

Den Körper zwingen – Ernährung bei der Tour de France

LOTHAR HEINRICH

Nur wenige Sportarten stellen so hohe Anforderungen an Sportler wie der professionelle Straßenradsport. Die Wettkampfsaison umfasst den Zeitraum von Anfang Februar bis Mitte Oktober. In diesen 8½ Monaten bestreiten die Fahrer im Durchschnitt 100–120 Wettkampftage. Bei Wettkampfdistanzen von bis zu 300 km (Mailand – San Remo) bedeutet dies eine Wettkampfdauer von 5 bis 7 Stunden. Hervorzuheben ist auch der Charakter einer Mannschaftssportart. Verglichen mit anderen Langzeitausdauersportarten (Marathon, Skilanglauf, etc.) ist das Resultat des Einzelsportlers meist das Ergebnis der Mannschaftsarbeit im Rennen.

Um Höchstleistungen dieser Art zu vollbringen, bedarf es individuell abgestimmter Trainings- und Ernährungspläne. Um 35 000 km ist die Distanz, die die Fahrer im Jahr bewältigen müssen. Der größte Teil des Trainings (ca. 90 %) wird im aeroben Stoffwechselfereich zurückgelegt. Deshalb ist bei Radprofis die Ausdauerleistungsfähigkeit mit am Besten entwickelt. Als Maß dient die maximale Sauerstoffaufnahmekapazität ($VO_2 \text{ max}$) mit Werten bis 90 ml/kg KG. Am Leistungsfähigsten sind Radprofis zwischen dem 24. und 35. Lebensjahr.

Um den Energieumsatz und die Ernährungssituation zu analysieren, wurden im Rahmen eines Trainingslagers des Team Telekom auf Mallorca elf Fahrer des Team Telekom während sechs Tagen durch eine Diplom-Ökologin begleitet (Tabelle 1). Sie absolvierten ein einheitliches Trainingsprogramm (Tabelle 2).

Der Energieverbrauch wurde mit SRM-Radmesssystemen ermittelt (Abb.1). Bei diesem durch Ulrich Schoberer entwickelten Gerät wird über einen

Tabelle 1. Körperliche Voraussetzungen des Gesamtkollektivs (n = 11)

	Alter (Jahre)	Körper- größe (cm)	Körper- gewicht (kg)	BMI (kg/m ²)	Körper- fett (%)	VO ₂ max (ml/kg KG)
Durch- schnitt ± SD	28,7 ± 4,2	181 ± 4,2	71 ± 5,17	21,7 ± 1,6	10,2 ± 2,4	76,42 ± 3,78
Min-Max	23–35	173–186	64,5–83	19,5–24,8	7–15	70,94–82,14

Tabelle 2. Sechs Trainingstage von elf Fahrern mit Fünf-Tages-Durchschnittswert

	Tag						Durchschnitt (ohne Freitag)
	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
Strecke	flach	drei Berge	hügelig	flach	hügelig	drei Berge	
Umfang (km)	150	150	180	33	140	180	160
Dauer (h:min:s)	04:26:26	04:54:15	05:24:20	01:16:26	04:30:50	05:59:00	05:02:58
Geschwindigkeit (km/h)	34	31	33	26	31	30	31,8
Energieumsatz (kcal)	3173	3216	3335	500	2698	3549	3194

Drehmomentaufnehmer (Powermeter) an der Kurbel die Tretkraft (Drehmoment) und die Tretfrequenz (Winkelgeschwindigkeit) gemessen und in ein digitales elektrisches Signal umgesetzt. Dieses Signal wird berührungslos (induktiv) auf einen Empfänger am Fahrradrahmen übertragen. Aus dem Produkt von Tretkraft und Tretfrequenz berechnet der Radcomputer die Leistung (Watt). Der Radcomputer ist am Lenker befestigt und zeigt neben der Wattleistung auch die momentane Herzfrequenz, die Tretfrequenz, die Geschwindigkeit und die zurückgelegte Strecke an. Auch der Energieverbrauch während der Trainingseinheit kann sofort abgerufen werden. Auf einer Speicherkarte im Gerät können alle Daten bis zu 25 Stunden abgespeichert werden. Das Auslesen der Daten erfolgt am Computer mit einer speziellen Software.

