



Dr. med. Matteo Rossetto, Internist und Sportmediziner mit eigener Praxis und medizinischer Leiter von Äquilibris-Training in Basel. Mitglied des Medical Teams im Schweizerischen Leichtathletikverband.

Für die Nahrungsaufnahme, deren Transport, deren Aufspaltung in die Einzelteile und für den Übertritt der Nahrungsbestandteile ins Blut steht uns ein langes Rohr von mehreren Metern Länge zur Verfügung. Feste Nahrungsmittel werden mit den Zähnen zerkaut und mit Speichel aus den Speicheldrüsen im Mundboden durchmischt. Beim Schlucken gelangt der Bissen durch die Speiseröhre in den Magen, wo dem Speisebrei saurer Magensaft beigemischt wird. Im anschließenden Zwölffingerdarm gelangen zusätzlich Galle und Verdauungsssekrete aus der Bauchspeicheldrüse hinzu. Die Passage durch den Dünndarm und dem Dickdarm dient schliesslich der weiteren Aufspaltung und Aufnahme (Resorption) der Nahrungsbestandteile, wobei im Dickdarm der Speisebrei durch Wasserentzug eingedickt wird. Im Mastdarm werden die unverdauten Nahrungsreste schliesslich bis zur nächsten willkürlichen Darmentleerung gespeichert.

Je nach Zusammensetzung der Nahrung dauert die Aufnahme der Nahrungsbestandteile ins Blut zwischen wenigen Sekunden bis zu vielen Stunden, in denen Flüssigkeiten und Speisen die verschiedenen Stationen durchlaufen. Während die gekaute Nahrung nach dem Schluckakt inert weniger Sekunden in den Magen gelangt, beträgt die Verweildauer des Speisebreis im Magen mit steigendem Fettanteil bis zu mehreren Stunden. Der Magen wird bei fettigen Mahlzeiten seiner Funktion als Speicher voll und ganz gerecht und gibt den Speisebrei nur langsam und in kleinen Portionen weiter. Die weitere Passage durch den Darmtrakt dauert Stunden, im Extremfall verlässt ein zugeführtes Nahrungsmittel den Darm erst 4–6 Tage nach dessen Aufnahme. Die Durchblutung des Darmes wird durch das vegetative Nervensystem gesteuert und beansprucht in Ruhe einen beträchtlichen Teil des gesamten Blutangebotes.

### Kohlenhydrate als Energieträger

Die Kohlenhydrate (Zucker) gehören zu den wichtigsten Energieträgern unseres Körpers. Sie setzen sich aus mehr oder weniger langen Ketten zusammen, deren kleinste Einheit der Einzelzucker (Monosaccharid) darstellt. Die Zuckerketten sind umso länger, je natürlicher die Kohlenhydratquelle ist: in Früchten und Getreide sind die Zucker in Faserverbindungen eingearbeitet, die separat aufgespalten werden müssen, was wiederum Zeit in Anspruch nimmt. Beim Verdauungsvorgang werden



FOTO: ANDREAS GONSETH

# Sport & Verdauung

**Die Verdauung stellt die Grundlage für die Versorgung des Körpers mit den notwendigen Baustoffen und Energieträgern dar. Doch Sport und Verdauung vertragen sich nicht: sie konkurrieren um die bessere Durchblutung.**

die Zuckerketten durch Enzyme der Speicheldrüsen in immer kleinere Einheiten gespalten (Poly-, Oligo-, Disaccharide), bis zuletzt die Einfachzucker zusammen mit Wasser und Salzen über die Schleimhaut ins Blut aufgenommen werden können. Raffinierte kurzkettinge Zucker können bereits vom Sekret der Speicheldrüsen im Mundboden in resorbierbare Einfachzucker gespalten und über die Mund-

schleimhaut aufgenommen werden. Dies stellt die schnellste (natürliche) Art der Energieaufnahme dar. Der Hauptteil der Zucker wird durch spezifische Enzyme im oberen Dünndarm gespalten und als Monosaccharide (wichtigste Form: Glukose) resorbiert. Kohlenhydrate können in geringen Mengen gespeichert werden: zu diesem Zweck werden die Einzelzucker in Leber und Muskel zu längeren, reinen

