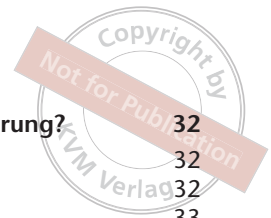




|  |           |
|--|-----------|
| <b>Wozu dient das Prinzhausen-Prinzip?</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1 Etwas Theorie zum besseren Verständnis</b>                                    | <b>2</b>  |
| <b>1.1 Der Abbau der Makronährstoffe zur Energiebereitstellung</b>                 | <b>2</b>  |
| <b>1.2 Welcher Nährstoff verbrannt wird, hängt von der Belastungsintensität ab</b> | <b>4</b>  |
| Übersicht  | 4         |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 4         |
| <b>1.3 Kohlenhydrate hemmen die Fettverbrennung</b>                                | <b>7</b>  |
| Übersicht  | 7         |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 8         |
| <b>1.4 Auch Fette in der Muskelzelle dienen als Energiequelle</b>                  | <b>12</b> |
| Übersicht  | 12        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 13        |
| <b>1.5 Am Fettabbau beteiligte Enzyme in Höchstform</b>                            | <b>16</b> |
| Übersicht  | 16        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 17        |
| <b>1.6 Sauerstoff für die Nährstoffverbrennung</b>                                 | <b>20</b> |
| Übersicht  | 20        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 20        |
| <b>1.7 Verbesserter Glukosetransport</b>   | <b>22</b> |
| Übersicht  | 22        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 22        |
| <b>1.8 Maximierung der Kohlenhydratreserven der Muskulatur</b>                     | <b>24</b> |
| Übersicht  | 24        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 24        |
| <b>1.9 Die Glykogenspeicher der Muskulatur effizient einsetzen</b>                 | <b>26</b> |
| Übersicht  | 26        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 27        |
| <b>1.10 Und alles zusammen – Kombination der Einzeleffekte</b>                     | <b>30</b> |
| Übersicht  | 30        |
| Wissenschaftliche Darstellung  | 30        |



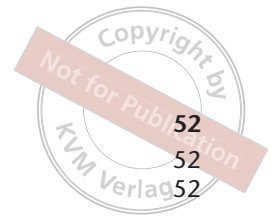
|   |           |
|---|-----------|
| <b>1.11 Diskussion: Höchstleistung trotz kohlenhydratreduzierter Ernährung?</b> | <b>32</b> |
| ATP und Kreatinphosphat   | 32        |
| Glukoseneubildung aus Aminosäuren und Glycerol                                  | 32        |
| Effiziente Glukoseneubildung  | 33        |
| Ketonkörperbildung und Ketonkörperverwertung                                    | 33        |
| Glukose-/glykogensparender Effekt   | 33        |

**2 Das Prinzhausen-Prinzip in der Praxis 34**

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.1 Sportler haben das Prinzip getestet: Yvonne van Vlerken und Thomas J. Vonach</b>        | <b>34</b> |
| Profiathletin und Weltrekordlerin: Yvonne van Vlerken  | 34        |
| Amateur mit Spitzenleistung: Thomas J. Vonach  | 35        |
| <b>2.2 Das Kernstück des Prinzhausen-Prinzips: Anpassen der Ernährung an den Trainingsplan</b> | <b>36</b> |
| Belastungsintensität und Ernährung   | 36        |
| Analyse der Ernährung/Re-Test  | 38        |
| <b>2.3 Vorbereitung auf den Wettkampf: „Alter Hut mit aktueller Bedeutung“</b>                 | <b>39</b> |
| Fünf Tage kohlenhydratreduzierte Ernährung   | 39        |
| Zwei Tage kohlenhydratreiche Ernährung   | 40        |
| <b>2.4 Auf in den Wettkampf!</b>   | <b>42</b> |
| <b>2.5 Kritische Betrachtung</b>   | <b>44</b> |
| Kohlenhydratreduzierte Ernährung kann anfänglich unangenehm sein                               | 44        |
| Komplizierte Ernährungsstrategien hält niemand ewig durch                                      | 44        |
| Wer genügend Kohlenhydrate zuführt, braucht keinen Turbo-Fettstoffwechsel!                     | 44        |
| <b>2.6 Erweiterung des Prinzhausen-Prinzips</b>  | <b>45</b> |

**3 Probleme und Fragen 46**

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3.1 Die Leistung sinkt in der kohlenhydratreduzierten Phase auch bei extensivem Training</b> | <b>46</b> |
| <b>3.2 Die Menstruation bleibt aus, die Knochenmineraldichte nimmt ab</b>                       | <b>46</b> |
| <b>3.3 Das Schlafbedürfnis sinkt</b>  | <b>48</b> |
| <b>3.4 Blutwertveränderungen: Hämatokrit und Hämoglobin</b>                                     | <b>48</b> |
| <b>3.5 Blutwertveränderungen: Laktat</b>  | <b>49</b> |
| <b>3.6 Ist die Insulinresistenz infolge kohlenhydratarmer Ernährung gefährlich?</b>             | <b>49</b> |
| <b>3.7 Gesundheit und Kohlenhydratladephase</b>   | <b>50</b> |
| Es treten Magen-Darm-Probleme mit Beginn der kohlenhydratreichen Phase auf                      | 50        |
| Überschneidung von Insulinresistenz und betonter Kohlenhydratzufuhr                             | 51        |
| Leberwerte  | 51        |



