



Dr. Alexandra Schek

Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Bedeutung und praktische Hinweise

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) sind aus dem Sport nicht mehr wegzudenken, obwohl sie potenzielle Risiken bergen: für die Gesundheit, das Ansehen, die sportliche Karriere. Dabei ist anzunehmen, dass Breitensportler, was den Einsatz von NEM in Training und Wettkampf betrifft, die medial heutzutage sehr präsenten Leistungssportler nachahmen.

Was sind NEM?

In der Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung vom 10. Juni 2002 (*Europäisches Parlament und Rat der Europäischen Union 2002*) ist ein NEM definiert als ein Lebensmittel, das

1. dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen,
2. ein Konzentrat von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung allein oder in Zusammensetzung darstellt und
3. in dosierter Form – insbesondere in Form von Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen und anderen ähnlichen Darreichungsformen, Pulverbeuteln, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen und ähnlichen Darreichungsformen von Flüssigkeiten und Pulvern – zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen in den Verkehr gebracht wird.

Vereinfacht ausgedrückt handelt es sich bei NEM um Produkte, die Nähr- und Wirkstoffe liefern, ohne Lebensmittel zu sein, und von der Darreichungsform und Dosierung her Arzneimitteln ähneln, ohne jedoch apothekenpflichtig zu sein. So sind die meisten der für Sportler angebotenen Produkte pulverförmig oder verkapselt, es gibt aber auch Brausetabletten, Gels in Beuteln/Tuben und so weiter. In jedem Fall werden sie in Wasser aufgelöst oder zusammen mit Flüssigkeit oral aufgenommen, also nicht injiziert oder infundiert.

Kategorien für Inhaltsstoffe können (nicht abschließend) Vitamine, Mineralstoffe, Aminosäuren, essenzielle Fettsäuren, Ballaststoffe sowie verschiedene Pflanzen- und Kräuterextrakte sein. Hinzu kommen – neben Probiotika (lebensfähige Mikroorganismen, die die Darmflora modulieren und spezielle Effekte auf den Stoffwechsel ausüben können) – Substanzen wie Koffein, Kreatin, L-Carnitin oder Coenzym Q₁₀, die auch als ernährungsbezogene Leistungsförderer (engl. *nutritional ergogenic aids*) beworben werden. Während alle ernährungsbezogenen ergogenen Hilfen NEM sind, umfassen die NEM neben (angeblich) leistungssteigernden Stoffen beispielsweise auch Multivitaminpräparate oder Proteinkonzentrate. NEM stehen nicht auf der Dopingliste, können aber mit Dopingmitteln kontaminiert sein.

Wie verbreitet ist der NEM-Einsatz im Sport?

Wie hoch der Anteil an Breitensportlern ist, die regelmäßig NEM verwenden, ist nicht klar. Es dürften aber in jedem Fall mehr als 27,6 Prozent sein. Dieser Prozentsatz entspricht gemäß Nationaler Verzehrstudie II dem Anteil der Deutschen, die täglich Vitamin- und Mineralstoffpräparate einnehmen (*Max-Rubner-Institut 2008*); die Supplementation mit „sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung“ ist dabei nicht berücksichtigt. In einer Studie an 786 Bundeswehrsoldaten (Durchschnittsalter $27,3 \pm 4,7$ Jahre), die zumeist an drei und mehr Tagen pro Woche breitensportlich aktiv waren, gaben 43,5 Prozent der Probanden an, regelmäßig zu supplementieren, im Mittel mit drei Präparaten. Sie nannten Magnesium, Eiweiß und Kreatin am häufigsten (*Sammito et al. 2011*). Eine Untersuchung an sämtlichen 197 Schülern der sechsten Klasse (mittleres Alter 11,7 Jahre) aller sieben sportbetonten Schulen in Nordrhein-Westfalen zeigte, dass 49,5 Prozent in den vorangegangenen drei Monaten NEM verwendet hatten, vornehmlich Glukose, Vitamin C, Magnesium, Kalzium und Eisen; 13,8 Prozent gaben an, schon einmal eine Ernährungsberatung mitgemacht zu haben (*Offer et al. 2005*). Eine Befragung von 306 Schülern (Altersdurchschnitt 17,5 Jahre) aus drei Gymnasien in Nordrhein-Westfalen, von denen mehr als die Hälfte mehrmals pro Woche sportlich aktiv waren, ergab, dass 47 Prozent aktuell NEM einnahmen oder in der Vergangenheit eingenommen hatten. Hier dominierten Vitamin C, Magnesium und Kalzium, gefolgt von Eiweiß- und Aminosäureprodukten (*Verbraucherzentrale Nordrhein-Westfalen 2011*).

Im Leistungssport ist die Einnahme von NEM angesichts des allgegenwärtigen Erfolgsdrucks weit verbreitet. Nicht selten verwenden Athleten mehrere Präparate gleichzeitig. Von 2.758 Sportlern, die bei den Olympischen Sommerspielen in Sydney 2000 zur Dopingkontrolle gebeten wurden, gaben knapp 79 Prozent an, NEM und Medikamente einzunehmen, allen voran Vitamine (51 %), Mineralstoffe (21 %) und Aminosäuren (12,5 %); die meisten Athleten verwendeten ein oder zwei NEM, fast 20 Prozent fünf und eine Person 26 Präparate (*Corrigan, Kazlauskas 2003*). Bei den darauf folgenden Sommerspielen in Athen 2004 nahmen 45,3 Prozent der zur Dopingkontrolle gebetenen Sportler regelmäßig NEM ein. Im Kraftsport waren Vitamine (43 %) und Proteine/Aminosäuren (14 %) besonders

