



Sicherheitsaspekte bei Nahrungsergänzungsmitteln im Sport

Position der Arbeitsgruppe Sporternährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)

Rainer Ziegenhagen, Hans Braun, Anja Carlsohn, Mareike Großhauser, Helmut Hesecker, Daniel König, Stephanie Mosler, Andreas Nieß, Helmut Oberitter, Klaus Schäbenthal, Alexandra Schek, Peter Stehle, Kiran Virmani, Alfonso Lampen

Abstract

Dieses Positionspapier befasst sich mit Sicherheitsaspekten bei der Anwendung von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) im Sport. NEM zählen rechtlich zu den Lebensmitteln und können Vitamine, Mineralstoffe und sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung enthalten. Bei sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung ist gegenwärtig bis auf wenige Ausnahmen nicht speziell geregelt, welche Stoffe im Einzelnen zugesetzt werden dürfen, sofern die Produkte noch als Lebensmittel einzuordnen sind. NEM werden in großer Vielfalt angeboten und können via Internethandel weltweit bezogen werden. Sie unterliegen hierzulande vor dem Inverkehrbringen nur einer Anzeigepflicht; eine staatliche Prüfung der Sicherheit erfolgt dabei nicht. Die Verantwortung für ihre Sicherheit und dass VerbraucherInnen durch Aufmachung und Bewerbung nicht getäuscht werden, liegt bei den Herstellern/Inverkehrbringern der NEM.

Für SportlerInnen ist eine ausgewogene und den Bedürfnissen angepasste Ernährung ein grundlegendes Erfordernis und eine Voraussetzung für gute sportliche Leistungen. NEM stellen keinen Ersatz für eine ausgewogene Ernährung dar.

Die Verwendung von NEM bzw. Produkten, die Mikronährstoffe und sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung enthalten, sollte im Sportbereich nicht unkritisch erfolgen. Mögliche Risiken wie eine unabsichtliche Verletzung von Anti-Dopingregularien oder mögliche gesundheitliche Risiken sollten berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Nahrungsergänzungsmittel, Sicherheit, Dopingrisiko, gesundheitliche Risiken, Sporternährung, Supplemente

Zitierweise

Ziegenhagen R, Braun H, Carlsohn A, Großhauser M, Hesecker H, König D, Mosler S, Nieß A, Oberitter H, Schäbenthal K, Schek A, Stehle P, Virmani K, Lampen A: Safety aspects of dietary supplements in sports. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernahrungs Umschau* 2020; 67(2): 42–50.e1–e2.

The English version of this article is available online:

DOI: 10.4455/eu.2020.012

Peer-Review-Verfahren

Begutachtet im Zuge der Erstellung

Korrespondierender Autor

Klaus Schäbenthal
schaebenthal@dge.de

Einleitung

Die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) im Sport ist weitverbreitet. Die Werbeaussagen für diese Produkte sind vielfältig und sie werden von SportlerInnen u. a. mit der Absicht zur Verbesserung des allgemeinen Gesundheitszustands und der Immunfunktion, zur Krankheitsvorbeugung, zur verbesserten Regeneration, zur Erhöhung der Leistungsfähigkeit oder zur Verbesserung einer als nicht ausgewogen angesehenen Ernährung angewandt [1, 2].

Hinsichtlich des Gebrauchs von Supplementen im Leichtathletikbereich liegen relativ verlässliche Informationen u. a. aus der Auswertung von Dopingkontrollbögen vor, die in den Jahren 2003–2008 während Weltmeisterschaften und anderen Gelegenheiten bei jugendlichen und erwachsenen AthletInnen erhoben wurden. Dort wurde in 66 % der Fälle die Einnahme eines NEM während der letzten 7 Tage angegeben. Erwachsene AthletInnen hatten während dieses Zeitraums im Durchschnitt Supplemente aus 1,7 unterschiedlichen Supplement-Substanzkategorien¹ eingenommen. Bei 30 % der Kontrollbögen (alle Altersklassen) wurde die Einnahme von mehr als 2 Supplementkategorien angegeben und im Einzelfall bis zu 24 Supplemente aus 11 Supplementkategorien [3].