|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 3.8      | Muskelkrämpfe treten mit der Kohlenhydratreduktion auf   | 52         |
|          | Natrium  | 52         |
|          | Kalium   | 52         |
| 3.9      | Können auch Vegetarier eine kohlenhydratreduzierte Ernährung praktizieren?   | 52         |
| 3.10     | Wie stark muss die Kohlenhydratreduktion sein?   | 53         |
| 3.11     | Macht kohlenhydratreduzierte, fettproteinbetonte Ernährung krank?  | 53         |
|          | Chronische Zivilisationserkrankungen   | 53         |
|          | Effekte auf die Gesundheit des Athleten  | 54         |
|          | Immunsystem  | 55         |
|          | Blutfettwerte  | 55         |
| 3.12     | Oxidativer Stress und freie Radikale   | 57         |
| 3.13     | Schädigt proteinbetonte Kost die Nieren?   | 59         |
| 3.14     | Verstärkter Harndrang  | 60         |
| 3.15     | Ich muss auch während der fünftägigen kohlenhydratreduzierten Phase intensiv trainieren!                                   | 61         |
| 3.16     | Und was machen Fitness- und Gesundheitssportler?   | 61         |
| <b>4</b> | <b>Rezepte</b>   | <b>63</b>  |
|          | Rezepte für Mahlzeiten für die kohlenhydratreduzierte und fettproteinbetonte Ernährung                                     | 66         |
|          | Rezepte für Mahlzeiten zur Glykogensuperkompensation und für die kohlenhydratbetonte Ernährung                             | 76         |
|          | Rezepte für Mahlzeiten zur Maximierung der Muskelglykogen- und Muskelfettspeicher sowie für drei Stunden vor dem Wettkampf | 89         |
|          | Rezepte für die Mahlzeit eine Stunde nach einem Wettkampf (Regeneration)   | 95         |
|          | <b>Anhang</b>  | <b>103</b> |
|          | <b>Glossar</b>   | <b>104</b> |
|          | <b>Literatur</b>   | <b>110</b> |
|          | Studien und Reviews  | 110        |
|          | Bücher   | 118        |



## 1 Etwas Theorie zum besseren Verständnis

Kohlenhydrate werden seit Jahrzehnten als wichtigster Energieträger in der Sporternährung beschrieben. Athleten, welche die Kohlenhydratzufuhr vermindern, fühlen sich häufig kraft- und lustlos. Daher wird kohlenhydratreduzierte Ernährung im Sport oft kritisch bewertet und als kontraproduktiv dargestellt. Zum besseren Verständnis, wie eine kohlenhydratreduzierte Ernährung dennoch zur Leistungssteigerung beitragen kann, folgt daher zunächst ein Ausflug in die Physiologie des Körpers.

### 1.1 Der Abbau der Makronährstoffe zur Energiebereitstellung

Beim Abbau der Nährstoffe wird deren Energie genutzt, um Adenosintriphosphat (ATP) zu bilden. Das ATP ist die Form der Energie, mit der die Zellen, Gewebe und Organe, also auch die Muskeln, arbeiten.

In einem ersten Schritt werden die Fette zu Glycerol und Fettsäuren, die Proteine zu Aminosäuren und die Kohlenhydrate zu Einfachzuckern (hauptsächlich Glukose) gespalten. Im weiteren Verlauf werden Fettsäuren, Aminosäuren und Glukose bis auf die Stufe der aktivierten Essigsäure (Acetyl-CoA) abgebaut. Das Acetyl-CoA wird schließlich vollständig verbrannt.

Als Reaktionsprodukte verbleiben Kohlendioxid, Wasser und ATP.

Diese Abbauege gelten für Fette, Kohlenhydrate und Proteine aus der Nahrung sowie aus körpereigenen Speichern und Strukturen.

In Abb. 1 (s. S. 3) wird vereinfacht der Abbau der Fette, Kohlenhydrate und Proteine dargestellt.

## 1.2 Welcher Nährstoff verbrannt wird, hängt von der Belastungsintensität ab

### Übersicht

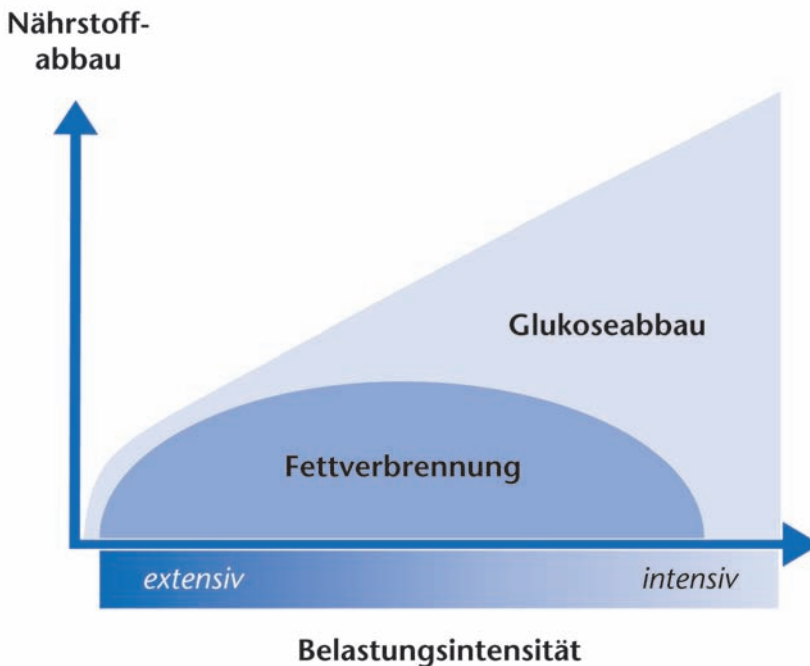
Kohlenhydrate und Fette sind die mit Abstand wichtigsten Energieträger für den Körper. Beide Nährstoffe werden mit der Nahrung zugeführt und auch im Körper gespeichert. Ob und wann die Muskulatur eher Kohlenhydrate oder Fette verbrennt, hängt davon ab, wie intensiv eine Belastung ist (Brozek et al. 1963, Costill 1988), s. Abb. 2. Extensive, d. h. weniger anstrengende Belastungen, werden zum größten Teil mit Energie aus der Fettverbrennung bestritten. Mit zunehmender Belastungsintensität steigt dann der Anteil des Kohlenhydratabbaus an. Intensive, d. h. sehr anstrengende Belastungen, werden zum überwiegenden Teil mit Hilfe von Kohlenhydratenergie bestritten, denn intensive Belastungen

