

Sporternährung

NÄHRSTOFFBEDARF UND ZUFUHREMPFEHLUNGEN	3
Energieliefernde Nährstoffe	3
Nichtenergieliefernde Nährstoffe	3
Def. des Nährstoffbedarfs	3
Def. der Nährstoffempfehlungen	3
Referenzwerte für Nährstoffempfehlungen	4
Nährstoffdichte	4
Energiebedarf	4
Quantitative Aspekte der Nahrungsaufnahme	6
Qualitative Aspekte der Nahrungsaufnahme	7
Praktische Umsetzung von Ernährungsrichtlinien	7
Exkurs Energiestoffwechsel	9
MAKRONÄHRSTOFFE	11
Kohlenhydrate	11
Glykämischer Index (GI)	12
Geht der Quotient gegen 1 wird überwiegend Glucose oxidiert (anaerobe Schwelle), geht er gegen 0,7 werden hauptsächlich Fettsäuren oxidiert (aerobe Schwelle).	13
Essen vor dem Wettkampf und während des WK	13
Maßnahmen zur Erhöhung der KH-Speicher	14
Ernährung in der Saisonplanung	14
Fette	16
Verdauung/Verwertung	17
Empfehlungen	17
Unterschiede zwischen den mehrfach ungesättigten FS und den einfach ungesättigten FS	18
Aminosäure / Proteine	18
Die Aufgabe	19
Zufuhrempfehlungen	20
MIKRONÄHRSTOFFE	22
Mineralstoffe - Mengenelemente	22
Funktion der Mineralstoffe	22
Spurenelemente	22
Vitamine	24
Fettlösliche Vitamine	24
Wasserlösliche Vitamine	24
WASSER	27

Aufgabe v. Wasser im Organismus	27
Regulation	27
Wasserverlust	28
Lösungen mit Glucosegehalt	29
Anforderungen an das Ideale Sportgetränk	29

ERGOGENE SUBSTANZEN **31**

Nährstoffbedarf und Zufuhrempfehlungen

Neben Wasser benötigen wir

Energieliefernde Nährstoffe

Makronährstoffe: Kohlenhydrate (4kcal/g), Fette (9kcal/g), Protein (4kcal/g), Alkohol (7kcal/g), Ballaststoffe (2kcal/g)

Nichtenergieliefernde Nährstoffe

Mikronährstoffe: Mineralstoffe, Mengen- und Spurenelemente, Ultrapurenelemente, Vitamine, sekundäre Pflanzenstoffe.

Sekundäre Pflanzenstoffe sind Stoffe die die Pflanzen zur Abwehr von Schädlingen und Krankheiten bilden, als Wachstumsregulator, Farb- Aroma und Duftstoffe.

Einige dieser Wirkstoffe sollen die Gesundheit des Menschen fördern im Sinne von Vorbeugen vor H-K-Erkrankungen und Krebs.

Die wichtigsten Gruppen sind Polyphenole, Carotinoide, Sulfide, Phytoöstrogene, Protease-Inhibitoren, Saponine, Glucosinolate, Phytosterine, Monoterpene, Lektine, Phytinsäure, Resveratrol.

Essentiell sind Wasser, einige Amino- und Fettsäuren, die meisten Vitamine und alle Mengen- und Spurenelemente.

Def. des Nährstoffbedarfs

Die Menge die dem Körper zu Verfügung gestellt werden muss, um die Erfüllung aller Funktionen sicherzustellen.

Der Nährstoffbedarf ist individuell schwankend von Tag zu Tag und hat viele Einflussfaktoren: Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Ernährungszustand, Hormonstatus, Arbeit, Klima.

Def. der Nährstoffempfehlungen

Die Menge von der man annimmt, dass sie ausreicht um die Bevölkerung vor Gesundheitsstörungen zu schützen, die aus einem Mangel entstehen würden.

Der durchschnittliche Nährstoffbedarf wird anhand einer homogenen Personengruppe untersucht. Nach dieser Untersuchung kann angenommen werden, dass 50% dieser Bevölkerungsgruppe durch diesen Bedarf an Nährstoff haben, um auf die gesamte Gruppe Rückschlüsse machen zu können werden 2 Standardabweichungen hinzugerechnet.

Jetzt würde die Empfehlung den Bedarf von 97,5 % der Bevölkerungsgruppe decken.

Die Nährstoffempfehlungen basieren auch auf dem Durchschnittsbedarf, addiert durch einen Sicherheitszuschlag, da die meisten Nährstoff keine statistische Normalverteilung aufweisen.

Referenzwerte für Nährstoffempfehlungen

Referenzwerte ist der übergeordnete Begriff für Empfehlungen, Schätz- und Richtwerte.

Empfehlungen basieren auf dem Durchschnittsbedarf der bekannt ist und der Sicherheitszuschlag mit großer Wahrscheinlichkeit allen individuellen und physiologischen Schwankungen gerecht wird. Empfehlungen gibt es für essentielle Fettsäuren, Proteine, neun Vitamine, Ca, Mg, P, F, Jod, und Zink.

Schätzwerte sind die Werte noch nicht hinreichend untersucht und leiten sich experimentell ab. Existieren für: β -Carotin, Vit E, Vit. K, Pantothersäure, Biotin, Kupfer, Mangan, Selen, Chrom, Molybdän.

Richtwerte stellen Orientierungshilfen innerhalb von Grenzen dar. Richtwerte gibt es für Energie, Wasser, KH, Fette, Cholesterin, Ballaststoffe, Alkohol, Natrium, Kalium, Chlorid, Fluorid. Der Richtwert entspricht dem Durchschnittsbedarf der 50% der Bevölkerung entsprechen würde.

Nährstoffdichte

Die Nährstoffdichte ist die prozentuale Angabe der Nährstoffmengen und wird auch dann gerecht wenn der Energiebedarf steigt oder fällt, da die Relationen bestehen bleiben.

Def.: Quotient aus Nährstoff- und Energiezufuhr.

Z.B: für mich $57\text{kg} \times 1,4\text{g Eiweiß} = 79,8 \text{ g} \times 4\text{kcal/g}$ („**physiologischer Brennwert**“)= 319,2 kcal/d aus Eiweiß (**Kalorisches Äquivalent**)/Gesamtbedarf=2000= $0,1596 \times 100 = 15,96\%$

Nicht energieliefende Mikronährstoffe werden mit mg/1000kcal angegeben.

Bei den energieliefernden Nährstoffen wird die Nährstoffdichte in Prozent des Brennwertes, kurz Energie% angegeben (Nährstoffzufuhr/Energiezufuhr in %).

Energiebedarf

Unter **Grundenergieumsatz** versteht man die zur Erhaltung aller lebensnotwendigen Körperfunktionen mindestens nötige Energie.

Für den Grundumsatz gibt es verschiedene Formeln die sich an Größe, Geschlecht und Gewicht orientieren:

1. abnehmender Grundumsatz im Alter nach SCHECK, 2005

	Männer	Frauen
7-9 Jahre	75kcal/kg/d	68kcal/kg/d
15-18 Jahre	46kcal/kg/d	43kcal/kg/d
25-51 Jahre	39kcal/kg/d	39kcal/kg/d

Bei $57\text{kg} \times 39\text{kcal} = 2223 \text{ kcal/d}$

2. Grund und Arbeitsumsatz nach FRIEDRICH (2006): Im Schlaf verbraucht der Körper $1\text{kcal/kg/h} + 1,5\text{kg}$ bei normaler Tätigkeit über den Tag= $8\text{h Schlaf bei } 57\text{kg} = 457 + 16\text{h} \times 57\text{kg} \times 1,5\text{kcal} = 1368 = 1825\text{kcal/h}$

Für den **Trainingsumsatz** wird der Grundumsatz x den so genannten PAL (physical activity level) genommen, der für Männer 2,4 ist und für Frauen 2,2. Dies geht nur bei der ersten Variante von Errechnungen des Grundumsatzes, da ansonsten der Arbeits-/Freizeitumsatz zuviel ist.

Nach SCHEK kann des Weiteren der **Arbeitsumsatz** definiert werden mit der Multiplizierung des Grundumsatzes x 0,75 für 7-14 Jährige, für 0,7 für 15-24 Jährige, 0,6 für 25-51 Jährige.

Ist die **Energiebilanz** ausgeglichen bleibt das Körpergewicht konstant, ist die Energiebilanz negativ wird Körpergewicht verloren und ist die Energiebilanz positiv wird Körpergewicht zugenommen.

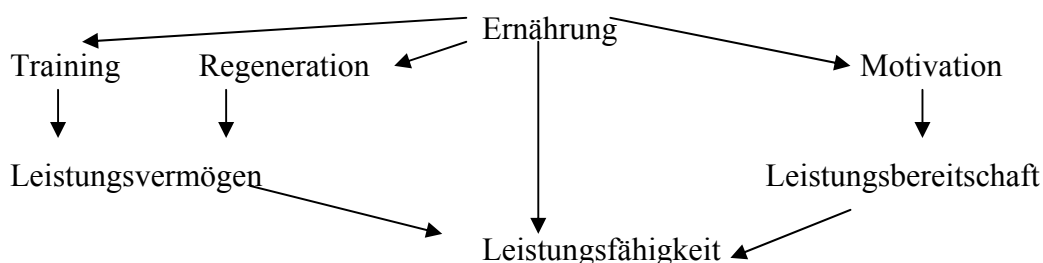
Als Normbereich wird ein BMI von 19-25 kg/m² bei Frauen und 20-25 kg/m² bei Männern angesehen.

