



# Der Energieumsatz: Energieverbrauch - Energiebedarf

Dr. Kurt A. Moosburger, Facharzt für Innere Medizin und  
Sportarzt

---

- A. Der Grundumsatz
- B. Die postprandiale Thermogenese
- C. Arbeitsumsatz, Leistungsumsatz

Der Energieumsatz kann mittels Kalorimetrie ermittelt werden. Da die direkte Kalorimetrie messtechnisch sehr aufwändig ist (Messung der Wärmeabgabe des Organismus in einem Kalorimeter), wird heute in der Regel die indirekte Kalorimetrie angewendet. Deren Prinzip beruht darauf, dass die Nährstoffe oxidativ zu Wasser (H<sub>2</sub>O), Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) und stickstoffhaltigen Produkten abgebaut werden. Somit lässt sich der Nährstoffumsatz über die Atemgasanalyse (O<sub>2</sub>-aufnahme und CO<sub>2</sub>-abgabe) sowie die Stickstoffausscheidung im Urin erfassen und der Energieumsatz unter Verwendung der bekannten physiologischen Brennwerte berechnen.

Der Energieverbrauch bzw. -bedarf setzt sich aus dem Grundumsatz (GU), der nahrungsinduzierten Thermogenese und vor allem dem Bedarf für körperliche Aktivität (Arbeits- bzw. Leistungsumsatz) zusammen.

Weitere energieverbrauchende Faktoren sind Wachstum, Schwangerschaft und Stillperiode.

## A) Der Grundumsatz (GU):

Unter dem GU versteht man den Energieverbrauch unter strikten Ruhebedingungen. Er soll 12-14 Stunden nach der letzten Mahlzeit, kurz nach dem Aufwachen, bei völliger körperlicher Ruhe und unter thermoneutralen Bedingungen (27-31 Grad Celsius in unmittelbarer Körperumgebung) gemessen werden.

Der GU deckt den Energiebedarf aller inneren Organe, wie z.B. der

des Herzmuskels usw. Sogar Fettgewebe verbraucht etwas Energie und vor allem die Skelettmuskulatur, selbst wenn sie nicht "arbeitet" (Fettverbrennung). Die Muskelmasse bestimmt im wesentlichen die Höhe des Grundumsatzes, der somit auch von Geschlecht und Alter abhängt.

Nicht ganz so streng sind die Bedingungen für den **Ruhe-Nüchtern-Umsatz (RNU)**. Dieser wird auch 12-14 Stunden nach der letzten Mahlzeit, morgens, bekleidet, bei 24-26 Grad C Raumtemperatur und beim bequemem Sitzen gemessen. Der RNU liegt ca. 5% über dem GU.

GU und RNU erfassen alle in Ruhe und postabsorptiv ablaufenden Arbeitsprozesse wie:

- Biochemische Reaktionen im Intermediärstoffwechsel für Wachstum, Umbau, Neubildung, Erhaltung und Speicherung von Körpersubstanz
- Transportprozesse: Transport von Metaboliten (Stoffwechselzwischenprodukte) und komplexen Stoffwechselprodukten über Zellmembranen sowie intrazellulär, Ionentransporte bei Nervenaktivitäten und Informationsprozessen
- unwillkürliche mechanische Arbeit: Herz-Kreislauf-Arbeit, Atmung, Erhaltung des Muskeltonus

### Berechnung des GU

a) einfach: **Frau:  $700 + 7 \times \text{kg Körpergewicht}$**

**Mann:  $900 + 10 \times \text{kg Körpergewicht}$**

**GU = ca. 40 kcal pro m<sup>2</sup> Körperoberfläche und Stunde** (die Körperoberfläche spielt eine grosse Rolle bei der Wärmeabgabe. Sie lässt sich aus Körpergrösse und -gewicht berechnen bzw. sehr einfach anhand eines Normogrammes ablesen)

31-60 Jahre:	kg x 0,048 + 3,653
über 60 Jahre:	kg x 0,049 + 2,459

Werte in MJ/d ( x 239 => kcal/d)

Der Grundumsatz ist aber bei körperlich inaktiven Menschen niedriger, als diese Berechnungen erwarten würden! [siehe "[Fettverbrennung im Sport: Mythos und Wahrheit](#)"]

[nach oben](#)

## B) Die postprandiale Thermogenese:

Die nahrungsinduzierte Thermogenese (thermogene Wirkung der Nahrung) entspricht der Steigerung des Energieumsatzes nach Nahrungsaufnahme. Körpertemperatur und Wärmeabgabe an die Umgebung steigen nach Nahrungsaufnahme. Die postprandiale (=nach Nahrungsaufnahme) Thermogenese beruht darauf, dass für Verdauung, Resorption und Transport der Nährstoffe Energie benötigt wird und dass die diskontinuierliche Nahrungsaufnahme eine zwischenzeitliche Speicherung von Nährstoffen erfordert, um eine kontinuierliche Energieversorgung aller Körperzellen zu gewährleisten. Der Energieaufwand für diese Leistungen bewirkt eine postprandiale Steigerung des Grundumsatzes.

