

Fettstoffwechseltraining im Fitness- und Leistungssport

Wollen Sie abnehmen oder wollen Sie Ihre Fette besser als Energiequelle nutzen? Mit dem Fettstoffwechsel- bzw. Fatburner-Training sind also unterschiedliche Erwartungen verknüpft, die nicht selten kontroverse Diskussionen entfachen. Prinzipiell lassen sich in diesem Zusammenhang zwei Zielgruppen voneinander unterscheiden: zum einen die ambitionierten Ausdauersportler, denen es vorrangig darum geht, einen höheren Anteil an Fetten im Energiestoffwechsel nutzen zu können, vor allem bei Langzeitausdauerbelastungen über 30 Minuten. Zum anderen sind es die Fitnesssportler, die über ein „Fatburner-Training“ eine Reduktion des Körperfettanteils erreichen wollen. Für beide Ziele gibt es unterschiedliche Trainingsempfehlungen.

Unsere Vorfahren hatten keine Probleme mit ihrem Gewicht. Sie mussten, was sie verspeisen wollten, erst einmal erjagen. Das war sehr schweißtreibend, aber auch gesund. Denn sie haben dabei das Fett verbraucht, das das erlegte Tier zu bieten hatte. Wir Heutigen verbrennen hauptsächlich Kohlenhydrate, weil wir uns im täglichen Leben nur wenig bewegen. Unser Körper funktioniert aber noch so wie zu Jägers und Sammlers Zeiten.

Grundlagen des Fettstoffwechsels

Über die tägliche Nahrungsaufnahme (Kohlenhydrate, Proteine und Fette) wird der Organismus mit Energie versorgt. Im Sport sind Kohlenhydrate und Fette die Energieträger, die die Leistung beeinflussen. Bei diesem Vorgang der Verbrennung werden aus einem Gramm Kohlenhydrate 4,1 kcal und aus 1g Fett 9,3 kcal Energie freigesetzt.

1 g Kohlenhydrate	4,1 kcal
1 g Fett	9,3 kcal
1 g Protein (Eiweiß)	4,1 kcal

Durchschnittlich freigesetzter Energiegehalt (physiologischer Brennwert) der Nahrungsbestandteile in Kilokalorien pro Gramm (kcal/g).

Die Schlüsselsubstanzen bei der Energiebereitstellung im Organismus sind die energiereichen Phosphate, vor allem das Adenosintriphosphat (ATP). Die Kohlenhydrate und Fette dienen dazu, das verbrauchte ATP wieder herzustellen. Um für Muskelarbeit Energie freizusetzen, wird ATP in Adenosindiphosphat (ADP) und anorganisches Phosphat (P) gespalten. **ATP \rightarrow ADP + P + Energie** (z.B. für Muskelkontraktionen)

Die im Muskel gespeicherte Menge an ATP ist sehr gering und reicht nur für etwa zwei Sekunden Muskelarbeit. Deshalb muss das ADP ständig neu wieder in ATP umgewandelt werden. Dazu stehen dem Organismus Glukose und freie Fettsäuren (FFS) zur Verfügung. Die Energiegewinnung aus den freien Fettsäuren und Glukose erfolgt in den Mitochondrien der Muskelzellen. Das sind sozusagen die Kraftwerke. Die freien Fettsäuren werden nur aerob (d.h. unter Sauerstoffverbrauch) zu Wasser und Kohlendioxid abgebaut. Aufgrund der großen Fettreserven im Unterhautfettgewebe und im Muskel kann der Muskel theoretisch unbegrenzt arbeiten. Die Fettreserven würden allein für über 23 Marathonläufe von drei Stunden Dauer ausreichen. Bei hoher Belastungsintensität werden die Grenzen des aeroben Energiestoffwechsels überschritten und der anaerobe Stoffwechsel, der mit der Bildung von Laktat einhergeht, gewinnt an Bedeutung. Die Übergänge von einem zum anderen Stoffwechselzustand sind fließend. Während freie Fettsäuren nur eine aerobe Herstellung (Resynthese) des ATP erlauben, kann das über Glukose in aerober und anaerober Weise erfolgen. Laktat entsteht immer dann, wenn bei hochintensiven Belastungen viel Energie pro Zeiteinheit benötigt wird und die ATP-Resynthese schnell verlaufen muss. Ob der „langsamere“ Fettstoffwechsel oder der „schnellere“ Glukosestoffwechsel genutzt wird, ist in erster Linie von der Belastungsintensität (Fortbewegungsgeschwindigkeit) abhängig. Aber auch beim „Fettstoffwechseltraining“ werden nicht ausschließlich nur die freien Fettsäuren verbrannt, sondern immer auch die Kohlenhydrate (Glukose). Das Verhältnis von freien Fettsäuren zu Glukose beträgt im Durchschnitt 60 zu 40 Prozent. Ohne Glukose können die freien Fettsäuren nicht verstoffwechselt werden, d.h. die freien Fettsäuren verbrennen im „Feuer der Kohlenhydrate“.

