

## **Ernährung und Sport – *Power-Food* und *Power-Gene***

Frank Döring, Maja Klapper, Alexandra Fischer, Inke Nitz,  
Inka Lindner, Christina Vock  
Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde

Der Artikel *Ernährung und Sport - Power-Food und Power-Gene* zeigt moderne Konzepte zur gesunden Ernährung im Sport auf. Dabei wird sowohl der Freizeitsport als auch der Leistungssport berücksichtigt. Eine sportgerechte Ernährung richtet sich zunächst nach den bekannten Ernährungsregeln der Deutschen Gesellschaft für Ernährung. Diese Basisernährung ist u.a. durch folgende Empfehlungen charakterisiert: Verzehr von wenig Fett, Zucker und Salz, viele Vollkornprodukte, fünf Portionen Obst und Gemüse pro Tag sowie wenig Fleisch und Fleischprodukte. Beim Sportler ist die Zufuhr von leicht verdaulichen Kohlenhydraten in Form von Saftschorlen vor und nach jedem Training empfehlenswert. Hierdurch ist die Leistungsfähigkeit als auch die Regeneration sichergestellt. Im zweiten Abschnitt wird die Bedeutung des Sports für die Gesundheit des Menschen beleuchtet. Aus epidemiologischen Studien ist bekannt, dass in der Woche ca. 2000 kcal durch sportliche Betätigung verbraucht werden sollten. Dies entspricht z. B. 3x/ Woche 1 Std. Ausdauersport wie z.B. Aerobic oder Jogging. Die gesundheitlichen Effekte eines derartigen Freizeitsports gehen über die Gewichtsreduktion hinaus. So konnte gezeigt werden, dass Sport zur Verbesserung des Glucosestoffwechsels beiträgt. Des Weiteren scheint sportliche Betätigung günstige Auswirkungen auf eine Vielzahl von Stoffwechselfparametern sowie auf die Regulation von Hunger und Sättigung zu haben. Eine Alternative zur gezielten sportlichen Betätigung, die häufig aus Zeitgründen nicht realisierbar ist, ist die Erhöhung der Bewegung im Alltag.

**Der aufrechte Gang und die Genomfalle: Folgen für die Gesundheit.** „Zwei Millionen Menschen sterben jedes Jahr wegen Bewegungsmangel-Erkrankungen. Es wird von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) geschätzt, dass die Zivilisationsschäden, die vor allem von Rauchen, von der mangelnden Bewegung und von der Fehlernährung herrühren, bis zum Jahr 2010 72 % der Krankheiten ausmachen. Und das in entwickelten Ländern ebenso wie in sich entwickelnden Regionen dieser Welt. Diese vermeidbaren Krankheiten werden mindestens jeden sechsten Euro verschlingen, den wir in Deutschland erarbeiten“. Diese Worte richtete Manfred von Richthofen, Präsident des Deutschen Sportbundes, an die Mitglieder der Bundeskonferenz Breitensport in Göttingen im Jahre 2002. Er will damit eine Entwicklung aufzeigen, die nahezu weltweit zu beobachten ist. Was sind die biologischen Gründe für diese Entwicklung? Welche biologischen Gesetzmäßigkeiten stecken hinter dieser besorgniserregen-

den Entwicklung? Aus biologisch-evolutionärer Perspektive ist zunächst der aufrechte Gang des Menschen auffällig. Die dafür notwendige Rumpf- und Rückenmuskulatur ist nur unzureichend ausgebildet. Rückenschmerzen und Bandscheibenvorfälle sind häufig zu beobachtende Folgen. Die Therapie dieser Erkrankungen und die sich daraus ergebenden Arbeitsausfälle kosten jährlich Millionen. Die Prävention dieser Erkrankungen wäre dagegen relativ einfach zu erreichen: Ein 10-minütiges Rücken- und Rumpftraining pro Tag könnte die meisten Probleme verhindern. Zu empfehlen sind die bekannten Stabilitätsübungen für Rumpf, Rücken und Bauch.