häufig vertreten (*Tsitsimpikou et al. 2009*). Eine Ernährungserhebung an 23 deutschen Spitzenathleten mit einem Durchschnittsalter von 24 Jahren, die sich auf die Olympischen Spiele von Athen vorbereiteten, ermittelte, dass 87 Prozent NEM benutzten, überwiegend Vitamin C, Vitamin E, Vitamin-B-Komplex, Magnesium, Kalzium und Eisen (*Faude et al. 2005*). Eine Befragung von 164 deutschen D- bis A-Kaderathleten mit einem mittleren Alter von 16,6 Jahren zeigte, dass 80 Prozent mindestens ein NEM verwendeten, insbesondere Mineralstoffe, Vitamine, Sportgetränke, Energiegetränke und Kohlenhydrate (*Braun et al. 2009*). Die GOAL-Studie verdeutlichte an 1.138 deutschen Elite-Nachwuchsathleten im Alter von 14 bis 18 Jahren, dass 91,1 Prozent mindestens einmal pro Monat, 26,8 Prozent sogar täglich NEM – vor allem Magnesium, Kalzium und Vitamin C – einnahmen (*Diehl et al. 2012*). In einer von der Stiftung Deutsche Sporthilfe in Auftrag gegebenen Studie (*Breuer, Hallmann 2013*) gaben dagegen nur 34,3 Prozent von 1.154 anonym befragten Leistungssportlern mit einem Durchschnittsalter von 22,4 Jahren an, regelmäßig NEM einzunehmen; 25,4 Prozent beantworteten die Frage allerdings nicht.

Warum verwenden Sportler NEM?

Argumente, die supplementierende Sportler auf Nachfrage angaben, waren (*Maughan et al. 2007*):

- Unterstützung der Regeneration (71 %),
- Gesunderhaltung (52 %),
- Leistungssteigerung (46 %),
- Verhinderung/Behandlung von Krankheiten (40 %),
- Kompensation einer unausgewogenen Ernährung (29 %).

Zu Supplementierungsmaßnahmen angeregt oder regelrecht angeleitet werden Sportler oft durch die mediale „Argumentation“, dass sportliche Aktivität per se Nährstoffmangelzustände auslöse, die man beheben müsse, und/oder dass Supplementation einzelner oder mehrerer Nähr- und Wirkstoffe die Leistung direkt oder indirekt (via beschleunigter Regeneration) verbessere. In einem Fall wurden 58 Nähr-/Wirkstoffe in teilweise pharmakologischer Dosierung gleichzeitig empfohlen (vgl. Fallbeschreibung bei *Schek 2011*).

Wenn der Sportler seinen Mehrbedarf an Energie in Form einer ausgewogenen Mischkost deckt, ist mit einer Nährstoffunterversorgung nicht zu rechnen. Die Hypothese „viel hilft viel“ hält einer wissenschaftlichen Überprüfung nicht stand. Ein Überschuss an Nährstoffen wirkt sich weder leistungssteigernd aus, noch beschleunigt er die Regeneration oder fördert die Gesundheit. Im Gegenteil: Es ist nicht auszuschließen, dass NEM die Leistungsfähigkeit/Gesundheit auch negativ beeinflussen. Deshalb ist es grundsätzlich problematisch, dass Sportler mit der Einnahme von NEM in der Regel nicht warten, bis ausreichend Studien vorliegen, die eine mögliche leistungsverbessernde Wirkung bei gleichzeitigem Ausschluss gesundheitlicher Risiken bestätigen (*Schek 2013*).

Definitionen

Breitensportler sind Personen, die sich amateurhaft (in Sportvereinen) sportlich betätigen und – im Gegensatz zu Freizeit-, Gesundheits- oder Rehabilitationssportlern – auch an Wettkämpfen teilnehmen (*Schek 2013*).

Leistungssportler werden staatlich gefördert (Kaderathleten) und repräsentieren ein soziales System, in dem sich alle Strukturen, die den Wettkampfsport insgesamt prägen, im Hinblick auf ihre Funktionalität an der am Weltrekord ausgerichteten Leistungssteigerung oder am Sieg bei internationalen Konkurrenzen orientieren (*Röthig, Prohl 2003*).

Gleichzeitig sind Nahrungsergänzungen immer selektiv und damit nicht mit dem Verzehr einer gemischten Kost gleichzusetzen, die Makro- und Mikronährstoffe stets im Verbund mit Ballaststoffen, sekundären Pflanzenstoffen und „sonstigen Stoffen“ liefert. Eine unausgewogene Ernährung lässt sich darum nicht mit NEM kompensieren.

Wann ist der Einsatz von NEM im Sport angezeigt?

Eine klare Indikation für eine gezielte und zeitlich begrenzte Anwendung von NEM, nicht nur im Sport, ist ein (sub)klinischer Nährstoffmangel, für den es vielfältige Gründe geben kann – von „logistisch“ bedingter, inadäquater Nährstoffzufuhr über Lebensmittelunverträglichkeiten oder Krankheiten bis hin zu Interaktionen mit oder Nebenwirkungen von Medikamenten. Unstrittig ist, dass eine Unterversorgung mit Nährstoffen zu Funktionsstörungen und damit zu Leistungsminderungen führen kann, weil alle physiologischen Abläufe im Körper von einer ausreichenden Nährstoffzufuhr abhängig sind. Ein Defizit an Eisen beispielsweise reduziert die humorale Sauerstoffbindungskapazität und beeinträchtigt dadurch den Sauerstofftransport und die (maximale) Sauerstoffaufnahme. Das schränkt die aerobe Energiebereitstellung ein, was sich letztlich negativ auf die Ausdauerleistungsfähigkeit auswirkt. Unstrittig ist auch, dass sportliches Training den Nährstoffbedarf erhöht, weil Sportler Nährstoffe in größerem Umfang verbrauchen und ausscheiden. Fraglich ist jedoch, ob dieser Mehrbedarf langfristig zu einer Unterversorgung führen muss, denn der Nährstoffbedarf erhöht sich nicht unabhängig vom Energiebedarf. Prinzipiell ist davon auszugehen, dass bei Deckung des Energiebedarfs mit einer ausgewogenen und vielseitigen Ernährung auch der Bedarf an Nährstoffen gedeckt wird, es unter der Voraussetzung einer der sportlichen Aktivität angepassten Ernährung also nicht zu leistungsbeeinträchtigenden Engpässen in der Nährstoffversorgung kommt (Schek 2013).

