

ACCEPTED: March 2016

PUBLISHED ONLINE: April 2016

DOI: 10.5960/dzsm.2016.229

Mosler S. „Low Carb“ Ernährung im Sport: Eine kurze Übersicht zu aktuellen Erkenntnissen und potentiellen Risiken. Dtsch Z Sportmed. 2016; 67: 90-94.

# „Low Carb“-Ernährung im Sport: Eine kurze Übersicht zu aktuellen Erkenntnissen und potentiellen Risiken

„Low Carb“ Nutrition in Sports:

A Short Overview on Current Findings and Potential Risks

1. UNIVERSITÄTSKLINIKUM ULM, Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin

## Zusammenfassung

- › **Spezielle Ernährungsformen**, die auf eine Kohlenhydratreduktion abzielen, werden zunehmend im Freizeit- und Leistungssport kommuniziert und praktiziert. Durch „low carb“ soll die Fettoxidation erhöht werden, daher wird angenommen, dass durch die entsprechenden Anpassungen des Fettstoffwechsels die Leistungsfähigkeit im Ausdauersport verbessert werden könne. In der Praxis wird „low carb“ oft unstrukturiert, und ohne gesundes Basiswissen zur Ernährung umgesetzt. Durch Fehlinformationen von Betreuern und Trainern wird immer wieder ein falsches Bild zur Bedeutung der Kohlenhydrate im Sport vermittelt, so dass unter Athleten eine regelrechte Angst vor dem Verzehr von Kohlenhydraten besteht. „Low carb“ wird hingegen als die revolutionäre Form der Sporternährung gepriesen, wobei die potentiellen Risiken oft nicht berücksichtigt werden.
- › **Die Studienlage zur „Low Carb“-Ernährung** im Sport zeigt insgesamt keine Vorteile für die Leistungsfähigkeit.
- › **Zusammenfassend** kann festgehalten werden, dass durch eine kohlenhydratarme Ernährungsweise zwar der Fettstoffwechsel erhöht werden kann. Allerdings gibt es bisher noch keine neuen Studien, die extreme „low carb“ oder sogar ketogene Diäten im Sport unter Berücksichtigung einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit rechtfertigen können. Vielmehr sollten gesundheitliche Risiken, die mit „low carb“ einhergehen können, wie erhöhte Infekt- und Verletzungsanfälligkeit, Stress und Übertraining nicht außer Acht gelassen werden. Im Allgemeinen sollte im (Leistungs)Sport weder eine ausschließliche „high“ noch „low carb“ Ernährung zum Einsatz kommen. Vielmehr wird eine variable Kohlenhydrataufnahme, die sich an der jeweiligen Sportart, den Trainingszielen sowie dem Trainingszyklus orientiert, empfohlen.

## Summary

- › **„Low carb“ diets** are more and more common between recreational and elite athletes. It is predicated that “low carb” results in increased fat oxidation. Consequently, due to adaptations in fat metabolism performance enhancements are assumed, at least in endurance sports. In practice, “low carb” is often implemented unstructured and without basic nutritional knowledge. Based on misinformation of supervisors and coaches, who often propagate carbohydrate abstinence, athletes get a false impression on the importance of carbohydrates in sports. Instead, “low carb” is often advertised as revolutionary sports nutrition and its potential risks are disregarded.
- › **Current scientific studies** do not show any benefits for sports performance by “low carb” nutrition.
- › **To summarize**, low carbohydrate intake is able to up-regulate fat oxidation at rest and during exercise. However, despite adaptation of fat metabolism, so far no study exist showing real performance enhancements by “low carb” or ketogenic diets. It is rather necessary to consider possible health risks resulting from “low carb”, such as increased susceptibility to infection and injury, stress and overtraining. In general, neither a chronically “high” or “low carb” diet should be conducted. It is rather recommended to integrate a variable carbohydrate intake according to the respective sport, individual aims and training period.

## SCHLÜSSELWÖRTER:

„Low Carb“, Fettstoffwechsel, Sporternährung, Kohlenhydratzufuhr

## KEY WORDS:

„Low Carb“, Fat Metabolism, Sports Nutrition, Carbohydrate Intake



QR-Code scannen und Artikel online lesen.

## KORRESPONDENZADRESSE:

Dr. Stephanie Mosler, M.Sc.  
Projektgruppe „Komm mit in das gesunde Boot“, Sektion Sport- und Rehabilitationsmedizin, Universitätsklinikum Ulm  
Frauensteige 6, Haus 58/33, 89075 Ulm  
✉: stephanie.mosler@uni-ulm.de

## Einleitung

Im Interview mit der Frankfurter Rundschau berichtet der deutsche Rekordhalter im Marathon Arne Gabius „Ich habe die gesamte Vorbereitung über in einer Low-Carb-Phase trainiert, mit der ich den Fettstoffwechsel trainiere.“ (6).