„Echtes“ Fettstoffwechseltraining erhöht das Leistungspotential

Ein „echtes“ Fettstoffwechseltraining zielt auf eine Erhöhung des aeroben Leistungspotentials, wobei mehr freie Fettsäuren zur Verfügung stehen. Bei einem hohem aeroben Leistungsniveau, in dem Laktat erst bei höheren Geschwindigkeiten gebildet wird, werden mehr freie Fettsäuren verstoffwechselt. Dazu ist aber eine Anpassung in den Muskelzellen nötig. Durch das Training vergrößern sich die Kraftwerke in den Muskelzellen, die Mitochondrien. Sie sind dann besser in der Lage, unter Sauerstoffzufuhr die freien Fettsäuren und die Glukose in Energie umzuwandeln. Zusätzlich werden mehr Triglyzeride in der beanspruchten Muskulatur gespeichert. Zu einer Anpassung im Fettstoffwechsel kommt es aber erst nach einem mehrmonatigen Ausdauertraining. Gut trainierte Ausdauersportler verstoffwechseln mehr freie Fettsäuren während der Belastung als Untrainierte oder Sportler der Nichtausdauersportarten. Voraussetzung für das Fettstoffwechseltraining sind bei Leistungssportlern Belastungen von über 90 Minuten Dauer, die zu einer Verknappung des Glykogens (tierische Stärke) führen. Für einen optimierten Fettstoffwechsel braucht ein Ausdauerleistungssportler ein mehrjähriges Ausdauertraining. Dabei sollte die Belastungsintensität einen Laktatwert von 3 mmol/l nicht überschreiten. Für Anfänger genügen bereits Ausgangsbelastungen von über 30 Minuten Dauer. Aus gesundheitlicher Sicht führt ein ausdauerorientiertes Training zu folgenden positiven Auswirkungen:

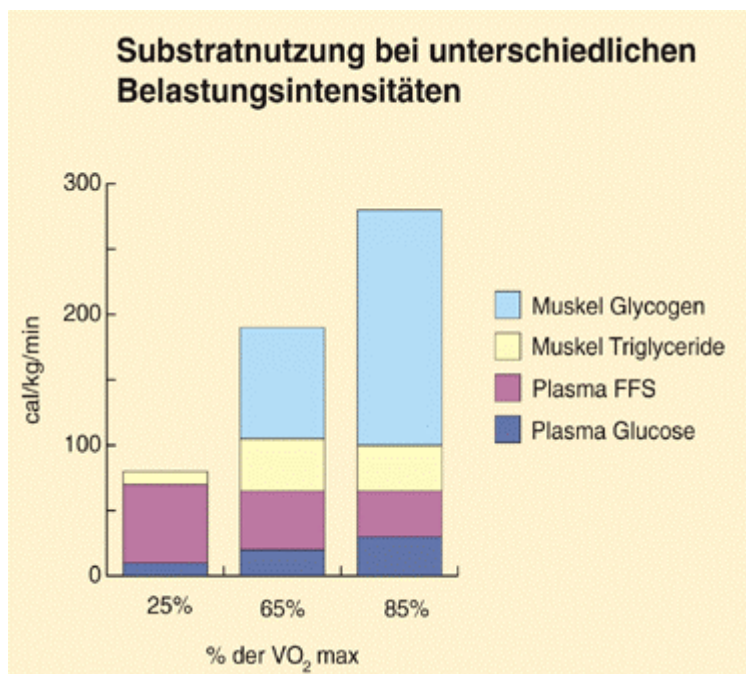
Gesundheitliche Wirkungen eines ausdauerorientierten Trainings

- Verbesserung der Sauerstoffverwertung in der Muskelzelle,
- Erhöhung der Sauerstofftransportkapazität (Anstieg des Hämoglobingehaltes),
- Zunahme der oxidativen Enzymaktivität zur Fettstoffwechselperwertung in den Geweben und Erhöhung der intramuskulären Triglyceridspeicher (bei längeren Belastungen),
- Veränderung der Lipoproteine im Blut, wie Senkung von Gesamtcholesterol, Cholesterol niedriger Dichte (LDL) und der Triglyceride. Zunahme des Cholesterols hoher Dichte (HDL). Abnahme des Quotienten aus LDL und HDL,
- Abnahme der Stresshormone (Catecholamine),
- Rückbildung der Insulinresistenz (bessere Glukoseverwertung) u.a.