Von dieser Regel auszunehmen sind allerdings bestimmte Personengruppen, bei denen die Energie- und/oder Nährstoffzufuhr unzureichend sein kann. Hierzu gehören (Schek 2013):

- Sportler, bei denen die Zeit bedingt durch hohe Trainingsumfänge oder das Miteinander von Ausbildung/ Beruf und sportlicher Laufbahn („duale Karriere“) nicht ausreicht, um die verbrauchte Energie ausschließlich in Form einer bedarfsangepassten Ernährung wieder zuzuführen, zumal Lebensmittel des üblichen Verzehrs voluminöser sind als Konzentrate und die Kapazität des Magendarmtrakts begrenzt ist (Stichwort Zeit-Mengen-Problem).
- Sportler, die sich phasenweise unterkalorisch ernähren, um Gewicht zu reduzieren, denn durch die Beschränkung der Energiezufuhr reduziert sich auch die Nährstoffaufnahme.
- Sportler, die zum Beispiel unter einer Nahrungsmittelunverträglichkeit leiden und daher auf den Verzehr bestimmter Lebensmittel verzichten müssen.
- Sportler, die sich vegetarisch oder vegan ernähren. Sie benötigen fundiertes Ernährungswissen, um ausreichende Mengen an Mikronährstoffen (v. a. Vitamin B₁₂, Vitamin D, Kalzium, Eisen, Jod, Zink) mit der Nahrung aufzunehmen.

Leider gibt es kaum Untersuchungen, die konkrete Aussagen darüber zulassen, welche Mikronährstoffe bei Sportlern als kritisch gelten. Gemäß der genannten Studie an 23 deutschen Kaderathleten erreichen Sportler die D-A-CH-Referenzwerte für die Zufuhr von Vitamin D, Folsäure und Jod nicht (Faude et al. 2005). Das stellt jedoch kein sportspezifisches, sondern ein gesamtdeutsches Problem dar und dürfte daher auch auf Breitensportler zutreffen. Sportspezifisch halten einige Autoren die Versorgung mit Magnesium und Eisen für potenziell kritisch. Gelegentlich werden auch antioxidative Vitamine, Vitamin B₆, Kalium, Kalzium und Zink genannt (vgl. Schek 2013), was im Einzelfall zu klären ist.

Zur Verhinderung von Nährstoffmangelzuständen ist es angebracht, ein- bis zweimal pro Jahr mithilfe eines Ernährungsprotokolls und bei daraus resultierenden Auffälligkeiten hinsichtlich einer möglicherweise unzureichenden Nährstoffzufuhr zusätzlich mithilfe klinisch-chemischer Blut- und Urinanalysen den Ernährungsstatus zu überprüfen. Sollte dabei ein Nährstoffdefizit erkennbar sein, ist es sinnvoll, den Mangel durch Substitution zu beheben. Nicht sinnvoll dagegen ist es, nach dem Gießkannenprinzip Vitamine und Mineralstoffe zu supplementieren, um eine potenzielle Unterversorgung zu vermeiden oder ungünstige Ernährungsgewohnheiten zu kaschieren.

Welche NEM verwenden Sportler sinnvoller- oder unsinnigerweise?

Trinkfertige Isogetränke in Flaschen oder Dosen sowie Energie- und Eiweißriegel zählen nicht zu den NEM, sondern sind Functional Food (Lebensmittel mit Zusatznutzen). Sie kommen daher nicht zur Sprache.

Für die „schnelle Regeneration“ gibt es spezielle Sportlerprodukte. Es geht aber auch deutlich preiswerter mit Milchreis, Müsliriegeln oder Weißbrot mit Quark und Marmelade.



■ Flüssigkeits- und Makronährstoff-Supplemente

Solche Produkte können dazu beitragen, die Leistung auf einem hohen Niveau zu erhalten. Sie sind nicht zwingend erforderlich, aber praktisch in der Anwendung.

Definitionen

Substitution ist die Zufuhr von dem Organismus nicht ausreichend zur Verfügung stehenden Stoffen zwecks Behebung eines defizitären Zustands.

Supplementierung oder **Supplementation** bedeutet (vorsorgliche) Zufuhr von dem Organismus physiologischerweise oder über die Nahrung ausreichend zur Verfügung stehenden Stoffen mit dem Ziel der Gesundheits- und/oder Leistungsverbesserung.

Isotonische Getränke

Um eine leistungsbeeinträchtigende Entwässerung bei Belastungen von mehr als 60 Minuten Dauer zu vermeiden, gilt es, hydratisiert an den Start zu gehen und die aktivitätsbedingten Schweißverluste zügig oral zu ersetzen. Gemeinhin gilt die Empfehlung, 400 bis 800 Milliliter pro Stunde zu trinken (*American College of Sports Medicine 2007*). Eine rasche Rehydratation gelingt mit isotonen Getränken (Glukose-Elektrolyt-Lösungen), die in verschiedenen Geschmacksrichtungen als Pulver oder Brausetabletten angeboten werden. Sie sollen pro Liter rund 80 Gramm Zucker (Glukose, Saccharose, Fruktose, Maltodextrine) und mindestens 400 Milligramm Natrium enthalten. Andere Elektrolyte wie Magnesium, Kalium und Kalzium oder auch wasserlösliche Vitamine können, müssen aber nicht zugesetzt sein. Diese Bedingungen erfüllen Produkte, die Sportlernahrungshersteller anbieten, mehrheitlich. Daneben eignen sich aber auch Fruchtsaftschorlen zum raschen Flüssigkeitersatz, wenn der Saft im Verhältnis eins zu eins mit natriumreichem Mineralwasser vermischt wird und der Sportler die Fruchtsäuren verträgt.

