

Dr. Klaus Pöttgen

Leistungsprofile von Profiathleten beim IRONMAN Hawaii 2008 Kohlenhydratstoffwechsel und Auswirkungen auf das Wett- kampfmanagement

Der Ironman Hawaii hat einen neuen Sieger 2008. Graig Alexander (AUS, 35 J.) der 2007 bei seinem ersten Ironman überhaupt Zweiter in Hawaii wurde, hat 2008 kein Rennen über die volle Distanz gemacht. Die anderen Topathleten bestreiten in der Regel 2 – 3 Ironmanrennen im Jahr, was entsprechend längere Regenerationszeiten mit sich bringt.

Als Graig Alexander 2007 Zweiter in Hawaii wurde, erreichte er eine durchschnittliche Leistung von 282 Watt auf dem Fahrrad. 2008 trat er mit 66 kg Körpergewicht an und wog direkt nach dem Rennen 64 kg. Graig Alexander kommt von der Kurzdistanz und ist auf der halben Ironmandistanz absolute Weltspitze. Im Training läuft er in der Vorbereitung zum Ironman 5-6 Wochen lang 120 km /Woche. Die längsten Einheiten dauern 2,5 Stunden, welche 4-5 mal insgesamt und im Endteil mit 3:30 min/km gelaufen werden. Auf dem Rad verbringt Graig Alexander in der Trainingsphase 400-500 km / Woche und damit ca. 20.000 km im Jahr. Mit 15 bis max. 20 km/ Woche Schwimmen erreicht er 750 km im Jahr.

Kohlenhydrate (KH) haben ein 7,6 % höheres Energieäquivalent als Fette

Bezogen auf 1 Liter O₂ ergeben KH 21,1 kJ und Fette 19,6 kJ Energie.

Bei Kurz- und Mitteldistanz kann das Rennen während der gesamten Zeit oberhalb der individuellen anaeroben Schwelle und somit komplett mit Energiegewinnung über Kohlenhydrate bestritten werden.

Bei längeren Belastungen können trotz der körpereigenen Glykogendepots nicht mehr soviel Kohlenhydrate resorbiert werden wie zur Energiebereitstellung auf dem hohen Tempo über die kürzere Distanz nötig wäre.

Ein Kalorienmanagement für Ironmanathleten im Rennen ist daher entscheidend, da die resorbierte Menge an Kohlenhydraten sich direkt auf die abrufbare Leistung auswirkt.

Dies ist der Grund dafür, dass der Athlet immer deutlich unter der individuellen anaeroben Schwelle während des Rennens bleiben muss, da er ansonsten zu Beginn alle seine KH verbraucht und später fast nur im Fettstoffwechsel seine Energie bereitstellen könnte.

Dieses Phänomen ist beim Marathonlauf bekannt, wenn nach ca. 2 Stunden ohne Nahrungszufuhr bei hohem Tempo der Einbruch kommt, da alle KH aus Leber und Muskel (ca. 500-600 Gramm) verbraucht sind.

Insgesamt kann der Athlet also weniger resorbieren als er bräuchte um ein höheres Tempo zu gehen.

In der Leistungsdiagnostik wird dies durch den respiratorischen Quotienten dargestellt. Davon ausgehend, dass bei einem RQ von 1,0 praktisch nur Kohlenhydrate

zur Energiegewinnung herangezogen werden, ergibt sich der folgende Kalorienverbrauch

- RQ 1,0 = 21,1 kJ (5,05 kcal)
- RQ 0,9 = 20,7 kJ (4,93 kcal)
- RQ 0,8 = 20,2 kJ (4,81 kcal)

Bei einem Ironmanrennen werden ca. 9000 kcal verbraucht. So konnte in einer Studie beim Ironman Hawaii 2006 mit schwerem Wasser ($^2\text{H}_2\text{O}$ und $\text{H}^2\text{18O}$) folgende Daten für einen 39-jährigen männlichen Athleten (77,9 kg ; 182,9 cm) mit einer Endzeit von 9:15 h erfasst werden

- Schweißverlust 16,6 Liter kalkuliert aus dem Turnover der Isotopenelimination
- Körpermassenverlust 7,5 %
- Hämatokritanstieg von 46% auf 51% (= 15,6 mg/dl auf 17,3 mg/dl Hämoglobin)
- Plasmavolumenabnahme 18%
- 9290 kcal Kalorienverbrauch
- Natriumgehalt im Blut konstant bei 139 mmol/L