Mittlerweile wird „Low Carb“ in der Gesellschaft nicht nur im Zusammenhang mit einer gewünschten Gewichtskontrolle diskutiert, spezielle

Ernährungsformen, die auf eine Kohlenhydratreduktion abzielen, werden zunehmend auch im Leistungssport praktiziert. Es gibt kaum eine Ausgabe von Triathlon- oder Lauf-Zeitschriften in denen nicht das Thema „Low Carb“ oder „Train Low“ zur Leistungssteigerung propagiert wird. Heiß diskutiert werden kohlenhydratarme Ernährungsweisen gegenüber dem traditionell verbreiteten

kohlenhydratbetonten Ansatz in der Sporternährung. „Low Carb“ scheint die neue revolutionäre Form der Sporternährung zu sein, die den Fettstoffwechsel optimal unterstützen und für mehr Leistung auf der Langdistanz sorgen soll. Tatsächlich beeinflusst extensives Ausdauertraining den Fettstoffwechsel wesentlich effizienter. Obwohl „Low Carb“ im Ausdauersport bereits zwischen 1985 und 2005 in Wissenschaftlerkreisen diskutiert wurde und keine nachhaltigen Belege für eine Leistungssteigerung gefunden wurden (5), wird das Thema heute über verschiedene Quellen wieder aufgeweckt: Zunehmend wird eine allgemein stark kohlenhydratreduzierte Ernährungsweise für Sportler von einigen „Nährstoffberatern“ und Profisportlern in den Medien bzw. sozialen Netzwerken propagiert. Weiterhin wird sowohl in anerkannten peer-reviewed Zeitschriften (15, 22) als auch in populärwissenschaftlichen Publikationen (21) der Nutzen von „Low Carb“ als Ernährungsform für (Ausdauer) Sportler angenommen. Dabei wird sogar die ketogene Ernährung, eine extrem fettreiche, nahezu kohlenhydratfreie Diät, zur Leistungssteigerung im Ausdauersport in Erwägung gezogen.

Bedenklich ist, dass die kohlenhydratarme, fettreiche Ernährungsform immer mehr Anhänger unter Profisportlern, Freizeit- und bereits Nachwuchssportlern unterschiedlichster Disziplinen findet und die potentiellen Gefahren einer stark kohlenhydratreduzierten Ernährung für den Sportler völlig außer Acht gelassen werden. In der Ernährungsberatung von Leistungssportlern kann man immer wieder feststellen, dass eine regelrechte Angst vor dem Verzehr von Kohlenhydraten besteht und diese allgemein als Dickmacher gefürchtet werden. Dabei ist hinreichend belegt, dass Kohlenhydrate die wichtigste Energiequelle für geistige und körperliche Leistungsfähigkeit sind und vor allem bei intensiven Belastungen und im Wettkampf entscheidend für die Leistungsfähigkeit sind. Fehlinformationen von Betreuern und Trainern führen allerdings dazu, dass „Low Carb“ oft völlig unstrukturiert, planlos und ohne gesundes Basiswissen zur Ernährung umgesetzt wird. Während in bestimmten Trainingsphasen eine zielgerichtete, kurzfristig angewandte „Train Low“-Phase, also das Trainieren mit entleerten Glykogenspeichern, in einigen Disziplinen sicherlich sinnvoll sein kann um den Fettstoffwechsel zu trainieren, sei vor einer längerfristigen „Low Carb“-Ernährung gewarnt. Dies betrifft vor allem auch Kinder und Jugendliche, die sich noch in der Wachstumsphase befinden.

Generell besteht Aufklärungsbedarf bei Trainern und Sportlern bezüglich des Nutzens und der Risiken kohlenhydratreduzierter Ernährungsformen sowie des Trainings mit geringer Kohlenhydratverfügbarkeit. Während in wissenschaftlichen Studien kohlenhydratreduzierte Kostformen und das „Train Low“-Prinzip primär im Ausdauersport untersucht wird, wird das Konzept in der Praxis selbst bei Spielsportarten wie im Fußball oder Tennis kommuniziert. Dabei handelt es sich hierbei um Belastungen mit ständigem Intensitätswechsel, bei denen Kraft, Schnelligkeit, Ausdauer und Koordination im Vordergrund stehen. Weiterhin spielt eine hohe mentale Fokussierung eine große Rolle. Dies sind alles Anforderungen, bei denen der Körper auf eine schnelle Kohlenhydratverfügbarkeit angewiesen ist und bei denen eine ausreichende Kohlenhydratversorgung die Leistungsfähigkeit sicherstellt. In der Praxis wird berichtet, dass sogar im Golfsport, Trainer ihren Nachwuchsatleten (11-15 Jahre) im Trainingslager (!) raten, keine Kohlenhydrate zu essen. Oft werden die Erkenntnisse aus der Wissenschaft in die Sportpraxis falsch transferiert. Wichtig ist, dass man sich auch über mögliche Risiken von „Low Carb“ bewusst ist.