Nach dem Sport, wenn innerhalb von acht Stunden eine weitere Belastung ansteht, sollte der Sportler weiter isotone Getränke zu sich nehmen, bis das Ausgangskörpergewicht wieder erreicht ist (*Shirreffs, Sawka 2011*). Sollte dagegen in den nächsten 24 Stunden keine weitere Belastung mehr geplant sein, können auch natriumreiches Mineralwasser, alkoholfreies Bier oder fettarme Milch(mischgetränke) als Flüssigkeitersatz dienen. Ungeeignet sind dagegen unverdünnte Obstsaft, Limonaden, Colagetränke und Energydrinks, weil sie die Wasserbilanz zumindest vorübergehend negativ beeinflussen.

Kohlenhydratkonzentrate

Damit es während intensiver Ausdauerbelastungen nicht zu einem ermüdungsbegünstigenden Absinken des Blutzuckerspiegels kommt, müssen die Muskel- und Leberglykogenspeicher vor dem Start gefüllt sein und während der Aktivität Kohlenhydrate oral nachgeliefert werden. Für Belastungen von 60 bis 120 Minuten Dauer ist eine Kohlenhydratzufuhr von 30 bis 60 Gramm je Stunde, für Belastungen von mehr als 120 Minuten Dauer eine von 60 bis 80 Gramm je Stunde ratsam (*Smith et al. 2010*). Während Glukose-Elektrolyt-Lösungen ausrei-

chend Kohlenhydrate für Aktivitäten von bis zu 120 Minuten liefern, sind für länger dauernde Belastungen (z. B. Triathlon) oder für Aktivitäten bei niedrigen Temperaturen größere Kohlenhydratmengen notwendig. Hier empfehlen sich Glukosepolymer-Lösungen, auch Energiekonzentrate genannt, die als Pulver angeboten werden und pro Liter bis zu 170 Gramm Maltodextrine (und Saccharose) enthalten sowie mindestens 200 Milligramm Natrium (und evtl. Vitamine). Alternativ können Sportler aromatisierte „Energy-Gels“ verwenden, die Kohlenhydrate unterschiedlicher Kettenlänge sowie Zusätze von Elektrolyten, Vitaminen, Aminosäuren und/oder Koffein enthalten. Sie sind in Beuteln oder Tuben erhältlich und sollen in der Regel mit natriumreichem Mineralwasser oder Glukose-Elektrolyt-Lösungen kombiniert werden. Sportler, die es vertragen, haben allerdings auch die (deutlich preiswertere) Möglichkeit, Fruchtsaftschorle zu trinken, hin und wieder zusätzlich eine Banane zu essen und Dextrose-Täfelchen zu lutschen.

Nach dem Sport, wenn weniger als acht Stunden für die Regeneration zur Verfügung stehen, ist zwecks schneller Wiederauffüllung der Glykogenreserven darauf zu achten, innerhalb der ersten vier Stunden 1,2 bis 1,5 Gramm Kohlenhydrate je Kilogramm Körpergewicht und Stunde zuzuführen oder alternativ 0,8 Gramm Kohlenhydrate je Kilogramm Körpergewicht und Stunde mit 0,2 bis 0,4 Gramm Proteinen je Kilogramm Körpergewicht und Stunde zu kombinieren (*Beelen et al. 2010*). Aromatisierte „Reload“-Produkte auf der Basis von Magermilchpulver und Glukosesirup wurden speziell für die schnelle Erholung konzipiert. Ebenso gut lassen sich allerdings Glukosepolymer-Lösungen mit 20 Gramm Eiweiß aus Lebensmitteln (z. B. 60 g Hartkäse mit 20 % Fett i. Tr., 160 g körniger Frischkäse oder 165 bis 210 g Magerquark je nach Marke) kombinieren. Wenn mehr als 24 Stunden Zeit bis zur nächsten Belastung bleiben, genügt es, in der Anfangsphase Lebensmittel mit schnell verfügbaren Kohlenhydraten (z. B. Weißbrot mit Marmelade und Quark, Milchreis, Müsliriegel) zu essen und anschließend auf eine ausgewogene Nährstoffverteilung in der Kost zu achten.

Proteinkonzentrate

Weil Proteine zum Aufbau und zur Erhaltung von Muskelmasse benötigt und außerdem energetisch genutzt werden, empfiehlt das *American College of Sports Medicine (2009)* Sportlern eine Proteinzufuhr von 1,2 bis 1,7 Gramm je Kilogramm Körpergewicht und Tag. Diese Menge erreichen Sportler im Rahmen einer ausgewogenen Mischkost üblicherweise automatisch, sodass Supplemente nicht erforderlich sind. Dennoch ist die Verwendung von Proteinkonzentraten besonders im Kraftsport weit verbreitet. Die verwendeten „High-Protein“-Pulver bestehen im Wesentlichen aus Milchprotein (Caseinate und Molkenproteine), hydrolysiertem Weizenprotein und Sojaproteinisolaten. Darüber hinaus enthalten sie Kohlenhydrate (ca. 5 %), Elektrolyte, Vitamine und Aromen. Sie sollen in Wasser, Milch, Joghurt oder Müsli eingerührt werden und liefern, in Wasser aufgelöst, ungefähr doppelt bis dreimal so viel Eiweiß wie fettarme Milch.

Unmittelbar im Anschluss an Krafttrainingseinheiten oder kurze, intermittierende Belastungen zugeführt, vermögen Proteine das Ausmaß von Muskelschäden zu begrenzen. Weil tierische Proteine gegenüber pflanzlichen einen höheren Gehalt an essenziellen Aminosäuren aufweisen und die Aminosäureabsorption aus flüssigen Proteinquellen schneller erfolgt als aus festen, eignen sich fettarme Milch und Kakao gut als Eiweißlieferanten zu Beginn der Regenerationsphase (Cockburn et al. 2013).

