

Ernährungsinformationen - Energiebedarf und Energiezufuhr

Wofür braucht der Körper Energie?

Der menschliche Organismus braucht, wie jedes andere Lebewesen auch, Energie und Nährstoffe, um **"funktionieren"** zu können. Beides erhält der Körper mit der Nahrung, die im Verdauungstrakt soweit aufgeschlossen wird, dass ihm die einzelnen Nährstoffe zur Verfügung stehen. **Der Körper benötigt Energie und Nährstoffe, um folgende Aufgaben erfüllen zu können:**

- Erhaltung der Körperwärme
- Aufrechterhaltung körperlicher Funktionen - Gehen, Muskeltätigkeit, Verdauung, Organfunktionen etc.
- Aufrechterhaltung geistiger Funktionen
- Wachstum
- Wiederaufbau verloren gegangener Körperbestandteile, z. B. Haare, Fingernägel, Haut
- Stoffwechsellätigkeiten

Nährstoffe liefern Energie

Den Bedarf an Energie deckt der Körper aus der Oxidation der Nährstoffe Kohlenhydrate, Fett, (Alkohol) und zum Teil auch Protein/Eiweiss. Die "Verbrennung" erfolgt nicht, wie bei einem Ofen plötzlich und unter Flammenbildung, sondern geht langsam, in vielen Teilschritten vor sich. Die dabei freiwerdende Energie nutzt der Körper für die oben aufgeführten, vielfältigen Aufgaben.

Die Stoffwechselendprodukte (im Volksmund als "Schlackenstoffe" bezeichnet), die bei dieser Verbrennung entstehen, werden über die Atmung, über die Niere oder den Darm ausgeschieden.

Wodurch wird der Energiebedarf bestimmt?

Der Energiebedarf ist von Mensch zu Mensch und von Tag zu Tag verschieden. Wie viel Energie ein Mensch benötigt, hängt von vielen äusseren und inneren Einflüssen ab. Der Energiebedarf setzt sich zusammen aus:

Grundumsatz + Leistungsumsatz + Verdauungsverluste + nahrungsinduzierte Thermogenese = Gesamt-Energiebedarf

Sowohl der Grundumsatz als auch der Leistungsumsatz werden wiederum von vielerlei Faktoren beeinflusst, die im Weiteren näher erläutert werden. Für die Verdauungsverluste muss im Gegensatz zu Grund-, Leistungsumsatz und nahrungsinduzierter Thermogenese keine Energie aufgewendet, sondern Energie kompensiert werden.

Verdauungsverluste betreffen ca. 10 % der in den Lebensmitteln enthaltenen Energie. Sie ergeben sich dadurch, dass die Nahrung im Körper nicht vollständig aufgeschlossen wird und ein Teil der Nährstoffe über den Stuhl bzw. den Urin oder die Haut wieder ausgeschieden wird. Diesen Verlusten wird bei der Berechnung des physiologischen Brennwertes der Lebensmittel, der etwas geringer ausfällt als der physikalische, Rechnung getragen.

Die nahrungsinduzierte Thermogenese, in der älteren Literatur auch als "spezifisch-dynamische Wirkung" bezeichnet, berücksichtigt die Energie, die für den Transport, den Umbau und die Speicherung der Nährstoffe verwendet wird (wiederum ca. 10 %). Bei diesen Vorgängen entsteht vermehrt Wärme, daher auch die Bezeichnung "nahrungsinduzierte Thermogenese".

Grundumsatz

Der Grundumsatz wird auch Ruhe-Nüchtern-Umsatz genannt.

Er entspricht der Energiemenge, die ein Mensch in 24 Stunden, in völliger Ruhe und im Liegen zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur und für den Grundstoffwechsel (Herztätigkeit, Atmung etc.) im Durchschnitt benötigt.

Der Grundumsatz ist nicht bei allen Menschen gleich, sondern von Mensch zu Mensch verschieden und wird von vielen Faktoren beeinflusst. Er stellt den grössten Teil des Energieverbrauchs bei normaler körperlicher Belastung dar. Der Mensch ist als gleichwarmes Lebewesen darauf ausgerichtet, eine konstante Körpertemperatur von 36-37° C zu halten. Er verwendet etwa 60 % des Grundumsatzes für die körpereigene Wärmebildung.

