



C. Raschka,
M. Plath*

Das Verhalten von Körpergewicht, Fettanteil und Energieaufnahme während eines 20tägigen Ultralangstreckenlaufs über 1000 km

Daily changes of body weight, fat percentage and nutrient energy intake during a 20day ultra long distance run of 1000 km

Medizinische Klinik II (Direktor: Priv.-Doz. Dr. D. Aspersen),
Klinikum Fulda,

* Institut für Ernährungswissenschaft (Ehem. Direktor: Prof. Dr. C. Leitzmann), Justus-Liebig-Universität Gießen

Zusammenfassung

Für die Betreuung des Ausdauersportlers in Ernährungsfragen ist das Wissen um den Energieumsatz (EU) von fundamentaler Bedeutung. 55 Ultralangstreckenläufer (42 Männer, 13 Frauen) absolvierten eine Strecke von 1000 km innerhalb von 20 Tagen. Ihr EU wurde kalkuliert. Er basiert auf einer detaillierten Verzehrserhebung sowie anthropometrischen Messungen während des Untersuchungszeitraums und liegt für die Männer (Frauen) bei $324,0 \pm 56,0$ ($289,5 \pm 37,2$) kJ/kg Körpergewicht pro Tag. Die durchschnittlichen Nährstoffaufnahmen beliefen sich für die Männer (Frauen) auf 4260 (3033) kcal/d bzw. 17837 (12699) kJ/d. Der durchschnittliche Körpermasseverlust aller Laufteilnehmer betrug 1,75 kg. Der Gewichtsverlust zeigte dabei über die gesamte Strecke eine fallende Tendenz, war bis zur Laufmitte ausgeprägter und pendelte sich danach plateauförmig ein. Die durchschnittliche Abnahme der Hautfettfalten betrug 0,34 cm an der Suprailiakal-, und jeweils 0,16 cm an der Subscapular- und Triceps-Meßstelle.

Schlüsselwörter: Energieumsatz, Nahrungsenergieaufnahme, Langstreckenlaufen, Verzehrserhebung, Sportanthropometrie

Summary

Advice of endurance athletes concerning proper nutrition depends basically on knowledge about energy turnover (ET). 55 ultra long distance runners (42 males, 13 females) covered 1000 km in 20 consecutive days. ET was calculated on the basis of a food consumption survey and anthropometric measurement data. The results were for males (females) 324.0 ± 56.0 (289.5 ± 37.2) kJ/kg body weight/day. The average daily energy intake of the men (women) was 4260 ± 3033 kcal/d or 17837 ± 12699 kJ/d. The body weight decreased till the middle phase of the run and remained stable for the rest of the running period. The average body weight loss of all the runners during the whole competition was 1,75 kg. The continuous reduction of the skinfolds during the whole run was 0.34 cm at supriliacal skinfold, 0.16 cm at subscapular skinfold and 0.16 at triceps skinfold.

Keywords: energy turnover, nutrient energy intake, long distance running, food consumption survey, sports anthropometry

Einleitung

Eine bedarfsgerechte Ernährung ist Grundlage zur Sicherung der Leistungsfähigkeit bei sportlichen Aktivitäten. Defizite in Talent und Training können durch die Ernährung zwar nicht kompensiert werden, doch ohne eine gezielt auf den Sportler und seine Sportart abgestimmte Ernährung ist ein optimales Ausschöpfen des vorhandenen Leistungspotentials nicht möglich. Hierbei kommt der Beurteilung des Energieumsatzes (EU) und des daraus resultierenden Nahrungsenergiebedarfs eine zentrale Rolle zu.

Während des Deutschlandlaufs 1987, einem interdisziplinären Großprojekt, an dem u.a. von der Gutenberg-Universität Mainz in alphabetischer Reihenfolge das Institut für Anthropologie, das Institut für Mikrobiologie und die Abteilung für Sportmedizin sowie von der Justus-Liebig-Universität Gießen das Institut für Ernährungswissenschaften und das Institut für Klinische Chemie sowie die Bundeswehr maßgeblich beteiligt waren, bewältigten von 110 Startern 55 besser trainierte Langstreckenläufer (42 Männer und 13 Frauen) im Alter zwischen 21 und 72 Jahren die gewählte 1000-km-Distanz als Verbindungslinie zwischen dem Startpunkt Timmendorfer Strand im Norden und Mittenwald im Süden. Insgesamt handelte es sich um den dritten Deutschlandlauf, der auf eine





Idee der Ultralangstreckenläuferin *Gisela Requate* zurückgeht, die die Initiative zur Realisierung des ersten Deutschlandlaufs 1981 im Alter von 42 Jahren ergriff und auch einen zweiten Deutschlandlauf 1986 organisierte. Die Initiative zur Realisierung des dritten Laufs ging von *Prof. K. Jung* (Mainz) aus, der bereits als Aktiver den ersten Deutschlandlauf mitbestritten hatte. Die in der vorliegenden Arbeit ermittelten Ergebnisse basieren primär auf der wissenschaftlichen Arbeit des Instituts für Ernährungswissenschaften und des Instituts für Anthropologie. Vereinbarungsgemäß standen alle gemeinsam erhobenen Daten auch allen beteiligten Institutionen für die Auswertung zur Verfügung. Insgesamt waren ca. 150 Personen zur Organisation, Betreuung der Sportler und zur Durchführung der wissenschaftlichen Untersuchungen eingesetzt, denen unserer Dank gilt.

Zielsetzung

Ziel dieser Studie ist die Evaluierung der Veränderungen von Körpergewicht, Fettanteil und Nahrungsenergieaufnahme sowie der Berechnung des Energieumsatzes (EU) von Ultralangstreckenläufern während eines 1000-km-Etappenlaufs. Der Schwerpunkt liegt auf einer genauen Erfassung der Nahrungsenergieaufnahme während der 20tägigen Erhebungen. Zur Berechnung des Energieumsatzes wird die wirkliche Nahrungsenergiezufuhr ermittelt und die Rolle der in Form von Hautfett gespeicherten Energie mit Hilfe anthropometrischer Methoden beurteilt.

