

Bernd Leitenberger



Das ist kein Diättratgeber

...aber eine Hilfe fürs Abnehmen

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Die Bausteine der Nahrung

Ernährungslehre, Postulate und Studien

Die Energie

Wasser

Das Eiweiß (Protein)

Kohlenhydrate

Fett (Lipide)

Vitamine

Mineralstoffe

Alkohol

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe

Die Verdauung

Der Bedarf an essenziellen Stoffen

Die Bedeutung für eine Diät

Vegetarische Kost

Alternative Ernährungsformen

Übergewicht - Ursachen und Risiken

Das mechanische Körpermodell

Was ist die beste Ernährung?

Wann hat man Übergewicht?

Die Risiken von Übergewicht

Der Verlauf einer Diät

Sport

Bekannte Diäten

Grundlagen aller Diäten

Der Jo-Jo-Effekt

Blitzdiäten und Fasten

Formulardiäten

Die Atkins-Diät

Dukan Diät

Meine Diät Empfehlung

Letzter Ausweg Operation?

Schlankheitspillen

Tipps rund um die Diät und das Essen

Problem Fertiggerichte

Nahrungsergänzungsmittel

Die Sache mit den Lightprodukten

Süßstoffe

Problem Kalorienzählen

Zusammen ist besser – das Weight Watchers Prinzip

Die Ernährungsumstellung

Eigene Erfahrungen

Fünf Jahre danach

Hör auf deinen Bauch

Die Paleo-Diät

Beweisfotos

Links und Literaturempfehlungen

Abkürzungen

Vorwort

Diätbücher gibt es wie Sand am Meer. Warum also noch ein Weiteres schreiben? Ich hielt das auch lange Zeit für überflüssig. Ich dachte, die Grundlagen der Ernährung sollten heute Allgemeinwissen sein. So viel gibt es auch nicht über eine Diät zu schreiben. Im Wesentlichen läuft es darauf hinaus, deutlich weniger zu essen, dabei die essenziellen Nährstoffe in ausreichender Menge zuzuführen und den Energieverbrauch durch Sport zu erhöhen. Tja, nun könnten Sie sich den Rest des Buches eigentlich schenken. Trotzdem gibt es ganze Wälzer über Diäten, meist gefüllt mit Selbsterfahrungsberichten, Tipps oder Rezepten.

Was in meinen Augen fehlt, ist ein Buch, das die Grundlagen der Ernährung und die verschiedenen Ansätze für Diäten erklärt, aber nicht für Experten geschrieben ist. Trotzdem würde ich kein Buch schreiben, wenn ich nur theoretische Ratschläge geben könnte, aber dem ist nicht so: 2006/2007 habe ich innerhalb eines Jahres mein Gewicht von 105,9 um 33,5 kg reduziert. Vier Jahre nach dem Ende der Diät lag es immer noch bei 78,4 kg. Nun habe ich nochmals abgenommen, um das was ich schreibe auch praktisch umzusetzen.

Wozu das Ganze? Wer über Ernährung und Lebensmittel Bescheid weiß, ist bekanntermaßen ernährungsbewusster und erfolgreicher bei Diäten. Daher hoffe ich, dass Sie durch dieses Buch besser informiert sind und es Ihnen hilft, abzunehmen oder Ihr Gewicht zu stabilisieren. Falls ja, dann lassen Sie es mich bitte wissen.

Ich habe das Buch in fünf Teile aufgegliedert, die aufeinander aufbauen, aber unabhängig voneinander gelesen werden können. Deshalb habe ich mir einige Wiederholungen erlaubt. Dadurch ergibt sich aber der angenehme Nebeneffekt, dass Sie die wichtigsten Dinge einige Male gelesen haben und sie danach „sitzen“. Teil 1 ist eine kurze Einführung in die Grundlagen der Nahrung. In Teil 2 wird behandelt, warum Menschen übergewichtig werden und welche Risiken dies zur Folge hat. Teil 3 stellt die Grundkonzepte verschiedener Diäten vor, ihre Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Teil 4 enthält Tipps und geht bei einigen Dingen mehr ins Detail.

Diese zweite Auflage entstand 2017, fünf Jahre nach der Ersten. Da es seitdem keine grundlegenden wissenschaftlichen Durchbrüche gab, habe ich das Buch nur um ein fünftes Kapitel erweitert, in dem ich zum einen meine persönlichen Erfahrungen mit eingeflochten habe, zum andern aber auch auf einige Buzzbegriffe eingehe, die mittlerweile en vogue sind.

Besonderen Dank schulde ich Arne Thomsen und Johannes-Gerhard Pulina für das Korrekturlesen des Manuskripts.

Die Bausteine der Nahrung

Jede Diät basiert darauf, die Energiezufuhr zu reduzieren. Daher ist es wichtig, über die elementaren Nahrungsbestandteile Bescheid zu wissen.

Dieses Kapitel ist in knapper Form eine Einführung in die wesentlichen Bestandteile der Nahrung. Es vermittelt Ihnen Basiswissen in Ernährungslehre. Sie dürfen bei einer Diät weniger essen, müssen aber nach wie vor Stoffe zuführen, die Ihr Körper für den Stoffwechsel und nicht zur Energiegewinnung benötigt.

Ein wichtiger Begriff in der Ernährung ist „**essenziell**“. Darunter werden die Nahrungsbestandteile verstanden, die von außen zugeführt werden müssen. Dies sind Stoffe, die der Körper nicht selbst bilden kann und die nicht durch andere ersetzt werden können. So sind alle Vitamine essenziell, nicht jedoch Kohlenhydrate, weil Kohlenhydrate nur für den Energiestoffwechsel benötigt werden und vom Körper aus Eiweiß und Fett erzeugt werden können. Der Begriff kann aber auch auf den Körper als Ganzes angewendet werden. Das bedeutet, wie viel der Körpersubstanz notwendig ist, damit der Mensch gesund bleibt. Macht man diese Aufstellung, so erhält man folgende Tabelle:

Zusammensetzung eines 65 kg schweren Mannes			
Komponente	Anteil [kg]	Anteil [%]	Davon essenziell [%]

Eiweiß	11	17,0	80
Fett	9	13,8	10
Kohlenhydrate	1	1,5	20
Wasser	40	61,6	90
Mineralien	4	6,1	60

Dies ist so zu lesen: Der Körper kann von den 9 kg Fett bis zu 8,1 kg (90%: Die Differenz von 100% - 10% essenzieller Anteil) ohne ernsthafte Schäden verlieren. Sehr deutlich wird hier, dass der Mensch praktisch nur auf Fett verzichten kann. Daher ist es auch die einzige Energiereserve, die wir haben.