Bei der Fußballweltmeisterschaft 2006 wurde von den zuständigen TeamärztInnen eine durchschnittliche Einnahme von 1,3 Supplementen pro Spieler und Spiel berichtet, wobei einige Spieler bis zu 10 Supplemente vor einem Spiel einnahmen [4]. In Deutschland gaben bei einer Befragung jugendlicher SpitzensportlerInnen verschiedener olympischer Diszipli-

¹ Aminosäuren, Vitamine, Mineralstoffe, Kreatin, Koffein, pflanzliche Supplemente (*Botanicals*), andere Substanzen



nen 91 % der Befragten an, ein Supplement während des letzten Monats konsumiert zu haben und mehr als ein Viertel (26,8 %) der SupplementnutzerInnen konsumierten täglich mindestens ein Supplement [5].

In einer Literaturstudie, die verschiedene Sportarten und Länder umfasste, waren Vitamine/Mineralstoffe, Multivitamine/Multimineralstoffe, Vitamin C, Proteinprodukte, Sportgetränke und Sportriegel unter den am häufigsten genutzten Supplementen [6]. Bei der o. g. Befragung jugendlicher SpitzensportlerInnen in Deutschland waren die fünf häufigsten „Supplemente“, die mindestens einmal pro Monat konsumiert wurden, Magnesium (69 % der SupplementnutzerInnen), Dextrose (64 %), Energydrinks (64 %), Vitamin C (56 %) und Calcium (46 %) [5].

Bei den vorliegenden Untersuchungen waren die dort gebrauchten Definitionen von Supplementen zum Teil nicht deckungsgleich mit der EU-weiten rechtlichen Definition für NEM und reichten von unterschiedlichen NEM mit verschiedensten Inhaltsstoffen bis hin zu eher konventionellen Produkten, z. B. Sportgetränken oder Sportriegeln.

Im Folgenden werden sicherheitsrelevante Aspekte von NEM und deren Inhaltsstoffen besprochen. Die dargestellten Aspekte sind jedoch prinzipiell auch auf andere Lebensmittelkategorien wie Riegel, Getränke oder sonstige Produkte übertragbar, die Zusätze solcher Inhaltsstoffe enthalten.

Hierbei ist darauf hinzuweisen, dass bei der Anwendung von NEM im Sport nicht nur Sicherheitsfragen, sondern auch Fragen der „Wirksamkeit“, d. h. eines nachgewiesenen sportlichen Nutzens von Bedeutung sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass ein solcher Nutzen – abgesehen vom Ausgleich nachgewiesener Defizite oder der Sicherstellung ausreichender Zufuhren an essenziellen Nährstoffen, z. B. bei bestimmten Vitaminen und Mineralstoffen, oder abgesehen von bestimmten Produkten zur Deckung des Energie-, Kohlenhydrat- oder Flüssigkeits-/Elektrolytbedarfs bei Ausdauerbelastungen – bisher nur für sehr wenige Substanzen, die als ergogen angepriesen werden, tatsächlich wissenschaftlich ausreichend belegt wurde [7–11].

Rechtlicher Hintergrund

Rechtlich zählen NEM zu den Lebensmitteln und unterliegen dem Lebensmittelrecht. Neben den allgemeinen lebensmittelrechtlichen Bestimmungen sind NEM in der Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung (NemV) geregelt, mit der die EU-Richtlinie 2002/46/EG in deutsches Recht umgesetzt wurde [12].

Nach dieser Verordnung ist ein NEM als ein Lebensmittel definiert, das

- i) dazu bestimmt ist, die allgemeine Ernährung zu ergänzen und
- ii) ein Konzentrat von Nährstoffen oder *sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung* alleine oder in Zusammensetzung darstellt und
- iii) in dosierter Form (Kapseln, Tabletten, Pillen, Pulverbeuteln, Pulver, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen usw.) zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen in Verkehr gebracht wird.

NEM müssen mit bestimmten Hinweisen versehen werden, u. a. mit der Angabe der täglichen Verzehrmenge des Produkts und der

damit verbundenen Zufuhr an Nährstoffen oder *sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung*.

Nährstoffe im Sinne der Verordnung sind Vitamine und Mineralstoffe, einschließlich Spurenelemente. Für sie ist festgelegt, welche Vitamine bzw. Mineralstoffe und weiterhin welche Vitamin-/Mineralstoffverbindungen bei der Herstellung von NEM verwendet werden dürfen. Bei den *sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung* (z. B. Aminosäuren, Ballaststoffe, Fettsäuren, Substanzen tierischer Herkunft [Glucosamin usw.], getrocknete pulverisierte Pflanzen/Pflanzenteile, Pflanzenextrakte, isolierte Pflanzenwirkstoffe) ist gegenwärtig bis auf wenige Einzelfälle² nicht speziell geregelt, welche Stoffe im Einzelnen NEM zugesetzt werden dürfen. Dies ist gegebenenfalls im Einzelfall zu prüfen.