■ Mikronährstoff- und Wirkstoff-Supplemente

Während der Begriff Mikronährstoffe im Wesentlichen Vitamine und Mineralstoffe umfasst, sind „sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung“ Wirkstoffe, die oft als ernährungsbezogene Leistungsförderer beworben werden. Die Leistung unter bestimmten Umständen positiv beeinflussen können (vgl. *Australian Institute of Sport 2010; Schek 2013; Williams et al. 2012*):

- Koffein (Ausdauersport),
- Kreatin (Kraftsport),
- Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrat/HMB (Kraftsport [Anfänger]),
- Natriumbicarbonat (supramaximale Belastungen, z. B. Sprint) und
- Nitrat (hochintensive bis maximale Belastungen, z. B. Mittelstreckenlauf).

Für die meisten NEM lassen sich leistungssteigernde oder -erhaltende Wirkungen jedoch nicht zweifelsfrei belegen. Hierzu gehören (vgl. *American College of Sports Medicine 2009; Schek 2013; Williams et al. 2012*):

- körpereigene Stoffe wie L-Carnitin, Pyruvat, Coenzym Q₁₀, Alpha-Liponsäure, Adenosin, Carnosin, Beta-Alanin,
- energieliefernde Nährstoffe wie Taurin, Tryptophan, verzweigtkettige Aminosäuren (BCAA), mittelkettige Triglyceride (MCT), konjugierte Linolsäuren (CLA),

- Mikronährstoffe wie antioxidative Vitamine, Vanadium, Chrom, Bor,
- Pflanzenextrakte wie Ginseng (*Panax ginseng*), Mäusedorn (*Tribulus terrestris*), Ephedrakraut (*Ephedra sinica*, *Ma huang*), roter Sonnenhut (*Echinacea purpurea*).

Nitrat

Nitrat wird seit Anfang 2014, vor allem in Form von Rote-Bete-Saft, als leistungssteigerndes Mittel für Breiten- und Leistungssportler angepriesen – sogar im öffentlichen Fernsehen. Die sportliche Leistung ist bekanntlich durch eine Erhöhung der mechanischen Effizienz steigerbar. Stickstoffmonoxid (NO, ein Radikal) ist daran als Botenstoff beteiligt, und zwar an der Regulation des muskulären Blutflusses (Vasodilatation) und an der oxidativen Energiebereitstellung (mitochondriale Atmung). Daher fanden seit 2007 mehrere Studien statt, bei denen die untersuchten Sportler entweder Nitrat (NO₃⁻) – in Form von Natriumnitrat (NaNO₃), Rote-Bete-Saft (rund 70 mg NO₃⁻ pro 100 ml) oder Rote-Bete-Saft-Konzentrat (370 mg NO₃⁻ pro 100 ml) – oder die Aminosäure L-Arginin oral aufnahmen. Aus Arginin kann Nitrat gebildet werden, das anschließend – in Endothelzellen und Neuronen – über die Zwischenstufe Nitrit (NO₂⁻) in NO umgewandelt wird.

Übersicht 1 fasst sieben experimentelle Studien zur Wirkung von Nitrat aus Rote-Bete-Saft oder -Konzentrat sowie aus Arginin auf die körperliche Leistungsfähigkeit zusammen. Im Wesentlichen zeigen die Untersuchungen eine dosisabhängige Steigerung der Nitritkonzentration im Plasma sowie eine Abnahme des systolischen Blutdrucks um rund fünf Prozent. Bei hochintensiven Belastungen ließ sich teilweise eine signifikante Verbesserung der Sauerstoffausnutzung nachweisen (geringere Sauerstoffaufnahme bei gleicher Belastungsintensität). Das spricht für eine Steigerung der mechanischen Effizienz und erklärt die Verlängerung der Zeit bis zur Erschöpfung. Auffällig ist, dass die Studien bis auf eine Ausnahme mit untrainierten Probanden durchgeführt wurden. Ob die Ergebnisse eins zu eins auf leistungsorientierte Athleten übertragbar sind, ist fraglich, weil die Adaptation, die durch regelmäßige intensive Trainingsreize entsteht, ihrerseits die mechanische Effizienz erhöht und somit mindestens einen Teil des positiven Effekts der Nitratsupplementation zunichtemachen dürfte.

Aus ernährungswissenschaftlicher Sicht ist gegen die Verwendung hochdosierten Nitrats zweierlei einzuwenden:

1. Nitrat hemmt die Resorption von Jod und dessen Transport in die Schilddrüse. Das ist bedenklich, weil Jodmangel bedingt durch unzureichende Aufnahme mit der Nahrung in Deutschland ohnehin endemisch ist und Jod als Bestandteil der Schilddrüsenhormone an Zellwachstum/-differenzierung und Wärmebildung beteiligt ist.
2. Bakterien wandeln ungefähr fünf Prozent des aufgenommenen Nitrats in der Mundhöhle und im Magen in Nitrit (NO₂⁻) um. Im sauren Milieu des Magens reagieren die Protonen der Salzsäure (HCl) mit Nitrit zu HNO₂, das in Nitrosyl-Kationen (NO⁺) und Hydroxyl-

Gegen Nitrat als Leistungsförderer im Sport sprechen zwei Gründe: Es kann die Resorption von Jod hemmen und als Nitrosamin krebserzeugend wirken.



