Wettkampfernährung im Bogensport

Autor: Karl-Heinz Schulz

Version 1.1 - Februar 2014

Version 1.02 - November 2013

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 4
1. Der menschliche Energiehaushalt 5
1.1 Grundumsatz 5
1.2 Leistungsumsatz 7
1.2.1 Physical Activity Level (PAL) 7
1.2.2 Maßeinheiten 7
1.2.3 Energiezufuhr 7
1.2.4 Was heißt das jetzt für den Bogensportler? 8
2. Energiegewinnung 9
2.1 Energielieferanten 9
Brennwerte 9
2.1.1 Kohlenhydrate 10
Glykämischer Index 11
Resorptionszeiten von Kohlenhydraten 12
Kohlenhydratbedarf im Leistungssport [21] 12
Energiebereitstellung in der belasteten Muskulatur [21] 13
Was heißt das jetzt für den Bogensportler? 13
2.1.2 Fett / Lipide 15
Herzfrequenz 15
Fett und Training 17
Was heißt das jetzt für den Bogensportler? 17
2.1.3 Protein / Aminosäuren 18
Was heißt das jetzt für den Bogensportler? 20
2.2 Informationsträger 21
2.2.1 Funktionssteuerung durch Vitamine 21
2.2.2 Funktionssteuerung durch Mineralstoffe / Elektrolyte 21
2.2.3 Wasser 23
Funktionen des Wassers für den Körper [5 S.621] 23
Symptome bei Wasserverlust bzw. -mangel [5 S. 620ff] 23
2.2.4 Ballaststoffe 24
2.3 Zusammenfassung 25
3. Ernährungsweise Wettkampf 26
3.1 Ernährung vor dem Wettkampf 27
3.2 Ernährung am Morgen des Wettkampfes - Pre-Event-Nutrition 28
3.3 Ernährung während des Wettkampfes 29
3.4 Ernährung nach dem Wettkampf - Post-Event-Nutrition 30
3.4 Zusammenfassung 32
Addendum 34
Abnehmen 34
Rezept für Getränke im Bogensport [28] 36
Maltodextrin im Ausdauersport 36
Mineralwasser Vergleichsauswahl [29] 36
Anhang 1: Literaturnachweis 38
Anhang 2: Liste der Tabellen 41
Anhang 3: Glossar 42

Vorwort

„Der sicherste Weg zur Gesundheit ist es, jedem Menschen möglichst genau die erforderliche Dosis an Nahrung und Belastung zu verordnen. Nicht zu viel und nicht zu wenig„

(Hippokrates 460-377v Chr.)

Literatur zur „richtigen“ Ernährung - zum Teil sich widersprechend - gibt es viel. So hat selbst die Deutsche Gesellschaft für Ernährung ihr Pyramidenmodell[10a] im Jahr 2005 verändert. Aber auch dieses ist umstritten[9a]. Einig sind sich alle Modelle darüber, dass viel Flüssigkeit - ca 2 bis 2,5 l täglich - von Nöten sind (*Tabelle 12*).

Auch besteht große Einigkeit in der einschlägigen Literatur, wie die Ernährung kurz vor, während und kurz nach dem Wettkampf auszusehen hat. Obwohl nicht alles für den Bogenschützen direkt geschrieben ist, so existiert doch umfangreiche Literatur für den Ausdauersportler zu dem auch dieser zählt.

Dieses Dokument basiert auf dem Grundgerüst der Hausarbeit „Wettkampfernährung im Bogensport, Michael Schröder, Fachübungsleiterausbildung Bogen des RSB 2007/2008“[3] und gliedert sich in drei Teile.

1. Zunächst wird der Energiehaushalt des menschlichen Körpers beschrieben. Grund- und Leistungsumsatz werden erklärt und es wird beispielhaft aufgezeigt, welche Faktoren starke Schwankungen im Energiehaushalt von Bogenschützen hervorrufen können.
2. Im zweiten Teil wird die Energiegewinnung im menschlichen Organismus behandelt. Im Einzelnen werden die Energielieferanten (Kohlenhydrate, Fett und Proteine) kurz beschrieben. Es wird in kurzen Zügen auf die Verfügbarkeit und das jeweilige Leistungsspektrum der einzelnen Energielieferanten eingegangen. Zudem werden die weiteren wichtigen Ernährungsbestandteile wie Vitamine, Spurenelemente, Wasser und Ballaststoffe und deren Funktion vorgestellt.
3. Im dritten Teil werden konkrete Hinweise auf Trainings- und Wettkampfernährung für Bogenschützen gegeben.

"Auch wenn die sportliche Leistung durch das Körpergewicht und die Körperzusammensetzung beeinträchtigt werden kann, sollten diese körperlichen Maße kein Kriterium für die sportliche Leistung sein und von einem täglichem Wiegen wird abgeraten."

(ADA, 2009)

1. Der menschliche Energiehaushalt

1.1 Grundumsatz

Der Grundumsatz, auch **basale Stoffwechselrate** genannt, ist diejenige Energiemenge, die der Körper, bei gleichbleibender Temperatur (28°C) und bei völliger Ruhe und nüchtern (d. h. mit leerem Magen) während eines Tages zur Aufrechterhaltung seiner Funktion benötigt.

Dieser Grundumsatz ist individuell abhängig von verschiedenen Faktoren wie Muskelmasse, Stoffwechsel aber auch Geschlecht, Alter und Körpergröße des Menschen, Wärmedämmung durch Kleidung und dem Gesundheitszustand (z. B. Fieber). Spricht man vom Grundumsatz so ist immer der Grundumsatz in 24 Stunden gemeint. Um seine körperlichen Grundfunktionen aufrecht zu erhalten, muss dem Körper

Energie = Nahrung

zugeführt werden.

Der Grundumsatz besteht zum überwiegenden Teil aus der Arbeit (= dem Verbrauch) der inneren Organe. Größter Energieverbraucher in einem gesunden Körper ist die Leber, das zentrale Stoffwechselorgan, mit ca. 26% Anteil.[4, 17]

Tabelle 1 : Energieverbrauch einzelner Organe

Organ	Körpergewicht		Blutfluss		Grund-umsatz
	[kg]	[%]	[ml/min]	[%]	[%]
Leber	1,5	2,1	1350	27	**26,4**
Skelettmuskulatur	27,8	39,7	750	15	**25,6**
Gehirn	1,4	2,0	700	14	**18,3**
Herz	0,3	0,43	200	4	**9,2**
Nieren	0,3	0,43	1100	22	**7,2**

Mit der Harris-Benedict-Formel[15c] kann man den Grundumsatz näherungsweise berechnen:

- für Frauen : Grundumsatz [kcal/24 h] = 65,51 + (9,6 * Körpergewicht [kg]) + (1,8 * Körpergröße [cm]) - (4,7 * Alter [Jahre])
- für Männer : Grundumsatz [kcal/24 h] = 66,47 + (13,7 * Körpergewicht [kg]) + (5 * Körpergröße [cm]) - (6,8 * Alter [Jahre])

Oder etwas einfacher:

- Für Frauen : Grundumsatz [kcal/24h] = Körpergewicht [kg] *24 *0,92
- Für Männer : Grundumsatz [kcal/24h] = Körpergewicht [kg] *24 *1,0

Frauen benötigen etwa 5-10% weniger, da durch ihr vermehrtes Unterhautgewebe gegenüber dem Mann eine bessere Wärmeisolation und damit ein geringerer Wärmeverlust gegeben ist. Auch ist ihr Anteil an stoffwechselaktiver Muskulatur geringer (35% gegenüber 41% bei Männern).[4; 5 S.622]

Anstelle der Harris-Benedict-Formel können die nachstehenden Tabellen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) verwendet werden.

Tabelle 2a : Grundumsatz nach WHO (Frauen)

Altersgruppe	Formel
11-18 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,056 x KG [kg] + 2,898
19-30 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,062 x KG [kg] + 2,036
31-60 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,034 x KG [kg] + 3,538
> 60 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,038 x KG [kg] + 2,755

Tabelle 2b : Grundumsatz nach WHO (Männer)

Altersgruppe	Formel
11-18 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,074 x KG [kg] + 2,754
19-30 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,063 x KG [kg] + 2,896
31-60 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,048 x KG [kg] + 3,653
> 60 Jahre	Grundumsatz [MJ] = 0,049 x KG [kg] + 2,459

Die Berechnung des Grundumsatzes nach den Formeln der WHO ergibt einen Wert in der Einheit Megajoule (MJ). Der Grundumsatz lässt sich leicht in Kilokalorien (kcal) umrechnen, indem das erhaltene Ergebnis mit dem Faktor 239 multipliziert wird. [17a]

Es existieren im Internet und in verschiedenen Informationsbroschüren der Krankenkassen auch zahlreiche Berechnungsprogramme mit denen ungefähre Grundumsätze errechnet werden können. [15, 17]

Diese Programme und auch die oben angegebenen Faustformel sind aber lediglich als ungefähre Anhaltspunkte zu verstehen, da exakte Grundumsatzmessungen sehr aufwändig sind und in Deutschland nur in wenigen Kliniken durchgeführt werden.

1.2 Leistungsumsatz

Kommt es auf Grund körperlicher Betätigung (z.B. durch Arbeit, Sport usw.) zu einem vermehrten Bedarf an Energie im Körper spricht man von einem körperlichen **Leistungsumsatz.** Dieser Umsatz bezeichnet den tatsächlichen Mehrverbrauch an Energie und ist zum **Grundumsatz** zu addieren.

Dieser Leistungsumsatz ist von individuellen Körperparametern (Gewicht, Größe, Muskelmasse), Umwelteinflüssen (Temperatur, Wind, Sonne, Regen) und der Art der Tätigkeiten (sitzen, gehen, sportliche Aktivitäten) abhängig und kann daher stark schwanken.

Auch beim Leistungsumsatz sind komplexe Messungen erforderlich, um ihn über eine in der Vergangenheit liegende Trainingseinheit /Wettkampf /Arbeitsleistung zu ermitteln.

Darüber hinaus kann man mit Pulsuhren, (Polar) die mit der Eingabe von verschiedenen Parametern arbeiten, einen tatsächlich erbrachten Leistungsumsatz im Ausdauerbereich relativ genau ermitteln.

1.2.1 Physical Activity Level (PAL)

Jedoch gibt es auch hier einfache Faustformeln wie den PAL-Wert [15c], der angibt, mit welcher Zahl der Grundumsatz multipliziert werden muss, um den gesamten Energiebedarf auszurechnen. (*Tabelle 3*). PAL ist der englischsprachige Begriff für Leistungsumsatz.

Tabelle 3 : PAL Multiplikatorentabelle

Faktor	Aktivität	Beispiel
1.2	nur sitzend oder liegend	gebrechliche Menschen
1.4-1.5	sitzend, kaum körperliche Aktivität	Büroarbeit am Schreibtisch
1.6-1.7	sitzend, gehend und stehend	Studenten, Schüler, Taxifahrer
1.8-1.9	hauptsächlich stehend und gehend	Verkäufer, Kellner, Handwerker
2.0-2.4	körperlich anstrengende Arbeit	Landwirte, Hochleistungssportler

Die Faktoren werden mit den Anzahl Stunden multipliziert und anschließend zusammengezählt. Die Gesamtsumme wird dann durch 24 dividiert. So erhält man den durchschnittlichen täglichen Faktor. Dieser wird wiederum mit dem Grundumsatz multipliziert wobei man jetzt den durchschnittlichen Gesamtenergiebedarf als Resultat erhält.

Es gibt auch andere Faustformeln mit denen sich durch Eingabe der Sportart sowie Dauer und Intensität ein Anhaltspunkt ermitteln lässt, wie groß der Leistungsumsatz voraussichtlich bei einem bevorstehenden Wettkampf sein wird. [15]

1.2.2 Maßeinheiten

Physikalisch handelt es sich um Arbeit pro Zeit also Leistung. Einheit ist daher Joule pro Sekunde (J/s) oder Watt (W). In der Praxis wird weiterhin meist die Einheit Kilokalorien verwendet.

1 kcal = 4,186 kJ 1 kJ = 0,239 kcal 1 MJ = 239 kcal

1.2.3 Energiezufuhr

Um dann eine entsprechende Energiemenge in Form von genau dosierten Mahlzeiten einzunehmen, können die Zutaten entsprechend der Energieangaben auf den Verpackungen der Lebensmittel oder gängigen Kalorientabellen zusammengestellt werden.

Banal aber oft nicht beachtet:

- Zu wenig Nahrungsaufnahme (= Energiereduktion) führt zur Gewichtsabnahme.
- Zu viel Nahrungsaufnahme (= Energieüberschuß) führt zur Gewichtszunahme!

1.2.4 Was heißt das jetzt für den Bogensportler?

Für Leistungssportler, die täglich trainieren, beinhaltet der Leistungsumsatz auch das tägliche Training. Hier kann von einem konstanten Leistungsumsatz ausgegangen werden, der lediglich bei höheren, geplanten Trainingsanreizen ansteigt.

Damit kann die Energieaufnahme - mehr oder weniger - gleich ausfallen und das Gewicht pendelt sich ein.

Hobbysportler, die einer geregelten Beschäftigung nachgehen und unregelmäßig 1-2-mal in der Woche trainieren haben einen relativ stark schwankenden Leistungsumsatz und sollten auf ihre Ernährungsgewohnheiten achten.

Bei gleichbleibender Energieaufnahme kann das Gewicht unter Umständen starken Schwankungen unterworfen sein.

Die *Tabelle 4a* und *Tabelle 4b* zeigen Wirkung und Energiebedarf bei unvorhergesehen Ereignissen bzw. mangelnder Vorbereitung beim Bogenschiessen.

Tabelle 4a : Beispiele mit erhöhtem Energiebedarf auf Grund nicht planbaren Ereignissen

Art	Wirkung	Zusätzlicher Energiebedarf
Wind	Stärkere Konzentration Gegen Wind „anlehnen“	+ Gehirn + Skelettmuskulatur
Sonne	Pulsfrequenzerhöhung Erhöhte Schweißproduktion	+ Herzmuskel + Körperkühlung
Regen	Pulsfrequenzerhöhung	+ Körperwärme

Tabelle 4b : Beispiele mit erhöhtem Energiebedarf durch mangelnder Vorbereitung

Art	Wirkung	Zusätzlicher Energiebedarf
Zu schwerer Bogen zu hohes Zuggewicht	verlangsamter Bewegungsablauf im Turnier; Ermüdung der Arm-muskulatur	+ Skelettmuskulatur → Muskelübersäuerung
Mangelnde Basiskraft	Ermüdung der Bein-, Rumpf- oder Armmuskulatur	+ Skelettmuskulatur
Nervosität	Erhöhung Hirnfunktion Erhöhung Herzschlag verlangsamter Bewegungsablauf	+ Gehirn + Herzmuskel + Skelettmuskulatur

Dazu mehr in Teil 3 dieses Dokuments.