Ein zweiter Grund für das massive Auftreten von Zivilisationsschäden ist die evolutionäre Entwicklung des Menschen. Die Entwicklung bis zum Jetztzeitmenschen dauerte ca. 20-30 Millionen Jahre. In diesem Zeitraum wurde, in über mehr als 1 Million Generationen und in der Auseinandersetzung mit der Umwelt, das Genom des Jetztzeitmenschen geprägt. Wesentlich waren hier die Jäger- und Sammlerkulturen, die erst vor ca. 100.000 Jahren durch die beginnende Agrarproduktion und Domestikation abgelöst bzw. ergänzt wurden. Anthropologische Untersuchungen legen nahe, dass das Genom der Jäger und Sammler auf Sparsamkeit und Bewegung selektiert wurde. Anthropologen können darüber hinaus nachweisen, dass der Energieverbrauch und die Energiezufuhr der Jäger und Sammler ca. 3000 kcal pro Tag betrug. Davon wurden allein 1000 kcal durch Bewegung verausgabt. Demgegenüber verausgabt der Jetztzeitmensch, ausgestattet mit einem Sparsamkeits- und Bewegungs-Genom, nur ca. 300 kcal pro Tag durch Bewegung. Gleichzeitig beträgt die Energiezufuhr des Jetztzeitmenschen immer noch ca. 3000 kcal. Die Folgen dieser Genomfalle sind bekannt: Zivilisationsschäden wie Diabetes Typ II, Mycardinfarkte, Hypertonie und Atherosklerose. Maßgeblich für die biochemische Erklärung dieser Alterserkrankungen, scheint die Menge des Fettgewebes zu sein. Eine erhöhte Menge Fettgewebe geht mit einer proportionalen Erhöhung von Fettgewebshormonen wie z.B. Leptin einher. Diese Proteohormone wiederum steuern nachhaltig die Fruchtbarkeit, den Stoffwechsel, das Hunger- und Sättigungs-Empfinden, den Energieverbrauch und vieles mehr. Eine erhöhte Konzentration von Fettgewebshormonen im Blut, wie sie bei Übergewichtigen nachweisbar ist, führt deshalb langfristig zur Entgleisung des Metabolismus und den daraus resultierenden Zivilisationsschäden.

Welche Auswege gibt es aus dieser Genomfalle? Welche Maßnahmen müssen ergriffen werden, um der Genomfalle zu entkommen? Die einfache Antwort: FDH und LDD („Lauf das Doppelte“). Aus epidemiologischen Untersuchungen ist bekannt, dass bereits ein zusätzlicher Energieverbrauch von 2000 kcal pro Woche für eine effektive Prävention von Zivilisationskrankheiten ausreichend

ist. Hier sind insbesondere Ausdauersportarten wie Laufen, Radfahren, Schwimmen, Skilanglauf, Rudern, Skating etc. zu empfehlen. Bereits ein 4-maliges Lauftraining von je 1 Std. pro Woche führt zur Energieverausgabung von ca. 2000 kcal. Auf der anderen Seite ist für die Prävention von Zivilisationskrankheiten eine geringe Nahrungsenergiezufuhr günstig. Je nach körperlicher Aktivität werden pro Tag ca. 2000 kcal (Frauen) bzw. 2500 kcal (Männer) benötigt. Eine Energiezufuhr die nur 100 kcal pro Tag (z.B. 20 g Schokolade oder 13 g Butter) über den tatsächlichen Energieverbrauch liegt, führt innerhalb von 10 Jahren zu einer Fettgewebserhöhung von 10 kg!!! Fazit: Die Genomfalle zwingt den Jetztzeitmenschen zu FDH und LDD.