Nach RASCHKA, 2006, gibt es gute und schlechte Futtermittelverwerter, demnach besteht ein Zusammenhang zwischen Makrosomie/Leptosomie/Ektomorphie und Hyperphagie, sowie Mikrosomie/Pyknomorphie/Endomorphie und Hypophagie.

Bei einem Schwellenwert von 1200kcal/d kann der Bedarf nicht mehr gedeckt werden; BERG sieht bei Leistungssportlern eine alarmierende Grenze bei 2500kcal/d bei Männern und 2000kcal bei Frauen.

Einflussfaktoren auf den Energiebedarf

- Trainingsintensität
- Trainingshäufigkeit
- Trainingszustand
- Alter
- Geschlecht
- Größe
- Gewicht
- Beruf
- Klima
- Verdauungsverlust
- Erhöhter Grundumsatz
- Spezifisch dynamische Wirkung
- Sportart
- Trainingumfang
- Äußere Bedingungen



Leichte Aktivität (Federball bis Reiten) (200kcal)
 Mittelschwere Aktivität. (Fußball-Leichtathletik) (400kcal)
 Höhere Aktivität (Squash-Triathlon) (500-900kcal)

leichte Int. 3kcal/min
 mittlere Int. 6kcal/min
 höhere Int. 10-15 kcal/min
 Höchste Int. -20kcal/min

Quantitative Aspekte der Nahrungsaufnahme

Der Ernährungszustand ergibt sich aus einem 7-Tage Ernährungsprotokoll. Hierzu werden die ermittelten Nährstoffdichten mit den Referenzwerten verglichen.

Während jedes überschreiten auf einen guten Ernährungsstatus hinweist, kann nicht von einem Unterschreiten auf eine Unterversorgung geschlossen werden, da die Sicherheitsaddition einen gewissen teil der Bevölkerung absichert. Eine Unterversorgung kann nur biochemisch ermittelt werden. Eine Unterversorgung liegt bei Werten 20% unterhalb der Referenzwerte vor.

Nach Studien weisen die **Breitensportler** einen besseren, aber auch fast identischen Ernährungsstatus auf wie die **durchschnittliche Bevölkerung** (DGE, 2004).

In Sachen Energieversorgung meiden die Breitensportler dem Übergewicht vor.

Außerdem versorgen die Breitensportler sich gesundheitsbewußter und mikronährstoffreicher, nicht Sportler nehmen gerne Nahrungsergänzungsmittel zu sich, obwohl nicht erforderlich-

Für **Leistungssportler** wurden die bisherigen Referenzwerte durch Absolutangaben komplimentiert, da es ansonsten zu Unterversorgung kommen kann.

In **Kraftsportarten** wurden zu viele Kohlenhydrate und Alkohol konsumiert, in **kompositorischen und Ausdauer-Sportarten** wurden zuwenig KH aufgenommen, was mit einer suboptimalen Zufuhr von Mikronährstoffen assoziiert ist.

Bei den **Spielsportarten** lässt sich eine Verbesserung hinsichtlich des zu hohen Fettverzehr und zu niedrigen KH-Verzehr feststellen, ebenso scheint der Alkoholkonsum zurückgegangen zu sein. Im Frauenhockey scheint es eine Unterversorgung von KH zu geben- die Autorin schließt auf eine Kompensation seit der Untersuchung von OSTERKAMP/SCHREY, da die Hockeynationalmannschaft olympisches Gold holen konnten.

Im **Ausdauersport** (außer Laufen) herrscht eine sehr gute Versorgung an Makronährstoffen, die Mikronährstoffe sollten jedoch kontrolliert werden aufgrund hoher Schweißverluste.

	KH	Fette	Eiweiß	Alkohol
DGE	50-55%	30-35%	12-15%	0-3%
Männer	46,9-49,5%	35,6-37,8%	13,4-13,6%	0,6-0,9%
Frauen	49,5-52,3%	33,1-35,8%	12,3-12,9%	0,8-1,3%
Ausdauersportler	<10h/Woche: 5-7g/kg/d >10h / Woche: 8-10g/kh/d	30-35%	1,6g/kg/d	
Kraftsportler	5-7g/kg/d	30%	Muskelaufbau: 1,4g7kg7d Muskelerhalt: 1,2g/kg/d (Frauen je 0,2g/kg/d weniger)	

Qualitative Aspekte der Nahrungsaufnahme

Neben der Menge der KH, Fette und Eiweiße sollte auf die **Art** geachtet werden:

Dabei wird deutlich, dass zu viele **gesättigte Fettsäuren** und zu wenig einfach (Ω -3-Fettsäuren) und **mehrfachgesättigte Fettsäuren** (Ω -6-Fettsäuren) verzehrt werden.

Um das Fettsäurenmuster zu optimieren empfiehlt es sich auf Schlachtfett und Butter zu verzichten und pflanzliche Öle und Fette zu verwenden.

Außerdem sollte mindestens eine Fleischmahlzeit durch Fisch ersetzt werden, besonders rotes Fleisch, da weißes Fleisch auch viele Ω -3- Fettsäuren besitzt.

Bei de KH sollte auf en Verzehr von **komplexen KH** geachtet werden, oder aber mit niedrigem glykämischen Index.

Es sollten mindestens 650g Obst und Gemüse /Tag verzehrt werden, um die Wirkstoffkombinationen von Mikronährstoffen und sek. Pflanzenstoffen zu garantieren.

Praktische Umsetzung von Ernährungsrichtlinien

Als Wegweiser zu einer optimierten Nährstoffaufnahme können die **10 Regeln der DGE** dienen (DGE 2004, nach SCHEK, 2005):

1. Vielseitig Essen
2. Reichlich Getreideprodukte und Kartoffeln
3. Gemüse und Obst nimm 5 am Tag
4. Täglich Milch und Milchprodukte, ein-zweimal in der Woche Fisch, Fleisch, Wurstwaren (300-600 g/W) sowie Eier in Maßen
5. Wenig Fett und fettreiche Lebensmittel
6. Zucker und Salz in Maßen
7. Reichlich Flüssigkeit
8. Schmackhaft schonende Zubereitung
9. Nehmen Si sich Zeit, genießen sie Ihr Essen
10. Achten Sie auf Ihr Gewicht und bleiben sie in Bewegung

Der neueste Stand der Forschung empfiehlt den **mediterranen Ernährungskreis** oder Pyramide:

Reichlich pflanzliche Nahrung (Obst, Gemüse, Nüsse, Getreide) Olivenöl als wichtigste Fettquelle, moderater Verzehr von tierischen Lebensmitteln (Fisch, Fleisch, Geflügel, Eier, Milch), wenig Süßigkeiten und täglich ein Glas Wein. Impliziert ist darin schon eine Ernährung mit niedriger glykämischer Last.

In Portionen/Tag ausgedrückt wäre dies

9 P Obst/Gemüse wobei zwei aus Saft, eine aus Nüssen und eine aus Hülsenfrüchten bestehen dürfen.

6 P Vollkornerzeugnisse

3 P stark blutzuckerwirksame Lebensmittel Bananen, Kartoffeln, Weißbrot, Kuchen, Kekse

3 P Milcherzeugnisse

2 P tierische Produkte (Fleisch/Fisch/Ei)

1 P Alkohol (Bier/Wein)

Mahlzeiten Häufigkeit

Um den Verdauungstrakt nicht zu überlasten, da eine Vollwertige Ernährung mit einem hohen Anteil an Faserstoffen assoziiert ist, sollten die Mahlzeiten auf 6 verteilt werden.

25% zum Frühstück
5% Zwischenmahlzeit
30% Mittagessen
10% Zwischenmahlzeit
20% Abendessen
10% Spätmahlzeit

Zu viel:

Energie
(Fett, Zucker, Alkohol)
Protein (tierisches)
Natrium (-chlorid)
Phosphat
Cholesterin
Purine



tierische Lebensmittel
1/3

zu wenig:

KH in komplexer Form
(Ballaststoffe, Stärke)
Eisen, Fluorid (Zink, Selen)
Jod
Vit B1,B2, B6,C, E
Folsäure, Carotinoide



pflanzliche Lebensmittel
2/3

Wichtige Details:

1. KH- betont
2. eiweißhochwertig
3. richtige Fettauswahl
4. Schutz Nährstoffe
5. kritische Nährstoffe (Mangel)
6. ergogene Substanzen
7. hohe Dichte an essentiellen Nährstoffen
8. genügend Flüssigkeit
9. Anpassen von Essen und Trinken an Training/Wk
10. Gewichtsred./-aufbau

Exkurs Energiestoffwechsel

H-K-System

- Die max. HF ist nicht trainierbar sondern beeinflusst von Alter, Geschlecht
- Trainierbar ist das SV
- Die Höhe des SV korreliert direkt mit der VO₂
- HMV wird durch SV bestimmt (HMV (CO)= HF x SV)
- Pro 1 Watt (Mehrbelastung) benötigt der Organismus 12ml O₂
- Pro 1L O₂ gewinnt der Körper durchschnittlich 4,85kcal
- UT → 30% der Vo₂ max. in der Muskulatur umwandelbar in Energie
- T → 82,5% der Vo₂ max. umwandelbar in O₂

Vgl.:

	HF Max	SV max (l)	HMV (l/min)	Vo ₂ max (l/min)	Leistung max.(Watt)	Umsatz (kcal/h)	Bedarf Kh bei 100% Glycose (g/h)
UT	200	80	16	3,3	275	288	70
T	200	160	32	6,0	500	1440	352

Energiefreisetzung in Abhängigkeit von Dauer und Int.