Ernährungslehre, Postulate und Studien

Ich bin von Beruf Lebensmittelchemiker, obwohl Ernährungslehre (Ökotrophologie) auch eine Naturwissenschaft ist, vom Fachgebiet angesiedelt zwischen Medizin und Biochemie, unterscheidet sich die fundamentale Herangehensweise in der Ernährungswissenschaft doch stark von anderen Naturwissenschaften. Da in diesem Buch sehr oft von Studien oder heute gültigen Erkenntnissen die Rede ist, einleitendes Kapitel zur Problematik, wie abgesichert Erkenntnisse in der Ernährungslehre sind.

In der Naturwissenschaft überprüft man Hypothesen durch ein Experiment oder wenn dies nicht geht, durch Beobachtung. Das Letztere ist die deutlich schlechtere Möglichkeit, weil man dabei den "Versuchsaufbau", also die Umstände, nicht vorgeben kann und verschiedene Einflüsse, die man nicht beeinflussen kann, das Ergebnis verfälschen kann. Trotzdem kann man auch so zu Erkenntnissen kommen, die abgesichert sind, so in der Astronomie. In der Astronomie sind gar keine Experimente möglich, alles was wir über Sterne, Planeten, Galaxien und das Weltall wissen, stammt aus Beobachtungen.

In der Ernährungslehre ist man fast immer auf das Beobachten angewiesen. Es gibt einige Dinge, die man messen kann. So den Energieverbrauch bei verschiedenen Tätigkeiten, indem man den Kohlendioxid- und Sauerstoffgehalt der Atemluft bestimmt. Man kann aus beiden Parametern errechnen, wie viel Fett und

Kohlenhydrate dann jemand bei der Tätigkeit verbraucht. Auch der Eiweißbedarf und die biologische Wertigkeit von Eiweißen sind messbar, indem Personen eine Diät mit nur bestimmten Aminosäuren bekommen und man den Stickstoffumsatz misst - Stickstoff steckt vor allem in Aminosäuren und so kann man auf den Eiweißabbau schließen. Dies geht auch, weil es keinen Speicher für Protein gibt. Jede Veränderung sich also direkt durch Analyse der Ausscheidungen messbar ist.

Doch die Regel ist in der Ernährungswissenschaft die Beobachtung. Relativ gut abgesichert sind noch Ergebnisse über einzelne Wirkstoffe. Anhand der Plasmaspiegel kann man den Bedarf und die Vorräte von Vitaminen berechnen. Auf die wichtigsten Fragen, die jeder hat, nämlich wie man sich ernähren sollte, damit man gesund lebt, keine Krankheiten bekommt und alt wird, kann man mit Sicherheit, nach heutigem Stand der Wissenschaft, keine endgültige Antwort geben.

Das Mittel der Wahl ist in der Ernährungswissenschaft und Medizin die Studie: Die grundsätzliche Vorgehensweise ist folgende: Man sucht mindestens zwei Kollektive aus und verändert bei einem etwas in ihrer Ernährung. Dann protokolliert man alles, was es an Veränderungen gibt: aufgetretene oder besser gewordene Krankheiten, Gewicht, Fitness. Man nimmt regelmäßig Blutproben und untersucht sie. Im Idealfall kann man zwischen dem, was man verändert hat und dem Gesundheitszustand des einen Kollektivs einen statistisch eindeutigen Zusammenhang feststellen. Das zweite Kollektiv dient als Vergleichsgruppe. Schlussendlich braucht man eine Referenz, mit der man vergleichen kann. Es sollte sich vom zweiten in nichts unterscheiden. Weder in der Ernährung über den Beobachtungszeitraum (mit Ausnahme des untersuchten

Parameters) noch in der sozialen und medizinischen Zusammensetzung.

Man kann Studien manipulieren. Das geht bei der Vorselektion der Teilnehmer los, z.B. wenn in der Prüfgruppe jüngere, gesündere oder ernährungsbewusstere Teilnehmer als in der Vergleichsgruppe landen, dann wird ihr Resultat immer besser als bei der Vergleichsgruppe sein. Dann kann alleine die Zuwendung des Arztes, der ja an einem Effekt interessiert ist, schon bewirken, dass man in der Prüfgruppe bessere Ergebnisse hat: Der Placeboeffekt schlägt zu. Daher ist bei Medikamententests der Standard die Doppel-Blind-Studie: Beide Gruppen bekommen ein Medikament nur eines der „Medikamente“ ist ein Placebo. Ob ein Teilnehmer ein Placebo bekommt, oder nicht, wissen weder Versuchsteilnehmer noch betreuender Arzt, doch das ist in der Ernährung selten möglich, wenn sich jemand z.B. arm an gesättigten Fettsäuren ernähren soll, um deren Einfluss zu untersuchen, so bemerkt er natürlich, dass er bestimmte Nahrungsmittel nicht essen darf). Man kann an der Statistik tricksen. Das ist am beliebtesten. Es geschieht, indem man einfach Ergebnisse ausschließt, die einem nicht passen oder nur einen Zeitraum betrachtet, der die eigene Hypothese bestätigt. So nimmt man bei der Atkinsdiät am Anfang schneller an, als mit dem Gegenstück Low-Fat. Über einen längeren Zeitraum liegt der Abnahmeerfolg allerdings dicht beieinander, weil bei Atkins nach kurzer Zeit die Gewichtsabnahme drastisch absinkt. Ähnliches beobachtet man bei Formulardiäten. Also wird man, wenn man diese Konzepte positiv darstellen will, nur die ersten Wochen betrachten.