An dieser Stelle wird daher zuerst die Bedeutung der Kohlenhydrate im Sport aufgegriffen und eine kurze Übersicht zur „Low Carb“-Ernährung bzw. dem Training mit geringer Kohlenhydratverfügbarkeit gegeben sowie deren potentieller Nutzen und Risiken dargestellt.

### Bedeutung der Kohlenhydrate im Sport

Bereits in den 60er Jahren wurde die Bedeutung von Glykogen für die Leistungsfähigkeit und den Einfluss der Ernährung auf das Muskelglykogen beschrieben (3). Dabei ist der Glykogenverbrauch in der Muskulatur abhängig von der Belastungsintensität (8). Es ist hinreichend belegt, dass entleerte Glykogenspeicher die Hauptursache für Ermüdung während körperlicher Aktivität sind (16). Wird an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen hart trainiert, kann eine optimale Kohlenhydratversorgung Übertrainingssymptome reduzieren (14). Hintergrund ist der, dass bei hohen Belastungen von  $>80\%$  der  $VO_{2max}$  die Kohlenhydrate die Hauptenergiequelle sind, unabhängig davon welche Ernährungsform zugrunde liegt. Die Energieflussrate, also die Bereitstellung von ATP, ist bei der oxidativen Kohlenhydratverbrennung doppelt so schnell wie aus Fetten. Wenn schnell Energie zur Verfügung gestellt werden muss, ist die Verbrennung von Kohlenhydraten unverzichtbar und der Fettverbrennung eindeutig überlegen, zumal Kohlenhydrate pro Liter Sauerstoff mehr Energie als Fette liefern. Tatsächlich ist die vorrangige Energiegewinnung aus dem Fettstoffwechsel nur möglich, wenn genug Sauerstoff zur Verfügung steht, also bei sehr niedrigen Belastungsintensitäten. In zahlreichen Studien der letzten Jahrzehnte konnte gezeigt werden, dass eine adäquate Kohlenhydratzufuhr während intensiven Trainingsbelastungen, in der Wettkampfphase (4) und auch für die Regeneration nach körperlicher Aktivität entscheidend für die Leistungsfähigkeit, die Wiederherstellung der Glykogenspeicher (14) sowie für die Immunfunktion (7) ist. Kohlenhydrataufnahme nach Belastung kann die durch körperliche Aktivität bedingte Immunsuppression reduzieren, indem der belastungsinduzierte Anstieg von Stresshormonen bzw. Katecholaminen und Zytokinen gesenkt wird. In den aktuellen Empfehlungen der Fachverbände wird daher die Notwendigkeit einer ausreichenden Kohlenhydratzufuhr unter Berücksichtigung der jeweiligen Sportart, Trainings- und Wettkampfphase betont (18). Während früher pauschal eine stark kohlenhydratreiche Ernährung (mehr als 60% des Energiebedarfs) im Sport empfohlen wurde, orientieren sich die aktuellen Empfehlungen zur Sporternährung am Trainingszyklus, den individuellen Voraussetzungen innerhalb der einzelnen Sportart bzw. den unterschiedlichen Anforderungen an die Belastungs- und Erholungsphase sowie dem individuellen Energiebedarf. Tatsächlich macht es in Abhängigkeit von der Sportart und der Trainingsphase Sinn, die Kohlenhydratzufuhr bewusst zu erhöhen oder zu reduzieren. In Phasen mit hoher Trainingsbelastung und in der Wettkampfvorbereitung sollten die Kohlenhydratspeicher in der Muskulatur gefüllt sein. Die aktuellen Empfehlungen zur täglichen Kohlenhydratzufuhr variieren in Abhängigkeit von der Trainingsbelastung zwischen 3-5g/kg/d während niedrig-intensiver und 8-12g/kg/d während hoch-intensiver Trainingsphasen (4, 18).