1. *kurze, explosive Belastung bis zu 8 S*
ATP, KP-Spaltung= anaerob, alaktazid
2. *kurze Belastung mit hoher Int. Bis zu 1Min*
Glucolyse= anaerob, laktazid/ Laktatbildung
3. *Ab 2-3.-90min*
Anaerobe/Aerobe Energiegewinnung
 - a) je int. die Belastung, desto mehr KH werden gebraucht
 - b) Je länger und je weniger int., desto höher der Fettanteil der E-gewinnung
4. *3-150 min. Fette nur aerob/KH aerob/anaerob*

Biochemischer Exkurs:

1mol Glucose = 180g Glucose
 bei aerober Glycolyse = 38mol ATP (=740kcal)
 bei anaerober Glycolyse = 2 mol ATP (=40kcal)

bezogen auf 28 kg Muskelmasse bei 71 kg Gewicht= ca. 84 mol ATP

Max. alaktazide Leistung (bis 0,5sec.)
 $6\text{mmol/kg/sec} = 0,006\text{mol} \times 60\text{sec} \times 28\text{kg} = 10\text{mol ATP/min}$

alaktazide Leistung bis 10s
 $3\text{mmol/kg/sec} = 0,003\text{mol} \times 60\text{sec} \times 28\text{kg} = 5\text{mol ATP/min}$

laktazide Leistung bis 60s
 $\text{max. } 1,5\text{mmol/kg/sec} = 0,0015 \times 60\text{sec} \times 28\text{kg} = 2,52\text{mol ATP/min}$

aerobe glycolytische Leistungsfähigkeit bis 1h
 $0,75\text{mmol/kg/sec} = 0,00075\text{mol} \times 60\text{sec} \times 28\text{kg} = 1,26\text{mol ATP/min}$

aerobe Leistungsfähigkeit bezogen auf die β -Oxidation bis 1h
 $0,24\text{mmol/kg/sec} = 0,00024\text{mol} \times 60\text{sec} \times 28\text{kg} = 0,4\text{mol ATP/min}$

ATP- Äquivalente der Leistungsfähigkeit und Kapazität der alaktaziden, laktaziden und aeroben Energiebereitstellung:

Energie lieferndes System	Substrate	Leistungsfähigkeit (mmol/kg/sec. Feuchtmuskel)	Kapazität (mmol/kg/Feuchtmuskel)	alaktazide Kapazität (sec.)
alaktazid	ATP, PCr → ADP, CrR	3-6	20-25	bis max. 8sec.
laktazid	Glycogen → Laktat	(1,0) 1,5-3	50	16,7 bis max. 50s (lact.)
aerob	Glykogen → CO ₂ Fettsäure → CO ₂	0,50-0,75 0,24-0,40	begrenzt durch Substrate	über Stunden

Kapazität des aeroben Stoffwechsels:

- Glykolyse im Muskel: 84 mol ATP
- β-Oxidation: 4000 mol ATP

katabol:

Während der Belastung:
Energiegewinnung (ATP-Produktion)
Leistungsstoffwechsel

anabol:

nach der Belastung:
aufbauend/energiegewinnend
Energistoffwechsel/
Baustoffwechsel
Synthesen

Makronährstoffe

Kohlenhydrate

Die Kohlenhydrate werden in

Monosaccharide (Einfachzucker) = Glucose, Fruktose, Galaktose → Traubenzucker (schnellster Zucker, kann vom Muskel direkt aufgenommen werden)

Disaccharide (Zweifachzucker) = Maltose, Saccharose, Laktose (Milchzucker) → Rohrzucker, Rübenzucker, Haushaltszucker, Honig

Oligosaccharide (drei bis neun Monosaccharide) = Maltodextrin = viele Gemüsearten

Polysaccharide (mehr als 10 Monosaccharide/Mehrfachzucker) = Stärke → Kartoffeln, Bananen, Reis, Mais.

KH-Bedarf in %

Die Verdauung beginnt im Mund. Zum größten Teil erfolgt der Abbau von KH im Dünndarm mit der Hilfe eines Enzyms der Bauchspeicheldrüse, Sie spalten Stärke und Glykogen (tierisch) in Dextrine (kurze KH) und Maltose. Dann wird die Maltose enzymatisch in Glucose zerlegt, außerdem Saccharose in Glucose, Fruktose und Laktose in Glucose und Galaktose.

Die Einfachzucker können absorbiert werden und gelangen über die Pfortader zur Leber. Glucose kann von der Leber oxidativ verstoffwechselt werden oder als Glykogen eingelagert werden.

Eine größere Menge an Glucose wird in den Blutkreislauf abgegeben. Der BZ steigt, die Bauchspeicheldrüse schüttet Insulin aus. Dies bewirkt die Aufnahme von Glukose in der Muskelzelle wo sie verbrannt werden kann.

Im Muskel besteht außerdem auch noch die Möglichkeit der Synthese von Muskelglykogen. Im Fettgewebe kann überschüssige Glukose als Fett gespeichert werden, wenn eine Überversorgung von 400g/d über einen längeren Zeitraum besteht.

Der Mindestumsatz von Glucose eines Erwachsenen beträgt 180g pro Tag, hinzu kommt noch die Glucose für die Energiegewinnung im Muskel.

Davon ist das Gehirn auf 140g/d angewiesen und die roten Blutkörperchen auf 40g.

Über die Glykoneogenese kann am Tag 130g Glukose bereitgestellt werden, dies erfolgt auf Kosten des Fettgewebes und der Muskeln.

Die Speicherkapazität ist begrenzt:

- die Muskeln können je nach Trainingszustand 300-800g Glykogen speichern
- die Leber zwischen 80-150g Glykogen
- das Blut transportiert zwischen 40-45g/l

Ballaststoffe sind auch Kohlenhydrate mit einer niedrigeren Energiedichte (2kcal/g), außerdem bewirken sie, dass die Einfachzucker langsamer vom Darm ins Blut angenommen werden sowie Cholesterin und Gallensäure vermehrt im Stuhl ausgeschieden werden.

Bei ihrer Verdauung entstehen kurzkettige Fettsäuren die das Magenmilieu ansäuern und dadurch das Wachstum unerwünschter Bakterien hemmen.

Diese Funktionen deuten darauf hin das Ballaststoffe bestimmten Zivilisationskrankheiten vorbeugen: Verstopfung, Zuckerkrankheit, Arteriosklerose, Gallensteine, Dickdarmkrebs.

Für Sportler und für Nichtsportler gilt der Richtwert von einer Nährstoffdicht von 50-55% (SCHEK, 2005). FRIEDRICH 2006 schlägt eine Basiskost von 60% Kohlenhydraten vor.

Dabei sollten die Sportler den KH Konsum auf ihren Trainingsinhalt anpassen.

Trainingsphase:	55%
Vorwettkampfphase:	60% (-65-70% Superkompensation)
Wettkampftag:	55%
Reg. Tag:	60%
Tag ohne Sport:	50%

Kraftsportler sollten im Allgemeinen weniger KH konsumieren, da pro Gramm KH 2,7g Wasser mit sich führt, was die Ausbildung des Muskelrelieffs erschwert.

Kraftsportler reduzieren, deswegen die Kohlenhydrate in der Vorwettkampfphase auf bis zu 40% bei einem Eiweißanteil von 20%-25% und einem Fettanteil von 35%.

Weiterhin ist auf die Zusammensetzung der KH zu achten:

Sie sollen vorzugsweise komplex sein (Vollkornbrot, Nudeln, Reis, Gemüse, Obst). Bei der Einteilung kann der glykämische Index eine Hilfe sein:

Glykämischer Index (GI)

Er gibt die Antwort des Blutzuckerspiegels auf die zugeführten KH wieder.

Def.: Prozentsatz der Fläche unter der 2-Stunden-Blutzuckerkurve nach Aufnahme von 50g verwertbaren KH in einem Testlebensmittel.

Lebensmittel mit einem niedrigen GI sollten bevorzugt werden.

Die mediterrane Ernährungsweise beinhaltet auch noch den erweiterten Begriff der **Glykämischen Last (GL)**

$$\frac{\text{KH in Gramm /Portion} \times \text{glykämischer Index}}{100}$$

Dabei wird auch noch auf die Größe der Portion Rücksicht genommen, da z.B. Karotten den gleichen GI wie Weißbrot haben, aber die 50gramm der KH in 1,5kg Karotten stecken und im Gegensatz dazu in 100g Weißbrot.