setzen eine schnelle Energiebereitstellung voraus. Kohlenhydrate ermöglichen diese. Der Fettstoffwechsel ist für die schnelle Energiebereitstellung zu langsam.

### Wissenschaftliche Darstellung

Bei der Darstellung der Energiebereitstellung aus den Nährstoffen in Abhängigkeit der Belastungsintensität werden in der wissenschaftlichen Literatur zwei Modelle verwendet. Zum einen wird der Zusammenhang in prozentualen Anteilen der Nährstoffe an der Energiebereitstellung aufgezeigt. Zum anderen wird der absolute Nährstoffabbau in Gramm angegeben.

Die prozentualen Anteile bzw. die Veränderung der Anteile in Prozent beschrieben Brooks und Mercier (1994). Danach liegt der Anteil der Fettenergiebereitstellung in Ruhe bei ca. 70–80 %, der Anteil des Kohlenhydratabbaus demzufolge bei 20–30 %. Bei Belastungen von



**Abb. 2:** Der Nährstoffabbau in Abhängigkeit der Belastungsintensität. Bei extensiven Belastungen werden hauptsächlich Fette, bei intensiven Belastungen hauptsächlich Kohlenhydrate zur Energiebereitstellung genutzt.

100 % des maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens ( $\text{VO}_2\text{max}$ , s. Glossar) steigt die Nutzung von Kohlenhydratenergie auf 100 % an, während die Fettverbrennung auf Null sinkt. Bei ca. 70 % der  $\text{VO}_2\text{max}$  schneiden sich die steigende „Kohlenhydratkurve“ und die abfallende „Fettkurve“. Nach diesem Modell sind intensive Belastungen oberhalb 70 %  $\text{VO}_2\text{max}$  und extensive Belastungen unterhalb 70 %  $\text{VO}_2\text{max}$  einzuordnen. Diese Angaben beziehen sich auf trainierte Personen bei herkömmlicher Mischkost.

Bezogen auf den Energieumsatz stellten Romijn et al. (1993) den Nährstoffabbau bei verschiedenen Belastungsintensitäten dar. Aus diesem Modell wird ersichtlich, dass die Fettverbrennung allmählich bis ca. 65 %  $\text{VO}_2\text{max}$  ansteigt und nachfolgend allmählich absinkt. Der Kohlenhydratumsatz steigt ab 65 %  $\text{VO}_2\text{max}$  hingegen stark an. Die Darstellung der Energiebereitstellung erfolgt in diesem Modell bis 85 %  $\text{VO}_2\text{max}$ . Diskutiert wird, ob die Fettverbrennung bei 100 %  $\text{VO}_2\text{max}$  auf Null absinkt oder nicht (Jeukendrup 2005).

Zur Beantwortung dieser Frage muss berücksichtigt werden, welche Muskelgruppen während einer Belastung arbeiten. Der Stoffwechsel von belasteten Muskeln bei 100 %  $\text{VO}_2\text{max}$  verläuft vollständig anaerob. Das heißt, es steht kein Sauerstoff zur Verfügung. Die Fettverbrennung, welche jedoch sauerstoffabhängig ist, sinkt in der belasteten Muskulatur auf Null ab, da der Sauerstoff durch die Kohlenhydratverbrennung vollständig aufgebraucht wird. Muskeln, welche während der Belastungszeit nicht beansprucht werden und daher den Sauerstoff kaum für die Kohlenhydratverbrennung benötigen, können zur selben Zeit auch weiterhin Fett verbrennen, sodass auch bei 100 %  $\text{VO}_2\text{max}$  noch eine Fettverbrennung stattfindet.

Ursache für den enormen Anstieg des Kohlenhydratumsatzes oberhalb 65–70 %  $\text{VO}_2\text{max}$  ist u. a., dass die begrenzte Energiebereitstellung aus Fetten viel langsamer abläuft. Muskelglykogen steht direkt in der Muskelzelle zur Verfügung und kann im Zellplasma in den Kohlenhydratabbau eingespeist werden. Die Stoffwechselwege und

-prozesse des Fettabbaus sind ungleich umfassender (s. Abb. 3, S. 6). Die Fettenergiespeicher befinden sich außerhalb der Muskelzellen im Fettgewebe, in dem die Fette noch in Form von Triglyceriden (je drei Fettsäuren mit Glycerol verbunden) vorliegen. Zunächst müssen die Triglyceride mittels Lipolyse gespalten werden. Die aus den Triglyceriden freigesetzten Fettsäuren müssen dann, gebunden an Albumine, durch das Blut in das Muskelgewebe transportiert werden. Angekommen an der Muskelzelle helfen Fatty Acid Binding Proteins (FABP) beim Transport der Fettsäuren durch die Muskelzellmembranen.

