



Energieverbrauch und -speicherung
Was passiert mit der Energie
im Körper?

Wofür brauchen Menschen Energie?

Ob für lebensnotwendige Funktionen wie die Atmung oder für Bewegung und Sport, der Körper braucht Energie. Lebensmittelknappheit prägte lange Phasen der Evolution und Menschen hatten über Jahrtausende hinweg Probleme ihren Energiebedarf zu decken. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, dass uns fettreiche und süße Lebensmittel gut schmecken, denn sie liefern viel Energie. Doch heute stellen diese geschmacklichen Vorlieben in unseren westlichen Industrienationen ein Problem dar. Energiereiche Lebensmittel schmecken uns nicht nur gut, sie sind fast immer und überall verfügbar, so dass leicht viel mehr Energie aufgenommen wird als vom Körper benötigt. Hinzu kommt, dass durch überwiegend sitzende Tätigkeiten und weniger körperliche Arbeit der Energiebedarf niedriger ist als früher. Unter diesen Bedingungen ist die Energiebilanz häufig positiv und das Körpergewicht steigt.

Der Energieverbrauch des Menschen setzt sich aus vier Komponenten zusammen (Abbildung 1). Der Grundumsatz hat den größten Anteil. Er fasst die gesamte Energie zusammen, die der Körper braucht, um die lebensnotwendigen Funktionen zu erhalten. Wie hoch der Grundumsatz eines Menschen ist, ist abhängig von unterschiedlichen Faktoren, wie beispielsweise dem Alter, dem Geschlecht oder der Menge des vorhandenen Muskel- und Fettgewebes. Neben dem Grundumsatz gibt es noch zwei weitere Komponenten des Energieverbrauchs, die wir nicht bewusst beeinflussen können: die nahrungsabhängige Wärmeproduktion und der temperaturabhängige Energieverbrauch. Die nahrungsabhängige Wärmeproduktion umfasst dabei sämtliche Energie, die für die Aufnahme und Verdauung von Lebensmitteln verbraucht wird – vom Kauen über die Darmtätigkeit bis hin zur Erhöhung der Körpertemperatur. Unter dem Begriff temperaturabhängiger Energieverbrauch werden neben dem Bedarf, der für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur benötigt wird, auch die Aufwendungen für einen erhöhten Verbrauch in besonderen Lebenssituationen, wie Stress, zusammengefasst. Der Energiebedarf für diese Körperfunktionen ist normalerweise weitestgehend konstant. Im Gegensatz dazu ist der Anteil an Energie, der für die körperliche Aktivität erforderlich ist, sehr variabel und kann von uns bewusst beeinflusst werden. Menschen, die regelmäßig Sport treiben, haben einen deutlich höheren Energieverbrauch als körperlich inaktive Menschen.

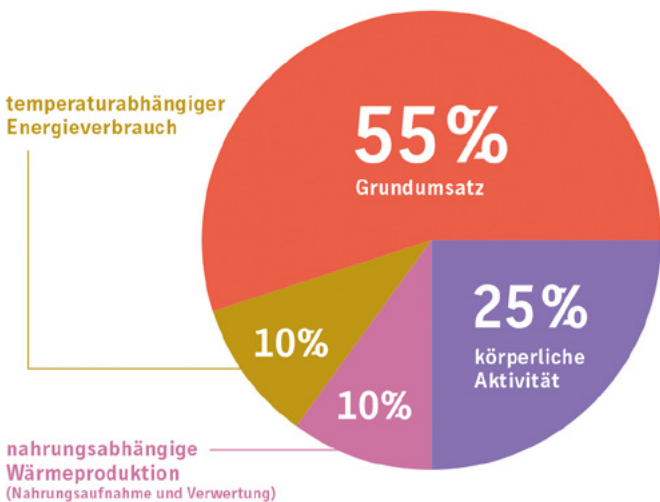


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Komponenten des Energieverbrauchs des Menschen

Wie kann der Grundumsatz gemessen werden?

Max Rubner war ein Pionier bei der Messung von Energie in lebenden Organismen. Er entwickelte eine Reihe von Instrumenten, um die Wärmemenge, die durch chemische, biologische und physikalische Prozesse organischer Materialien in lebenden Tieren entsteht, möglichst exakt messen zu können. Er erkannte schon bald, dass es nicht ausreicht nur die durch einen lebenden Organismus erzeugte Wärme zu messen, sondern auch dessen Sauerstoffverbrauch, den Kohlendioxidausstoß und die im erzeugten Wasserdampf enthaltene Energie zu erfassen. Alle Energieumsatzprozesse beruhen auf der chemischen Reaktion einer Oxidation. Bei diesem Reaktionstyp wird Sauerstoff verbraucht und Kohlendioxid sowie Wasserdampf freigesetzt – Vorgänge, deren Energiebilanz bekannt ist – so lässt sich dann über die Messung der Stoffe der Reaktion der Energieverbrauch vergleichsweise einfach ableiten. Bei der derzeit üblichen indirekten Kalorimetrie wird darum die Wärmemenge indirekt über den Sauerstoffverbrauch gemessen.

