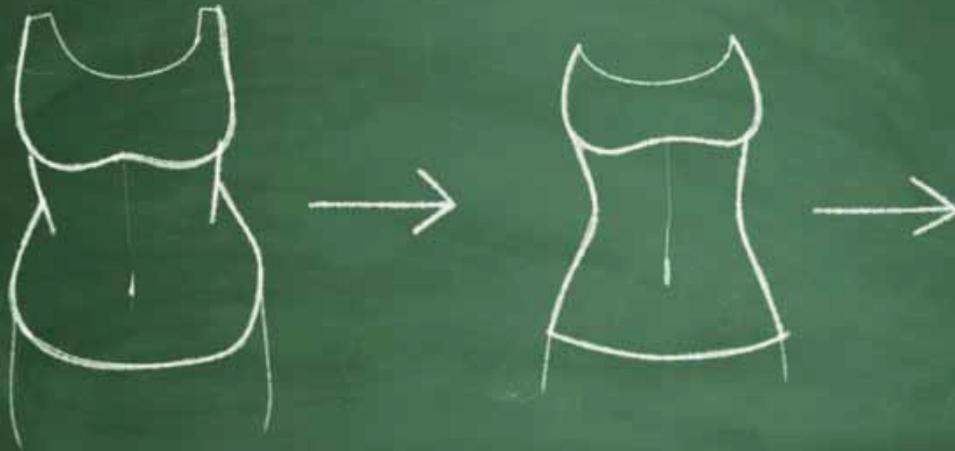


Energiebilanz



Fakten und offene Fragen

Bei Trainingszielen, wie „Abnehmen“ oder „Verbesserung meiner Figur“, ist für die Trainingsplangestaltung immer wichtig, wie die Bilanz zwischen Energie-Input und -Output der Kunden aussieht. Doch die Daten und Fakten, auf die Trainer und Coaches zurückgreifen können, unterliegen einer Vielzahl von Einflussfaktoren – vor allem individuellen Faktoren. Für Endkunden und ihre Berater ist das natürlich nicht optimal, da auf Basis fehlerhafter Daten kaum erfolgreich gearbeitet werden kann. Fehleinschätzungen sind deshalb eigentlich schon vorprogrammiert und Diät- und Bewegungsprogramme sind nicht so effektiv, wie gewünscht. In der Praxis sollten Empfehlungen zur Energiebilanz deshalb nur mit Zurückhaltung und Relativierung gegeben werden. Prof. Dr. Theodor Stemper erläutert für F&G, welche Antworten die Wissenschaft auf diese Problematik hat.

Passend zu den bald bevorstehenden Feiertagen, an denen in der Regel die Energiezufuhr deutlich erhöht und gleichzeitig der Energieverbrauch gesenkt wird, stellt sich immer wieder die Frage, wie sich das auf die Energiebilanz und damit auch das Körpergewicht auswirken wird.

Die Antwort darauf scheint zunächst einfach: Nach dem ersten Gesetz der Thermodynamik kann bekanntlich Energie (E) weder gebildet noch zerstört, sondern nur von der einen Form in die andere überführt und ggf. gespeichert werden. Sind dann nach der Gleichung

$$ES = EI - EO$$

beide Teile der rechten Seite, also EI = Energie-Input und EO = Energie-Output, im Gleichgewicht, sollte folglich ebenfalls auch ES, d.h. der Energiespeicher, konstant bleiben. Und auch die Organe des Körpers, in denen die Energie gespeichert wird, sollten demnach ihr Gewicht gleich halten, so dass keine Veränderung des Körpergewichts

eintritt (vgl. dazu auch unseren entsprechenden Artikel in F&G 6, 2013). Andernfalls kommt es je nach Richtung zur Gewichtszu- (EI > EO) oder -abnahme (EI < EO).

So weit, so gut. Alles ganz eindeutig. Doch, wie so oft, steckt der Teufel im Detail. In diesem Fall in den Faktoren, die Input (EI) und Output (EO) beeinflussen.

Was daran ist wirklich gesichert (Fakten)? Was bereitet uns nach wie vor Probleme?