2. Energiegewinnung

Der menschliche Körper muss die Energie, die er durch die Körperfunktionen verbraucht, von außen als Nahrung zu sich nehmen. Man unterscheidet zwischen

Nährstoffe (Energieträger)

- Kohlenhydrate,
- Fette
- Protein (Eiweiß /Aminosäuren)

und Vitalstoffe (Informationsträger)

- Wasser
- Mineralstoffe
- Vitamine
- Ballaststoffe

Der menschliche Körper ist in der Lage die Energieträger in begrenzter Menge im Körper zu speichern und bei Bedarf zur Verfügung zu stellen.

Die Energiegewinnung beginnt mit dem Verdauungsvorgang der Nahrungsmittel. Kohlehydrate werden Die Spaltung von Mehrfachzuckern beginnt aber bereits beim Kauen durch den Speichel.[6] Bei der aktiven Tätigkeit der Nahrungsaufnahme und -verarbeitung kommt es zu Energieverlusten, bei Mischkosten von etwa 10% der Kalorienzufuhr. Dieser Energieverlust muss bei der Energiezufuhr berücksichtigt werden.[5. S.623] Eine Weißkohlsuppe verbraucht bei der Verdauung mehr Kalorien als sie liefert.

Die unmittelbare Energiewährung für biologische Prozesse ist das Adenosintriphosphat (ATP), das zum Beispiel die Muskelkontraktion antreibt und an fast allen energieverbrauchenden Prozessen beteiligt ist. Es liegt jedoch in den Zellen nur in geringer Konzentration vor und muss durch aeroben und anaeroben Abbau energiereicher Verbindungen wie Fette, Kohlenhydrate oder Proteine in den Zellen nachgeliefert werden.

2.1 Energielieferanten

Der Energielieferant mit dem höchsten Brennwert ist Fett. Trotzdem spricht einiges dafür, sich schwerpunktmäßig den Kohlenhydraten zu verschreiben, wie weiter unten erläutert wird.

Brennwerte

- **Kohlenhydrate - Brennwert pro Gramm: 4 Kcal / 17 kj**
- **Fette - Brennwert pro Gramm: 9 Kcal / 38 kj**
- **Protein (Eiweiß /Aminosäuren) - Brennwert pro Gramm: 4 Kcal / 17 kj**

2.1.1 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind mit einem Brennwert von 4 Kcal / 17 kj pro Gramm der beste Energielieferant im Energiehaushalt eines menschlichen Körpers. Sie sollten den Hauptteil mit 60% der täglichen Nahrungsaufnahme eines Bogenschützen ausmachen.[5 S.623]

Wenn die Versorgung der Gewebe in Muskeln und Leber mit Kohlenhydraten größer ist als der vorhandene Speicher oder der aktuelle Verbrauch, wird der Überschuss in Fett umgewandelt und als Depotfett in den Zellen gespeichert. [6]

Kohlenhydrate werden unterschieden in

Tabelle 5a : Unterscheidung der Kohlenhydrate

Einfachzucker (Monosaccharide)		
	Dextrose = Traubenzucker = Glucose	Früchte, Honig, Weintrauben
	Fructose = Frucktzucker	Früchte
	Galactose (Schleimzucker)	Milchzucker
Zweifachzucker (Disaccharide)		
	Lactose = Milchzucker = Glucose + Galactose	Milch und Milchprodukte
	Maltose = Malzzucker = Glucose + Glucose	Bier, Rüben- und Rohrzucker
Dreifachzuckern (Trisaccharide)		
	Glucose+Glucose+Fructose	Honig
	Raffinose	Hülsenfrüchte, Zuckerrüben, Kürbisgewwächse
Mehrfachzuckern (Oligosaccharide)	(Drei- bis Neunfachzucker)	
	Maltodextrin	(oft in Nahrungsergänzungen)
	Maltotriose	Zwieback, Knäckebrot
Vielfachzuckern (Polysaccharide)	(mindestens zehn Einfachzuckermoleküle)	
	Stärke	Pflanzen- und Getreideprodukte (Vollkornbrot), Kartoffel, Gemüseisoliert: Maisstärke, Kartoffel- und Weizenstärke
	Zellulose	Ballaststoffe
	Glycogen	Tierische Produkte, Fleisch etc.

Kohlenhydrate werden als Glykogen kurzfristig in den Muskeln und der Leber gespeichert. Durch Traininganreize und gezielte Ernährung ist eine Vergrößerung dieser Speicher möglich. Dieser Vorgang wird als Hyper- oder Superkompensation bezeichnet. Das Blut spielt als Glykogenspeicher nur eine untergeordnete Rolle. (siehe Tablle 5b)

Alle Kohlenhydrate werden als Monosaccharide vom Darm ins Blut aufgenommen. Monosaccharide werden schnell ins Blut aufgenommen. Von dort gelangen sie in die Körperzellen.

Disaccharide müssen zuerst in Monosaccharide gespalten werden. Alle weiteren Zucker bis Polysaccharide werden ebenfalls in mehreren Schritten zu Monosaccharide reduziert und gelangen dadurch langsam und kontinuierlich ins Blut. Daraus resultieren die verschiedenen Wirkungen der Kohlenhydrate unserer Nahrung auf diverse Stoffwechselprozesse (z. B. der längere Sättigungswert von Lebensmittel, die Stärke und Ballaststoffe enthalten, die rasche Energielieferung durch Traubenzucker etc.). [20]

Tabelle 5b : Depot - Energiemenge der gespeicherten Kohlenhydrate [23]

	Ohne Training mit normaler Mischkost	**Durch Training mit kohlenhydratreicher Kost**
Blutzucker	ca. 5g (20 Kcal)	ca. 5g (20Kcal)
Leberglykogen	ca. 75g (300 Kcal)	ca.120g (480 Kcal
Muskelglykogen	ca.300g (1200 Kcal)	ca.500g (2000Kcal)
Summe	**ca.380g (1520 Kcal)**	**ca.625g (2500Kcal)**

Das in der Leber gespeicherte Glykogen sorgt nach der Umwandlung durch komplexe biochemische Prozesse in Glucose (Traubenzucker) für die Versorgung aller Organe mit Energie. Besonders das Gehirn ist auf eine ständige Zufuhr von Glucose über das Blut angewiesen (siehe *Tabelle 1*).

Durch das Zusammenspiel der Hormone Insulin und Glukagon wird für einen konstanten Blutzuckerspiegel gesorgt. Große Schwankungen des Blutzuckerspiegels haben negative Auswirkungen wie Leistungsabfall und Konzentrationsstörungen. Ein zu niedriger Blutzuckerwert (Unterzuckerung) geht oft mit Symptomen verminderter Hirnleistung, oder verstärkter Adrenalinausschüttung einher (*Tabelle 6*).

Tabelle 6 : Symptome Unter- und Überzuckerung [3] *(Hyperglykämie und Hypoglykämie)*

kurzfristige Symptome Unterzuckerung	**kurzfristige Symptome Überzuckerung**
Konzentrations- und Koordinationsstörungen	Starkes Durstgefühl und trockener und verbunden mit typisch acetonartigen Mundgeruch
Doppelbilder sehen	Sehstörungen,
Kopfschmerzen	Übelkeit, Erbrechen
Hungergefühl bis hin zum Heißhunger	Konzentrationsschwierigkeiten
Kalte Schweißausbrüche, Blässe	Bauchschmerzen
Unruhe, Zittern, Frieren	Frieren
Gähnen, Müdigkeit	

Glykämischer Index

Die Wirkung der Kohlenhydrate auf den Blutzucker soll der **glykämische Index** (GI) ausdrücken. Er gibt an, wieweit ein kohlenhydratreiches Lebensmittel den Blutzucker über den Normalwert anhebt. Der Glucose-bedingte Blutzuckeranstieg wurde gleich 100 gesetzt, d. h. ein GI von 50 bedeutet, dass der Blutzuckeranstieg dieses Lebensmittels nur die Hälfte des Anstieges der Glucose ausmacht.

Allerdings konnte bis jetzt keine wissenschaftliche Studie den sinnvollen Gebrauch nachweisen. Insbesondere ergab sich kein Zusammenhang zwischen errechnetem und tatsächlichem Blutzuckerwert.[12b-d] Dies führte zu Verwendung des Begriffes Glykämische Last, die auch Zubereitung und mengenmäßigen Anteil von Kohlenhydrate im jeweiligen Nahrungsmittel berücksichtigt.

Resorptionszeiten von Kohlenhydraten

Als Anhaltspunkt für die unterschiedliche Resorptionszeit (hier: Zeit bis zur Aufnahme ins Blut) von Kohlenhydraten nach der Nahrungsaufnahme sind die Angaben in *Tabelle 7* hilfreich.

Tabelle 7 : Resorptionszeiten

Nahrung	Aufnahmeverhalten	Zeitraum nach Nahrungsaufnahme
Traubenzucker	Kohlenhydrate **schießen** ins Blut	10-20 Minuten
Süßgetränke/Süßigkeiten	Kohlenhydrate **strömen** ins Blut	15-40 Minuten
Mehlprodukte	Kohlenhydrate **fließen** ins Blut	40-60 Minuten
Obst und Gemüse	Kohlenhydrate **tropfen** ins Blut	60-100 Minuten
Vollkorn, -produkte	Kohlenhydrate **sickern** ins Blut	60-240 Minuten

Allerdings bestimmt bei gleichzeitiger Nahrungsaufnahme immer das Lebensmittel mit der längsten Verweildauer den Durchfluss, auch deshalb wird Salat in Restaurants vorab gereicht = Verhinderung einer Gärung des Salates bei zu langer Verweildauer im Magen.

Kohlenhydratbedarf im Leistungssport [21]

- Betrachtet man die Verstoffwechselung der Kohlenhydrate im menschlichen Organismus, so fällt auf, dass besonders der Einfachzucker Glucose und die Speicherform der Glucose, das Glykogen, für die sofortige Bereitstellung von Energie von Bedeutung sind. Neben dem Gehirn stellt die Muskulatur ein Organsystem dar, welches ununterbrochen auf die Versorgung mit Kohlenhydraten angewiesen ist.
- Abhängig vom Trainingsgrad des Schützen können unterschiedliche Mengen von Glucose im Körper gespeichert werden und im Bedarfsfall freigesetzt werden. Je optimierter der Ausdauerzustand des Schützen ist, desto mehr Glucose kann gespeichert werden. Insgesamt können ungefähr 500 g Glucose eingelagert werden, was einem Wert von 2000 kcal entspricht. Den größten und wichtigsten Speicher für die Glucose im menschlichen Organismus stellt die Leber dar.
- Bevor jedoch die Leber zur Freisetzung der Glucose angeregt wird, erfolgt der Verbrauch der Glykogenreserven im Muskel, da die Leber für eine Versorgung des Gesamtorganismuses zuständig ist.
- In Abhängigkeit von der Sportart unterscheiden sich der Bedarf und die Bereitstellungsdauer von energiehaltigen Kohlenhydraten. Bei Ausdauersportarten wie dem Bogenschiessen wird in der Regel eine dauerhafte und konstante Versorgung mit Glucose benötigt. Da beim Ausdauertraining ein Zustand der Sauerstoffanwesenheit vorliegt, können aerobe Energiegewinnungsmechanismen genutzt werden. Wird vom Organismus allerdings eine plötzliche hohe Belastung (Feldbogen Geländebewältigung) gefordert, so stellt die aerobe Energiegewinnung keine Alternative dar, da diese zu träge ist. Stattdessen greift der Körper auf die anaerobe Energiegewinnung zurück. Abhängig von der Belastungsintensität überwiegt die anaerob alactazide oder die anaerob lactazide Energiegewinnung.

- Vergleicht man die Energiegewinnungsmechanismen, so wird deutlich, dass der Vorteil der anaeroben Energiebereitstellung in der schnellen Verstoffwechselung von Glucose liegt, als Nachteil ist jedoch zu erkennen, dass die absolute Energiefreisetzung als weitaus geringer einzustufen ist.
- Kohlenhydrate spielen in der Sportlerernährung eine wichtige Rolle, da sie den **Energieträger für die Muskulatur, das Gehirn und die Erythrozyten** darstellen.
- Ein Gramm Kohlenhydrate liefert 4 Kalorien und **pro Liter Sauerstoff etwa 9 % mehr Energie als Fett**. Eine unzureichende Kohlenhydratzufuhr vermindert die Konzentration und kann Schwindel und Übelkeit zur Folge haben.

Energiebereitstellung in der belasteten Muskulatur [21]

- Die einzige Verbindung, die der Organismus direkt zur Energiegewinnung anwenden kann, ist das ATP (Adenosintriphosphat). Auf Grund der geringen Konzentration im Muskel reicht dies allerdings nur für wenige Muskelzuckungen und ist nicht für sportliche Belastungen ausreichend. Um den Energiebedarf zu stillen, behilft sich der Muskel durch die Bereitstellung von Kreatinphosphat, durch das der Muskel für ca. 15 Sekunden versorgt werden kann.
- Wichtig für das Verständnis der Energieversorgung des Muskels ist die Erkenntnis, dass kein Energiebereitstellungsmechanismus für sich allein abläuft, sondern vielmehr alle nebeneinander und gleichzeitig ablaufen. Wichtig ist überdies, dass die Belastungsintensität und die Dauer die wichtigsten Stellgrößen darstellen, mit denen bestimmt wird, welches System der Energiegewinnung dominiert.
- Besonders bei körperlichen Belastungen, die ungefähr zwei bis acht Minuten dauern, ist die oxidative Energiegewinnung von großer Bedeutung (z. B. Judo, Taekwondo, Mittelstreckenlauf)
- Bei einer länger andauernden Belastung bis zu 45 Minuten sind vorwiegend aerobe Energiegewinnungsmechanismen gefordert. Liegt die Belastungsdauer noch höher, so werden zusätzlich Fettsäuren in großen Mengen verstoffwechselt.
- Als Konsequenz für den Sportler ergibt sich der Bedarf für eine ausreichende kohlenhydrathaltige Basisernährung mit zusätzlicher Kohlenhydratzufuhr bei Ausdauerbelastungen. Außerdem sollte nach einer Belastung eine möglichst schnelle Wiederauffüllung der Speicher durchgeführt werden.

