

Steigerung der Leistungsfähigkeit durch die Ernährung und Stellenwert von Nahrungsergänzungsmitteln

Dr. Alexandra Schek, Gießen, 27.03.2004

1. Basiskost
2. Energie
3. Flüssigkeit
4. Kohlenhydrate (→ Wettkampfernährung)
5. Fette
6. Proteine
7. Mikronährstoffe
8. Leistungsförderer
9. Essverhaltensstörungen

1. Basiskost

Ernährungsrichtlinien für die Sportpraxis

Grundregeln

- Bedarfsdeckende Energiezufuhr
- Adäquate Getränkeauswahl
- Bedarfsangepasste Kohlenhydratzufuhr
- Berücksichtigung des Glykämischen Index
- Keine Fettphobie
- Kein Verzicht auf tierische Proteinlieferanten
- Überwachung des Vitamin- und Mineralstoffstatus
- Maßvoller Umgang mit Fastfood, Süßwaren und Alkohol
- Ernährung nicht dem Zufall überlassen, Speisepläne erstellen
- Kein Kalorienzählen, keine Radikaldiäten, kein ständiges Wiegen

Referenzwerte

Tab. 1.1: Zufuhrempfehlungen für energieliefernde Nährstoffe		
	Referenzwerte für D, A und CH (2000)	Dietary Reference Intakes für USA u. Kanada (2002)
Kohlenhydrate	> 50 En%	45 bis 65 En%
• einfache Zucker	keine Zahlenangabe	≤ 25 En%
Fette	30 bis 35 En%	20 bis 35 En%
• gesättigte Fettsäuren	≤ 10 En%	keine Zahlenangabe
• einfach ungesättigte Fettsäuren: ω-9	≥ 10 En%	keine Zahlenangabe
• mehrfach ungesättigte Fettsäuren:	7 bis 10 En%	5,6 bis 11,2 En%
ω-6	2,5 En% (Linolsäure)	5,0 bis 10,0 En%
ω-3	0,5 En% (α-Linolensäure)	0,6 bis 1,2 En%
Verhältnis von ω-6 zu ω-3	5 zu 1	5 bis 15 zu 1
Proteine	10 En%	10 bis 35 En%
Alkohol	20 g/Tag (♂), 10 g/Tag (♀)	40 g/Tag (♂), 20 g/Tag (♀)
Ballaststoffe	≥ 30 g/Tag	21 bis 38 g/Tag
Cholesterin	≤ 300 mg/Tag	keine Zahlenangabe

Lebensmittelbezogene Empfehlungen

Ernährungskreis

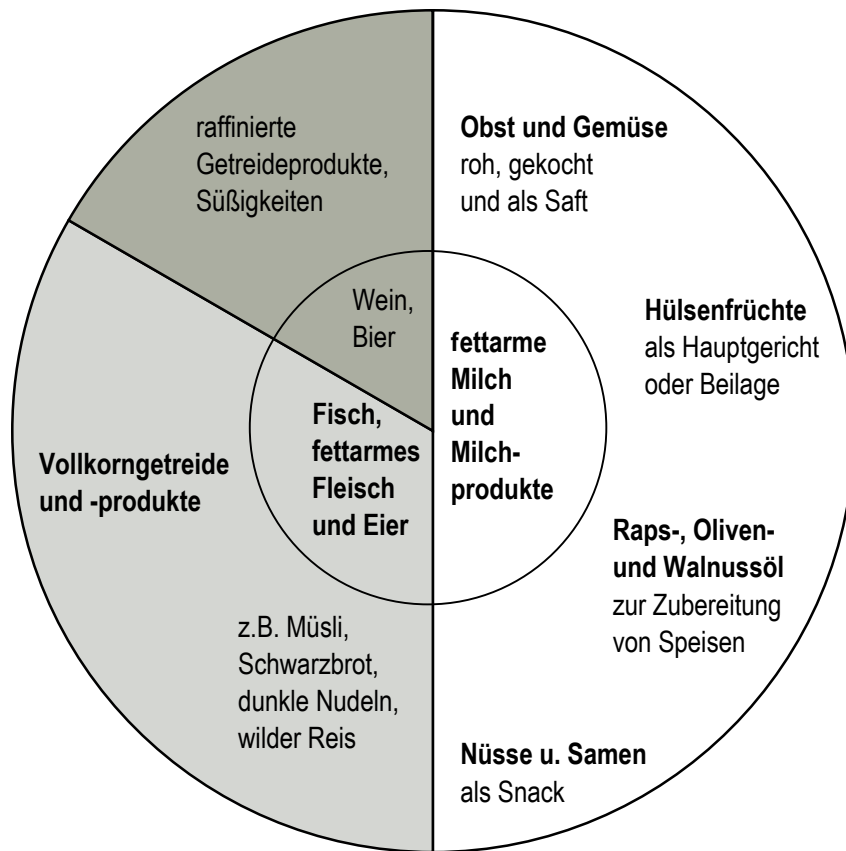


Abb. 1.1: Wünschenswerte Verteilung der verschiedenen Lebensmittel(gruppen)

2. Energie

Energieumsatz

Grundumsatz

Tab. 2.1: Täglicher Bedarf an Energie zur Aufrechterhaltung der Körperfunktionen in Abhängigkeit vom Alter		
	Männer	Frauen
15 bis unter 19 Jahre	1820 kcal (7,6 MJ)	1460 kcal (6,1 MJ)
19 bis unter 25 Jahre	1820 kcal (7,6 MJ)	1390 kcal (5,8 MJ)
25 bis unter 51 Jahre	1740 kcal (7,3 MJ)	1340 kcal (5,6 MJ)
51 bis unter 65 Jahre	1540 kcal (6,6 MJ)	1270 kcal (5,3 MJ)
65 Jahre und älter	1410 kcal (5,9 MJ)	1170 kcal (4,9 MJ)