Doch selbst bei ordnungsgemäß durchgeführten Studien kann man nur schwer die Frage beantworten, ob eine bestimmte Änderung über lange Zeit gesund ist. Dazu muss man ein sehr großes Kollektiv lange Zeit (über Jahre, besser

Jahrzehnte) beobachten. Nehmen wir mal das umstrittene Thema „cholesterinarme Ernährung“. Postuliert wird das eine hohe Cholesterinaufnahme Arteriosklerose begünstigt und damit Herz- und Koronarkrankheiten, eine der Haupttodesursachen in Deutschland. Ich kann dies natürlich an der Mortalität oder diagnostizierten Auftreten von Herzkrankheiten festmachen. Doch wenn ich eine Probandenschar von Erwachsenen jeden Alters nehme, dann muss ich sehr lange beobachten, bis ich einen statistisch signifikanten Zusammenhang sehe: Würde nämlich cholesterinreiche Ernährung innerhalb weniger Jahre zu den Krankheiten führen, dann gäbe es wesentlich weniger Übergewichtige. Da diese alleine schon durch ihren erhöhten Nahrungsbedarf mehr Cholesterin aufnehmen. Sie würden alle innerhalb kürzester Zeit sterben. Zudem ist die Sterberate bei Erwachsenen erst klein um nach dem 70.sten Lebensjahr erst langsam und dann schnell anzusteigen. Ich kann aber kein Kollektiv von über 80 jährigen nehmen, um einen deutlichen Effekt zu haben, weil wenn diese Herzfehler haben, dann sind die durch die bisherige Ernährung über 80 Jahre entstanden.

Eine fundierte Aussage würde voraussetzen das ich ein großes Kollektiv (wir reden hier über mindestens 10.000 besser 100.000 Teilnehmer) einen größeren Teil ihres Lebens (mindestens ein Jahrzehnt, besser zwanzig oder dreißig Jahre) untersuche und sich das Kollektiv nicht ändert - also z.B. Personen ausscheiden, weil sie sich nicht an die Diätvorgabe halten. Das ist aber praktisch unfinanzierbar und so lange wollen auch Mediziner nicht auf ihre Ergebnisse warten.

Wenn ich davon ausgehe, dass sich eine bestimmte Ernährung nicht erst bei Erwachsenen positiv oder negativ auswirkt, sondern schon bei Kindern (und man weiß, dass Kinder viel empfindlicher auf Fehlernährungen reagieren als

Erwachsene) dann müsste ich konsequenterweise mit Babys anfangen. Das ist aber schon aus ethischen Gründen nicht möglich.

Da man also offensichtlich nicht so an Erkenntnisse kommen kann, versucht man heute sie vor allem durch Metastudien zu gewinnen: Man fasst zahlreiche Einzelstudien zusammen, bewertet ihre Ergebnisse und ihre Vorgehensweise und sucht nach Gemeinsamkeiten. So kommt man auf die für eine gute Statistik nötige hohe Zahl an Probanden und die lange Untersuchungsdauer. Allerdings stammt das Material aus unterschiedlichen Studien, unterschiedlicher Herangehensweise, unterschiedlichen Kollektiven und unterschiedlichen Bedingungen. Das ist besser als eine einzelne Studie zu betrachten, aber noch weit weg von einer gesicherten Erkenntnis.

Daher kann die Ernährungswissenschaft hinsichtlich der Härte der Fakten nicht mit anderen Wissenschaften mithalten. Ich hatte in der Schule fünf Jahre lang Ernährungslehre. Die Empfehlungen wechseln erstaunlich oft im Laufe der Zeit. Damals wurde gelehrt, das Salz den Bluthochdruck steigert, der Gesamt-Cholesterinwert unter 280 mg/dl liegen sollte und man vor allem mehrfach ungesättigte Fettsäuren essen sollte, weil sie essenziell sind.

Heutiger Stand der Wissenschaft: Das Salz den Blutdruck steigert geht auf eine Studie zurück, die 1972 Lewis Dahl machte. Er gab Ratten Salz ins Futter und diese bekamen Bluthochdruck. Das wurde ohne Reflektion auf den Menschen übertragen. Das war der erste Fehler. Man kann einen Befund nicht 1:1 von einem Tierexperiment auf den Menschen übertragen. Verschiedene Organismen unterscheiden sich in ihrem Metabolismus. Der zweite Fehler war, dass die Fachwelt nicht schaute, wie viel die Ratten an Salz bekamen - auf unsere Kost umgerechnet

wären das 500 g Salz pro Tag gewesen. 1988 wurde dieser Tatbestand noch untermauert, als man bei 52 Völkern den Bluthochdruck und Salzkonsum bestimmte - mehr nicht. Indianer am Amazonas hatten kaum Bluthochdruck, sie aßen auch kaum Salz. Schon hatte man seinen „gesicherten“ Zusammenhang. Dass Bluthochdruck auch andere Ursachen haben kann, wie z.B. Stress wurde bei dieser Studie nicht berücksichtigt. Erst im neuen Jahrtausend hat man ernsthafte klinische Studien an Menschen durchgeführt. Das Ergebnis: 50 % der Menschen, die eine Anlage für den Bluthochdruck haben (und meist auch einen erhöhten Blutdruck) sind natriumsensitiv. Bei ihnen steigert Salz den Bluthochdruck. Bei der restlichen Bevölkerung steigt der Blutdruck auch bei hohem Salzkonsum nicht oder nur marginal an.