Der Energieumsatz beim ruhenden Menschen kann zum Beispiel über eine Haube erfasst werden, in die Luft geleitet wird. Die Atemluft wird ständig abgezogen und analysiert – der Energieverbrauch abgeleitet. Für die Bestimmung des Energieumsatzes bei körperlicher Anstrengung werden leichte Atemmasken verwendet, die einerseits eine freie Atmung und zugleich die Messung der ausgeatmeten Gase ermöglichen.

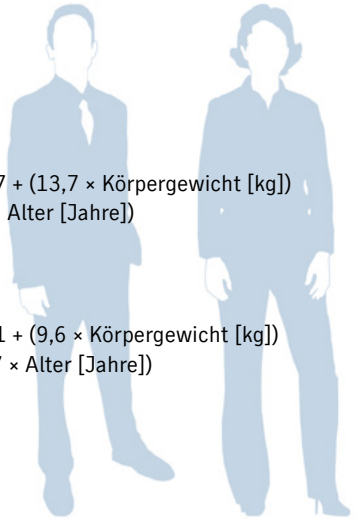
Da es nicht immer möglich ist, die aufwendige Grundumsatzmessung durchzuführen, wird diese häufig auf der Basis einer Formel berechnet. Eine Möglichkeit ist die Verwendung der Harris-Benedict-Formel, die schon 1918 von J. A. Harris und F. G. Benedict in der Fachzeitschrift *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA* veröffentlicht wurde. Bei Männern hängt der Grundumsatz im Gegensatz zu Frauen stärker von der Körperstatur und der Muskelmasse ab, was sich in der jeweiligen Formel niederschlägt.

Männer

Grundumsatz [kcal/24 h] = $66,47 + (13,7 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (5 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (6,8 \times \text{Alter [Jahre]})$

Frauen

Grundumsatz [kcal/24 h] = $655,1 + (9,6 \times \text{Körpergewicht [kg]}) + (1,8 \times \text{Körpergröße [cm]}) - (4,7 \times \text{Alter [Jahre]})$



Das Fettgewebe – Doktor Jekyll oder Mister Hyde?

Für das Überleben der Menschheit war es wichtig, dass in Zeiten von Lebensmittelknappheit körpereigene Energiereserven zur Verfügung stehen. Darum speichert der Körper in Zeiten des Überflusses Energie im Fettgewebe, wobei neuntausend Kilokalorien etwa 1 Kilogramm Fettgewebe entsprechen. Die Forschung der letzten Jahre zeigte jedoch, dass das Fettgewebe nicht nur ein Energiespeicher ist, sondern ein Gewebe, das neben Fettzellen auch Immunzellen enthält und viele Botenstoffe freisetzt (siehe Abbildung 2). Viele Menschen haben heute eine positive Energiebilanz und das Fettgewebe muss immer mehr Energie speichern. Diese Aufgabe erledigt das Gewebe, indem die einzelnen Zellen vermehrt Fett einlagern. Die Zellen werden dadurch immer größer und können – bei langanhaltendem Energieüberfluss – unter Umständen „platzen“ (siehe Abbildung 2). Die geplatzen Fettzellen locken Immunzellen aus anderen Teilen des Körpers an, deren Aufgabe es ist, das freie Fett und die Zellreste zu beseitigen.

Sowohl die „dicken“ Fettzellen als auch die einwandernden Immunzellen setzen entzündungs-fördernde Botenstoffe frei, die wiederum in der Entstehung verschiedener Übergewichts-bedingter Krankheiten eine Rolle spielen.

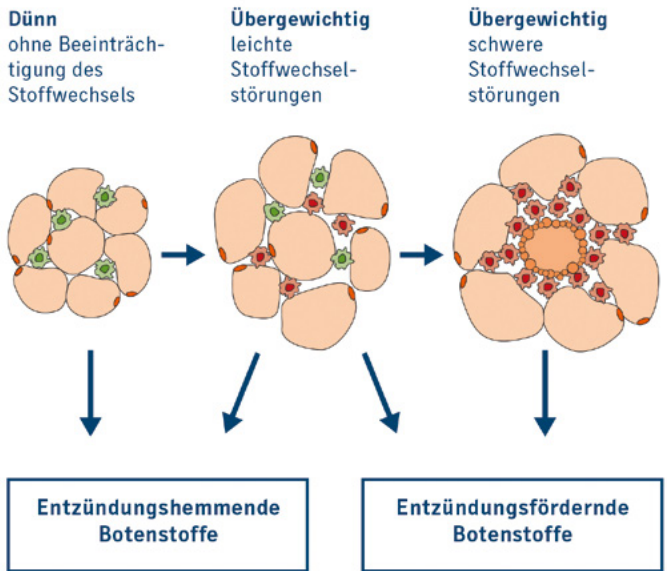


Abbildung 2: Veränderung im Fettgewebe bei langanhaltendem Energieüberschuss

Quelle Bilder

Titelseite und Seite 6 © Max Rubner-Institut



**Max Rubner-Institut
Bundeforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel**

Adresse Haid-und-Neu-Str. 9, 76131 Karlsruhe

Telefon +49 (0)721 6625-201

Fax +49 (0)721 6625-111

E-Mail kontakt@mri.bund.de

Internet www.mri.bund.de

Twitter [@MRI_Aktuelles](https://twitter.com/MRI_Aktuelles)