Methodik

Über den gesamten Untersuchungszeitraum von 20 Tagen wird an täglich 8 Verpflegungsstationen (Frühstück, Streckenposten bei 10 km, 20 km, 30 km, 40 km, Ziel bei 50 km, Abendessen und Spätmahlzeit) eine detaillierte, EDV-gestützte Verzehrerhebung durchgeführt, bei der über die reine Protokollierung der verzehrten Nahrung hinaus bereits eine genaue Erfassung der zur Speisenzubereitung eingesetzten Lebensmittel vorausging. Diese wurden unter dem Aspekt der Menge und Nahrungskomponente unmittelbar vor dem Verzehr individuell kontrolliert, gewo-

Etappenziel (Länge in km)	Höhendifferenz	Lufttemp. 14:30 Uhr	relat. Luftfeuchte	Laufzeit alle (min)	Laufzeit Männer (min)	Laufzeit Frauen (min)
Sandesneben (53 km)	60 m	24,1 °C	64 %	362,3 (s = 74,2)	350,9 (s = 70,8)	420,1 (s = 65,5)
Radbruch (57 km)	60 m	25,0 °C	60 %	423,4 (s = 90,8)	410,8 (s = 88,5)	486,4 (s = 76,6)
Linden (52 km)	80 m	22,0 °C	68 %	358,5 (s = 90,7)	349,2 (s = 90,7)	410,6 (s = 73,1)
Lachendorf (48 km)	80 m	18,4 °C	59 %	344,1 (s = 86,1)	336,6 (s = 85,5)	387,9 (s = 78,1)
Adenstedt (48 km)	60 m	18,8 °C	60 %	keine Zeitnahme	keine Zeitnahme	keine Zeitnahme
Lamspringe (55 km)	300 m	16,6 °C	64 %	434,7 (s = 94,2)	427,9 (s = 96,8)	467,6 (s = 74,4)
Moringen (48 km)	200 m	18,2 °C	82 %	362,7 (s = 82,0)	354,9 (s = 82,9)	394,6 (s = 72,4)
Hedemünden (47 km)	200 m	19,3 °C	64 %	363,7 (s = 90,8)	358,2 (s = 93,6)	383,1 (s = 80,1)
Kirchhof (49 km)	200 m	17,7 °C	55 %	392,3 (s = 96,5)	387,4 (s = 102,5)	409,2 (s = 72,3)
Bad Hersfeld (56 km)	300 m	26,1 °C	46 %	411,1 (s = 98,9)	404,1 (s = 100,2)	435,0 (s = 93,8)
Giesel (56 km)	300 m	24,4 °C	46 %	362,4 (s = 98,8)	357,6 (s = 103,4)	378,6 (s = 82,3)
Heiligkreuz (52 km)	350 m	21,6 °C	74 %	427,3 (s = 108,9)	421,7 (s = 110,8)	447,9 (s = 102,9)
Lipprichhausen (48 km)	130 m	24,8 °C	61 %	356,7 (s = 93,4)	348,1 (s = 94,3)	386,6 (s = 87,2)
Leutershausen (52 km)	400 m	18,5 °C	80 %	397,4 (s = 97,2)	388,9 (s = 99,5)	426,8 (s = 85,9)
Oettingen (51 km)	100 m	18,6 °C	55 %	352,4 (s = 80,6)	342,3 (s = 78,9)	385,2 (s = 80,3)
Höchstädt (52 km)	200 m	20,4 °C	69 %	370,2 (s = 84,7)	361,6 (s = 84,2)	398,2 (s = 83,1)
Fischach (47 km)	130 m	15,5 °C	76 %	350,8 (s = 90,3)	341,8 (s = 90,0)	379,9 (s = 85,0)
Fuchstal (51 km)	280 m	18,1 °C	53 %	375,8 (s = 93,8)	368,3 (s = 94,4)	400,1 (s = 91,5)
Bad Kohlgrub (47 km)	350 m	19,3 °C	56 %	321,9 (s = 75,1)	315,5 (s = 75,3)	342,4 (s = 73,6)
Mittenwald (52 km)	200 m	17,9 °C	69 %	317,5 (s = 71,9)	307,1 (s = 69,2)	351,2 (s = 73,0)

Tabelle 1: Etappenlänge, gelaufene Höhendifferenz, Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit und durchschnittliche Laufzeiten des Gesamtkollektivs, der Männer und Frauen während des Deutschlandlaufs 1987



gen und sofort in Protokollbögen notiert. Dem Athleten war es dabei freigestellt, welche Menükomponenten er in welcher Menge wählte. Blieben Reste übrig, so wurde auch die Restmenge auf den mitgeführten Digitalwaagen zurückgewogen und protokolliert. Die Auswertung der Tagesverzehrprotokolle erfolgte mit dem Nährstoffberechnungsprogramm DI-T-2000w (Beyer und Beyer, 2) unter Erweiterung der Datenbasis der Nährwerttabelle von Souci, Fachmann und Kraut (27) und der Daten des Bundeslebensmittelschlüssels.

Das Körpergewicht wurde auf mobilen elektronischen Waagen mit Digitalanzeige (Fehlermessungen im 1%-Bereich) mit Ausnahme von Lauftag 5 und Lauftag 10 täglich vor dem Frühstück gemessen (5:30 Uhr). Zur Ermittlung der Hautfettfaldendicke wurde ein Holtain-Skinfold-Caliper mit einem Meßdruck von 10 g pro mm² auf den Zangenbackenflächen und einer Ablesegenauigkeit von 0,1 mm benutzt.

Zur Ermittlung des Körperfettanteils wurden die Daten der anthropometrischen Messungen (Triceps-, Suprailiacal- und Subscapular-Hautfettfalten) nach der Meßmethodik von Tittel und Wutscherk (28) herangezogen und der Körperfettmasseverlust energetisch mit 37,7 kJ/g Körperfett bewertet.

