perioden mit extrem körperlichen Beanspruchungen eine tägliche Einnahme eines Elektrolyt-Spurenelement-Präparats, welches die Bedarfsempfehlungen nicht überschreitet, einzunehmen [FRIEDRICH, 2006].

Das nächste Kapitel soll einen Überblick über die häufigsten im Sport eingesetzten ergogene Substanzen geben und ihre Wirkungsweisen beurteilen. Eindeutige Aussagen bezüglich der Wirksamkeit und Empfehlungen für die Dosierung ergogener Substanzen sind noch nicht vorhanden, da sich die Studien hinsichtlich der Belastungsintensität, dem Trainingszustand, dem Geschlecht der Teilnehmer und der Supplementdosierung stark unterscheiden [BURKE et al., 2010; MANNHART, 2003].

### 12.1. **Kreatin**

Kreatin ist ein körpereigener und physiologischer Wirkstoff, der im Körper in der Leber, Bauchspeicheldrüse und Niere aus den Aminosäuren Glycin, Arginin und Methionin synthetisiert wird [MAHNNHART, 2003]. Die Eigensynthese wird mit der zusätzlichen Nahrungsaufnahme von Kreatin reguliert. So führt eine hohe Kreatinzufuhr zu einer nachweisbaren Unterdrückung der körpereigenen Kreatinsynthese [WALLIMANN, 2008]. Das in der Muskulatur gespeicherte Kreatinphosphat und Kreatin dienen energiereichen Phosphatverbindungen als Shuttle zwischen Zellflüssigkeit und Mitochondrien [MAHNNHART, 2003]. In Form von Kreatinphosphat ist es für die Muskelkontraktion aber auch für Hirn- und Nervenfunktionen unentbehrlich. Im Körper sind ca. 120 – 140 g Kreatin, vorwiegend in der Skelettmuskulatur (95 %) zu finden [KLEIN und KIENREICH, 2008; WALLIMANN, 2008; NEUMANN, 2007].

### ***Leistungssteigerung durch Kreatin***

Im August 1995 wurde Kreatin von dem Schweizerischen Bundesamt für Gesundheitswesen offiziell als NEM zugelassen. Es wurde als das wirksamste ergogene „nutritional supplement“ bezeichnet, welches eine wissenschaftliche Bestätigung über eine Zunahme der Muskelmasse mit deutlicher Steigerung der maximalen Muskelkraft und –leistung sowie der „high-intensity training capacity“ mit sich bringt [WALLIMANN, 2008].

Eine Supplementierung aktiviert die Stammzellen für den Muskelaufbau und beschleunigt die Muskeldifferenzierung. Durch die Stimulation des Muskelzuwachses ist somit ein gleichzeitiger Zuwachs der Muskelkraft zu erwarten. Zudem liefert eine Kreatin-Supplementation einen verbesserten Energiestatus, wodurch die Fähigkeit höhere Leistung bei hochintensiven repetitiven Belastungen mit kurzen Erholungsphasen sowie raschere Regenerationszeiten erbracht werden können. Eine optimale Wirkung von Kreatin wird durch eine kombinierte Aufnahme von Kohlenhydraten erreicht [WALLIMANN, 2008].

Aufgrund vieler durchgeführter Studien an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen gilt Kreatin als eines von wenigen leistungsbeeinflussenden Mitteln als bestätigt.

Die höchste Kreatinkonzentration im Blut wird nach der Einnahme von 5 g Kreatin nach 1 h erreicht und fällt ca. 5 – 6 h auf den Ausgangswert zurück. Ein möglichst konstanter Kreatinwert im Blut soll durch die Aufteilung größer Mengen (20 g / d) auf Einzeldosen (4 mal 5 g / d) erreicht werden und zugleich eine Optimierung der Absorption in die Muskelzelle gewährleisten [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

### ***Anwendung / Dosierung***

Es werden 2 verschiedene Methoden unterschieden, wobei der maximale Kreatinwert bei beiden Anwendungen identisch ist. Der Unterschied liegt darin, dass der maximale Kreatinwert beim Fast Load schneller erreicht wird.

**Tabelle 28: Anwendungsmethoden**

<b>Prinzip</b>	<b>Ladephase</b>	<b>Erhaltungsphase</b>
Fast Load	0.3 g / kg Körpergewicht (KG) pro Tag bei 70 kg: 21 g Kreatin pro Tag, aufgeteilt in ca. 4 - 5 Einzeldosen  Dauer: 5 Tage	ca. 3 g Kreatin pro Tag  Dauer: ca. 4 - 12 Wochen
Slow Load	Total 3 (- 5) g pro Tag, aufgeteilt auf 1 - 3 Einzeldosen  Dauer: ca. 4 Wochen	ca. 3 g Kreatin pro Tag  Dauer: ca. 4 - 12 Wochen

[ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011]

Nach jeder Anwendung sollte unbedingt eine 4-wöchige Absetzphase eingehalten werden. Eine dauerhafte Supplementierung ist aufgrund zu weniger Forschungsarbeiten nicht empfohlen [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

Der leistungssteigernde Effekt von Kreatin kann durch eine Kombination von Koffein und Kreatin vermindert werden [TARNOPOLSKY, 2010].

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

- Bei Dauersupplementierung wird die körpereigene Synthese vermindert
- Gewichtszunahmen durch Wassereinlagerung in der Muskulatur (1 – 3 kg in den ersten Tagen)
- Erhöhung des Muskeltonus
- Gesteigerte Krampfeigung, durch eventuelle Abnahme an Magnesium
- Nieren- und Leberbelastung
- Blähungen

[BUFORD et al., 2007]

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Im Jahr 1995 hatte das Bundesamt für Gesundheit im Rahmen der Zulassung NEM mit Kreatin vorsichtshalber für Kinder und Jugendliche im Wachstum als ungeeignet deklariert.

Nach dem heutigen Wissensstand kommt Kreatin sogar in der Muttermilch vor und ist für eine optimale Entwicklung essentiell. Studien zeigten sowohl bei Säuglingen als auch bei Jugendlichen, dass eine Supplementierung mit angemessener Dosierung und Reinheit keine Probleme mit sich bringt. Schwere Folgen entstehen erst dann, wenn auf eigene Faust Kreatin eingenommen wird um sportliche Leistungen zu verbessern [WALLIMANN, 2008].

Ob es nun für junge Athleten sinnvoll ist zusätzliche Präparate mit Kreatin einzunehmen, die sich gesund und adäquat ernähren beantwortet die International Society of Sports Nutrition:

Es kann durchaus sinnvoll sein! Aber nur unter den Voraussetzungen, dass ein aktives und seriöses Training mit den notwendigen Vorsichtsmaßnahmen (Dosierung und absolute Reinheit des Kreatins) eingehalten wird [www.jissn.com, stand 20.10.2011].

### 12.2. **Koffein**

Koffein ist ein natürlicher Wirkstoff der in Kaffeebohnen, Teeblättern, Kakaobohnen, Schokolade und Kolanüssen enthalten ist und somit weltweit die am häufigsten konsumierte pharmakologische aktive Substanz [JENSEN, 2011]. Es besitzt nicht nur eine wachmachende, konzentrationssteigernde und stimmungsaufhellende Eigenschaft, sondern hat einen positiven Effekt auf die körperliche Leistungsfähigkeit [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

Diese ergogene Substanz stand bis 2004 auf der Dopingliste von der Welt-Antidoping-Agentur (WADA) und dem Internationalen Olympischen Komitee (IOC). Der Entschluss Koffein von der Dopingliste zu streichen waren teilweise zu hohe Dosen, welche in vielen Alltagsgetränken vorkommen [STRUPLER und PERRET, 2012].

### ***Leistungssteigerung durch Koffein***

Die Wirkungsmechanismen die die körperliche Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen konnten noch nicht im Detail geklärt werden. Einerseits spielt die Reduktion von Belastung, Schmerz und Müdigkeit, und andererseits spielen direkte Effekte auf die Muskelzelle (z. B. Aktivität der Na-K-Pumpe, erhöhtes cAMP, direkte Effekte auf Enzyme und verstärkte Adrenalinwirkung) eine Rolle [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

Schon seit Jahrzehnten wird Koffein von Athleten dazu genutzt um bei Wettkämpfen besser abzuschneiden [GREBE, 2010].

Nach oraler Einnahme wird Koffein schnell ins Blut aufgenommen und binnen 30 – 90 min die höchste Blutkonzentration erreicht. Ca. 3 – 5 h nach der Resorption fällt die Blutkonzentration auf die Hälfte des Maximalwertes zurück und somit auch die leistungssteigernde Wirkung, welche nach ungefähr 6 h keinen weiteren Effekt mehr zeigt [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

### ***Anwendung / Dosierung***

Die Dosierung von Koffein erfolgt im Verhältnis zum Körpergewicht. Im Laufe der Jahre wurde festgestellt, dass 3 - 6 mg / kg KG ausreichend sind.

Um die maximale Blutkonzentration zu Beginn des Wettkampfs zu erreichen, wird 1 h vor der Belastung Koffein eingenommen.

Bei Ausdauerbelastungen kann Koffein auch während des Wettkampfs konsumiert werden. In diesem Fall werden koffeinhaltige Nahrungsmittel über die Wettkampfdauer verteilt aufgenommen [TARNOPOLSKY, 2010; BURKE et al., 2010].

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

Personen die den regelmäßigen Konsum von Koffein nicht gewöhnt sind, können Herzrasen, Zittern, Schlafstörungen, Kopfschmerzen und unregelmäßiger Puls auftreten [WOLF et al., 2012].

Bereits ältere Studien weisen darauf hin, dass Koffein über eine dehydratisierende Wirkung verfügt [NUSSBERGER et al., 1990; ROBERTSON et al., 1978].