Die verschiedenen Organsysteme sind in unterschiedlichem Ausmaß am grundlegenden Energieverbrauch beteiligt:

Organ	Prozentualer Anteil am Grundumsatz
Muskulatur	24 %

Leber	22 %
Gehirn	19 %
Niere	10 %
Herz	7 %
Fettgewebe	4 %
andere	14 %
total	100 %

Die wichtigsten Faktoren, die den Grundumsatz beeinflussen, sind:

- Alter ↓
- Geschlecht: Männer > Frauen
- Körperbau:
 - Grösse und Gewicht ↑
 - Prozentuale Körperzusammensetzung (Muskelmasse im Verhältnis zu Fett), abhängig von der Muskelmasse ↑
- Hormone ↑ oder ↓
- Stress ↑
- Fieber ↑
- Medikamente: evtl. ↑
- Klima: kalt > warm

Der durchschnittliche Grundumsatz wird üblicherweise mit 1 kcal (4,2 kJ) pro Kilogramm Körpergewicht pro Stunde angegeben.

Beispiel:

Ein körperlich gut trainierter 25-jähriger Mann mit einer Körpergrösse von 1,85 Metern hat einen höheren Grundumsatz als eine mässig trainierte 30-jährige Frau mit einer Körpergrösse von 1,65 Metern.

Leistungsumsatz

Jede weitere Leistung, die ein Mensch zusätzlich zum Grundumsatz vollbringt, verbraucht weitere Energie. Diese Energiemenge wird als Leistungsumsatz bezeichnet.

Arbeitsumsatz + Freizeitumsatz = Leistungsumsatz

Die Höhe des Leistungsumsatzes wird ebenfalls durch vielerlei Faktoren bestimmt. Die wichtigsten Faktoren, die den Umsatz beeinflussen sind:

- Muskeltätigkeit (z. B. Bewegung, Sport) ↑
- Energiebedarf für Wachstum (bei Kindern und Jugendlichen) ↑
- Wärmeregulation (bei unterschiedlichen Umgebungstemperaturen)
↑ oder ↓
- Verdauungstätigkeit ↑
- geistige Tätigkeit (nur geringer Einfluss) ↑

Berechnung des Energiebedarfs

Angaben über die Höhe der Energiezufuhr oder des Energiebedarfs erfolgen in Kalorien (kcal) oder Joule (J). Die Umrechnung kann mit Hilfe der folgenden Formeln erfolgen.

- bezogen auf Kilojoule (= 1000 Joule):
 - 1 kcal = 4,184 kJ (mit Faktor 4 multiplizieren)
 - 1 kJ = 0,239 kcal (mit Faktor 0,24 multiplizieren oder durch Divisor 4 dividieren)
- bezogen auf Megajoule (= 1000 Kilojoule oder 10^6 Joule):
 - 1000 kcal = 4,184 MJ (Megajoule)
 - 1 MJ = 239 kcal

Nach internationaler Übereinkunft ist die Einheit der Energie Kilojoule, **jedoch wird heute immer noch die Kilokalorie verwendet.**

Bestimmung des Grundumsatzes

Neben aufwendigen Verfahren wie der direkten und der indirekten Kalorimetrie stehen auch Formeln zur rechnerischen Ermittlung des Grundumsatzes zur Verfügung.

Dazu zählt z. B. die häufig zitierte Formel von Harris und Benedict aus dem Jahr 1919, die das Körpergewicht, die Körpergröße, das Alter und das Geschlecht berücksichtigt.

Formeln nach Harris und Benedict (1919)

Männer: $GU \text{ (kcal/d)} = 66,473 + 13,752 \cdot \text{Körpergewicht [kg]} + 5,003 \cdot \text{Körpergrösse [cm]} - 6,755 \cdot \text{Alter [Jahre]}$

Frauen: $GU \text{ (kcal/d)} = 655,096 + 9,563 \cdot \text{Körpergewicht [kg]} + 1,850 \cdot \text{Körpergrösse [cm]} - 4,676 \cdot \text{Alter [Jahre]}$

Auch die WHO entwickelte zusammen mit der FAO geschlechtsspezifische Formeln. Bei diesen wird ausser dem Geschlecht das Alter einbezogen.