Ebenso ist es mit der Beurteilung der Fettsäuren. An der Einstufung, dass gesättigte Fettsäuren schlecht sind, hat sich nichts geändert, aber an der Beurteilung der anderen Fettsäuren. Früher riet man zu möglichst vielen mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Sie sind essenziell und sollten Arteriosklerose vorbeugen. In unserer Nahrung kommen vor allem zweifach ungesättigte Fettsäuren vor. Heute soll man gerade diese zweifach ungesättigten Fettsäuren auf das Minimum von 12 g/Tag, die man benötigt, reduzieren. Sie sind Bestandteil von Hormonen, welche die Entzündung die bei Arteriosklerose zu den Ablagerungen führt, fördern. Stattdessen sollte man mehr einfach ungesättigte Fettsäuren essen, da diese indifferent sind, also weder schädlich noch nützlich.

Beim Cholesterinwert sieht man den Einfluss der Pharmaindustrie, denn den kann man auch medikamentös senken. Der sogenannte Warnwert wurde in Deutschland laufend gesenkt und liegt heute bei 230 anstatt 280 mg/l. Damit haben etwa 40-50% der Bevölkerung einen

Cholesterinspiegel über diesem ersten Warnwert, hätten also eine Schwelle überschritten, bei der man mit Diäten oder Medikamenten einschreiten sollte. Doch der Beweis, dass dieser Spiegel beim Gesunden ohne andere Risikofaktoren tatsächlich zu einer Koronalkrankheit führt, bleibt aus. Auch aus der Logik heraus - es kann schlecht sein, dass die Hälfte der Bevölkerung dauerhaft medikamentiert werden muss, hat man in anderen Ländern dieses erste Warnlevel wieder angehoben. In England z.B. auf 260 mg/l.

Diese paar Beispiele sollten zeigen: Erkenntnisse der Ernährungslehre sind nicht in Stein gemeißelt, zumindest soweit sie über die Biochemie hinausgehen und den Organismus als ganzen oder die Ernährungsform betreffen. Ich habe mich in den Beispielen auf einzelne Wirkstoffe beschränkt. Viel schwieriger ist es, wenn man auf größere Zusammenhänge übergeht: Ist vegetarische Kost per se gesünder als Mischkost? Sollte man viel Obst und Gemüse essen? Schadet Fertignahrung dem Körper? Das sind Fragen, die Menschen bewegen und auf die man noch viel weniger heute zuverlässige Antworten geben kann.

Wenn ich in mein altes Ernährungslehrebuch aus den Achtzigern schaue und in ein Chemiebuch und das mit den jeweils aktuellen Ausgaben vergleiche, dann merkt man sofort den Unterschied. Das Chemiebuch ist bis heute gültig (wir reden in beiden Fällen von Grundlagenbüchern, also nicht welchen die bis ins kleinste Detail gehen - die Grundlagen der Chemie haben sich aber seit Jahrzehnten kaum geändert). Beim Ernährungslehrebuch gilt das für die Biochemie, einen Großteil der Physiologie, aber nur einen Bruchteil der Aussagen, die das konkrete Leben betreffen, vor allem Empfehlungen für oder gegen bestimmtes Essen oder für die Mengen von Vitaminen oder anderen Stoffen.

Besucht man die Webseite der DGE, der deutschen Gesellschaft für Ernährung, die für Deutschland die Referenzwerte für die Nährstoffe festlegt, sowie Aussagen über Ernährungsweisen trifft, dann findet man sehr häufig den Begriff „evidenzbasiert“. Dies bezieht sich (nach der offiziellen Definition) auf die Informationen aus wissenschaftlichen Studien und systematisch zusammengetragenen klinischen Erfahrungen, die einen Sachverhalt erhärten oder widerlegen. Kurzum: Man hat verschiedene Studien ausgewertet und ist zu diesem Schluss gekommen. Er ist aber nicht experimentell abgesichert und gerade Metastudien haben schon etliche Postulate gekippt, so z.B. dass Antioxidantien Krebs vorbeugen oder auch nur bei Erkältung etwas bringen.

Was sollten sie von diesem Kapitel mitnehmen: Seien sie kritisch. In einigen Jahren, bestimmt aber einigen Jahrzehnten, werden viele der aktuellen Erkenntnisse, die sie auf den folgenden Seiten finden, nicht mehr gelten oder zumindest korrigiert werden. Keine Erkenntnis der Ernährungslehre, die über einzelne Wirkstoffe hinausgeht, ist in Stein gemeißelt und für keine würde ich meine Hand ins Feuer legen.

Die Energie

Der menschliche Körper benötigt Energie. Diese wird durch die drei Grundnährstoffe Kohlenhydrate, Fett und Eiweiß geliefert. Die benötigte Energiemenge ist abhängig vom Geschlecht, körperlicher Betätigung, Alter und anderen Faktoren. So brauchen z. B. Schwangere oder Sportler mehr Energie und Nährstoffe.

Die gesetzliche Einheit für die Energie ist seit 1978 das **Kilojoule** mit dem Einheitenzeichen kJ. Das hat sich rasch in Forschung und Lehre durchgesetzt, doch ein Großteil der Bevölkerung rechnet noch in Kalorien, auch weil viele Buchautoren und die Medien noch an der Kalorie festhalten. In meinem ersten Buch habe ich nur Kilojoule verwendet – schließlich wurde diese Einheit schon im Ernährungslehrunterricht verwendet, als ich vor 30 Jahren noch Schüler war. Ich bekam dann die Rückmeldung, dass eine zusätzliche Angabe in Kilokalorien doch wünschenswert wäre, auch weil die Medien sie noch verwenden und sich viele noch nicht an die „neue“ Einheit gewöhnt haben. Sie finden daher alle Angaben zuerst in Kilojoule, der gesetzlichen Einheit, und dann in Kilokalorien (kcal) in Klammern. So sollte es auch bei Nährwertkennzeichnungen auf Verpackungen sein.

Zum Umrechnen:

- $1 \text{ kcal} = 4,1868 \text{ kJ}$
- $1 \text{ kJ} = 0,238 \text{ kcal}$

Wenn Sie Kalorien mit 4 multiplizieren oder Joule durch 4 teilen, erhalten sie die jeweilige andere Einheit. Die Abweichung zum korrekten Wert beträgt weniger als 5%.