Die postprandiale Thermogenese ist geschlechts- und altersunabhängig und hängt nur von Art und Menge der aufgenommenen Nahrung ab. Sie macht 8 - 15% des täglichen Energieumsatzes aus und entspricht 2 - 4% der mit Fett, 4 - 7% der mit Kohlenhydraten und 18 - 25% der mit Protein aufgenommenen Energiemenge.

Die postprandiale Thermogenese hält nach einer proteinreichen Mahlzeit ca. doppelt so lange an wie nach einer kohlenhydrat- oder fettreichen Mahlzeit gleichen Energiegehaltes.

[nach oben](#)

## C) Arbeitsumsatz, Leistungsumsatz:

Der Energieaufwand für körperliche Aktivität und damit auch der tägliche Gesamtenergiebedarf lässt sich einerseits abschätzen bzw. aus dem Grundumsatz mit einem Multiplikationsfaktor halbwegs genau ermitteln. Bei körperlicher Aktivität kann man je nach Belastungsdauer und -intensität GU x 1.5 bis GU x 2.1 veranschlagen. Während des Zeitraums intensiver Muskelarbeit kann ein Mehrfaches des GU umgesetzt werden. Der Arbeitsumsatz bei leichter körperlicher Arbeit macht ca. 30% des GU aus.

Generell wird der individuelle Energieverbrauch bzw. -bedarf gerne überschätzt! Der Energieverbrauch bei körperlicher Belastung hängt wesentlich vom Ausmass der eingesetzten Muskelmasse ab (je mehr Muskeln arbeiten müssen, desto höher der Energieumsatz) und natürlich von der Intensität der Muskelarbeit.

Am besten kann man den Energieverbrauch bei einer bestimmten Belastungsintensität mittels einer Ergospirometrie ermitteln (Fahrrad oder Laufband), entweder nach der Formel

$$\text{kcal pro Stunde} = \text{VO}_2 \text{ (Sauerstoffaufnahme in Liter pro minute)} \times 60 \times 5$$

(Faktor 60 = Umrechnung min --> Std, Faktor 5 = Umrechnung Liter O<sub>2</sub> --> kcal),

wobei man für jede Belastungsstufe entsprechend der jeweiligen O<sub>2</sub>-Aufnahme den Kalorienverbrauch errechnen kann, oder, wenn man nur die maximale Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>max) kennt, den Energieverbrauch prozentuell davon ermitteln kann:

$$\text{z.b. bei 70\% VO}_2\text{max --> VO}_2\text{max} \times 0.7 \times 60 \times 5$$

Eine noch einfachere Ermittlung des Energieverbrauchs ermöglicht eine Software, die bei jeder Belastungsstufe anhand der Sauerstoffaufnahme (VO<sub>2</sub>) auch die metabolische Einheit "MET" errechnet:

**1 MET ist die O<sub>2</sub>-Aufnahme einer erwachsenen Person im Sitzen = 3.5 ml VO<sub>2</sub> pro Minute und kg Körpergewicht.**

Das Energieäquivalent von 1 MET in kcal/min = ca. 1 kcal pro kg Körpergewicht und Stunde (bei einem Körpergewicht von z.b. 70 kg entspricht 1 MET ca. 1.2 kcal/min).

Man braucht also nur die MET's der jeweiligen Belastungsstufe, die einen interessiert, mit dem Körpergewicht zu multiplizieren, um den Kalorienverbrauch pro Stunde für diese Belastungsintensität zu ermitteln.

Daneben lässt sich mittels **BIA** (Bioelektrische Impedanzanalyse) der Grundumsatz sowie der tägliche Gesamtenergieverbrauch anhand der Körpergewebszusammensetzung in Verbindung mit dem Ausmass der körperlichen Aktivität relativ genau ermitteln.

Quelle/Für den Inhalt verantwortlich: [Dr. Kurt A. Moosburger, Facharzt für Innere Medizin und Sportarzt](#)

Datum der letzten inhaltlichen Aktualisierung / Revision: August 2001