**Basisernährung im Fitness- und Leistungssport.** Die Basisernährung im Fitness- und Leistungssport ist sich grundsätzlich sehr ähnlich und entspricht den bekannten Empfehlungen einer gesunden Mischkost. Diese besteht aus einer ballaststoff- und wasserreichen Kost (Obst, Gemüse) mit folgenden Makronährstoffanteilen: 55-60% der Energie in Form von Kohlenhydraten, 10-15 % Protein und 30 % Fett. Eine praktische Umsetzung sähe so aus: 6-11 Portionen/Tag kohlenhydratreiche Lebensmittel (Brot, Reis, Nudel), 5 Portionen/Tag Obst/Gemüse, 2-4 Portionen/Tag Milch- und Milchprodukte, höchstens 1 Portion/Tag Fleisch/Fisch, fettarme Wurst- und Käsesorten bevorzugen sowie kalorienarme Getränke. Es sollte mindestens 2 Liter/Tag getrunken werden. Der Wasserverbrauch beim Sport beträgt, je nach Intensität und Witterung, ca. 0.5-1.5 Liter pro Tag. Spätestens nach dem Training muss diese Flüssigkeitsmenge ersetzt werden. Empfehlenswerte Sportlergetränke sind Saftschorlen und Elektrolytgetränke, da diese Getränke aufgrund ihrer Hypo- oder Isotonie sehr schnell aufgenommen werden.

**Abstimmung von Trainings- und Ernährungsmaßnahmen im Fitness- und Leistungssport.** Aufbauend auf der skizzierten Basisernährung sind, in Abhängigkeit von der Trainingsmaßnahme, einige sportspezifische Ernährungsmaßnahmen zu beachten. Grundsätzlich kann im Ausdauertraining für Fitness-Sportler zwischen Grundlagenausdauertraining I und II (GA1 und GA2) unterschieden werden. Leistungssportler nutzen demgegenüber eine Vielzahl von differenzierten Trainingsmaßnahmen, die in der einschlägigen Literatur ausführlich beschrieben sind. GA1-Training ist für Fitness-Sportler ein moderates Training über ca. 60 min im Bereich von ca. 65 % der maximalen Herzfrequenz. GA2-Training dauert ca. 30-45 min und wird mit ca. 85 % der maximalen Herzfrequenz absolviert. Obwohl bei höherer Trainingsintensität wie z.B. GA2-Training weniger Fett und mehr Kohlenhydrate verbraucht werden, ist zur Gewichtsreduktion die verbrauchte Energie pro Trainingseinheit entscheidend. Deshalb sollte auch im Fitness-Sport GA1- und GA2-Training betrieben werden. Für das

GA2-Training spricht außerdem, dass dieses Training effektiv zu kardialen Anpassungen führt. Bei diesem Training spielt die Kohlenhydratzufuhr eine besondere Rolle, insbesondere beim Leistungstraining.

Nach dem Leistungstraining ist die Kohlenhydrat-(KH)-Zufuhr für die Aufrechterhaltung/ Erhöhung des Muskelglykogens besonders wichtig. Eine zweiphasige KH-Zufuhr, zunächst in Form von zuckerhaltigen Getränken (hypoton, NaCl) und dann in Form von komplexen KH, ist 0-6 Std. (alle 2 Std. 0.7-1.5 g KH/kg Körpergewicht, je 70 g KH) nach dem Training empfehlenswert. Es ist insgesamt auf eine hohe KH-Zufuhr 24 Std. (bis 10 g KH/ kg Körpergewicht, bis 700 g KH) nach dem Training zu achten. Da im Leistungstraining Trainingsblöcke mit Grundlagenausdauer 1 und 2 üblich sind, müssen Trainingsmaßnahmen und Ernährungsmaßnahmen aufeinander abgestimmt werden. Werden zu wenig KH nach dem Training zugeführt, kommt es zur vermehrten Oxidation von Muskelweiß. Die Folge ist ein Abbau der Kraftfähigkeiten.