Gesamtumsatz

- Summe aus Grundumsatz (Tab. 2.1) und Energiebedarf für Berufs- und Freizeittätigkeiten incl. Sport (Leistungsumsatz, Tab. 2.2), ausgedrückt als Vielfaches (physical activity level, PAL) des Grundumsatzes
- Nichtsportler: PAL 1,4 bis 2,0 je nach sitzender, stehender oder gehender Beschäftigung
- Breitensportler (4-5 Mal/Woche je 30-60 min): Zulage von 0,3 PAL-Einheiten
- Leistungssportler: im Durchschnitt PAL 2,4

Leistungsumsatz

	kcal/kg KG/h		kcal/kg KG/h
Gymnastik	3,8	Bergsteigen	7,2
Tischtennis	4,0	Fußball	7,8
Golf	5,0	Radfahren, 20 km/h	8,0
Krafttraining, Geräte	5,6	Walking	8,4
Aerobic	6,0	Skilanglauf	8,6
Tanzen	6,1	Schwimmen, Brust	9,6
Skiabfahrt	6,2	Laufen, 12 km/h	12,6
Reiten, Trab	6,4	Squash	12,8
Tennis	6,6	Laufen, 17 km/h	17,4

☛ Charakterisierung des Leistungsniveaus durch sportbedingten Energieverbrauch

Breitensportler: < 500 kcal/d

Leistungssportler: 500-2000 kcal/d

Ultraausdauersportler: > 2000 kcal/d (→ Ernährungsberatung)

energetische Unterversorgung wirkt längerfristig leistungsmindernd (vgl. Abb. 5.1)

Energiebereitstellung

Energieliefernde Stoffe während Belastung

	Reaktionstyp	Belastungsintensität
ATP, KP (Kreatinphosphat) → Dephosphorylierung	anaerob-alkalisch → wenige Sekunden	supramaximal → Sprintstrecke
Glukose → anaerobe Glykolyse	anaerob-laktisch → bis 5 Minuten	maximal → Mittelstrecke
Glukose → Oxidation	aerob/anaerob → 5 bis 30 Minuten	submaximal, „hoch“ → kurze Langstrecke
Fettsäuren, Glukose, (Aminosäuren) → Oxidation	aerob → über 30 Minuten	submaximal, „mäßig“ → (Ultra-)Langstrecke

Oxidationswasser

- 100 g Kohlenhydrate liefern 55 ml Wasser
- 100 g Fett liefern 107 ml Wasser
- 100 g Proteine liefern 41 ml Wasser

3. Flüssigkeit

Schweißverluste und Wasserresorption

Wasserbedarf

- Durchschnittsbedarf (Bilanzausgleich): 1,4 l/d
- Erhöhung des Wasserbedarfs: durch Flüssigkeitsverluste, z.B. in Form von Schweiß
- Schweißverluste beim Sport: 0,5-1,5 l/h, in feucht-heißen Regionen bis zu 2,5 l/h
- Abhängigkeit vom Leistungsniveau: Trainierte schwitzen schneller/mehr als Untrainierte

Entwässerung (Dehydratation)

- Definition: Abnahme des Körperwassergehaltes um mindestens 3 %
- Ursache: unzureichender Ausgleich von Flüssigkeitsverlusten (negative Wasserbilanz)
- Folgen: vermindertes Blutplasmavolumen, beeinträchtigte Schweißproduktion, erhöhte Körperkerntemperatur, vermindertes Leistungsvermögen
- Symptome: Abnahme von Blutdruck, Herzminutenvolumen, Extremitätendurchblutung, Sauerstoffaufnahme; Anstieg der Blutplasmaosmolalität

Flüssigkeitsersatz (Rehydratation)

- Einflussfaktoren: Magenentleerungsrate (Flüssigkeitsvolumen) und Resorptionsrate im Dünndarm (Osmolalität des Getränks)
- Verzögerte Wasserresorption (→ Durst): durch hypertone Getränke (Osmolalität > 290 mosmol/l), z.B. Limonaden, Colagetränke, Energydrinks, Malzbier, unverdünnte Obstsäfte
- Schnelle Wasserresorption: durch iso- und hypotone Getränke (s. Tab. 3.1)

Wasserintoxikation (Hyponatämie)

- Ursache: reichliche Zufuhr natriumarmer Flüssigkeit nach starken Schweißverlusten
- Folge: verminderte Natriumkonzentration im Plasma
- Symptome: Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit, Muskelkrämpfe

Trinkempfehlungen

Breitensportler (Leistungsenergieumsatz < 500 kcal/d)

- Schweißverluste: < 1,5 l pro Trainingseinheit
- Flüssigkeitszufuhr: während der Belastung unnötig → warten bis nach dem Sport
- Geeignete Getränke: alle (auch hypertone, die mit Ausnahme der Fruchtsäfte allerdings kaum essentielle Nährstoffe liefern); Alkohol in moderaten Mengen

Leistungssportler (500-2000 kcal/d)