Zur Erfassung des tatsächlichen Energieverbrauchs während der Trainingsbelastung wurde ein Wirkungsgrad von 25% aufgrund der vom SRM-Trainingssystem nicht berücksichtigten Reibungs- und Wärmeverluste verrechnet. Mit Hilfe von Ernährungsprotokollen war es möglich, die tägliche Energie- und Nährstoffzufuhr der Radprofis zu erfassen und einen Vergleichswert zum täglichen Energieverbrauch zu schaffen. Beim Erstellen der Ernährungsprotokolle wurden die Sportler durch die Ökotrophologin betreut, um Fehler bei der Dokumentation zu vermeiden. Die sehr kooperative Hotelküche er-



Abb. 1. SRM-Radmesssystem

leichterte hier die Arbeit deutlich. Die Daten wurden mit der PRODI 4.3 Expert Software ausgewertet.

Zu Beginn der Trainingssaison im Januar steht das Training der aeroben Grundlagenausdauer im Vordergrund. Ziel ist die Ökonomisierung des Stoffwechsels und die Gewichtsreduktion. Deshalb werden lange Grundlagenausdauerseinheiten absolviert und die Energiezufuhr etwas reduziert (Tabelle 3). Außer am Ruhetag (Freitag) liegt der Energieverbrauch über der Energiezufuhr.

Die Ernährungsbilanz zeigt im Trainingslager eine gute Zusammenstellung der Makronährstoffe (Abb. 2). Der Proteinanteil liegt mit 19% der Gesamtenergiezufuhr relativ hoch, 2,1 g/kg KG liegt deutlich über der von der DGE empfohlenen Menge von 0,8 g/kg KG. Selbst wenn man einen erhöhten Bedarf von Sportlern zugrunde legt, sollte eine Menge von 1,8 g/kg KG nicht überschritten werden. Von einer zusätzlichen Aufnahme von Protein in Pulverform wurde den Fahrern deshalb abgeraten. Auch die Fettaufnahme ist noch nicht optimal. Gesättigte Fettsäuren sind bei einigen Fahrern deutlich über den von der DGE empfohlenen Werten gegessen worden. Im Gegensatz dazu ist die Aufnahme von einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu gering, deshalb wurde nach Auswertung der Daten die Substitution von Fettsäuren begonnen (Tabelle 4).

Berücksichtigt man, dass im Training etwa 20 kcal pro gefahrenem Kilometer verbraucht werden, kann man davon ausgehen, dass im Rennen der Energieumsatz noch etwas höher liegt. Deshalb sind bei langen und stark profilierten

Tabelle 3. Energiebilanz (kcal) im Durchschnitt pro Tag (n = 11)

	Tag						Durchschnitt
	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	
Leistungsumsatz	3173	3216	3335	500	2698	3549	2745
Gesamtumsatz	5227	5271	5393	2705	4794	5620	4835

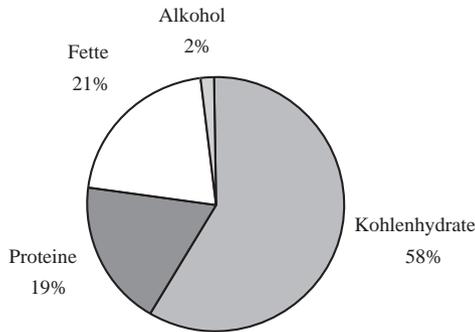


Abb. 2. Prozentuale Anteile der Makronährstoffe an der Gesamtenergiezufuhr über sechs Tage

Rennen durchaus Energieumsätze von mehr als 6000 kcal möglich. Zusammen mit dem Grundumsatz von etwa 1700 kcal erhält man einen Gesamtenergieverbrauch von bis zu 8000 kcal. In der Literatur werden durchschnittlich 6500 kcal angegeben. Die Zufuhr von Kalorienmengen dieser Größenordnung ist an Renntagen nur schwer möglich. Das erklärt auch die durchschnittliche Abnahme des Körpergewichts um etwa 1,5 kg und die Reduktion des Körperfettanteils von 6,9 % auf 6,0 % während einer dreiwöchigen Rundfahrt bei den neun Fahrern eines Profiteams.

Während der Tour de France wechseln die Mannschaften täglich das Hotel. Die Societé de Tour de France als Organisator dieser Großveranstaltungen eng mit Ernährungswissenschaftlern zusammen, die den Hotels einen genauen Speiseplan vorgeben.