Fitness-Sportler oxidieren aufgrund ihrer geringen maximalen Sauerstoffaufnahme ( $VO_2max$ ) weniger g KH pro Trainingseinheit, trainieren nur 2-4 mal pro Woche und nutzen einen geringen Anteil ihrer  $VO_2max$  im Training aus. Diese Tatsachen sprechen gegen eine erhöhte KH-Zufuhr nach dem Fitnesstraining. Da der respiratorische Quotient bei Fitness-Sportlern beim Training jedoch vergleichsweise hoch ist, kann auch hier mit einer gewissen Glykogenausschöpfung gerechnet werden. Die Empfehlungen zur KH-Zufuhr unmittelbar nach dem Training sind deshalb bei Fitness-Sportlern, die z.B. am Wochenende 2x trainieren, durchaus sinnvoll. Insbesondere Grundlagen-ausdauer-2-Training (z.B. Spinning) führt bei Fitness-Sportlern zur Glykogenausschöpfung und sollte mit einer KH-reichen Kost beantwortet werden. Wird dies nicht realisiert, muss mit einer geringeren Leistungsbereitschaft im Alltag gerechnet werden. Nach dem Training sind deshalb zucker- bzw. kohlenhydratreiche Getränke (Saftschorlen, Elektrolytgetränke) und danach eine kohlenhydratreiche Mahlzeit wie z.B. Nudel- oder Kartoffelgerichte zu empfehlen.

Die skizzierten Trainings- und Ernährungsmaßnahmen zur Kohlenhydrataufnahme und dem GA2-Training führen bei guter Abstimmung zu einem erhöhten Glykogengehalt in der Muskulatur. Dadurch ist der Sportler leistungsfähiger, d.h. der Sportler kann länger auf die effiziente Energiequelle Glykogen zurückgreifen. Wodurch ist dieser Effekt, der auch als Glykogensuperkompensation bezeichnet wird, zu erklären? Was sind die zugrundeliegenden biochemischen Mechanismen? Vermehrte Muskelkontraktion führt zum temporären Anstieg der cytosolischen Calciumkonzentration und zur Aktivierung der AMP-Kinase. Beide Signale führen zum vermehrten Einbau von Glucosetransportern in die Membran der Myocyten. Dadurch kommt es schließlich, wenn KH aufge-

nommen werden, zum vermehrten Einstrom von Glucose in die Muskelzellen und zur vermehrten Glykogenbiosynthese. Nach dieser gut belegten Theorie ist also die Aufnahme von Glucose der limitierende Schritt in der Glykogensynthese. Interessanterweise kann dadurch auch erklärt werden, warum Bewegung zur Verbesserung des Stoffwechsels z.B. des Glucosestoffwechsels führt. Bewegung als präventive Maßnahme zur Reduzierung von Zivilisationskrankheiten wie z.B. Diabetes Typ II haben somit, jenseits der Gewichtsreduktion durch Sport, eine biochemische Erklärung. Auch bereits erkrankte Typ2-Diabetiker können, zumindest teilweise, durch Bewegung effektiv therapiert werden.

**Mehr Eiweiß für Ausdauer- und Kraftsportler?** Die häufig kontrovers diskutierte Frage zum erhöhten Proteinbedarf für Sportler ist nach heutigem Kenntnisstand relativ eindeutig zu beantworten. Freizeitsportler, die 2-4x/Woche trainieren, haben in aller Regel keinen erhöhten Proteinbedarf. Die Zufuhr von 0.8g Protein pro kg Körpergewicht pro Tag ist bei Freizeitsportlern völlig ausreichend. Bei Leistungssportlern mit einem Trainingsaufwand von mehr als 6-8 Std./Woche muss zwischen Ausdauer- und Kraftsportlern unterschieden werden. Ausdauersportler haben einen erhöhten Proteinbedarf, da sie bei langen Trainingsbelastungen Aminosäuren, insbesondere verzweigtkettige, im Muskel oxidieren. Ausdauersportler sollten sich pro Tag ca. 1.2-1.4 g Eiweiß pro kg Körpergewicht zuführen. Dies ist, insbesondere bei leichten Ausdauerathleten, mit einer ausgewogenen Mischkost zu erreichen. Kraftsportler im Leistungsbereich benötigen mehr Protein für den Aufbau von Muskelmasse. Eine Zufuhr von bis zu 1.8 g Eiweiß pro kg Körpergewicht pro Tag ist für Kraftsportler empfehlenswert. Da Kraftsportler häufig mehr als 80 kg wiegen, kann die erhöhte Eiweißmenge nur sehr schwer, insbesondere unter dem Gesichtspunkt der Praktikabilität, durch eine Mischkost gedeckt werden. Die Zufuhr von Proteinsupplementen ist deshalb durchaus empfehlenswert. Die Zufuhr von Eiweiß unmittelbar nach einer Trainingseinheit führt zur verstärkten Muskelproteinsynthese und fördert damit die Regeneration und den Muskelaufbau. Deshalb sollte nach dem Training eine Kohlenhydrat- und Eiweißreiche Kost zugeführt werden. Dies gilt auch für den Ausdauersportler.