Übersicht 1: Studien zum Einsatz von Nitrat im Sport

Autoren (Jahr)	Probanden (Studiendesign)	Supplemente	Ergebnisse
Larsen, Ekblom, Sahlin, Lundberg & Weitzberg (2007)	9 trainierte Radsportler (doppel-cross)	3 Tage je 8,5 mg NaNO ₃ /kg (= 6,2 NO ₃ ⁻ /kg/d) bzw. Placebo (NaCl)	<ul style="list-style-type: none"> sign. Reduktion der VO₂ bei gleicher submaximaler Leistung auf den vier niedrigsten Intensitätsstufen (p < 0.05) Abnahme der durchschnittlichen VO₂ von 2,98 ± 0,57 auf 2,82 ± 0,58 l/min (p < 0.02) Zunahme der mechanischen Effizienz von 19,7 ± 1,6 auf 21,1 ± 1,3 % (p < 0.01) keine Änderungen von Herzfrequenz, Ventilation und Laktat
Larsen, Weitzberg, Lundberg & Ekblom (2010)	9 gesunde Männer (doppel-cross)	2 Tage je 8,5 mg NaNO ₃ /kg bzw. Placebo	<ul style="list-style-type: none"> sign. Reduktion der maximalen VO₂ (p < 0.05) Verlängerung der Zeit bis zur Erschöpfung von 524 ± 31 auf 563 ± 30 s (p = 0.13)
Bailey, Winyard, Vanhatalo, Blackwell et al. (2009)	8 Männer, 19–38 Jahre (doppel-cross)	6 Tage je 0,5 l Rote-Bete-Saft (= 350 mg NO ₃ ⁻ /d) bzw. Placebo (Johannisbeersaft)	<ul style="list-style-type: none"> sign. Erhöhung der NO₂⁻-Konzentration im Plasma um 95 % (p < 0.05) Abnahme des systolischen Blutdrucks um 6 % (p < 0.01) sign. um 19 % verringerter Anstieg der Sauerstoffaufnahme in die Lungen nach Belastungsbeginn (p < 0.05) sign. um 30 % verkleinerte VO₂-Amplitude bei hoher Belastungsintensität (p < 0.05) sign. um 92 s verlängerte Zeit bis zur Erschöpfung (675 ± 203 vs. 583 ± 145 s; p < 0.05)
Vanhatalo, Bailey, Blackwell, DiMenna et al. (2010)	8 gesunde Personen (crossover)	14 Tage je 0,5 l Rote-Bete-Saft (= 325 mg NO ₃ ⁻ /d), bzw. Placebo (kalorienarmer Saft)	<ul style="list-style-type: none"> sign. Erhöhung der NO₂⁻-Konzentration im Plasma um 39, 25 bzw. 46 % an allen drei Testtagen (p < 0.05) sign. Abnahme des syst./diast. Blutdrucks um 4 % über die gesamte Zeit (p < 0.05) sign. Reduktion der VO₂ um 4 % bei moderater Belastungsintensität an allen drei Testtagen (p < 0.05) sign. höhere Leistung im Bereich der anaeroben Schwelle am letzten Testtag (105 ± 25 vs. 89 ± 15 W; p < 0.05) sign. bessere Maximalleistung am letzten Testtag (331 ± 68 vs. 322 ± 67 W; p < 0.05)
Lansley, Winyard, Fulford, Vanhatalo et al. (2011)	9 sportliche Männer (doppel-cross)	6 Tage je 0,5 l Rote-Bete-Saft (= 385 mg NO ₃ ⁻ /d) bzw. um das Nitrat bereinigter Rote-Bete-Saft (= 0,2 mg NO ₃ ⁻ /d)	<ul style="list-style-type: none"> sign. Erhöhung der NO₂⁻-Konzentration im Plasma von 183 ± 119 auf 373 ± 211 nmol/l (p < 0.05) Abnahme des systolischen Blutdrucks von 129 ± 9 auf 124 ± 10 mm Hg (p < 0.01) Reduktion der VO₂ beim Gehen von 0,87 ± 0,12 auf 0,70 ± 0,10 l/min (p < 0.01), beim moderaten Laufen von 2,26 ± 0,027 auf 2,10 ± 0,28 l/min (p < 0.01) und beim schnellstmöglichen Laufen von 3,77 ± 0,57 auf 3,50 ± 0,62 l/min (p < 0.01) Verlängerung der Zeit bis zur Erschöpfung um 15 % beim hochintensiven Laufstest (8,7 ± 1,8 vs. 7,6 ± 1,5 min; p < 0.01)
Bailey, Winyard, Vanhatalo, Blackwell et al. (2010)	9 gesunde Männer, 19–38 Jahre (doppel-cross)	1 h vor Belastung 500 ml Getränk mit 6 g Arginin bzw. ohne (Placebo)	<ul style="list-style-type: none"> sign. Erhöhung der NO₂⁻-Konzentration im Plasma von 159 ± 102 auf 331 ± 198 nmol/l (p < 0.05) Abnahme des systolischen Blutdrucks von 131 ± 5 auf 123 ± 3 mm Hg (p < 0.01) sign. Reduktion der VO₂ um 7 % bei mittlerer Belastungsintensität (1,48 ± 0,12 vs. 1,59 ± 0,14 l/min; p < 0.05) sign. um 30 % verkleinerte VO₂-Amplitude bei hoher Belastungsintensität (p < 0.05) sign. verlängerte Zeit bis zur Erschöpfung bei hoher Belastungsintensität (707 ± 232 vs. 562 ± 145 s; p < 0.05)
Wylie, Kelly, Bailey, Blackwell et al. (2013)	10 untrainierte Männer (doppelblind)	2,5 h vor Belastung 260, 520 oder 1040 mg NO ₃ ⁻ in 70, 140 oder 280 ml Rote-Bete-Saft-Konzentrat bzw. Placebo	<ul style="list-style-type: none"> dosisabhängige Erhöhung der NO₂⁻-Konzentration im Plasma (Peak nach 2–3 h) nach 260 mg NO₃⁻ kein nachweisbarer Effekt auf die Leistungsfähigkeit nach 520 mg NO₃⁻ um 1,7 % verringerte VO₂ bei moderater Intensität (p = 0.06) sowie um 14 % verlängerte Zeit bis zur Erschöpfung nach 1040 mg NO₃⁻ um 3 % verringerte VO₂ bei moderater Intensität (p = 0.05) sowie um 12 % verlängerte Zeit bis zur Erschöpfung

doppel-cross = doppelblind-crossover; sign. = signifikant; NO₃⁻ = Nitrat; NO₂⁻ = Nitrit; VO₂ = Sauerstoffaufnahme

