

Energie

Energie ist die Grundlage des Lebens und ermöglicht jede sportliche Leistung. Ohne ausreichende Energieaufnahme über das Essen und Trinken kann aber niemand im Sport optimal leisten. Nachfolgender Überblick beleuchtet die wichtigsten Aspekte um das Thema Energie.

Wenn nicht anders angegeben, stammen die Informationen aus dem wissenschaftlichen Bericht der EFSA über den Energiebedarf des Menschen ¹.

Die Einheit der Energie

Der Energiegehalt von Nährstoffen und somit unserer Nahrung sollte gemäss internationalen Vorgaben in Joule (J) bzw. dessen Vielfachen Kilojoule (kJ) oder Megajoule (MJ) angegeben werden (1000 J = 1 kJ = 0.001 MJ). Dennoch wird in der Ernährung sowie Medizin immer noch hauptsächlich die veraltete Einheit «Kalorie» bzw. «Kilokalorie» verwendet.

Die Umrechnung von der veralteten Kalorie in Joule ist einfach: die Kalorienangaben können mit vier multipliziert werden. Umgekehrt können Angaben in Joule durch vier geteilt werden, um zur Kalorienangabe zu gelangen (die ganz genauen Faktoren sind: 1 kJ = 0.24 kcal bzw. 1 kcal = 4.18 kJ).

Energielieferanten

Für den gesunden Menschen sind drei Nährstoffe als Energieträger von Bedeutung: Kohlenhydrate, Fette und Proteine. Zudem liefert auch Alkohol verwertbare Energie (Tabelle 1).

Energieträger	Energiegehalt pro Gramm	
	kJ	kcal
Kohlenhydrate	17	4
Fette	38	9
Proteine	17	4
Alkohol	29	7

Tab. 1. Energiegehalt der vier Energielieferanten in unserer Nahrung.

Für ein sinnvolles Verhältnis der Energielieferanten in der Ernährung von nicht besonders körperlich aktiven Erwachsenen gibt es viele Empfehlungen. Die meisten entsprechen noch den langjährigen Bestrebungen, den Anteil der Fette und vor allem gesättigten Fettsäuren tief zu halten. Dabei wurde beim Protein die empfohlene Zufuhr nahe dem effektiven Bedarf festgelegt, ohne zu berücksichtigen, ob auch höhere Mengen problemlos oder sinnvoller sind. Dies führt automatisch zu einer hohen Empfehlung der Kohlenhydrate.

Viele Organisationen empfehlen somit einen hohen Kohlenhydrat- und niedrigen Fettanteil. Langsam erkennt man aber die solide Evidenz, dass eine tiefere Zufuhr an Kohlenhydraten bei wenig körperlich aktiven mit einem tieferen Krankheitsrisiko einhergeht ². Dafür kann man die Protein- und Fettzufuhr erhöhen (s. Alternative Empfehlung in Tabelle 2).

Makronährstoff	Empfohlene Zufuhr in Energieprozenten			
	DACH	EFSA	DRI	Alternative
Kohlenhydrate	> 50 %	45-60 %	45-65 %	ca. 40 %?
Fette	≤ 30 %	20-35 %	20-35 %	ca. 40 %?
Proteine	9-11 %	9-12 %	10-35 %	ca. 20 %?

Tab. 2. Aktuelle Empfehlung zur Verteilung der Makronährstoffe für gesunde Erwachsene mit geringer körperlicher Aktivität.

DACH: Referenzwerte der deutschsprachigen Länder ³

EFSA: Referenzwerte der European Food Safety Authority ⁴

DRI: Amerikanische Referenzwerte ⁵

Sportlerinnen und Sportlern benötigen hingegen eine höhere Kohlenhydratzufuhr, damit sie optimal leisten können ⁶. Bei ihnen werden auch keine negativen Auswirkungen auf die Gesundheit bei einer höheren Kohlenhydratzufuhr beobachtet. Der wahrscheinliche Grund: Die positiven Auswirkungen der sportlichen Betätigung lassen die negativen Auswirkungen einer hohen Zufuhr an Kohlenhydraten nicht entstehen.