Grundumsatz nach WHO (Frauen)

Altersgruppe	Formel
≤ 3 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,244 \cdot \text{KG [kg]} - 0,130$
3 - 10 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,085 \cdot \text{KG [kg]} + 2,033$
11-18 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,056 \cdot \text{KG [kg]} + 2,898$
19-30 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,062 \cdot \text{KG [kg]} + 2,036$
31-60 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,034 \cdot \text{KG [kg]} + 3,538$
> 60 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,038 \cdot \text{KG [kg]} + 2,755$

Grundumsatz nach WHO (Männer)

Altersgruppe	Formel
≤ 3 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,249 \cdot \text{KG [kg]} - 0,127$
3 - 10 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,095 \cdot \text{KG [kg]} + 2,110$

11-18 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,074 \times KG \text{ [kg]} + 2,754$
19-30 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,063 \times KG \text{ [kg]} + 2,896$
31-60 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,048 \times KG \text{ [kg]} + 3,653$
> 60 Jahre	$GU \text{ (MJ)} = 0,049 \times KG \text{ [kg]} + 2,459$

Die Berechnung des Grundumsatzes nach den Formeln der WHO ergibt einen Wert in der Einheit Megajoule (MJ). Der Grundumsatz lässt sich leicht in Kilokalorien umrechnen, indem dieser Wert mit dem Faktor 239 multipliziert wird.

In der Praxis legt man Referenzmasse zugrunde, die in folgender Tabelle aufgeführt sind. Es handelt sich dabei um Durchschnittswerte!

Durchschnittliche Höhe des Grundumsatzes:

Alter	Körpergewicht (kg)		Grundumsatz (kcal/Tag)	
	m	w	m	w
15-19 Jahre	69,2	59,5	1850	1430
19-25 Jahre	70,8	60,5	1730	1370
25-51 Jahre	70,7	60,0	1670	1310
51-65 Jahre	68,7	58,2	1580	1220
65 Jahre und älter	66,8	57,1	1530	1180

Quelle: D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 2. aktualisierte Ausgabe 2016

Bestimmung des Leistungsumsatzes

Der Leistungsumsatz schwankt erheblich, je nach Schwere der beruflichen Tätigkeit und je nachdem, wie stark der Körper dabei belastet wird.

Neben dem Arbeitsumsatz spielt auch der Freizeitumsatz mit hinein, der sehr variabel ist und von Mensch zu Mensch schwankt. Der Leistungsumsatz steht also für das gesamte Ausmaß an körperlicher Aktivität, kurz "PAL" (**p**hysical **a**ctivity **l**evel). Als Rechengröße beschreibt der PAL den zusätzlichen Energiebedarf, der sich durch den Leistungsumsatz ergibt, als ein Vielfaches des Grundumsatzes.

Arbeitsschwere und Freizeitverhalten	PAL	Beispiele
ausschliesslich sitzende oder liegende Lebensweise	1,2 - 1,3	immobile, bettlägerige, gebrechliche Menschen
ausschliesslich sitzende Tätigkeit mit wenig oder keiner anstrengenden Freizeitaktivität	1,4 - 1,5	Büroangestellte, Feinmechaniker
sitzende Tätigkeit, zeitweilig auch zusätzlicher Energieaufwand für gehende oder stehende Tätigkeiten, wenig oder keine anstrengende Freizeitaktivität*	1,6 - 1,7	Laboranten, Studierende, Fließbandarbeiter
überwiegend gehende und stehende Arbeit*	1,8 - 1,9	Verkäufer, Kellner, Mechaniker, Handwerker
körperlich anstrengende berufliche Arbeit oder sehr aktive Freizeittätigkeit*	2,0 - 2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Waldarbeiter, Bergarbeiter, Leistungssportler

**Pro Tag können zusätzlich 0,3 PAL-Einheiten für sportliche Betätigung oder für anstrengende Freizeitaktivitäten (30-60 Minuten, 4- bis 5-Mal pro Woche) hinzugerechnet werden.*

Quelle: [D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 2. aktualisierte Ausgabe 2016](#)

Richtwerte und Empfehlungen für die Energiezufuhr

Folgender Auszug gibt Ihnen einen Überblick über die durchschnittliche Höhe der Energiezufuhr pro Tag unter Berücksichtigung eines PAL von 1,6.