Zuckerketten (Glycogen) zusammengesetzt. Die Leber dient dabei als Regulator des Blutzuckerspiegels und befriedigt die Energiebedürfnisse aller glukoseabhängigen Organe (insbesondere des Gehirns und Nervensystems). Der Muskelglykogenspeicher dient seinerseits als Energiespeicher der Muskulatur und ist umso grösser, je ausdauertrainierter ein Sportler ist. Insgesamt sind zwischen 300 bis 400 g Zucker in den beiden Körperspeichern zu finden, der Muskelspeicher reicht dabei aus, um je nach Intensität der Muskelarbeit den Energiebedarf für 30 bis 90 Minuten zu decken.

### Eiweisse zum Aufbau von Organen

Eiweisse sind grundsätzlich Baustoffe, die dem Erhalt und dem Aufbau von Körperfunktion und Organen dienen (anabole = aufbauende Wirkung). Nur in Ausnahmefällen werden Eiweisse als Energieträger eingesetzt, vor allem dann, wenn der Energiebedarf nicht über die Verwertung von Zucker und Fett gedeckt werden kann. Die Verdauung der Eiweisse beginnt im Magen mit der Durchsetzung mit Magensäure, wodurch die Eiweisse denaturiert werden (zu vergleichen mit dem Erhitzen von Eiweiss aus einem Ei, wodurch dieses weiss und hart wird). Durch Verdauungsssekret aus dem Magen (Pepsin) und aus der Bauchspeicheldrüse erfolgt der schrittweise Abbau zu den kleinsten Bausteinen der Proteine, den Aminosäuren. Diese werden im Dünndarm ins Blut aufgenommen und in die Organe für den Stoffwechsel verteilt. Einen eigentlichen Proteinspeicher hat der Körper nicht. Wird Eiweiss als Energieträger gebraucht, so wird er aus den Strukturproteinen der Organen speziell jenen der Muskulatur, abgebaut (= kataboler Effekt).

### Fette als Baustoff für Zellwände

Fette (Lipide) dienen nicht nur als Energieträger, sie stellen auch wichtige Baustoffe für den Aufbau der Zellwände, für die Bildung von Hormonen, Transport- und Botenstoffen dar. Je nach Kettenlänge und Zusammensetzung sind Fette flüssig (Öle) oder fest (z. B. Butter, Schmalz). Sie sind entweder pflanzlicher (alle essenziellen, also lebensnotwendigen Fettsäuren, immer flüssig) oder tierischer Herkunft (Fisch, Fleisch). Im Fettgewebe wird Fett als Triglyceride gespeichert, einem Glycerinteil, das mit drei Fettsäuren verbunden ist. Die Triglyceride sind der wichtigste Energiespeicher des Körpers. Ein 70 kg schwerer Mensch hat im Normalfall rund

15 kg Unterhautfettgewebe, aus dem rund 140000 kcal Energie freigesetzt werden können. Weitere Fettspeicher befinden sich im Bauchraum (um die Eingeweide), in der Leber und in der Muskulatur, in der die Lipide als rasch verfügbare Fetttropfen eingelagert sind. Wie der Glykogenspeicher, ist auch die Menge des Fettspeichers in der Muskulatur abhängig vom Trainingszustand. Je höher der Fettgehalt der Nahrung, umso länger wird der Speisebrei im Magen durchwinkt und gespeichert. Die Verdauung und Aufnahme der Fette nimmt in der Regel mehrere Stunden in Anspruch.

### Wasser, Salze, Vitamine und Mineralien

Wasser, Salze und Mineralien werden im ganzen Darmtrakt resorbiert, wobei je nach Verbindung der eine oder der andere Darmabschnitt dafür besonders geeignet ist. Viele Mineralien, wie zum Beispiel Eisen, werden im Dünndarm aufgenommen. Ein grosser Teil des Verdauungswassers wird im Dickdarm rückresorbiert, wodurch der Stuhl eingedickt wird. Je mehr nichtverdaubare Substanzen im Dickdarm sind, umso grösser ist in der Regel auch der Wasseranteil, der diese umgibt. Wird zum Beispiel die Aufnahmekapazität für gewisse Salze überschritten, so gelangen diese in gelöster Form in den Dickdarm und führen zu Durchfall. Dieses Phänomen dürfte manchem Sportler bekannt sein, der in kurzer Zeit hohe Dosen an Magnesium zuführt.