Innerhalb der Muskelzelle müssen die Fettsäuren durch die Doppelmembran der Mitochondrien transportiert werden. Dieser sog. transmembranöse Transport wird durch L-Carnitin ermöglicht. Die Verknüpfung zwischen L-Carnitin und Fettsäure übernimmt das Enzym Carnitinpalmityltransferase 1 (CPT-1). Neben dem L-Carnitin gibt es mit der Fatty Acid Translocase CD 36 [FAT/CD36] (Bezaire et al. 2006, Holloway et al. 2006) einen weiteren mitochondrialen Fettsäuretransporter, der die Energiebereitstellung aus den Fettsäuren beeinflusst.

Im Mitochondrium können die Fettsäuren in der sog. Betaoxidation abgebaut bzw. oxidiert werden. Geschwindigkeitsbestimmender Schritt des Fettabbaus ist dem aktuellen Wissen nach die Aktivität der CPT-1. Diese Aktivität begrenzt letztlich die Energiebereitstellung über Fette bzw. Fettsäuren.

### Für die Praxis bedeutet das:

- Kohlenhydrate sind nur für das Erbringen intensiver Belastungen notwendig.
- Für das Erbringen extensiver Belastungen reichen die Fette. Kohlenhydratbetonte Ernährung ist nicht notwendig.
- Nach dem Prinzhausen-Prinzip wird die Ernährung daher der Trainingsintensität angepasst.

## 1.5 Am Fettabbau beteiligte Enzyme in Höchstform

### Übersicht

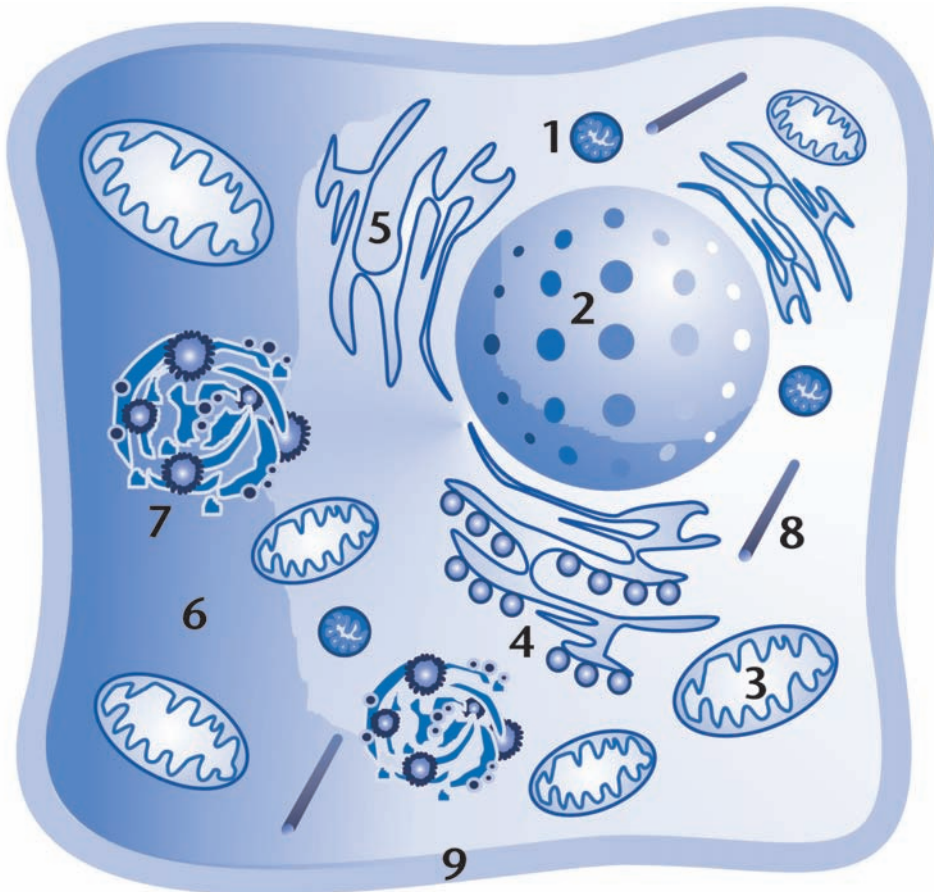
Die aus den Fetten freigesetzten Fettsäuren werden in den Mitochondrien der Zellen verbrannt. Dazu sind in den Mitochondrien spezielle Enzyme stationiert. Als Ergebnis des enzymatischen Abbaus der Fettsäuren wird die Energie bereitgestellt (ATP), welche die Muskulatur benötigt, um Arbeit zu verrichten.

Ausdauertraining bewirkt als Anpassungsreaktion der Muskulatur eine Verstärkung des Fettabbaus. Auf Zellebene betrachtet (s. Abb. 10), kann diese

Reaktion als Erhöhung der Mitochondrienzahl und der Erhöhung des Enzymspiegels der am Fettsäureabbau beteiligter Enzyme gemessen werden.