Bedeutung der KH im Sport

- anaerober/aerober Energielieferant
- Beim Abbau von KH kann mehr O₂ aufgenommen werden, so kann mehr ATP gebildet werden als bei Fettsäuren
- Bedeutung für körperlich/muskuläre und geistig/nervliche Leistungsfähigkeit
- Optimale Anlage der Glykogenspeicher bis 500g
- Obergrenze 500-600g pro Tag

- KH nach / vor sportlicher Belastung

Für den Skelettmuskel ist der Abbau des intrazellulären Glykogens energetisch ergiebiger als der Abbau der über die Blutbahn eingeschleusten Glucose. Aus dem Muskelglykogen kann 50% mehr ATP gebildet werden.

Dies spricht dafür, vor allem im Wettkampf immer mit optimal aufgefüllten Glykogenspeichern an den Start zu gehen, oder sogar vorher eine Superkompensationsmassnahme durchzuführen.

Das tägliche Training erfolgt normalerweise auf unzureichend kompensierte Glykogenspeicher, was zwangsläufig den Fettstoffwechsel mehr ankurbelt die Glykogenspeicher schont und einen zu starken Proteinabbau verhindert.

Bei Hypoklykämie ist das Leberglykogen entleert, was eine Unterzuckerung mit sich bringt. Deshalb sollte man bei Wettkämpfen von über 1-2 Stunden KH mit hohem GI zu sich zu nehmen um einer Entleerung der Speicher und einer Hypoglykämie vorzubeugen.

Eine geringe Aufnahme von KH während einer Belastung steigert die Abgabe der Glukose aus der Leber und somit die verfügbare Glykose für den Muskel.

Zudem wird bei der KH-Depletion vermehrt auf Proteine zurück gegriffen, was zur Bildung von Ammoniak führt, welches Ermüdung bewirkt.

Ein gut Ausdauertrainierter greift schneller auf die Fette als Energiespender zurück und schon somit die Glykogenvorräte.

In welchem Verhältnis zueinander Fettsäuren und KH oxidiert werden kann der Respiratorische Quotient wieder geben:

$$\frac{\text{Quotient aus CO}^2 \text{ Gehalt des venösen Blutes- CO}^2\text{-Gehalt des arteriellen Blutes}}{\text{O}^2\text{Gehalt des arteriellen Blutes- O}^2\text{gehalt des venösen Blutes}}$$

Geht der Quotient gegen 1 wird überwiegend Glucose oxidiert (anaerobe Schwelle), geht er gegen 0,7 werden hauptsächlich Fettsäuren oxidiert (aerobe Schwelle).

Essen vor dem Wettkampf und während des WK

4 Stunden vor dem Wettkampf 200-300g KH mit einem mittleren GI, da diese nicht zu lange den Magen belasten.

45-60 Minuten vor dem Spiel/Wettkampf eine Banane oder Fruchtschnitte oder Sportriegel.

30 min vor dem Start Glucoseaufnahme von ca 1g/kg um den BZ anzuheben und eine Unterzuckerung beim Start zu vermeiden.

Im Wettkampf bis zu 90 Min. sind flüssige KH den festen vorzuziehen, um den Magen nicht zu belasten. (60g /h)

Bei längeren Belastungen KH mit hohem GI (weiße Brötchen mit Honig, Energieriegel, Gels) mit reichlich Flüssigkeit!!

Maßnahmen zur Erhöhung der KH-Speicher

Kalium und Chrom fördern die Glykogeneinlagerung.

Carboloading:

Drei Tage vor dem Wettkampf die KH auf 70% erhöhen.

Superkompensationsmethode:

Kostform drei Tage vorm WK auf 70% KH umstellen, dabei vorzugsweise Fette reduzieren. Idealerweise sollten die KH-Speicher durch eine intensive oder lange Trainingseinheit entleert werden und dann der Belastungsumfang mit steigender KH Zufuhr bis zum WK-Tag reduziert werden.

Die **Saltin-Diät** verstärkt durch eine Eiweiß und fettreiche Ernährung bis vier Tage vorm Wettkampf noch die KH-Speicher Entleerung, wodurch die Superkompensation bei einer Folgekost von 70% KH gesteigert wird.

Die **Tapering-Methode** reduziert langsam den Trainingsumfang successive bei gleichzeitiger Erhöhung der KH-Zufuhr auf 70%, dabei bleibt der Sportler an die Belastung gewöhnt..

Die Glykogenspeicherkapazität kann trainiert werden, da die Glykogenaufbauenzyme, die Glykogensynthetase an Aktivität gewinnt.

Von Vorteil sind mehrere Mahlzeiten an einem Tag von 3 auf 6, dabei kleinere Portionen bevorzugen.

KH- die vermehrt Stärke und Ballaststoffe besitzen und fettarm sind (Obst, Nudeln, Brot, Kartoffeln, Reis).

Vermeidung von Alkohol 7 Tage vor de Wettkampf.

Ernährung in der Saisonplanung

Dieses Prinzip sieht vor das in

Der Vorbereitungsperiode aufgrund von vermehrter Kraft und Ausdauerbelastung der Eiweißkonsum gesteigert werden muss und auf die Vitamin und Mineralstoffe geachtet werden. Außerdem muss viel getrunken werden um das Schwitzen zu kompensieren.

Dasselbe gilt für die **VB II** da ebenfalls, bei spezifischen Inhalten, ein großer Teil konditionell gearbeitet wird.

In der **Wettkampfperiode** sollte man sich ausgewogen ernähren und Tapering/Superkompensationsmaßnahmen für Wettkämpfe berücksichtigen.

Nach dem Training sollte der „Open-Window“ Effekt ausgenutzt werden, da 1-2 Stunden nach dem Sport die verantwortlichen Systeme für die Regeneration besonders aktiv sind (Hormone). Besonders wichtig sind KH 70%, Proteine 30% Flüssigkeit und Kalium!!! Ideal hier sind Recovery-Drinks.

In der **Übergangsperiode** sollte auf einen gemäßigten Energiebedarf geachtet werden, vorzugsweise steht eine vollwertige Mischkost auf dem Plan mit vielen Ballaststoffen.

Selbes Prinzip wie bei der Jahresplanung gilt bei einem **Blocktraining!** Bei Ausdauer/Kraft-Blöcken ist auf eine genügende Eiweiß und KH-Zufuhr zu achten!

Glykämischer Index (GI) und Performance

	Hoher GI	mittlerer GI	niedriger GI
KH	Glucose Maltose Saccharose Dextrose	Maltodextrine	Fruktose Laktose Stärke Glykogen
BZ	▲	▲	↗
Insulin	▲	▲	↗
Katecholamine	▲	↗	▶
HF	▲	↗	▶
Performance	▲	↗	▲

Cave: Sonderstellung Fruktose/Laktose/ niedriger GI aber Gefahr von gastro-intestinalen Problemen

KH Supplementierung (ausgleichen von Mangel) & **Substitution** (Vermehrte Einnahme mit dem Ziel der Leistungssteigerung)

Vor der Belastung: Anheben des Blutglucosespiegels auf ca. 100-140%

Während der Belastung: Konstant (Plateau zwischen 90-120mg%)
Schonung der Glykogenreserven

Pro Stunde berechnete Menge an KH zum Erreichen eines Plateaus:

Hobby Tennisspieler	Anfänger	20-40g/h
Profi-Fussbaler	Fortgeschrittene:	50-70g/h
Triathlet	Leistungssportler:	80-100g/h

KH- nach der Belastung soll Glykogenspeicher rasch wieder auffüllen

Sonderstellung : Kalium/Proteine zur Glykogenbeladung

→ Superkompensation: Saltin-Diät oder allmählich Umfang und Intensität red. Und KH auf 70% erhöhen

Formel zur Berechnung des KH Bedarfs bei Belastung:

1. einfache Belastungsergometrie/ Feld und Labortest
2. Abgleichen beider Tests
3. 1Watt = 12 ml O₂
 $1 \text{ Ltr. O}_2 = 4,85 \text{ kcal}$
 $4,1 \text{ kcal} = 1 \text{ g KH}$
 Gesamtmenge KH x 30% (niedrige Int.)
 X 40% (mittlere Int.)
 X 50% (hohe Int.)

Beispiel: 150Watt x 12ml = 1800 ml O₂

$$1,8 \times 4,85 \text{ kcal} = 8,73 \text{ kcal} / 4,1 = 2,1 \text{ g KH}$$

Spiroergometrie:

$$\text{VO}_2\text{max} \times \frac{\text{HF Tr.} - \text{HF R.}}{\text{HF max} - \text{HF R.}} \times \frac{\text{ka KH}}{\text{pBw KH}} \times \frac{\text{RQ Tr.} \times \text{Be.}}{\text{RQ Ruhe}} \times F = G \text{ KH}$$

Regulation der Fettsäureoxidation/Glykose während Belastung

Angenommen:

Freie Fettsäuren regulieren die Geschwindigkeit der Fett-KH Oxidation= D.H: eine Beschleunigung der Fettsäureoxidation drosselt die Glukoseoxidation indem das Acetyl-CoA die Schlüsselenzyme der Glykose inhibieren!!!

Neue Hyp.:

Bei hoher Geschwindigkeit mit der Glucose in Pyruvat umgewandelt wird, entsteht ein Turn-over, welcher die Carnitin-Palmitoyl-Transferase (Enzym zum Transport der langkettigen Fettsäuren) hemmt.

Fette

Hauptbestandteil: Triglyceride = Glycerol + drei Fettsäuren

Fettsäuren unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Kettenlänge (16, 18, 20 Kohlenstoffe) und ihrer Anzahl an Doppelbindungen

Gesättigte Fettsäuren haben keine Doppelbindungen.