### Viele Bedürfnisse, ein Blutvolumen

Dem Blutkreislauf fällt die Aufgabe zu, alle Organe ihren Bedürfnissen entsprechend mit Sauerstoff, Energieträgern und mehr zu versorgen. Je nach Aktivität der Organe variiert die benötigte Blutmenge beträchtlich. Unter relativer Verdauungsruhe durchströmt rund ein Liter Blut pro Minute den Magen-Darmtrakt, bei maximaler Verdauungsleistung steigt die Durchblutung auf 5–6 Liter pro Minute an. Umgekehrt benötigt die arbeitende Muskulatur je nach Intensität der Belastung zwischen 15–25 Liter Blut pro Minute.

Unter körperlicher Aktivität wird die Verdauungstätigkeit gedrosselt, das daraus «frei werdende» Blutangebot kommt der arbeitenden Muskulatur zugute. Während Ausdauerbelastungen getrunkenes Wasser, Salze und Energieträger müssen aber den Magen erst verlassen, um im Dünndarm aufgenommen werden zu können. Art und Volumen des Mageninhalts entscheiden über die Schnelligkeit der Magenentlee-

runge. Während höhere Volumen (über 1/2 Liter), ein hoher Zucker- und Flüssigkeitsgehalt die Magenentleerung und damit die Resorption von Wasser und Energieträgern fördern, wird diese durch einen hohen Fettgehalt, eine hohe Energiedichte und eine Leistungsintensität von über 75% der maximalen Sauerstoffaufnahme gehemmt. Der Salzgehalt und die Art der Belastung beeinflussen die Magenentleerung hingegen nicht wesentlich. Möchte man also von möglichst optimalen Bedingungen für die Aufnahme von Wasser und Nährstoffen sorgen, so ist der Magen bereits vor Beginn der (Ausdauer-)Belastung mit mindestens einem halben Liter Wasser mit einem Kohlenhydratanteil von 6–8% und etwas Salz zu füllen.

Doch selbst bei guter Vorbereitung ist die ausreichende Versorgung des belasteten Körpers mit Wasser und Energieträger nicht garantiert. Da unter Belastung die Durchblutung des Darmes gedrosselt wird, reduziert sich dessen Aufnahmevermögen. Dieses wird im Verlaufe der Ausdauerbelastung als Folge des Flüssigkeitsverlustes durch das Schwitzen noch zusätzlich verschlechtert. Es kann sogar so weit kommen, dass der durch das Laufen erschütterten und minderversorgten Darmschleimhaut so viel Blut entzogen wird, dass sie fleckförmig Schaden nimmt. Durchfälle, teils wässrig, teils blutig, die nach Ausdauerläufen auftreten, sind nicht selten Symptom und Folge dieser Minderdurchblutung, die dank der grossen Heilungskapazität der Darmschleimhaut meist ohne gesundheitlichen Schaden innert weniger Tage ausheilen.

Bezeichnenderweise treten bei über der Hälfte der Finisher eines Marathons mehr oder minder starke Magen-Darm-Beschwerden auf, die umso häufiger auftreten, je länger der Lauf und je grösser der Flüssigkeitsverlust ist. Zu vermeiden ist dieses Phänomen leider nicht. Da die Flüssigkeitsaufnahme über den Darm auf 0,8 bis 0,9 Liter pro Stunde limitiert ist, die Schweißverluste aber ein Mehrfaches davon ausmachen können, geht es bei Ausdauerläufen lediglich darum, den «Schaden» zu reduzieren. Mit einer guten Vorbereitung, einer guten Hydratierung vor dem Lauf, einer regelmässigen Flüssigkeits- und Zuckeraufnahme während des Laufes und einem angepassten Lauftempo. ■