**Brauchen Sportler mehr Vitamine? Nein.** Im Vergleich zur Bevölkerung weisen Sportler vermutlich etwas häufiger einen marginalen Vitaminmangel auf. Dies konnte insbesondere für die B-Vitamine beobachtet werden. Die Ursache dafür ist jedoch unklar und kann nicht *a priori* auf das Training zurückgeführt werden. Tatsächlich ist ein erhöhter Vitaminbedarf bei Sportlern für keines der 13 Vitamine belegt. Die diesbezüglichen Studien sind meistens ohne die Bestimmung empfindlicher biochemischer Parameter durchgeführt worden. Adaptationsphänomene werden bei den meisten Studien ebenfalls nicht berücksich-

tigt. Auch eine Leistungssteigerung durch erhöhte Vitamingaben konnte bisher nicht belegt werden. Allerdings ist die erhöhte Vitaminzufuhr in aller Regel ungefährlich. Nebenwirkungen einer Vitaminsupplementation sind kaum zu erwarten.

**Nahrungsergänzungsmittel für Sportler?** Zu den Nahrungsergänzungsmitteln gehören Vitamin-, Mineral- und Spurenelementpräparate bzw. entsprechende Multipräparate. In zunehmendem Maße werden auch Nahrungsergänzungsmittel für Sportler angeboten, die aus Pflanzenextrakten bestehen. Sie sollen vielfältige positive gesundheitliche Effekte entfalten. Tatsächlich zeigt die Analyse der Ernährungssituation bei Sportlern, dass es nur wenige Sportarten gibt, in denen eine wissenschaftlich begründbare Nahrungsergänzung angezeigt ist. Hierzu gehören alle Sportarten, in denen das Körpergewicht niedrig gehalten werden muss. Dies wird häufig durch eine extrem geringe Energiezufuhr erreicht. Bei Turnerinnen sind solche Maßnahmen gängige Praxis. Dies gilt jedoch nur im Leistungsbereich. Für Fitness-Sportler wird immer wieder auf die positive und präventive Wirkung von Nahrungsergänzungsmitteln hingewiesen. Evidenz für eine präventive Wirkung von Nahrungsergänzungsmitteln, zum Beispiel hinsichtlich kardiovaskulärer Erkrankungen, Tumorerkrankungen u.a., gibt es weder aus gut kontrollierten Interventionsstudien noch aufgrund von Metaanalysen. Außerdem schafft der breite Einsatz von Nährstoffen und anderen Inhaltsstoffen in Nahrungsergänzungsmitteln eine neue Problemlage hinsichtlich einer noch unsicheren Zufuhrgrenze und spezifischer Risikogruppen. Diese Risikogruppen können zukünftig möglicherweise mit modernen molekularbiologischen Methoden identifiziert werden. Das Einsatzgebiet solcher Methoden, die auf Analyse genetischer Individualität basieren, dürfte jedoch begrenzt sein. Neuerdings wird eine kaum überschaubare Fülle von Nahrungsergänzungsmitteln für Sportler angeboten, die als *Phytochemicals* oder *Nutraceuticals* bezeichnet werden. Diese neuen Nahrungsergänzungsmittel sind wissenschaftlich kaum evaluiert und deren gesundheitliche Unbedenklichkeit ist nicht *a priori* gesichert. Sie können deshalb nicht empfohlen werden.