### Hintergrund der „Low Carb“-Strategie

Auf der anderen Seite gibt es Forscher, die eine alternative Sichtweise zur Bedeutung der Kohlenhydrate im Sport haben und stattdessen kohlenhydratarme, fettreiche Ernährungsformen, insbesondere im Ultra-Ausdauersport, befürworten. Dabei >

gehen einige sogar soweit, dass selbst ketogene Diäten (also unter 20g Kohlenhydrate/Tag) für Ausdauersportler in Erwägung gezogen werden (5, 17). Stephen Phinney, Jeff Volek und Tim Noakes sind die Pioniere der „Low Carb“-Strategie bzw. der ketogenen Ernährung im Sport. Sie kritisieren, dass sich Athleten zu sehr vom Kohlenhydratstoffwechsel als Hauptenergiequelle abhängig machen, wenn sie eine „High Carb“-Ernährung verfolgen. Der Körper könne unter einer stark kohlenhydratreduzierten Ernährung besser auf die körpereigenen Fettreserven zurückgreifen und dadurch unabhängiger vom Kohlenhydratstoffwechsel sein. Sie stützen ihre Hypothese auf die Evolutionsgeschichte und die Zeit der „Jäger und Sammler“, in der Fett der wichtigste Energieträger war. Sie verweisen schließlich auf die Inuit-Ernährung (85% Fett und 15% Protein) und auf Expeditionen Ende 1800, bei denen Forscher weite Fußmärsche ohne Kohlenhydrataufnahme zurücklegten und sich vorrangig von Rentierfleisch ernährten. Die anfängliche Müdigkeit, Schwäche und Kraftlosigkeit der Anpassungsphase ohne Kohlenhydratzufuhr sei den Aufzeichnungen zufolge nach 2-3 Wochen verflogen (20, 22). Die Keto-Adaptation bzw. die verstärkte Bildung von Ketonkörpern soll den Körper dazu veranlassen bei gleichbleibender Intensität mehr Fett zu oxidieren. Die Möglichkeit der Kohlenhydrat-Restriktion könne auch im Ausdauersport eine Strategie sein um die Leistungsfähigkeit und Erholung zu steigern. Langfristige Studien zu dem Thema liegen allerdings noch nicht vor.

### Was bedeutet „Low Carb“?

Bei den „Low Carb“-Ansätzen, die bisher in den relevanten Studien im Ausdauersport eingesetzt wurden, handelt es sich um kohlenhydratreduzierte, fett- und eiweißbetonte Ernährungsformen. Die Reduktion der Kohlenhydratzufuhr wurde durch eine Erhöhung des Fettanteils ausgeglichen, die Kost war an den jeweiligen Energiebedarf angepasst. „Low Carb“ darf also nicht mit weniger Kalorien verwechselt werden. Allgemein wird unter „Low Carb“ eine Ernährung verstanden, die zu <25% aus Kohlenhydraten und zu >60% aus Fetten besteht (5). Die Pioniere der ketogenen Ernährung propagieren sogar eine deutlich höhere Fettzufuhr bei nahezu völligem Verzicht auf Kohlenhydrate, um einen keto-adaptierten Zustand und damit völlige Unabhängigkeit vom Kohlenhydratstoffwechsel zu erreichen. Für ihre Studien setzen die Forscher daher einen Fettanteil von >80% der Energiezufuhr ein (17, 22).

Während die ketogene Ernährung im Leistungssport aus diversen Gründen eher wenig praktikabel scheint, wird hingegen noch das „Train Low-Compete High“-Prinzip als Methode zur Verbesserung des Fettstoffwechsels im Leistungssport in Erwägung gezogen. Die „Train Low“-Strategie bedeutet, dass mit tiefen (low) Glykogenspeichern trainiert wird, dieselben aber für den Wettkampf wieder aufgefüllt werden sollen (Compete High). Dabei geht es ausschließlich um die Kohlenhydratverfügbarkeit in der Muskulatur und nicht um eine allgemein reduzierte Kohlenhydrataufnahme über die Nahrung, wie es bei den „Low Carb“-Diäten praktiziert wird. Beim „Train Low“-Ansatz wird über den Tag hinweg eine normale bzw. bedarfsgerechte Kohlenhydratzufuhr über die Nahrung eingesetzt. Die verminderte Kohlenhydratverfügbarkeit in der Muskulatur wird hingegen dadurch erreicht, dass an einem Tag zwei Trainingseinheiten miteinander kombiniert werden. Dabei werden die Glykogenspeicher durch die erste Einheit geleert und bis zur zweiten Einheit nicht wieder aufgefüllt. Die Kohlenhydratzufuhr über den Rest des Tages ist normal (keine „Low Carb“-Ernährung). Dies steht aber im Gegensatz zu einer

allgemein kohlenhydratreduzierten „Low Carb“-Diät, wie sie verbreitet angewandt wird. Durch die periodische Reduktion der Kohlenhydratzufuhr, ohne Reduktion der zugeführten Gesamtkohlenhydratmenge, sollen die oxidativen Kapazitäten bzw. die Mitochondrienbildung verstärkt werden (11). Der muskuläre Stoffwechsel macht beim „Train Low“-Ansatz also trotz einer insgesamt hohen Kohlenhydrataufnahme über den Tag hinweg starke Anpassungen in Richtung Fettstoffwechsel, was im Ausdauersport in der Tat interessante Möglichkeiten bietet. Allerdings konnte bei den bisherigen „Train Low“-Studien trotz der erhöhten Fettflussraten keine überlegene Leistungssteigerung im Wettkampf nachgewiesen werden (11, 19).