Ein Rennen wie die Tour de France läuft nach einem genauen Tagesschema ab. Mindestens drei Stunden vor dem Start werden die Fahrer geweckt. Zum Frühstück gibt es Müsli, das von den Helfern schon am Abend zuvor mit Wasser angesetzt wird, Joghurt, Früchte, Brot, Marmelade, Honig, Käse und Schinken. Direkt anschließend an dieses „konventionelle“ Frühstück folgt das „Hauptgericht“ in Form von Spaghetti, Omelett oder Reis.

Tabelle 4. Protein- und Fettaufnahme des Gesamtkollektivs (n = 11)

	Protein [g/kg KG]	Gesättigte Fettsäuren [g]	Einfach ungesättigte Fettsäuren [g]	Mehrfach ungesättigte Fettsäuren [g]
Durchschnitt	2,1	27,7	24,7	16,0
Min-Max	1,6 – 2,6	11,0 – 38,9	10,4 – 32,6	10,4 – 21,1

Danach werden die Fahrer im Teambus zum Start gefahren. Kurz vor dem Start essen die Fahrer die ersten Energieriegel. Während der Etappe können die Fahrer aus dem Auto gepflegt werden. Aufgabe der so genannten „Wasserträger“ ist es, aus dem Mannschaftswagen Energieriegel, -gels und Getränke (Energie-/Mineralgetränke und Wasser) zu den jeweiligen Spitzenfahrern zu bringen. Je nach Länge der Etappe sind im Etappenplan 1 bis 2 Verpflegungsstationen ausgeschrieben. Dort werden den Fahrern in voller Fahrt von den „Pfleger“ Verpflegungsbeutel gereicht, in denen sich kleine Biskuitkuchen, Energieriegel und -gels befinden. Ziel der Verpflegung im Rennen ist es, pro Stunde etwa 60 g Kohlenhydrate mit ausreichend Flüssigkeit (je nach Schweißverlust ca. 0,7 – 2 l) zuzuführen. Die verwendete Sporternährung ist im Vorfeld der Tour von allen Fahrern schon in Wettkämpfen verwendet worden. Dadurch werden mögliche Magen-Darm-Unverträglichkeiten durch neue Nahrungsmittel vermieden.

Direkt nach Ende der Etappe um etwa 17 Uhr bekommen die Fahrer ein Getränk mit etwa 30 g Kohlenhydraten mit hohem glykämischen Index und 3 g Aminosäuren (BCAAs) gereicht um eine möglichst schnelle Wiederauffüllung der Energiespeicher zu ermöglichen.

Nach Ankunft im Hotel um etwa 17,30 Uhr essen die Fahrer noch vor der Massage erneut Müsli, Bananen und Frühstückscerealien.

Auch das um 19,30 Uhr stattfindende Abendessen mit Pasta, Kartoffeln, kleinen Mengen Fleisch (meist Geflügel) oder Fisch und etwas Gemüse enthält hauptsächlich Kohlenhydrate.

Um etwa 22 Uhr ist gehen die Fahrer zu Bett.

Training und Wettkampf stellen enorme Belastungen für den Körper der Radprofis dar. Deshalb ist die optimale Zufuhr von Nährstoffen Grundvoraussetzung zum Erzielen der Leistung und Erhaltung der Gesundheit. Hier besteht noch ein großer Bedarf an Beratung, Aufklärung und auch Forschung um die natürlichen Möglichkeiten der Leistungsverbesserung besser ausschöpfen zu können.