Verbindliche Höchstmengen für den Zusatz von Vitaminen, Mineralstoffen oder *sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung* zu NEM existieren derzeit weder auf nationaler deutscher noch auf der Ebene der Europäischen Union³. Es gelten jedoch die allgemeinen Bestimmungen des Lebensmittelrechts, nach denen es verboten ist, Lebensmittel, die nicht sicher sind, in Verkehr zu bringen (Artikel 14, Verordnung (EG) 178/2002).

Für NEM besteht vor dem Inverkehrbringen lediglich eine Anzeigepflicht. Eine staatliche Prüfung der Sicherheit vor dem Inverkehrbringen erfolgt nicht. Die Verantwortung für die Sicherheit von NEM und dafür, dass VerbraucherInnen durch die Aufmachung und Bewerbung nicht getäuscht werden, liegt bei den Herstellern/Inverkehrbringern der Produkte. Die auf dem Markt befindlichen NEM werden von den Lebensmittelüberwachungsbehörden der Bundesländer überwacht.

² Betrifft zurzeit:

- Ephedrakraut und Zubereitungen daraus, die aus Ephedra-Arten gewonnen werden: Verwendung in Lebensmitteln verboten (Anhang III, Teil A der Verordnung 1925/2006)
- Yohimberinde und Zubereitungen daraus, die aus Yohimbe (*Pausinystalia yohimbe* [K. Schum] Pierre ex Beille) gewonnen werden: Verwendung in Lebensmitteln verboten (Anhang III, Teil A der Verordnung 1925/2006)

³ Wobei in einzelnen Ländern der EU nationale Höchstmenngenregelungen für Vitamine und Mineralstoffe bzw. für verschiedene *sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung* bestehen.



Gesundheitsbezogene Werbeaussagen zu Inhaltsstoffen von NEM, d. h., ob mit ihrer Einnahme gesundheitliche Nutzen, einschließlich positiver Effekte im Sportbereich, verbunden sind, wurden und werden von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) im Rahmen der Evaluierung gesundheitsbezogener Angaben für Lebensmittel und Lebensmittelinhaltsstoffe (*Health Claims*) bewertet [13].⁴

Im Zuge des weltweiten Handels und der Verfügbarkeit von Produkten über das Internet ist auch zu berücksichtigen, dass zwar bestimmte nationale und EU-weite Regelungen zu Lebensmitteln und NEM bestehen, dass jedoch bei Bezug aus dem Ausland die Frage besteht, welchen nationalen Regelungen die betreffenden Produkte unterliegen, insbesondere in Bezug auf die Produktsicherheit und den Wahrheitsgehalt von Werbeaussagen/Wirkversprechen, und ob diese auch eingehalten werden. Darüber hinaus besteht die Frage, ob geltende deutsche lebensmittelrechtliche Bestimmungen eingehalten werden. Zum Beispiel können NEM aus dem Ausland ggf. in Deutschland als Arzneimittel angesehen werden. Ein Import wäre demnach verboten. In solchen Fällen kann Bestellern sogar eine Anzeige drohen [14].

Weitere Informationen zum Kauf von NEM im Internet und bestehenden Gütesiegeln bei Internetkäufen sind u. a. beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit verfügbar [14, 15].

Potenzielle Risiken bei Verwendung von NEM im Sport

NEM müssen sicher sein und die Bewerbung, Kennzeichnung und Produktangaben dürfen VerbraucherInnen nicht täuschen. Trotzdem kann bei der weiten Palette von Produkten, die als NEM angeboten werden oder über den weltweiten Internethandel als *dietary supplements* erhältlich sind, in einigen Fällen die Einnahme, auch bei Einhaltung der angegebenen Verzehrempfehlung, mit potenziellen Risiken verbunden sein. Bei SportlerInnen, die dem Dopingkontrollsystem unterliegen, betrifft dies in erster Linie die potenzielle unbeabsichtigte Einnahme von Substanzen, die nach der *World Anti Doping Agency* (WADA)-Liste verboten sind und gesundheitliche Risiken durch verwendete Inhaltsstoffe.