Der Körperfettgehalt wird für die Männer nach der Gleichung von Parizkova und Bijzkova (20), für die Frauen nach Brozek et al. (6) und Slean et al. (26) berechnet. Der Energieumsatz wird als Summe von Nahrungsenergieaufnahme und verbrauchtem Körperfett kalkuliert.

Ergebnisse

Die täglich gelaufenen Etappen (Start in Timmendorfer Strand) mit Steigungsprofil werden zusammen mit den Durchschnittszeiten in der ersten Tabelle dargestellt.

Ein hochsignifikanter Anstieg der Nahrungsenergiezufuhr für beide Geschlechter konnte deutlich nachgewiesen werden. Die Frauen erhöhten ihre Nahrungsenergiezufuhr vom ersten bis zum letzten Laufdrittel um ca. 42 %, die Männer um ca. 34 %. Dies bedeutet, daß bei gleicher Belastungssituation die zugeführte Nah-

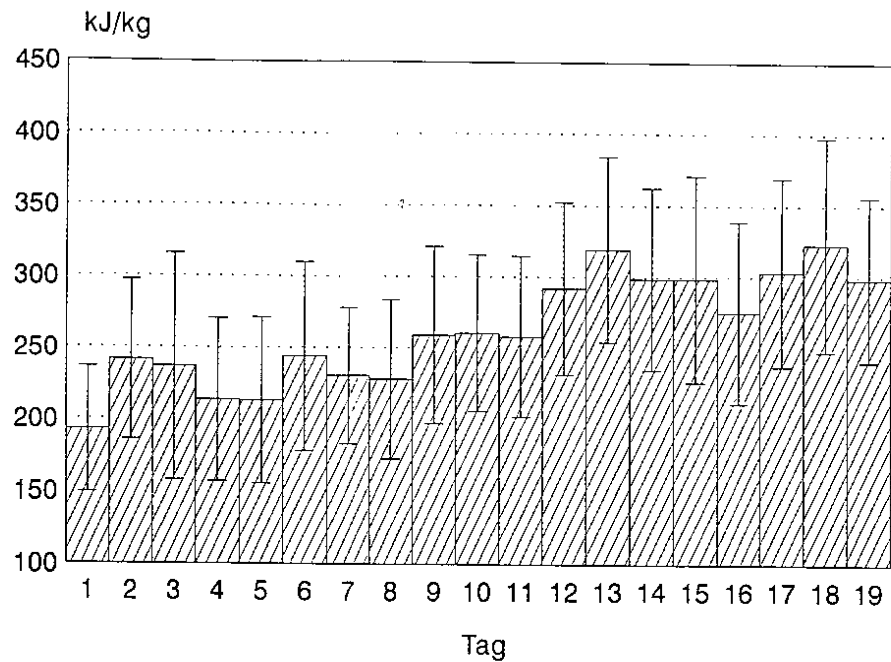
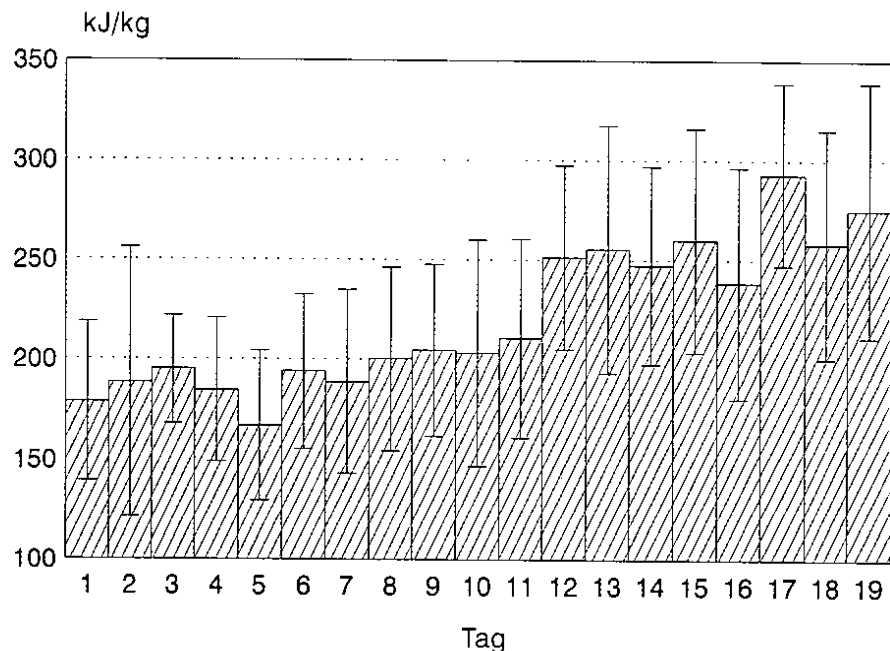


Abbildung 1: Nahrungsenergieaufnahme der männlichen Teilnehmer im Verlauf des Deutschlandlaufs

Abbildung 2: Nahrungsenergieaufnahme der weiblichen Teilnehmerinnen im Verlauf des Deutschlandlaufs



rungsmenge um rund ein Drittel gesteigert wurde (Abb. 1 und 2). Zwischen den 5 Läufern der Spitzengruppe und den übrigen 37 männlichen Laufteilnehmern bestanden keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Nahrungsenergieaufnahme.

Absolut betrug die **Nahrungsenergieaufnahme** der Frauen in der ersten Periode 10,8 MJ/d ($\pm 1,4$) bzw. 2580 kcal/d (± 334) und der Männer 15,4 MJ/d ($\pm 2,8$) bzw. 3671 kcal/d (± 660) und steigerte sich im letzten Laufdrittel bei den Frauen auf 14,9 MJ/d ($\pm 2,1$) bzw. 3553 kcal/d





(± 508) und bei den Männern auf 20,2 MJ/d ($\pm 3,5$) bzw. 4817 kcal/d (± 845). Der Beitrag der Nahrungsenergie zum erwarteten Energieumsatz beträgt bei den Frauen 61 % (Männern 69 %) während der ersten Periode und wird auf 87 % (92 %) während der dritten Periode gesteigert.