### ***Ist eine Supplementierung Sinnvoll?***

Bridge und Jones untersuchten die Wirkung von Koffein bei 8 männlichen Probanden. Bei dieser randomisierten Doppelblind-Studie wurde entweder ein Placebo, eine koffeinhaltige Kapsel mit 3 mg / kg KG oder keine Ergänzung verabreicht. Während dem 1-stündigen 8 km Lauf wurde der Puls in einem 5 Sekunden-Abstand aufgezeichnet und danach die Laktatkonzentration im Blut gemessen. Nach mehrmaliger Wiederholung zeigte sich eine durchschnittliche Verbesserung von 23,8 Sekunden bei den Teilnehmern, die die Supplementierung des Koffeins konsumierten [BRIDGE und JONES, 2006].

### 12.3. **Carnitin**

Carnitin wird von den essentiellen Aminosäuren Methionin und Lysin sowie den Cofaktoren Vitamin C, B<sub>6</sub>, Niacin und Eisen in der Leber, Niere und Gehirn hergestellt. Hauptsächlich wird es vorwiegend mit Fleisch mit der Nahrung aufgenommen. Der Gesamtbestand an Carnitin beträgt ca. 25 g, wovon sich 95 % in der Muskulatur befinden. Carnitin befördert die Fettsäuren in die Mitochondrien, wo sie zur Energiegewinnung herangezogen werden. In der Muskelzelle ist Carnitin bedarfsgerecht vorhanden und wird durch den Fettsäuretransport nicht verbraucht, sondern steht immer wieder zur Verfügung. Die Ausscheidung wird über Niere und Harn durch die Nahrungszufuhr sowie die körpereigene Biosynthese kompensiert [KRAEMER et al., 2008].

### ***Leistungssteigerung durch Carnitin***

Über eine mögliche Leistungssteigerung wird vermutlich noch länger diskutiert. Die Meinungen sind sehr kontrovers und widersprüchlich [www.zeitschrift-sportmedizin.de, stand 20.10.2011].

Einige wissenschaftliche Studien belegten, dass Carnitin die Ausdauerleistung und die Fettverbrennung deutlich verbessert [MALAGURNERA et al., 2007; WALL et al., 2011].

Andere wiederum konnten keinen positiven Effekt diesbezüglich zeigen [BILLIGMANN und SIEBRECHT, 2004; LEE et al., 2007]. So bedarf es hier noch weiteren Untersuchungen.

### ***Anwendung / Dosierung***

1000 – 6000 mg L-Carnitin / d können über einen Zeitraum von 4 – 6 Wochen eingenommen werden.

Um die Eigensynthese aufrecht zu erhalten sollten Absetzphasen eingehalten werden [BILLGMANN und SIEBRECHT, 2004].

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

- Reduktion der Eigensynthese
- Diarrhoe
- Schlafstörungen

[BILLGMANN und SIEBRECHT, 2004]

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Es gibt bei einem Gesunden obgleich er sportlich aktiv ist oder nicht keinen Carnitinverbrauch. So lang kein definitiver Mangel an Carnitin nachweisbar ist kann eine Supplementierung auch keine Leistungssteigerung erzielen [KLEIN und KIENREICH, 2008].

## 12.4. **Kohlenhydratpräparate**

Wie schon beschrieben sind Kohlenhydrate für Athleten perfekte Energielieferanten. Kohlenhydratkonzentrate gibt es in Form von Gel, Pulver, Riegel und Drinks. Wichtig ist eine adäquate Zusammensetzung der Produkte, die enthaltene Energie sollte überwiegend aus Kohlenhydraten stammen, die für den Körper schnell verfügbar sind. Sie dienen dem Einsatz unmittelbar vor, während, zwischen und nach den Wettkämpfen oder Training zum Anfüllen der Glykogenspeicher [KLEIN und KIENREICH, 2008; MANNHART, 2003].

### ***Anwendung***

- Vor dem Training / Wettkampf
- Durch Kohlenhydrate werden Glykogenspeicher und wertvolles Muskeleiweiß geschont.
- Während des Trainings / Wettkampfs

- Bei einer körperlichen Belastung von über 60 Minuten sollten währenddessen Kohlenhydrate zugeführt werden. Die Einnahme verhindert einen Leistungsabfall indem der Blutzuckerspiegel aufrecht erhalten bleibt und wirkt einer Entleerung der Glykogenreserven entgegen.
- Nach dem Training / Wettkampf
- Nach der Belastung füllen die Kohlenhydratpräparate die verbrauchten Glykogenspeicher rasch wieder auf und fördern somit die Regeneration.

[KLEIN und KIENREICH, 2008; MANNHART, 2003]

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

- Zu viel Fruktose (ab 35 g / L) und Glucose (ab 50 g / L) können Verdauungsprobleme verursachen

[KLEIN und KIENREICH, 2008; MANNHART, 2003]

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Bei einem hohen Energieverbrauch kann der Einsatz von Kohlenhydratkonzentraten sinnvoll sein. Es ist leicht verdaulich und kann vom Organismus rasch aufgenommen werden und schonen dadurch die Glykogenspeicher [KLEIN und KIENREICH, 2008].

Derzeit liegen keine aussagekräftigen Studien über die Supplementierung von Kohlenhydratpräparaten bei Kindern vor. Es wird immer wieder zum Ausdruck gebracht, dass eine vollwertige Ernährung vollkommen ausreichend ist.

## 12.5. **Eiweißpräparate**

Eiweißpräparate sind im Sport weit verbreitet. Das Interesse dieser Präparate liegt bei einer optimalen Unterstützung des Muskelaufbaus mit einer verbundenen Leistungssteigerung. Die Präparate werden meistens aus Molke-, Milch-, Soja-, Hülsenfrüchte und Hühnereiweiß produziert. Eine positive Wirkung wird durch eine Kombination aus den verschiedenen Proteinquellen erzielt. In Kombination mit Kohlenhydraten gelangen die Proteine durch die

Insulinausschüttung der Kohlenhydrate wesentlich schneller in die Muskelzellen.

### ***Anwendung / Dosierung***

- Vor dem Training  
Um einen bestmöglichen Effekt zu erzielen wird die Aufnahme von Kohlenhydraten in Verbindung mit Eiweiß im Verhältnis 3:1 vor einer Belastung eingenommen. Der Aminosäurepool wird aufgefüllt und versorgt die Muskulatur.
- Während dem Training  
Bei langen Ausdauerbelastungen werden Aminosäuren als Energielieferant verstoffwechselt.
- Nach dem Training  
Die Regeneration wird dadurch gefördert.

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

- Eine Proteinzufuhr die über 2 g / kg KG überschreitet kann zu erhöhten Flüssigkeits- und Calciumverlusten führen.
- Dysbalancen einzelner Aminosäuren
- Nierenbelastung
- Die Einnahmen von Kohlenhydrat-Proteinmischungen sollte mindestens 1 – 2 Stunden vor der intensiven muskulären Belastung getätigt werden, da die Möglichkeit besteht das Magen-Darm-Probleme auftreten.

[KLEIN und KIENREICH, 2008; MANNHART, 2003]

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Tarnopolsky bestätigt die erhöhte Proteinaufnahme, bei erhöhter körperlicher Beanspruchung, um die Sicherung des Bestandes aktiver Muskulatur und der Regeneration zu gewährleisten. Zur Erhaltung einer ausgeglichen Stickstoffbilanz liegt der tägliche Proteinbedarf bei Ausdauerbelastungen 1,2 bis 1,4 g / kg KM und bei Kraftbelastungen 1,4 bis 1,8 g / kg KM [www.sportmedinfo.de, stand 28.10.2011].

Proteinpräparate sollten nur nach Absprache mit einer Fachperson eingenommen werden [KLEIN und KIENREICH, 2008].

## 12.6. **BCAA (Branched-Chain-Amino-Acids)**

Die verzweigtkettigen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin können vom Körper nicht selbst synthetisiert werden und zählen somit zu den essentiellen Aminosäuren. Diskutiert wird, ob durch die Einnahme von BCAAs tatsächlich das Durchhalte- und Ausdauer Vermögen gesteigert werden kann. Bei langandauernden körperlichen Leistungen von über 2 Stunden nimmt der BCAA-Plasmaspiegel deutlich ab. Es stellt sich die Frage ob es einen Zusammenhang zwischen dem niedrigen BCAA-Spiegel im Blut und der zentralen Ermüdung gibt. Die Überlegung basiert auf folgender Erklärung: Die Aminosäure Tryptophan gelangt auf demselben Weg wie die verzweigtkettigen Aminosäuren ins Gehirn. Bei einem abfallenden BCAA-Spiegel kann nun mehr Tryptophan durch die Bluthirnschranke transportiert und zu Serotonin abgebaut werden, welches durch seine dämpfende Wirkung auf das zentrale Nervensystem die Leistungsfähigkeit herabsetzt. Die Zufuhr von BACC soll die Ermüdung hinauszögern, indem weniger Serotonin gebildet wird. Allerdings sind nach derzeitigem Forschungsstand noch weitere Studien erforderlich [KLEIN und KIENREICH, 2008].

Andererseits ist der positive Effekt der BCAAs bezugnehmend auf die Regeneration bereits geklärt. Dies wurde in einer Studie von Blomstrand et al. untersucht. Nach einer Gabe von BCAA's konnte die Zunahme der Aktivität bestimmter Enzyme, die für den Wiederaufbau der Proteinstruktur erforderlich sind beobachtet werden [BLOMSTRAND et al., 2006].

### ***Dosierung***

Leucin	> 295 mg / h Leistung
Isoleucin	> 105 mg / h Leistung
Valin	> 150 mg / h Leistung

[KLEIN und KIENREICH, 2008]

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

- Übelkeit
- Unwohlsein
- Durchfälle

[ZAUNER und ZAUNER, 2004]

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Da die bisherigen Studien sehr widersprüchlich sind, sollten zuerst weitere Forschungsergebnisse abgewartet werden bis eine vernünftige Aussage diesbezüglich getätigt werden kann.

### 12.7. **β-Hydroxy-β-Methylbutyrat (HMB)**

HMB ist ein Abkömmling der Aminosäure Leucin bzw. seines Stoffwechselederivats Ketoisokaproat und hat eine antikatabole Wirkung. Es wurde insbesondere bei Bodybuildern als leistungssteigernde Substanz eingesetzt [WILSON et al., 2008].