Substanzen, die nach der WADA-Liste verboten sind

Produkte, die als NEM/*dietary supplement* bezeichnet werden, können u. U. Substanzen enthalten, die nach der Liste der WADA verboten

sind [16]. Hierbei kann es sich zum einen um Produkte handeln, bei denen diese Substanzen als solche oder in Form von Synonymen offen als Inhaltsstoffe deklariert und beworben werden. Zum anderen kann es sich um Produkte handeln, bei denen diese Substanzen als Inhaltsstoffe nicht deklariert werden. In diesen Fällen gelangten die nach WADA-Liste verbotenen Substanzen zum Teil unbeabsichtigt als Verunreinigung (Kontamination) im Rahmen der Herstellung in die Produkte oder aber sie wurden diesen z. T. absichtlich zugesetzt (Verfälschung), um bestimmte Produktwirkungen zu erzielen. Teilweise sind die dopingrelevanten Substanzen auch wegen der Verwendung synonyme Bezeichnungen oder der Verwendung von Fantasienamen bzw. nicht regelgerechten Bezeichnungen für SportlerInnen nicht oder nur schwer als in der WADA-Liste aufgeführte Substanzen erkennbar (z. B. die in der WADA-Liste aufgeführte Substanz 4-Methylhexan-2-amin [Methylhexanamin]; verwendete Synonyme: Dimethylamylamin = DMAA = Dimethylpentylamin = Pentylamin = Geranamine; z. T. wurden *Geranium root extract* oder *Geranium oil* als angebliche natürliche Methylhexanaminquelle aufgeführt) [17].

Die in vergangenen Jahren nachgewiesenen dopingrelevanten Substanzen sind vielfältig (z. B. Stimulanzien, Prohormone, „klassische“ anabole Steroide, „Designer“-Steroide, Clenbuterol, verbotene Peptidhormone usw.). Ebenso waren die involvierten Produkte vielfältig [17–21]. Insbesondere bei absichtlich verfälschten Produkten sollen „Schlankheitsmittel“ mit Zusätzen von Stimulanzien, als NEM zum Muskelaufbau vermarktete Produkte mit Anabolika, fettabbauende und muskelaufbauende Produkte mit Zusätzen von β_2 -Agonisten oder motivationsfördernde Produkte und sog. *Neuroenhancer* mit Zusätzen von Stimulanzien Hauptkandidaten für solche Verfälschungen darstellen [22]. Bei positiven Dopingfällen wurden ebenfalls NEM mit Diuretika detektiert [22]. Aber auch andere Erzeugnisse, die als Hauptinhaltsstoffe z. B. Vitamine, Mineralstoffe, Aminosäuren/Proteinhydrolysate oder eine weite Palette von im Sport angewandten Substanzen auswiesen, waren in der Vergangenheit in einzelnen Fällen, z. B. durch Verunreinigungen, betroffen [18, 19].

Die detektierten Mengen reichten von hohen, z. T. suprathérapeutischen Dosierungen, bis hin zu niedrigen Dosierungen, die keine positiven Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit mehr erwarten lassen, jedoch teilweise noch ausreichend sein können, um positive Dopingtests hervorzurufen [17–19]. Bspw. reichten geringe

⁴ Mittlerweile wurden mehr als 2 300 gesundheitsbezogene Angaben zu verschiedensten Inhaltsstoffen und Lebensmittelprodukten mit Ausnahme von Angaben zu Pflanzen, -teilen, -extrakten oder isolierten Pflanzeninhaltsstoffen (*Botanicals*), für die noch Übergangsregelungen gelten, bewertet (*EU Register of nutrition and health claims made on foods*) → http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=register.home; siehe auch Verordnung [EU] Nr. 432/2012 der Kommission zur Festlegung einer Liste zulässiger anderer gesundheitsbezogener Angaben über Lebensmittel als Angaben über die Reduzierung eines Krankheitsrisikos sowie die Entwicklung und die Gesundheit von Kindern → <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/HTML/?uri=CELEX:02012R0432-20170822&from=EN>



Zuführen von 2,5 µg eines Nandrolon-Prohormons (19-Norandrostendion), die vermischt mit 5 g Kreatin verabreicht wurden (entsprechend einer Verunreinigung von 0,00005 %), noch aus, um bei einigen der Testpersonen in den ersten beiden Urinproben nach der Einnahme Urinpiegel des diagnostisch verwendeten Nandrolon-Hauptabbauprodukts (19-Norandrosteron) hervorzurufen, die einen positiven Dopingtest zur Folge gehabt hätten [23].