Anionen (OH⁻) zerfällt. Nitrosyl-Kationen können in gewissem Umfang mit Aminen und anderen nitrosierbaren Verbindungen (Amide, Aminosäuren) zu Nitrosaminen reagieren. Diese gelten als stark krebserregend für Magen, Prostata, Blase und eventuell Kolon. Deshalb wurde der „Acceptable Daily Intake (ADI)“ für Nitrat auf 3,7 Milligramm je Kilogramm Körpergewicht und Tag (260 mg/d für eine 70 kg schwere Person) festgesetzt. Diese Menge überschritten sämtliche der in **Übersicht 1** genannten Studien!

Eine Aufnahme von 260 Milligramm Nitrat ist bereits über einen Verzehr von rund 60 Gramm Rucola, 135 Gramm Kopf- oder Feldsalat, 200 Gramm Spinat, Kohlrabi, Fenchel oder Rote Bete beziehungsweise 300 Gramm Tiefkühl-Spinat, Romana-Salat, Rhabarber oder Rettich zu erreichen (**Übersicht 2**). Einen geringen Nitratgehalt (100–500 mg/kg) weisen Kartoffeln, verschiedene Kohlarten, Lauch, Chicorée, Knollensellerie, Aubergine, Gurke und Hülsenfrüchte auf. Den niedrigsten Nitratgehalt (unter 100 mg/kg) haben Rosenkohl, Schwarz-

Übersicht 2: Mittlere Nitratgehalte (mg/kg) in Salat und Gemüse(säften) im Untersuchungszeitraum 2006–2013
(Lebensmittel- und Veterinärinstitut Oldenburg des Niedersächsischen Landesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit)

Niedrige Gehalte		Mittlere Gehalte		Hohe Gehalte	
Rosenkohl	0	Zucchini	530	Rote Bete	1254
Tomatensaft	0	Radichio	556	Fenchel	1261
Spargel	17	Eisbergsalat	809	Eichblattsalat	1277
Süßkartoffel	49	Rettich	823	Kohlrabi	1301
Gemüsesaft	64	Rhabarber	843	Endiviansalat	1321
Karottensaft	74	Romana-Salat	948	Spinat	1393
Karotten	77	Tiefkühl-Spinat	949	Mangold	1527
Kartoffeln	135			Lollo rosso/bianco	1672
Kürbis	142			Feldsalat	1913
Grünkohl	163			Kopfsalat	1966
Brokkoli	210			Petersilie	2233
Weißkohl	227			Rucola	4298
Lauch	250				
Chicorée	256				
Knollensellerie	256				
Aubergine	345				

http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20053&article_id=74011&psmand=23#Untersuchungsergebnisse_des_LAVES_zu_Nitrat_in_unterschiedlichen_Lebensmitteln

wurzeln, Zwiebeln, Spargel, Tomaten, Paprika, Karotten, Zuckermais und Champignons. Eine weitere Nitratquelle ist Trinkwasser (Grenzwert: 50 mg NO₃⁻/l). Außerdem liefern Fleischerzeugnisse, die mit einer Mischung aus Kochsalz und Natrium-/Kaliumnitrat gepökelt wurden (z. B. Brühwürste, Kochwürste, Rohwürste und Rohschinken) nennenswerte Mengen an Nitrat (Zulassungsgrenze: 250 mg/kg).

Was bedeutet Kontamination von NEM?

Produktionsbedingt können NEM unbeabsichtigt mit Substanzen verunreinigt sein, die gemäß internationaler Dopingregularien verboten sind. Dabei handelt es sich um ein schwerwiegendes Problem, das allerdings 68 Prozent der elf- bis 13-jährigen Schüler sportbetonter Schulen (*Offer et al. 2005*) und 36 Prozent der zehn- bis 25-jährigen (Nachwuchs-)Kaderathleten (*Braun et al. 2009*) nicht bewusst ist. Darüber hinaus ist nicht auszuschließen, dass Hersteller NEM auch absichtlich verbotene Substanzen zusetzen, ohne diese zu deklarieren. *Geyer et al. (2004)* untersuchten 634 NEM (Mineralstoffe, Vitamine, Kreatin u. a.) von 215 verschiedenen Herstellern aus 13 Ländern, die zum überwiegenden Teil in Geschäften gekauft und nicht via Internet bestellt worden waren. Sie fanden in 14,8 Prozent der Proben elf verschiedene Prohormone (Vorstufen von Hormonen, die erst nach „Aktivierung“ im Organismus Hormonwirkung entfalten wie Androstendione), die nicht auf dem Etikett angegeben waren. 21,1 Prozent der positiv getesteten NEM stammten von Firmen, die Prohormone verkaufen, 9,6 Prozent von Firmen, die Prohormone nicht verkaufen. Die meisten der positiven Proben stammten aus den Niederlanden (25,8 %), Österreich (22,7 %), Großbritannien (18,9 %) und den USA (18,8 %). Hergestellt wurden die entsprechenden NEM ausnahmslos in den USA, den Niederlanden, Großbritannien, Italien und Deutschland. Die gefundenen Steroidkonzentrationen lagen im Bereich von 0,01 bis 190 Mikrogramm je Gramm. Die Aufnahme von einem Mikrogramm Nandrolon (19-Nor-

Nahrungsergänzungsmittel können produktionsbedingt mit Dopingmitteln verunreinigt sein. Das ist vielen Sportlern nicht bewusst.