Das soll im Folgenden dargestellt werden. Dabei konzentrieren wir uns auf den für uns als Fitnessexperten besonders wichtigen Aspekt EO = Output.

Fakten zum Output (EO)

Es besteht weitgehend Konsens darüber, dass die mit der Nahrung aufgenommenen energiereichen Nährstoffe – d.h. der Input (EI) aus Kohlenhydraten, Fetten, Eiweiß und bedingt auch Alkohol – im Laufe eines Tages aufgrund von drei Komponenten verarbeitet werden. Dieser sog. Gesamtenergie-

gieumsatz (GEU, oder auf Englisch ‚total energy expenditure‘, TEE) ist Ergebnis von:

- Grund- oder Ruhe-Energieumsatz (GU; Englisch ‚resting energy expenditure‘, REE) plus
 - Nahrungsinduzierte Thermogenese (NIT; Englisch ‚thermic effect of food‘, TEF) plus
 - Arbeitsumsatz (AU) bzw. körperlich-physische Aktivität (Englisch ‚activity energy expenditure‘, AEE).
- Oder kurz:
 $GEU = GU + NIT + AU$ bzw.
 $TEE = REE + TEF + AEE$.

Dabei können die aus den Nährstoffen gewonnenen Substrate entweder oxidiert werden, um Energie für den Betriebsstoffwechsel (z. B. Bewegung, geistige Aktivität) zu liefern, oder sie werden gespeichert, was sich dann letztlich im ES niederschlägt. Lagen zu allen Komponenten eindeutige Maßzahlen vor, was dann bestenfalls auch für den Input (EI) gelten sollte, ließen sich Output und Input einfach berechnen und es gäbe ein eindeutiges Ergebnis für den vorhandenen Energiespeicher (ES) – und davon abhängig auch für das Körpergewicht.

Davon gehen wir der Einfachheit halber in der Beratungspraxis oft aus – doch wir alle wissen, dass das Resultat oft nicht mit den berechneten Erwartungen übereinstimmt. Somit stellt sich die Frage nach den Ursachen.

Problem:
Zeitliche Schwankungen

Der Energieverbrauch unterliegt im Verlaufe von 24 Stunden, aber auch im Verlauf des Lebens, starken Schwankungen. Dabei ist nicht leicht zu erfassen, welche Energieanteile rechnerisch für den Betriebsstoffwechsel angesetzt werden sollen, oder aber auch für den Baustoffwechsel aufgrund von Wachstum sowie Umbau- und Erhaltungsprozessen, oder für besondere Lebensphasen, wie z.B. Schwangerschaft und Stillzeit oder hohes Lebensalter – ganz zu schweigen von der großen Spanne an körperlich-sportlichen Aktivitäten.

Hall et al. (2012) weisen in ihrem Consensus Statement der American Society for Nutrition zudem darauf hin, dass die einzelnen Komponenten des gesamten Energieoutputs kaum universell zu kalkulieren sind, da neben dem AU auch der GU (REE) stark zwischen Individuen, aber auch innerhalb einer Person, variieren kann. Gründe hierfür sind u.a. die Körperform und -zusammensetzung, aber auch die vorhergehende Energie-Imbalance.

Um klare Aussagen treffen zu können, müssten neben dem Körpergewicht, wie man weiß, außerdem auch die Fett- und Magermasse des Körpers exakt bekannt sein, was trotz verbesserter Messmethoden nach wie vor schwierig ist. Trotz aller Fortschritte gehen Johnstone et al. (2005) daher davon aus, dass ca. plus/minus 250 kcal/d (1000 kJ/Tag) nicht auf Basis der Körperzusammensetzung erklärt werden können – ein in der Tat schon nicht ganz unerheblicher Messfehler!

Gleiches gilt auch für die Nahrungsinduzierte Thermogenese (NIT, bzw. engl. TEF), wo zwar Einvernehmen zur Richtung dieses Effekts besteht – in der Reihenfolge Eiweiß > Kohlenhydrate > Fett – aber doch offensichtlich innerhalb und zwischen Individuen größere Variationen auftreten können. Dem zufolge liegen auch hier keine wirklich exakten Werte vor und der nur schwer zu kalkulierende Einfluss kann zwischen 2 und 10 % betragen.