- Schweißverluste: > 1,5 l pro Trainingseinheit/Wettkampf → trinken vor und während der Belastung, da dehydratationsbedingte Leistungseinbußen möglich
- Geeignete Getränke: iso- und hypotone; bei intensiven Belastungen bevorzugt kohlenhydrathaltige; Alkohol meiden
- Flüssigkeitszufuhr nach dem Sport: in Mengen bis zum Erreichen des Ausgangsgewichts

☀ Flüssigkeitszufuhr vor und während dem Sport

max. 500 ml ca. 20 Minuten vor Belastungsbeginn

max. 200 ml alle 15 bis 20 Minuten während der Belastung

besser kühle Getränke als warme, aber keine eiskalten

Getränke- und Mengen-Verträglichkeit im Training testen

Rehydratationsgetränke

	Osmolalität	Bemerkungen
Isotonischer Durstlöscher (Glukose-Elektrolyt-Lösung)	isoton	sollte pro Liter 60 bis 80 g Zucker (oder bis zu 150 g Maltodextrin) und 400 bis 1400 mg Natrium enthalten; zugesetzt sein können 400 bis 1400 mg Chlorid, 15 bis 225 mg Kalium, 40 bis 225 mg Calcium, 10 bis 100 mg Magnesium sowie Vitamine
Fruchtsaftschorle	isoton	enthält pro Liter etwa 60 g Zucker, wenn Fruchtsaft im Verhältnis 1 zu 1 bis 1 zu 2 mit Mineralwasser gemischt wird; natriumreiches Mineralwasser ist zu bevorzugen
Gezuckerter Tee	isoton	bis zu 80 g Zucker können pro Liter Früchte- oder Kräutertee zugesetzt werden; nachteilig ist der geringe Gehalt an Natrium
Alkoholfreies Bier	hypoton	enthält pro Liter etwa 50 g Dextrin und Maltose sowie 50 mg Natrium; Geschmack gibt Anreiz zum Trinken; diuretischer Effekt ist nachteilig
Süßmolke	hypoton	enthält pro Liter etwa 50 g Laktose und 50 mg Natrium
Tomatensaft	hypoton	enthält pro Liter je 15 g Glukose und Fruktose sowie 50 mg Natrium
Bouillon	hypoton	enthält pro Liter 1300 mg Natrium, wenn mit der 3-fachen Menge Wasser zubereitet
Mineralwasser	hypoton	kann pro Liter bis zu 1200 mg Natrium enthalten

4. Kohlenhydrate

Energiebereitstellung

Glykogen

- ATP-Bildungsrate: höher als die von Fett bei geringerem Sauerstoffverbrauch
- Reaktionstyp: aerob/anaerob als Funktion der Belastungsintensität (s. Abb. 4.1)
- Aufgaben: Energiebereitstellung im aktiven Muskel, Stabilisierung des Blutzuckerspiegels
- Vorrat (Glukose-Speicherform): ca. 350 g im Skelettmuskelgewebe und 90 g in der Leber
- Einlagerung: abhängig von der Höhe der Kohlenhydratzufuhr mit der Nahrung
- Suboptimale Reserven (unzureichende Kohlenhydratzufuhr): vorzeitige Ermüdung bei intensiven Ausdauerbelastungen (> 90 min)

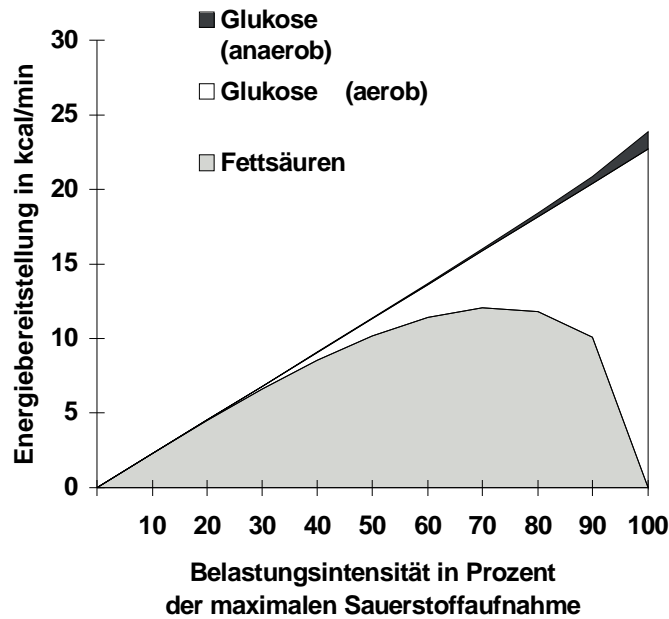


Abb. 4.1: Energiebereitstellung als Funktion der Belastungsintensität

Blutzuckerwirksamkeit

Glykämischer Index (GI)

- Definition: Verhältniszahl, die ausdrückt, um wieviel Prozent ein Lebensmittel den Blutzuckerspiegel unter standardisierten Bedingungen im Vergleich zu Glucose erhöht
- Verwendung: Einteilung der Lebensmittel in solche mit hohem, mittlerem und niedrigem GI (s. Tab. 4.1)
- Bedeutung: Alternative zur Einteilung der Kohlenhydrate in einfache (niedermolekulare) und komplexe (hochmolekulare)
- Beispiel: Vollkorngetreide hat den selben Gehalt an komplexen Kohlenhydraten wie raffiniertes Getreide, aber einen geringeren GI bei gleichzeitig höherer Nährstoffdichte
- Glykämische Last (GL): Maß für die Wirkung eines Lebensmittels oder einer Mahlzeit auf den Blutzuckerspiegel; Produkt aus GI (in %) und Kohlenhydratgehalt pro Portion