Was heißt das jetzt für den Bogensportler?

Für die Sportart Bogenschießen (Konzentrations- und Ausdauersportart) sind Kohlenhydrate insbesondere im Wettkampf der maßgebliche Energielieferant. Bei der Wettkampfernährung ist auf regelmäßige Zufuhr kleiner Portionen von möglichst komplexen Kohlenhydraten zu achten.

Aber: Dabei soll auf Nahrungsmittel Leben mit niedrigem bis mittlerem GI zurückgegriffen werden, um starke Blutzuckerschwankungen zu vermeiden.[5 S.624]

Nach anstrengenden Trainings- und Wettkampfphasen sollen wiederum Lebensmittel mit einem hohen GI aufgenommen werden, um die entleerten Glykogenspeicher möglichst schnell wieder aufzufüllen.[5 S.623]

Die Lungenkapazität stellt einen limitierenden Faktor bei der aeroben Verbrennung von Glukose dar. Bessere Grundausdauer und erhöhte Lungenkapazität hat eine größere Bereitstellung von Sauerstoff bei der Verstoffwechselung zur Folge. Dies führt auch zu konstanteren Ergebnissen bei Wettkämpfen über längerer Dauer (z. B. große FITA),

Merkmale der Kohlenhydrate als Energieträger:

- ◊ Die Energiefreisetzung aus Kohlenhydraten verläuft bis zu drei mal schneller als aus Fett oder Proteinen.
- ◊ Kohlenhydrate liefern pro Liter eingeatmetetem Sauerstoff mehr Energie (5 kcal/l) als Fett (4,7 kcal/l) oder Proteine (4,5 kcal/l).
- ◊ Kohlenhydrate können sowohl mit Sauerstoff (aerob) als auch ohne (anaerob) verarbeitetet werden.
- ◊ Kohlenhydrate werden schneller verdaut als Fett oder Protein und stehen dem Körper deshalb schneller zur Verfügung.
- ◊ Das Gehirn und damit auch die Konzentrationsfähigkeit des Bogenschützen ist auf Kohlenhydrate angewiesen.
- ◊ Kohlenhydratspeicher reichen für ca. 1 bis 1,5 Stunden intensiver Belastung. Die gleichzeitig stattfindende Fettverbrennung beim Bogenschiessen (Mischverbrennung) entleert nicht den gesamten Fettspeicher.

2.1.2 Fett / Lipide

Fette gehören in tierischer und pflanzlicher Form zu Grundnährstoffen des menschlichen Körpers. Fett hat zwar mit 9 kcal (38 kj) Brennwert pro Gramm einen fast doppelt so hohen Wert als die Kohlenhydrate, stehen aber nur bei der aeroben Verstoffwechselung zur Verfügung und liefern bei gleichem Sauerstoffverbrauch nur 94% der kcal.[25a]

Die mit der Nahrung aufgenommenen Fettmoleküle unterscheiden sich in ihrer Fettsäurezusammensetzung. Man unterscheidet dabei zwischen

- gesättigte Fettsäuren
- einfach ungesättigte Fettsäuren
- mehrfach ungesättigte Fettsäuren.

Fett sollte einen maximalen Anteil von 25% unserer Nahrung haben.[5 S.623] Die Zusammensetzung der einzelnen Fettsäuren sollte als Anhaltspunkt zu jeweils ⅓ mit der Nahrung aufgenommen werden.[22 S.46/47]

Fette sind als Energielieferant neben den Kohlenhydraten der wichtigste Energieträger. Sie sind Bestandteil der Zellmembranen und dienen zur weiteren Verarbeitung der fettlöslichen Vitamine.

Das im Zellgewebe eingelagerte sog. Depotfett ist der größte Energiespeicher des Körpers, dient als Isolator gegen Kälte und ist ein Schutzpolster für die inneren Organe. Fett hat physikalisch gesehen den höchsten Brennwert aller drei Energielieferanten. Da für die Verbrennung von Fett vergleichsweise große Mengen an Sauerstoff gebraucht werden, kommt die Fettverbrennung nur im niedrigen bis mittleren Leistungsbereich zum tragen. Die primäre Energieversorgung aus Depotfett wird in der aeroben Lipolyse gewonnen.[2, 25a]

Die individuelle Leistungsfähigkeit eines menschlichen Körpers ist sehr verschieden. Sie schwankt sehr stark nach Trainingszustand, Alter und Geschlecht. Die optimale Fettverbrennungsleistung liegt etwa zwischen 50% - 65% der Maximalleistung (Pulsleistung / Herzfrequenz) eines Menschen, die vorwiegend durch das Lebensalter und körperlichen Leistungszustand bestimmt wird.

Bei körperlichen Belastungen oberhalb dieser aeroben Leistungszone wird die Energiegewinnung durch Fettverbrennung stark zurückgefahren, da die Sauerstoffaufnahme durch die Lunge begrenzt ist. In diesem Fall werden die Glykogenspeicher in den Muskeln, bei einer anaeroben Belastung unter Bildung von Milchsäure (Laktat) bis zur Ermüdung der Muskulatur entleert.

Herzfrequenz

Zur groben Ermittlung einer Maximalleistung (Herzleistung) können die Formeln auf der nächsten Seite (*Tabelle 8*) verwendet werden. Da die Maxmimalleistung aber individuell ist und darüber hinaus - wie bei Mehrkämpfern festgestellt - auch von der jeweiligen Sportart abhängt, können diese Berechnungen nur grobe Anhaltspunkte sein. Genaue Werte müssen in medizinischen Testverfahren ermittelt werden.[24a,b,e]

Herzfrequenz / Maximalpuls

Alter	**58**		(Wert zwischen 10 und 120)
Geschlecht	**1**	0 weiblich / 1 männlich	(Wert zwischen 0 und 1)
Gewicht	**100**	kg	(Wert zwischen 20 und 200)
Zustand	**1**	1 trainiert / 2 untrainiert / 3 übergewichtig	(Wert zwischen 1 und 3)

Methode	***Hf_{max}***	männlich	Gefahrenzone 90%-100%	Anaerobe Zone 80%-90%	Aerobe Zone 70%-80%	Fettverbrennungszone 60%-70%	Gesundheitszone 50%-60%
Hollman / Rost	162		146 -162	130 -146	113 -130	97 -113	81 -97
Sally Edwards	174		157 -174	139 -157	122 -139	104 -122	87 -104
Winfried Spannaus	171	trainiert	154 -171	137 -154	120 -137	103 -120	86 -103
Hill	176	trainiert	158 -176	141 -158	123 -141	106 -123	88 -106
$Differenz_{max}$	**14**		**12 -14**	**11 -12**	**10 -11**	**9 -10**	**7 -9**

Hollman / Rost HF_{max} = 220 - Lebensalter

Von **Sally Edwards** wurden Formeln entwickelt, die auch das Geschlecht und das Körpergewicht berücksichtigen[2]:

Männer: Maximalpuls = 214 - 0,5 • Lebensalter (in Jahren) - 0,1102 × Körpergewicht (in Kilogramm)

Frauen: Maximalpuls = 210 - 0,5 • Lebensalter (in Jahren) - 0,1102 × Körpergewicht (in Kilogramm)

Nach **Hill** berechnet sich der Maximalpuls folgendermaßen:

weiblich:		**männlich:**
Hf_{max} = 211 - (0,5 × Lebensalter)	**trainiert**	Hf_{max} = 205 - (0,5 × Lebensalter)
Hf_{max} = 209 - (0,7 × Lebensalter)	**untrainiert**	Hf_{max} = 214 - (0,8 × Lebensalter)
Hf_{max} = 200 - (0,5 × Lebensalter)	**übergewichtig**	Hf_{max} = 200 - (0,5 × Lebensalter)

Im Jahr 2000 wurden von **W. Spanaus** mit Hilfe von Tests mit über 600 Probanden neue geschlechtsspezifische Formeln für trainierte Sportler(innen) entwickelt

Männer: Hf_{max} = 223 - 0,9 × Lebensalter (in Jahren)

Frauen: Hf_{max} = 226 - 1,0 × Lebensalter (in Jahren)

Tabelle 8: Maximalpuls / Herzfrequenz

Fett und Training

Fett war lange das schwarze Schaf in der Trainingsernährung. Es verlangsamt die Aufnahme von Nährstoffen im Magen-Darmtrakt, belastet zusätzlich den Organismus beim Training / Wettkampf und besitzt keinen direkten offensichtlichen Nutzen wie die Wiederbefüllung der Glykogenspeichern oder Förderung der Proteinsynthese.

Aus Sicht der Glykogenresynthese ist aber Entspannung angesagt. Es konnte gezeigt werden, dass 165 g zusätzliches Fett in den Mahlzeiten nach dem Training bei gleichem Kohlenhydratanteil die 24h Glykogenwiederbefüllung nicht behindern[16].

Die Panik vor Fett ist also weitestgehend unbegründet. Eine Schweinshaxe vor dem Training oder in den Pausen zwischen den Durchgängen ist deswegen zwar nicht angebracht, aber außer direkt vor oder während dem Training / Wettkampf, soll Fett so eingebaut werden wie es die Makroverteilung für den Tag vorsieht**.**

Was heißt das jetzt für den Bogensportler?

Fett gehört zur Ernährung und kann bis zu 25% ausmachen, ist aber in der direkten Wettkampfphase zu vermeiden.

Der Maximalpuls spielt beim Bogenschiessen eher eine untergeordnete Rolle. Beim sonstigen Ausdauertraining machen Sie sich nicht zum Sklaven des Pulsmessers. Hören Sie auf Ihren Körper. Wenn Ihr Puls nach allen Regeln zu hoch ist, Sie sich aber pudelwohl fühlen, machen Sie sich keine Gedanken. Ein Arztbesuch bietet hier Klärung.

Wenn Sie Ihren persönlichen Maximalpuls wissen wollen, machen Sie eine Leistungsdiagnostik in einem sportmedizinischen Institut. Das kostet leider. Alternative für Trainierte: dreimal drei Minuten volle Power laufen, dazwischen eine Minute traben, am Ende auf den Pulsmesser schauen. Der ist unerlässlich: Während Sie per Hand messen, ist der Puls längst wieder gesunken. [24e]

In *Tabelle 9* finden wir eine Übersicht der Speicherverteilung von Kohlehydrat und Fett im Körper. Interessant ist dabei die potentielle Energie mit ca 97,6% die sich im Fettgewebe verbirgt. Der Hinweis auf 1.2.3 sei an dieser Stelle gestattet.

Tabelle 9: ***Speicherung der energiereichen Substrate Kohlenhydrate und Fett*** [19]

Substrat	Gewicht(kg)	Energie(kJ)
Blutglukose	0,020	320
Leberglykogen	0,100	1600
Muskelglykogen	0.400	6400
Total Kohlenhydrate	0,520	8000
Blutfettsäuren	0.0004	14
Bluttriglyzeride	0.004	140
Fettgewebe	12.000	450000
Muskeltriglyzeride	0.300	11000
Total Fett	12.3044	461154

2.1.3 Protein / Aminosäuren

Proteine (Eiweiß) bestehen aus Ketten einzelner Bausteine, den Aminosäuren. Diese Aminosäuren sind in unterschiedlichsten Zusammensetzungen die Grundbausteine aller Körperzellen wie z.B. Muskelfasern, der Knochen, der Sehnen und der Haut. Als Enzym- und Hormonbestandteile steuern Sie alle biochemischen Prozesse im Körper. Sie dienen der Infektabwehr und transportieren Nährstoffe und Stoffwechselprodukte im Blutkreislauf.

Sie sind maßgeblich für das Gleichgewicht von Anabolie (Aufbau von Körpersubstanz) und Katabolie (Abbau von Körpersubstanz) verantwortlich.

Aminosäuren kann der Körper zum Teil selbst herstellen. Die anderen, sogenannten essenziellen Aminosäuren, müssen durch die Nahrung zugeführt werden. Essenzielle Aminosäuren finden sich hauptsächlich in tierischem Eiweiß wie Fleisch, Fisch, Milch, Eiern und Käse. Aber auch pflanzliche Nahrungsmittel enthalten essenzielle Aminosäuren. Es muss auf die richtige Kombination der Nahrungsmittel geachtet werden, da nicht jedes Nahrungsmittel alle essenziellen Aminosäuren enthält. Fehlt dem Körper auch nur eine Aminosäure für die Zusammensetzung von Proteinen, ist die Funktion der gesamten Eiweiße nicht mehr gewährleistet.[5 S.614]

Proteine sollten in einer ausgewogenen Ernährung einen Anteil von etwa 15% an der Nahrung ausmachen. In Muskelaufbauenden Trainingsphasen ist der Anteil an Proteinen entsprechend auf etwa 25% zu erhöhen.[5 S.623] Angepasst werden muss jedoch für Kinder, Pubertierende Schwangere und ältere Menschen.

Bei einer starken Unterversorgung des Körpers mit Energie, durch z. B. eine Diät oder sehr starker körperlicher Beanspruchung (Marathon / hartes Krafttraining) greift der Körper auch auf die in den Körperzellen gespeicherten Proteine zu.

Tabelle 10a gibt einen Überblick hinsichtlich der Eiweißkombinationen, bei denen dem Körper alle wichtigen Aminosäuren zugeführt werden.

Tabelle 10a: Eiweißkombinationen [5]

	Brot, Getreide	Milch-produkte	Eier	Kartoffeln	Hülsen-früchte	Nüsse, Samen
Brot, Getreide		X			X	X
Milchprodukte	X			X	X	X
Eier				X	X	
Kartoffeln		X	X			
Hülsenfrüchte	X	X	X			X
Nüsse, Samen	X	X			X	

Biologische Wertigkeit (BW) von Protein

Die Biologische Wertigkeit (BW) ist wohl die bekannteste Methode zur Abschätzung der **Qualität von Proteinen** in Lebensmitteln. Sie gilt als Maß dafür, wieviel eines aufgenommenen Nahrungsproteins in körpereigenes Protein umgewandelt werden kann. Die biologische Wertigkeit ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$BW = \frac{\text{retinierter Stickstoff}}{\text{absorbierter Stickstoff}} \times 100$$

Je höher die biologische Wertigkeit (siehe unten) der aufgenommenen Proteine ist, desto weniger Protein muss zugeführt werden, um eine ausgeglichene Protein- und Stickstoffbilanz zu erreichen. Als wichtiges Kriterium für die biologische Wertigkeit gilt die Zusammensetzung der Aminosäuren in einem Lebensmittel. Je mehr proteinogene Aminosäuren darin enthalten sind und je höher der Gehalt an essenziellen Aminosäuren ausfällt, desto höherwertig wird das Protein eingestuft. Wird ein Nahrungsprotein besser als Eiprotein vom Körper verwertet, hat es eine biologische Wertigkeit mit einem Wert über 100. Das Konzept der biologischen Wertigkeit wurde von dem deutschen Ernährungswissenschaftler Karl Thomas (1883–1969) auf Anregung von Max Rubner entwickelt.