Es ist also allein schon gar nicht so leicht, zuerst einmal die Komponenten exakt zu benennen, geschweige denn, sie eindeutig zu erfassen, wie der nächste Abschnitt verdeutlicht.

Problem: Ungenaue Erfassungsmethoden

Schon bei der Erfassung des Inputs (EI) gibt es offene Fragen. Zwar gibt es dazu allgemein akzeptierte Richtwerte, die von der bekannten „verstoffwechselbaren Energiemenge“ in Höhe von ca. 4 kcal/g für Kohlenhydrate und Eiweiß, 9 kcal/g für Fett und 7 kcal/g für Alkohol ausgehen. Doch das sind tatsächlich nur

© Creativa Images - Fotolia.com



hw-fit

Drehsperrn / Schwenktüren

**Jetzt verfügbar!
 Über- und
 Untersteigschutz***



hochwertiges Material - wartungsfrei -
 funktions sicher - Edelstahlgehäuse -
 1.000fach bewährt - als Fluchttür
 geeignet* - einfache Montage - lange
 Lebensdauer - individuell einstellbar -
 minimaler Energieverbrauch - viele
 Lesegeräte werden unterstützt -
 Über-/Untersteigschutz*

* optional

Vielfältige Varianten



hw-fit Europäische Spitzenqualität zu fairen Preisen

hw-engineering
 GmbH & Co. KG
 Im Schönblick 24
 73066 Uhingen



Tel.: +49 (0) 7163/530818
 Fax: +49 (0) 7163/530817
 www.hw-fit.de
 email: info@hw-fit.de





Prof. Dr. Theodor Stemper
Sportwissenschaftler an der Bergischen Universität Wuppertal, 1. Stellvertretender Vorsitzender des Bundesverbandes Gesundheitsstudios Deutschland e.V. (BVGSD) und Ausbildungsdirektor des DFAV e.V.

die Nährungswerte für die Nährstoffe, deren wirkliche kalorische Nutzung dann allein schon durch die Zusammensetzung des Nahrungsmittels und dessen verdaulichen Anteil schwanken kann. Am Beispiel von Nüssen wird das deutlich, die bekanntermaßen erst „gut gekaut“ auch für die Verdauungsenzyme zugänglich sind und dann auch „gut verdaut“ werden können, sonst aber in größeren Stücken und mit geringerer energetischer Nutzung unverdaut ausgeschieden werden. Eine gleiche Menge Nüsse kann damit energetisch mehr oder weniger relevant sein.

Auch weitere Faktoren können im Einzelfall den energetisch nutzbaren Teil eines Nahrungsmittels beeinflussen, wie z.B. die Darmflora, die Zubereitung einer Speise oder die Zusammensetzung einer Mahlzeit, was die mögliche Abweichung von den Standard-Richtwerten erklären könnte (vgl. Hall et al., 2012).

Wie beim Input (EI), ist auch beim Output (EO) die Energie-Berechnung alles andere als einfach und präzise. Wie die Forscher-Gruppe um Hall et al. (2011, 2012) nachvollziehbar darlegt, sind die häufig zur Erfassung des Energieverbrauchs eingesetzten Fragebögen zur körperlich-sportlichen Aktivität äußerst ungenau, wenn nicht sogar untauglich, da der Messfehler bis zu 1.000 kcal/Tag (4.000 kJ/Tag) betragen kann.

Dhurandhar et al. (2015) plädieren daher sogar dafür, ganz auf solche Erfassungsmethoden zu verzichten („something is not better than nothing“). Und selbst der sog. Goldstandard zur Erfassung des Energieverbrauchs, die aufwendige „Doubly labeled water Methode“ hat einen Messfehler von immerhin noch ca. 5 %, was schnell eine Messunsicherheit von > 100 kcal/Tag ergeben kann.