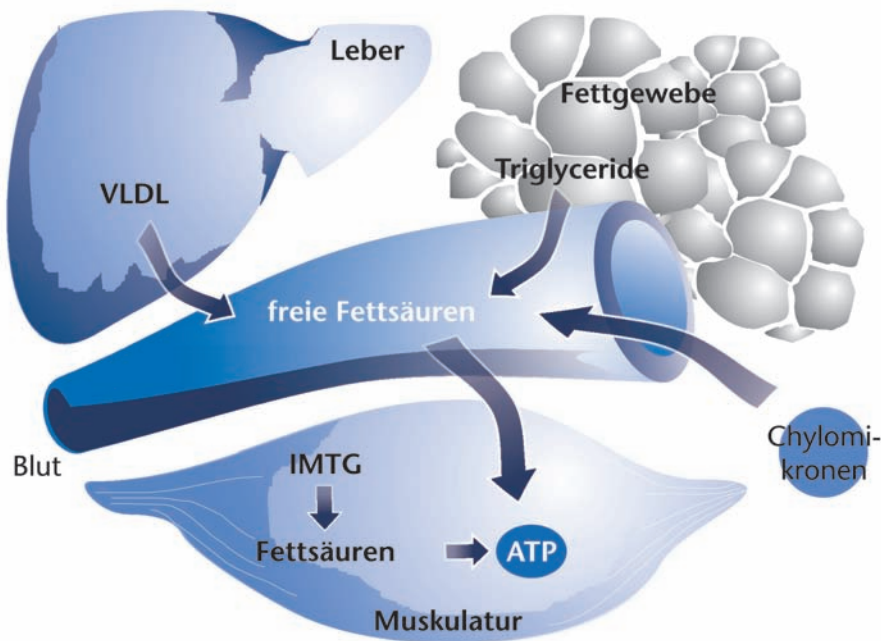
Neben Ausdauertraining stimuliert auch kohlenhydratreduzierte bzw. fettbetonte Ernährung den Prozess gesteigerter Fettsäureverbrennung. Wie beim Ausdauertraining kommt es zur Vergrößerung der Mitochondrien und zur Erhöhung der Mitochondrienzahl sowie zum Anstieg der Konzentration am Fettsäureabbau beteiligter Enzyme.

Demnach sind Ausdauertraining und fettbetonte Ernährung Möglichkeiten, den Fettabbau zu stimulieren. Der günstigste Effekt wird erzielt, wenn



**Abb. 10:** Aufbau der Zelle

1: Lysosom, 2: Zellkern, 3: Mitochondrium, 4: raues endoplasmatisches Retikulum, 5: glattes endoplasmatisches Retikulum, 6: Zellplasma, 7: Golgi-Apparat und Vesikel, 8: Mikrotubuli, 9: Zellmembran



**Abb. 11:** Versorgung der Muskulatur mit Fettsäuren. Fettsäuren werden über intramuskuläre Triglyceride (IMTG) sowie extrazellulär aus dem Fettgewebe und den Lipoproteinen (Chylomikronen) bereitgestellt. (VLDL: Very Low Density Lipoprotein)

fettbetonte Ernährung und Ausdauertraining zusammen zur Steigerung der Mitochondrienzahl beitragen.

### Wissenschaftliche Darstellung

Für erfolgreiche Leistungen im Ausdauersport muss der aerobe Nährstoffumsatz, vor allem der Fettabbau, gesteigert werden. Die Energiebereitstellung über den Fettsäureabbau findet in den Mitochondrien statt. Nach Holloszy (1967) führt die Steigerung der Mitochondriendichte zu gesteigerter Kapazität, Nährstoffe oxidativ umzusetzen. Und dies wiederum soll den Eintritt der Erschöpfung bei Ausdauerbelastungen verzögern (Boyadjiev 1996, Hood 2001) bzw. die Leistung verbessern (Taylor et al. 1995). Der dabei zugrunde liegende Mechanismus ist der später beschriebene (s. S. 26, Kap 1.9) glukose- und glykogensparende Effekt eines trainierten Fettstoffwechsels.

Die Fettsäureversorgung der Muskelzelle erfolgt über drei Quellen (s. Abb. 11):

- intramuskuläre Triglyceride,
- Fettsäuren aus dem subkutanen oder viszeralen Fettgewebe und
- Lipoproteine aus dem Blut, wenn in den Stunden vor dem Training Fette mit der Nahrung aufgenommen wurden.

Während Belastung werden – bei gleichzeitig verringerter Glukoseverfügbarkeit – zuerst die intramuskulären Triglyceride mobilisiert, danach die viszeralen und subkutanen Fettgewebespeicher sowie die lipoproteingebundenen Fette aus dem Blut. Es wird angenommen, dass zur Verfügung stehende lipoproteingebundene Fette dabei den Fettgewebespeichern bevorzugt werden.



### 1.11 Diskussion: Höchstleistung trotz kohlenhydratreduzierter Ernährung?

Welcher Sprinter kann mit einem Löwen um die Wette rennen? Welcher Schütze kann aus der Bewegung heraus ein Ziel genauso exakt treffen, wie Prärie-Indianer damals bei der Büffeljagd? Welcher Ruderer kann so ausdauernd sein wie ein Inuit bei der Robbenjagd?

Während Sprinter, Schütze und Ruderer „Nudelpartys“ veranstalten müssen, um körperliche und geistige Leistungen zu vollbringen, scheint das bei Löwe, Indianer und Inuit auch ohne „sportgerechte“ Ernährung ganz gut zu klappen. Löwen fressen Fleisch, also Fett und Protein. Prärie-Indianer aßen hauptsächlich Büffel Fleisch, also Fett und Protein. Und Inuit leben z. T. noch immer ausschließlich von Fisch und Meeres säugern, also von Fett und Protein. Es ist nicht schwer abzuleiten, dass es dem Säugetierorganismus auch ohne kohlenhydratbetonte Ernährung möglich sein muss, körperlich und geistig anstrengende Belastungen bewältigen zu können.

Zum Teil berichten auch Sportler, vor allem Kraftsportler, von Höchstleistungen trotz kohlenhydratreduzierter Ernährung. Selbst ketogene Ernährungsformen (<30–50 g Kohlenhydrate pro Tag) sollen Erfahrungsberichten zufolge nach einigen Tagen der Ernährungsumstellung nicht mehr als leistungsmindernd empfunden werden. Als Referenzwerte dienen den Athleten Gewichte und Wiederholungszahlen beim Training im Vergleich vor und nach der Ernährungsumstellung. Aber auch in Studien mit Sportlern konnten intensive Belastungen bei fettbetonter und kohlenhydratreduzierter Ernährung ohne Leistungsstagnation absolviert werden (Phinney et al. 1983, Stepto et al. 2002).