Die Wahl eines "Referenzproteins" zur Qualitätsbewertung anderer Nahrungseiweiße fiel auf das **Hühnervollei**, dem eine biologische Wertigkeit von 100 bzw. 1.0 zugeordnet wird. Die Angaben zur biologischen Wertigkeit aller anderen Proteine erfolgen also im Vergleich zu Vollei. Der Referenzwert "100" des Volleis entspricht jedoch keiner hundertprozentigen Umsetzung von diesem. Deshalb kann die biologische Wertigkeit „100“ von kombinierten Lebensmitteln leicht übertroffen werden. Durch geschickte Lebensmittelkombinationen kann die biologische Wertigkeit erheblich gesteigert werden, da sich die Aminosäuren verschiedener Lebensmittel gegenseitig ergänzen und Defizite damit ausgleichen.

Wird im Gegensatz dazu ein Protein schlechter als Eiprotein vom Körper verwertet, liegt die biologische Wertigkeit dieses Proteins unter 100. Je höher die biologische Wertigkeit eines Nahrungsproteins ist, desto niedriger ist die Bedarfsmenge. Um den Proteinbedarf mit Proteinen aus Vollei zu decken, ist z. B. eine tägliche Mindestmenge von 0,5 g pro Kilogramm magerem Körpergewicht (ohne Fettanteil) erforderlich. Mit zunehmender biologischer Wertigkeit sinkt die für das Eiweißgleichgewicht erforderliche Zufuhr; z. B. bei 136 für 65 % Kartoffel(protein) mit 35 % Ei(protein) auf unter 0,4 g/kg.

Tabelle 10b gibt eine **Übersicht über die biologische Wertigkeit** ausgewählter Lebensmittel und Lebensmittelkombinationen:

Tabelle 10b : Biologische Wertigkeit ausgewählter Lebensmittel (Biesalski et al. 2010)

Lebensmittel und Lebensmittelkombinationen	Biologische Wertigkeit
Vollei + Kartoffeln (36 % : 64 %)	136
Milch + Weizenmehl (75 % : 25 %)	125
Vollei + Soja (60 % : 40 %)	124
Vollei + Milch (76 % : 24 %)	119
Milch + Kartoffeln (51 % + 49 %)	114
Vollei	**100**
Kartoffel	96
Rindfleisch	87
Kuhmilch	85
Sojamilch	84
Reis	82
Bohnen	73
Mais	72
Weizen	59

Viele traditionelle Speisenzusammenstellungen führen zu einer Ergänzungswirkung (siehe *Tabelle 10b*). Tierisches Protein ist meist besser verwertbar als pflanzliches Protein, da dessen Aminosäurenzusammensetzung der Aminosäurenzusammensetzung des körpereigenen Proteins ähnlicher ist.

Das Adjektiv „hochwertig“ ist dabei nicht automatisch mit "wertvoller" oder "vollwertiger" gleichzusetzen, sondern wird verwendet um auszudrücken, dass eine geringere Masse an Proteinen gebraucht wird, um den Proteinbedarf des Körpers zu decken. Hier sei die Kartoffel als Beispiel angeführt, die zwar nur 2% Protein enthält, aber dafür hochwertige essenzielle Aminosäuren, die zusammen mit anderen Proteinlieferranten, insbesondere Ei- und Milchprodukte, zur Deckung des täglichen Bedarfs herangezogen werden sollte.

Die meisten Freizeitsportler kommen mit 0,8 Gramm Eiweiß pro Kilogramm Körpergewicht aus. Der Leistungsschütze kommt mit 1,2 bis 1,8 g je Kilogramm Körpergewicht aus.[28a]

Bei Triathleten kann das Optimum auf bis zu zwei Gramm ansteigen. Für einen 70 Kilogramm schweren Menschen entspricht dies 56 Gramm Eiweiß.

Was heißt das jetzt für den Bogensportler?

Muskeln bestehen vor allem aus Eiweiß. Das Muskelwachstum deshalb mit einem Extra-Steak zu fördern, ist eine falsche Strategie, sagt Ernährungswissenschaftler Uwe Schröder vom Institut für Sporternährung in Bad Nauheim. „Bei normaler Ernährung bekommt niemand zu wenig Eiweiß.“ Im Gegensatz zur landläufigen Meinung haben nicht Kraftsportler, sondern Ausdauersportler wie z. B. Bogenschützen den höchsten Eiweißbedarf.[28a]

Als reiner Energielieferant spielt Protein (Eiweiß) in der Energiebilanz an einem Wettkampftag für Bogenschützen sowieso eine untergeordnete Rolle. Bei mehrtägigen Belastungen (Doppelfita, Feldbogen) ist ein evtl. höherer Proteinbedarf bei der Nahrungsaufnahme unmittelbar nach der Belastung zu berücksichtigen.[3]

Für eine optimale Eiweißversorgung muss man nicht mehr, sondern abwechslungsreicher essen: Eiweiß besteht aus 20 verschiedenen Aminosäuren, von denen der Körper acht (bei Kindern 10) nicht selbst bilden kann. Da kein Nahrungsmittel alle diese essentiellen Aminosäuren im optimalen Verhältnis enthält, ist es wichtig den Bedarf neben Fleisch auch mit Hülsenfrüchten, Milch- und Getreideprodukten zu decken. Durch eine Kombination von Lebensmittelgruppen aus *Tabelle 10a* und *Tabelle 10b* lässt sich wohl für jeden Geschmack etwas finden, um eine sinnvolle Ernährung mit Proteinen zu gewährleisten.

2.2 Informationsträger

Die Informationsträger

- Wasser
- Mineralstoffe (Elektrolyte)
- Vitamine
- Ballaststoffe

sind weitgehenst für die Funktionssteuerung des menschlichen Organismus zuständig.

2.2.1 Funktionssteuerung durch Vitamine

Vitamine sind organische Verbindungen, die der menschliche Organismus für die Aufrechterhaltung lebenswichtiger Funktionen benötigt. Sie können zum größten Teil nicht vom Stoffwechsel selbst synthetisiert werden, sondern müssen deshalb mit der Nahrung aufgenommen werden. Man unterteilt Vitamine in [5]

1. fettlösliche (lipophile): A, D, E, K, Betakarotin
2. wasserlösliche (hydrophile): (B, B1, B2, B6, B12, Folsäure, Pantothensäure, Niacin, Biotin, C

Vitamine sorgen grundsätzlich für das Funktionieren des Stoffwechsels. Ihre Aufgabe besteht in der Regulierung der Verwertung von Nährstoffen wie Kohlenhydraten, Proteinen und Mineralstoffen, sorgt für deren Ab- beziehungsweise Umbau und dient somit auch der Energiegewinnung.

Vitamine stärken das Immunsystem und sind unverzichtbar beim Aufbau von Zellen, Blutkörperchen, Knochen und Zähnen.

Vitaminmangel beeinträchtigt zwar das Leistungsvermögen aber eine Leistungssteigerung durch Zugaben von Vitaminen während eines Wettkampfes konnte bisher in keiner wissenschaftlichen Studie nachgewiesen werden.

Ein Vitamin wird nicht mit der Nahrung aufgenommen sondern durch Aussetzen des Schützen dem Sonnenlicht für mindestens 15 Minuten am Tag (Vitamin D)!

2.2.2 Funktionssteuerung durch Mineralstoffe / Elektrolyte

Mineralstoffe gehören zur Gruppe der Mikronährstoffe und werden unterteilt in

- Mengenelemente (*Tabelle 11a*)
- Spurenelemente (*Tabelle 11b*)

Mineralstoffe werden ebenfalls über die Nahrung aufgenommen. Da Mineralstoffe wasserlöslich sind muss bei der Nahrungszubereitung darauf geachtet werden, dass sie nicht ausgelaugt werden, sondern im Nahrungsmittel enthalten bleiben. Darüber hinaus muss bei einer starken physischen Belastung mit einem vermehrten Verlust an Mineralstoffen mit dem Schweiß Rechnung getragen werden.

Tabelle 11a : Mengenelemente

Mengen-element	Wirkung	Vorkommen
Kalzium	Knochen und Zähne, Blutgerinnung, Muskeln und Nerven, hilft bei Hautallergien	Milch, Joghurt, Fruchtquark, Butter, Käse, grünes Blatt-gemüse, Mineralwasser
Phosphor	Knochen, Muskulatur, Energiegewinnung	Nüsse, Zwieback, Marzipan, Müsli
Natrium	Reguliert den Wasserhaushalt und den Blutdruck	Mineralwasser, Gewürzgurke, Rote-Beete-Saft
Chlorid	Regler des Wasserhaushaltes	
Kalium	Reguliert den Wasserhaushalt und die Gewebespannung	Erdbeeren, Apfel, Banane, Pflaume, Möhre, Paprika, Tomatensaft
Magnesium	Aktiviert Enzyme für den Energiestoffwechsel und ist für das richtige Zusammenspiel von Nerven und Muskeln zuständig	Grüne Äpfel, grüner Salat,, Mais, Müsli, Nüssen, Haferflocken, Mineralwasser

Tabelle 11b : Auswahl an Spurenelemente

Spurenelement	Wirkung	Vorkommen
Eisen	Sauerstofftransport und -übertragung in die Zellen. Beteiligt am Aufbau der roten Blutkörperchen, Wachstum	Rote Fleischsorten, Hülsenfrüchte, Hirse, Spinat
Zink	wird benötigt für den Eiweiß- und Kohlehydrat-stoffwechsel, die Erneuerung unserer Haut und zur Stärkung der Abwehrkräfte	Kalb- und Rindfleisch, Thunfisch, Milch, Erbsen, weiße Bohnen
Jod	sorgt für eine gesunde Schilddrüsenfunktion, Wachstum, Gehirnfunktion	Seefisch, jodiertes Salz, Miesmuschelsalat, Heringssalat, Milch
Fluor	Zähne und Knochenbau	Walnüsse, Räucherlachs, Thunfisch, trink- und Mineralwasser
Chrom	unterstützt die Wirkung von Insulin	
Mangan		
Kupfer		
Selen		

Mangelerscheinungen von Mineralstoffen während eines Wettkampfes machen sich zum Teil unmittelbar bemerkbar (z.B. Muskelkrämpfe). Kurzfristig verabreichte Gaben von z. B. Magnesium an einem Wettkampftag haben auf die Muskulatur nicht den gewünschten Effekt. Auch während der Belastung zugeführtes Magnesium in großen Mengen kann zu Krämpfen neigende Muskulatur nicht mehr entspannen, sondern bewirkt häufig nur Magenunverträglichkeiten.

Auch kann zuviel Magnesium zu Durchfall führen.

Muskelkrämpfe während einer sportlichen Belastung sind meist kein Magnesiummangel, sondern das Ergebnis eines belastungsbedingten Natriummangels (Schweißverlust) sowie des fehlenden Wassers als Transportmedium.

2.2.3 Wasser

Wasser (wichtigstes Kühl- und Transportmittel des Körpers) ist unser Lebensmittel Nummer eins und zugleich der wichtigste Nährstoff. Wasser ist der Hauptbestandteil es menschlichen Körpers, sowohl im intrazellulären Raum wie auch außerhalb der Zellen (Blut / Körperflüssigkeiten) Zwischen diesen Flüssigkeitsbereichen finden ständig entsprechende Austauschprozesse statt.

Funktionen des Wassers für den Körper [5 S.621]

- Strukturbestandteil von Makromolekülen (id est Blut, Lymphflüssigkeit, Verdauungssäfte)
- Lösungsmittel für niedermolekulare Substanzen (Zucker, Salze, bestimmte Vitamine)
- Kühlmittel (z. B. durch Schweißbildung)

Der Wasserbedarf ergibt sich im Wesentlichen aus der für die Wärmeregulation und die Ausscheidung über die Nieren erforderlichen Menge.

Tabelle 12 : Durchschnittliche Grundbilanz eines Erwachsenen pro Tag [10 d]

Wasseraufnahme	ml/Tag	Wasserabgabe	ml/Tag
Getränke	1440	Urin	1440
Wasser in fester Nahrung	875	Stuhl	160
Oxidationswasser (entsteht im Stoffwechsel bei der Verbrennung von Energieliefernden Nährstoffen)	335	Haut	550
		Lunge	500
Summe Aufnahme	**2650**	**Summe Abgabe**	**2650**

Bei Sportlern oder körperlich Aktiven kann die Wasserabgabe in Form von Schweiß erheblich höher liegen. In diesem Fall muss die Wasseraufnahme an die Wasserabgabe angepasst werden. Dabei ist Durstgefühl ein „schlechter Berater“ für die Aufrechterhaltung der Flüssigkeitsbilanz. Dabei ist auch auf Zuführung von Elektrolyten (Mineralien) zu achten.

Nicht rechtzeitig aufgefüllte Flüssigkeitsverluste (1-5%) wirken schnell leistungsmindernd. Wassermangel ab 6% führt zu starken Einschränkungen der Nähr- und Sauerstofftransporte infolge der Bluteindickung (Reduktion des Herzschlagvolumens bei einem Anstieg der Herzfrequenz).

Wassermangel von über 10-12% des Körpergewichtes sind lebensbedrohlich.

Symptome bei Wasserverlust bzw. -mangel [5 S. 620ff]

- Durst (wenn wahrgenommen bereits Wasserverlust eingetreten)
- Reduktion des Herzschlagvolumens mit Anstieg der Herzfrequenz
- Schnellerer Anstieg der Körpertemperatur → Verschlechterung der Thermoregulation
- Müdigkeitsgefühl mit Neigung zum Belastungsabbruch
- Koordinations- und Konzentrationsstörungen
- Schwindel
- Kopfschmerzen
- Atemnot
- Übelkeit - Blutmangel
- Gehunfähigkeit

Auch nächtliche Muskelkrämpfe in den Beinen können auf eine zu geringe Wasseraufnahme hindeuten. Damit fehlt das Transportmedium um die Mineralien und Spurenelemente an die „richtige“ Stelle zu bringen.