Doch was bedeuten diese Einheiten denn konkret? Bei der Kalorie ist es sofort verständlich. Die Definition der Kalorie ist die, **dass eine Kilokalorie die Energiemenge ist, die man benötigt, um 1 l Wasser um 1 °C zu erwärmen.** Es ist also eine Definition einer Wärmemenge. Der Energiegehalt von Nahrungsmitteln wird bestimmt, indem in einem Kalorimeter eine kleine Probe vollständig verbrannt wird und die dabei produzierte Wärme bestimmt wird. So benötigen Sie, um 200 l Wasser (eine Badewannenfüllung) von 13°C (übliche Temperatur des Wassers im Leitungsnetz) auf 38°C (angenehme Badetemperatur) zu erwärmen, eine Energiemenge von

$$E = \frac{200l * (38 - 13) * \text{Grad C} * \text{Kcal}}{l * \text{Grad C}} = 5.000 \text{ kcal.}$$

Das entspricht dem doppelten täglichen Energiebedarf eines Erwachsenen, der nicht körperlich arbeitet.

Das Kilojoule ist dagegen eine universell einsetzbare Energieeinheit, die es erlaubt, verschiedene Energieformen zu vergleichen, ohne einen Umrechnungsfaktor (wie bei der Kalorie) verwenden zu müssen.

1 Joule entspricht:

- Der Energie, die man braucht, um eine Kraft von 1 N über eine Strecke von 1 m aufzuwenden, beispielsweise eine Tafel Schokolade (0,1 kg) um 1 m gegen die Schwerkraft anzuheben.
- Die Energiemenge, wenn eine Leistung von 1 Watt über 1 Sekunde lang abgegeben wird. Das entspricht z. B. der Leistung des Herzens.

- Wenn ein Strom mit einer Spannung von 1 V und einer Stärke von 1 Ampere 1 Sekunde lang fließt.

Ein Kilojoule ist dann die tausendfache Menge. Wer also 100 kg (1.000×100 g) um einen Meter hochhebt, leistet eine Arbeit von 1 kJ. Damit kann man nicht nur Wärmemengen vergleichen, sondern auch die chemische Energie der Nahrung umrechnen in elektrische oder mechanische Energie.

1 kWh entspricht 3.600 kJ. (1.000 Watt * 3.600 s). Das menschliche Herz hat eine Pumpleistung, die rund 90 kJ pro Tag entspricht. Wenn man weiß, dass 1 l Heizöl einen Energiegehalt von 38.000 kJ hat, dann kann man leicht errechnen, dass eine Nachtspeicherheizung etwa 10,5 kWh Energie speichern muss, um dieselbe Wärmemenge abzugeben.

Wie diese Beispiele zeigen, geht die Definition des Joule weiter als die der Kalorie. Der Grundgedanke des SI-Systems, auf dem alle Einheiten beruhen, ist es alle physikalischen Einheiten auf sieben Basiseinheiten zurückzuführen. Damit sind Berechnungen einfacher, Umrechnungen werden vermieden. Es gibt nur eine Einheit für Energie, nicht eine für die Wärmeenergie (wie die Kalorie), eine für die mechanische Energie und eine für die elektrische Energie, wie dies vorher der Fall war.

Der Grundumsatz

Der **Grundumsatz** ist per Definition der Energiebedarf, den der Körper aufweist, wenn die Person in einem gut temperierten Raum ruht. Er fällt immer an und dient zur Aufrechterhaltung der Grundfunktionen unseres Körpers.

Ein Großteil (70 bis 80%) entfällt auf die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur. Es werden Nährstoffe verbrannt, um Wärme zu produzieren. Jeder kennt das: Wenn wir frieren, fangen die Muskeln an zu zittern – die Kontraktion verbraucht Energie und produziert Wärme. Daher bezieht sich der Grundumsatz auf eine Temperatur, bei der man weder schwitzt noch friert. Gemessen wird er in leichter Bekleidung bei einer Umgebungstemperatur von 20°C. Daneben werden Nährstoffe verbraucht: Beim Umbau der Körpersubstanz, und beim Stoffwechsel entstehen Verluste (Substanzen werden abgebaut), die ergänzt werden müssen. Viele dieser Verluste sind unvermeidlich. So kann der Körper maximal 50% der Energie in den Nährstoffen in nutzbare Energie umsetzen. (Muskelarbeit, chemische Arbeit etc.). Es entsteht also neben dem Grundumsatz immer Wärme als Abfallprodukt. Allerdings werden Nährstoffe auch ausschließlich zur Aufrechterhaltung der Körpertemperatur verbrannt.

Der Grundumsatz liegt bei Männern bei etwa 4,2 kJ/kg Körpergewicht pro Stunde. Frauen haben einen geringeren Muskel- und höheren Fettanteil. Ihr Grundumsatz ist daher um 10% geringer. Hier beträgt der Multiplikator 3,8 kJ/kg*h. Eine Frau, die 60 kg wiegt, hat demnach einen täglichen Grundumsatz von $60 \text{ kg} \times 24 \text{ h} \times 3,8 \text{ kJ/kg*h}$, also 5.430 kJ (1.297 kcal). Bei einem 75 kg schweren Mann sind es 7.560

kJ (1.806 kcal). Diese Berechnung gilt für normalgewichtige Personen. Personen mit Übergewicht haben (wie Frauen) durch den höheren Fettanteil einen geringen Grundumsatz im Vergleich mit normalgewichtigen Personen bei demselben Gewicht. Dies liegt daran, dass der Grundumsatz von aktiven Zellen erzeugt wird. Die Fettzellen sind jedoch Speicherzellen und ihr Stoffwechsel ist viel geringer als bei den Körperzellen.