... nur so gut, wie die Berechnungsgrundlage

Damit sind Fehleinschätzungen hinsichtlich der Effizienz von Diät- und Bewegungsprogrammen eigentlich schon vorprogrammiert und die Widersprüchlichkeit zahlreicher Publikationen und Praxisversuche schon dadurch teilweise nachvollziehbar.

Für die Endkunden und deren Berater ist das natürlich misslich, da auf Basis fehlerhafter Daten kaum erfolgreich gearbeitet werden kann. So ist dann ein gut geplantes Abnehm-Programm ggf. gar nicht per se ineffektiv, sondern vor allem wegen einer fehlerhaften Berechnungsgrundlage oder schlechten Datengrundlage durch mangelhafte Formeln und Protokolle.



Allein schon die oben erwähnte Fehlberechnung in Höhe von „nur“ 100–200 kcal/Tag führt hochgerechnet auf ein Jahr zu 2,3 bis 4,6 kg Gewichtsunterschied!

In großen Studien mag das zu vernachlässigen sein bzw. untergehen, da negative Werte sich mit anderen, positiv ausgefallenen Untersuchungsergebnissen „ausmitteln“ – in der Einzelberatung aber nicht.

Momentan ist dieses Dilemma kaum aufzulösen, so dass in der Praxis in Kenntnis dieser Problematik Empfehlungen zur Energiebilanz nur mit gebotener Zurückhaltung und Relativierung ausgesprochen werden sollten. Am Ende des Beitrags finden sich aber zwei hilfreiche Links zu web-basierten Kalkulatoren.

Problem Faustregeln: Das Beispiel: „3.500 kcal pro Pfund“.

Nach den bisher dargestellten grundsätzlichen Problemen soll abschließend am Beispiel einer bekannten Faustregel verdeutlicht werden, warum diese zu Erklärungsnoten führen kann (vgl. Hall, 2008; Hall et al., 2012).

Die Regel „3.500 kcal für ein Pfund Körpergewicht“ ist eine überschlägige Berechnung der Energiemenge für den Abbau von Körpergewicht. In der ursprünglichen Annahme von Wishnofsky (1958) sollte dieses Pfund zu 87% aus Fett bestehen („adipose tissue“). Wird diese Regel jedoch unreflektiert zur Vorhersage der entsprechenden Gewichtsveränderung benutzt, wie das in der Beratungspraxis allgemein praktiziert wird, kann das zu erheblichen Irrtümern führen.

Hauptprobleme sind die fehlende Zeitangabe, in der dieser Effekt eintreten und beibehalten werden soll, und die Nichtberücksichtigung unterschiedlicher Ausgangssituationen und

Körperzusammensetzungen, wie Hall (2008) ausführlich erläutert (in kompakter Form dazu auch Hall et al., 2012).

Auch ist die Annahme falsch, dass ein Gewichtsabbau gleichmäßig, permanent und linear über die Zeit erfolgt. Denn selbst bei perfekter Einhaltung aller Regeln verlangsamt sich der Abnehmeffekt allmählich aufgrund des bekannten, dann einsetzenden Regelkreises, der bei Gewichtsverlust wegen reduziertem Nahrungsangebot oder erhöhtem Energieverbrauch den Stoffwechsel drosselt. Nach Auffassung von Hall et al. (2012) sollte die „3.500 kcal-Regel“ daher nicht mehr verwendet werden.

Neue Faustregel?

Stattdessen hat Hall (2008) eine „neue Faustregel“ („rule of thumb“) entwickelt, die s.E. für die Hauptzielgruppe – also durchschnittlich übergewichtigen Personen – besser geeignet ist. Sie ist komplizierter aber genauer und könnte „10 kcal/Tag-Regel“ genannt werden.

Die „10 kcal/Tag-Regel“ von Hall besagt, dass jede permanente Änderung der Energieaufnahme in Höhe dieser jeweils 10 kcal/Tag schließlich zu einer Änderung des Körpergewichts um ein Pfund führt, bis dass ein neues Gewichts-Steady-State erreicht wurde (ca. 100 kJ/Tag per kg Gewichtsänderung). Es dauert aber etwa ein Jahr, bis mit dieser Minimal-Intervention 50 % dieses Gewichtsverlustes und sogar drei Jahre, bis 95 % erreicht werden.