Sofern ein Arzt/eine Ärztin Kenntnis darüber hat, dass ein/e von ihm beratene(r) SportlerIn dem Dopingkontrollsystem unterliegt, sollte er/sie bei der Beratung zur Einnahme von NEM daher auf die Gefahr eines möglichen positiven Dopingbefunds infolge einer Verunreinigung hinweisen. Geschieht dies nicht und es kommt zum positiven Befund, ist ein Haftungsanspruch des/der AthletIn gegenüber dem Arzt/der Ärztin anzunehmen. Inwieweit dieser Grundsatz auf weitere beratende Personen wie ErnährungsberaterInnen ausgedehnt werden kann, ist derzeit juristisch nicht geklärt.

Die genannten dopingrelevanten Substanzen können, je nach Dosierung, auch gesundheitliche Risiken bergen.

Möglicherweise unterliegen die hauptsächlich nachgewiesenen dopingrelevanten Substanzen einem zeitlichen Wandel, z. B. infolge regulatorischer Maßnahmen in bestimmten Ländern, die ihre Verfügbarkeit beeinflussen.

Zu erwähnen sind u. a. auch Nachweise von nicht deklariertem Sibutramin in verschiedenen, als NEM zur Gewichtsreduktion bezeichneten Produkten („Schlankheitsmittel“), die unterschiedliche Bevölkerungsgruppen ansprechen. Sibutramin ist in der WADA-Liste (Rubrik Stimulanzien) aufgeführt und eine Substanz aus der Gruppe der Appetitzügler, die früher als Arzneistoff verwendet wurde. Aufgrund von erheblichen Nebenwirkungen, insbesondere bei übergewichtigen Personen mit Herz-Kreislauf-Erkrankungen, hatte die Europäische Arzneimittelagentur 2010 empfohlen, die Zulassung von sibutraminhaltigen Arzneimitteln zu widerrufen [14, 24].

Zwischenzeitlich wurden in verschiedenen Ländern Qualitätssicherungsprogramme etabliert, in deren Rahmen NEM auf die Anwesenheit verschiedener dopingrelevanter Substanzen untersucht und auch weitere qualitätsrelevante Informationen zur Herstellung der Produkte erhoben werden, um AthletInnen den Zugang zu NEM mit einem *minimierten jedoch nicht eliminierten* Dopingrisiko zu ermöglichen. So gibt es in Deutsch-

land die „Kölner Liste“ (→ www.koelnerliste.com) oder in den USA die *National Sanitation Foundation (NFS) International* mit dem Programm *Certified for Sport*[®] (→ www.nsf-sport.com/), das Programm *Informed Choice* (→ <http://informed-choice.org/>) sowie das Programm der *Banned Substances Control Group* (→ www.bsccg.org) [25].

Nach einer groben, mit deutlichen Unsicherheiten behafteten Schätzung, waren vermutlich ca. 6–9 % der in den Jahren 2006 bis 2013 in Australien, Großbritannien und den USA sanktionierten Dopingfälle mit dem Gebrauch von Produkten assoziiert, die als NEM vermarktet wurden [26].

Potenzielle gesundheitliche Risiken verwendeter Inhaltsstoffe

Nicht bei allen Produkten, die als NEM bzw. *dietary supplements* angeboten oder weltweit über das Internet vertrieben werden, kann davon ausgegangen werden, dass sie – auch bei Einhaltung von angegebenen Verzehrempfehlungen – gesundheitlich unbedenklich sind.