	Beispiele	Wirkung
Hoher GI (≥ 65)	Bonbons (80), Sportlergetränke (78), Kartoffeln, gekocht (76), Weizenbrot (70), Roggenbrot (69), Haushaltszucker (65)	kurzfristige starke Erhöhung des Blutzuckerspiegels, gefolgt von Absinken unter Ausgangswert → Hungerast
Mittlerer GI (41-64)	Reis, poliert (64), Colagetränke (63), Müsliflocken (56), Banane, reif (52), Orangensaft (50), Pasta (48), Milchschokolade (43), Pumpernickel (41)	moderate Schwankung des Blutzuckerspiegels (Ausmaß abhängig von der zugeführten Kohlenhydratmenge)
Niedriger GI (≤ 40)	Apfelsaft (39), Tomatensaft (38), Apfel (37), Joghurt (36), Birne (33), Karotten, gekocht (32), Aprikosen, getrocknet (29), Kidneybohnen (28), Vollmilch (27), Karotten, roh (16), Erdnüsse (14), Kohlgemüse (< 1), tierische Produkte (0)	geringe Schwankung des Blutzuckerspiegels → präventiv gegen Übergewicht, Insulinresistenz, Fettstoffwechselstörungen, Bluthochdruck u.ä. Zivilisationskrankheiten

Verzehrsempfehlungen

Vor der Belastung

- Ziel: Auffüllung der Leberglykogenspeicher, v.a. nach der Nacht
- 2 bis 4 Stunden vor Beginn: größere Mahlzeit mit mittlerem GI, z.B. Nudeln, Reis, Müsli
- 30 Minuten vor Start: kleiner Imbiss mit mittlerem bis hohem GI, z.B. Banane, Energieriegel

Während der Belastung

- Ziel: Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels bei Aktivitäten von mehr als 90 min Dauer
- In Abständen von 30 Minuten: 0,5 g Kohlenhydrate/kg KG, z.B. in Form von Saftschorle, isotonem Sportlergetränk, ggf. Powergel mit Mineralwasser

Nach der Belastung

- Ziel: Resynthese des verbrauchten Glykogens nach intensiven Belastungen
- 1 bis 2 Stunden nach Ende: Zufuhr von ca. 100 g Kohlenhydraten, bevorzugt Lebensmittel mit hohem GI, z.B. Brot, Kartoffeln
- Bis 24 Stunden nach Ende: 10 g Kohlenhydrate/kg KG nach den Prinzipien der Basiskost

☛ Wünschenswerte Höhe der Kohlenhydrat-Zufuhr

bei < 10 h Training/Woche: 5 bis 7 g/kg KG/d

bei > 10 h Training/Woche: 8 bis 10 g/kg KG/d

Wettkampf-Ernährung

Kohlenhydrat-Superkompensation (“Tapering“-Methode)

- Zweck: Erhöhung der Muskelglykogenkonzentration (maximal 40 %) im Rahmen der unmittelbaren Wettkampfvorbereitung
- Einsatz: bei muskelglykogenentleerenden Belastungen wie Marathon, Triathlon, Zehnkampf
- Vorgehen (5 Vorwettkampftage): graduelle Reduktion des Trainingsumfangs von 90 auf 30 Minuten bei gleichzeitiger Erhöhung der Kohlenhydratzufuhr von 50 auf 70 Energie%

Tab. 4.2: Ausgewählte Lebensmittel mit ≥ 70 Energie% Kohlenhydraten

	K	F	P	E		K	F	P	E
Honig	99	0	1	303	Reis, unpoliert	86	6	8	342
Rosinen	94	2	4	278	Marone	86	9	5	192
Honigmelone	93	2	5	54	Roggenknäckeibrot	84	4	12	312
Dörrpflaumen	93	3	4	222	Orange	84	5	11	41
Banane, reif	92	2	6	92	Löffelbiskuits	81	11	8	407
Weintrauben	92	4	4	70	Roggenbrot	81	5	14	201
Pflaume	91	4	5	49	Spaghetti	79	7	14	354
Birne	91	5	4	55	Hirse	79	10	11	112
Apfel	91	7	2	54	Zwieback, eifrei	79	11	10	368
Corn flakes	90	2	8	353	Karotte	77	7	16	25
Pfirsich	90	2	8	42	Erdbeeren	77	12	11	33
Aprikose, getrocknet	89	2	9	240	Mais	72	13	15	87
Kartoffelknödel, trocken	88	4	8	336	Weißkohl	70	7	24	25
Mandarine	88	6	6	47	Haferflocken	70	17	14	366
Kartoffel	86	2	12	70	Tomate	70	10	22	19

Abk.: K = Kohlenhydrate [En%], F = Fett [En%], P = Protein [En%], E = Energie [kcal/100 g]

5. Fette

Verzehrsempfehlungen

Referenzwerte

- Beschränkung der Energiezufuhr in Form von Fetten auf 35 %
- Verteilung zu je einem Drittel auf gesättigte, einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren
- Bedarfsdeckung der essentiellen Fettsäuren (Linol- und α -Linolensäure)
- Reduktion der Zufuhr an ω -6-Fettsäuren zu Gunsten der ω -3-Fettsäuren
- Weitgehende Vermeidung von trans-Fettsäuren