Energieangaben: in % oder g/kg?

Die meisten Ernährungs- und Gesundheitsorganisationen geben die Empfehlungen für die Zufuhr der Kohlenhydrate und Fetten in Energie-% an. Dies ist solange in Ordnung, wie die Bevölkerung, für welche die Empfehlung gilt, in etwa einen ähnlichen Energiebedarf aufweist.

Für Sportlerinnen und Sportler machen aber relative Angaben in Energie-% kaum Sinn. Denn der Energiebedarf im Sport kann durchaus von weniger als 8 MJ bis mehr als 25 MJ pro Tag variieren. Im Sport gibt man daher seit langem die Empfehlungen nur noch absolut in Gramm Nährstoff pro Kilogramm Körpermasse an (=g/kg KM, Tabelle 3).

Egal ob die Empfehlungen relativ in Prozenten oder absolut bezogen auf die Körpermasse daher kommen, sie sind beide nicht praxistauglich. Viel einfacher sind die Empfehlungen der Lebensmittelpyramide für Sportlerinnen und Sportler. Diese berücksichtigen bereits die diversen Nährstoffempfehlungen und sind im Alltag einfach umsetzbar.

Zufuhr gemäss Lebensmittelpyramide in g pro kg KM		
	Geringe Aktivität*	Sportler/innen**
Kohlenhydrate	3.5	3 bis 12
Fette	1.3	1 bis 3
Proteine	1.5	1.2 bis 2.0

Tab. 3. Nährstoffzufuhr resultierend aus den Empfehlungen der Lebensmittelpyramide für Sportlerinnen und Sportler, bezogen auf die Körpermasse (KM).

* Entspricht der Nährstoffzufuhr gemäss Lebensmittelpyramide der Schweizerischen Gesellschaft für Ernährung.

** Gemäss internationalen Richtlinien für die Sporternährung und Lebensmittelpyramide für Sportlerinnen und Sportler ^{7,8}

Energiebedarf

Der gesamte Energiebedarf eines Menschen setzt sich vereinfacht dargestellt aus dem Grundumsatz und dem Bedarf für körperliche Aktivität zusammen. Zusätzlich benötigt der Mensch noch etwas Energie für Verdauung und Verstoffwechslung, was man als thermogenen Effekt der Nahrung bezeichnet und im Durchschnitt ca. 5-10 % der gegessenen Energie ausmacht. Im Weiteren ist der gesamte Energiebedarf auch abhängig von Wachstum, Schwangerschaft, Stillzeit, Verhalten, Krankheit, Stress oder Umwelt (Kälte oder Wärme).

Grundumsatz

Der Grundumsatz entspricht der minimal benötigten Energiemenge zur Aufrechterhaltung aller lebensnotwendigen Stoffwechselfunktionen eines gesunden Menschen, der sich seit mindestens acht Stunden in absoluter Ruhe befindet, wach ist und seit 10 bis 12 Stunden nichts gegessen hat.

Bei Personen mit geringer körperlicher Aktivität in Beruf und Freizeit macht der Grundumsatz den grössten Teil des gesamten Energiebedarfs aus (ca. 60 %). Er ist von vielen Fak-

toren abhängig, wobei vor allem die fettfreie Körpermasse ausschlaggebend ist. Die fettfreie Körpermasse (v.a. Muskulatur) nimmt im Alter üblicherweise ab, weshalb ältere Menschen generell einen niedrigeren Energiebedarf haben. Frauen haben wegen dem normalerweise geringeren Anteil an fettfreier Körpermasse sowie der geringeren Körpermasse einen um etwa 20 % tieferen Grundumsatz als Männer.