Das Durchschnittsgewicht der Frauen am Morgen des Starts war $59,2 \pm 6,0$ kg (Spannbreite 49,2 kg bis 72,2 kg). Der **Gewichtsverlust** der Frauen über 19 Tage belief sich auf $2,1 \pm 1,4$ kg (maximaler Gewichtsverlust 4,3 kg; Abb.3). Das Durchschnittsgewicht der Männer am Starttag lag bei $69,3 \pm 6,6$ kg (Spannbreite 53,2 bis 85,4 kg). Der durchschnittliche Gewichtsverlust über 19 Tage betrug $1,7 \pm 1,7$ kg (maximaler Gewichtsverlust 6,2 kg; Abb.4). Der Verlauf des Körpergewichts über die 19 Tage des Laufs hinweg gestaltete sich für beide Geschlechter analog. Es waren keine signifikanten Unterschiede der Geschlechter bezüglich des Körpergewichtsverlusts nachzuweisen.

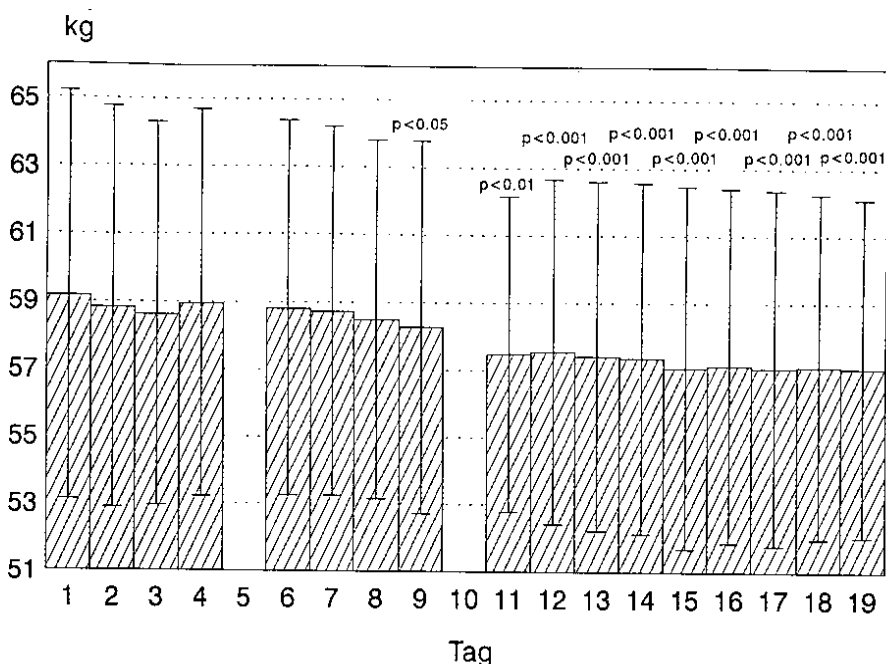
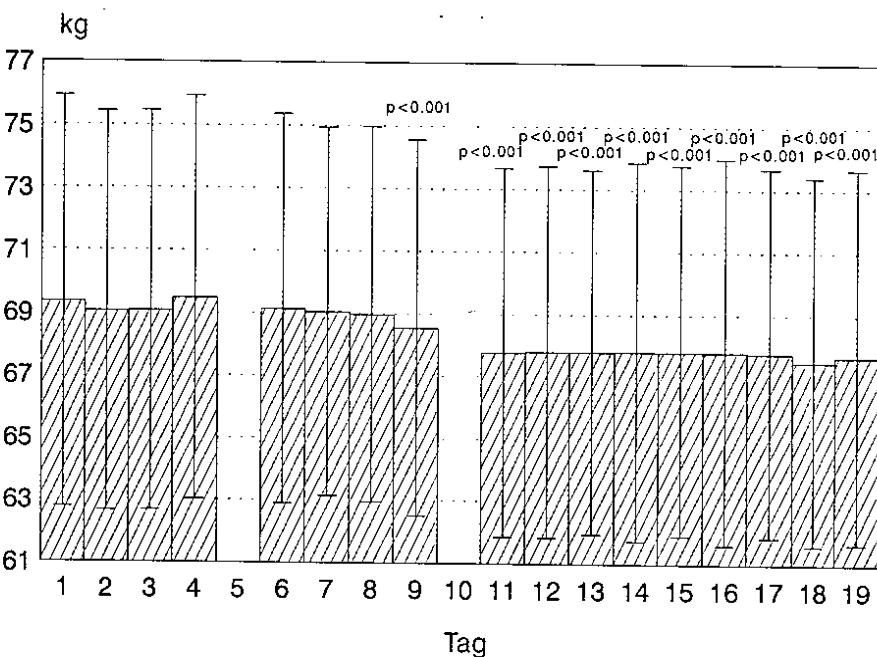


Abbildung 3: Körpermasse der 13 Frauen im Verlauf des Deutschlandlaufs

Abbildung 4: Körpermasse der 42 Männer im Verlauf des Deutschlandlaufs



masseverlust lag bei 107 g/Tag. Wie bei den Frauen war der Verlust mit 111 g pro Tag in der ersten Hälfte des Laufs höher als mit 101 g pro Tag in der zweiten Hälfte (n.s.).