Ein Extrembeispiel für gesundheitliche Risiken von Inhaltsstoffen stellte die unerlaubte Verwendung von 2,4-Dinitrophenol (DNP) in Produkten dar, die als NEM und „Schlankheitsmittel“, sogenannte *Fatburner*, vertrieben wurden und als Zielgruppe insbesondere Personen aus der „Bodybuilderszene“ ansprachen. In verschiedenen Ländern wurden mehrere Todesfälle auf den Konsum DNP-haltiger Produkte zurückgeführt. Teilweise war hierbei der Zusatz von DNP nicht deklariert und somit für den Verbraucher nicht erkennbar. DNP ist eine Chemikalie, die in den Mitochondrien als Entkoppler der oxidativen Phosphorylierung wirkt, dadurch die physiologische Atmungskette und den Energiestoffwechsel der Zelle behindert und so einen erhöhten zellulären Stoffwechselumsatz bewirkt (tödliche orale Dosis: 1–3 g, schwerwiegende und lebensbedrohliche Wirkungen auch nach wiederholter Einnahme geringerer Dosierungen aufgrund von Anreicherung im Körper möglich) [27].

Ein weiteres Beispiel für die Verwendung risikobehafteter Substanzen in NEM stellt die mittlerweile in der EU (und auch in einigen anderen Ländern) verbotene Verwendung von *Ephedrakraut und Zubereitungen daraus, die aus Ephedra-Arten gewonnen werden* in Lebensmitteln dar (Verordnung (EU) 2015/403). Extrakte aus Ephedrakraut, als Ephedra oder Ma huang bezeichnet, waren in der Vergangenheit NEM zur Gewichtsreduktion (*Fatburner*) oder zur Verbesserung der sportlichen Leistung, oft in Kombination mit Koffein/Guarana-Extrakt und/oder anderen Substanzen, zugesetzt worden. Solche Produkte waren über das Internet erhältlich. Von der EFSA wurde festgestellt, dass bei Ephedrakraut und Ephedraalkaloide-enthaltenden Zubereitungen, die in NEM verwendet werden, bei den geschätzten Zufuhrmengen signifikante Sicherheitsbedenken (z. B. potenzielle unerwünschte kardiovaskuläre und/oder zentralnervöse Wirkungen bei hohen Ephedraalkaloid-Zuführen) bestehen [28].



Gesundheitliche Risiken von NEM können nicht nur bei den hier aufgeführten und teilweise extremen Beispielsubstanzen auftreten (♦ Kasten), sondern auch bei verschiedenen weiteren Substanzen aus der weiten Palette von Inhaltsstoffen, die NEM zugesetzt werden. Wie bei den meisten Substanzen sind hierbei gesundheitliche Risiken von der Dosis, d. h. der täglichen Zufuhrmenge, abhängig. Insofern ist die häufig anzutreffende Verbrauchererwartung mit einem Produkt, das pro Tagesverzehrmenge eine höhere Menge eines bestimmten Inhaltsstoffs enthält, auch ein höherwertigeres Produkt zu erwerben, nicht immer zutreffend. NEM und deren Inhaltsstoffe sind in dieser Hinsicht mit Gewürzen vergleichbar; es gilt nicht „je mehr umso besser“, sondern auf die richtige Menge kommt es an. So können unerwünschte Wirkungen vermieden werden.

Unter Umständen können in einigen Fällen auch Substanzen als Inhaltsstoffe von NEM verwendet werden, für die nur wenige Daten zur Sicherheit verfügbar sind und deren Sicherheitsprofil nur lückenhaft oder ungenügend untersucht wurde. Auch bei der Kombination mehrerer Inhaltsstoffe in einem Produkt, insbesondere wenn für einige der Inhaltsstoffe gleichgerichtete unerwünschte Effekte in Betracht zu ziehen sind (z. B. bei Substanzen mit Herz-Kreislauf stimulierender Wirkung), können sich Fragen im Hinblick auf potenzielle gesundheitliche Risiken des Gesamtprodukts ergeben.

Bei der Anwendung mehrerer NEM pro Tag ist zu berücksichtigen, dass ein Inhaltsstoff u. U. in mehr als einem dieser Produkte enthalten sein kann (z. B. bei Anwendung von Kombinationsprodukten) und in solchen Fällen auf dessen tägliche Gesamtzufuhrmenge zu achten ist, um gesundheitlich unbedenkliche Zufuhrmengen nicht zu überschreiten.