Für die Berechnung des Grundumsatzes gibt es viele Formeln. Hier ist es ganz wichtig zu wissen, dass alle immer nur eine ganz grobe Schätzung des tatsächlichen, individuellen Grundumsatzes ermöglichen. Die Genauigkeit des anhand von Formeln geschätzten Grundumsatzes liegt zwischen 30 und 75 %. Daher darf man die Ermittlung des individuellen Energiebedarfs im praktischen Umfeld den mit Formeln geschätzten Werten nicht allzu grosse Bedeutung schenken. Der einzig sinnvolle Weg zur Ermittlung des Grundumsatzes ist die individuelle Messung mittels so genannter Kalorimetrie.

Bedarf für Alltagsaktivitäten

Jede körperliche Aktivität wird durch Bewegung der Muskulatur verursacht und diese benötigt dafür Energie. Bereits die geringe Aktivität einer Person mit sitzender Berufstätigkeit und geringer Freizeitaktivität (also Stehen, Sitzen und wenig Gehen) entspricht in etwa 40 % des Grundumsatzes aus. In einem solchen Fall entspricht der gesamte Energiebedarf grob geschätzt das 1.4fache des Grundumsatzes (100 % Grundumsatz plus 40 % für die geringe Aktivität).

Der gesamte Energiebedarf wird dementsprechend oft durch ein Mehrfaches des Grundumsatzes ausgedrückt. Dieser Wert wird als «Physical Activity Level» (PAL) oder Metabole Einheit (MET) bezeichnet und beträgt unter üblichen Lebensbedingungen 1.2 bis 2.4 (Tabelle 4). Der Grundumsatz weist per Definition den PAL-Wert 1.0 auf. Für das Beispiel oben beträgt somit der PAL-Wert 1.4.

Verhalten/Situation	PAL	Beispiele
Grundumsatz	1.0	
Ausschliesslich sitzende oder liegende Lebensweise	1.2	Alte, gebrechliche Menschen
Sitzende Tätigkeiten mit wenig Freizeitaktivität	1.4-1.5	Büroangestellte, Feinmechaniker
Sitzende, zeitweilig gehende oder stehende Tätigkeit	1.6-1.7	Laborant, Student, Fliessbandarbeiter
Überwiegend gehende und stehende Arbeit	1.8-1.9	Verkäufer, Kellner, Mechaniker
Körperlich anstrengende berufliche Arbeit	2.0-2.4	Bauarbeiter, Landwirt, Waldarbeiter

Tab. 4. PAL-Werte verschiedener Tätigkeiten.

Energiebilanz

Die Energiebilanz zeigt die Differenz zwischen Energieaufnahme und -verbrauch. Sind Aufnahme und Verbrauch von Energie gleich gross, so spricht man von der Nullbilanz oder sinnbildlich von einer ausgeglichenen Energie-Waage (Abbildung 1). Bei einer positiven Energiebilanz ist die Aufnahme an Energie verhältnismässig grösser als ihr Verbrauch, die Waage würde nach links kippen. Über einen längeren Zeitraum führt eine positive Bilanz zu einer Gewichtszunahme, da der Überschuss an Energie zwingendermassen im Körper gespeichert wird.

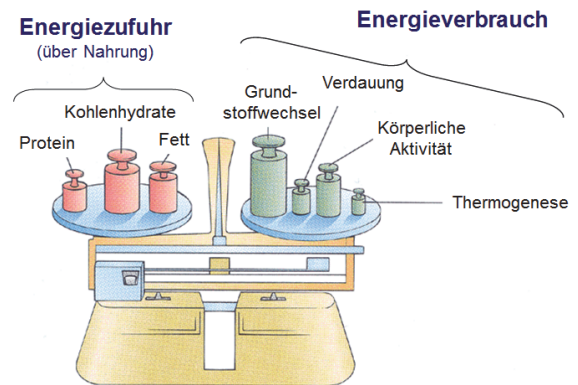


Abb. 1. Sinnbild einer ausgeglichenen Energiebilanz

Bei der negativen Energiebilanz ist es gerade umgekehrt. Es wird weniger Energie aufgenommen als verbraucht und somit muss der Körper zwingendermassen aus Körperreserven Energie freisetzen. Die Waage kippt nach rechts, mit der Zeit entsteht eine Gewichtsabnahme.