Einfach ungesättigte Fettsäuren haben eine Doppelbindung.

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren haben zwei bis fünf ungesättigte Fettsäuren.

Je nach Position unterscheidet man zwischen **Ω 3, Ω -6, Ω -9 Fettsäuren:**

Ω -9-Fettsäure zählt zu den einfach gesättigten Ölsäuren, die im Körper aus der gesättigten Stearinsäure gebildet werden kann.

Zu den Ω -6 Fettsäuren gehören die Linol- und die Arachidonsäure, wird als Verursacher für rheumatische Erkrankungen gesehen.

Zu den Ω -3 Fettsäuren gehört die Linolen-, die Eicosapentaen- und Docosahexaensäure.

Eicosapentaen ist der Gegenspieler der Arachidonsäure und verhindert rheumatische Erkrankungen, sie wirkt auf das Immunsystem, die Blutgerinnung, die Regulation von Blutdruck und Herzfrequenz. Sie besitzt eine positive Wirkung bei gewissen Herzerkrankungen (Koronare Herzkrankheit).

Sie sind Hauptbestandteile der Zellmembran und kommen in höherer Konz. Im Nervengewebe vor und in den Photorezeptoren der Netzhaut.

Linol-, und Linolensäure sind **essentielle Fettsäuren**, die in der Nahrung aufgenommen werden müssen. Sie können zum Teil andere ungesättigte Fettsäuren bilden.

Cholesterin gehört zu den fettähnlichen Stoffen, kann aber vom Körper selbst gebildet werden → Bestandteil der Nerven umhüllenden Schutzschicht und der Gallensäure, außerdem Grundstoff der Sexualhormone, der Hormone der Nebenniere und des Vit. D.

Übersteigt die Aufnahme von Cholesterin die Eigenproduktion, steigt der Cholesterinspiegel.

Aufgabe:

- Energiequelle 1g Fett brennt 9,3 kcal → hohe Nährstoffdichte
- Wärmeproduzent, Wärmespeicher, Isolierungsschicht
- Stütz und Polsterungssubstanz
- Lösungsmittel für fettlös. Vit. (EDKA)
- Zellbaustein (Organellen, Zellen)
- Zwischenstoffwechsel der Zellen

Verdauung/Verwertung

- Im *Dünndarm* werden die Fette in Fetttropfchen durch Gallensäure und Enzymen aus Mund, Magen und Bauchspeicheldrüse emulgiert.
- Entstehende *Monoglyceride und Gallensäure bilden Micellen* in denen sich die Fettsäuren, Cholesterin und Vit. einlagern.
- Die Bestandteile der Micellen werden über die Dünndarmschleimhaut absorbiert, wo wieder *Monoglyceride und Fettsäuren zu Triglyceride* werden.
- *Phospholipide umhüllen die Triglyceride, Cholesterin und Vit. und als Lipoproteine* über die Lymphe und das venöse Blut zu Fettgewebe, Muskeln und anderen Gewebe transportiert.
- Das *Fettgewebe spaltet wiederum Fettsäuren ab*, um es im Gewebe zu Speichern.
- Die Lipoproteinreste gelangen zur Leber, wo sie abgebaut werden.
- Die Leber verpackt *Triglyceride und Cholesterin in VLDL*, welches ans Blut abgegeben wird und das Fettgewebe entziehen dem VLDL dann wiederum Fettsäuren, wodurch LDL entsteht.
- **LDL** transportiert das in der Leber gebildete und aus der Nahrung stammende Cholesterin zu allen Geweben und den Gefäßwänden.
- Das **HDL** transportiert das Cholesterin zu der Leber wo es abgebaut wird- unter anderem von Ballaststoffen ausgeschieden wird.

Empfehlungen

Trainingsphase:	27,5%
Vorwettkampfphase:	25%
Definitionsphase:	-20%
Wettkampftag:	27,5%
Regenerationstag:	25%
Tag ohne Sport:	30%

1/3 gesättigte Fettsäuren	10%
1/3 ungesättigte FS	13%
1/3 mehrfachungesättigte FS	7%

- Das **FS-Verhältnis** von mehrfachungesättigt zu ungesättigt nicht größer als 5:1!
- = Raps und Olivenöl → pflanzliche Nährstoffe präferieren!
- Achtung vor **versteckten Fetten!**
- **Margarine vs. Butter** = Butter hat Cholesterin und gesättigte Fettsäuren, allerdings Margarine Trans-Fettsäuren, die LDL erhöhen und HDL reduzieren.
- Begrenzte Zufuhr von **Cholesterin** in Fleisch und Alkohol.
- Nicht zu wenig Fett bei Ausdauerleistungen, da das auch die Leistungsfähigkeit herabsetzt!
- Kein Fat-Loading > 60% Fett

- mit mehrfach ungesättigten FS wie in Fisch oder Speisefett (einfach Unges.) werden Stoffwechselerkrankungen therapiert
- Eier (gelb) sind zwar fettig aber extrem hochwertig (vit Mineralstoffe)
- Fettverbrennung ist trainierbar
- Nulldiäten bewirken eine STH Ausschüttung und damit die höchste Fettverrennungsrage, allerdings nehmen spätestens nach zwei Tagen die Glykogenspeicher ab und nach 3-4 Tagen führt dies zum Leistungsverlust.

- MCT –Fette (Medium Chain Triglycerides) sind zwar leichter Resorbierbar, da sie nicht durch die Gallensäure aufgespalten werden müssen, allerdings benötigt der Organismus mehr O₂ zur Verbrennung und die Energieausbeute ist im Vergleich zu KH niedrig
 - Alternative Fettquelle bei Kraftsportlern zur Gewichtsabnahme
- Einfach & mehrfach ungesättigte Fette: antioxidative /antiflamatorische Wirkung, senken die Vulnerabilität des beanspruchten Gewebes, Verkürzen die Reg. Zeit

Ungesättigte Fettsäuren haben folgende Eigenschaften:

- Weiche bis flüssige Konsistenz
- Einen niedrigen Schmelzpunkt
- Leichte Verdaulichkeit
- Schutz vor KHK Erkrankungen

Unterschiede zwischen den mehrfach ungesättigten FS und den einfach ungesättigten FS

Omega 6 FS Linolsäure Arachidonsäure (AA)	omega 3 FS α- Linolsäure Eicosapentaensäure (EPA) Docosapentaensäure Docosahexaensäure
Eicosanoide Prostaglandine, Thromboxan	hemmt Bildung von Eicosanoiden

Prostacyclin mit 2 Doppelbindungen Prostacyclin mit 3 Doppelbindungen
 Leukotriene mit 4 Doppelbindungen Leukotriene mit 5 Doppelbindungen

- aus tierischen Produkten entsteht der Stoff Arachidonsäure/Eicosanoide welche Mediatoren und Auslöser für Rheuma und Gelenkentzündungen sind
- AA hemmt die Aufnahme von EPA
- Die Umwandlung der α-Linolsäure in EPA wird durch Linolsäure gehemmt
- EPA verdrängt die AA und hemmt die Bildung von Eicosanoide aus AA

60-70g pro Tag
 2 x Fleisch
 2 x Fisch → 600g pro Woche
 2 x Geflügel
 1 x Vegetarisch

Aminosäure / Proteine

Proteine bestehen aus Aminosäuren, die aufeinander folgend eine Sequenz ergeben und mit Amidbrücken untereinander verbunden sind.
 Am Kettenende (unverzweigt) befindet sich eine Säuregruppe.

Es gibt 9 essentielle AS

Valin
 Leucin
 Isoleucin
 Methionin
 Lysin

Phenylalanin
Tryptophan
Histidin

Und 11 nicht essentielle AS

Glycin
Alanin
Serin
Cystein
Asparagin
Glutamin
Asparaginsäure
Glutaminsäure
Arginin
Tyrosin
Prolin

Nicht essentielle AS können aus essentiellen AS gebildet werden aber nicht umgekehrt.

Semi-/konditionelle-essentielle AS : Arginin/Ornithin, Taurin, Glutamin BCAA, Cystein, Tyrosin → weire Angaben untern.

Die Aufgabe

- Enzymatische Katalyse (Enzyme)
- Transport und Speicherung (Hämoglobin, Ferritin)
- Bewegungskoordination (Kontraktile Elemente)
- Mechanische Stützfunktion (Gewebe gewinnt durch Kollagene an Zugfestigkeit)
- Abwehrfunktion (Antikörper sind spez. Proteine)
- Übertragen von Nervenimpulsen (Rezeptorenproteine übertragen Nervenimpulse)
- Übertragen von Erbinformationen (DNA)
- Kontrolle der Differenzierung im genetischen Bereich (Repressorproteine hemmen in der Zelle die Erbinformationen, die für die Aufgabe der Zelle nicht von Nöten sind)

Alle Eiweiße, die sich im Körper befinden sind funktionelle Proteine. Überschüssige Proteine können nicht gespeichert werden, sondern werden als Harnstoff ausgeschieden.

Dennoch besitzt der Organismus drei funktionelle Aminosäurepools:

1. Plasmaproteine und AS
2. Muskelproteine und intrazelluläre AS
3. Eingeweideproteine und intrazelluläre AS

Zwei wichtige Plasmaproteine sind das Albumin und das Hämoglobin, roter Blutfarbstoff.