Eine Muskelbiopsie des Athleten des M. vastus lateralis 2 h vor dem Rennen und direkt nach dem Rennen zeigte eine Muskelglykogenabnahme von 68% (125,2 mmol auf 48 mmol) (HAILES, W., SLIVKA, D., DUMKE, C., CUDDY, J., RUBY, B.C., 2008). Bisher galt, dass max. 60-80 gr KH pro Stunde zugeführt werden konnten. Durch Studien mit verschiedenen markierten KH konnte jedoch gezeigt werden, dass Fructose und Glucose zwei verschiedene Resorptionscarrier nutzen (JENTJENS, RL., ACHTEN, J., JEUKENDRUP AE., 2004; JENTJENS, RL., VENABLES, MC., JEUKENDRUP, AE., 2004; ACHTEN, J., JENTJENS, RL., BROUNS, F., JEUKENDRUP, AE., 2007; JENTJENS, RL., JEUKENDRUP, AE., 2005; JENTJENS, RL., SHAW, C., BIRTLES, T., WARING, RH., HARDING, LK., JEUKENDRUP, AE., 2005).

Zudem kann durch geringe Koffeinemengen die Resorption verbessert werden (YEO, SE., JENTJENS, RL., WALLIS, GA., JEUKENDRUP, AE., 2005).

Leistungssteigerungen von 4,6% im Zeitfahren bei Einnahme von 5,3 mg/kg/KG werden beschrieben (HULSTON, CJ., JEUKENDRUP, AE., 2008). Eine 2-3% Leistungssteigerung bei einstündigen Zeitfahren kann auch durch eine Mundspülung einer 10% Glucose Lösung alle 10 Minuten erreicht werden. Diese führt wohl über eine sensitive Stimulation im Mund zur zentralen Stimulation im Gehirn (CARTER, JM., JEUKENDRUP, AE., JONES, DA., 2004). Dies würde sich vor allem bei kürzeren Distanzen auswirken. 2006 wurden erstmals Gels und Riegel bereitgestellt, die mit einem Verhältnis von Glucose zu Fructose von 2:1 die Möglichkeit bietet ca. 90-100gr KH / Stunde zu resorbieren.

Wie sich die unterschiedliche Ernährung auswirkt konnte nach einer Vorbelastung von 120 Minuten Radbelastung bei 55% der maximalen Wattleistung im anschließenden Zeitfahren über eine Stunde gezeigt werden.

Mit der Fructose-Glucose Mischung von 2:1 wurde eine 8% höhere Leistung als mit reiner Glucose Lösung erreicht (CURELL, K., JEUKENDRUP, AE., 2008). Dies gilt auch unter Hitzebedingungen (JENTJENS, RL., UNDERWOOD, K., ACHTEN, J., CURELL, K., MANN, CH., JEUKENDRUP, AE. (2005).

Daraus ergeben sich für die verschiedenen Distanzen unterschiedliche Anforderungen an die Nahrungsaufnahme:

Tab. 1: *Empfohlene Kohlenhydratzufuhr über verschiedene Distanzen*

Event	Empfohlene Kohlenhydratzufuhr	Kohlenhydratform	Glukose	Glukose + Fruktose
Super Sprint	keine	-	-	-
Sprint	Mundspülung	Alle Formen von KH	*	*
Olympische Distanz	Bis zu 30g/h	Alle Formen von KH	*	*
Ironman 70.3	Bis zu 60g/h	Schnell oxidierbare KH (Glukose, Maltodextrin)	*	**
Ironman	Bis zu 90g/h	Nur mehrfach transportable KH		**

Wie unterschiedlich Athleten trotzdem höhere Mengen vertragen können zeigt eine Untersuchung der Universität Montana. So konnte Linsey Corbin, fünftplaziert beim Ironman Hawaii 2008, auf dem Rad 165 gr KH/h und beim Laufen 137 gr KH/h zu sich nehmen ohne Beschwerden zu bekommen.