### Nutzen von „Low Carb“?

Unbestritten ist, dass bei einer Kohlenhydratrestriktion der Fettstoffwechsel hinaufreguliert wird. Es werden mehr Fettsäuretransporter gebildet und es kommt zu einer vermehrten Produktion von Mitochondrien sowie einer Verbesserung der oxidativen Kapazitäten (5). Allerdings ist während der „Low Carb“-Phase die Leistungsfähigkeit eingeschränkt und die Trainingsqualität leidet (9). In ihrem Buch „The Art and Science of Low Carbohydrate Performance“ geben Volek und Phinney an, dass Athleten nach Ernährungsumstellung und der damit verbundenen Veränderung des Energiestoffwechsels härter trainieren, die Leistung länger aufrechterhalten und schneller regenerieren könnten (21). Hier muss allerdings berücksichtigt werden, dass der aktuelle Hype um „Low Carb“ im Sport vorrangig auf enthusiastischen Behauptungen und Testimonials anstelle von evidenzbasierten Forschungsergebnissen beruht (5). Klare Indizien, dass „Low Carb“ oder eine ketogene Ernährung leistungssteigernde Effekte hätten, fehlen bislang. Immer wieder wird im Hinblick auf einen leistungssteigernden Effekt durch die ketogene Ernährung auf eine Studie aus den 80er Jahren verwiesen (17). Allerdings zeigt diese verschiedene Limitierungen auf und weist keine echten Leistungssteigerungen nach. Die Studie wurde mit einer sehr geringen Probandenzahl von 5 trainierten Radfahrern durchgeführt. Nach einer standardisierten kohlenhydratbetonten Kost (Zeitraum: 1 Woche) ernährten sich die Probanden 4 Wochen lang ketogen mit einer Kohlenhydratzufuhr von weniger als 20g/Tag. Nach beiden Kostformen wurde jeweils ein time-to-exhaustion-Ausdauer-test auf dem Radergometer absolviert (ergometer endurance time for continuous exercise to exhaustion, ENDUR). Die Autoren wiesen schließlich eine Keto-Adaptation bei den Radfahrern nach und stellten fest, dass nach der ketogenen Kost die Fettoxidation erhöht und die Glukoseoxidation stark reduziert war. Bei einer submaximalen Belastung von 62%-64% der  $VO_{2max}$  wurde der time-to exhaustion-Test über 147min durchgehalten, während dieser nach ketogener Ernährung 4 Minuten später, also nach 151min abgebrochen wurde. Diese „Verbesserung“ kann aber nicht als Leistungssteigerung gewertet werden. Am Rande angemerkt sei hier, dass bei einer so geringen Belastung von 62-64% der  $VO_{2max}$  trainierte Radfahrer eigentlich in der Lage sein sollten, die Belastung deutlich länger als 2,5 Stunden (eher 5 Stunden) durchzuhalten. Der Fettstoffwechsel mag zwar durch die Keto-Adaptation verbessert sein, so dass eine geringe Intensität über einen längeren Zeitraum ohne Kohlenhydratzufuhr aufrechterhalten werden kann, dies ist allerdings nicht unbedingt im Sinne eines Leistungssportlers. In der Regel verfolgen Leistungssportler nicht das Ziel, so lange wie möglich bei sehr geringer Belastung durchzuhalten, sondern so schnell wie möglich eine bestimmte Distanz von A nach B zu bewältigen. Und das ist nicht nur bei einem 10km-Rennen der Fall, sondern