Abhängig von der Ernährung liegt die Eigenproduktion bei 1 – 10 g / d. Einige Versuche von Nissen et al. mit Kraftsportlern zeigten, dass eine tägliche Aufnahme von 3 g HMB sowohl die fettfreie Muskelmasse als auch die Muskelkraft erhöht. Es wird angenommen, dass die Wirkung von HMB aufgrund einer Vermeidung trainingsinduzierter Muskelschäden und einer Minimierung der Proteolyse beruht [NEUMANN, 2007].

### ***Dosierung***

1,5 – 3 g / d aufgeteilt auf mehrere Dosierungen [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

### ***Mögliche Nebenwirkungen***

Derzeit sind keine Nebenwirkungen bekannt. Obwohl es sich bei HMB um eine körpereigene Substanz handelt, bedarf es noch an weitere Untersuchungen bezgl. einer Supplementierung um jegliche Nebenwirkungen auszuschließen [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2011].

### ***Ist eine Supplementierung sinnvoll?***

Da die bisherigen Studien sehr widersprüchlich sind, sollten zuerst weitere Forschungsergebnisse abgewartet werden bis eine vernünftige Aussage diesbezüglich getätigt werden kann [[www.sportklinik-hellersen.de](http://www.sportklinik-hellersen.de), stand 20.10.2011].

Mittlerweile wird eine kaum überschaubare Menge von NEM für Athleten angeboten, welche als Phytochemicals oder Nutraceuticals deklariert werden. Deshalb muss nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen werden dass diese neuen NEM kaum wissenschaftlich evaluiert wurden und die Sicherheit einer gesundheitlichen Unbedenklichkeit noch nicht gegeben ist [DÖRINGER et al., 2006].

Vor allem Kinder sollten Abstand von NEM halten. Wenn jedoch eine Supplementierung erfolgt, dann nur in Kooperation mit sportmedizinisch bewanderten Ärzten!

### 13. Supplementierung

Eine Supplementation von Vitaminen und Mineralstoffen werden in der Regel bei einer abwechslungsreichen und ausgewogenen Ernährung nicht benötigt, kann jedoch bei einem nicht Erreichen des Basiswerts zu einer Leistungssteigerung führen. Allerdings Athleten, die aufgrund eines erwünschten Gewichtsverlustes ihre Energieaufnahme reduzieren und in Folge dessen ein oder mehrere Lebensmittelgruppen von ihrem Speiseplan eliminieren, oder eine unausgeglichene Diät mit einer niedrigen Mikronährstoffdichte zu sich nehmen, wäre eine Supplementierung sehr ratsam. Gerade für Menschen, die Sport professionell ausüben, ist es wichtig die empfohlene Tagesdosis der Mikronährstoffe aufzunehmen [RODRIGIEZ et al., 2009].

Obwohl die meisten Athleten sehr gut über gesunde und adäquate Ernährung informiert sind, insbesondere für ihre individuelle Leistungssteigerung, greifen sehr viele auf Nahrungsergänzungen und leistungssteigernde Mittel zurück [CARLSON et al., 2011]. Die Entscheidung einer Supplementierung sollte auf der Basis sorgfältiger Überlegungen bezüglich Wirksamkeit, Sicherheit und Legalität der Produkte liegen [SCHEK, 2008].

Tabelle 29: Pro und Contra der Verwendung von Supplementen und Nahrungsergänzungsmitteln

Positive Effekte	Negative Effekte
<ul style="list-style-type: none"><li>• Indirekte Leistungsverbesserung durch Vereinfachung des Erreichens von Ernährungszielen</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Unerwünschte Nebenwirkungen</li><li>• Kontaminationen, die zu Doping-Vorwürfen führen können</li><li>• Verschwendung von Ressourcen, die die Leistung tatsächlich steigern würden</li></ul>

[SCHEK, 2008]

Jedoch kann eine zusätzliche Einnahme von Supplementen oder der Gebrauch von vielfachen Ergänzungen sowohl zu einem Überschreiten des Recommended Dietary Allowances (RDA) als auch zu einem Übertreten der Tolerable Upper Intake Level (UL) führen. RDAs geben laut Definition die Menge von essentiellen Nährstoffen an, die nach dem aktuellen wissenschaftlichen Kenntnisstand für ausreichend angesehen werden, den täglichen Bedarf nahezu jedes gesunden Mensch zu decken.

Der UL bezeichnet die maximale tägliche Gesamtzufuhr eines Nährstoffes, die auch für sensitive Personen einer gesunden Bevölkerungsgruppe kein Risiko für die Entwicklung von Gesundheitsbeeinträchtigungen beinhaltet.

In einer Studie wurden die Ernährungsgewohnheiten und die Supplementierung eines männlichen Schwimmers, der auf internationaler Ebene tätig ist, dokumentiert. Es wurden 3 Tage lang die gewohnten Energie- und Mikronährstoffaufnahmen untersucht. Der Verbrauch bzw. die Dosierung von Nahrungsergänzungsmitteln wurden geschätzt und die Nährstoffversorgung kalkuliert. Der Verbrauch an Mikronährstoffen wurde auf RDA und UL ausgewertet. Die Ergebnisse dieses Athleten sorgten für eine angemessene Zufuhr an Mikronährstoffen, etwas über die empfohlenen Werte des täglichen Bedarfs, abgesehen von Vitamin D [CARLSON et al., 2011].

Gleichzeitig wurden 10 unterschiedlichen Verbrauchern von Nahrungsergänzungen berichtet, die mit den Nährstoffen für Folate, Vitamin E und Zink weit über der UL lagen. Somit wird eine Supplementierung oft in Frage gestellt, denn bei Athleten mit einer hohen Energieaufnahme kann es dadurch zu einem Überschreiten der UL führen. Deshalb sollten zuerst einmal die gewohnte Nahrungsaufnahme beobachtet werden um etwaigen Nährstoffdefizite mittels adäquater Ernährungsumstellung auszugleichen, bevor überhaupt an Nahrungsergänzung gedacht wird. Somit werden Gesundheitsrisiken verhindert, die mit langfristigem überhöhten Nährstoffverzehr entstehen könnten [CARLSON et al., 2011].

In Entwicklungsländern ist die Einnahme von Supplementen unter Athleten weit verbreitet. Dies zeigte die Studie von de Silvia et al., es wurden 113 Probanden der verschiedensten Sportarten befragt, die Informationen über die Anzahl der

Eingenommenen Nahrungsergänzungen, Häufigkeit, Art der Präparate, Herkunft und die Gründe weswegen sie zur Supplementierung griffen preisgegeben. 94 % der Befragten verbrauchten im Durchschnitt 3,7 Produkte pro Tag. Populärste Supplemente waren unter anderem Multivitaminpräparate, Vitamin E, Calcium, Kreatin und Eiweißkohlenhydratmischungen. 79 % nahmen Nahrungsergänzung zu sich, um die persönliche Leistung zu steigern, 19 % behaupteten damit ihren Gesundheitsstatus verbessern zu wollen [DE SILVA et al., 2010]. Auch Dascombe konnte feststellen das der Drang nach Leistungssteigerung eines der Hauptgründe für Supplementierung ist [DASCOMBE et al., 2010].

Gibt es Risiken bei der Verwendung von Supplementen bei Kindern?

Aufgrund des Fehlens von Studien mit dieser Altersgruppe und dem Mangel an verfügbaren Informationen über langfristige Auswirkungen, ist derzeit die Sicherheit von Nahrungsergänzungen, insbesondere von ergogenen Hilfsmittel, bei Personen unter 18 Jahren nicht gewährleistet. Die American Academy of Paediatrics empfiehlt derzeit die leistungssteigernden Hilfsmittel bei Kindern und Jugendlichen zu unterlassen [AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 2005].

## **14. Sporternährung im Kindesalter**

Für ein optimales Wachstum und eine optimale Entwicklung ist eine ausgewogene und bedarfsgerechte Ernährung Voraussetzung um diese Entwicklungsprozesse positiv zu bewerkstelligen. Regelmäßige Bewegung wirkt sich in jeder Altersklasse vorteilhaft auf den Gesundheitszustand aus, jedoch führt Leistungssport zu einem Abbau der Energie- und Stickstoffspeicher im Körper die über die Nahrung wieder adäquat aufgefüllt werden müssen. [ZANKER, 2006]. In der Pubertät wird die durch Sport beanspruchte Muskelmasse und –kraft verstärkt aufgebaut, wobei die stattfindende Entwicklung dieser physiologischen Merkmale und Leistungskennzeichen bei Mädchen nicht so stark ausgeprägt ist als bei Jungen [ROEMMICH et al., 2001].

In Sportarten wie z. B. Leichtathletik, Turnen, Eiskunstlaufen, etc. wo ein niedriges Körpergewicht erwünscht ist, werden immer wieder junge Leistungssportler/innen mit Essstörungen vorgefunden, die eine Protein-Energie-Mangelernährung aufweisen. Leistungssport in Kombination mit einem zu geringen Körpergewicht werden mit einer neuroendokrinen Dysfunktion, einer Suppression der Geschlechtsreife und diversen endokrinen Störungen in Verbindung gebracht, die das Gleichgewicht zwischen Knochenaufbau und –abbau stören [ZANKER, 2004]. Diese Störungen können sich fatal auf die aktuelle und vor allem auch zukünftige Gesundheit auswirken. Wachstumshemmung, Verzögerung oder Stillstand der Entwicklung der Pubertät zählen zu diesen Störungen, sowie eine unzureichende Knochenbildung [ROEMMICH et al., 2001].

Die wie schon in Kapitel 6 beschriebene Diskussion von Kindern die Leistungssport betreiben, konnte Warren davon überzeugen, dass die endokrinen Störungen und das Ungleichgewicht des Knochenstoffwechsels bei sporttreibenden Kindern überwiegend auf die primäre Mangelernährung zurückzuführen sind, als auf den Sport selbst [ROGOL et al., 2000]. Darum ist es außerordentlich wichtig, dass der erforderliche Nährstoffbedarf von Leistungssport treibenden Kindern sowohl für das Training als auch für die

normale Entwicklung und Reifung gedeckt wird. Die Höhe der zusätzlich benötigten Energie, die für das Wachstum erforderlich ist, schwankt individuell je nach Körpergröße und Entwicklungszustand des Kindes [ZANKER, 2006].