Funktion:

- O² Transport
- Indirekte Beteiligung am Transport von Kohlensäure
- Pufferfunktion
- Pool freier AS

Überschüssige AS werden im freien AS-Pool gespeichert, ist dessen Kapazität von 100g erreicht wird der oxidative Abbau durch Ausscheidung heraufgesetzt, sodass die Stickstoffbilanz auf einem höheren Niveau ausgeglichen werden kann.

Die **Stickstoffbilanz** ist ausgeglichen wenn- Stickstoffausscheidung und Zufuhr im Gleichgewicht sind.

Die Stickstoffbilanz ist negativ wenn- Stickstoffausscheidung höher als Zufuhr

Die Stickstoffbilanz ist positiv wenn- Stickstoffausscheidung ist geringer als die Zufuhr.

Jede Abnahme des Proteingehalts führt zur Beeinträchtigung des Stoffwechsels und zur Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit vor allem im Ausdauerbereich.

Durch körperliche Arbeit nimmt die Plasmakonzentration ab, der abgespaltene Stickstoff führt zur Bildung von Ammoniak, welche Ermüdung verursacht.

Ein Mangel an KH steigert den Bedarf an Proteinen für die Energiebereitstellung.

Die **Verwertbarkeit** für den Körper unterliegt erheblichen Unterschieden. Pflanzliches Eiweiß ist schlechter verdaulich, tierisches Eiweiß ist dagegen qualitativ besser, jedoch meist mit der Aufnahme von Fett verbunden.

Die intelligente Eiweißaufnahme kombiniert pflanzliches und tierisches Eiweiß dadurch steigt die biologische Wertigkeit die angibt wie viel Gramm Nahrungseiweiß nötig sind um 100 Gramm Körpereweiß zu ersetzen.

Von Lebensmitteln mit hoher biologischer Wertigkeit muss weniger verzehrt werden wie von niedriger Wertigkeit.

Je höher der Wert, desto besser die Kombination:

- Getreide mit Milchprodukten
- Getreide und Hülsenfrüchte
- Getreide und Eier
- Kartoffeln mit Ei oder Milchprodukten

Zufuhrempfehlungen

Training führt zur Eiweißabnutzung und Zerstörung der kontraktilen Elemente im Muskel. Dabei bilden sich Bruchstücke mit niedrigerem Molekulargewicht, die den Zellkern über Art und Umfang der Zerstörung informieren. Dieser startet das Reperaturprogramm. Je mehr verzweigtkettige Aminosäuren der Zellkern vorfindet desto mehr Ribosomen werden aktiviert und bauen kontraktile Elemente oder Mitochondrien wieder auf!

FRIEDRICH empfiehlt 10 Min. nach dem Training 2-4g BCAA mit KH-haltigem Getränk einnehmen. Nach 40 Min. Zufuhr von hochwertigem Eiweiß, ausreichend Vitamine (vor allem C/B6).

Allgemein:

10-15/20% pro Tag

Sportartenbezogen:

Nicht-Sportler	0,8 g/kg
Ausdauersportler	1,6 g/kg (nach Studien Bedarf bei 1,37g/kg + Sicherheitszuschlag)
Schnellkraft/Intervallsportler	1,2-1,5g/kg
Kraftsportler	1,2-1,7 g/kg (SCHEK, 2005)

Geeignete Eiweißquellen:

- Frische Milch Jogurt, Quark, Buttermilch, Kefir
- Mageres Fleisch, Geflügel
- Magerer Fisch, Fisch mit Omega 6 Fettsäuren (Lachs, Makrele)
- Magerer Käse unter 40%

- 4 Eier pro Tag

AS-Spezial

BCAA	Werden auch zur Energiegewinnung heran gezogen (Leucin; Valin, Iso-Leucin), kein Vorteil zur regelmäßiger KH Zufuhr
Arginn/Ornithin	Stimulieren die Ausschüttung von STH Leistungssteigerung nur denkbar bei vollem Glykogenspeicher Zusätzlich bei Arginin: immunmodellierender Effekt
Taurin	konditionell-essentielle AS Niedrigere Katecholaminspiegel und HF unter Belastung, verbesserte cardinale Leistungsfähigkeit (VO ₂ -max) Hämodynamische Parameter (Anstieg von SV und EF) Evtl. verkürzte Regeneration
Tyrosin	Günstig auf mentale Leistungsfähigkeit Zentrale Ermüdung
Cystein	Vorstufe von Glutathion Die selenhaltige Gluathionperoxidase verhindert die Oxidation der Arachidonsäure = antioxidativer Effekt
Glutamin	Immunmodulierender Effekt, Darmfunktion

Bei Veränderung der AS- Balance kann dies periphere wie auch zentrale Auswirkungen haben.

Mikronährstoffe

Mineralstoffe - Mengenelemente

Ausgeglichene Balance sichert Leistungsfähigkeit d.h. Mangel führt zu Leistungsverlust

Funktion der Mineralstoffe

1. Bestandteil der Enzyme
2. Puffersystem
3. Aufrechterhaltung der Neutralität der Zelle
4. Reizleitung, Reizbeantwortung, Kontraktionsvorgänge

Kalium
Vorkommen: Obst, Gemüse, Reis, Kartoffel
Bedeutung: Wasserhaushalt, neuromuskuläre Koordinationsfähigkeit, Glykogenbeladung: Regenerationszeit Superkompensation
Menge: optimal: 3.000- 4.000mg
Nicht weniger wie 2.000mg

Magnesium
Vorkommen: Gemüse, Hülsenfrüchte und Vollkornprodukte, Mineralwasser
Bedeutung: beteiligt an 300 Enzymsystemen der Energie-Bereitstellung, neuromuskuläre Koordination/reizübertragung, Knochenmineralisierung, Cofaktor des ATP
Menge: opti. 400-500mg
Mind. 350mg
Bei Substitution Ma-Aspartat bevorzugen, vor Ma-Zitrat-bessere Resorption
→ Verbesserung der Leistungsfähigkeit Richtwert: 12-15mg/100kcal
→ Substitution/Supplementierung

Calcium
Vorkommen: Milchprodukte, Mineralwasser
Bedeutung: Muskuläre Kontraktilität, Reizübertragung, Knochenmineralisierung, Blutgerinnung
Menge: optimal 1.200mg
Nicht weniger als 800-1.000mg

→ alle drei präzise im Blut bestimmbar!

Natrium
Vorkommen: Kochsalz
Bedeutung: H²O Haushalt, Osmoregulation, Magen-Entleerung und Darmresorptionsrate
Menge: 2.000-4.000mg

Chlorid
Vorkommen: Kochsalz
Bedeutung: H²O Haushalt, Osmoreg.
Menge: 2.000-4.000mg

Spurenelemente

Eisen
Vorkommen: Fleisch, Gemüse Vollkornprodukte, Sesam, Nüsse, Sonnenblumenkerne, Eigelb, Leber..

	Menge:	10-15mg
	Bedeutung:	Bestandteil des Hämoglobins, zahlreicher O ² und elektronenübertragender Wirkgruppen→Wichtig für den O ₂ Transport im Blut und O ₂ Übertragung in die Zelle, Immunsystem, Thermoregulation
	Mangel:	Anämie
<u>Zink</u>	Vorkommen:	Muskelfleisch, Meeresfleisch, Milchprodukte Haferflocken, Nüsse, Weizenkeime, Erbsen
	Menge:	10-15mg
	Bedeutung:	Eiweißstoffwechsel, Haut- und Immunsystem, Insulinspeicherung
	Mangel:	Immunstörungen
<u>Jod</u>	Vorkommen:	Seefisch, Meeresfrüchte, Milchprod. Jodsalz
	Bedeutung:	Schilddrüsenfunktion, Zellwachstum, Energiestoffwechsel
	Menge:	0,1-0,15mg
	Mangel:	Struma (Schilddrüsenüberfunktion)
<u>Selen</u>	Vorkommen:	bodennahe pflanzl. Lebensmittel, selenhaltiges BROT; Schweinefleisch
	Bedeutung:	wasserlös. Antioxidans, Aktivierung von T ³
	Menge:	0,05 -0,1mg tägl.
<u>Chrom</u>	Vorkommen:	Fleischprodukt, Bierhefe, Käse, Vollkorn
	Bedeutung:	Unterstützung der Insulinwirkung
	Menge:	0,05-0,2mg täglich
	Mangel:	Insulinresistenz
<u>Zinn</u>	Bedeutung:	Redox-Reaktionen
<u>Kupfer</u>	Bedeutung:	Bestandteil des Eisenstoffwechsels, Metalloenzymen
<u>Mangan</u>	Bedeutung:	Aktivierung v. Enzymen, Bildung v. Kochen/Knorpel
<u>Molybdän</u>	Bedeutung:	Stoffwechsel v. Purinbasen-zuviel kann zu Gicht führen
<u>Fluorid</u>	Bedeutung:	Kariesprophylaxe
<u>Nickel</u>	Bedeutung:	Aufbau der Zellmembran und RNA/Blutbildung
<u>Kobalt</u>		
<u>Silizium</u>	Bedeutung:	Knochenentwicklung

Supplementierung (Zufuhr über den Bedarf hinaus) bei:

- Vegetarischen Sportlern
- Mengen-Zeit-Problemen
- Reduktionsdiäten
- Gewichtsklassen
- Reisen
- Hochleistungssportler
- Viel Schwitzen

Vitamine

Zündstoffe für die Leistung

Erkrankungen aufgrund von Vitaminmangel ist in den westlichen Ländern nicht mehr üblich

Fettlösliche Vitamine

<u>Vit. A</u>	Vorkommen:	tierische Lebensmittel, pflanzliche Lebensmittel Gemüse, Provit A (β -Carotin)
	Bedeutung:	Sehvorgang, Hemmen v. Wachstum v. Tumoren
	Menge:	0,8-1,0mg/ bei Sportlern bis zu 3mg
<u>Vit. D</u>	V:	Fettfische, Leber, Eigelb, Butter, Margarine
	B:	Calciumvorkommen, Resorption von Calcium und Phosphor
	M:	5mcg
<u>Vit. E</u>	V :	Keimöle, Nüsse, Haferflocken
	B:	Antioxidans, Zellschutz, Krebsprophylaxe, verhindert Muskelbeschwerden, KHK-Schurz
	M:	12 bis 100mg bei Sportlern
<u>Vit. K</u>	V:	Gemüse, Leber
	B:	Blutgerinnung, Osteoblastenbildung
	M:	65-80mg

Wasserlösliche Vitamine

<u>Vit. B1</u>	V:	Vollkornprodukte, Fleisch, Hülsenfrüchte
	B:	Energie (KH)- Stoffwechsel, Nervenfunktion
	M:	1,1-1,3mg
<u>Vit. B2</u>	V:	Milchprodukte, Seefisch
	B:	Energie (Fett)- Stoffwechsel
	M:	1,6-1,8mg
<u>Vit. B6</u>	V:	Fleisch, Milch, Käse, Fisch, VK produkte
	B:	Eiweißstoffwechsel (auch Hämoglobin)
	M:	1,6-1,8mg

<u>Vit. B12</u>	V:	Fleisch, Leber, Milch
	B:	Reifung der roten Blutkörperchen, hemmt Nervenentzündung, Synthese v. Adrenalin
	M:	300mcg
<u>Pantothensäure</u>	V:	Fleisch, Fisch, Milch, VK, Hülsenfrüchte
	B:	Zentrales Stoffwechselvit.(KH-F-AS), Hautheilung
	M:	6mg
<u>Folsäure</u>	V:	Gemüse, Leber
	B:	Bildung und Reifung der roten Blutkörperchen
	M:	6mg
<u>Niacin</u>	V:	Fleisch, Fisch, Milch, Ei, Hülsenfrüchte
	B:	Energiestoffwechsel
	M:	15-18mg
<u>Biotin</u>	V:	Leber, Ei, Haferflocken, Weizenkeime
	B:	Aufbau v. KH & Fettsäuren, Senkung des Cholesterinspiegels
	M:	30-100mcg
<u>Vit. C</u>	V :	Obst, Säfte, Gemüse
	B:	Gesundheitsschutz, Antioxidans, Förderung der Eisenaufnahme/Wirkt in Verbindung mit Vit E Hautheilung, Kollagenbildung, Bildet Neurotransmitter, Schützt Gefäßwände
	M:	75-100mg (Sportbereich)

Die Stoffe Vit. A, E ,C und Selen haben antioxidative Funktion.

Oxidativer Stress entsteht wenn freie Radikale (Atome mit einem freien elektronen Paar, die Zellstrukturen verändern und somit u Krebs und Krankheiten führen können. Die Radikale entstehen im Rahmen der Atmungskette. Man spricht von oxidativen Stress wenn die prooxidativen Faktoren gegenüber den antioxidativen Faktoren überwiegen:

Ursachen für Radikale:

- Fehlernährung
- Entzündungen
- Traumen
- Operationen
- Starker Stress
- Ozon
- UV-Strahlung
- Nikotin-Alkohol
- Pestizid, Blei, oder Quecksilberbelastung

Dem Körper stehen zwei Entgiftungssysteme zur Verfügung das nicht-enzymatische System und das enzymatische System. Das nicht-Enzymatische System kann durch Substitution beeinflusst werden.

Z.B. kann bei Erkältungen die Vit. C Dosis auf 4-5 g erhöht werden, ausserdem steigern 80mg Vit.C am Tag die Ausdauerleistungsfähigkeit.

Wasser

Der menschliche Körper besteht zu 50-80% aus Wasser. Da Sportler einen geringeren Fettgehalt haben als Nichtsportler haben sie einen höheren Wassergehalt (Läufer bis zu 70%).

Das Wasser verteilt sich auf drei Flüssigkeitsräume:

- Intravasalraum, Blutplasma 5%
- Interstitium, Zwischenzellraum 15%
- Interzellulärer Raum 40%

Aufgabe v. Wasser im Organismus

- Strukturbestandteil von Makromolekülen
- Lösungsmittel für niedermolekulare Substanzen
- Energieleitung
- Substrat bzw. Produkt enzymatischer Reaktionen
- Thermoregulation

Bei einer ausgeglichenen Wasserbilanz müssen sich Zufuhr und Abgabe die Waage halten. Beim Abbau von Makronährstoffen wird Wasser frei.

Als Faustregel

Kalorienbedarf in kcal./kg = mml in Flüssigkeit

Regulation

Bei Scheißverlust schüttet die Hypophyse ADH aus welches antidiuretisch wirkt und die Wasserausscheidung im Urin drosselt. Der Urin färbt sich dunkel, wenn der Wassergehalt durch Rehydratation steigt schüttete die Hypophyse weniger ADH aus und die Urinmenge steigt wieder.

Schwitzen ist der dominierende Faktor der Körperkühlung, weitere Möglichkeiten sind Abstrahlung und Luftströmung.

In Folge sinkt die Körperkerntemperatur und eine Überhitzung wird vermieden.

Dehydratation beim Sport kann besser verkräftet werden, als durch Hitze, Luftfeuchtigkeit oder Diuretika, daher ist die vollständige Rehydratation im Sport während der Belastung nicht notwendig.

Allerdings verlangsamt die Dehydratation die Magenentleerung, deswegen sollten bei längeren Belastungen kleinere Portionen gegessen werden- 16g/KH pro 15 min, da Aufnahme 1,1kcal/min während des Sports und pro Stunde 1000ml trinken.

Nur 27% der Energie wird in Muskelarbeit umgesetzt, der Rest muss abgegeben werden durch Wärme.

Die Schweißmenge ist abhängig von:

- Alter
- Geschlecht
- Trainingszustand
- Belastungsintensität
- Belastungsdauer
- Klima
- Bekleidung und Außentemperatur

Auch beim Schwimmen und vor allem beim Skifahren verliert man Flüssigkeit durch Verdunstung oder Abatmung.

Der Elektrolytgehalt wird mit der Schweißmenge ab (Nicht-Sportler vs Sportler):

Dabei wird am Anfang viel Ca/Ma verloren und dann der Verlust gebremst, Na/Cl wird am Anfang wenig und bei länger andauernder Belastung mehr abgegeben. Bei Kalium ist die Abgabe stetig.

Wasserverlust

Den Verlust von Wasser kann man durch einfaches Wiegen vor und nach dem Sport feststellen.

Kinder sollten nicht vergessen zu trinken, da sie nicht ausreichend schwitzen können und somit die Gefahr einer Überhitzung eingehen. Dehydrierung vermindert die Leistung des Kurzzeitgedächtnisses.

2% Wasserverlust vom Gesamtkg können sich leistungsmindernd auswirken- 11% sind lebensbedrohlich!!

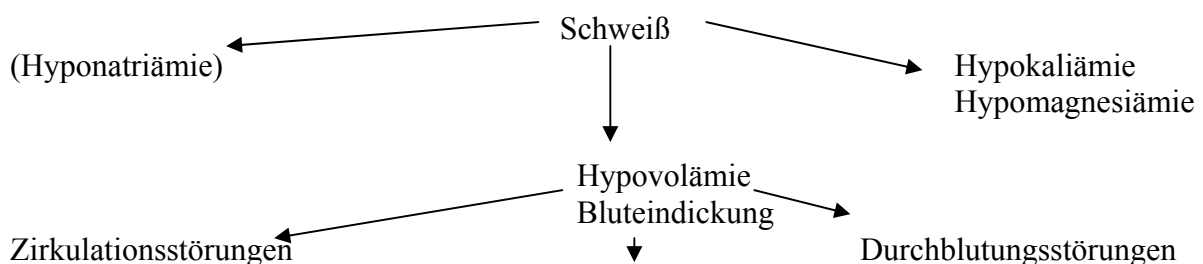
1-5%	6-10%	11-20%
Durst	Schwindel	Krämpfe
Einschränkung der Bewegung	Kopfschmerzen	Delirium
Müdigkeit	Atemnot	Tod
Übelkeit	verhindertes Blutvol.	
	Gehunfähigkeit	

Tägl. mind.	1,5-2L
Beim Sport	+0,5-1L/h
Vorteil:	überall erhältlich
Nachteil:	Magenresorption langsamer als bei isotonen Getränken
	Keine Energieträger
	Zu wenig Mengenelemente (Ma, Ka, ..)