Die Hawaiisiegerin Chrissie Wellington (GB, 31 J. , 60kg) lässt sich von der Universität Birmingham zum Wettkampfmanagement beraten. So gibt sie an im Jahre 2008, 3 Stunden vor dem Rennen einen Cheese Muffin mit Honig zu essen. Beim Radfahren führt sie 2 Flaschen a 600 kcal KH mit sich und nimmt zusätzlich 2 Gels sowie einen Schokoladenriegel (219 kcal) ein.

Auf der Laufstrecke reichen ihr alle 25 Minuten ein Gel (107 kcal). Chrissie Wellington trinkt während des Rennens nur Wasser. Das nötige Salz hat sie in den Gels und den Trinkflaschen.

Als Siegerin des Ironman Germany 2008 verlor sie eine ihrer Radflaschen und konnte zudem auf den letzten ca. 5 km nichts mehr zu sich nehmen. Sie lag zuvor noch auf einem Endzeitkurs von ca. 8:44 h und finishte dann mit 8:51 h. Auf der Ironmandistanz in Roth 2009 gelingt ihr dann sogar die neue Weltbestzeit von in 8:31:59 Stunden.

Nach dem Rennen verzehrt sie vorzugsweise Burger und Pizza.

2007 dokumentiere sie am Tag vor dem Rennen ihre Nahrungszufuhr wie folgt:

- 3672 kcal
- 585 g KH
- 99 g Fat
- 151 g Eiweiss

- 25 g Fasern

Bei einer Endzeit 2007 von 9:08 Stunden wurden 3100 kcal in Form von 775 g Kohlenhydraten, 65 g Eiweiß und 10 g Fett dokumentiert. Damit erreichte sie ihr vorgegebenes Ziel einer Nahrungsaufnahme von 90 kcal/Stunde fast genau mit ca. 86 kcal/Stunde.

Der Hawaiisieger Graig Alexander nimmt das ganze Rennen über nur flüssige Nahrung in Form von Gels und Getränken mit 320 kcal KH /Stunde sowie zusätzlich wegen der Hitze und den damit bedingten Schweißverlusten 2 x 200mg Salztabletten (NaCl) / Stunde zu sich. Der Sieger des Jahres 2007 und Gewinner des Ironman in Frankfurt Chris McCormack (AUS, 35J.), der 2008 wegen eines technischen Defektes am Rad das Rennen beenden musste, fährt dagegen mit seinen 78 kg Körpergewicht (KG) 700km Rad / Woche und damit unglaubliche 28-30.000 km im Jahr. Der erste deutsche Hawaiisieger 1997 Thomas Hellriegel gab immer 22-23.000 km / Jahr an. Mit fast 4000 Laufkilometer im Jahr liegt Chris McCormack ebenso an der Spitze. In der Ironmanvorbereitung läuft er 12 mal pro Woche 36 km mit einem Schnitt von 3:35 min / km. Der ehemalige Kurdistanzweltmeister schwimmt dagegen nur ca. 12 km Woche und somit weniger als 600 km im Jahr. Im Ironmanrennen nimmt Chris McCormack 400 kcal KH / Stunde sowie 600 mg Salz/h zu sich und trinkt nur Wasser.

Viele Strategien gibt es auch hier in Hawaii gegen Hitze.

So trägt der 3.plazierte des Jahres 2007 Torben Sinballe (DEN, 31J.) nicht nur komplett in Weiß Ärmlinge auf dem Rad, sondern läuft auch mit Handschuhen, in denen er Eiswürfel mitnimmt und angibt er könne damit seine Körpertemperatur um 0.2 Grad absenken. Torben Sinballe läuft zudem wie der deutsche Timo Bracht (33 J.) in weißen Kompressionsstrümpfen. Studien zeigen tatsächlich, dass die Durchblutung verbessert wird und die Strümpfe nass gehalten die Temperatur senken und besser Kühlen als schnell verdunstendes Wasser auf der Haut. Durch die Kompression werden zudem Wassereinlagerungen in der unteren Extremität verhindert. Auch in den Hosen der Einteiler wird inzwischen Kompression genutzt.