Literatur

- Adam O (1987) Struktur, Zufuhr und Funktion von Polyenfettsäuren. Ernährungs-Umschau 34, Sonderheft: 485–487
- Adam O (1991) Zufuhr, Stoffwechsel, Wirkung und Nebenwirkungen der n-3-Fettsäuren. Fat Science and Technology 3, 97–103
- American Dietetic Association and Canadian Dietetic Association (1993) Position stand on nutrition for physical fitness and athletic performance for adults. Journal of the American Dietetic Association: 691–696
- Arbeitsgruppe Sportlernahrung (1994) Bundesgesundheitsamt 8.12.1993. Anforderungen an Sportlernahrungen aus Sicht des Bundesgesundheitsamts. Bundesgesundheitsblatt 37: 269–271
- Bauer S, Berg A, Keul J (1993a) Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. 1. Energiezufuhr und Nährstoffrelation. Aktuelle Ernährungsmedizin 18: 14–20
- Bauer S, Berg A, Keul J (1993b) Ernährungserhebung bei Ausdauersportlern. 2. Vitamin-, Mineralstoff- und Spurenelementzufuhr. Aktuelle Ernährungsmedizin 18: 279–285
- Berg A, Simon-Schnaß I, Rokitzki L, Keul J (1987) Die Bedeutung des Vitamin E für den Sportler. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 38: 416–424
- Berg A, Baumstark MW, Frey I, Keul J (1990 a) Einfluß von Probucol auf die in-vitro-Thrombozytenaggregationsneigung und die Herz-Kreislauf-Regulation bei männlichen Hypercholesterinämikern. Perfusion 3: 196–204
- Berg A, Keul J (1990b) Spurenelementversorgung beim Sportler. In: Wolfram G, Kirchgeßner M (Hrsg) Spurenelemente und Ernährung. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S 175–185
- Berg A, Baumstark MW, Frey I, Halle M, Keul J (1991 a) Clinical and therapeutic use of probu-col. European Journal of Clinical Pharmacology 40, Suppl 1: S81–S84
- Berg A, Keul J (1991b) Ernährungserfordernisse aus sportmedizinischer Sicht. Zum Nährstoffbedarf des Sportaktiven. Aktuelle Ernährungsmedizin 16: 61–67
- Berg A, Bauer S, Keul J (1992 a) Besonderheiten in der Sportlerernährung. Energie- und Nährstoffbedarf des Leistungssportlers. Ernährungs-Umschau 39: 102–108
- Berg A, Northoff H, Keul J (1992b) Immunologie und Sport. Internist 33: 169–178
- Berg A, König D, Schlachter H, Keul J (1993) Zur Qualität der Fettsäurezufuhr und ihren Einfluß auf die periphere Regulationslage von Sportlern. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 44: 445–452
- Berg A, König D, Keul J (1996) Sport und Ernährung 1996. Aktuelle Ernährungsmedizin 21: 315–322
- Brouns F (1993) Nutritional needs of athletes. John Wiley & Sons, Maastricht
- Brouns F (1997) Functional foods for athletes. Trends in Food Science & Technology 8: 358–363
- CEFS (1995) Scientific Workshop “Carbohydrates and Physical Performance”. Waterloo (Belgium), November 30-December 1 (Ms)
- Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL (1986) Muscle glycogen utilisation during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. Journal of Applied Physiology 61: 165–172
- DGE-Deutsche Gesellschaft für Ernährung (1995) DGE-Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, 5. Auflage 1991, 2. korr. Nachdruck. Umschau Buchverlag, Frankfurt a. M.
- Economos CD, Bortz SS, Nelson ME (1993) Nutritional practices of elite athletes. Practical recommendations. Sports Medicine 16: 381–399

- Foster C, Costill DL, Fink NJ (1979) Effects of pre-exercise feeding on endurance performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 11: 1–5
- Gabel KA, Aldous A, Edgington C (1995) Dietary intake of two elite male cyclists. *International Journal of Sports Nutrition* 5: 56–61
- Garcia-Rovés PM, Terrados N, Fernández SF, Patterson AM (1998) Macronutrients intake of top level cyclists during continuous competition – Change in the feeding pattern. *International Journal of Sports Medicine* 19: 61–67
- Hoffman CJ, Coleman E (1991) An eating plan and update on recommended dietary practices for the endurance athlete. *Perspectives in Practice. Journal of the American Dietetic Association* 3: 325–330
- Höhler M, Decher-Splithoff E, Kersting M, Ternes ML, Manz F (1994) Funktionsbelastung des Stoffwechsels und der Niere bei Kraftsportlern mit eiweißreicher Kost, *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 1: 92–103
- Hollmann W, Hettinger T (2000) *Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin*, 4. Aufl. Schattauer, Stuttgart
- Huber M (1999) Die Ernährung von Radprofis im Trainingslager. Diplomarbeit aus dem Fach Ernährungslehre des Menschen im Diplom-Studiengang Ökotrophologie. Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau, Institut für Ernährungswissenschaft Freising-Weihenstephan (Ms)
- Jensen CD, Zaltas ES, Whittam JH (1992) Dietary intakes of male endurance cyclists during training and racing. *Journal of the American Dietetic Association* 92: 986–988
- Jeukendrup AE, Brouns F (1997) Ernährung im Ausdauersport: von der Theorie zur Praxis. *Insider, News on Sport Nutrition*, Isostar Sport Foundation: 5, Nr. 1
- Keul J, Berg A (1983) Zur Wirkung von Saccharose und Fructose auf das Leistungsverhalten und die energieliefernden Substrate im Blut bei Körperarbeit. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 8: 71–76
- Keul J, König D, Huonker M (1996) Ernährung, Sport und muskelzelluläre Belastbarkeit. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 47, Sonderheft: 228–237
- Keul J, Hamm M (1998) Die richtige Fitness-Ernährung. Das Programm für mehr Leistungsfähigkeit und Lebensfreude. Umschau/Braus Verlag, Heidelberg
- Lindemann AK (1990) Nutrient intake of an ultraendurance cyclist. *International Journal of Sports Nutrition* 1: 79–85
- Lohman D, Liebold F, Hilman W, Senger H, Pohl A (1978) Diminished insulin response in highly trained athletes. *Metabolism* 27: 521–526
- Luppa D (1991) Ursachen eines erhöhten Vitamin E-Bedarfes bei sportlichen Belastungen. *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge* 32: 189–205
- Mann J (1981) Complex carbohydrates. Replacement energy for fat or useful in their own right? *American Journal of Clinical Nutrition* 45: 1202–1206
- Mason WL, McConell G, Hargreaves ML (1993) Carbohydrate ingestion during exercise: liquid vs. solid feedings. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 25: 966–969
- Matiaske B, Anders H, Rosenbauer J (1988) Methoden der Ernährungserhebung. In: Wolfgram G, Schlierf G (Hrsg) *Ernährung und Gesundheit*. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, S 18–28
- Nickleberry BL, Brooks GA (1996) No effect of cycling experience on leg cycle ergometer efficiency. *Medicine and Science in Sports and Exercise*: 1396–1401
- Pekkarinen M (1970) Methodology in the Collection of Food Consumption Data. *World Review of Nutrition and Dietetics* 12: 145–171