auch bei einem Ironman-Triathlon oder Ultramarathon. Für den Wettkampfsportler ist es nicht unbedingt entscheidend 120min bei konstanter Geschwindigkeit zu absolvieren, sondern auch Belastungswechsel mit Zwischensprints und Endspurts einzulegen (z. B. bei Mountainbike-Rennen, aus taktischen Gründen im Triathlon usw.). Eine Hochregulation des Fettstoffwechsels, sei es durch „Low Carb“ oder „Train Low“ kann jedoch eine Herabregulation des Kohlenhydratstoffwechsels bewirken und damit die Nutzung von eingespartem Glykogen verhindern. Durch den verbesserten Fettstoffwechsel können Belastungen im intensiven Bereich also schlechter absolviert werden. Für intensive (Ausdauer)Belastungen ist schließlich die Kohlenhydratverfügbarkeit notwendig. Das erklärt auch, weshalb gerade in Spilsportarten bzw. Intervallsportarten eine konsequente „Low Carb“-Ernährung wenig sinnvoll wäre, da hier ein ständiger Wechsel zwischen aerobem und anaerobem Stoffwechsel entscheidend ist. Hinzu kommt, dass eine Ernährungsweise die zu >60% oder sogar zu 85% aus Fett (ketogene Ernährung) besteht, kritisch zu betrachten ist. Der damit verbundene zwangsläufig hohe Verzehr tierischer Lebensmittel widerspricht den Empfehlungen einer gesunden Ernährungsweise, wie aus großen epidemiologischen Studien hervorgeht. Durch den geringen Verzehr von Obst, Gemüse und anderen ballaststoffreichen Lebensmitteln, den die „Low Carb“-Ernährung automatisch mit sich bringt, sind bei längerer Umsetzung der Ernährungsform negative Auswirkungen auf die Gesundheit, die Psyche und das Herz-Kreislauf-System zu erwarten. Der „Low Carb“-Ansatz ist zwar interessant und wirft eine alternative Sichtweise auf die unbedingte Kohlenhydratverfügbarkeit unter Belastung, aber die Fette als Hauptenergiesubstrat unter völligem Kohlenhydratverzicht in Erwägung zu ziehen, scheint im Leistungssport wenig sinnvoll.

**Mögliche Risiken durch „Low Carb“**

Längere „Low Carb“-Phasen könnten die Leistungsfähigkeit und Regeneration sowie die Immunfunktion beeinträchtigen (7). Die praktische Erfahrung zeigt, dass viele Athleten, die auf eine längerfristige „Low Carb“-Ernährung setzen unter allgemeiner Leistungsschwäche, unzureichender Regenerationsfähigkeit, Müdigkeit, Abgeschlagenheit und erhöhter Verletzungs- und Infektanfälligkeit leiden. Erklärbar ist dies dadurch, dass der Körper bei intensiver Belastung den Proteinstoffwechsel angreift, wenn nicht genügend Kohlenhydrate als Energiequelle zur Verfügung stehen. Das kann zu Muskelabbau und einem geschwächten Immunsystem führen. Weiterhin kann eine

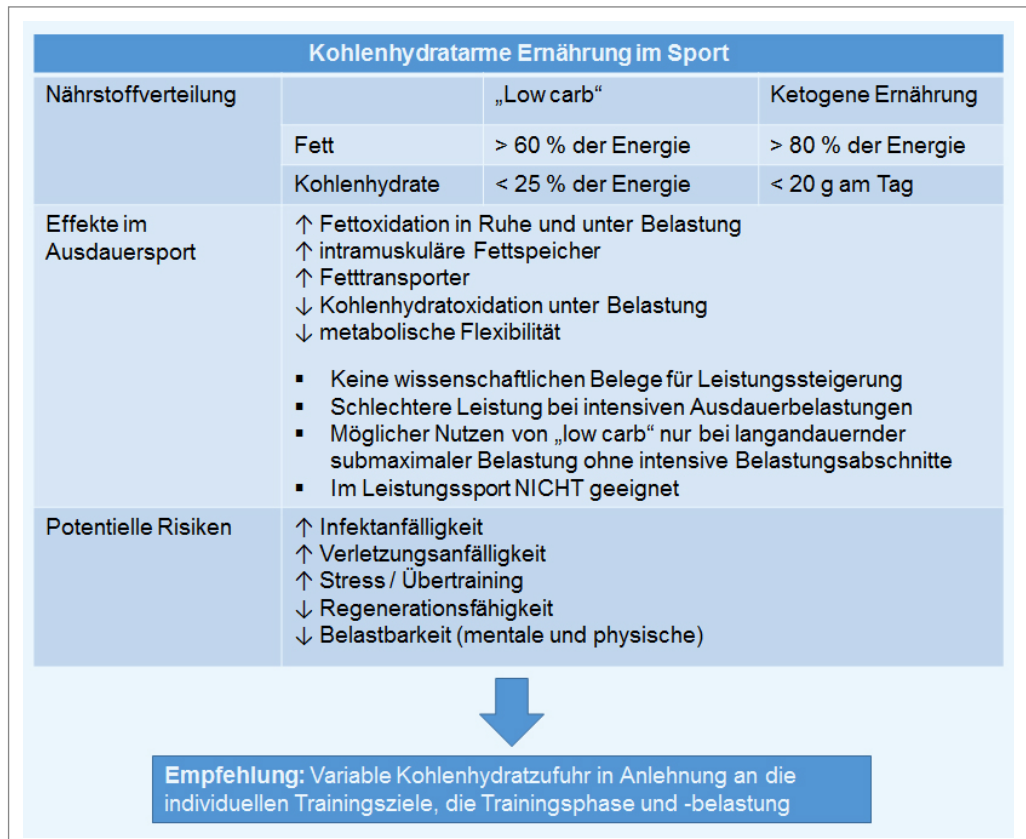


Abbildung 1

Schema zu den Merkmalen, Effekten und möglichen Risiken der „Low Carb“-Ernährung im Sport. ↑ erhöht/vermehrte, ↓ reduziert/verringert.