☛ Wünschenswerte Höhe der Fettzufuhr

weniger als 30 Energie% Fett können sich leistungsmindernd auswirken (s. Abb. 5.1), in Ausnahmefällen (Ultra-Langstrecke) dürfen bis zu 40 Energie% Fett zugeführt werden

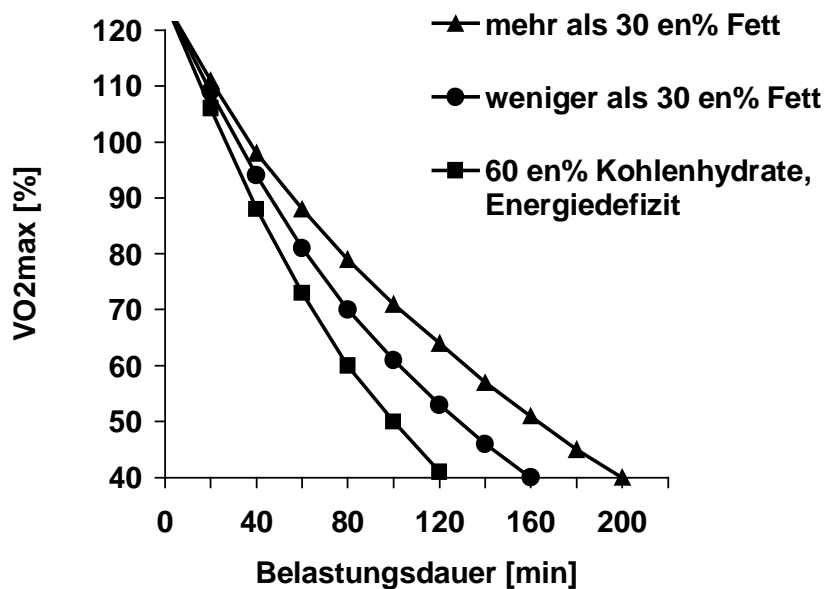


Abb. 5.1: Intensitäts-Dauer-Verhältnis bei unterschiedlicher Hauptnährstoffrelation

Lebensmittelauswahl

- Obst und Gemüse: von Natur aus fettarm → reichlich zu genießen
- Streichfette (z.B. Butter, Margarine): tragen zu hoher Fettzufuhr bei → maßvoller Umgang
- Pflanzenöle: fettreich, aber hoher Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren (z.B. Oliven-, Rapsöl) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (z.B. Perillaöl, Leindotteröl, Walnussöl) → Zubereitungsfett der Wahl
- Nüsse und Samen: fettreich (ca. 80 En%), aber hoher Anteil an einfach ungesättigten Fettsäuren → in Maßen für Zwischendurch
- Fisch: wichtige Quelle für ω -3-Fettsäuren → die fetten Arten bevorzugen
- Fleisch, Milch und daraus hergestellte Produkte (s. Tab. 5.1): Lieferanten überwiegend gesättigter Fettsäuren → fettarme Erzeugnisse auswählen
- Fastfood und Snacks (s. Tab. 5.1): vergleichsweise hohe Gehalte an gesättigten und trans-Fettsäuren → Verzehr nur ausnahmsweise

Tab. 5.1: Ausgewählte Lebensmittel mit hohem Gehalt an gesättigten u. trans-Fettsäuren

	Fett [Energie%]	Energie [kcal/100g]		Fett [Energie%]	Energie [kcal/100g]
Schlagsahne	92,6	308	Milchschnitte	56,8	420
Leberwurst	88,3	420	Croissant	53,6	327
Salami	86,2	519	Nussnougatcrème	52,9	533
Wiener Würste	78,7	279	Eiscreme	51,4	205
Camembert	73,7	314	Apfelstrudel	47,0	230
Gouda	72,0	365	Kleingebäck	46,7	515
Hühnerei	65,4	154	Pommes frites	46,5	306
Sahnetorte	61,6	365	Big Mac	45,8	238
Kartoffelchips	59,1	533	Salzkräcker	44,0	512

6. Proteine

Bedarf und Zufuhr im Ausdauersport

Breitensportler

- Proteinbedarf: mäßige Erhöhung durch Oxidation glukogener Aminosäuren
- Empfohlene Zufuhr: 0,8-1,2 g Protein/kg KG/d je nach Dauer und Intensität des Trainings

Leistungssportler

- Proteinbedarf: nahezu Verdoppelung auf 1,35 g/kg KG/d wegen begrenzter Glukose-Verfügbarkeit (s. Abb. 6.1)
- Empfohlene Zufuhr (Bedarf + Sicherheitszuschlag): 1,6 g Protein/kg KG/d