Für die **energetische Bewertung des Körperfettmasseverlusts** der Athleten wird nach *Costill* (10) und *McArdle et al.*

(17) für 1 g Körperfett eine Energiemenge von 37,67 kJ (± 9 kcal) angenommen. Hinzu kommt auch noch ein 12%iger Aufschlag für postprandiale Thermogenese und Resorptionsverlust. Damit ergeben sich bei den Frauen 82,8 MJ ($\pm 39,8$) bzw. 19779 kcal (± 8879) Energie durch Körperfett über die 19 Tage und bei den Männern 86,6 MJ ($\pm 73,6$)

Nach einem relativ deutlichen Abfall des täglichen Körpergewichts während der ersten 10 Tage stabilisierte sich das Körpergewicht nahezu plateauformig auf einem Niveau, wobei auch die Spitzenläufer keinen signifikanten Unterschied zu den anderen Männern aufweisen. Die Veränderung der durchschnittlichen Werte der Hautfettfalten wird in Tabelle 2 und 3 dargestellt:

Der **Körperfettgehalt** betrug bei den Frauen vor dem Start durchschnittlich $19,8 \pm 2,9$ % bzw. $11,8 \pm 2,8$ kg und sank im Verlauf der 19 Tage auf $17,2 \pm 2,7$ % bzw. $9,9 \pm 2,4$ kg ab ($p < 0,001$). Durchschnittlich verlor jede Läuferin 1,9 kg an Körperfettmasse. Der Körperfettmasseverlust pro Tag war durchschnittlich 102 g. Obwohl der Verlust während der ersten Hälfte mit 108 g leicht höher lag als die in der zweiten Hälfte verlorenen 96 g, ist dieser Unterschied statistisch nicht signifikant.

Der Körperfettgehalt der Männer wurde vor dem Start durchschnittlich mit $13,2 \pm 3,3$ % bzw. $11,8 \pm 2,8$ kg ermittelt und sank im Verlauf der 19 Tage auf $10,6 \pm 2,4$ % bzw. $7,2 \pm 2,0$ kg ab ($p < 0,001$). Durchschnittlich verlor also jeder Läufer 2,0 kg an Körperfett (Abb. 6). Der durchschnittliche tägliche Fett-



	Triceps-HFF (in cm)	Subscapular-HFF (in cm)	Suprailiacal-HFF (in cm)
Start	0,68 (± 0,21)	0,92 (± 0,21)	1,14 (± 0,42)
Tag 4	0,72 (± 0,19)	0,89 (± 0,22)	1,09 (± 0,45)
Tag 11	0,65 (± 0,17)	0,84 (± 0,20)	0,98 (± 0,38)
Tag 20	0,59 (± 0,14)	0,79 (± 0,16)	0,81 (± 0,30)

Tabelle 2: Änderungen der Hautfettdicken während des Ultralangstreckenlaufs bei den Männern

	Triceps-HFF (in cm)	Subscapular-HFF (in cm)	Suprailiacal-HFF (in cm)
Start	1,40 (± 0,39)	1,13 (± 0,54)	1,35 (± 0,73)
Tag 4	1,34 (± 0,41)	1,04 (± 0,48)	1,33 (± 0,62)
Tag 11	1,19 (± 0,34)	0,92 (± 0,39)	1,22 (± 0,58)
Tag 20	0,99 (± 0,25)	0,86 (± 0,39)	1,00 (± 0,57)

Tabelle 3: Änderungen der Hautfettdicken während des Ultralangstreckenlaufs bei den Frauen

bzw. 20690 ± 17589 kcal. Die sehr hohe Standardabweichung signalisiert große individuelle Unterschiede der einzelnen Probanden. Der durchschnittliche tägliche Energiegewinn durch Körperfett betrug bei den Frauen 4,35 MJ bzw. 1040 kcal und bei den Männern 4,56 MJ bzw. 1089 kcal.

Der **Energieumsatz** wird durch Summierung der aufgenommenen Nahrungsenergie und der Ergebnisse der durch das Verbrennen von Körperfett gewonnenen Energie errechnet. Der Energieumsatz der Frauen beträgt 17,0 ± 2,2 MJ/d bzw. 4070 ± 515 kcal/d und der Männer 22,4 ± 4,1 MJ/d bzw. 5349 ± 977 kcal/d. Das entspricht pro kg Körpergewicht 289,5 ± 37,2 kJ/d bzw. 69,2 ± 8,9 kcal/d für die Frauen und 324 ± 56,0 kJ/d bzw. 77,4 ± 13,4 kcal/d für die Männer.

Diskussion

Wie ein Vergleich mit anderen Studien zeigt, ist eine derartig aufwendige Datenermittlung durchaus nicht üblich. *Short und Short* (25) wählten lediglich Dreitagesprotokolle zur Nährstoff-Zufuhr-Ermittlung US-amerikanischer Athleten. Auch *Denster et al.* (12) benutzten diese Methode beim Überprüfen der Nährstoffzufuhr von Langstreckenläuferinnen und fanden wegen unkorrekter Protokollführung zu niedrige Energiezufuhrwerte. Diese Unterbewertung wird von *Brownell et al.* (5) bestätigt, die einen klaren Qualitätsunterschied zwischen Dreitagesprotokollen und objektiven Messungen herausstellten. *Peters et al.* (22) führten während eines 20-tägigen 500-km-Laufs Verzehrsprotokolle durch Diätberater an 8 Lauftagen bei 15 Läufern durch.

Das durchschnittliche Gewicht unserer Ultralangstreckenläuferinnen liegt mit 59,2 ± 6,0 kg höher als in anderen Studien. So werden für Langstreckenläuferinnen durchschnittliche Körpermassen von 60 ± 5,7 kg von *Focks* (15) sowie 52,1 ± 4,3 kg von *van Erpbaart et al.* (14) und für die Männer von 68,8 ± 6,3 kg von *van Erpbaart et al.* (14) sowie 71,6 ± 4,8 kg von *Meredith et al.* (18) und 64,2 ± 5,1 kg von *Costill et al.* (9) angegeben.

Der berechnete durchschnittliche tägliche Energieumsatz beträgt für Männer 22,4 ± 4,1 MJ/Tag und für Frauen 17,1 ± 2,15 MJ/Tag. Das entspricht 216,7 kJ/kg KG/d (± 51,77 kcal/kg KG/d) bei den Frauen und 259,03 kJ/kg KG/d (± 61,88 kcal/kg KG/d) bei den Männern.