Mineralwasser sollte Idealerweise:

Ka:	>20mg/l
Ma:	>25mg/l
Na:	<1200mg/l

Vorteile Mineralwasser gegenüber stillem H₂O --> Bicarbonatpuffer und Mengenelemente
Sportgetränke:



Stören von:
Nährstoff Und O₂ Transport in die Zelle; Stoffwechsel, Wärmetransport

Muskel reagiert sauer:

Überhitzung/Hitzestau/Kollaps ← Leistungsminderung → Muskelschwäche, Krämpfe

Lösungen mit Glucosegehalt

Hypotone Lösungen

Charakteristika: Basis: Wasser
 Zugesezt: 20-40g/l KH mit hohen GI
 Mengenelemente Natrium, Kalium, Magnesium selten V
 Osmolarität: unter 250 mOsmol

Vorteile: schnellste Magenentleerung- und Resorptionsrate, daher opti. Flüssigkeitsersatz

Nachteile: zu wenig Energie, zu wenig Na⁺; selten Vit.

Isotone Lösungen

Charakteristika: Basis: Wasser
 Zugesezt: 60-70g/l KH, Ma, Na, Ka, sowie Vit
 Osmolarität: 270-330 mOsmol

Vorteile: wie Hypotone Lösungen
 Elektrolytersatz bei Na⁺ sehr gut, Kalium befriedigend
 Menge der Energieträger im unteren Bereich

Nachteile: Nachteile der hohen GI auf Leistung,
 Konzentration von Ma⁺ zu niedrig
 B1 und B2 oft nicht enthalten

Hypertone Lösungen

Basis: Wasser
 Zugesezt: 100-140g/l KH mit hohen GI.
 Manchmal Koffein oder Taurin

Vorteile: siehe Taurin, menge der Energieträger im oberen Bereich

Nachteile: hohe GL, niedrige Konzentration von Mengenelementen,
 keine Vit.

→ Osmolaität bedingt das der Darm versucht isotone Lösung im Darm herzustellen und dem Körper Wasser entzieht.

Anforderungen an das Ideale Sportgetränk

Na:	600-1000/1200mg/l	
Ka:	100-450mg/l	
Ma:	50-100mg/l	12-15g/100kcal
Vit:		
B1	0,3-0,5 mg/l	0,06-0,08/100kcal
B2	0,4-0,5 mg/l	0,07-0,09/100kcal
KH:	80-120g/l Max	hoher Anteil mit niedrigen GL
Osmolarität:	200-330m/Osmol/l	hypoton-isoton
Fakulativer Zusatz:	Ergogene Substanzen Bicarbonat (min. 1,8-2,5g/L)	

Vit B6 (0,09g/100kcal)
Aminosäuren (Taurin)
Calcium (weniger als 100mg/l) → reizt Mangenschleimhaut

Fertige Sportgetränke sollten im Verhältnis 1:3 gemischt werden und eine Temp. von 10° aufweisen.

Für Sportarten mit hohem Anteil an Übersäuerung sollten Mineralwasser mit hohem **Hydrogencarbonat** bevorzugt werden (> 600Mg/l) da sie puffernd wirken. Der Anteil von Mg sollte mindestens 80mg/l sein.

Wasser gibt es in Leitungswasser (am meisten getestet Lebensmittel), Quellwasser (keine phys. Wirksamkeit und Reinheit), Tafelwasser (Zusatzstoffe), Heilwasser (Arzneimittel), Mineralwasser (Reinheit!)

Tee wirkt auf die Konzentrationsfähigkeit und Reaktionsfähigkeit, gegenüber **Kaffee** aufputschend auf das KHK und Gehirn wirkt.

Alkohol senkt die Produktion von Testosteron und ist damit in großen Mengen nicht für Sportler geeignet- im Rahmen des „French-Phenomen“ kann ein Glas Wein am Abend verzehrt werden.

Ergogene Substanzen

Supplementierung (ausgleichen von Mangel), nicht bei ergogenen Substanzen!

Substitution (Vermehrte Einnahme mit dem Ziel der Leistungssteigerung)

Kreatin

Kreatinmonohydrat
(2g/Tag bis 4g/tag a`4x ergibt ca 20g/Tag)

Kreatinpyruvat
(nicht zugelassen, leistungsteigernder Effekt)

Kreatincitrat
(Nicht zugelassen)

Gesichert

Steigern der Leistung bei anaeroben Belastungen (int. Max Kraft/
Hochint. Intervallbelastungen) durch Erhöhung von Phosphokreatin
(Pkr) und Gesamt Kr sowie Verfügbarkeit

- Steigerung der Pkr resynthese
- Steigerung der ATP resynthese
- Körper kann 1-2 g selbst resynthetisieren

- Kürzer Reg in Max Kraftsportarten und Steigerung der Körperlichen Leistungsfähigkeit
- Erhöhung des Muskeltonus
- Wassereinlagerungen

Kur

4x 5g am Tag über 5-6 Tage ggf. Erhaltung der Dosis mit 5g pro Tag über 4-6
Woche

Alternativ

28-30 Tage 3-4g tägl. danach Erhaltung von 2-3g pro Tag

Positive Korrelation der Kr-Korrelation im Muskel mit max. Kraft bei Muskel-Kr-Beladung
von 20mmol Trockengewicht → 70% der Sportler nur!

- Hyp:
 - KH & Kr → Insulin-agonistische Wirkung
 - Level off bei 150-160mmol Kreatin/kg Tr. Muskel
 -

Muskelbeladung Produkte

Substitution (Ausgleichend) Bei höhere Supplementation (Vermehrung)
Riegel, Pulver, Brausetab.

Carnitin

Günstige Auswirkung auf das Immunsystem aber keine Steigerung
Der Leistungsfähigkeit, evtl. besserer Transport freier FS in die Zelle!

Pyruvat

Eventuell Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit um 20%
(STANKO 1990), eventuell auch fettreduzierend 37-48% (Fat-Burner).
Ankurbelung durch Glucosevorstufen der Gluconeogenese.

Taurin

Nachgewiesene Wirkung von Steigerung der Leistungsfähigkeit durch

Steigerung der VO₂max. und niedere Katecholamine. Änderung der Hämodynamik am Herzen: SV/EF*
Evtl verbesserte Regeneration!
Mangel bei Ausdauertraining mögl.

→ Zuckerwasser+ Koffein+ Taurin → 2min länger Max Leistung

Nach SCHEK (2005) schüttet das Gehirn bei Langzeitausdauerbelastungen vermehrt Taurin aus was eine Substitution nicht nötig macht. Leistungssteigerungen konnten nicht nachgewiesen werden, allerdings liegen zahlreiche Nebenwirkungen vor: - des AMV, neg. Beeinflussung des Trinkverhaltens, neurotoxische Wirkung → evtl Leistungsbeeinträchtigend.

BCAA FRIEDRICH empfiehlt 10 Min. nach dem Training 2-4g BCAA mit KH-haltigem Getränk einnehmen. Nach 40 Min. Zufuhr von hochwertigem Eiweiß, ausreichend Vitamine (vor allem C/B6).

Eine anabole Wirkung konnte nicht nachgewiesen werden, die aufgenommenen BCAA verhindern den Proteinabbau aber werden auch verstärkt oxidiert.

Koffein ZNS-Konzentrationssteigerung ab 2mg/kg
Steigerung der Leistungsfähigkeit ab 5mg/kg
Effekt der individuellen Koffeinsensitivität
Greift d. Verarbeitung der Stresshormone an, Verhindert Abbau

Q10 konditionell-essentiell AS; Höherer Spiegel verbessert die Leitungsfähigk.

Bicarbonat Gesichert: Steigerung der Leistungsfähigkeit bei anaeroben Belastungen
Puffer der Lactatacidose

- Hyp. I
 - anstieg der extrazellulären HCO₃⁺ ermöglicht längeren Efflux
 - Von H⁺ aus der Zelle
- Hyp. II
 - Indirekte Wirkung durch Beeinflussung der Na⁺Cl⁻ K⁺Ionen
 - Verzögerung des Belastungsabbruch
→ Mineralwasser vor WK/ Heilwasser

Phosphatdiylserin/Lecitin als Sammelbegriff für phosphatangereicherte FS
Verbesserte Hirnleistung im Bereich der Lernfähigkeit/Erinnerung (Age-Associated Memory Impairment) und Age Cognitive Decline
Ab 100mg pro Tag sowie Aufmerksamkeit und Konzentration
→ Effekte auf Signalleistung Motorik, neuromusk. Koordination

CLA (Konjugierte Linolsäure)
Hoher antioxidativer Effekt, Förderung der Fettverbrennung (nicht nachgewiesen), Aufbau Von Muskulatur, antikanzerogene Wirkung

L-Theanin Im Grüntee, sorgt für Entspannung, Beruhigung, nach Belastung reg. Wirkung (Zufuhr von 50-200mg) Frühere Down Regulation.
Offen: Beeinflussung der Belastbarkeit

Zell Hefe

Auswirkung auf muskulären Stress und Immunsystem
Offen: Beeinflussung der Reg.phase

Sekundäre Pflanzenstoff

Krebsvorbeugend, gesunderhaltend

➔ Carotinoide, Phytosterine, Saponine, Glucoinolate, Flavonoide,
Phenole, Terpen, Phytoöstrogene, Sulfide, Ballaststoffe

MCT

siehe oben bei FETT