Der höchste Energie- und Proteinbedarf ist während des Wachstums in der Pubertät und bei Jungen deutlich höher als bei Mädchen [MALINA, 1994]. Normal aktive Mädchen und Jungen im Alter von 8 – 10 Jahre, die sich gerade in diesem Entwicklungsprozess befinden, benötigen in der Regel 65 – 75 kcal / kg KG / d und haben einen täglichen Proteinbedarf von 1,1 – 1,2 g. Im Alter von 16 – 17 Jahren sinken sowohl der Energie- als auch der Proteinbedarf und zwar auf 40 – 50 kcal / kg KG / d und 0,9 – 1,0 g / d [BAR-OR, 2001]. Der zusätzlich benötigte Energieaufwand der durch die körperliche Belastung aufgebraucht wird, ist zu den genannten Werten zu addieren [ZANKER, 2006].

Unter Beachtung der Ernährungspyramide ergeben sich folgende ungefähre Prozentsätze für die gewonnene Energie aus Makronährstoffen: 55 – 60 % aus Kohlenhydraten, 12 – 15 % aus Proteinen und 25 – 30 % aus Fett. Aufgrund des bereits zuvor erwähnten Problems, der spärlichen Daten von Kindern im Leistungssport, und in diesem speziellen Fall für den Proteinbedarf müssen auch hier die Daten von Erwachsenen Sportlern herangezogen werden. Für Erwachsene ergibt sich zur Vermeidung einer negativen Stickstoffbilanz, ein um 50 – 80 % erhöhter Proteinbedarf bei sportlicher Aktivität. Diese Werte erscheinen auch bei sportlich aktiven Kindern zielführend [KREIDER et al., 2010]. Diese negative Stickstoffbilanz sollte unbedingt vermieden werden, da sie zu Wachstumsstörungen und Muskelverletzungen führen kann [FRIEDLANDER et al., 2005]

Um diesen Erhöhten Energiebedarf zu decken ist eine erhöhte Nahrungsaufnahme von Nöten, wobei hier auf eine ausgewogene und nahrhafte Zusammensetzung geachtet werden muss. Bei sportlich aktiven und gesunden Kindern ergibt sich aber in der Regel eine adäquate Nahrungsaufnahme durch eine natürliche Appetitsteigerung [BOISSEAU, 2006; ZANKER, 2006].

### ***Die möglichen gesundheitlichen Folgen bei eingeschränkter Energiezufuhr***

Der Bedarf an Energie, Makro- und Mikronährstoffen im Kindesalter wirkt sich besonders auf das schnelle Wachstum und die rasante körperliche Entwicklung aus. Obwohl in manchen Sportarten wie rhythmische Gymnastik oder Ballett eine kleine Körpergröße gewöhnlich und auch vorteilhaft für die Durchführung zu sein scheint, bestehen Bedenken, dass bei einer hohen Leistungsebene in ästhetischen Sportarten möglicherweise der normale Wachstums- und Entwicklungsverlauf gestört ist. Wird während des Wachstumsschubs der erhöhte Energiebedarf nicht gedeckt, so konkurriert der zelluläre Prozess mit dem durch des Trainingsbedingten erhöhten Energiebedarfs um die vorhandenen Nährstoffe für die Energiedeckung [BOISSEAU, 2006].

Schon 1995 bestätigt Smith et al., dass eine Beschränkung der Nahrungsaufnahme insbesondere die Proteinzufuhr die Konzentration des insulinähnlichen Wachstumshormons (IGF-1) senkt und somit eine unzureichende Entwicklung und Reifung entsteht [SMITH et al., 1995]. Zudem wird des Öfteren bei Sportarten, bei denen das Körpergewicht eine Rolle spielt, eine höhere Prävalenz von Menstruationsstörungen, aufgrund einer zu geringen Kalorienzufuhr, beobachtet [KLENTROU, 2006]. Diese Kombination, Mangelernährung und ein hohes Maß an Bewegung, führt zu einer gestörten Regulation der Hypothalamusaktivität. Es folgt ein Absinken der Gonadotropinsekretion (follikelstimulierendes Hormon, luteinisierendes Hormon) und somit häufig eine verzögerte pubertäre Reifung [BOISSEAU, 2006; KLENTROU, 2006]. Parallel zu den Menstruationsstörungen bzw. Östrogen- und Progesteronmangel bei jungen Frauen wird beim männlichen Geschlecht, die einen Körperfettanteil von unter 5 % aufweisen, der Testosteronspiegel vermindert vorgefunden. Daraus resultieren ein Libido- und ein Potenzverlust [BOISSEAU, 2006].

Da durch einen niedrigen Östrogenstatus sowie eine unzureichende Protein- und Kalziumaufnahme eine erhöhte Gefahr an Ermüdungsbrüchen besteht, liegt auch hier wieder die Betonung auf eine adäquate Nahrungszufuhr zu achten [BRAUN, 2010]. Die Folgen eines Energiemangels verbunden mit einem Hormonmangel äußern sich in Form einer geringen Knochenmasse und im

Erwachsenenalter erwies sich dadurch eine zerbrechlichere Knochenstruktur. Eine langjährige Mangelernährung kann möglicherweise zu einer permanenten Störung des normalen Knochenwachstums und Mineralaufbaus führen. In dem Fall kann die Pubertätsentwicklung nicht abgeschlossen werden und die genetisch bedingte Körpergröße wird somit nie erreicht [ZANKER, 2006].

Vor allem bei Sportarten mit Gewichtsklassen wie Ringen, Judo oder Boxen dürfen Athleten ein bestimmtes Körpergewicht bei Wettkämpfen nicht überschreiten und werden oft zu einer rasanten Gewichtsreduktion gezwungen, da das Trainingsgewicht meist über dem des Wettkampfgewichts liegt [BRAUN, 2010]. Einer der kurzfristigen Maßnahmen um das Gewicht zu reduzieren beruht auf einer eingeschränkten Flüssigkeitszufuhr. Jedoch verursacht ein Flüssigkeitsmangel unerwünschte Nebenerscheinungen wie im Kapitel 12.1 beschrieben.

Diese Sportarten mit Gewichtsklassen oder hohen Anforderungen an eine schlanke Figur bergen ein besonderes Risiko für Essstörungen. Durch den immensen Erfolgsdruck der auf die jungen Athleten ausgeübt wird können sich erzwungene Gewichtsveränderungen zu einer manifesten Anorexie bzw. Bulimia nervosa entwickeln [SUDI et al., 2004]. Gerade im Bereich der ästhetischen Sportarten erfahren die Athleten oft eine größere Unzufriedenheit mit ihrem Körper eine niedrigere Selbstachtung und eine anhaltende Beschränkung der Nahrungsaufnahme, wodurch es bei einem Kontrollverlust über Gewicht und Körperbau zu Frustration, Schuldgefühlen und sogar Verzweiflung kommen kann [BOISSEAU, 2006].

Das Wissen über Auswirkungen der unzureichenden Nährstoffaufnahme bei leistungssporttreibenden Kindern ist bisher begrenzt, da eine Beurteilung des zusätzlich benötigten Energieaufwands gegenüber dem normalen Wachstum schwierig ist [BAXTER-JONES und MAFFULI, 2002]. Hier bedarf es noch vielen genaueren Untersuchungen.

## 15. Fazit

Es ist hinlänglich bekannt, dass die Bedeutung der Ernährung im Leistungssport eine wesentliche Rolle spielt. Die „richtige“ Ernährung beeinflusst die Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers entscheidend, wodurch dem Athleten mehr Potential zur Verfügung steht.

Je nach Sportart muss die Nahrungsmittelauswahl gezielt erfolgen, da für Ausdauer- und Kraftsport unterschiedliche Nährstoffe benötigt werden. Selbst im Ausdauersport wird nach Intensität, Dauer und Trainingszustand differenziert und anhand dieser die Nahrungszusammensetzung angepasst. Je niedriger und länger die Belastung desto mehr Energie wird aus gespeicherten Fetten gewonnen und umgekehrt gilt, je höher und kürzer die körperliche Aktivität desto höher ist der Bedarf an Kohlenhydraten.

Eine weniger entscheidende Rolle was die Energiebereitstellung betrifft, spielen die Proteine, jedoch sind diese gerade bei Kraftsportarten von entscheidender Bedeutung, da sie für den Muskelaufbau herangezogen werden. Dies zeigt sich auch bei Kraftsportlern durch einen erhöhten Proteinbedarf, der üblicherweise durch die normale Nahrungsaufnahme gedeckt wird, in einigen Fällen aber auch durch zusätzliche Proteinzufuhr gedeckt werden muss.

Um die Leistungsfähigkeit bei sportlicher Betätigung aufrecht zu erhalten darf neben einer ausreichenden und adäquaten Energiezufuhr der Flüssigkeitshaushalt nicht unter 3% des ursprünglichen Ausgangsgewichts sinken. Da ein unausgeglichener Flüssigkeitsverlust sich sowohl in Form von geistiger als auch physischer Leistungsverminderung äußert.

Liegt beim erwachsenen sportlich Aktiven das Hauptaugenmerk der Ernährung auf dem Ausgleich des Energieverlusts durch die sportliche Aktivität, so muss bei Kindern zusätzlich der Bedarf für Wachstum und Entwicklung berücksichtigt werden. Wird dem nicht genügend Beachtung geschenkt, kann der Körper die benötigten Stoffe für Muskelentwicklung, Knochenwachstum, pubertäre Entwicklung, etc. nicht aufbringen und somit eine negative Beeinträchtigung dieser herbei führen. Vor allem darf das sportliche Verlangen, um jeden Preis gewinnen zu wollen, nicht überhand nehmen, sodass die Gesundheit darunter leidet. Vor allem bei ästhetischen Sportarten wird oft versucht den kindlichen

Körperbau beizubehalten, was wiederum den natürlichen Verlauf des menschlichen Organismus beeinträchtigt.