Der Energieumsatz der Athlet(inn)en ist innerhalb einer geringen täglichen Schwankungsbreite etwa gleich groß. Die Energie wird entweder durch Nahrung oder durch Verbrennen von Körperfett bereitgestellt. Wer eine hohe Nahrungsenergieaufnahme hat, schont seine körpereigenen Reserven. Wird die gesamte Nahrungsenergieaufnahme mit der gesamten Energiebereitstellung durch das Körperfett verglichen, so läßt sich für beide Geschlechter zunächst keine signifikante Korrelation beobachten. Erst nach Ausklammern von drei Ausreißern ist bei den Männern eine Korrelation von $r = -0,33$ ($p < 0,05$) zu sichern. Werden die Angaben außerdem noch auf das Körpergewicht der Läufer bezogen, hebt das den Korrelationskoeffizienten auf $r = -0,5$ ($p < 0,01$).

Die bereitgestellte Energie pro Tag durch Nahrung ist in der zweiten Laufhälfte hochsignifikant höher als in der ersten Hälfte. Umgekehrt ist aber die bereitge-

stellte Energie durch das Verbrennen von Körperfett pro Tag nicht signifikant niedriger als in der ersten Laufhälfte.

Es bestätigt sich die Aussage von *Saris* (24), daß Energiebilanzbetrachtungen immer individuell auf eine Person bezogen sein müssen. Gruppenbetrachtungen lassen nach einer Durchführung der Schätzung des Energieumsatzes keine Rückschlüsse auf die Energiebilanz einzelner Athleten zu. Diese individuellen Unterschiede werden auch von *Brownell et al.* (5), *Parizkova* (20) und *Acheson et al.* (1) beschrieben. Die Beobachtung eines gegenüber den Erwartungen niedrigeren Energieverbrauchs bei Frauen während starker körperlicher Belastung wird auch von *Brownell et al.* (5) bestätigt.

Wird eine Energiebilanz für eine Gruppe von Probanden durchgeführt, so ergibt sich insgesamt keine große Abweichung zwischen der Energieaufnahme und Energieausgabe für die überwiegende Anzahl der Probanden. Jedoch gibt es immer wieder, wie auch in der vorliegenden Untersuchung, Personen, die erhebliche Differenzen zwischen erwartetem und gefundenem Energieumsatz aufweisen. *Webb* (29) und *Norgan und Durin* (19) führen Untersuchungen auf, in denen über einen mehrwöchigen Zeitraum erwartete Körpermasseveränderungen bei Über- und Unterernährung in der Größenordnung von 3 - 6 kg ausblieben. Da auch eine Überprüfung meßbarer Faktoren wie Grundumsatz, Resorption, Körperfett, Lean-Body-Mass, Haut- und Körpertemperatur sowie endokrine Parameter keinen Aufschluß über den Verbleib dieser Energie von einigen hundert Kilokalorien pro Tag gaben, wurde für dieses Problem von *Webb* (29) der Begriff der „unmeasured energy“ geprägt.





Die deutliche Steigerung der Nahrungsenergiezufuhr ab dem 11. Tag bekräftigt Aussagen, die eine verzögerte Antwort des Hungerempfindens auf gesteigerte körperliche Leistung beschreiben (4).

Umgerechnet auf das Körpergewicht, wurden von den Frauen durchschnittlich $72,8 \pm 30,7$ kJ pro kg KG/d bzw. $17,4 \pm 7,3$ kcal/kg KG/d, bei den Männern $64,9 \pm 53,5$ kJ/kg KG pro Tag bzw. $15,5 \pm 12,8$ kcal/kg KG pro Tag an Energie durch Körperfett verbraucht. Dies läßt den Schluß zu, daß Frauen in größerem Maß als Männer in der Lage sind, bei submaximaler Belastung Körperfett zur Energiebereitstellung heranzuziehen (3).

Die durchschnittliche Nahrungsenergieaufnahme liegt in der Größenordnung vergleichbarer Studien. So beschreiben *Peters et al.* (22) eine Nahrungsenergieaufnahme von 18,46 MJ/d (4410 kcal/d) während eines 20tägigen Rennens mit einer Gesamtdistanz von 560 km. *Green et al.* (16) dokumentieren für weibliche und männliche Triathleten in der Vorbereitungsphase eine Energiezufuhr von jeweils 17,15 MJ/d (4098 kcal/d) bzw. 21,77 MJ/d (5202 kcal/d). *Chan et al.* (7) berichteten von dem „Super-Marathon“-Lauf eines Einzelläufers, der an 55 konsekutiven Tagen eines Strecke von 3000 km bewältigte und durchschnittlich 5500 kcal/d zu sich nahm. Bei der Bewältigung einer 1965 km langen Strecke in 30 Tagen wurden von zwei Läufern durchschnittlich täglich jeweils 6125 und 6903 kcal/d aufgenommen (11). Noch höhere Werte wurden von einem Läufer berichtet, der 960 km in 5 Tagen zurücklegte und dabei auf Werte zwischen 7800 und 13770 kcal/d kam (23).

Während es im Breitensport wichtiger erscheint, daß die Nahrung primär ernährungsphysiologisch den Anforderungen entspricht, ist im Leistungssport auf Grund der hohen Trainingsbelastung und den daraus resultierenden hohen Energieumsatzraten eine individuelle Planung und Steuerung unverzichtbar. Zur optimalen Betreuung von Leistungssportlern in Ernährungsfragen ist demnach zunächst eine Anamnese der Verzehrgewohnheiten und eine Analyse der bisherigen Nahrungszufuhr z.B. durch einen in Fragen der Sporternährung speziell ausgebildeten Ernährungswissen-

schaftler empfehlenswert. Ein Einsatz von Nährstoffrechnungsprogrammen (EDV) scheint hier ebenfalls sinnvoll.

Nach dem Messen von Körpergröße, Körpergewicht und Körperfettanteil sollte eine Festsetzung des wünschenswerten Körpergewichts erfolgen. Der Berechnung des Energieumsatzes, abgestimmt auf Sportart, Trainingsdauer und -intensität, sollte eine Aussage über die benötigte Nahrungsenergiezufuhr, mit der das Gewichtziel erreicht werden soll, folgen. Bisherige Ernährungsfehler sollten aufgedeckt und Hilfestellung für Nahrungsmittelauswahl, -einkauf und -zubereitung gegeben werden.