Wie hohe Leistungsfähigkeit auch ohne kohlenhydratbetonte Ernährung möglich sein könnte, wird anhand der Darstellungen der nachfolgenden Abschnitte diskutiert.

#### ATP und Kreatinphosphat

Hochintensive Belastungen von bis zu 20–30 Sekunden können durch das vorrätige ATP und Kreatinphosphat abgedeckt werden. Das heißt, zum Bewältigen hoher Gewichte, Maximalgewichte oder kurzer Sprints ist weder Kohlenhydrat- noch Fettoxidation nötig. Belastungspausen von 30 Sekunden Länge genügen anschließend, um die Kreatinphosphatspeicher zu ca. 60–75 % zu regenerieren. Demnach besteht in diesem Belastungszeitraum nicht zwangsläufig eine unmittelbare Abhängigkeit zwischen der Leistungsfähigkeit und dem Kohlenhydratgehalt der Nahrung. Einschränkend ist allerdings festzustellen, dass diese Form der Energiefreisetzung für Ausdauersportler weniger von Bedeutung ist.

#### Glukoseneubildung aus Aminosäuren und Glycerol

Bei geringer Glukoseverfügbarkeit und intensiver Belastung steigt die Nutzung von Aminosäuren zur ATP-Gewinnung und Glukoseneubildung (Glukoneogenese) an. Kohlenhydratreduzierte Ernährung geht gewöhnlich mit höherer Proteinaufnahme einher. Somit stehen dem Körper bei angestrebter intensiver Belastung als alternative Energiequelle vermehrt Proteine bzw. Aminosäuren zur Glukoseneubildung zur Verfügung. Dies setzt voraus, dass dem Körper entsprechend hohe Proteinmengen von mindestens 1,5 bis 2 g Protein pro Kilogramm Körpergewicht und Tag zugeführt wird. Außerdem dient auch das bei der Spaltung der Triglyceride freigesetzte Glycerol als Ausgangssubstanz für eine begrenzte Glukoseneubildung.

Das hohe Leistungsvermögen der Inuit, welche hauptsächlich Fleisch und Fisch verzehren, wird z. T. auf diesen Wirkmechanismus zurückgeführt (Phinney 2004).

### Effiziente Glukoseneubildung

Mit der Umstellung auf kohlenhydratarmer Ernährung muss der Körper erlernen, die Glukoseneubildung in der Leber schnell und effizient ablaufen zu lassen. Das heißt, dass die an der Glukoneogenese beteiligten Enzyme und deren Reaktionen hochgeregelt werden müssen und diese Hochregelung muss schnell erfolgen können. Anfänglich ist diese Anpassung im Stoffwechsel noch unzureichend und mindert die Leistungsfähigkeit.

Nach erfolgter Ernährungsumstellung könnte die Effizienz zunehmen und Leistungseinbußen verlieren an Bedeutung.

### Ketonkörperbildung und Ketonkörperwertung

Ketonkörper sind Substanzen, die aus den Abbauprodukten der Fettsäuren gebildet werden, wenn diese in der Leber bei hohem Anstau nicht vollständig abgebaut werden können. Bei kohlenhydratarmer Ernährung steigt die Ketonkörperbildung und -nutzung an.

Der Transport der Ketonkörper im Blut sowie der Abbau in der Muskelzelle verläuft eventuell unproblematischer und schneller im Vergleich zu langkettigen Fettsäuren. Ketonkörper können somit eine alternative Energiequelle auch für intensive Belastungen darstellen.

Diese Darstellung widerspricht der Beobachtung von White et al. (2007). Ihnen zufolge korreliert der Grad der Erschöpfung während Belastung unter kohlenhydratarmer Ernährung direkt mit dem Blutketonspiegel. Einschränkend ist jedoch anzumerken, dass es sich bei den Probanden um übergewichtige Untrainierte handelte, welche unterkalorisch ernährt wurden. Energiedefizite schränken die Leistungsfähigkeit in der Regel ein.

### Glukose-/glykogensparender Effekt

Kohlenhydratreduzierte Ernährung ökonomisiert, wie bereits beschrieben, den Abbau von Glukose aus dem Blut und den Abbau von Muskelglykogen. So ist es möglich, dass trotz kohlenhydratfreier Ernährung eine stabile Restmenge an Glykogen in der Muskulatur verbleibt. Diese Glykogenmenge wird erst bei intensiver körperlicher Anstrengung mobilisiert. So steht trotz kohlenhydratarmer Ernährung Glukose für intensive Belastungen zur Verfügung. Nicht zu vergessen ist, dass neben diesem „Restglykogen“ auch Kreatinphosphat zur kurzfristigen Energiebereitstellung dienen kann.

## 2 Das Prinzhause-Prinzip in der Praxis

Ableitend aus den vorangegangenen Erklärungen soll nun beschrieben werden, wie die Theorie in die Praxis umgesetzt werden kann.

Ausdauerathleten ernähren sich gewöhnlich mehr oder weniger bewusst durch eine kohlenhydratbetonte Mischkost. Das bedeutet, Brot, Brötchen, Nudeln, Reis, Kartoffeln, Cornflakes, Müsli, Bananen etc. zählen zu den betont verzehrten Lebensmitteln. Zum Auffüllen der Muskelglykogenspeicher ist diese Lebensmittelauswahl perfekt. Die günstigen Effekte des Prinzhause-Prinzips werden jedoch nicht gefördert.