Bei der Aufnahme von Flüssigkeiten ist die Tonalität des Getränkes zu beachten:

- Als Isoton bezeichnet man dabei eine Flüssigkeit, die den gleichen osmotischen Druck wie Blutplasma hat. (Apfelsaftschorle, versch. industrielle Sportgetränke)
- Hyperton ist eine Flüssigkeit, die „dickflüssiger“ als Blutplasma ist und dadurch langsamer vom Körper aufgenommen wird. (Milchshake, naturtrübe Säfte)
- Hypoton ist eine Flüssigkeit dann, wenn die „dünnflüssiger“ als Blutplasma ist und dadurch sehr schnell vom Körper resorbiert wird. (Wasser)

Der Begriff Isoton bedeutet "von gleichem Druck" bzw. "mit gleicher Spannung". Man bezeichnet eine Lösungen als isoton, wenn sie denselben osmotischen Druck wie ein Vergleichsmedium besitzt und nicht, wenn sie die gleiche Anzahl gelöster Teichen pro Volumeneinheit wie ein Vergleichsmedium hat. In diesem Fall spricht man von isoosmolar.

Der Begriff "isoton" bezieht sich auf die Tonizität einer Lösung, der Begriff "isoosmolar" auf ihre Osmolarität. Diese Begriffe werden häufig fälschlich synonym verwendet, weil der Reflexionskoeffizient der involvierten Teilchen ignoriert wird. Eine Lösung kann z.B. gleichzeitig hypoton) und isoosmolar sein oder isoton und hyperosmolar.
(http://flexikon.doccheck.com/de/Hypoton

Ich empfehle Sauerkirschschorle, da hier auch eine vorbeugend entzündungshemmende Wirkung belegt wurde.

2.2.4 Ballaststoffe

Ballaststoffe sind überwiegend unverdauliche Nahrungsmittelbestandteile die zumeist in pflanzlicher Nahrung vorkommen. Sie werden durch die Enzyme im Dünndarm nicht zerlegt und werden vom Stoffwechsel nicht direkt aufgenommen.

Ein Großteil der Ballaststoffe werden jedoch im Dickdarm zum Teil durch Mikroorganismen fermentiert und u. a. in kurzkettige Fettsäuren umgewandelt und dadurch für den Körper aufnahmefähig und verwertbar gemacht. Der Teil der Ballaststoffe, der im Dickdarm durch die Mikroflora nicht fermentiert wird, wird unverändert ausgeschieden.

Ballaststoffe quellen im Magen auf und sorgen durch die Zunahme des Volumens für eine Verstärkung des Sättigungsgefühls. Hungersignale sendet das Gehirn erst bei sinkendem Blutzuckerspiegel. Aus ballaststoffreicher Nahrung werden die Kohlenhydrate im Darm langsamer aufgenommen, dadurch kommt es zu einem sehr gleichmäßigen, stetigen Blutzuckeranstieg über einen längeren Zeitraum.

2.3 Zusammenfassung

Unsere eigenen Ernährungsgewohnheiten sorgen zwar für eine Mischung der Grundnahrungsmittel, aber deckt sie auch unseren Bedarf?

Von Ausdauersportler, befragt wie sie denn ihre Ernährung einschätzen >> sehr gut, gut, befriedigend oder mangelhaft? << gaben rund 15% an sich sehr gut zu ernähren, 60% gut, der Rest befriedigend und einer mangelhaft. Also rund 75% schätzten ihre Ernährungssituation als zumindest gut ein. Eine Analyse das Essverhalten dieser Sportler lieferte ein erschreckendes Ergebnis: nur eine einzige untersuchte Person ernährte sich sehr gut, einige wenige gut und etwas mehr als die Hälfte ernährte sich mangelhaft.

Wir sollten vor dieser Untersuchung nicht die Augen verschließen und sagen, das waren die anderen, nein das waren wir. Das ist **unser** Ernährungsverhaltensspiegel. Wir müssen etwas tun in Richtung verbesserter Ernährung.

Dabei sollten wir uns vor Extremen schützen insbesondere vor einseitiger Ernährung.

Neben den Kohlehydraten sind auch Proteine für den Muskelaufbau notwendig sind. Proteine sind aus kleinen Bausteinen - den Aminosäuren - zusammengesetzt. Bei starken Trainings- und Wettkampfbelastungen werden diese auch verstoffwechselt. Bei Ausdauereinheiten mit über 2 h Dauer und Wettkämpfen in diesem Zeitrahmen wird bis zu 20% der Energie aus Proteinen gewonnen. Besonders die freien Aminosäuren im Blut werden zur Produktion von Glukose herangezogen. Diese Verluste erleiden Ausdauersportler mit einer hohen Gesamtbelastung sowie Kraftsportler in geringerem Masse.

Daher wird der Bogenschütze nicht darum herum kommen, nach einer harten Belastung diese verbrauchten Aminosäuren sofort zu ersetzen. Kohlenhydrate allein nachzufüllen reicht nicht aus.

Die Abbauprodukt der Aminosäuren, welches man im Körper nach erschöpfender Leistung als Ermüdungsfaktor Ammoniak findet, werden neben der Laktatkonzentration auch zur Trainingssteuerung genutzt. Wer zuviel davon im Blut hat, muss sich regenerieren. Ein fühlbarer Ermüdungsfaktor ist der Muskelkater, der aus kleinen ungefährlichen Haarrissen in den Muskelfasern herrührt. Um die Muskelfasern schnell zu reparieren und um die hormonelle Erholung zu fördern, ist es sinnvoll, dem Körper die essenziellen Aminosäuren Lysin, Arginin, Glutamin und Asparaginsäure und das Spurenelement Zink zu zuführen.

Es müssen alle diese Aminosäuren vorhanden sein, damit es optimal abläuft. Und die, die meist fehlt ist das Lysin. Daher der Begriff, limitierende Aminosäure. Lysin greift zusammen mit Vitamin C direkt in Regeneration am Eiweiß-Baustein Kollagen ein. Dieser Stoff hält Haut, Bindegewebe, Knochen, Sehnen und Knorpel zusammen. Durch jedes Training werden diese Strukturen angegriffen. Ist genügend Lysin und Vitamin C vorhanden, läuft die Regeneration um Stunden schneller und vollständig ab.

Die Kölner Liste [(16)] soll hier keine Empfehlung sein Nahrungsergänzungsmittel zu nutzen, aber wer meint nicht ohne auszukommen, findet hier wenigstens dopingfreie Mittel als Service des Olympiastützpunktes Rheinland.

3. Ernährungsweise Wettkampf

Der Ernährung rund um den Wettkampf kommt eine besondere Bedeutung zu, da Schützen in diesem optimale Leistungen erbringen möchten. Dies kann durch eine entsprechende Ernährung vor, während und nach dem Wettkampf gefördert werden. Die Wettkampfdiät beginnt aber nicht erst unmittelbar vor dem Wettkampf, sondern bereits Tage und manchmal Wochen **vorher**.

Eine gesunde Ernährung beginnt nicht an einem Wettkampftag!

Die grundsätzliche Vorraussetzung für optimale körperliche Leistungsfähigkeit ist eine bedarfsgerechte, sportartspezifische Ernährung. Sie muss auf den Trainings- und Wettkampfumfang, die Belastungsintensität sowie auf die entsprechenden Regenerationsphasen abgestimmt sein. [22 S.16])

Tabelle 13 : Lebensmittelauswahl von geeigneten Nahrungsmitteln [3]

	geeignete Lebensmittel	weniger geeignete Lebensmittel
Brot und Backwaren	Vollkornbrot, Vollkorntoast, Vollkornbrötchen, Vollkornzwieback, Vollkorngebäck, -kuchen, Pfannkuchen aus Vollkornmehl, Backwaren aus Vollkornmehl	Weißbrot, helle Brötchen, normales Toastbrot, Kuchen und Gebäck aus Weißmehl, Mischbrot, Graubrot, Pfannkuchen aus Weißmehl
Getreideprodukte	Vollkorn-Getreideflocken, Vollkornreis, Vollkornteigwaren, alle Getreidesorten wie Hirse, Grünkern, Gerste, Dinkel, Hafer, Quinoa und Getreidegerichte (z.B. Bratlinge), gekeimtes Getreide, Cornflakes und Frühstücksflocken aus Vollkorngetreide	Teigwaren aus hellem Mehl, geschälter (weißer) Reis, Cornflakes und Nicht-Vollkorn-Frühstücksflocken
Gemüse und Obst	Frischgemüse, Frischobst, alle Sorten, naturreine Obst- und Gemüsesäfte, milchsaures Gemüse wie Sauerkraut, Tiefkühlprodukte	Gemüse- und Obstkonserven, Tiefkühlfertiggerichte, Fruchtsaftgetränke bzw. Fruchtnektare
Kartoffeln	Pellkartoffeln, Salzkartoffeln, selbstzubereiteter Kartoffelbrei aus frischen Kartoffeln	Pommes frites, Kroketten, Chips, Instant-Kartoffelbrei, Klöße aus Fertigmischung
Hülsenfrüchte	Gerichte aus Hülsenfrüchten (Bohnen, Erbsen, Linsen, Kichererbsen), gekeimte Hülsenfrüchte	Hülsenfrüchte in Konserven
Fette/Öle	ungehärtete Pflanzenmargarine, Butter, kaltgepresste naturreine Pflanzenöle (Sonnenblumenöl, Olivenöl, Distelöl, Rapsöl, Keimöle), Butterschmalz, Nüsse in Maßen	Gehärtete Pgflanzenmargarine, gehärtetes Kokosfett, Pflanzenfette, Schmalz
Milch/-produkte	Frischmilch, H-Milch, Joghurt, Sahne, Sauerrahm, Quark, Kefir, Dickmilch, Käse	fertige Milchprodukte mit Fruchtzubereitungen, Sterilmilch, Kondensmilch, Schmelzkäse, Käse mit Zusatzstoffen
Fleisch/Fisch/Eier	mageres Frischfleisch, Seefisch, Krabben, Eier, magere Wurstsorten; ca. 300-600g Fleisch und Wurstprodukte als Wochenbedarf	Fleischkonserven, geräucherte und gepökelte Fleischwaren, Innereien, fette Fleisch- und Wurstsorten, Fischkonserven
Getränke	Trinkwasser, Mineralwasser, Kräuter- und Früchtetees, Fruchtsäfte, Gemüsesäfte, Getreidekaffee, Kaffee, schwarzer Tee, Bier, Wein (in Maßen)	Limonade, Cola-Getränke, Fruchtsaftgetränke, Fruchtnektare, Sportlergetränke, Instant-Kakaogetränke, fertige Getränkemischungen wie Eistee, harte Alkoholika
Gewürze/Kräuter/Salz	jodiertes u. fluoriertes Speisesalz und Kräutersalz, Sojasauce, Gemüsewürze, frische und getrocknete Kräuter und Gewürze	Würzsaucen mit Geschmackverstärkern (Glutamat)
Süßungsmittel	Vollrohrzucker, kalt geschleuderter Honig, Apfel-, Birnendicksaft, nicht geschwefeltes Trockenobst (eingeweicht oder roh), Ahornsirup, Zucker und Fruchtzuckern in kleinen Mengen	Zucker in größeren Mengen, Süßwaren, Süßigkeiten

3.1 Ernährung vor dem Wettkampf

Die Vorwettkampfernährung, welche ca. die letzten 7 Tage vor dem Wettkampf umfasst, hat den Zweck, die Kohlenhydratspeicher in den Muskeln und der Leber maximal zu füllen. Besondere Bedeutung kommt hier dem Abendessen am Vorabend des Wettkampfes zu.

Im Mittelpunkt stehen - nicht nur im Bogensport - **aufgefüllte Glykogenreserven.** Zum einen wird die Ausdauerleistung durch aufgefüllte Glykogenspeicher verbessert, zum anderen lässt sich Glykogen aus ausreichend gefüllten Speichern auch schneller mobilisieren.

Um die Glykogenspeicher in der Muskulatur und in der Leber optimal aufzufüllen wird an allen Tagen eine kohlenhydratreiche Mahlzeit mit einem hohen Anteil an komplexen Kohlenhydraten angeraten. Der Fettanteil sollte gering sein. Daneben sollte ein kleiner, möglichst leicht verdaulicher Eiweißanteil Bestandteil des Abendessens sein.

Das **Füllen der Glykogenspeicher** dauert in der Regel bis zu **48 Stunden**. Dafür muss ein gewisses Schema eingehalten werden. In der Praxis wird oftmals die Methode des **"Kohlenhydratladens" (Kohlenhydratsuperkompensation)** angewendet. Dadurch kann die ursprüngliche Größe der Glykogenspeicher nochmals **um 25-100 % gesteigert** werden.

Das Vorgehen läuft folgendermaßen ab:

Tabelle 14 : Schematischer Ablauf des Kohlenhydratladens

Tage vor Wettkampf	Stufe	Vorgehensweise
7 - 4	Entleerung der Glykogenpspeicher	- erschöpfende Aktivität - vermehrtes, längeres Training - normale Ernährung
3 - 1	Kohlenhydratladen	- Kohlenhydratreiche Ernährung. 70-80 % Kohlenhydrat-Anteil (ca. 9-10 g/kg Körpergewicht) - normaler Proteinanteil - fettarme Ernährung - Reduzierung des Trainings
0	Wettkampftag	- moderate Kohlenhydratzufuhr - 50-60 % Kohlenhydrat-Anteil

Beispiele:

- **typische Pastamahlzeit mit Nudeln (mit möglichst fettarmen Saucen ohne Sahne) einer geringen Fleischeinlage oder ein weinig Ei und Salat. Nachtisch: frisches Obst**
- **Kartoffelgericht als Auflauf mit Gemüse (z.B. Brokkoli) einer geringen Menge Fleisch oder Fisch und Käse (fettarm) überbacken. Dazu gem. Salat Nachtisch: Obst**

Neben der kohlenhydratreichen Ernährung sollte auch auf eine ausreichende Zufuhr an Wasser und Kalium (über Obst, Trockenobst) geachtet werden, da diese mit dem Glykogen in der Muskulatur gespeichert werden.