- Pudel V (1993) *Praxis der Ernährungsberatung*. Springer-Verlag, Berlin u. a.
- Richter C (1987) Biophysical consequences of lipid peroxidation in membranes. *Chemistry and Physics of Lipids* 44: 175-189
- Saris WHM, van Erp-Baart MA, Brouns F, Westeertep KR, Ten Hoor F (1989) Study on food intake and energy expenditure during extreme sustained exercise: the Tour de France. *International Journal of Sports Medicine* 10: 26-31
- Schek A (1997) Kohlenhydrate in der Ernährung des Ausdauersportlers. *Ernährungs-Umschau* 44: 434-440
- Schmid A, Heinrich L, Huber G, Huonker M, Schmidt-Trucksäß A, Becker P, Weibel P, Keul J (1998) Jan Ullrich: Physiological and Practice Evolution (From Junior to Winner of the Tour of France). Vortrag beim XXVI FIMS World Congress Of Sports Medicine, Orlando, June 2 (Ms)
- Schmid A, Heinrich L, Huber G, Keul J (1997) Medizinische Betreuung einer professionellen Radmannschaft während der Tour de France. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 10: 408-410
- Sichert W, Oltersdorf U, Winzen U, Leitzmann C (1984) Ernährungs-Erhebungs-Methoden. Methoden zur Charakterisierung der Nahrungsaufnahme des Menschen. Schriftenreihe der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V., Bd. 4, Beiheft Ernährungsumschau 31
- Stegemann J (1991) *Leistungsphysiologie: Physiologische Grundlagen der Arbeit und des Sports*. Georg Thieme Verlag, Stuttgart New York
- Van Erp-Baart A, Saris W, Binkhorst R, Vos J, Elvers J (1989) Nationwide survey on nutritional habits in elite athletes. Part 1: energy, carbohydrate, protein and fat intake. *International Journal of Sports Medicine* 10: 3-10
- Wahrburg U, Bender F (1995) Die Anwendbarkeit verschiedener Methoden von Ernährungserhebungen in epidemiologischen Studien. Dargestellt am Beispiel der Arterioskleroseforschung. *Aktuelle Ernährungsumschau* 10: 133-139
- Williams MH (1989) Nutritional ergogenic aids and athletic performance. *Nutrition Today*, Jan/Feb: 7-14
- Winkler G (1993) *Validierung einer Food-Frequency-Erhebung*. Dissertation, München (Ms)
- Wolever TM, Bolognesi C (1996 a) Source and amount of carbohydrate affect postprandial glucose and insulin in normal subjects. *Journal of Nutrition* 126: 2798-2806
- Wolever TM, Bolognesi C (1996 b) Prediction of glucose and insulin responses of normal subjects after consuming mixed meals varying in energy, protein, fat, carbohydrate and glycemic index. *Journal of Nutrition* 126: 2807-2812