Dieser mögliche Einfluss auf das Wachstum hat zur Folge, dass sich Experten uneinig über die Eignung von Leistungssport für Kinder sind. Jedoch ist ein an das Kind angepasstes Training bezugnehmend auf Alter und körperlicher Verfassung durchaus positiv zu bewerten, da es die heute weit verbreitete Adipositas vorbeugt, sowie koordinative und motorische Fähigkeiten fördert. Außerdem spielt es eine entscheidende Rolle wie das Kind an den Leistungssport heran geführt wird. Durch großen Druck von Eltern und / oder Trainern besteht die Möglichkeit eines Auftretens von physiologischen und psychologischen Problemen.

Als zusätzliche Herausforderung stellt sich die unterschiedliche Entwicklung von Jungen und Mädchen, welche vor allem in der Pubertät zum Vorschein kommen. Der Östrogenanstieg bei Mädchen führt zu einer verbesserten Dehnbarkeit der Bänder und Beweglichkeit der Gelenke, hingegen resultiert eine gesteigerte Testosteronproduktion bei Jungen in der Ausbildung von Muskelmasse, Kraft und Knochenfestigkeit.

Grundsätzlich sollten Kinder ihren Bedarf von Nährstoffen ausschließlich über die Ernährung decken und benötigen somit keine Nahrungsergänzungsmittel wie Proteinpräparate, Mineralstoff- und Vitaminkapseln. Zudem ist das Wissen über Supplementierung bei Kindern sehr begrenzt und deren Auswirkungen noch nicht ausreichend erforscht und somit besser zu unterlassen.

Das größte Problem bei der Empfehlung für die Ernährung von Kindern im Leistungssport stellt der Mangel an auswertbaren Forschungsergebnissen dar. Dieser resultiert aus den Methoden zur Beschaffung der Daten, welche aufgrund ethischer Grenzen bei Kindern in den seltensten Fällen anwendbar sind. Deshalb muss oft auf die Ergebnisse von Erwachsenen zurückgegriffen werden und eine Umrechnung auf die jeweiligen Bedürfnisse des Kindes erfolgen. Entscheidend dafür sind Alter, körperliche Verfassung, Trainingszustand, Reife und Geschlecht. Die Resultate dieser Umsetzung liefern allerdings nur ungefähre Werte und werden nie eine vollständige Bedarfsanalyse erreichen, weswegen eine ständige medizinische und sportliche

Überwachung des Kindes von Nöten ist um die oben erwähnten Beeinträchtigungen zu vermeiden.

Um bessere Aussagen tätigen zu können, müssen Forschungsarbeiten durchgeführt werden. Mit Hilfe dieser Studien lassen sich die langfristigen Auswirkungen der sportlichen Aktivität im Kindesalter in Bezug auf Ernährung und dessen Energieverfügbarkeit bzw. Energieverbrauch im Rahmen des Wachstums und der körperlichen Entwicklung bzw. Reifung untersuchen und eruieren.

## **16. Zusammenfassung**

Es ist bekannt, dass die Ernährung im Leistungssport eine wesentliche Rolle spielt, da die Lebensmittelauswahl die Leistungsfähigkeit sowohl positiv als auch negativ beeinflussen kann.

Der Wasserkonsum ist ein sehr wichtiger Faktor für die Erhaltung des körperlichen Potenzials. Während der Aktivität wirkt sich ein zu hoher Wasserverlust unvorteilhaft auf die physische und / oder mentale Kapazität aus. Das Hauptaugenmerk der Ernährung bei sportlich aktiven Kindern liegt nicht nur beim Energieverbrauch durch die körperliche Belastung, sondern vor allem auch bei dem zusätzlichen Bedarf der für Wachstum und Entwicklung benötigt wird. Aufgrund mangelnder Forschungsergebnisse bei Kindern im Leistungssport können keine adäquaten Empfehlungen ausgesprochen werden, da der Ethik wegen keine aussagekräftigen Forschungsarbeiten an Kindern durchgeführt werden dürfen. Darum wird auf die Ergebnisse der Erwachsenen zur Umrechnung der jeweiligen Bedürfnisse der Kinder zurück gegriffen. Allerdings liefern diese Resultate nur ungefähre Werte, weswegen eine regelmäßige medizinische und sportliche Überwachung des Kindes von Nöten ist.

Bei einer bedarfsgerechten Ernährung ist eine Supplementierung bei Kindern nicht notwendig und empfehlenswerter weise zu unterlassen, da es auch in diesem Bereich noch keine aussagekräftigen Forschungsergebnisse gibt.

## **17. Summary**

It is well known that the diet is the main energy source for physical activity. The optimal food pattern empowers the human body to achieve better results, however depending on the type of activity.

One very important factor for keeping the physical capability is water consumption. Losing too much water during exercises will decrease physical or mental capacity.

For children in competitive sports not only the energy during physical activity is important but also additional needs for growth and development have to be considered. Since invasive research in adolescents is very limited due to ethical reasons, data of adults is usually extrapolated and used for children with all the accepted drawbacks of having no accurate information. Therefore regular medical analyses and observations for children performing competitive sports are required.

Data show that supplementation is not needed to meet the nutritional requirements of active children however, more data are strongly needed.

## 18. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Veränderungen der Körpergröße und der Proportionen zwischen den Körpersegmenten während des Wachstums [WEINECK, 2010].....	11
Abbildung 2: Altersabhängiges, unterschiedliches Verhältnis zwischen Kopf- und Körperhöhe; die Oberenzahlen geben an, wie viel Mal die Kopfhöhe in der Körperhöhe enthalten ist [WEINECK, 2010] .....	12
Abbildung 3: Wachstumskurven, die repräsentativ für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen und von Bedeutung für die motorische Entwicklung sind. 1. Größenwachstum des Gehirns. 2. Längenwachstum. 3. Entwicklung der Trainierbarkeit [HABER, 2007].....	13
Abbildung 4: Größe, Gewicht und Knochenmineraldichte (BMD) einer bestimmten Körperregion bei männlichen und weiblichen Leistungsturnern im Kindesalter (7 bis 8 Jahre), ausgedrückt als standardisierte Z-Werte bezogen auf die Durchschnittswerte gleich großer untrainierter Kinder des gleichen Geschlechts. □= Mädchen; ▨ = Jungen. [ZANKER et al., 2003].....	22
Abbildung 5: Zyklus der Überkompensation (Superkompensation): Der regelmäßige Wechsel zw. Belastung, Ermüdung, Erhöhung und Überkompensation stellt die Grundlagen jedes Trainingsprozesses dar. [ <a href="http://www.sportunterricht.de/lksport/optneuebe.html">http://www.sportunterricht.de/lksport/optneuebe.html</a> , stand 30.04.12]) .....	29
Abbildung 6: Lebensmittelpyramide für Leistungssportler(innen) [ <a href="http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/pyramide/Lebensmittelpyramide_Sport_DE.pdf">www.sfsn.ethz.ch/PDF/pyramide/Lebensmittelpyramide_Sport_DE.pdf</a> , 20.10.2011].....	31
Abbildung 7: Blutglucoseverlauf nach Glucosebelastung bei gesunden Erwachsenen im Vergleich zu Diabetikern [ELMADFA, 2004].....	48
Abbildung 8: Einteilung von Fetten nach enthaltenen Fettsäuren [FEIL et al., 2005].....	49
Abbildung 9: Die Entwicklung der Schweißrate im Kindesalter bei relativ gleicher Arbeitsleistung [FRIEDRICH, 2006] .....	81

Abbildung 10: Die Schweißrate und der mittlere Anstieg der Hauttemperatur in Bezug zur Rektaltemperatur bei männlichen Kindern bzw. jungen Erwachsenen bei einer vergleichbaren Belastung [FRIEDRICH, 2006] ..... 82

Abbildung 11: Unterteilung der Sportarten in Gruppen [KONOPKA, 2009] ..... 84

Abbildung 12: Basisernährung: viel Kohlenhydrate, mehr Proteine, wenig Fett [www.molnut.uni-kiel.de, stand 28.01.12] ..... 85

## 19. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Parameter gesundheitsorientierten Muskeltrainings .....	26
Tabelle 2: Formeln zur Berechnung des Grund- bzw. Ruheumsatzes (mod. nach MAHAN und ARLIN 1992 und MCNEILL 1993) .....	33
Tabelle 3: Beispiele für den täglichen Energieumsatz bei unterschiedlichen Berufs- und Freizeitaktivitäten von Erwachsenen .....	35
Tabelle 4: Wünschenswerte Zufuhr an energieliefernden Nährstoffen für Ausdauer- und Kraftsportler .....	39
Tabelle 5: Trainingsenergieumsatz pro Stunde für verschiedene Sportarten ...	39
Tabelle 6: Richtwerte für die durchschnittliche Energiezufuhr in MJ und kcal / Tag bei Personen mit einem BMI im Normbereich und mit entsprechender erwünschter körperlicher Aktivität in kJ und kcal / kg KG (PAL 1,6 – 1,75).....	41
Tabelle 7: Kohlenhydrate, Fett und Protein in der Ernährung des gesunden Erwachsenen & Kindes .....	44
Tabelle 8: Lebensmitteltabelle, eingeteilt nach dem glykämischen Index (modifiziert nach Foster-Powell u. Holt, 2002, Brand-Miller, Foster-Powell 2006) .....	46
Tabelle 9: Essentielle Fettsäuren % der Energie .....	52
Tabelle 10: Referenzwerte von Lipiden und Lipoproteinen .....	54
Tabelle 11: Empfohlene Fettzufuhr bei Erwachsenen.....	55
Tabelle 12: Unterschiedliche Energiebeträge der verschiedenen Hauptnährstoffe (mod. nach Janssen 2003) .....	57
Tabelle 13: Geschätzter durchschnittlicher Tagesbedarf an Makronährstoffen bei jungen Athleten .....	57
Tabelle 14: Richtlinien der Kohlenhydratzufuhr für leistungsorientierte aktive Personen .....	60
Tabelle 15: Substratverbrauch in Abhängigkeit der Intensität.....	61