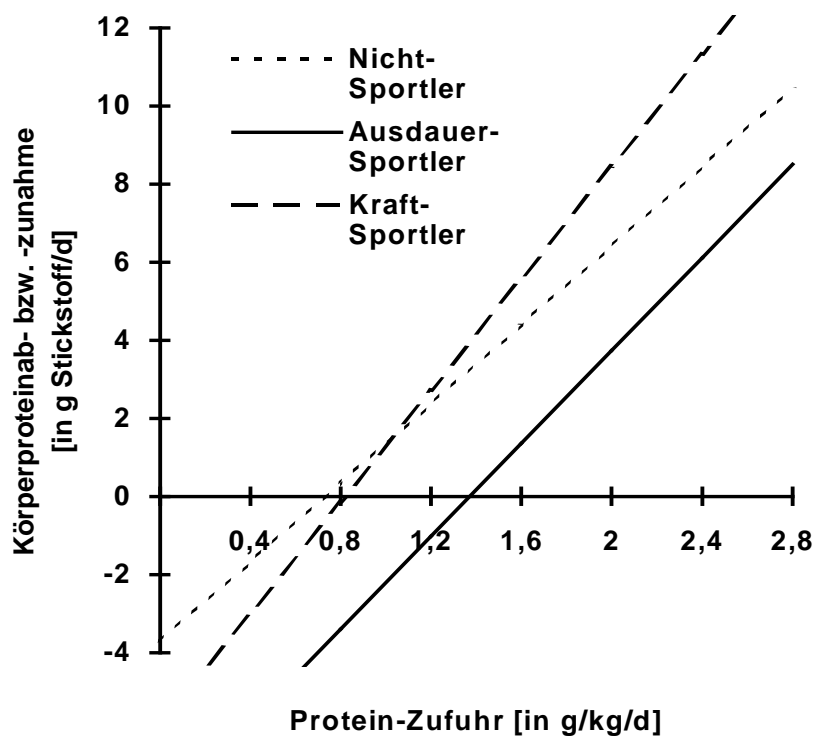


Abb. 6.1: Proteinbedarf bzw. erforderliche Zufuhr zum Stickstoff-Bilanz-Ausgleich

Bedarf und Zufuhr im Kraftsport

Breitensportler

- Proteinbedarf: mäßige Erhöhung durch Regenerationsvorgänge
- Empfohlene Zufuhr: 0,8-1,2 g Protein/kg KG/d je nach Dauer und Intensität des Trainings

Leistungssportler

- Proteinbedarf: Erhöhung auf 0,85 g/kg KG/d bei muskelerhaltendem Training (s. Abb. 6.1), zuzüglich 0,05 g/kg KG/d für Muskelaufbau
- Empfohlene Zufuhr (Bedarf + Sicherheitszuschlag): 1,2 g Protein/kg KG/d

Proteinversorgung in der Praxis

Omnivore versus Veganer

- Fleischesser und Ovo-Lacto-Vegetarier: Breitensportler verzehren rund 1,4 g Protein/kg KG/d, Leistungssportler bis zu 2,8 g/kg KG/d (ohne Proteinkonzentrate)
- Strenge Vegetarier: mühelose Deckung des Proteinbedarfs durch gezielte Kombination von pflanzlichen Eiweissquellen, z.B. Soja mit Hirse oder Bohnen mit Mais

☛ Wünschenswerte Höhe der Proteinzufuhr

10 bis 15 Energie% Protein reichen aus, um den Bedarf des Sportlers zu decken, denn der Proteinabbau erfolgt nicht überproportional zum Energieverbrauch

Proteinkonzentrate

- Verwendung: Zusatzprotein für Kraftsportler, die insgesamt bis zu 4,0 g/kg KG/d aufnehmen
- Notwendigkeit: keine, denn vollwertige Ernährung deckt Proteinbedarf
- Hauptbestandteil: tryptisch angedautes Molkenprotein → Dipeptide, einzelne Aminosäuren
- Bioverfügbarkeit der Aminosäuren: kein Unterschied zu unbehandelter Milch
- Vorteil: geringerer Cholesterin-/Purin-Gehalt als in tierischen Lebensmitteln
- Nachteil (> 2 g Protein/kg KG/d): aus überschüssig zugeführten Aminosäuren entstehender Harnstoff muss renal ausgeschieden werden → Flüssigkeitszufuhr auf 2-3 l/d erhöhen

7. Mikronährstoffe

Bedeutung im Sport

Verluste und Zufuhr

- Ausscheidung (Schweiß, Urin): wasserlösliche Vitamine, Elektrolyte, Spurenelemente
- Spareffekt (Schweiß): Abnahme der Vitamin- und Mineralstoffkonzentration mit zunehmender Belastungsdauer (s. Abb. 7.1); Ausnahme: Natrium
- Zufuhrempfehlung: Referenzwerte bezogen auf den Energierichtwert (Nährstoffdichten)
- Unterversorgung (meist ernährungsbedingt): i. A. negative Auswirkungen auf die Leistung
- Ausgleich von Defiziten (durch Supplemente): evtl. positive Effekte auf die Leistung
- „Extra-Portionen“ (Brausetabletten o.ä.): keine leistungsverbessernden Wirkungen
- Megadosierungen: evtl. Nebenwirkungen wie Durchfall oder Kopfschmerzen

☛ Zentrale These der Sportlernahrung, bezogen auf die Mikronährstoffe

unter Voraussetzung der Deckung des sportbedingten Mehrbedarfs an Energie kompensiert eine vollwertige Kost den Zusatzbedarf an Vitaminen und Mineralstoffen

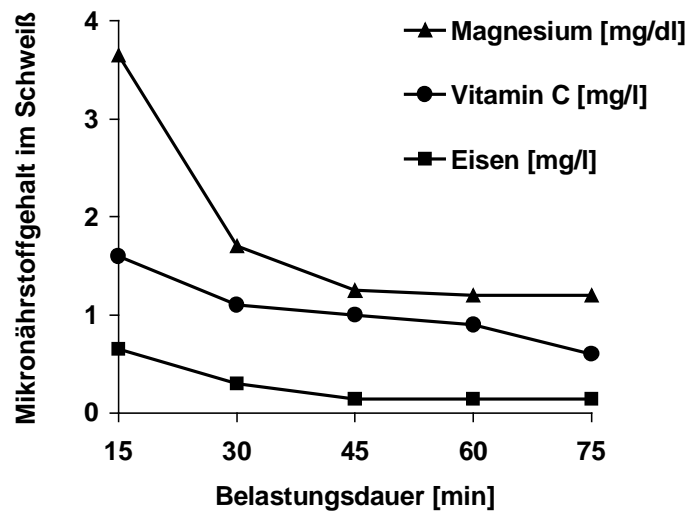


Abb. 7.1: Mikronährstoffverluste durch Schwitzen als Funktion der Belastungsdauer