Der Grundumsatz ist auch von Alter und Körpergröße abhängig. Er nimmt ab, sobald man erwachsen ist. Im Alter von 65 ist er um 25% geringer als mit 19. Bei der Körpergröße ist es die im Verhältnis zum Gewicht größere Oberfläche, welche für einen höheren Umsatz sorgt. Doch die obige Berechnung ist nur eine gute Näherung. Weiterhin ist bekannt, dass durch genetische Faktoren der Grundumsatz um $\pm 20\%$ schwankt. Jeder kennt in seinem Bekanntenkreis gute und schlechte „Futterverwerter“. Die Ursache liegt in dem unterschiedlich hohen Grundumsatz. Auch die Umgebungstemperatur hat einen Einfluss auf den Grundumsatz. Beim Aufenthalt in den Tropen ist er um 10% niedriger als in polaren Breiten.

Der Leistungsumsatz

Der Grundumsatz entspricht dem Energieverbrauch, den Sie haben, wenn Sie schlafen. Jede Tätigkeit darüber hinaus wird als **Leistungsumsatz** bezeichnet. Abhängig von der Betätigung ist der Leistungsumsatz variabel. Er fällt zusätzlich zum Grundumsatz an. Da Tätigkeiten nicht andauernd ausgeübt werden und bei jeder Tätigkeit der Körper bewegt wird, gibt man den Leistungsumsatz durch einen Multiplikator mit der Einheit $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$ an. Er muss dann mit dem Körpergewicht und der Dauer (in Stunden) der ausgeübten Tätigkeit multipliziert werden. So erhält man den Energieverbrauch für diese Arbeit in kJ.

Sitzende Tätigkeiten, wie Büroarbeit, haben einen niedrigen Umsatz von 0,4 bis 2,6 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$. Stehende Tätigkeiten wie Bügeln oder Staubsaugen weisen schon 8-12 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$ auf, Radfahren 14 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$ und Gehen 20 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$. Schwimmen verursacht einen Umsatz von 25-35 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$ und flottes Treppensteigen sogar einen von 60 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$. 4 $\text{kJ}/\text{kg}\cdot\text{h}$ bedeuten: Für jedes Kilogramm Körpergewicht, das bewegt wird, werden 4 kJ mehr Energie pro Stunde, welche diese Tätigkeit durchgeführt wird, benötigt. Geht man dieser also 8 Stunden pro Tag nach, so sind es schon $8 \times 4 = 32$ kJ. Anders als beim Grundumsatz, nimmt man auch bei Übergewichtigen das reale Gewicht, denn dieses muss ja bewegt werden.

Auch hier gibt es eine vereinfachte Berechnung. Ohne einen größeren Fehler zu begehen, können verschiedene Tätigkeiten in Gruppen mit etwa gleichem Energiebedarf eingeteilt und mit einem Multiplikator für den Grundbedarf angegeben werden:

Tätigkeitsprofil	Beispiele / Berufsbilder	Faktor
Grundumsatz	Schlafen	1,0
Nur sitzend und liegend	Alte und gebrechliche Menschen	1,2
Fast ausschließlich sitzend, wenig sportliche Aktivitäten	Typische Büroarbeit, Sekretärinnen, Computernerds	1,4
Überwiegend sitzend, zusätzliche stehende und gehende Tätigkeiten	Studenten, Laboranten, Kraftfahrer	1,6
Überwiegend stehend/gehend	Verkäuferinnen, Kellner, Handwerker, Hausfrauen	1,8
Körperlich anstrengende Tätigkeit	Bergleute, Landwirte, Waldarbeiter, Sportler	2,0-2,4

Dieser Faktor wird als **PAL** (für Physical Activity Level) bezeichnet. Er wird bei der Berechnung für jede Tätigkeit und jede Stunde angesetzt. Hierzu ein Berechnungsbeispiel:

- Sie wiegen 60 kg und sind eine Frau.
Ihr Grundumsatz beträgt dann $3,8 \text{ kJ/kg} \times 60 \text{ kg} = 228 \text{ kJ}$ pro Stunde.
- Sie betreiben 1 Stunde Sport pro Tag:
Faktor $2,2 \times 1 \text{ Stunde} \times 228 \text{ kJ (Grundumsatz)} = 502 \text{ kJ}$
- Sie arbeiten 8 Stunden als Verkäuferin:

Faktor 1,8 × 228 kJ (Grundumsatz) × 8 Stunden = 3.284 kJ

- 7 Stunden entfallen auf sitzende Tätigkeiten (z. B. Fernsehen, Essen):
Faktor 1,4 × 228 kJ (Grundumsatz) × 7 Stunden = 2.235 kJ
- Die restlichen 8 Stunden entfallen auf den Schlaf:
Faktor 1,0 × 228 kJ (Grundumsatz) × 8 Stunden = 1.824 kJ

Wenn sie alle diese Zahlen addieren, erhalten sie einen Energiebedarf von:

$$502 + 3.374 + 2.314 + 1.824 \text{ kJ} = 7.845 \text{ kJ. (1.874 kcal)}$$

Der Durchschnittsfaktor beträgt: $7.845 \text{ kJ} / 24 \text{ Stunden} / 228 \text{ kJ} = 1,43$

Für genauere Berechnungen empfiehlt sich ein Besuch auf der Berechnungsseite für den Energiebedarf bei der Universität Hohenheim.

<https://www.uni-hohenheim.de/wwwin140/info/interaktives/energiebed.htm>

Ein guter Anhaltspunkt für die Ermittlung des PAL ist die durchschnittliche Herzfrequenz (Pulsschlag), die heute auch leicht mit entsprechenden Geräten gemessen werden kann:

Tätigkeit	PAL Wert	Herzfrequenz
Sehr leichte Arbeit	1,0 - 1,4	< 80
Leichte Arbeit	1,6	80 - 100
Mäßige Arbeit	1,8	100 - 120

Schwere Arbeit	2,0 - 2,4	120 - 140
Sehr schwere Arbeit	2,5 - 3	140 - 160

Ausdauertraining erzeugt in der Regel eine Herzfrequenz, welche im Bereich der mäßigen Arbeit liegt.