Das Fatburner-Training zum Abnehmen

Das „Fatburner-Training“ ist ein Pseudo-Fettstoffwechseltraining und wird zur Reduzierung des Körperfettanteils angestrebt. Um dieses Ziel in kurzer Zeit zu erreichen, werden zwei Empfehlungen gegeben: **a)** Hoher Energieverbrauch (v.a. durch intensives Ausdauertraining) **b)** Verzögerung der Nahrungsaufnahme nach dem Training („Nachbrenneffekt“)

Auf den ersten Blick ist einleuchtend, dass ein hoher Energieumsatz und eine verzögerte Energieaufnahme nach dem Training zu einer negativen Energiebilanz am Trainingstag führen könnten und damit die Voraussetzungen für den Abbau von Körperfett gegeben wären. Da der Gesamtenergieverbrauch bei den empfohlenen intensiven Kurzbelastungsformen gering ist und sich maximal im Bereich von 500 bis 800 kcal bewegt, ist dieses Energiedefizit bei gewohnter Ernährung am nächsten Tag meist wieder ausgeglichen. Für die Verbrennung von 1 kg Körperfett ist ein Energieumsatz von mindestens 7700 kcal notwendig. Wenn bei einem Dauerlauf eines 70 kg schweren Sportlers pro Stunde bei einem Tempo unter 5 min pro Kilometer etwa 700 kcal verbraucht werden, dann kann man den wahren Belastungsaufwand abschätzen, der zum Fettabbau notwendig wäre. Echte Körpermassenabnahmen funktionieren also nur in der Kombination restriktiver Energieaufnahme und anhaltender umfangreicher Bewegung bzw. Ausdauertraining. Andere Möglichkeiten der Körpermassenverminderung auf natürlichem physiologischem Wege gibt es nicht. Eine belastungsbedingte Austrocknung des Körpers (Dehydratation), die mit der Abnahme von Körpergewicht einhergeht, ist noch keine echte Massenabnahme.



Die im Fitnessbereich gegebenen Empfehlungen, die Trainingsintensität zu erhöhen und nach dem Training die Nahrungsaufnahme zeitlich zu verzögern, bewirken einen erhöhten Energieumsatz. Bei verzögerter Nahrungsaufnahme wird ein gering höherer