Kohlenhydratreduktion zu Beeinträchtigungen in der Hormonfunktion führen und den Trainingsstress verstärken, Übertrainings-Symptome auslösen und eine katabole Stoffwechsellaage mit entsprechendem Anstieg von Cortisol und Absenkung von Testosteron erzeugen (2, 13). Es kommt zu erhöhtem Protein-Breakdown und verminderter Proteinsynthese (12).

**Fazit**

Das wiederkehrende Interesse an „Low Carb“ zusammen mit Anekdoten von Leistungssportlern, die damit sportliche Höchstleistungen zu verbringen mochten, verlangt sicherlich nach einer gründlichen, wissenschaftlichen Untersuchung möglicher Vorteile einer solchen Ernährungsweise. Allerdings gibt es bisher noch keine neuen Studien, die extreme „Low Carb“ oder sogar ketogene Diäten im Sport unter Berücksichtigung einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit rechtfertigen können. In zukünftigen Studien sollten auch langfristige Effekte auf Stoffwechselfunktionen, Blutfette, Immunsystem, Verletzungsanfälligkeit und Psyche genauer untersucht werden. Nicht zuletzt sollte aber auch bedacht werden, dass die schnellsten ausdauertrainierten Läufer aus Ostafrika kommen. Und die typische Kost eines Afrikaners besteht zu 77% aus Kohlenhydraten und nur zu 1% aus Fetten.

Generell sollte jedoch nicht länger darüber diskutiert werden ob nun eine „High Carb“- oder „Low Carb“-Ernährung besser ist. Die Zusammensetzung der Nahrung sollte sich an der Sportart, den Trainingszielen, sowie dem Trainingszyklus orientieren. Und dabei muss man nicht zwischen der einen oder der anderen Diätform entscheiden, sondern kann – je nach Trainingsperiode – die Kohlenhydrataufnahme variabel gestalten, so wie es auch in den aktuellen Empfehlungen zur Spor- ➤

ternährung verankert ist (4, 18). Auf diese Weise kann sowohl der Fettstoffwechsel als auch der Glukosestoffwechsel gleichermaßen trainiert werden, ohne dass gesundheitliche Gefahren bestehen. Entscheidend ist letztlich auch die Akzeptanz für die Ernährung und die Freude am Sport, die bei einer zu einseitigen Ernährungsweise sicherlich auf der Strecke bleibt. An dieser Stelle sei noch ein Zitat des Proftriathleten Faris Al-Sultan zu nennen: „Ich hab keine besonderen Ernährungstricks. Ich esse – wie die meisten Triathleten – normale Mischkost und ab und an auch Fast Food. Von Selbstkasteiung halte ich nichts: Wenn ich mich schon beim Sport anstrengen muss, will ich zumindest das Essen genießen.“ (1). ■

## Danksagung

- Olympiastützpunkt Stuttgart
- AG Ernährungsberatung an den Olympiastützpunkten Deutschlands