3.2 Ernährung am Morgen des Wettkampfes - Pre-Event-Nutrition

Nach der Nachtruhe sind die Glykogenspeicher der Muskulatur immer noch randvoll, da das muskuläre Glykogendepot während des Schlafens nicht angegriffen wird. Nur noch partiell gefüllt ist jedoch der Leberglykogenspeicher, da ein Großteil der Energie für die Körperfunktionen (Organe / Körperwärme) verbraucht wurde. Ziel des nun folgenden Frühstücks ist es insbesondere durch einen wieder aufgefüllten Leberglykogenspeicher für den Wettkampf ausreichend „Konzentrationskraftstoff" zur Verfügung zu haben.

Grundsätzlich gilt: Ein Schütze sollte weder hungrig noch mit unverdauter Nahrung im Magen in den Wettkampf starten. Die letzte größere Mahlzeit vor der sportlichen Aktivität sollte drei bis vier Stunden zurückliegen. Für die infrage kommenden Lebensmittel gibt es bestimmte Kriterien (siehe auch *Tabelle 13*). So sollte die Wahl auf dem Schützen vertraute und für ihn gut verträgliche Nahrung fallen.

- Ein bis eineinhalb Stunden vor der sportlichen Aktivität sollten nur noch kleinere Portionsgrößen aufgenommen werden. Eine zu große Menge an Nahrung führt zu einer verstärkten Ansammlung von Blut im Verdauungstrakt und verhindert so die optimale Durchblutung der Muskeln. Außerdem wird auf Grund eines gedehnten Magens die Zwerchfellatmung behindert, was sich besonders bei Ausdauerbelastungen negativ bemerkbar macht.
- Auf nüchternen Magen zu starten ist allerdings ebenso wenig zu empfehlen. Hier führt die mangelnde Aufnahme von Kohlenhydraten zu einem Absinken des Blutzuckerspiegels, wodurch die Leistungsfähigkeit herabgesetzt wird. Nach der Deutschen Diabetes- Gesellschaft (DGG) liegt ein **normaler Blutzucker** zwischen **70-100 mg/dl bzw. 3,9-5,5 mmol/l** .

Das Frühstück sollte daher aus langsam abbaubaren und ballaststoffreichen Kohlenhydraten bestehen, die mindestens 1-2 Stunden, längstens 4 Stunden vor dem Wettkampf eingenommen werden sollten. Auch bei diesem Wettkampffrühstück sollte auf fettarme Nahrungsmittel geachtet werden.[23 S.81f, 5 S.631] Optimal ist es, wenn die Mahlzeit ca. 200-300 g Kohlenhydrate enthält (z. B. Müsli, Brot, Nudeln, Reis etc), fett- und ballaststoffarm ist, einen moderaten Proteingehalt aufweist und ausreichend Flüssigkeit liefert.

Beispiele:

- -Milch und Milchprodukte (Quark, Käse, Joghurt)
- -müslis und vollwertige Brot (Roggen/Vollkorn)
- -Obst, Fruchtsäfte ohne Zuckerzusatz, Kräutertees, Honig etc.

3.3 Ernährung während des Wettkampfes

Unmittelbar vor dem Wettkampf und während des Wettkampfes ist es von entscheidender Bedeutung, dass der Blutzuckerspiegel nicht durch falsche Ernährung großen Schwankungen ausgesetzt wird. Er sollte durch die regelmäßige Gabe von kleineren Glukosemengen (alle 15 Minuten ca.3 g Kohlenhydrate) konstant gehalten werden, um Konzentrationsschwankungen zu verhindern.[5 S.624] (z. B. **Banane, Weintrauben, Mango, Khakifrucht**)

Zudem ist die Flüssigkeitszufuhr in dieser Wettkampfphase von entscheidender Bedeutung. Wasser und z.B. Apfelsaft- oder Sauerkirschschorle (selbst gemischt, ohne Zuckerzusatz) sind ausgezeichnete isotonische Getränke, die ebenfalls regelmäßig in kleinen Schlucken zugeführt werden sollten. Zuckerhaltige Limonaden und viele zuckerhaltige Energiedrinks sind in dieser Phase nicht geeignet, da sie starke Schwankungen des Blutzuckerspiegels auslösen. (siehe „Rezept für ein Ausdauergetränk in Training und Wettkampf

Vitaminpräparate und Mineralstoffpräparate haben zu diesem Zeitpunkt ebenfalls keine positiven Auswirkungen für den Wettkampf. In vielen Fällen führt eine Überkonzentration solcher Zusatzstoffe zu Unverträglichkeitserscheinungen im Magen-Darm Bereich. [vgl. 23 S.41]

Während einer längeren Pause im Wettkampf ist möglichst zum Beginn der Pause eine kohlenhydratreiche und fettarme Mahlzeit einzunehmen. Dabei ist die Portion so zu bemessen, dass kein Völlegefühl auftritt und die Leistungsfähigkeit nach der Pause nicht durch einen intensiven Verdauungsvorgang eingeschränkt ist.

Beispiele:

- Portion Suppe mit kohlenhydratreicher Einlage (Reis, Nudeln, Kartoffeln o.ä.)
- Pfannkuchen mit Apfelmus
- Kleine Portion Müsli mit frischem Obst
- Kl. Portion Gemüserisotto
- Roggen oder Vollkornbrote mit magerem Belag.
- 1-2 Stücke Biskuitkuchen

3.4 Ernährung nach dem Wettkampf - Post-Event-Nutrition

Die Nachwettkampfernährung ist nicht eine belanglose Nebensache, nur weil der Wettkampf vorbei ist. Im Gegenteil, hier müssen dem Körper die durch den Sport verbrauchten Nähr- und Vitalstoffe zugeführt werden:

- Flüssigkeit
- Kohlenhydrate - Die Glykogenspeicher sind entleert
- Eiweiß - Der Proteinabbau ist erhöht
- Mineralstoffe - Das Muskelproteingleichgewicht ist gestört

Die Mahlzeit sollte möglichst im Anschluss an die sportliche Aktivität eingenommen werden.

Es ergibt sich folgende Zielstellung:

- Wiederauffüllung der Glykogenspeicher im Muskeln.
- Die Proteinsynthese-Rate steigern bzw. wieder herstellen.
- Die Mengenelemente, insbesondere Kalium, Natrium, Magnesium und Chlorid, ersetzen.

Durch den Wettkampf sind die Glykogenspeicher in den meisten Fällen weitestgehend aufgebraucht. Die Mobilisation des Körperfetts ist jedoch sehr zeitaufwendig und benötigt eine große Menge an Sauerstoff. Um den Regenerationsprozess schneller einzuleiten, wird empfohlen, in den **ersten 60 min nach dem Training oder Wettkampf** eine **schnell verdauliche Kohlenhydratquelle** zu sich zu nehmen. Diese werden schnell resorbiert und dienen der Wiederauffüllung der Glykogenspeicher, ein Unterfangen, das in diesem Zeitraum am Besten gelingt[26]. Als Richtwert können 1,0-1,5 g Kohlenhydrate je kg Körpergewicht angesetzt werden.

> Hinweis: Um abzunehmen sollte in dieser Phase nicht auf die Zufuhr von Kohlenhydrate verzichtet werden, aber die Menge sollte angepasst werden! (siehe auch Abnehmen Seite 34).

Dabei bieten sich auch Getränke mit einem hohen Kohlenhydratanteil in Form von Glucose an **(**6-10 %, entsprechen → 60-80 g Kohlenhydrate pro Liter Flüssigkeit) (siehe auch **Rezept für ein Getränk nach dem Wettkampf**). Die Resorption kann durch eine zusätzliche Salzgabe von 0,5-1 g/l verbessert werden. Weitere vollwertige Mahlzeiten sollten über einen Zeitraum von vier bis sechs Stunden im zweistündlichen Rhythmus folgen.

Zusätzlich zu den Kohlenhydraten bietet sich die Aufnahme von Proteinen an, denn durch die Gabe von einfachen Kohlenhydraten wird die Ausschüttung von Insulin stimuliert. Insulin ist auch als aufbauendes Hormon bekannt. Es bewirkt nicht nur, dass Glucose in die Muskeln und die Leber aufgenommen und somit die Glykogenspeicher wieder aufgefüllt werden, sondern begünstigt ebenso die Aufnahme von Aminosäuren und Fettsäuren in den Muskel durch den Einbau von Aminosäuren in die Zellstruktur der Arbeitsmuskulatur [vgl. 5 S.623; 28a].

Zudem ist Insulin in der Lage, den Abbau des Stoffwechsel nach dem Training zu bremsen und den Organismus langsam wieder in eine aufbauende Lage zu bringen (z. B. indem es die Proteinbiosynthese anregt) und stellt damit eine Schlüsselsubstanz für den Muskelaufbau und

die Regeneration dar. In Studien konnte festgestellt werden, dass durch einen relativ hohen Aminosäurespiegel im Blut in Kombination mit einem hohen Insulinspiegel die effektivste Proteinbiosynthese stattfinden kann. Demnach wird als Empfehlung für die Proteinaufnahme nach der Belastung eine Proteinmenge von ca. 0,4 g je kg Körpergewicht angegeben **Berardi, 2001**.

Dadurch, dass Insulin auch Fettsäuren in den Muskel einschleust, ist es wichtig, dass die Mahlzeit nach dem Training fettarm bzw. fettfrei ist, da sonst unnötig Fettgewebe aufgebaut werden kann. Aus Sicht der Glykogenresynthese ist aber Entspannung angesagt. Es konnte gezeigt werden, dass 165 g zusätzliches Fett in den Mahlzeiten nach dem Training bei gleichem Kohlenhydratanteil die 24h Glykogenwiederbefüllung nicht behindern[16]. Ein bis zwei Stunden nach dieser Mahlzeit soll ein weiteres vollwertiges Essen mit komplexen Kohlenhydraten aufgenommen werden, das proteinreich (ca. 30g Proteine) und moderat fetthaltig ist.

3.4 Zusammenfassung

Grundsätzlich sollte jeder Mensch Nahrungsmittel aufnehmen, die ihm auch schmecken und bekommen. Es macht keinen Sinn dauerhaft Dinge zu essen die man sicht mag, obwohl sie erwiesenermaßen gehaltstoffreich und gesund sind.

Es gibt auch innerhalb einer vollwertigen Ernährung Nahrungsmittel für jede Geschmacksrichtung. Es muss nicht immer die **Banane** sein, um während des Wettkampfes optimal mit kleinen Happen versorgt zu sein. **Weintrauben** und **Mango** oder eine **Khakifrucht** sind ähnlich geeignet.

Die Nahrungsaufnahme sollte insbesondere an einem Wettkampftag bewusst und geplant erfolgen. Wenn man sich mit seinem Körper beschäftigt, kennt man seinen voraussichtlichen Energieumsatz an einem Wettkampftag. Die mitgebrachten Nahrungsmittel sollten dann diesem Energieumsatz (in Kcal) entsprechen und in einem relativ genauen Zeitplan diszipliniert eingenommen werden.

Der Wettkampftag ist nicht geeignet „neue" Dinge (Nahrung) auszuprobieren, ohne die Auswirkungen auf seinen Organismus zu kennen. Wettkampfernährung ist auch im Training trainierbar.

Für einen Wettkampftag im Freien sind unbedingt die nicht planbaren Umwelteinflüsse (siehe *Tabelle 4a*) zu berücksichtigen. Sie haben einen hohen Einfluss auf den Leistungsumsatz (Energie) und insbesondere auf den Wasserhausalt des Körpers.

Sonnenlicht für mindestens 15 Minuten am Tag (Vitamin D Erzeugung) und körperliche Aktivität sollte zumindestens für den Leistungsschützen während der Aussensaison kein Hindernis darstellen.

Ersetzen Sie unmittelbar nach dem Sport 80 Prozent des verloren gegangenen Wassers. Für eine Stunde Bewegung rechnen Sie je nach Intensität und Außentemperatur zwischen einem und anderthalb Liter. Wer es genau wissen will, sollte sich vor und nach dem Sport wiegen. Besonders empfehlenswert sind Saftschorlen mit Natriumhydrogencarbonatreichem Mineralwasser (mindestens 400 Milligramm Natrium pro Liter).

Innerhalb der ersten zwei Stunden nach dem Sport sollte man eine Mahlzeit zu sich nehmen, die reichlich Kohlenhydrate, etwas Eiweiß und wenig Fett enthält. In dieser Zeit arbeiten die Speicherenzyme der Muskeln auf Hochtouren und können daher besonders viel Glykogen einbauen. Beispiele sind Ofenkartoffeln mit Quark, Gemüsegratins oder auch eine süße Mehlspeise. „Süßigkeiten sind nach dem Sport günstiger als vorher", sagt Uwe Schröder vom Institut für Sporternährung in Bad Nauheim. „Denn die Muskulatur ist dann optimal aufnahmefähig für Kohlenhydrate. Dass diese schnell aus dem Blut verschwinden und in den Muskeln gespeichert werden, ist in der Regenerationsphase erwünscht." Die Mahlzeit sollte zusammenfassend folgende wesentliche Merkmale aufweisen:

- Kohlenhydratgehalt von 1,0-1,5 g/kg Körpergewicht (hochglykämisch)
- Proteingehalt von 0,4 g/kg Körpergewicht
- reich an essentiellen Aminosäuren
- fettarm bzw. fettfrei
- Mineralstoffeich, insbesondere an Mengenelemente.

Als **Kohlenhydratquelle** für die Post-Event-Nutrition eignen sich besonders Glucose oder Maltodextrin. Alternativ können auch Marmelade, Weizentoastbrot oder Honig verwendet werden. Als Proteinquelle eignet sich z.B. Speisequark (Magerstufe) oder auch andere Lebensmittel, die proteinreich und fettarm oder fettfrei sind.

Beispiele: [vgl. 5 S.631]

- Nudelgericht mit Fleischbeilage und Salat
- Kartoffelgratin mit Gemüse
- Reisgericht mit Putenfleisch und Gemüse
- Kartoffengericht mit Fisch und Salat ……

Addendum

Abnehmen

Die Glykogenspeicher machen im Muskel zwar nur 1% aus, aber da der Zucker in Wasser gelöst ist, wird aus ca. 400g Glykogen im Körper bis zu 3 bis 4 kg Glykogen-Wasser-Gemisch. Wiegt man sich nun direkt nach dem Sport, mit relativ leeren Glykogen-Speichern und dann nochmal 1 Tag später, so kann das Gewicht auch um 1 bis 2 kg variieren. Daraus folgt, dass das tägliche Wiegen unsinnig ist, besser ist es einen monatlichen Trend zu verfolgen.