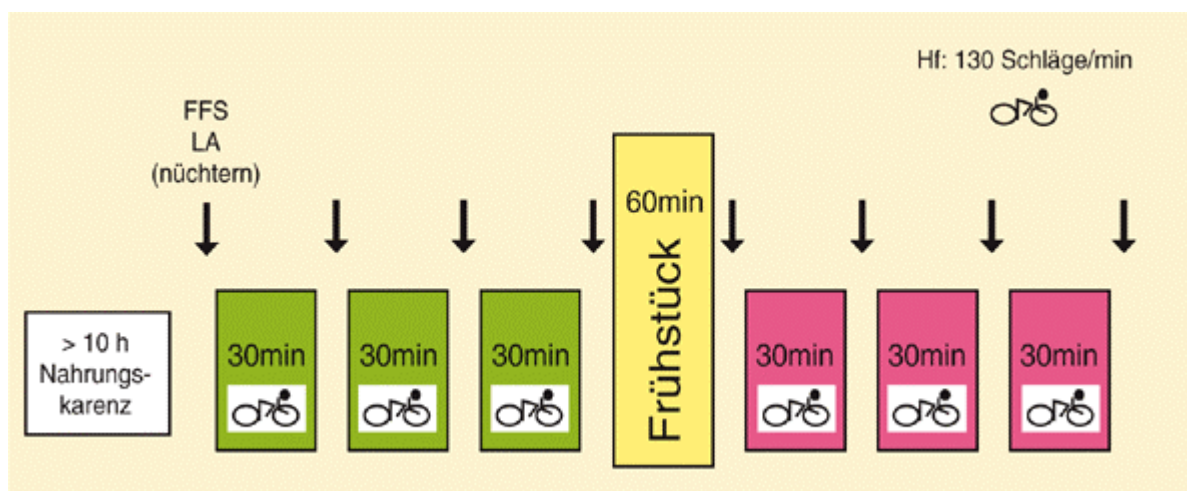
Anteil an freien Fettsäuren verbraucht. Übersehen wird allerdings dabei, dass der Energieverbrauch immer eine Gesamtbilanz des Energieumsatzes eines Tages oder mehrerer Tage ist. Durch die Nahrungsaufnahme wird das Kaloriendefizit in kurzer Zeit wieder ausgeglichen. Bei gleichem Energieverbrauch ist die Reduzierung des Körperfettanteils bei hoher Belastungsintensität trotz kürzerer Belastungszeit und höherer Kohlenhydratverbrennung genauso hoch wie bei geringer Belastungsintensität und entsprechend längerer Belastungszeit, diese Erkenntnis ist in mehreren Studien bestätigt worden (Ballor et al. 1990, Grediengin et al. 1995, Tremblay et al. 1990, u.a.). Als Begründung für den höheren Energieverbrauch nach der Belastung wird der erhöhte Sauerstoffverbrauch nach vorausgegangenem intensivem Training angegeben. Nach den Angaben von Phelain et al. 1997 beträgt nach einer Belastung mit einem Energieverbrauch von 500 kcal, der erhöhte Sauerstoffverbrauch in der dreistündigen Phase danach nur 4,6 % vom Gesamtenergieverbrauch. Der zusätzliche Energieverbrauch ist also äußerst gering.

Hungern allein bringt nichts

Alle Studien zur Reduktion des Körpergewichtes mit den erwähnten Maßnahmen (hohe Intensität, hungern nach dem Sport, Nachbrenneffekt, etc.) wurden nur über einen relativ kurzen Zeitraum (maximal 8 Wochen) durchgeführt. Über Veränderungen der Lipoproteine im Blut (LDL, HDL, Triglyceride etc.) wurden meist keine Angaben gemacht. Nur das Ausdauertraining über mehrere Monate ist zur Senkung der Blutfette geeignet, nicht jedoch Belastungen mit starker Laktatbildung.

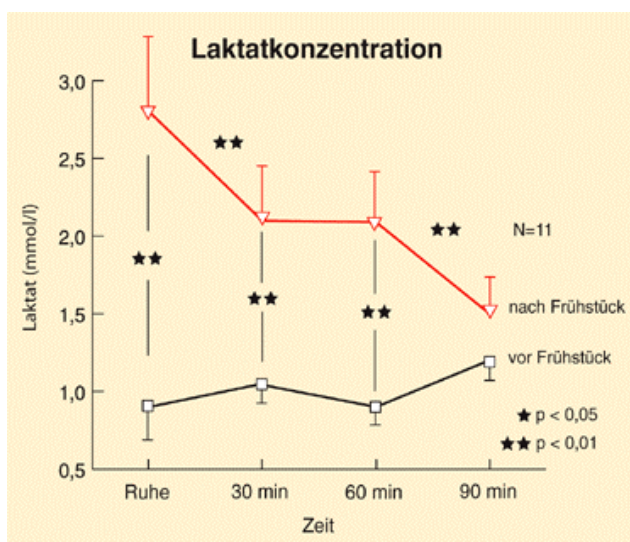
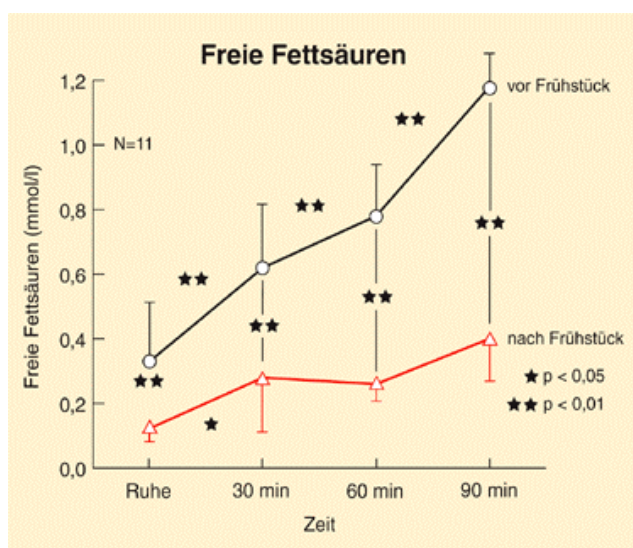
Werden in den ersten zwei Stunden nach dem Training keine Kohlenhydrate aufgenommen, dann verzögert sich nachweislich die Wiederauffüllung der Glykogen-Speicher (tierische Stärke). Damit wird die Regeneration behindert. Eine schnelle Regeneration ist aber nicht nur für das Wohlbefinden vorteilhaft, sondern sichert auch die nachfolgende Reizverarbeitung und Belastbarkeit. Aus gesundheitlicher und trainingsmethodischer Sicht macht es wenig Sinn, über längere Zeiträume intensiv zu trainieren, in der Vorstellung, dabei Gewicht abzunehmen. Auch die verzögerte Nahrungsaufnahme nach dem Training verändert an dieser Situation nichts Wesentliches. Nach restriktiver Nahrungsaufnahme bei Abmagerungskuren (unter 1000 kcal/Tag) kommt es regelmäßig zum sogenannten Jo-Jo-Effekt. Dieser Effekt bedeutet, dass nach der „Kur“ das Gewicht höher ist als zuvor. Die übersteigerte Nahrungsaufnahme nach der restriktiven Nahrungszufuhr führt zur Erhöhung des Körpergewichtes über das Ausgangsgewicht.