Bei Inhaltsstoffen, die aus Pflanzen gewonnen werden, wie getrocknete und pulverisierte Pflanzen/-teile, Extrakte oder isolierte Pflanzeninhaltsstoffe (*Botanicals*), ist zu berücksichtigen, dass für solche pflanzlichen Präparationen im Lebensmittelbereich keine verbindlichen Spezifikationen bestehen und sie – auch wenn sie aus der gleichen Pflanze bzw. den gleichen verwandten Pflanzenspezies gewonnen werden – je nach verwendetem Ausgangsmaterial (z. B. Herkunft), Verarbeitungs- und Herstellungsverfahren (z. B. Extraktions-, Reinigungsverfahren) unterschiedliche Gehalte bzw. Zusammensetzungen gesundheitlich relevanter Substanzen, Reinheitsgrade und Gehalte an Begleitsubstanzen/unerwünschten Substanzen aufweisen können. Unter Umständen können daher gesundheitliche Effekte und Sicherheitsprofile, die mit einer Präparation beobachtet wurden, nicht ohne weiteres auf andere Präparationen übertragen werden.

Sicherheitsrelevante Aspekte einzelner im Sportbereich häufig angewandter Inhaltsstoffe

Im Folgenden werden sicherheitsrelevante Aspekte einzelner im Sportbereich häufig angewandter Inhaltsstoffe von NEM dargestellt. Im Hinblick auf die weite Palette von Substanzen, die im Sportbereich häufig als Inhaltsstoffe von NEM verwendet werden, wird z. B. auch auf die Broschüre des Deutschen Olympischen Sportbunds „Nahrungsergänzungsmittel“ [22] und dem dortigen Kapitel „Faktencheck“ hingewiesen (→ https://cdn.dosb.de/alter_Datenbestand/fm-dosb/arbeitsfelder/leistungssport/Konzepte/NEM_Broschuere-web_14-7-2014_Doppelseitig.pdf).

Vitamine und Mineralstoffe⁵

Vitamine und Mineralstoffe, in Form von Multivitamin-/Multimineralstoffprodukten oder Produkten, die einzelne Vitamine oder Mineralstoffe enthalten, zählen zu den am häufigsten im Sportbereich angewandten Supplementen.

Der menschliche Körper ist auf die Zufuhr von Vitaminen und Mineralstoffen angewiesen. Gesundheitliche Risiken bestehen einerseits bei einer Unterversorgung und andererseits bei überhöhten Zufuhren und damit assoziierten adversen Effekten. Der für den Menschen als gesundheitlich unbedenklich erachtete Zufuhrbereich wird nach oben durch die tolerierbare maximale Tageszufuhr (*Tolerable Upper Intake Level*) begrenzt. Das *Tolerable Upper Intake Level* (UL) ist als die maximale chronische tägliche Zufuhrmenge eines Nährstoffs aus allen Zufuhrquellen definiert, bei der das Auftreten unerwünschter gesundheitlicher Wirkungen beim Menschen als unwahrscheinlich angesehen wird [29]. Die von der EFSA und deren Vorgängerinstitution, dem *Scientific Committee on Food* (SCF), für Vitamine und Mineralstoffe⁵ auf der Basis verfügbarer Human- und Tierstudien und unter Berücksichtigung von Unsicherheitsfaktoren abgeleiteten ULs für erwachsene Personen sind in ♦ Tabelle 1 aufgeführt [29–31]. Die ULs gelten für die erwachsene Allgemeinbevölkerung, jedoch nicht für Personen, die Vitamine/Mineralstoffe unter medizinischer Überwachung bzw. zu therapeutischen Zwecken erhalten.

Für verschiedene Vitamine und Mineralstoffe konnten aufgrund unzureichender Daten keine ULs abgeleitet werden. Dies betrifft zum einen Substanzen, bei denen auch bei Zufuhren, die weit oberhalb der Zufuhrreferenzwerte lagen, keine nachteiligen Effekte beobachtet wurden (Vitamin B₁, Vitamin B₂, Biotin, Pantothen-säure) wie auch Substanzen, bei denen aufgrund nur spärlich vorliegender Daten, fehlenden Kenntnissen zu Dosis-Wirkungs-Beziehungen, offenen Fragen bezüglich unerwünschter Wirkungen oder anderen Gründen kein UL abgeleitet werden konnte (Vitamin C, Vitamin K, Vitamin B₁₂, Eisen, Mangan, Chrom, Natrium, Kalium, Chlorid, Phosphor). Einzelne Bewertungen zu diesen Substanzen enthalten z. T. Angaben, die hilfsweise als Orientierungswerte für eine Risikobewertung herangezogen werden können (z. B. für Vitamin C).