### 2.1 Sportler haben das Prinzip getestet: Yvonne van Vlerken und Thomas J. Vonach

Zwei erfolgreiche Sportler des Duathlon- und Triathlonsports haben das Prinzip bereits getestet und zur Steigerung ihres Leistungsvermögens eingesetzt: Aus dem Profilager kommend, beschreibt Yvonne van Vlerken ihre Erfahrungen. Aus der Sicht eines erfolgreichen Amateursportlers kommen Anmerkungen von Thomas J. Vonach.



#### Profiatletin und Weltrekordlerin: Yvonne van Vlerken

Yvonne van Vlerken stammt aus Holland. Sie begann ihre sportliche Karriere als Fitnesssportlerin. Mit dem Wechsel zum Duathlon-Sport konnte sie auch Erfahrungen im Ausdauersport sammeln. Neben mehreren nationalen Toptiteln gelang ihr im Jahr 2006 der Sprung an die Weltspitze. Sie wurde Weltmeisterin. Noch im gleichen Jahr startete sie als Triathletin und beeindruckte durch ihr enormes Leistungspotenzial. Im Jahr 2007 konnte sie im Ironman Almere und im Ironman Challenge Roth den ersten Platz bei den Frauen erkämpfen. Die Steigerung folgte im Jahr 2008: Neben dem ersten Platz im Ironman Österreich und dem Vizeweltmeistertitel im Ironman Hawaii stellte sie im Ironman Challenge Roth einen neuen Weltrekord auf.

Das Prinzhause-Prinzip nutzt Yvonne van Vlerken seit 2007. Dazu sagt sie Folgendes: „Durch die Zusammenarbeit mit Jan Prinzhause und die Umsetzung seiner Ernährungsphilosophie konnte ich nicht nur mein Gewicht und meinen Stoffwechsel optimieren. Die Wettkampfnahrung und Supplementierung für die Langdistanzrennen helfen mir dabei, während der gesamten Wettkampfdauer eine optimale Energiebereitstellung ohne Schwankungen der Leistungen zu halten. An meinem Weltrekord über die „Ironman“-Distanz war die Ernährungsstrategie maßgeblich beteiligt.“

Foto 1: Yvonne van Vlerken (Quelle: Bob Foy)

### Amateur mit Spitzenleistung: Thomas J. Vonach

Thomas J. Vonach ist gebürtiger Österreicher. Er kam erst relativ spät zum Triathlon-Sport. Der erfolgreiche Kampf gegen Magersucht mit 19 Jahren motivierte ihn, weitere Herausforderungen anzunehmen. So begann er, auch Ironman-Triathlons zu bestreiten. Vonachs 18 erfolgreiche Ironman-Teilnahmen wurden gekrönt durch den Vizeweltmeistertitel seiner Altersklasse im Jahr 2006. Einen neuen Streckenrekord bei den Amateuren stellte Thomas Vonach beim Ironman Malaysia 2008 auf. Bei seinen vier Finishes unter den Top 10 verwies er selbst Profiathleten auf die hinteren Plätze.

Das Prinzhausen-Prinzip wendet der Athlet seit 2005 an. Dank seiner Hilfe und Zusammenarbeit konnten Schwachpunkte des Konzeptes erkannt und verbessert werden:

„Ich hatte lange Jahre Probleme mit der Ernährung und mit meinem Stoffwechsel. Seit ich die Strategie von Jan Prinzhausen umsetze, hat sich mein Stoffwechsel stabilisiert und meine Leistungen haben sich verbessert.

Auf der Triathlon-Langdistanz besteht eine Top-Leistung bei einem Rennen zu 50 % aus Training, 20 % mentaler Stärke und 30 % zielgerichteter Ernährung. Meine Top-Resultate habe ich alle mit der Ernährungsstrategie von Jan Prinzhausen erreichen können.“

Thomas J. Vonach und auch Yvonne van Vlerken ernähren sich grundsätzlich pesco-ovo-lakto-vegetabil (Ernährung aus Fisch, Eiern, Milchprodukten und pflanzliche Nahrungsmitteln). Trotz des Verzichts von Fleisch gelingt es Ihnen, das Prinzip zu praktizieren. Das Thema fleischfreie kohlenhydratreduzierte Ernährung wird im Kapitel „Fragen und Probleme“ detaillierter diskutiert.



Foto 2: Triathlet Thomas J. Vonach (Quelle: Endurance Team)

## 2.4 Auf in den Wettkampf!

Wenn alle Schritte so wie vorgegeben umgesetzt wurden, dann sind die Muskelglykogenspeicher und die Muskelfettspeicher am Wettkampftag aufgefüllt. Jedoch können am Wettkampftag selbst noch weitere Maßnahmen durchgeführt werden, welche die Leistungsfähigkeit optimieren.

Neben den Energiereserven der Muskulatur beeinflussen auch der Kohlenhydratgehalt der Leber und der Blutzuckerspiegel die Leistung. Im Langzeitausdauersport kommt außerdem auch den Blutfetten eine Bedeutung für die Energiebereitstellung zu.

Eine Übersicht der Ernährungsmaßnahmen am Wettkampftag gibt Tab. 9 (s. S. 43).