Um den Körperfettanteil überhaupt zu beeinflussen, sollte das Ausdauertraining mit niedriger Intensität im Fitnessbereich einen Gesamtenergieumsatz von mindestens 300 kcal pro Trainingseinheit mehrmals in der Woche aufweisen. Für die gesundheitliche Prävention ist ein wöchentlicher Energiemehrumsatz durch Sport oder körperliche Aktivität von 2000 bis 3000 kcal wissenschaftlich gesichert. Um den Gesundheitszustand zu verbessern, ist eine größere Trainingsbelastung nicht notwendig, es sei denn, die sportliche Leistung soll erhöht werden. Die Fettstoffwechsellenzyme in den Fettzellen des Körpers und der Muskulatur können nur durch lange Belastungen mit geringer bis mittlerer Intensität in ihrer Aktivität erhöht werden und nicht durch kurzzeitige Belastungen mit hoher Laktatbildung.



Fettstoffwechseltraining und Belastungsintensität

Die Belastungsintensität (Leistung, Geschwindigkeit) entscheidet darüber, welche Energieträger zur Energiegewinnung bei der Belastung herangezogen werden. Bei niedriger Belastungsintensität (25 bis 50 Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme/VO₂max) können bis zu 70 Prozent der freien Fettsäuren am Gesamtenergiestoffwechsel verbrannt werden. Die freien Fettsäuren, Triglyceride und Lipoproteine im Blutplasma sind hierbei die entscheidenden Energieträger. Beträgt die Belastungsintensität etwa 65 Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme, dann tragen die freien Fettsäuren zu etwa 50 Prozent zum Energiegewinn bei. Bei Langzeitbelastungen werden neben den freien Fettsäuren aus dem Blut die in der Muskulatur gespeicherten Neutralfette (Triglyceride) zur Energiebereitstellung genutzt. Bei Belastungsintensitäten von 85 Prozent der maximalen Sauerstoffaufnahme und darüber nimmt die Fettverbrennung deutlich ab, weil das dabei entstandene Laktat die Verbrennung der freien Fettsäuren behindert. Bei diesen hohen Belastungsintensitäten werden die Glycogenspeicher in Leber und Muskel abgebaut. Der Beitrag der verbrannten Blutglukose ist gering, da es sich hier um einen ständigen Energiezufluss zur Muskelzelle handelt (Abb. 1). Bei einer Belastungsintensität, bei der mehr als 7 mmol/l Laktat entsteht, wird der Abbau der freien Fettsäuren bei Leistungssportlern unterdrückt. Die Energiewandlung erfolgt dann ausschließlich über den aeroben und anaeroben Abbau des Glykogens.