Alle Beispiele gelten für Erwachsene. Mit steigendem Alter nimmt der tatsächliche Energiebedarf erst langsam und etwa ab einem Alter von 65 Jahren stärker ab. Kinder, Jugendliche und Schwangere brauchen wegen des Wachstums erheblich mehr Energie. Der Leistungsbedarf ist anders als beim Grundumsatz auch bei übergewichtigen Personen erhöht, da die zusätzliche Masse bewegt werden muss. Dies ist ein Grund dafür, warum sportliche Tätigkeit zur Unterstützung einer Diät so effektiv ist. Es ist aber durch das erhöhte Gewicht auch besonders schwer, sich ihr zu unterziehen. Wer 30 bis 60 Minuten Sport an vier bis fünf Tagen pro Woche betreibt, kann seinen PAL um 0,3 steigern, was bei dem Beispiel einem zusätzlichen Energieverbrauch von 1.640 kJ (390 kcal) pro Tag entspricht.

Bei allen Empfehlungen für Nährstoffe folge ich denen der DGE (**Deutsche Gesellschaft für Ernährung**) für Erwachsene im Alter zwischen 25 und 50 Jahren. Wie bei allen Ernährungsfragen gibt es unterschiedliche Empfehlungen verschiedener nationaler Gremien oder internationaler Institutionen wie der WHO und natürlich zahlloser Experten.

Daher ist es wichtig, sich anzusehen, inwieweit die Empfehlungen diskutiert werden. Es gibt zwar Kritik an der Ernährungspyramide der DGE (welche Nahrungsmittel man in welcher Menge essen soll), jedoch nicht an den allgemeinen Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. Die DGE ist ein gemeinnütziger Verein und gilt in Deutschland als das

Gremium, das allgemeine Empfehlungen für die Ernährung verfasst. Natürlich ist trotz weitgehender Finanzierung durch Bund und Länder die Einflussnahme durch Industrieverbände nicht auszuschließen, doch die DGE hat in Ernährungsfragen einen recht guten Ruf. Sie ist jedoch sehr konservativ und ändert Empfehlungen erst, wenn wirklich viele wissenschaftliche Beweise für eine neue Erkenntnis vorliegen. Man sollte sich jedoch (wie bei allen Ernährungsempfehlungen) klar machen, dass Vorgaben nur bis zu einem gewissen Grad wissenschaftlich abgesichert sind, und sie um Sicherheitsspielräume ergänzt werden und so differieren. So gibt es vor allem bei Spurenelementen und Vitaminen Unterschiede in den Empfehlungen zwischen der DGE (national), EU (europäisch) und FAO (international). Bei der FAO, die zu den UN gehört, liegen sie meist deutlich niedriger. Auch dies ist einfach begründbar: Die FAO orientiert sich an niedrigeren Sicherheitsspielräumen, da in den meisten Ländern der Erde die Ernährung nicht so gut ist wie bei uns. Es würde sonst noch schwerer fallen, die Zielvorgaben zu erreichen.

Ein Programm (für Windows) zur ausführlichen Berechnung finden sie vom Autor unter:

<http://www.bernd-leitenberger.de/energierechner.shtml>

Es verwendet die exakte Berechnung des Grundumsatzes, abhängig von Alter und Körpergröße und erlaubt es detailliert die Tätigkeiten des Leistungsumsatzes zu erfassen.

Gesamtenergiebedarf						
Alter	Körperliche Aktivität in kcal/Tag					
	(PAL-Wert 1,4)		(PAL-Wert 1,6)		(PAL-Wert 1,8)	
	m	w	m	w	m	w
15 bis unter 19 Jahre	2.500	2.000	2.900	2.300	3.300	2.600
19 bis unter 25 Jahre	2.500	1.900	2.900	2.200	3.300	2.500
25 bis unter 51 Jahre	2.400	1.900	2.800	2.100	3.100	2.400
51 bis unter 65 Jahre	2.200	1.800	2.500	2.000	2.800	2.300
65 Jahre und älter	2.000	1.600	2.300	1.800	2.500	2.100

Gesamtenergiebedarf						
Alter	Körperliche Aktivität in kJ/Tag					
	(PAL-Wert 1,4)		(PAL-Wert 1,6)		(PAL-Wert 1,8)	
	m	w	m	w	m	w
15 bis unter 19 Jahre	10.400	8.400	12.100	9.600	13.800	10.800
19 bis unter 25 Jahre	10.400	8.000	12.100	9.200	13.800	10.400
25 bis unter 51 Jahre	10.000	8.000	11.700	8.800	13.000	10.000
51 bis unter 65 Jahre	9.200	7.500	10.400	8.400	11.700	9.600
65 Jahre und älter	8.400	6.700	9.600	7.500	10.400	8.800

Sehr deutlich wird, wie der Energiebedarf das Maximum in der Pubertät erreicht und dann im Erwachsenenalter zuerst langsam sinkt. Mit zunehmenden Alter nimmt er dann stärker ab. Da die meisten aber auch in höherem Alter genauso viel wie in der Jugend essen, nimmt der Anteil der Übergewichtigen in der Bevölkerung mit fortschreitendem Alter zu.

Hier noch der Energieverbrauch für einige Tätigkeiten bei ausdauernder Ausübung. Bei einigen Werten gilt dieser für beide Geschlechter. Viele Tätigkeiten können unterschiedlich intensiv ausgeübt werden, so kann man langsam oder flott Fahrrad fahren. Für diese ist dann ein Bereich angegeben.