Kritische Vitamine und Mineralstoffe

Tab. 7.1: Ursachen, Folgen u. Vermeidung eines Mangels an kritischen Mikronährstoffen			
	Ursachen für Defizit	Mangelercheinungen	Nahrungsquellen
Antioxidative Vitamine („ACE“)	erhöhter Bedarf bei Ausdauerbelastungen durch oxidativen Stress	Zellschädigung durch Sauerstoff-Radikale	gelbrotes und grünes Gemüse, Obst (Beeren, Aprikosen, Pfirsiche)
Magnesium	unzureichende Zufuhr kohlenhydratreicher pflanzlicher Lebensmittel (z.B. bei Diäten)	Muskelkrämpfe und andere neuro-muskuläre Störungen	Gemüse (Tomaten, Spargel, Kohl, Bohnen), grüner Salat, Kiwi, Beeren, Buttermilch, Vollkornbrot
Calcium	längerfristig negative Energiebilanz bei gleichzeitig unzureichender Zufuhr von Milch (produkten)	frühzeitig einsetzender Abbau von Knochen-substanz (Osteoporose), v.a. bei Ausdauerläuferinnen	Käse, Milch, Buttermilch, Joghurt, Gemüse (Grünkohl, Sauerkraut, Bohnen), grüner Salat
Eisen	erhöhter Bedarf, v.a. bei Läufern, durch erhöhte Ausscheidung (infolge verstärkter Erythrozyten-Zerstörung in Fußsohle) u. reduzierte Resorption	eingeschränkte Sauerstofftransportfähigkeit durch unzureichende Blutbildung	Fleisch, Geflügel, Fisch, grüner Salat, Gemüse (Spargel, Grünkohl, Tomaten, Sauerkraut, Bohnen), Beeren; Vit. C fördert die Resorption
Zink	erhöhter Bedarf durch körperliche Mehrbelastung und Stress (?)	Appetitlosigkeit, verzögerte Wundheilung, Infektanfälligkeit	Käse, Weizenkeime, Reis, Haferflocken, Knäckebrot, Fleisch, Geflügel, Ei, Fisch, Gemüse (Mais, Rosenkohl)
Jod	unzureichende Zufuhr (endemisch)	Kropf, Schilddrüsen-unterfunktion	Seefisch, Jodsalz, Rotwein, Champignons, Gemüse (Karotten, Brokkoli, Spinat), Milch, Ei, Roggenbrot

Substitution kritischer Mikronährstoffe

Breitensportler

- Supplemente: überflüssig bei vollwertiger Ernährung, da diese die Mikronährstoff-Verluste in Schweiß und Urin kompensiert

Leistungssportler

- Supplemente: evtl. erforderlich bei Zeit-Mengen-Problem, Reduktionskost, strengem Vegetarismus oder hohem Junkfood-Konsum
- Dosierung: < 3fache Menge der pro Tag empfohlenen Zufuhr
- Klinische Untersuchung: Erhärtung des Verdachts auf Unterversorgung; Überprüfung der Konzentrationen in Körperflüssigkeiten nach Substitution

8. Leistungsförderer

Definition und Klassifizierung

Begriffsbestimmungen

- Ergogene Hilfen: Substanzen, Methoden, Therapien und/oder Geräte, die die sportliche Leistungsfähigkeit über das durch Talent, Training und Ernährung erreichbare Maß hinaus (legal oder illegal) steigern sollen
- Dopingmittel: Substanzen, die aufgrund ihrer Natur, Dosierung oder Anwendung die Leistung des Athleten künstlich und unfair steigern

Kategorien

	Zweckbestimmung	Beispiele
Physiologische Hilfen	Erhöhung der Energieproduktionsrate und Verzögerung der Ansammlung von Ermüdungsstoffen	Regenerationshilfen (Massage, Physiotherapie), Sauerstoffzufuhr (Atemtechniken, Höhenttraining), <i>Blutdoping</i>
Pharmakologische Hilfen	Physiologische und psychologische Zwecke (s. dort)	<i>Anabolika, Stimulantien (v.a. Amphetamine), Analgetika, Diuretika, Beta-Blocker, Hormone u.a.</i>
Psychologische Hilfen	Verbesserung erfolgversprechender mentaler Bedingungen und evtl. Verminderung leistungsbeeinträchtigender mentaler Faktoren	Psychische Anregung (Aufmerksamkeitstraining, bildliche Vorstellung), psychische Beruhigung (Meditation, Yoga), Umfeldmanagement (soziale Betreuung, Beratung, Finanzierung)
(Bio)mechanische Hilfen	Erhöhung der mechanischen Effizienz zur Einsparung physischer und mentaler Energie	Optimierung von Körpermasse, Körperhaltung, Bekleidung und Ausrüstung
Ernährungsbezogene Hilfen	Vergrößerung der Energiereserven in der Muskulatur, Steigerung der Energieproduktionsrate und Vermehrung des Muskelgewebes	siehe Tab. 8.2