Literatur

- Acheson, K.J., I.T. Campbell, O.G. Engholm, D.S. Miller, M.J. Stock:* The measurement of food and energy intake in man - an evaluation of some techniques. *Am J Clin Nutr* 33, (1980) 1147-1154.
- Beyer, D., H.G. Beyer:* Mikrocomputerprogramme zur Erstellung von Nährwertberechnungen am Beispiel des dialogorientierten Programmes DIÄT2000. *Ern Umschau* 32 (Sonderheft), (1985) 102 - 105.
- Björntorp, P.:* Diet and energy expenditure. *Am J Clin Nutr* 49, (1989) 933.
- Brouns, F.J.P.H., W.H.M. Saris, F. Ten Hoor:* Dietary problems in the case of strenuous exertion. *J Sports Med* 26, (1987) 306-319.
- Brownell, K.D., S. Nelson-Steen, J.H. Wilmore:* Weight regulation practice in athletes: analysis of metabolic and health effects. *Med Sci Sports Exerc* 19, (1987) 546-556.
- Brozek, J., F. Grande, J.T. Anderson, A. Keys:* Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci* 110, (1963) 113-140.
- Chan, K.M., P. Diamond, C.K. Law, S. Hsu, P.C. Leung, S.Y. So, R. Wang:* Case study - Beijing to Hong Kong super-marathon, sports medicine research. *Brit J Sports Med* 19 (3), (1985) 145 - 147.
- Costill, D.L.:* Physiology of marathon running. *JAMA* 221 (9), (1972) 1024-1029.
- Costill, D.L., R. Bowers, W.F. Kramer:* Skinfold estimates of body fat among marathon runners. *Med Sci Sports Exerc* 2 (2), (1970) 93 - 95.
- Costill, D.L.:* Inside running: basics of sports physiology Benchmark Press Inc., Indianapolis (1986).
- D.combaz, J.E., B. Gmünder, R. Bielinski:* Nutritional profile during a transcontinental run. *Canad J Sport Sci* 13 (2), (1988) 9.
- Denster, P.A., B. Kyle, P.B. Moser, R.A. Vigersky, A. Singh, E.B. Schoemaker:* Nutritional survey of highly trained woman runners. *Am J Clin Nutr* 44 (6), (1986) 954-962.
- Elma, I., C. Leitzmann:* Ernährung des Menschen. Ulmer, Stuttgart 1990
- Erpbaart van, A.M.J., W.H.M. Saris, R.A. Binkhorst, J.A. Vos, J.W.H. Elvers:* Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes part I: energy, carbohydrate, protein and fat intake. *Int J Sports Med* 10 (suppl 1), (1989) 3-10.
- Focks, P.:* Energieumsatz von Spitzensportlern und deren Nährstoffzufuhr nach anthropometrischen Bestimmungen. Diss., Universität Bonn (1983).
- Green, D.R., C. Gibbons, M.L. O'Toole, W.D.B. Hiller:* Trends in the nutritional habits of triathletes. *Fed Proc* 46 (4), (1987) 1165.
- McArdle, W.D., F.I. Katch, V.L. Katch:* Exercise physiology: energy, nutrition, and human performance. Lea Febiger, Philadelphia 1985.
- Meredith, C.N., M.J. Zackin, W.R. Frontera, W.J. Evans:* Body composition and aerobic capacity in young middle aged endurance-trained men. *Med Sci Sports Exerc* 19 (6), (1987) 557-563.
- Norgan, N.G., J.V.G.A. Durnin:* The effect of 6 weeks of overfeeding on the body weight, body composition, and energy metabolism of young men. *Am J Clin Nutr* 33, (1980) 978-988.
- Parizkova, J.:* Age-dependent changes in dietary intake related to work output, physical fitness, and body composition. *Am J Clin Nutr* 49, (1989) 962-967.
- Panzkova, J., P. Buzkova:* Relationship between skinfold thickness measured by Harpenden caliper and densitometric analysis of total body fat in men. *Hum Biol* 43, (1971) 1-21.
- Peters, A.J., R.H. Dressendorfer, J. Rimar, C.L. Keen:* Diets of endurance runners competing in a 20 day road race. *Phys Sports Med* 14 (7), (1986) 63-70.
- Rontoyannis, G.P., T. Skoulis, K.N. Pavlau:* Energy balance in ultramarathon running. *Am J Clin Nutr* 49, (1989) 976-979.
- Saris, W.H.M.:* Physiological aspects of exercise in weight cycling. *Am J Clin Nutr* 49, (1989) 1099-1104.
- Short, S.H., W.R. Short:* Four-year study of university athletes dietary intake. *J Am Diet Assoc* 82 (6), (1983) 632-645.
- Slean, A.W., J.J. Burt, C.S. Beth:* Estimation of body fat in young women. *J Appl Physiol* 17 (6), (1962) 967-970.
- Souci, S.W., W. Fachmann, H. Kraut:* Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwerttabellen 1986/1987. Wiss. VerlagsgmbH, Stuttgart (1986).
- Tittel, K., H. Wutscherk:* Sportanthropometrie. Johann Ambrosius Barth, Leipzig (1972).



29. *Webb, P.*: The measurement of energy exchange in man: an analysis. *Am J Clin Nutr* 33, (1980) 1299-1310.

30. *Williams, M.X.*: Nutritional aspects of human physical and athletic performance. *Thomas C Spungfield, mineis* (1985).

Anschrift der Verfasser:
Dr. Christoph Raschka
Medizinische Klinik II,
Klinikum der Stadt Fulda
Pacelliallee 4
36043 Fulda

Stellungnahme der Pädiatrischen Arbeitsgemeinschaft für Kinder- und Jugendsport zu gesundheitlichen Aspekten des Judo im Kindesalter

70 Prozent der Judosporttreibenden sind Kinder und Jugendliche. Wie wenige andere Sportarten fördert Judo alle motorischen Fähigkeiten des Heranwachsenden an sich, im Vordergrund steht die Koordination. Neben der Körperbeherrschung fördert Judo Selbstdisziplin und soziales Verhalten. Aus diesen Gründen gewinnt Judo auch zunehmend im Schul- und Behindertensport an Bedeutung.