Tabelle 16: Kohlenhydrataufnahme vor der Belastung .....	62
Tabelle 17: Zufuhrempfehlungen für Fette an der Gesamtenergiezufuhr in der täglichen Ernährung von Athleten .....	63
Tabelle 18: Richtwerte für die Zufuhr von Fett .....	63
Tabelle 19: Essentielle Fettsäuren, empfohlene Zufuhr.....	64
Tabelle 20: Fett & Essentielle Fettsäuren: Angaben in % der Energie .....	64
Tabelle 21: Mindestbedarf an Protein .....	69
Tabelle 22: Löslichkeit und Aufteilung der Vitamine .....	72
Tabelle 23: Unterteilung der Mineralstoffe .....	73
Tabelle 24: Schätzwert für Minimalzufuhr in mg / d. Durch Schweißverluste kann der Bedarf erheblich ansteigen .....	74
Tabelle 25: Durchschnittliche Wasserbilanz eines Erwachsenen pro Tag .....	77
Tabelle 26: Symptome des Wassermangels.....	79
Tabelle 27: 5 Beispiele von selber gemachten Getränken.....	83
Tabelle 28: Anwendungsmethoden .....	93
Tabelle 29: Pro und Contra der Verwendung von Supplementen und Nahrungsergänzungsmitteln .....	103

## 20. Abkürzungsverzeichnis

AI	Ausreichende Zufuhr
ATP	Adenosintri-phosphat
C	Kohlenstoff
DSHEA	Dietary Supplement Health and Education Act
En%	Energieprozent
FAD	Flavin-Adenin-Dinukleotid
FMN	Flavin-Mono-Nukleotid
GU	Grundumsatz
HDL	high density lipoproteins
$I_m$	mittlere Intensität
Kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
KM	Körpermasse
kJ	Kilojoule
LDL	low density lipoproteins
LU	Leistungsumsatz
MHR	maximale Herzfrequenz
MJ	Megajoule
NAD	Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid
NADP	Nicotinamid-Adenin-Dinukleotid-Phosphat
NEM	Nahrungsergänzungsmittel
PAL	Physical Activity Level
RDA	Recommend Daietary Allowances
RU	Ruheumsatz
TRU	Trainingsumsatz
UL	Upper Intake Level
WTZ	wöchentliche Trainingszeit

## **21. Literaturverzeichnis**

American Academy of Paediatrics, Committee on Sports Medicine and Fitness. Use of performance-enhancing substances. 2005, 115-1103

ANTIDOPING SCHWEIZ: Koffein, 2011

BARON K., BERG A.: Optimale Ernährung des Sportlers. Hirzel Verlag, Stuttgart 2005

BAR-OR O.: Nutritional considerations for the child athlete. Canadian Journal of Applied Physiology 2001, 26:186-191

BAXTER-JONES A.D., MAFFULLI N.: Intensive training in elite young female athletes. British Journal of Sport Medicine 2002, 36:13-15.

BEHRINGER M., VOM HEEDE A., YUE Z., MESTER J.: Effects of resistance training in children and adolescents: a meta-analysis. Institute of Training Science and Sport Informatics 2010, 126:1199-210

BERGERON M.F.: The young athlete: challenges of growth, development and society. Current Sports Medicine Reports 2010, 9:356-8

BERGSTROM J, HULTMAN E. Muscle glycogen synthesis after exercise: an enhancing factor localized to the muscle cells in man. Nature 1966; 210:309-310

BILLIGMANN P., SIEBRECHT S.: Physiologie des L-Carnitins und seine Bedeutung für Sportler. Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & CO KG, Hannover 2004

BLOMSTRAND E., ELIASSON J., KARLSSON H.K.KÖHNE R. Branched-chain amino acids activate key enzymes in protein synthesis after physical exercise. *Journal of Nutrition* 2006, 136:269-73

BOISSEAU N.: Die Folgen einer sportlich bedingten Gewichtrestriktion im Kindesalter. *Faculté des Sciences du Sport, Annales Nestlé* 2006, 64:79-86

BOISSEAU N. PERSAUD C. JACKSON A.A., POORTMANS J.R.: Training does not affect protein turnover in pre- and early pubertal female gymnasts.

BONCI L.: Sport nutrition for young athletes. *Pediatric Annals* 2010, 39: 300-306

BRAUN H.: Besonderheiten der Ernährung in Sportarten mit Gewichtsklassen  
*Aktuelle Ernährungsmedizin* 2010, 35:178-182

BRENNER J.S., AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS COUNCIL ON SPORTS MEDICINE AND FITNESS: Overuse injuries, overtraining, and burnout in child and adolescent athletes. *Pediatrics* 2007, 119:1242-5

BRIDGE C.A., JONES M.A.: The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting. *Journal of Sports Science* 2006, 24:433-9

BUFORD T.W., KREIDER R.B., STOUT J.R., GREENWOOD M., CAMPELL B., SPANO M., ZIEGENFUSS T., LOPEZ H., LANDIS J., ANRONIO J.: International Society of Sports Nutrition position stand: creatine supplementation and exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2007, 4:6

BURKE L. CORT M., COX G., CRAWFORD R., DESBROW B., FARTHIN L., MINEHAN M., SHAW N., WARNES O.: Supplements and sports food. *Clinical sports nutrition* 2010, 419-490

BURKE L., DEAKIN V.: Clinical Sports Nutrition. McGraw-Hill, Sydney 2006

BURKE L.M., HAWLEY J.A.: Effects of short term fat adaptation on metabolism and performance of prolonged exercise. *Medicine & Science in Sport & Exercise* 2002, 34:1492-1498

BURKE L.M., COX G.R., CULMINGS N.K., DESBROW B.: Guidelines for daily carbohydrate intake: do athletes achieve them? *Sports Medicine* 2011, 267-299

CARLSOHN A.: Bewertung der Ernährungssituation jugendlicher Leistungssportler; Nutritive und belastungsassoziierte Einflüsse auf ausgewählte Parameter des plasmatischen Redoxstatus im juvenilen Organismus. Dr, Kovac Verlag, Hamburg 2009

CARLSON A., CASSEL M., LINNÉ K., MAYER F.: How much is too much? A case report of nutritional supplement use of a high-performance athlete. *The British Journal of Nutrition* 2011, 25:1-5

CARRARO F., HAITI W.H., STUART C.A., LAYMAN D.K., JAHOR F., WOLFE R.R.: Whole body and plasma protein synthesis in exercise and recovery in human subjects. *American Journal of Physiology* 1990, 821-831

COLEMAN E., Fat Loading for Endurance Sports, *Nutrition Dimension* 2010

COYLE E.F.: Fluid and fuel intake during exercise. *Journal of Sports Sciences* 2004, 22:39-55

DASCOMBE B.J., KARUNARATNA M., CARTOON J., FERGIE B., GOODMAN C.: Nutritional supplementation habits and perceptions of elite athletes within a state-based sporting institute. *Journal of Sports Science and Medicine* 2010, 13:274-80

DE SILVA A., SAMARASINGHE Y., SENANAYAKE D., LANEROLLE P.:  
Dietary supplement intake in national-level Sri Lankan athletes. International  
Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 2010, 20:15-20

Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für  
Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung  
(SGE), Schweizerische Vereinigung für Ernährung (SVE): Referenzwerte für die  
Nährstoffzufuhr. Neuer Umschau Buchverlag, Bonn 2008

DÖRING F., KLAPPER M., FISCHER A., NITZ I., LINDER I., VOCK C.:  
Ernährung und Sport – Power Food und Power Gene. Schriftenreihe der Agrar  
– und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der Universität Kiel 2006,  
108:45-50

EFSA: Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including  
saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids,  
trans fatty acids, and cholesterol. EFSA Journal 2010, 8:1461

ELIOT L.: Was geht da drinnen vor? Die Gehirnentwicklung in den ersten fünf  
Lebensjahren. Berlin Verlag, Berlin 2002

ELMADFA I.: Ernährungslehre. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. 2004

ELMADFA I., LEITZMANN C.: Ernährung des Menschen. 4. Auflage. Eugen  
Ulmer Verlag, Stuttgart 2004

ENGEL F.: Ausdauertraining im Schulsport. Forschungszentrum für den  
Schulsport und den Sport von Kindern und Jugendlichen, 2009

European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 2005,  
94:262-267

FEIL W., OBEREM S., REICHENAUER-FEIL A.: Ernährungs-Coach: Mehr Leistung im Sport, Karl F. Haug Verlag, Stuttgart 2005

FREIWALD J.: Krafttraining mit Kindern und Jugendlichen. Sportorthopädie Sporttraumatologie 2005, 21:269-275

FRIEDRICH W.: Optimales Sportwissen, Grundlagen Sporttheorie und Sportpraxis für die Schule. Spitta Verlag, Balingen 2007

FRIEDRICH W.: Optimale Sporternährung, Grundlagen für Leistung und Fitness im Sport. Spitta Verlag, Balingen 2006

FRÖHLICH M., SCHMIDTBLEICHER D.: Trainingshäufigkeit im Krafttraining – ein metaanalytischer Zugang. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2008, 59:4-12

GIBALA M.J.: High-intensity interval training: a time-efficient strategy for health promotion? Current Sports Medicine Reports 2007, 6:211-213

GLENMARK B., HEDEBERG G., JANSSON E.: Changes in muscle fibre type from adolescence to adulthood in women and men. Acta Physiologica Scandinavica 1992, 146: 251–259.