Ernährungsbezogene Leistungsförderer

Produktübersicht

Körpereigene Wirkstoffe/ Stoffwechselprodukte:	Kreatin, Inosin, Pyruvat, Lactat, Hydroxycitrat (HCA), Carnitin, Coenzym Q 10, Hydroxymethylbutyrat (HMB), Cholin, Inositol, α -Liponsäure, Orotsäure
Aminosäuren:	Taurin, verzweigtkettige Aminosäuren (BCAA), Tryptophan, Asparaginsäure, Arginin, Ornithin
Fettsäuren:	konjugierte Linolsäure (CLA), mittelkettige Triglyceride (MCT)
Vitamine:	Vitamin E und C (Medadosen), Vitamin B12, Folsäure
Mineralstoffe:	Natriumchlorid, Magnesium, Calcium, Kalium, Phosphor, Eisen, Zink, Selen, Kupfer, Chrom
Sekundäre Pflanzenstoffe:	Flavonoide
Enzyme:	Bromelain und Papain („fat burner“)
Alkaloide:	Koffein

Generelle Bewertung

- Leistungsverbessernde Wirkungen (Ausdauer-/Schnellkraftbereich): nicht nachweisbar in kontrollierten Doppelblindstudien; Ausnahmen: Kreatin, Koffein (s.u.)
- Nebenwirkungen (z.B. Durchfall): möglich, v.a. bei hoher Dosierung

☛ Placebo Effekte

zumal neben positiven auch negative Placebo-Effekte auftreten können,
wird von der Verwendung ernährungsbezogener Leistungsförderer abgeraten

Kreatin

- Verwendung: Sportsportarten, Kraftsportarten, Wurf-/Sprungdisziplinen
- Zweck: Verbesserung intermittierender Maximalbelastungen (bei 50 % der Anwender)
- Wirkung: Verzögerung der Ermüdung durch Erhöhung des KP-Gehalts im Muskel → Erhöhung des Trainingspensums → Steigerung von Muskelmasse und Kraftleistung
- Nebenwirkungen: Durchfall, Gewichtszunahme (ca. 2 kg), erhöhtes Verletzungsrisiko (Wassereinlagerung in Muskelzellen), evtl. Muskelkrämpfe, Nierenbelastung

Koffein

- Verwendung: Ausdauersportarten
- Zweck: Verbesserung submaximaler Dauerbelastungen
- Wirkung (> 9 mg/kg KG): Beschleunigung der Lipolyse bei Belastungsbeginn (15 Minuten) → Glykogeneinsparung → Verzögerung der Ermüdung durch Unterzuckerung
- Nebenwirkungen (50-200 mg): beschleunigte Diurese, Bronchokonstriktion; (200-500 mg): Kopfschmerzen, Nervosität, Angst, Schlaflosigkeit

9. Essverhaltensstörungen

Anorexia athletica

Kriterien für „Sportler-Magersucht“

- Energiezufuhr: dauerhafte Restriktion auf < 1200 kcal/d
- Körpergewicht: > 5 % unter der Norm ohne Vorliegen organischer Erkrankung
- Psyche: übertriebene Angst vor Gewichtszunahme, evtl. verzerrte Körperwahrnehmung
- Physische Störungen: Magen-Darm-Beschwerden
- Evtl. zwanghafte körperliche Betätigung abweichend vom Trainingsplan
- Evtl. Abführverhalten wie Erbrechen, Laxativa-/Diuretika-Abusus
- Evtl. Heißhungerattacken
- Evtl. Oligo-/Amenorrhoe oder verzögerte Menarche

Risiko-Sportarten (zu 90 % Frauen betroffen)

- Ästhetische Disziplinen, z.B. Eiskunstlauf, Turnen, Rhythm. Sportgymnastik, Aerobic, Tanzen
- Ausdauer-Disziplinen, z.B. Mittel-/Langstreckenlauf, Gehen, Schwimmen, Radfahren, Rudern
- Gewichtsklassen-Disziplinen, z.B. Ringen, Judo, Karate, Bodybuilding

Gesundheitliche Folgeschäden

- Unterernährung: Defizit v.a. an Energie, Eiweiß, Calcium, Vitamin D und Eisen
- Athletische Triade: Essstörung, Amenorrhoe und Osteoporose (→ Stressfrakturen)
- Evtl. Entwicklungsverzögerung (Prämenarchetraining)

Therapie (interdisziplinär)

- Psychotherapeut: Verhaltens-, Gesprächstherapie
- Ernährungsberater: Ernährungstagebuch, Anti-Diät-Programm
- Arzt: Substitution mit weiblichen Geschlechtshormonen, Calcium und Vitamin D

Vorbeugung

- Ernährung: energiebedarfsdeckende, ausgewogene und vielseitige Kost
- Körpergewicht: realistisches Zielgewicht, moderate Methode/Dauer für Gewichtsreduktion
- Psyche: Betonung der Bedeutung der Ernährung für die körperliche Leistungsfähigkeit; keine Überbewertung der positiven Effekt eines niedrigen Körpergewichts auf die Leistung
- „Gewichtmachen“: keine Abführmaßnahmen vor Wettkämpfen

Weiterführende Literatur:

- Schek, A. (2003). Mediterrane Kost auch für Leistungssportler?! *Leistungssport*, 33 (5), 16-24.
- Schek, A. (2002). *Top-Leistung im Sport durch bedürfnisgerechte Ernährung*. Bd. 36 der Reihe „Trainerbibliothek“ des DSB. Münster: Philippka-Sportverlag.