Torben Sinballe (78kg) stellte 2005 einen Radrekord auf und war bis zu diesem Zeitpunkt der einzige Athlet, der seine Leistung bis zum Ende der Radstrecke konstant auf durchschnittlich 304 Watt mit einem Puls von 138 halten konnte. Im Gegensatz dazu fiel beispielsweise zum Ende der Radstrecke die Leistung bei Faris al Sultan (Hawaiisieger 2005) ab. Vom zweimaligen Hawaiisieger Norman Stadler (GER, 35 J. , Bike-Rekord 2006) liegen keine Daten vor. Der Sieger des Ironman Frankfurt 2007 Timo Bracht, 5.plazierte in Hawaii 2008 und nachträglich wegen einer missachteten 30 sec. Strafe disqualifiziert, läuft mit seinen 70kg Körpergewicht 2700 km, schwimmt 700 km und fährt „nur“ 16-18.000 km Rad / Jahr. Er setzt im Schnitt 280 Watt auf den Rad über die 180 km um. Beim Laufen liegt seine individuelle Schwelle bei 3:25 min / km und bei einem Laktat von 2,0 mmol bei 3:50 min / km. Timo Bracht konnte 2008 und 2009 in Frankfurt mit den schnellsten Laufzeiten aufwarten.

- 2007 2:47,34 Std. = 3:59 min / km
- 2008 2:42,32 Std. = 3:51 min / km
- 2009 2:43,06 Std. = 3:52 min / km

Ein Hawaii Sieger muss den abschließenden Marathon in der Regel in Hawaii unter 2:50 Stunden laufen können.

Literatur:

- ACHTEN, J., JENTJENS, RL., BROUNS, F., JEUKENDRUP, AE. (2007). Exogenous oxidation of isomaltulose is lower than that of sucrose during exercise in men. *J Nutr.* 2007 May;137(5):1143-8.
- CARTER, JM., JEUKENDRUP, AE., JONES, DA. (2004). The effect of carbohydrate mouth rinse on 1-h cycle time trial performance. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Dec; 36(12):2107-11. O
- CURELL, K., JEUKENDRUP, AE. (2008). Exogenous CHO oxidation with glucose plus fructose intake during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Feb;40 (2):275-811.
- HAILES, W., SLIVKA, D., DUMKE, C., CUDDY, J., RUBY, B.C. (2008). Total energy expenditure, substrate use and hydration during the ironman worldchampionship: a case study. *Med Sci Sports Exerc.* 2008, S454 Vol.40 No.5 ; Abstract 2418
- HULSTON, C.J., JEUKENDRUP, AE. (2008). Substrate metabolism and exercise performance with caffeine and carbohydrate intake. *Med Sci Sports Exerc.* 2008 Dec;40(12):2096-104.
- JENTJENS, RL., ACHTEN, J., JEUKENDRUP AE. (2004). High oxidation rates from combined carbohydrates ingested during exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Sep;36 (9):1551-8.
- JENTJENS, RL., VENABLES, MC., JEUKENDRUP, AE. (2004). Oxidation of exogenous glucose, sucrose, and maltose during prolonged cycling exercise. *J Appl Physiol.* 2004 Apr;96 (4):1285-91. Epub 2003 Dec 2.
- JENTJENS, RL., JEUKENDRUP, AE. (2005). High rates of exogenous carbohydrate oxidation from a mixture of glucose and fructose ingested during prolonged cycling exercise. *Br J Nutr.* 2005 Apr;93(4):485-92.
- JENTJENS, RL., SHAW, C., BIRTLES, T., WARING, RH., HARDING, LK., JEUKENDRUP, AE. (2005). Oxidation of combined ingestion of glucose and sucrose during exercise. *Metabolism.* 2005 May;54 (5): 610-8
- JENTJENS, RL., UNDERWOOD, K., ACHTEN, J., CURELL, K., MANN, CH., JEUKENDRUP, AE. (2005). Exogenous carbohydrate oxidation rates are elevated after combined ingestion of glucose and fructose during exercise in the heat. *J Appl Physiol.* 2006 Mar;100 (3):807-16. Epub 2005 Nov 10.
- YEO, SE., JENTJENS, RL., WALLIS, GA., JEUKENDRUP, AE. (2005). Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. *J Appl Physiol.* 2005 Sep;99(3):844-50. Epub 2005 Apr 14.

Anschrift des Autors:

Dr. Klaus Pöttgen
 Hobrechtstrasse 26
 64285 Darmstadt
 E-mail: klaus@drpoettgen.de