Tätigkeit	Männer [kJ/kg*h]	Frauen[kJ/kg*h]
Schlafen (entspricht Grundumsatz)	0	0

Ruhen im Liegen	0,21	0,17
Ruhen im Sitzen	0,42	0,33
Sitzen	1,3	1,0
Stehen	2,5	2,1
Gebückt stehen.	3,3	2,7
Gehen (je nach Geschwindigkeit)	6,3 - 15,9	5 - 14,6
Laufen	39,3	33,5
Knien	1,9	1,6
Hocken	1,8	1,4
Schaufeln	12,8 - 31,8	10,0 - 28,9
Graben	15,9 - 26,8	13,4 - 23,0
Fahrrad fahren	7,9 - 17,9	6,3 - 15,9
Schreiben	2,6	2,1
Geschirr spülen	5	
Waschen und ankleiden	6,8	5,4
Boden wischen	8,6	
Bügeln	10,0	
Betten machen	10,4	
Staubsaugen	11,6	
Fenster putzen	12,0	
Auto fahren.	7,4	
Motorrad fahren	9,2	

Bergsteigen	33,2
Treppen steigen	59,6
Tennis spielen	21,6
Tanzen	12,2 - 14,6
Schwimmen	32,6 - 35,0
Garten umgraben	30,2

Wie aus der Tabelle ersichtlich, ist auch beim Leistungsumsatz ein deutliches Geschlechtergefälle zu beobachten. Die Ursache ist wiederum in der geringeren Muskelmasse zu finden. Auch wenn Muskeln nicht die volle Leistung erbringen müssen, so werden sie doch durchblutet und mit Nährstoffen versorgt. Ein positiver Effekt eines Muskelaufbaus durch Sport ist daher, dass die Muskeln, wenn sie einmal gebildet sind, weiterhin Energie verbrauchen, auch wenn keine sportliche Tätigkeit ausgeübt wird.

Der mittlere Muskelanteil bei normalgewichtigen Männern liegt bei 40%. Bei Frauen sind es nur 23%. Entsprechend geringer ist auch der Energieverbrauch. Dieses Ungleichgewicht wirkt sich auch auf den Grundumsatz aus, weil Muskeln nur 30% der Energie in Form von mechanischer Arbeit nutzen können. Die restlichen 70% sind Wärme. Da die Muskeln aber nicht einfach „abgeschaltet“ werden können, produzieren sie auch Wärme, wenn wir schlafen, und damit ist der Grundumsatz von Männern höher als der von Frauen. Allerdings entfallen nur 10% bis 20% des Grundumsatzes auf die Skelettmuskeln. Man sollte diesen Effekt also nicht überbewerten.

Wasser

Wasser ist kein Nährstoff im eigentlichen Sinn. Aber sowohl unsere Nahrung wie auch der menschliche Körper bestehen größtenteils (zu etwa 70%) aus Wasser. Für fast alle biochemischen Reaktionen, Transportvorgänge oder als Strukturelement ist Wasser unentbehrlich. Der Mensch kann mehrere Wochen ohne Nahrung auskommen, jedoch nur einige Tage ohne Wasser. Schon ein Verlust von 10% führt zum Tod, Durst stellt sich schon ein, wenn wir etwa 0,5 bis 1% unseres Wasserbestandes ausgeschieden oder auf andere Weise verloren haben.

Die Wasseraufnahme wird im menschlichen Körper von zwei Hormonen gesteuert. Der Wasserhaushalt ist dabei mit dem Natriumhaushalt verbunden. Eine Aufnahme von **Natrium** bewirkt die Bindung von Wasser im menschlichen Körper. Natrium befindet sich im Kochsalz, wir scheiden Salz mit dem Schweiß aus und Meerwasser enthält ebenfalls Salz. Bei Aufnahme von Natrium wird daher weniger Wasser ausgeschieden und Sie bekommen Durst. Umgekehrt führt Natriummangel zu der Ausscheidung von Wasser, um die Konzentration des Natriums in den Körperflüssigkeiten konstant zu halten. So kann durch starke Schweißbildung ein Natriummangel entstehen. Dies ist auch der Grund, warum man, wenn man Meerwasser trinkt, mehr Wasser ausscheidet, als man aufgenommen hat. Der Körper kann das Natrium im Meerwasser nur bis zu einem bestimmten Grad im Harn aufkonzentrieren. Es verbleibt Natrium in Gewebsflüssigkeiten und um dessen Konzentration zu erniedrigen tritt Wasser aus dem Gewebe aus. Es gibt Ödeme. Das Wasser fehlt den Zellen, wodurch man trotz

Meerwasseraufnahme innerlich verdursten kann. Da der Natriumhaushalt an den Kaliumhaushalt gekoppelt ist, wirkt sich auch eine hohe Kaliumzufuhr auf den Wasserhaushalt aus.

Wasser wird aufgenommen durch Nahrung und Getränke. Aber auch beim Abbau der Nahrung im Körper entsteht Wasser. Ausgeschieden wird Wasser durch den Kot (erhöhter Bedarf bei Durchfall), den Harn, die Haut (Schweiß) und vor allem die Lunge (die Atemluft enthält viel Wasser, wie man leicht sehen kann, wenn man an eine kalte Glasfläche haucht).

Der Mensch sollte täglich mindestens 1-1,5 Liter Wasser zu sich nehmen. Wie bei allen Nährstoffen gibt es auch beim Wasser einen Minimalbedarf und einen Optimalbedarf. Wünschenswert ist eine Zufuhr von 2-2,5 Liter. Unter Berücksichtigung des Wassergehalts von Speisen und Bildung beim Abbau der Nährstoffe verbleiben noch 1,2 bis 1,7 Liter, die auf Getränke entfallen. Wird zu wenig Wasser aufgenommen, so müssen Stoffwechselendprodukte wie die Harnsäure, aber auch Gifte, von der Niere sehr stark konzentriert werden, um sie über den Harn auszuscheiden. Umgekehrt ist auch zu viel Wasser nicht gesund, da diese Menge die Nieren durchlaufen und daher ebenfalls zu einer erhöhten Belastung führt. Bei einer dauerhaften, hohen Aufnahme (in der Größenordnung von 10 l/Tag oder 4-5 l in kurzer Zeit) stellt sich daher Nierenversagen ein. Bisher starben nur Personen an „Wasservergiftung“, die psychologische Probleme hatten, da es normalerweise fast unmöglich ist, ohne Widerwillen so viel Wasser zu trinken. In den letzten Jahren kam es aber bei „Trinkwettbewerben“ zu Vorfällen mit fast tödlichem Ausgang. Das betrifft nur das Wasser, das man über den Harn ausscheidet. Wenn man in heißem Klima sehr viel schwitzt, dann muss dieser