Beeinflussung der Fettstoffwechselaktivität

Unabhängig von den unterschiedlichen Zielsetzungen, dürfte es sowohl für den Leistungs- als auch den Fitnesssportler von Interesse sein, dass es tatsächlich Möglichkeiten gibt, vermehrt freie Fettsäuren umzusetzen. **a) Vor dem Training nichts essen** Um den Einfluss von Nüchternheit und Kohlenhydrataufnahme auf den Fettstoffwechsel beurteilen zu können, haben wir eine eigene Untersuchung mit 11 Triathleten im Radfahren durchgeführt¹. Die Sportler absolvierten nach einer mindestens zehnstündigen Hungerzeit über Nacht morgens eine 90-minütige aerobe Radfahrbelastung auf einer flachen Wendepunktstrecke. Die Belastungsintensität betrug 75 Prozent der maximalen Herzfrequenz (~ 68 Prozent der V_{O2max}). Nach einer kohlenhydratreichen Kost (Frühstück) wurden weitere 90 Minuten unter gleichen Vorgaben gefahren. In Ruhe und nach jeweils 30 Minuten Radfahren wurde Blut aus dem Ohrläppchen zur Bestimmung der Laktatkonzentration (LA) und der freien Fettsäuren zeitgleich entnommen (Abb. 2). Im Nüchternzustand stieg die Konzentration der freien Fettsäuren hochsignifikant an (von $0,34 \pm 0,18$ mmol/l in Ruhe auf $0,62 \pm 0,21$ mmol/l nach 30 min bzw. $1,18 \pm 0,12$ mmol/l nach 90 min Radfahren). Nach Aufnahme einer kohlenhydratreichen Kost war die Konzentration der freien Fettsäuren in Ruhe und während der Radfahrbelastung signifikant niedriger als vor dem Frühstück (Abb. 3). Die Kohlenhydrataufnahme beeinflusste auch die Laktatkonzentration. Vor dem Frühstück war die Laktatkonzentration in Ruhe und während der 90-minütigen Belastung erniedrigt ($<1,5$ mmol/l) und nach dem Frühstück waren Laktat in Ruhe und während der ersten 60 min signifikant erhöht (Abb. 4).

Die Aktivierung des Fettstoffwechsels lässt sich demnach von der Nahrungsaufnahme beeinflussen. Hat die belastete Muskulatur nur noch wenig Glykogen gespeichert, dann kommt es zu einer verstärkten Fettspaltung und demnach zu einer Erhöhung der freien Fettsäuren. Im Hungerstoffwechsel, d.h. bei geringer Glukoseverfügbarkeit, wird bereits nach 30 Minuten aerober Belastung der Fettstoffwechsel deutlich aktiviert. Es ist allerdings darauf zu achten, dass beim ablaufendem Hungerstoffwechsel ein intensives oder mehrstündiges Training zu vermeiden ist, da es während der Belastung zu einer vorzeitigen Unterzuckerung (Hypoglykämie) kommen kann. Die Stresshormone, besonders Adrenalin, steigen hierbei deutlich an. Spätestens nach 60 Minuten Belastung sollte die erste begrenzte Kohlenhydrataufnahme (Energieriegel, Trockenobst) erfolgen. Damit wird einer Unterzuckerung und einem Leistungsabfall vorgebeugt.

b) Kaffeetrinken vor dem Training Coffein oder Bohnenkaffee haben eine hervorragende lipolytische Wirkung, d.h. sie erhöhen die Freisetzung der freien Fettsäuren. Kaffeetrinken erhöht deren Freisetzung und steigert somit indirekt ihren Abbau. Das Hungergefühl kann nach Kaffeegenuss hinaus geschoben oder verdrängt werden. Die Enzyme für einen erhöhten Umsatz der freien Fettsäuren werden aber durch Coffein allein nicht erhöht. Hierfür taugt nur das aerobe Ausdauertraining. Tipp: Morgens vor dem Frühstück nach einer Tasse Kaffee und einem Glas Apfelsaftschorle ist ein 30 bis 40-minütiges Ausdauertraining in geringer Intensität ein optimales Fettstoffwechseltraining für den Fitnesssportler.

Priv.-Doz. Dr. Kuno Hottenrott
Philipps-Universität Marburg
Institut für Sportwissenschaft und
Motologie
Barfüßer Str. 1, 35037 Marburg

Prof. Dr. med. Georg Neumann
Institut für Angewandte
Trainingswissenschaft
Marschnerstr. 29
04109 Leipzig

1) Hottenrott, K. & Sommer, H.-M. (2001). In: Dtsch. Z. Sportmedizin 52, Sonderheft, 7-8.