Alter	männlich	weiblich
15 bis unter 19 Jahre	3000 kcal	2300 kcal
19 bis unter 25 Jahre	2400 kcal	2200 kcal
25 bis unter 51 Jahre	2300 kcal	2100 kcal
51 bis unter 65 Jahre	2200 kcal	2000 kcal
über 65 Jahre	2100 kcal	1900 kcal

Quelle: [D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, 2. aktualisierte Ausgabe 2016](#)

Die Werte gelten für Personen, die eine körperlich leichte berufliche Tätigkeit ausüben.

Für andere Berufsgruppen sind folgende Zuschläge erforderlich:

- Mittelschwerarbeiter: ca. 600 kcal
- Schwerarbeiter: ca. 1200 kcal
- Schwerstarbeiter: ca. 1600 kcal

Bei der Arbeitstätigkeit unterteilt man in:

leichte Tätigkeit	mittelschwere Tätigkeit	schwere Tätigkeit	schwerste Tätigkeit
Büroangestellte/er	Schlosser/in	Maurer/in	Hochofenarbeiter
Hausfrau/-mann	Maler/in	Leistungssportler/in	Arbeiter im Steinkohl (Hauer)
Lehrer/in	Gärtner/in	Masseur/in	Hochleistungssportler

Schneider/in	Verkäufer/in	Dachdecker/in	Waldarbeiter
Pkw-Fahrer/in	Autoschlosser/in	Zimmermann	Stahlarbeiter

Tipp

Folgende Tabelle zeigt den Energiegehalt für einige Lebensmittel bezogen auf eine Portion und auf 100 g.

Lebensmittel	kcal pro Portion	Portionsgrösse	kcal pro 100 g	kJ pro 100 g
Sushi	1224	400	306	1283
Pommes frites	625	190	329	1379
Nüsse	576	100	576	2413
Pizza	550	250	220	920
Cheeseburger	417	150	278	1165
Fischstäbchen	380	150	253	1059
Spaghetti mit Tomatensosse	360	250	144	601
Croissant	357	70	510	2134
Bratwurst	289	100	289	1208
Hot Dog	267	115	232	971
Kekse	250	50	500	2093

Omelett	249	140	178	745
Fleischsalat (mit Mayonnaise)	233	50	466	1949
Schnitzel	223	125	178	747
Salzkartoffeln	215	250	86	561
Schokomüsli	193	50	385	1611
Thunfisch in Öl	169	60	281	1178
Laugenbrezel	165	55	300	1257
Bier	139	330	42	177
Vollmilchschokolade	107	20	535	2239
Apfel	76	125	61	255
Marshmallow	50	15	333	1394

Quelle: berechnet mit [PRODI expert®](#)

Körpergewicht

Die Energiezufuhr sollte dem Energiebedarf angepasst sein. Ist dies der Fall, resultiert daraus in der Regel ein normales Körpergewicht (Normalgewicht). Ist dies nicht der Fall, lässt sich das zumeist am Körpergewicht ablesen (**Übergewicht** oder **Untergewicht**).

Liegt die Energiezufuhr über dem Bedarf, so nimmt man an Gewicht zu. Man bezeichnet die Stoffwechselstörung als "**Übergewicht**", bei stärkerer Ausprägung als "**Adipositas**" (s. Einteilung krankhaftes Übergewicht oder Fettsucht).

Bei einer unzureichenden Zufuhr an Energie erfolgt eine Gewichtsabnahme. Der Körper erhält die Energie in diesem Fall aus der

Verbrennung der eigenen Fettreserven. Bei einer sehr starken, bewusst herbeigeführten Gewichtsabnahme spricht man von Magersucht (**Anorexie**).

Beurteilung des Körpergewichts

Zur Erfassung von Normalgewicht und Übergewicht wurden folgende Grösse-Gewicht-Indizes entwickelt.

Der Broca-Index

Die Entwicklung des Broca-Index wird dem französischen Arzt Paul Broca (1824-1880) zugesprochen. Dieser ist zwar sehr leicht zu handhaben, gilt jedoch als veraltet, da die Körpergrösse nicht adäquat berücksichtigt wird.

Normalgewicht = Körpergrösse in cm - 100

Der Body-Mass-Index (BMI)

Der Body-Mass-Index, übersetzt "Körpermasseindex", geht auf den belgischen Statistiker Quetelet (1796-1874) zurück. Die Masszahl wird auch in wissenschaftlichen Untersuchungen verwendet.

$BMI = \text{Körpergewicht (kg)} : \text{Körpergrösse (m)}^2$