Zum Stagnieren des Gewichtsverlust: Da man trainiert, merkt der Körper, wenn er an seine Grenzen kommt und vergrößert die Glykogenspeicher (Energiemenge) und erhöht die Mitochondrienzellenanzahl (Kraftwerke des Muskels). Trainiert man immer nach einem Schema, dann wird der Körper nicht mehr genug belastet und es wird nicht genügend Glykogen verbrannt und man nimmt weniger ab. Deshalb muss alle paar Wochen das Trainingsprogramm neu justiert werden.

An dieser Stelle soll auch mit einem Mythos aufgeräumt werden: *Nicht das Training in der sogenannten Fettverbrennunsgzone (Tabelle 8) ist am effektivsten, sondern Training in der aeroben und aneroben Zone.* Entgegen der landläufigen Meinung werden Fettdepots ständig energetisch verwertet und nicht erst, wenn der Glycogenspeicher im Muskel reduziert ist. Tatsächlich verhält es sich so, dass das Adenosintriphosphat (ATP) für intensive Muskelarbeit durch vier Energiequellen geliefert wird.

1. Den größten Anteil hat die Verwertung von Creatinphosphat (aus dem Proteinstoffwechsel), das ein höheres Phosphatgruppenübertragungspotential hat als ATP und dieses daher schnell nachliefern kann.
2. Es folgt die anaerobe Zuckerverwertung.
3. Etwas geringer ist der Anteil der oxidativen Zuckerverbrennung;
4. Den geringsten Anteil hat die Fettverbrennung.

Je intensiver die Anstrengung ist, desto stärker nimmt der Anteil der ersten, insbesondere anaeroben Anteile zu. Folglich nimmt der relative Anteil der Fettverbrennung bei erhöhter Pulsfrequenz ab, die absolute Menge des verwerteten Fettes nimmt aber zu, da der **Gesamtenergieumsatz** ebenfalls **zunimmt**. Der erhöhte Anteil anaerober Verbrennung hängt mit dem abnehmenden Sauerstoffangebot im Muskel bei starker Muskelarbeit zusammen, da die Fettverbrennung ein aerober Prozess ist. Abnahme erfolgt nur wenn weniger Nährstoffe zugeführt als verbraucht werden (vergl. 1.2.3 Energiezufuhr). Dabei ist trotzdem auf eine ausgewogene Ernährung zu achten.[27c, b]

Der Körper kann nicht im großen Maße anabole (aufbauende) und katabole (abbauende) Prozesse gleichzeitig verarbeiten. Der Katabolismus ist mit dem dem Anabolismus durch die Energiekopplung verbunden: Die Enzyme eines katabolen Astes des Stoffwechselweges (Glykogen-Abbau, Lipolyse) werden durch Kinase-Tätigkeit aktiviert, die des anabolen Astes (Glykogen- oder Fettsynthese) gleichzeitig inaktiviert. Durch die Wirkung von Phosphatasen kehren sich diese Verhältnisse um.

Gleichzeitiger Muskelaufbau und Fettabbau ist nicht möglich! Aber durch geeignete Ernährung lässt sich eine Abnahme in den Erholungsphase durchaus erreichen! [27c, b]

Auf Grund des meist geringen Körperfettanteils der Sportler kann schneller Gewichtsverlust jedoch nur durch den Verlust von Muskelmasse und Körperwasser erreicht werden. Neben dem **Flüssigkeitsverlust** kommt es zu einer verstärkten **Ausscheidung von Mineralstoffen**,

vor allem von Kalium, Magnesium und Natrium. All diese Faktoren können zu folgenden Symptomen führen:

- Eindickung des Blutes
- Blutdruckabfall
- Verminderte Muskeldurchblutung
- Herzrhythmusstörungen

Insgesamt geht starker Gewichtsverlust mit einem Leistungsabfall einher, der eigentlich nicht im Sinne der Sportler sein kann.

Rezept für Getränke im Bogensport [28]

Tabelle 15

Rezept für ein Ausdauergetränk in Training und Wettkampf (iso- bis leicht hypotonisch)	**Rezept für ein Getränk nach dem Wettkampf**
700 ml magnesiumreiches Mineralwasser 250 ml Fruchtsaft* nach Wahl 50 ml Zitronensaft 1 Prise Salz 70 - 80 g Maltodextrin	700-800 ml kaliumreiches Mineralwasser 150 - 250 ml Fruchtsaft* nach Wahl 50 ml Zitronensaft 1 Prise Salz 150 - 250 g Maltodextrin (nach individueller Verträglichkeit, ausprobieren!)

* Als Fruchtsaft wird Sauerkirschsaft empfohlen (Natrium und Chlorid ist im Salz enthalten)

Maltodextrin im Ausdauersport

Der Vielfachzucker Maltodextrin wird auf Grund seiner für die Sporternährung vorteilhaften Eigenschaften häufig zur Herstellung von isotonischen Getränken oder hochkalorischen Gels verwendet, meist in Kombination mit dem Fruchtzucker.

Maltodextrin bietet im Vergleich zu kürzerkettigen Kohlenhydraten wie Rohr-, Malz- oder Traubenzucker folgende Vorteile:

- Maltodextrin besitzt bei Zufuhr der gleichen Energie eine viel niedrigere Osmolarität, bindet also weniger Wasser an sich. Dadurch lässt es sich auch im Zustand körperlicher Dehydration leichter trinken. Im Darm spielt die geringere Osmolarität allerdings keine wesentliche Rolle mehr, da längerkettige Kohlenhydrate zur Resorption im Verdauungstrakt gespalten und somit zu kürzerkettigen werden.
- Maltodextrin ist geschmacksneutral. Andere kürzerkettige Kohlenhydrate werden bei Zufuhr größerer Mengen meist als unangenehm süß empfunden.

Deshalb kann durch Maltodextrin eine höhere Kalorienzahl zugeführt werden als durch kürzerkettige Kohlenhydrate.

Mineralwasser Vergleichsauswahl [29]

Tabelle 16 : Mineralien in ausgewählten Wässer

Name	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Chlorid	Sulfat
Aquarel (Birkenquelle)	19	2.8	106	23.3	32.2	5.6
Aquintus	254	4.9	1.4	0.6	119	23
Beckerich	34	7.6	83.4	31.8	14	124
Burgwallbronn (Walsum)	252	4.8	1.4	0.57	94	-
Evian	5	1	78	24	4.5	10
Fiorelino	20.2	3.1	168	26	60.1	343
Gerolsteiner	118	11	348	108	40	38
Granus	176	15.8	151	19.3	231	165
Saskia (Jessen)	28.2	-	47.8	7.4	11.3	17.5
Vittel (Bonne Source)	7.3	-	91	19.9	-	105

Name	Natrium	Kalium	Calcium	Magnesium	Chlorid	Sulfat
Volvic (Q:Clairvic)	11.6	6.2	11.5	8	13.5	8.1

Die Werte der Mineralwassersorten sind in [mg/l] angegeben; sie beziehen sich jeweils auf die Analyse der Hersteller. Ein "-" bedeutet, dass zu diesem Wert keine Angaben gefunden wurden. Sofern sich der Quellname vom Produkt unterscheidet folgt dieser in Klammern.

Natrium (Na)
Natrium bindet Wasser im menschlichen Körper. Durch starkes Schwitzenm wie bei sportlichen Aktivitäten, scheidet der Körper schnell und viel Natrium aus. Diesen so entstandenen Mangel sollte man schnell ausgleichen. *Der durchschnittliche Tagesbedarf an Natrium beträgt: ca 0,5 g*

Kalium (K)
Kalium ist zuständig für den Elektrolythaushalt. Auch Nervenfunktionen und Muskulatur bedürfen einer ausreichenden Versorgung mit Kalium. *Der durchschnittliche Tagesbedarf an Kalium beträgt: ca. 2 g*

Calcium (Ca)
Wichtig für Knochenaufbau, Reizübertragung in Muskeln und im Nervensystem. Mithilfe von Vitamin D kann Calcium von unserem Körper aufgenommen werden. *Der durchschnittliche Tagesbedarf an Calcium beträgt: ca. 1 g*

Magnesium (Mg)
Zuständig für den optimalen Ablauf der Energiegewinnung und Muskelbewegungen. Magnesium kann auch der Vorbeugung von Muskelkater dienen. Somit besonders wichtig für Sportler. *Der durchschnittliche Tagesbedarf an Magnesium beträgt: ca. 0,3 g*

Chlorid (Cl)
Chlorid regelt unter anderem den Wasserhaushalt. Ebenfalls wichtig ist Chlorid für die Magenfunktionen. *Der durchschnittliche Tagesbedarf an Chlorid beträgt: ca. 4 g*

Sulfat (SO)
Sulfate erfüllen verschiedene Funktionen, so z. B. auch bezogen auf die Leber, Sie wirken entgiftend und regen die Verdauung an.

Anhang 1: Literaturnachweis

1. Schulungsunterlagen Trainerlehrgang LSB Rheinland-Pfalz, 2007
2. Ernährung im Sport (Arbeitsunterlagen Landestrainerin RSB Julia Berdi, 2008)
3. Wettkampfernährung im Bogensport, Hausarbeit Michael Schröder, Fachübungsleiterausbildung Bogen des RSB 2007/2008
4. Bernd Schütze, Die parenterale Ernährung von Intensivpatienten: http://www.talessin.de/scripte/medizin/nutri1.html#top
5. Bogenschießen – Trainings- und bewegungswissenschaftliche Grundlagen, 2. überarb. Auflage 2010, Haidn, Weineck, Haidn-Tschalova (ISBN 978-3-938509-74-6)
6. Mit System ins Gold, 1. Auflage 1997, Ulrich, Bachmann (ISBN 3-00-001563-9)
7. AOK
   a. Thema Ernährung: http://www.aok.de/rheinland-hamburg/suche/45358.php?suche=Ernährung&label=12_rheinland-hamburg&start=20
   b. Die vegetarische Ernaehrungspyramide http://www.aok-business.de/gesundheit/ernaehrung/fleischlos-gesund/die-vegetarische-ernaehrungspyramide/
8. DAK http://www.dak.de/dak/download/Fit-Food-1106720.pdf
9. Wikipedia
   a. http://de.wikipedia.org/wiki/Ernährungspyramide
   b. http://de.wikipedia.org/wiki/Glykämischer_Index
   c. http://de.wikipedia.org/wiki/Logi-Methode
10. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE)
    a. Sonderdruck Pyramide: http://www.dge.de/pdf/pyramide/EU_04_2005_Sonderdruck_Pyramide.pdf
    b. http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=481
    c. Linksammlung zu den Nährstoffen http://www.dge.de/modules.php?name=St&file=naehrstoffe
    d. Die ernährungsphysiologische Bedeutung von Wasser http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=print&sid=1040
11. Vegetarierbund Deutschland (VEBU): https://vebu.de/gesundheit/lebensmittel/686-vegetarische-ernaehrungspyramide
12. Logi und Glykämischer Index und Last
    a. Logi Methode http://www.logi-methode.de/
    b. Kurt Widhalm, Doris Fusseneger (Universität Innsbruck): Die Wahrheit über den Glykämischen Index http://www.dr-moosburger.at/pub/pub028.pdf
    c. K. Widhalm, D. Fussenegger; GI - Über Sinn und Unsinn: http://www.dr-moosburger.at/pub/pub015.pdf
    d. Moosberger; Was ist daran am GI? http://www.dr-moosburger.at/pub/pub016.pdf
    e. body-attack: Glykaemische Last http://www.body-attack.de/Glykaemische-Last.html
13. Men´s health, 2007
    a. Die Logi-Methode: http://www.menshealth.de/food/gesunde-lebensmittel/die-logi-methode.1766.htm

   b. Glykämische Werte von Lebensmitteln: http://www.menshealth.de/food/gesunde-lebensmittel/die-logi-methode.1766.htm
14. STERN, Wieviel wovon gut ist: http://www.stern.de/ernaehrung/gesunde-ernaehrung/die-ernaehrungspyramide-wieviel-wovon-gut-ist-617912.html
15. Rechner für Grund- und Leistungsumsatz
   a. Apotheken-Umschau Grundumsatz-ermitteln: http://www.apotheken-umschau.de/Abnehmen/Mit-dem-Kalorienrechner-Ihren-Grundumsatz-ermitteln-107289.html
   b. http://www.kalorientabelle.org/energiebedarfsrechner.php
   c. http://www.sportunterricht.ch/Theorie/Energie/energie.php Kölner Liste: http://www.koelnerliste.com/koelner-liste.html
16. DEBInet http://www.ernaehrung.de
   a. http://www.ernaehrung.de/tipps/allgemeine_infos/ernaehr10.php
   b. http://www.ernaehrung.de/lexikon/ernaehrung/b/Biologische-Wertigkeit.php
17. http://www.ugb.de/bewegung-sport/volle-energie-beim-sport/
18. http://www.fitnesstribune.com/arc/ift65_3.html
19. http://www.netdoktor.at/laborwerte/kohlenhydrate-8521
20. http://www.gesundheits-lexikon.com/Ernaehrung-Diaeten/Sport-und-Ernaehrung/Energiestoffwechsel.html
21. 9, 79 ... natürlich möglich?! Ein Leitfaden der Sporternährung und Ergänzungsnahrung zur Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit Geiß, Kurt-Reiner (ISBN 9783980384308)
22. Ernährung und Training fürs Leben, Feil und Wessinghage
23. Maximalpuls
   a. W. Spanaus: Sinn und Unsinn um Maximalpulsermittlung: http://www.marathon-finanz.de/download/maximalpuls.pdf
   b. W. Spanaus Maximalwerte erreichen: http://www.marathon-finanz.de/download/maximalwerte_erreichen.pdf
   c. http://www.maximalpuls.de
   d. http://www.lauftipps.ch/trainingsplaene/kostenlose-trainingsplaene/maximalpuls-berechnen/
   e. Mythos Maximalpuls: http://www.amica.de/beauty/body-diaeten/fitnessluege/mythos-3-der-maximalpuls-liegt-bei-220-minus-alter_aid_1932.html
24. (Wettkampf)Ernährung im Ausdauersport
   a. hildentri.de: Ernährung im Ausdauersport: http://www.hildentri.de/literatur/ernaehrung%20im%20ausdauersport.pdf
   b. http://www.fittie.de/index.php4?pid=19
   c. Schwimmverein Limmat: Sporternährung: http://www.svl.ch/svlimmat_ernaehrung.html
   d. http://www.sgmh-web.de/index.php/ratgeber/ernaehrung/ernaehrung-bei-wettkaempfen
   e. http://www.maennerschwimmverein.de/news-pdf/Ernaehrung.pdf
   f. http://www.dr-hagen.de/sportapo/ernaehrungsfehler.shtml
25. Sportbiologie, Jürgen Weineck, 2009 (ISBN-10:3-938509-25-2)
26. http://www.sportunterricht.de
27. Dr. Moosberger, Sport und Ernährungsmediziner, Publikationen: http://www.dr-moosburger.at/publikationen.php

a. Ernährung und Nahrungsergänzung im Sport: http://www.dr-moosburger.at/pub/pub080.pdf
b. Die “richtige“ Herzfrequenz - Gibt es die sog. “Fettverbrennungszone“ beim Sport? http://www.dr-moosburger.at/pub/pub026.pdf
c. Fettverbrennung im Sport - Mythos und Wahrheit: http://www.dr-moosburger.at/pub/pub031.pdf