Lange glaubte man, dass es für die Ermittlung der Energiebilanz auf der Seite der Zufuhr nur die totale Menge an Energie relevant sei und es keine Rolle spielt, von welchem Nährstoff die Energie stammt. Dabei wird aber nicht berücksichtigt, dass je nach Art des Nährstoffs ein unterschiedlicher Verbrauch verursacht und auch eine unterschiedliche Sättigung erzielt wird. Wenn jetzt die gesamte Energiemenge auf der Waage links gleichgehalten wird, aber unterschiedliche Verhältnisse an Nährstoffen dafür verantwortlich sind, kann sich auf der rechten Waageschale ein unterschiedlicher Verbrauch einstellen. Die Energiezufuhr und der Energieverbrauch müssen daher als dynamisch und sich gegenseitig beeinflussend betrachtet werden. Es ist aber verständlich, dass dies nicht von allen gerne gehört oder akzeptiert wird. Denn es macht die gesamte Sache komplizierter.

Energiebedarf für den Sport

Für sportlich Aktive kommt neben Grundumsatz und Bedarf für Alltagsaktivitäten der Energiebedarf für das Training und den Wettkampf hinzu. Auch hier gibt es Formeln und angenäherte Werte. Aber auch hier sind diese Werte eben nur angenähert, die für eine genaue, individuelle Ermittlung des gesamten Energiebedarfs höchstens bedingt tauglich sind. Die grösste Sammlung an solchen angenäherten Werten stellt das «Compendium for physical activity» dar (<http://goo.gl/McW3kV>).

Energiespeicher

Der Körper kann Energie nur in Form von Fetten oder Kohlenhydraten speichern. Das Fett stellt dabei für den Körper die ideale Speichersubstanz dar. Es kann auf kleinstem Raum viel Energie speichern, da Fett erstens mehr als doppelt so viel Energie pro Gramm enthält als Kohlenhydrate und zudem nahezu wasserfrei gelagert werden kann. Bei der Speicherung der Kohlenhydrate muss fast das Doppelte des Speichergewichts an Wasser mit eingelagert werden. Zudem sind die Kohlenhydratspeicher sehr begrenzt. Sie machen praktisch nie mehr als ein Kilogramm aus.

Verfasser: Dr. Paolo Colombani
 Datum: Dezember 2018, Version 2.2
 Gültigkeit: bis Dezember 2021

Literatur

1. EFSA Panel on Dietetic Products NaA. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for energy. *EFSA J.* 2013; 11:305.
2. Barclay AW, Petocz P, Millan-Price J, Flood VM, Prvan T, Mitchell P et al. Glycemic index, glycemic load, and chronic disease risk - a meta-analysis of observational studies. *Am.J.Clin.Nutr.* 2008; 87:627–37.
3. DGE, ÖGE, SGE. D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2th edition. Neustadt an der Weinstraße: Neuer Umschau Buchverl. 2015.
4. EFSA. Dietary Reference Values for nutrients Summary report. *EFSA Supporting Publications* 2017; 14:1133.
5. Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press. 2002.
6. Burke LM, Hawley JA, Wong SHS, Jeukendrup AE. Carbohydrates for training and competition. *J.Sports Sci.* 2011; 29:S17-S27.
7. Thomas DT, Erdman KA, Burke LM. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J.Acad.Nutr.Diet.* 2016; 116:501–28.
8. Mettler S, Mannhart C, Colombani PC. Development and validation of a food pyramid for Swiss athletes. *Int.J.Sport Nutr.Exerc.Metab.* 2009; 19:504–18.