Vergleicht man den vorhergesagten Effekt durch diese beiden Faustregeln, indem man von einer dauerhaften Einsparung an aufgenommener Energie in Höhe von z.B. 40 kcal/Tag ausgeht (also indem man bei EI eingreift) – was z.B. durch Verzicht auf einige gesüßte Getränke leicht möglich wäre – so ergäbe sich nach fünf Jahren nach der

„3.500 kcal-Regel“ ein Verlust von 20 (amerikanischen!) Pfund (d.h. 9 kg). Nach der „10 kcal-Tag-Regel“ ergäbe sich aber nur ein Gewichtsverlust von 4 Pfund (ca. 2 kg), also etwa nur einem Fünftel.

Der gleiche Effekt ergibt sich bei einer Manipulation am Output (wenn man also bei EO eingreift). Würde man beispielsweise durch ein Walking-Programm auf dem Laufband den Energieverbrauch im Umfang von rechnerisch ca. 100 kcal/Tag erhöhen (entsprechend ca. 1,5 km Walken täglich), dann ergäbe das der neuen Regel zufolge nach fünf Jahren einen Gewichtsverlust von ca. 10 Pfund (ca. 4,5 kg), der alten Regel entsprechend aber von 50 Pfund (23 kg).

Beide Berechnungen mit der „neuen Regel“ lassen somit eventuell überhöhte Erwartungen auf ein realistisches Maß schrumpfen – wobei selbst die „neue Regel“ noch eher ‚optimistisch‘ kalkuliert!

Web-basierte Kalkulatoren

Dass neben dieser besser geeigneten Formel für den Output (EO) natürlich auch für den Input (EI) bessere Berechnungsgrundlagen erforderlich sind, um realistische Informationen geben und erfolgreiche Beratungen durchführen zu können, versteht sich von selbst. Hall et al. (2012) verweisen den Berater in dieser Frage daher zu guter Letzt auf zwei Ihrer Ansicht nach dafür geeignete, übersichtlich strukturierte, aktuelle, web-basierte Programme, die bei diesen komplexen Berechnungen helfen könnten (allerdings auf Englisch):

<http://bwsimulator.niddk.nih.gov>

(National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; Teil des NIH, des US-amerikanischen National Institute for Health) und

<http://www.pbrc.edu/the-research/tools/weight-loss-predictor>

(Pennington Biomedical Research Center).

Ansehen und ausprobieren lohnt sich in jedem Fall!

Prof. Dr. Theodor Stemper

Literatur

Dhurandhar, N.V., Schoeller, D., Brown, A.W. [...], and Energy Balance Measurement Working Group (2015). *Energy Balance Measurement: When Something is Not Better than Nothing*. *Int J Obes*, 39, 1109–1113. doi:10.1038/ijo.2014.199

Hall, K.D. (2008). *What is the required energy deficit per unit weight loss?* *Int J Obes*, 32, 573–576.

Hall, K.D., Sacks, G., Chandramohan, D., Chow, C.C., Wang, Y.C. Gortmaker, S.L. & Swinburn, B.A. (2011). *Quantifying the effect of energy imbalance on body weight change*. *Lancet*, 378, 826–837.

Hall, K.D., Heymsfield, S.B., Kemnitz, J.W., Klein, S., Schoeller, D.A. & Speakman, J.R. (2012). *Energy balance and its components: implications for body weight*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 95, 989–994.

Johnstone, A.M., Murison, S.D., Duncan, J.S., Rance, K.A. & Speakman, J.R. (2005). *Factors influencing variation in basal metabolic rate include fat-free mass, fat mass, age, and circulating thyroxine but not sex, circulating leptin, or triiodothyronine*. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82, 941–948.

Wishnofsky, M. (1958). *Caloric equivalents of gained or lost weight*. *Am J Clin Nutr*, 6, 542–546.



© iStockphoto.com

LUST AUF...



Anerkannte Abschlüsse
IST-Studieninstitut
0211 8 66 68-0 | www.ist.de