28. http://www.msg-hannover.de/sportern.htm
29. http://www.gesumag.de/mineralwasser-tafelwasser-leitungswasser-67/

Anhang 2: Liste der Tabellen

- Seite
- Tabelle 1 : Energieverbrauch einzelner Organe 5
- Tabelle 2a: Grundumsatz nach WHO (Frauen) 6
- Tabelle 2b: Grundumsatz nach WHO (Männer) 6
- Tabelle 3 : PAL Multiplikatorentabelle 7
- Tabelle 4a: Erhöhter Energiebedarf auf Grund nicht planbaren Ereignissen 8
- Tabelle 4b: Erhöhter Energiebedarf durch mangelnder Vorbereitung 5
- Tablelle 5a: Unterscheidung der Kohlenhydrate 10
- Tabelle 5b: Depot - Energiemenge der gespeicherten Kohlenhydrate 11
- Tabelle 6 : Symptome Unter- und Überzuckerung (Hyper-und Hypoglykämie) 11
- Tabelle 7 : Resorptionszeiten von Kohlehydraten 12
- Tabelle 8 : Maximalpuls, Herzfrequenz 16
- Tabelle 9 : Speicherverteilung von Kohlehydrat und Fett im Körper 17
- Tabelle 10a: Eiweißkombinationen 18
- Tabelle 10b: Biologische Wertigkeit ausgewählter Lebensmittel 19
- Tabelle 11a: Vitamine Mengenelemente 22
- Tabelle 11b: Vitamine Spurenelemente 22
- Tabelle 12 : Durchschnittliche Wasserbilanz eines Erwachsenen pro Tag 23
- Tabelle 13 : Lebensmittelauswahl von geeigneten Nahrungsmitteln 26
- Tabelle 14 : Schematischer Ablauf des Kohlenhydratladens 27
- Tabelle 15a: Rezepte für Sportgetränke 36
- Tabelle 16 : Mineralwässer 36

Anhang 3: Glossar

Zum größten Teil dem Wikipedia entnommen und dient zur Klarstellung der im Dokument verwendeten Begriffe:

- **aerob** (altgriechisch ἀήρ *aer* „Luft“) bezeichnet Oxydationsvorgänge
- **aerob alactazide** Nur wenn genug Sauerstoff zur Verfügung steht, kann die Glucose vollständig abgebaut werden ohene das Milchsäureüberschuß anfällt (Laktat). Die Energieausbeute ist aber deutlich größer (38 Moleküle ATP aus einem Zuckermolekül) als bei der anaeroben Verstoffwechselung. Auf aeroben Weg können zudem auch die Fettsäuren abgebaut werden.
- **anabol** (von griechisch αναβολή [*anabolé*] = *Vertagung, Aufschiebung*) beschreibt körperaufbauende Vorgänge. (vergl. Katabol!)
- **anaerob (**altgriechischen Präfix *an (ἀν)* „ohne, nicht“ und *aer (ἀήρ)* „Luft“)
- **anaerob alactazide** bezeichnet den Stoffwechselvorgang bei dem kein Sauerstoff erforderlich ist und keine Milchsäure (Laktat) als Stoffwechselendprodukt anfällt.
- **Anaerob lactazide** wird beim Stoffwechsel derjenige Vorgang bezeichnet bei dem nicht genug Sauerstoff zur Energiegewinnung zur Verfügung steht. Die benötigte Energie steht dabei zwar schnell zur Verfügung, die Energieausbeute ist aber gering, da das Zuckermolekül nicht vollständig zerlegt wird. Es entsteht Milchsäure (Laktat), die schnell zur Ermüdung führt, wenn sie sich verstärkt anhäuft. Die Ausbeute von 2 Molekülen ATP aus einem Molekül Glukose ist gering; der anaerob-laktazide Stoffwechsel arbeitet also in Hinblick auf die Ausnutzung der Nahrungskohlenhydrate unökonomisch. Bei erschöpfenden Anstrengungen mit einer Belastungsdauer von etwa einer Minute wird der anaerob-laktazide Stoffwechsel ausgereizt.
- **Arbeitsumsatz** siehe Leistungsumsatz
- **ATP (Adenosintriphosphat)** ist ein Nukleotid, bestehend aus dem Triphosphat des Nucleosids Adenosin und ist der universelle und unmittelbar verfügbare Energieträger in jeder Zelle und gleichzeitig ein wichtiger Regulator energieliefernder Prozesse. Das ATP-Molekül besteht aus einem Adeninrest, Ribose (Zucker) und drei Phosphaten (α bis γ).
- **Glucose** (kurz **Glc**, auch **Glukose** geschrieben, von griechisch γλυκύς ‚süß‘) ist ein Monosaccharid (Einfachzucker) und gehört zu den Kohlenhydraten. Sie wird auch als Traubenzucker oder in älterer Literatur als Dextrose bezeichnet.
- **Glykogen** (auch *Glycogen*) ist ein verzweigtes Polysaccharid (Vielfachzucker), das aus Glucose-Einheiten aufgebaut ist. Glykogen dient der kurz- bis mittelfristigen Speicherung und Bereitstellung des Energieträgers Glucose im menschlichen und tierischen Organismus.
- **Grundumsatz**, auch **basale Stoffwechselrate** genannt, ist diejenige Energiemenge beim menschlichen Stoffwechsel, die der Körper pro Tag bei völliger Ruhe, bei Indifferenztemperatur (28 °C) und nüchtern (d. h. mit leerem Magen) zur Aufrechterhaltung seiner Funktionen benötigt.
- **Hyperglykämie** (von altgr. *ὑπέρ* (hyper) „über“, *γλυκύς* (glykys) „süß“ und *α μα* (haima) „Blut“) bezeichnet in der Medizin einen zu hohen Blutzuckerspiegel bzw. zu hohen Glucoseanteil im Blut
- **Hypoglykämie** (von altgr. (ὑπό) (hypo) „unter“, *γλυκύς* (glykys) „süß“ und *α μα* (haima) „Blut“) bezeichnet in der Medizin einen zu niedrigen Blutzuckerspiegel bzw. zu niedrigen Glucoseanteil im Blut
- **Katabol** (griechisch καταβολισμός, *katabolismós*, ursprünglich „Niederlegung, Kräfteverfall“) wird der Abbau von Stoffwechselprodukten von komplexen zu einfachen Molekülen zur Entgiftung des Organismus und zur Energiegewinnung genannt.

Der Katabolismus ist mit dem dem Anabolismus durch die Energiekopplung verbunden: Katabole und anabole Reaktionen laufen in der Zelle nicht gleichzeitig ab. Die Enzyme eines katabolen Astes des Stoffwechselweges (Glykogen-Abbau, Lipolyse) werden durch Kinase-Tätigkeit aktiviert, die des anabolen Astes (Glykogen- oder Fettsynthese) gleichzeitig inaktiviert. Durch die Wirkung von Phosphatasen kehren sich diese Verhältnisse um. Der Katabolismus ist die Reaktion des Körpers auf Belastung. Da der Körper sein eigener Energieträger ist, ist mit einer Belastung auch immer zwangsläufig in gewissem Ausmaß eine Zerstörung von Körpersubstanz verbunden.

- **Ketogene Ernährung** ist eine kohlenhydratlimitierte, protein- und kalorienbilanzierte und deshalb fettreiche Form der diätetischen Ernährung, die den Hungerstoffwechsel in bestimmten Aspekten imitiert. In dieser Ernährungsform bezieht der Körper seinen Energiebedarf nicht mehr aus Fett und Glukose, sondern nur noch aus Fett und daraus im Körper aufgebautem Glukoseersatz, den namensgebenden Ketonkörpern. Eine ketogene Diät wird als Therapieverfahren vor allem bei Kindern mit pharmakoresistenter Epilepsie, Glukosetransporterstörung (beispielsweise GLUT1-Defizit-Syndrom) und Pyruvatdehydrosenasemangel eingesetzt. Sie muss individuell berechnet und ärztlich überwacht werden. Eine nicht medizinisch induzierte Sonderform der ketogenen Diät sind Low-Carb-Diäten wie die Atkins-Diät.
- **Ketose:** Die Ursache einer Ketose ist entweder ein länger andauernder Hungerzustand (Fasten) oder eine länger anhaltend niedrige Zufuhr von Kohlenhydraten von weniger als 50g pro Tag beim Erwachsenen. Hierbei kommt es - unter Glucagon-Einfluss zur Deckung des benötigten Energiebedarfs - zu erhöhtem Abbau von Fettsäuren zu Ketonkörpern in der Leber als Alternative zur Bereitstellung von Traubenzucker aus dem Abbau von Kohlenhydraten. Proteine können im Stoffwechsel ca. zu 50 % und Fette nur zu ca. 10 % (nämlich ihr Glycerinanteil) wie die verschiedenen Kohlenhydrate zu Glucose umgebaut werden, um den Blutzuckerspiegel aufrechtzuerhalten und so vor allem das Gehirn mit Energie zu versorgen. Im Hungerzustand greift der Körper zunächst auf seine Glykogenvorräte zurück und stellt sich dann zunehmend auf einen Hungerstoffwechsel um. Dieser ist unter anderem dadurch gekennzeichnet, dass Fettsäuren in der Leber zu Ketonkörpern abgebaut werden, die dann den Energiebedarf, vor allem des Gehirns (welches ansonsten auf Glukose als einzige Energiequelle angewiesen ist), auf alternative Weise effizient decken sollen.
- **Laktat** ist das physiologische Produkt des anaeroben Glucoseabbaus, es entsteht aus Pyruvat. Der Abbauvon Laktat erfolgt durch oxidative Phospholysierung zu Pyruvat, welches in den Zitronensäurencyklus einmündet.
- **Lipolyse** (von griech. *lipos*, *fett* und *lysis*, *Auflösung*) ist die hydrolytische Spaltung von Triglyceriden (*Fetten*) und Cholesterinestern durch Enzyme aus der Gruppe der Lipasen. Beim Abbau entstehen neben Mono- und Diglyceriden als Zwischenprodukte freie Fettsäuren, die ins Blut abgegeben werden, sowie einer der Alkohole Glycerin oder Cholesterin. Die Lipolyse tritt insbesondere bei der Mobilisierung von Depotfett, weniger auch bei der Fettverdauung auf. Die gebildeten Fettsäuren werden unter Energiegewinnung weiter zerlegt. Der Prozess der Lipolyse ist umkehrbar; Organismen können in der Lipogenese aus Glucose Fettsäuren und daraus Fette synthetisieren.
- **Leistungsumsatz (**physikal activity level**)**, auch **Arbeitsumsatz** genannt, ist als diejenige Energiemenge definiert, die der Organismus über den Grundumsatz hinaus für Arbeitstätigkeiten umsetzt. Er wird in **kJ/Tag** (meist noch in **kcal/Tag**) angegeben.
- **Maximalpuls:** Als Faustregel zur Bestimmung des eigenen Maximalpulses gilt die Formel: Maximalpuls = 220 - Lebensalter (in Jahren).
  Die Faustregel berücksichtigt weder Verfassung, Veranlagung, Trainingszustand ,

Körpergewicht noch körperliche Leistungsfähigkeit. Im Jahr 2001 wurde diese Formel überarbeitet und festgelegt auf
Maximalpuls = 208 - (Lebensalter in Jahren x 0,7). [24e]

- Von Sally Edwards wurden Formeln entwickelt, die auch das Geschlecht und das Körpergewicht berücksichtigen[1] :
  Männer: Maximalpuls = 214 - 0,5 • Lebensalter (in Jahren) - 0,11 × Körpergewicht (in Kilogramm)
  Frauen: Maximalpuls = 210 - 0,5 • Lebensalter (in Jahren) - 0,11 × Körpergewicht (in Kilogramm)
- Nach Hill berechnet sich der Maximalpuls folgendermaßen:
  weiblich trainiert: 211 - (0,5 × Lebensalter)
  weiblich untrainiert: 209 - (0,7 × Lebensalter)
  weiblich übergewichtig: 200 - (0,5 × Lebensalter)
  männlich trainiert: 205 -(0,5 × Lebensalter)
  männlich untrainiert: 214 - (0,8 × Lebensalter)
  männlich übergewichtig: 200 - (0,5 × Lebensalter)
- Im Jahr 2000 wurden von Winfried Spanaus mit Hilfe von Tests mit über 600 Probanden neue geschlechtsspezifische Formeln für **trainierte** Sportlerinnen und Sportler entwickelt:
  Männer: Maximalpuls = 223 - 0,9 × Lebensalter (in Jahren)
  Frauen : Maximalpuls = 226 - 1,0 × Lebensalter (in Jahren)

- **PAL** (physical activity level) ist die englische Bezeichnung für den Leistungsumsatz
- **Proteinbiosynthese** früher Eiweißsynthese genannt, bezeichnet die Bildung von Proteinen auf Aminosäurenketten und einer (dreidimenionalen) Faltung.
- **Resorption** (lat. *resorbere* = „aufsaugen) ist die Stoffaufnahme in biologischen Systemen. Hier ist damit insbesondere die Aufnahme von Stoffen aus dem Nahrungsbrei im Darm während der Verdauung gemeint (zum Beispiel Spaltprodukte von Nahrungsbestandteilen, wie Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Vitamine, Mineralstoffe, Wasser, Arzneien, etc.).
- **Trainingspulsbereich** wird unter anderem mit der Karvonen-Formel berechnet: Trainingspuls = (maxHF - RuhePuls) x Faktor(0.6 bis 0.8) + RuhePuls.