Das Judo-Technikprogramm setzt sich aus Wurf-, Festhalte-, Armhebel- und Würgetechniken zusammen; daraus ergeben sich zahlreiche Verletzungsmöglichkeiten, insbesondere Kapsel-, Band- und Gelenkverletzungen, muskuläre Verletzungen sowie stumpfe Bauch-, Thorax- und Kopftraumata. Bedauerlicherweise wurde die hinreichend bekannte Entwicklungsphysiologie nicht in der neugestalteten Ausbildungs- und Prüfungsordnung für Gürtelprüfungen berücksichtigt, vielmehr werden dort vermehrt „Aushebetekniken“ gefordert, die für die kindliche Wirbelsäule schädlich sein können. Bei diesen stark wettkampforientierten Techniken wird desweiteren in Kauf genommen, daß z.B. der Werfende nach der Wurfausübung auf den Gegner fällt. Nach derzeit gültiger Wettkampffregel hat der Wettkampfarzt keine Möglichkeit, bei drohender Gefahr für die Gesundheit eines Kindes oder Jugendlichen den Judo-Kampf unterbrechen zu lassen, ohne daß der Hilfebedürftige automatisch den Kampf verliert. Nicht zuletzt wurde mit Wirkung zum 1.1.1997 das Mindestalter für die Ausführung von Hebel- und Würgetechniken um zwei Jahre herabgesetzt, so daß nun bereits Elfjährige im Wettkampf hebeln und Dreizehnjährige würgen dürfen.

Zur Teilnahmeberechtigung an Wettkämpfen sind für Kinder und Jugendliche unter 18 Jahren jährliche ärztliche

Untersuchungen vorgeschrieben, wobei deren Umfang vom Verband nicht definiert wird. Es sind keine Befundkontrollen unmittelbar vor Wettkämpfen bindend erforderlich, so daß Wettkämpfer mit nicht ausgeheilten Verletzungen oder Erkrankungen ohne Beanstandung an Wettkämpfen teilnehmen können. Die Anwesenheit eines Wettkampfarztes ist zudem nur für große überregionale Meisterschaften vorgeschrieben.

Bereits aus dieser kurzen Darstellung wird erkennbar, daß aus pädiatrisch-sportmedizinischer Sicht dringend Änderungen zum Schutz der Gesundheit der kindlichen Judoka notwendig sind. Die Pädiatrische Arbeitsgemeinschaft für Kinder- und Jugendsport stellt daher an den Deutschen Judo-Bund e.V. folgende Forderungen:

1. Jährliche sportmedizinische Untersuchungen mit folgenden vorgeschriebenen Inhalten: Überprüfung des Bewegungsapparates und der Koordination sowie Erhebung eines Ganzkörperstatus mit Untersuchung des Herz-Kreislaufsystems
2. Dem Wettkampfarzt muß bei Kinder- und Jugendturnieren die uneingeschränkte Interventionsmöglichkeit bei verletzungsgefährdenden Wurf-, Hebel- und Würgetechniken eingeräumt werden, ohne daß der Betroffene hierdurch automatisch den Kampf verliert
3. Heraufsetzen der Altersstufen für Hebel- und Würgetechniken um 3-4 Jahre
4. Anwesenheitspflicht eines Wettkampfarztes bei sämtlichen offiziellen Kinder- und Jugendturnieren analog zu anderen Kampfsportarten.

Dr. R. Ganschow und Prof. H. Möller
Pädiatrische Arbeitsgemeinschaft für Kinder- und Jugendsport

„Ärzte und Apotheker radeln für Kinder aus Tschernobyl“

Wegen des großen Erfolges im letzten Jahr findet auch 1997 zugunsten der niedersächsischen Landesstiftung „Kinder aus Tschernobyl“ vom 5. bis 7. September im Weser-Bergland die von der Firma Merck KG organisierte 2. Benefiz-Radsportveranstaltung unter oben genanntem Motto statt.

Aus mehreren ausgearbeiteten Touren können Sie Ihre Wunschtour individuell zusammenstellen. Kinder und Erwachsene bewältigen auf diese Weise Strecken von 10 bis 70 km.

Wir freuen uns, daß dieses Jahr Frau *Hiltrud Schröder* als Vorsitzende des Kuratoriums der Landesstiftung „Kinder aus Tschernobyl“ zusammen mit Herrn *Prof. Heyo Eckel*, Präsident der Ärztekammer Niedersachsen, die Schirmherrschaft für diese Veranstaltung übernommen hat. International bekannte Radsportler wie der vierfache Weltmeister im Querfeldeinfahren, *Klaus-Peter Thaler*, und der Extremradler *Hubert Schwarz* sind mit von der Partie.

Teilnehmer: Ärzte aller Fachgruppen und Apotheker

Startgeld: 150 Mark pro Familie, 100 Mark für Singles und AIPs

Dafür gibt es: 1 Radtrikot, Verpflegung und Getränke, kostenloser „R. u. S.-Rad-service“ sowie Vorträge, Unterhaltung und viel Spaß. Verkauf von weiteren Trikots und Helmen etc. vor Ort. Das Startgeld und die Verkaufserlöse kommen der Stiftung zugute.

Freitag, 5.9.: bis 19.30 Uhr Anreise, rustikales Buffet, Begrüßung durch *Hiltrud Schröder* und *Prof. Eckel*

Samstag, 6.9.: 9 Uhr Start der Benefiz-Tour, Kinderspaß, Attraktionen und Darbietungen rund um den Radsport (Fahrradgeschicklichkeitsprüfungen, Kutschfahrten etc.), abends Dia-Show mit *Hubert Schwarz*. „In 80 Tagen mit dem Fahrrad um die Welt“

Sonntag, 7.9.: individuelle Abreise nach dem Frühstück.

Anmeldung und Informationen:

Dr. E.-H. Solmsen
Quanthoferstr. 14
31020 Salzhemmendorf
Tel.: 05153/9623-3, Fax: -4