## Angaben zu finanziellen Interessen und Beziehungen, wie Patente, Honorare oder Unterstützung durch Firmen:

Keine

## Literatur

- (1) **AL-SULTAN F.** Fit for Fun. Interview mit Faris Al-Sultan, verfügbar unter [http://www.fitforfun.de/sport/weitere-sportarten/faris-al-sultan/gedacht\\_aid\\_4063.html](http://www.fitforfun.de/sport/weitere-sportarten/faris-al-sultan/gedacht_aid_4063.html)
- (2) **ANDERSON KE, ROSNER W, KHAN MS, NEW MI, PANG SY, WISSEL PS, KAPPAS A.** Diet-hormone interactions: protein/carbohydrate ratio alters reciprocally the plasma levels of testosterone and cortisol and their respective binding globulins in man. *Life Sci.* 1987; 40: 1761-1768. doi:10.1016/0024-3205(87)90086-5
- (3) **BERGSTRÖM J, HULTMAN E.** The effect of exercise on muscle glycogen and electrolytes in normals. *Scand J Clin Lab Invest.* 1966; 18: 16-20. doi:10.3109/00365516609065602
- (4) **BURKE LM, HAWLEY JA, WONG SH, JEUKENDRUP AE.** Carbohydrates for training and competition. *J Sports Sci.* 2011; 29: S17-S27. doi:10.1080/02640414.2011.585473
- (5) **BURKE LM.** Re-Examining High-Fat Diets for Sports Performance: Did We Call the „Nail in the Coffin“ Too Soon? *Sports Med.* 2015; 5: 33-49. doi:10.1007/s40279-015-0393-9
- (6) **GABIUS A.** Frankfurter Rundschau, 21.10.2015: Interview mit Arne Gabius, verfügbar unter: <http://www.fr-online.de/marathon/interview-arne-gabius-ich-sehe-das-als-riesenchance-,1473466,32217102.html>
- (7) **GLEESON M.** Immunological aspects of sport nutrition. *Immunol Cell Biol.* 2015; 94: 117-123. doi:10.1038/icb.2015.109
- (8) **GOLLNICK PD, PIEHL K, SALTIN B.** Selective glycogen depletion pattern in human muscle fibres after exercise of varying intensity and at varying pedalling rates. *J Physiol.* 1974; 241: 45-57. doi:10.1113/jphysiol.1974.sp010639
- (9) **HAVEMANN L, WEST SJ, GOEDECKE JH, MACDONALD IA, ST CLAIR GIBSON A, NOAKES TD, LAMBERT EV.** Fat adaptation followed by carbohydrate loading compromises high-intensity sprint performance. *J Appl Physiol.* 2006; 100: 194-202.
- (10) **HAWLEY JA.** Effect of increased fat availability on metabolism and exercise capacity. *Med Sci Sports Exerc.* 2002; 34: 1485-1491. doi:10.1097/00005768-200209000-00014
- (11) **HAWLEY JA, BURKE LM.** Carbohydrate availability and training adaptation: effects on cell metabolism. *Exerc Sport Sci Rev.* 2010; 38: 152-160. doi:10.1097/JES.0b013e3181f44dd9
- (12) **HOWARTH KR, PHILLIPS SM, MACDONALD MJ, RICHARDS D, MOREAU NA, GIBALA MJ.** Effect of glycogen availability on human skeletal muscle protein turnover during exercise and recovery. *J Appl Physiol.* 2010; 109: 431-438.
- (13) **LANE AR, DUKE JW, HACKNEY AC.** Influence of dietary carbohydrate intake on the free testosterone: cortisol ratio responses to short-term intensive exercise training. *Eur J Appl Physiol.* 2010; 108: 1125-1131. doi:10.1007/s00421-009-1220-5
- (14) **MILLARD-STAFFORD M, CHILDERS WL, CONGER SA, KAMPFER AJ, RAHNERT JA.** Recovery nutrition: timing and composition after endurance exercise. *Curr Sports Med Rep.* 2008; 7: 193-201. doi:10.1249/JSR.0b013e31817fc0fd
- (15) **NOAKES T, VOLEK JS, PHINNEY SD.** Low-carbohydrate diets for athletes: what evidence? *Br J Sports Med.* 2014; 48: 1077-1078. doi:10.1136/bjsports-2014-093824
- (16) **ORMSBEE MJ, BACH CW, BAUR DA.** Pre-exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients.* 2014; 6: 1782-1808. doi:10.3390/nu6051782
- (17) **PHINNEY SD, BISTRIAN BR, EVANS WJ, GERVINO E, BLACKBURN GL.** The human metabolic response to chronic ketosis without caloric restriction: preservation of submaximal exercise capability with reduced carbohydrate oxidation. *Metabolism.* 1983; 32: 769-776. doi:10.1016/0026-0495(83)90106-3
- (18) **RODRIGUEZ NR, DIMARCO NM, LANGLEY S; AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. DIETITIANS OF CANADA; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE: NUTRITION AND ATHLETIC PERFORMANCE.** Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc.* 2009; 109: 509-527. doi:10.1016/j.jada.2009.01.005
- (19) **SCHARHAG-ROSENBERGER F.** Standards der Sportmedizin: Fettstoffwechseltraining. *Dtsch Z Sportmed.* 2012; 63: 357-359.
- (20) **STACKPOLE EA.** The long arctic search: The narrative of lieutenant Frederick Schwatka. New Bedford, MA: The Marine Historical Society; 1965.
- (21) **VOLEK JS, PHINNEY SD.** The art and science of low carbohydrate performance. Beyond Obesity LLC; 2012.
- (22) **VOLEK JS, NOAKES T, PHINNEY SD.** Rethinking fat as a fuel for endurance exercise. *Eur J Sport Sci.* 2014; 79: 1-8.