Übersicht 3: Richtlinien zur Einschätzung von Nahrungsergänzungsmitteln (nach Williams et al. 2012)

1. Verspricht das NEM eine schnelle Verbesserung der Leistungsfähigkeit oder Gesundheit?
2. Enthält es irgendeine(n) geheimen(n) oder magische(n) Inhaltsstoff/Zusammensetzung?
3. Basiert die Vermarktung hauptsächlich auf Anekdoten, Fallgeschichten, Zeugenaussagen?
4. Werden Star-Athleten oder populäre Persönlichkeiten in die Werbung einbezogen?
5. Wird eine simple Wahrheit über einen Nährstoff in Bezug auf Leistung oder Gesundheit übertrieben dargestellt?
6. Muss die Integrität des wissenschaftlichen und medizinischen Establishments infrage gestellt werden?
7. Wird das NEM in Sport- oder Gesundheitszeitschriften beworben, deren Herausgeber solche Produkte auch verkaufen?
8. Wird das NEM von derjenigen Person, die es empfiehlt, auch verkauft?
9. Werden als Belege für die Behauptungen Ergebnisse einer einzelnen Studie oder schlecht kontrollierte Forschung herangezogen?
10. Ist das Produkt teuer, vor allem im Vergleich zu den Kosten für gleichwertige Nährstoffe in Lebensmitteln des üblichen Verzehrs?
11. Gibt es für eine kürzlich gemachte Entdeckung keine einzige andere Quelle?
12. Sind die Claims (Behauptungen) zu schön, um wahr zu sein? Verspricht das NEM das Unmögliche?

Wenn EINE dieser Fragen mit „Ja“ beantwortet werden kann, ist Skepsis geboten! Der Sportler sollte zusätzliche Informationen einholen, bevor er Geld ausgibt.

testosteron) würde für mehrere Stunden einen positiven Dopingtest für Norandrosteron nach sich ziehen. Vermutlich finden sich neben Prohormonen zunehmend auch „klassische“ Anabolika, „Designerdrogen“ (z. B. Cannabinoide) und Beta-2-Agonisten (Bronchodilatoren) in NEM (Geyer et al. 2008), außerdem Stimulanzien wie Ephedrin und Methamphetamin (de Hon, Coumans 2007), die allesamt gesundheitsschädlich sind. Zum Schutz vor unbeabsichtigter Aufnahme solcher Substanzen gibt es die „Kölner Liste“ (www.koelnerliste.com), die laufend aktualisiert wird. Hier sind Produkte aufgeführt, die negativ getestet wurden und daher ein geringes Kontaminationsrisiko aufweisen.

Fazit

Es gibt keine Wundermittel. Und wenn es sie gäbe, stünden sie entweder auf der Verbotsliste der Welt-Anti-Doping-Agentur (WADA 2014) oder jeder würde sie einnehmen. Damit wäre der „Vorteil“ dahin. NEM können Ernährungsfehler nur bedingt kompensieren. Eine Einnahme von Nährstoffen über den Bedarf hinaus hat keinen leistungssteigernden Effekt. Diesbezüglich und im Hinblick auf eine positive Beeinflussung der Leistung durch „sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung“ erfahren NEM eine klare Überbewertung. Und leider, so scheint es, haben sie eine Art Türöffnereffekt für Dopingmaßnahmen (Robert-Koch Institut 2006). Experten schätzen, dass bundesweit etwa 20 Prozent der über sieben Millionen Besucher von Fitness-Studios (verschreibungspflichtige) Anabolika, Wachstumshormone und andere Dopingmittel konsumieren (Kläber 2010). Fragebogenstudien mit Rücklaufquoten unter 35 Prozent haben gezeigt, dass rund zehn Prozent (6–14 %) der Besucher von Fitness-Studios Dopingmittel einnehmen, Männer etwa viermal häufiger als Frauen. Da jährlich für mehrere Hundert Millionen Euro Dopingpräparate über den Schwarzmarkt verkauft werden, muss die Dunkelziffer höher liegen (Kläber 2010).

Allein sieben Prozent der Frankfurter Schüler und ein Prozent der Frankfurter Schülerinnen im Alter zwischen 15 und 18 Jahren (n = 1.500) haben gemäß dem repräsentativen Monitoring-System Drogentrend bereits mindestens einmal Erfahrungen mit Anabolika gemacht (Drogenreferat der Stadt Frankfurt 2010).

Breiten- wie Leistungssportler, die den Einsatz von NEM erwägen, sollten sich zur Einschätzung der Vertrauenswürdigkeit solcher Produkte an den zwölf Richtlinien von Williams et al. (2012; **Übersicht 3**) orientieren und sich im Klaren darüber sein, dass

- jeder Mensch individuell auf NEM reagiert oder nicht reagiert,
- Wechselwirkungen mit Nährstoffen, anderen NEM oder Medikamenten auftreten können,
- eine potenzielle leistungsfördernde Wirkung unter Umständen mit unerwünschten Nebenwirkungen und Gesundheitsrisiken behaftet ist und
- die Möglichkeit von Verunreinigung/Fälschung besteht. Eine solche kann eine positive Dopingtestung inklusive Sanktionen wie Aberkennung von Medaillen oder Sperre nach sich ziehen.

Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnisse“ als kostenfreie pdf-Datei.

Die Autorin

Dr. Alexandra Schek, Diplom-Oecotrophologin und Heilpraktikerin, arbeitet freiberuflich als Autorin von Fachbüchern und -artikeln für verschiedene Verlage, in der Redaktion der Fachzeitschrift Leistungssport sowie in eigener Naturheilpraxis mit Schwerpunkt Traditionelle Chinesische Medizin.



Dr. Alexandra Schek
Naturheilpraxis für TCM
Kleine Mühlgasse 2, 35390 Gießen
kontakt@praxis-schek.de