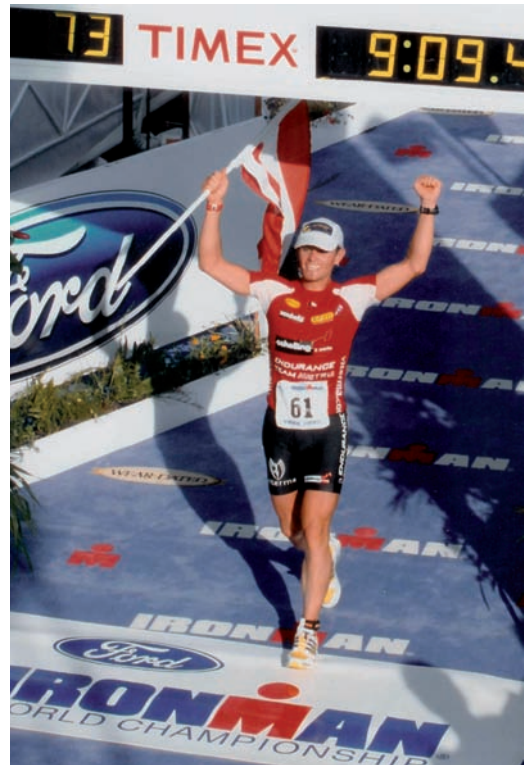


Foto 6/7: Beim Zieleinlauf im Ironman: Yvonne van Vlerken und Thomas J. Vonach (Quellen: Matthias Popp, Endurance Team)

| Zeit  | Maßnahme  | Begründung   |
|---|---|--|
| <b>drei Stunden vor Wettkampfbeginn</b>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• letzte große Mahlzeit:</li> <li>• fett- und kohlenhydratbetont</li> <li>• Kohlenhydrate mit niedrigem bis mittlerem glykämischen Index (GI)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenhydrate zur Füllung der Leberspeicher</li> <li>• Fett zur Erhöhung der Blutfette (Cohen et al. 1988)</li> </ul> |
| <b>eine halbe Stunde bis direkt vor Wettkampfbeginn</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kohlenhydratsnack oder</li> <li>• isotones Sportgetränk</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stabilisierung des Blutzuckerspiegels</li> </ul>  |
| <b>während des Wettkampfs</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• pro Belastungsstunde:</li> <li>• 60–80 g Kohlenhydrate</li> <li>• 1 g Kochsalz</li> <li>• 1 l Flüssigkeit</li> </ul>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Energie-, Elektrolyt- und Flüssigkeitsdefizit reduzieren</li> </ul>   |
| <b>unmittelbar nach dem Wettkampf</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• leicht verdauliche Kohlenhydrate und Proteine (z. B. Maltodextrin und Molkenprotein)</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschleunigung der Regeneration</li> <li>• Muskelaufbau stoppen, Reparaturprozesse einleiten</li> </ul>               |
| <b>eine Stunde nach dem Wettkampf</b>                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• vollständige Mahlzeit</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übergang zur Basisernährung</li> <li>• weitere Optimierung der Regenerationsprozesse</li> </ul>                       |

Tab. 9: Ernährung am Wettkampftag (Rezepte s. Kap.4, S. 63)



## Fruchtiger Käsesalat

Zubereitungszeit: 20 min  
 Portionen: 4

### Zutaten

1/2 Ananas  
 200 g Gouda  
 2 Stangen Bleichsellerie  
 1/2 Bund Lauchzwiebel  
 1 Bund Schnittlauch  
 200 g Joghurt (1,5 % Fett)  
 2 EL Salatcreme (25 % Fett)  
 1 Prise Salz  
 1 Prise Pfeffer

### Nährwertangaben pro Portion

Kalorien: 310,22 kcal  
 Fett: 17,18 g  
 Kohlenhydrate: 21,35 g  
 Eiweiß: 15,96 g  
 Ballaststoffe: 4,17 g

### Zubereitung

1. Ananas schälen, in mundgerechte Stücke schneiden, Käse würfeln. Gemüse putzen, Sellerie in Scheiben, Lauchzwiebeln in Ringe, Schnittlauch in Röllchen schneiden. Joghurt, Salatcreme, Salz, Pfeffer und Schnittlauch verrühren.
2. Salatzutaten miteinander vermischen, im Kühlschrank ca. 30 Minuten durchziehen lassen.

Nach Bedarf zur Energieanreicherung Raps- und Olivenöl zugeben!



## Gegrilltes Schweinesteak mit grünem Spargel

**Zubereitungszeit:** 70 min  
**Portionen:** 4



### Zutaten

1 Knoblauchzehe  
 1 EL Thymian  
 3 EL grober Senf  
 2 EL Honig  
 4 EL Rapsöl  
 4 Schweinenackensteaks  
 2 Bündel Spargel  
 1 Prise Salz  
 1 Prise Zucker  
 1 Messerspitze Pfeffer  
 4 Messerspitzen Butter

### Nährwertangaben pro Portion

Kalorien: 475,83 kcal  
 Fett: 29,16 g  
 Kohlenhydrate: 14,64 g  
 Eiweiß: 38,47 g  
 Ballaststoffe: 4,10 g

### Zubereitung

1. Knoblauch schälen und in Scheiben schneiden. Mit Thymian, Senf, Honig und 2 EL Öl in einer Schüssel verrühren. Das Fleisch darin einige Stunden, am besten über Nacht, marinieren.
2. Spargel putzen und in leicht gesalzenem Wasser ca. 3 Minuten vorgaren. Kalt abspülen, abtropfen lassen und mit Küchenpapier abtupfen. Restliches Öl (2 EL) mit Zucker, Salz und Pfeffer würzen und den Spargel darin wenden.
3. Fleisch abtropfen lassen und auf dem Grill von beiden Seiten ca. 4 Minuten braten, salzen und pfeffern. Spargel ca. 6 Minuten grillen, dabei mehrmals wenden. Butterflöckchen darauf schmelzen lassen, mit dem Fleisch anrichten.

Nach Bedarf zur Energieanreicherung Raps- und Olivenöl zugeben!