GREBE W.: Kaffee und physische Leistungsfähigkeit - Wirkung auf die Gesundheit. 1. Auflage. Verlag im Kilian, Marburg 2010

GURD B., KLENTROU P.: Physical and pubertal development in young male gymnasts. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology 2003, 95:1011-10115

HABER P.: Ernährung und Bewegung für jung und alt; Älter werden – gesund bleiben. Springer Wien New York, Wien 2007

HABER P.: Leitfaden, zur medizinischen Trainingsberatung – Rehabilitation bis Leistungssport, 2. Auflage. Springer Wien New York 2005

HAHN A., HÜLSMANN O., STRÖHLE A., WOLTERS M.: Mineralstoffe – ist eine Supplementierung immer sinnvoll? Ernährung Heute 2005, 8:601-606

HANNAWACKER M.: Fit ist in: Ernährung und Sport. DJK - Das Magazin 2008, 1:15-18

HELGE J.W.: Long-Term fat diet adaptation effects on performance, training capacity, and fat utilization. Medicine of Science and Sports Exercise 2002, 34:1499-1504

HELGE J.W., AYRE K., CHAUNCHAIYAKUL S., HULBERT A.J., KIENS B., STORLIEN L.H.: Endurance in high fat fed rats: effects of carbohydrate content and fatty acid profile. Journal of Applied Physiology 1998, 84:1342-8

HELGE J.W., LUNDBY C., CHRISTENSEN D.L., LANGFORT J., MESSONNIER L., ZACHO M., ANDERSEN J.L., SALTIN B.: Skiing across the Greenland icecap: divergent effects on limb muscle adaptations and substrate oxidation. The Journal of Experimental Biology 2003, 206:1075-1083

HIILLOSKORPI H., PASANEN M., FOGELHOLM M., LAUKKANEN R., MANTTARI A.: Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels, International Journal of Sports Medicine 2003, 24:332-6

HILLS A.P., OKELY A.D., BAUR L.A.: Addressing childhood obesity through increased physical activity. Nature Reviews Endocrinology 2010, 6 :543-549

HIPP A.: Vitamine im Sport. Nutzen oder Risiko? Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2008,

HOFFMANN G.: Leistungssteigerung im Sport – Ursachen, Methoden, Bewertungen, Lösungen. Tagungsbericht über die Veranstaltung des Arbeitskreises Sportmedizin der Akademie für ärztliche Fortbildung und Weiterbildung der Landesärztekammer Hessen und des Hessischen Ärzteblattes in Zusammenarbeit mit der Sektion Breiten-, Freizeit- und Alterssport der Deutschen Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention (DGSP), der Verbände mit besonderer Aufgabenstellung, Verbände für Wissenschaft und Bildung und Förderverbände (VmbAWBF) im Deutschen Sportbund (DSB) und dem FIFA Medical Assessment and Research Center (F-MARC).Bad Nauheim, 09.-10.05.2003. Düsseldorf. Köln, Medical Science 2003

HOLTMEIER H.-J.: Gesunde Ernährung von Kindern und Jugendlichen unter Berücksichtigung des Cholesterinstoffwechsels, 3. Auflage. Springer Verlag, Berlin 1995

JENSEN C.D.: Wie man mit Koffein die sportliche Leistungsfähigkeit steigern kann. Nutrition & Epidemiology Researcher, 2011

KININGHAM R.B., GORENFLO DW: Weight loss methods of high school wrestlers. Medicine Science of Sports Exercise 2001, 33:810-813

KLEIN H., KIENREICH N.: Optimale Ernährung im Sport, Ernährungsskriptum IMSB Austria 2008

KLENTROU P.: Pubertät und Leistungssport bei jugendlichen Mädchen. Department of Physical Education and Kinesiology, Annales Nestlé 2006, 6:79-86

KNECHTLE B.: Energieumsatz bei Ausdauerbelastungen. Praxis 2004, 92:457-46

KNECHTLE B.: Kann Fatloading die Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern?  
Schweizerische für Sportmedizin und Sporttaumatologie 2005, 53:179-184

KONOPKA P.: Sporternährung: Leistungsförderung durch bedarfsangepasste  
und vollwertige Ernährung, 12. Auflage. BLV Buchverlag, München 2009

KRAEMER W. J., FLECK S. J.: Strength Training for Youth Athletes. Safe and  
effective exercise for performance. Illionis: Human Kinetics, Champaign 2005

KRAEMER W.L., VOLEK J.S., DUNN-LEWIS C.: L-carnitine supplementation:  
influence upon physiological function. Current Sport Medicine Reports 2008,  
7:218-23

KREIDER R.B., WILBORN C.D., TAYLER L., CAMPELL B.I., ALMADA A.L.,  
COLLINS R., COOKE M., EARNEST C.P., GREENWOOD M., KALMAN D.S.,  
KERKSICK C.M., KLEINER S.M., LEUTHOLTZ B., LOPEZ H., LOWERY L. M.,  
MENDEL R., SMITH A., SPANO M., WILDMAN R., WILLOUGHBY D.S.,  
ZIEGENFUSS T.N., ANTONIO J.: ISSN exercise & sport nutrition review:  
research & recommendations. Journal of the International Society of Sports  
Nutrition 2010, 7:7

LAMBERT E.V., GOEDECKE J.H.: The role of dietary macronutrients in  
optimizing endurance performance. Current Sports Medicine Reports 2003,  
2:194-201

LEE J.S., BRUCE C.R., SPRIET L.L., HAWLEY J.A.: Interaction of diet and  
training on endurance performance in rats. Experimental Physiology  
2001,86:499-508

LEE J.K., LEE J.S., PARK H., CHA Y.S., YOON C.S., KIM C.K.: Effect of L-  
carnitine supplementation and aerobic training on FABPc content and beta-HAD

activity in human skeletal muscle. *European Journal of Applied Physiology* 2007, 99:193-9

LEMON P.W., TARNOPOLSKY M.A., MACDOUGALL J.D., ATKINSON S.A.: Protein requirements and muscle mass/strength changes during intensive training in novice bodybuilders. *Journal of Applied Physiology* 1992, 767-775

LUKASKI H.C.: Vitamin and Mineral Status: Effects on Physical Performance. *Nutrition* 2004, 20:632-644

MAJOR G C., DOUCET E.: Energy intake during a typical Himalayan trek. *High Altitude Medicine & Biology* 2004, 5:355-63

MALAGURNERA M., CAMMALLERI L., GARGANTE M.P., VACANTE M., COLONNA V., MOTTA M.: L-Carnitine treatment reduces severity of physical and mental fatigue and increases cognitive functions in centenarians: a randomized an controlled clinical trial. *American Journal of Clinical Nutrition* 2007, 86:17738-1744

MALINA R.M.: Physical growth and biological maturation of young athletes. *Exercise and Sport Sciences Reviews* 1994, 22:389-433

MALINA R.M.: Weight training in youth-growth, maturation, and safety: an evidence-based review. *Clinical Journal of Sport Medicine* 2006, 16:478-87

MANNHART C.: Aktuelle Leistungsförderer im Sport. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2003, 51:58-79

MANNHART C., COLOMBANI P.: Grundlagen der Sporternährung – die elementare Bedeutung der Energie-, Makronährstoff- und Flüssigkeitszufuhr. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2001, 49:125-130

MAUGHAN R.J., BURKE L.M., COYLE E.F.: Food, Nutrition and Sports Performance II. The International Olympic Committee Consensus on Sports Nutrition. Routledge, London, 2004

MCARDLE W.D., KATCH F.I., KATCH V.L.: Exercise Physiology. Energy Nutrition, and Human Performance. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, 2006

MENZI C., ZAHNER L., KRIEMLER S.: Krafttraining im Kindes- und Jugendalter. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 2007, 55 (2):38-44

METTLER S.: Hot Topic 6 – Carboloadung. Australian Institute of Sport, 2005

METTLER S., MANNHART C.: Hot Topic 14 – Ernährung und Regeneration nach Training und Wettkampf, Swiss Forum for Sport Nutrition, 2006

MICHAELIS R., NIEMANN G.: Entwicklungsneurologie und Neuropädiatrie – Grundlagen und diagnostische Strategien, 3. Auflage. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2004

MILLWARD D.J., BOWTELL J.L., PACY P., RENNIE M.J.: Physical activity, protein metabolism and protein requirements. Proceedings of the Nutrition Society 1994, 223-240

NAUGHTON G., FARPUR-LAMBERT N.J., CARLSON J., BRADNEY M., VAN PRAAGH E.: Physiological issues surrounding the performance of adolescent athletes. Sports Medicine 2000, 30:309-325

NUSSBERGER J., MOOSER V., MARIDOR G., JUILLERAT L., WAEBER B., BRUNNER H.R.: Caffeine-induced diuresis and atrial natriuretic peptides. Journal of Cardiovascular Pharmacology 1990, 15:685-91

PARKIN C.: Leitlinie für die Postprandiale Glucoseeinstellung, International Diabets Federation, 2008

PETRIE H.J., STOVER E.A., HORSWILL C.A.: Nutritional Concerns for the Child and Adolescent Competitor. Nutrition 2004, 20:620-631

PRINZHAUSEN J.: Strategien der Leistungsernährung für Sportler. Ein Handbuch unter Einbezug der Stoffwechselformierung. Akademos Wissenschaftsverlag, Berlin 2003

ROBERTSON D., FRÖLICH J.C., CARR R.K., Watson J.T., HOLLIFIELD J.W., SHAND D.G., OATES J.A.: Effects of caffeine on plasma renin activity, catecholamines and blood pressure. The New England Journal of Medicine 1978, 298:181-6

RODRIGUEZ N.R., DIMARCO N.M., LANGLEY S. Nutrition and Athletic Performance. Medicine & Science in Sports & Exercise 2009, 3:709-731

ROEMMICH J.N., RICHMOND E.J., ROGEL A.D.: Consequences of sport training during puberty. Journal of Endocrinological Investigation 2001, 24:708-715

ROGOL A.D., CLARK P.A., ROEMMICH J.N.: Growth and pubertal development in children and adolescents: effects of diet and physical activity. The American Journal of Clinical Nutrition 2000, 72:521-528

ROMIJN J.A., COYLE E.F., SIDOSSIS L.S., GASTALDELLI A., HOEOWITZ J.F., ENDERT E., WOLFE R.R.: Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. American Journal of Physiology 1993, 265:E380-E391

SALGUEIRO M.J., ZUBILLAGA M.B., LYSIONEK A.E., CARO R.A., WEILL R., BOCCIO J.R.: The Role of Zinc in the Growth and Development of Children. Nutrition 2002, 18:510-519

SANDIG D., BLISCHKE K., STENING J., EMRICH E., SCHMIDTBLEICHER D.: Kraft und Krafttraining bei Kindern und Jugendlichen – aktueller Stand. Leistungssport 2/2009

SCHEK A.: Die Ernährung des Sportlers, Empfehlungen für die leistungsorientierte Trainingspraxis. Ernährungs Umschau 2008, 6:362-370

SCHEK A.: Grundlagen der Sportlerernährung. Springer Gesundheits und Pharmazieverlag, Ernährung, 2:2196-204, 2008

SCHEK A.: Top-Leistung im Sport durch bedürfnisgerechte Ernährung. Philppka-Sportverlag, Münster 2005

SCHMITZ J., LEHRL S., SCHRÖDER U., WAGNER G.: Einfluss von Dehydration auf die kognitive Leistungsfähigkeit im Rahmen der Rosbacher Trinkstudie (RTS) 1-4. Wissenschaftlicher Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung 2003

SHIRREFFS S.: Conference on „Multidisciplinary approaches to nutritional problems“. Symposium on „Performance, exercise and health“. Hydration, fluids and performance. The Proceedings of the Nutrition Society 2009, 68:17-22

SIRI-TARINO P.W., SUN Q., HU F.B., KRAUSS R.M.: Meta analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. The American Journal of Clinical Nutrition 2010, 91:535-546

SMITH W.J., UNDERWOOD L.E., CLEMMONS D.R.: Effects of caloric or protein restriction on insulin-like growth factor-I (IGF-I) and IGF-binding proteins in children and adults. *The Journal of Endocrinology & Metabolism* 1995, 80:443-449

STARON R.S., HAGERMAN F.C., HIKIDA R.S., MURRAY T.F., HOSTLER D.R., DRILL M.T., RAGG K.E., TOMA K.: Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. *The Journal of Histochemistry and Cytochemistry Official Journal of the Histochemistry Society* 2000, 48: 623-9

STRUPLER M., PERRET C.: Doping-Substanzen und –Bekämpfung im Sport – Informationen zur Doping-Problematik. *Schweiz Med. Forum* 2012, 12:165-169

SUDI K., ÖTTL K., PAYERL D., BAUMGARTL P., TAUSCHMANN K., MÜLLER W.: Anorexia Athletica. *Nutrition* 2004, 20:657– 661

TAPPAUF M., SCHEER P.: Anorexia athletica. *Psychosomatik und Psychotherapie. Univ.-Klinik für Kinder - und Jugendheilkunde* 2009

TAPPAUF M., SUDI K., SCHEER P.: Sportanorexie und Athletinnen-Trias bei Jugendlichen. *Monatsschrift Kinderheilkunde* 2007, 155:815-821

TARNOPOLSKY M.: Caffeine and creatine use in sport. *Annals of Nutrition & Metabolism* 2010, 57 2:1-8

TOTH P.: The “Good Cholesterol” : High-Density Lipoprotein. *Circulation Journal of the American Heart Association* 2005, 111:e89-e91

WALL B.T., STEPHENS F.B., CONSTANTIN-TEODOSIUM D., MARIMUTHU K., MACDONALD I.A., GRENNHAFF P.L.: Chronic oral ingestion of L-carnitine and carbohydrate increases muscle carnitine content and alters muscle fuel

metabolism during exercise in humans: the dual role of muscle carnitine in exercise metabolism. *The Journal of Physiology* 2011, 589:963-73

WALLIMANN T.: Kreatin – wann, warum und für wen? Mehr Energie – Mehr Leistung, *Schweizer Zeitschrift für Ernährungsmedizin* 2008

WASSERBACHER B., WEICHSELBAUM E., ELMADFA I.: Ernährungsverhalten im Breitensport. Ernährungsgewohnheiten, Ernährungswissen und Nährstoffzufuhr von Österreichischen Breitensportlern. *Ernährung / Nutrition* 2002, 26:357-365,

WEIMANN E., WITZEL C., SCHWIDERGALL S., BOHLES H.J.: Peripubertal perturbations in elite gymnasts caused by sport specific training regimes and inadequate nutritional intake. *International Journal of Sports Medicine* 2000, 21:210-215

WEINECK, J. :*Sportbiologie*, Spitta Verlag, Balingen 2002

WEINECK J.: *Optimales Training, Leistungsphysiologische Trainingslehre unter besonderer Berücksichtigung des Kinder- und Jugendtrainings*, 16. Auflage. Spitta Verlag, Balingen 2010

WEINECK J.: *Sportbiologie*, 10 Auflage. Spitta Verlag, Balingen, 2010

WILLIMCZIK K., VOELCKER-REHAGE C., WIERTZ O.: Sportmotorische Entwicklung über die Lebensspanne, *Zeitschrift für Sportpsychologie*, Hogrefe Verlag, 2006

WILSON G.J., WILSON J.M., MANNINEN A.H.: Effects of beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) on exercise performance and body composition across varying levels of age, sex, and training experience: A review. *Nutrition and Metabolism* 2008, 5:1

WOLF B.J., GANETSKY M., BABU K.M: Toxicity of energy drinks. Current Opinion of Pediatrics 2012, 24:243-51

ZINTL F.: Ausdauertraining. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung, BLV Sportwissen, München 2004

YOUNG D.R., PELLIGRA R., ADACHI R.R.: Serum glucose and free fatty acids in man during prolonged exercise. Journal of Applied Physiology 1966, 21:1047-1052

ZANKER C.L.: Sporternährung im Kindesalter: Deckung des Stoffwechselbedarfs bei Wachstum und Sport. Carnegie Faculty of Sport and Education 2006, 64:63-78

ZANKER C.L., COOKE C.B.: Energybalance, endocrine function and bone health. Medicine and Science in Sports and Exercise 2004, 36:1372-1381

ZANKER C.L., GANNON L., COOKE C.B., GEE K.L., OLDROYD B., TRUSCOTT J.G.: Differences in bone density, body composition, physical activity and diet between child gymnasts and untrained children aged 7 – 8 years. Journal of Bone and Mineral Reserve 2003, 18:1043-1050

ZAUNER A., ZAUNER CH.: Nutritional supplementation with Branched-Chain Amino Acids in advanced cirrhosis: A double-blind, randomized trail. Journal für Gastroenterologische und Hepatologische Erkrankungen 2004, 2:38-39

Internet:

[http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/factsheets/competition\\_and\\_training2/carbohydrate\\_loading](http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/factsheets/competition_and_training2/carbohydrate_loading) stand 23.07.2011

[http://www.bmg.gv.at/cms/site/attachments/1/8/3/CH0910/CMS1268216732150/der\\_gesamte\\_ernaehrungsbericht.pdf](http://www.bmg.gv.at/cms/site/attachments/1/8/3/CH0910/CMS1268216732150/der_gesamte_ernaehrungsbericht.pdf)

[http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/9/9/3/CH1047/CMS1291115625360/bgbla\\_2009\\_ii\\_267\\_trans-fettsauren-verordnung.pdf](http://www.bmg.gv.at/cms/home/attachments/9/9/3/CH1047/CMS1291115625360/bgbla_2009_ii_267_trans-fettsauren-verordnung.pdf)

[http://www.crossmed.de/cholesterin/Cholesterin\\_2.pdf](http://www.crossmed.de/cholesterin/Cholesterin_2.pdf)

<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=1040>

<http://www.ernaehrung.de/tipps/sport/sportarten-spezifisch.php>

<http://www.msg-hannover.de/sportern.htm>

<http://www.jissn.com/content/4/1/6>

[http://www.loges.de/files/tmp/Ausdauertraining\\_im\\_Kinder-\\_und\\_Jugendalter.pdf](http://www.loges.de/files/tmp/Ausdauertraining_im_Kinder-_und_Jugendalter.pdf)

<http://www.oege.at.at/php/current/content.php?/=de&a=2338>

<http://www.report-psychologie.de/news/artikel/zivilisationskrankheiten-als-folge-von-bewegungsmangel/>

<http://www.rickmers.eu/cms/upload/bilder/Service/Ernaehrungsbroschure/LeistungsportErn.pdf>

<http://www.sportmedinfo.de/Eiweissstoffwechsel.html>

<http://www.sportklinik-hellersen.de/index.php?id=194>

<http://www.sportunterricht.de/lksport/optneuebe.html>

[http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/pyramide/Lebensmittelpyramide\\_Sport\\_DE.pdf](http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/pyramide/Lebensmittelpyramide_Sport_DE.pdf)

[http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis\\_diabetes2006/en/](http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2006/en/)

[http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/externe\\_websites/ext.dzsm/content/archiv2001/heft02/ERn%84hrungstendenzen0201.pdf](http://www.zeitschrift-sportmedizin.de/fileadmin/externe_websites/ext.dzsm/content/archiv2001/heft02/ERn%84hrungstendenzen0201.pdf)

# LEBENS LAUF

## Persönliche Angaben

Name: Schrenk Katja-Deborah  
Geburtsdatum,- ort: 15.11.1982, Wien  
Familienstand: ledig  
Staatsangehörigkeit: Österreich  
E-Mail-Adresse: katja\_s@gmx.at

## Bildungsweg:

2003: Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien  
1997 – 2003: Höhere Bundeslehranstalt für Tourismus, 1130 Wien  
1995 – 1997: Sportgymnasium, 2344 Ma. Enzersdorf  
1993 – 1995: Musikgymnasium, 2380 Perchtoldsdorf  
1989 – 1993: Volksschule, 2380 Perchtoldsdorf

## Arbeitsverhältnisse:

Seit November 2011  
Assistentin der Geschäftsführung der Golf Anlagen Marketing & Event GmbH, 1100 Wien

2007 – November 2011  
Intensivpflege meiner Urgroßmutter, 2351 Wr. Neudorf

Juni 2008  
Praktikum im Restaurant Alexander, Aufgabenbereiche:  
Erstellung der Speisekarte, sowie die Vor- und  
Zubereitungsarbeiten der Tagesmenüs und Gerichte für  
Restaurant und Kindergarten

November 2006 – Mai 2007  
Praktikum an der Abteilung für Ernährungsmedizin und  
Prävention, Univ. Klinik für Kinder- und Jugendheilkunde,  
Medizinische Universität Wien, im Rahmen des EU-Projekts  
HELENA

## Besondere Kenntnisse:

PC- Kenntnisse in Word, Excel, EU-FIBU, Access, PowerPoint, CETS,  
Führerschein B