⁵ Gemeint sind hier die Mineralstoffe, für die von der DGE, EFSA und anderen wissenschaftlichen Fachgesellschaften Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr abgeleitet wurden.



Nährstoff	UL (EFSA/SCF) (Erwachsene, ≥ 18 Jahre)	D-A-CH-Referenzwert für die Nährstoffzufuhr (Erwachsene, ≥ 19 Jahre)	Höchstmengenempfehlungen des BfR für NEM (Jugendliche u. Erwachsene, ≥ 15 Jahre)
Vitamin A (mg/Tag)	3,0	0,8–1,0	0,2 ^a
β-Carotin (mg/Tag)	15 ^b	2–4	Zusatz zu NEM nur unter der Bedingung, dass auf eine Anreicherung alkoholfreier Getränke mit β-Carotin verzichtet oder diese beschränkt wird
Vitamin D (µg/Tag)	100 ^c	20 ^d	20
Vitamin E (mg/Tag)	300	11–15	30
Vitamin B ₆ (mg/Tag)	25	1,4–1,6	3,5
Folsäure (µg Folatäquivalente/Tag)	1 000 ^e	300 ^f	200
Nicotinsäure (mg/Tag)	10	11–16 ^g	4
Nicotinamid (mg/Tag)	900		160
Calcium (mg/Tag)	2 500 ^h	1 000	500
Magnesium (mg/Tag)	250 (nur für zusätzliche Zufuhr)	300–400	250
Zink (mg/Tag)	25	8,0–14,0 ⁱ	6,5
Kupfer (mg/Tag)	5	1,0–1,5	0 (für Personen 15–17 Jahre) 1 (für Personen ≥ 18 Jahre)
Jod (µg/Tag)	600 ^j	150–200	100
Molybdän (µg/Tag)	600	50–100	80
Selen (µg/Tag)	300	60–70	45

Tab. 1: Vitamine und Mineralstoffe⁵, für die von SCF/EFSA *Tolerable Upper Intake Level (UL)* abgeleitet wurden. Von EFSA/SCF abgeleitete *Tolerable Upper Intake Level* (Erwachsene, ≥ 18 Jahre) [29–31, 34], sowie für diese Vitamine und Mineralstoffe vorliegende D-A-CH-Referenzwerte (Erwachsene, ≥ 19 Jahre) [35] und für diese Vitamine und Mineralstoffe vorliegende Empfehlungen für Höchstmengen für Nahrungsergänzungsmittel (NEM) (Jugendliche und Erwachsene, ≥ 15 Jahre) [32] BfR = Bundesinstitut für Risikobewertung; EFSA = *European Food Safety Authority*; SCF = *Scientific Committee on Food*
^a Hinweis, der besagt, dass Vitamin A in der Schwangerschaft nur nach Rücksprache mit dem Arzt eingenommen werden soll; ^b gesundheitlicher Orientierungswert; die zusätzliche Zufuhr von 15 mg β-Carotin/Tag z. B. über NEM und Farbstoffe ist laut EFSA [34] sicher; ^c gemäß EFSA [30]; ^d bei fehlender endogener Synthese; ^e UL gilt nur für synthetische Folsäure; ^f empfohlene Zufuhr für Folat; ^g empfohlene Zufuhr für Niacin; ^h gemäß EFSA [31]; ⁱ Die Absorption von Zink wird bei Erwachsenen durch den Phytatgehalt der Nahrung beeinflusst. Die hier angegebenen Werte beziehen sich auf eine mittlere Phytatzufuhr (entspricht 660 mg/Tag [1,0 mmol/Tag]); ^j In Deutschland ist für Erwachsene, insbesondere zum Schutz älterer Personen, die lange einem Jodmangel ausgesetzt waren, und dadurch möglicherweise ein erhöhtes Risiko für funktionelle Autonomien aufweisen, ein UL von 500 µg/Tag anzuwenden [35].

ULs wurden in der Regel für die Zufuhr eines Nährstoffs aus allen Quellen, d. h. der Zufuhr aus der allgemeinen Ernährung, NEM und angereicherten Lebensmitteln, abgeleitet. Sie sind nicht zu verwechseln mit Höchstmengen für einzelne NEM. Bei Überlegungen zu gesundheitlich akzeptablen Höchstmengen für einzelne NEM-Produkte ist die tägliche Vitamin- bzw. Mineralstoffzufuhr aus allen o. g. Quellen angemessen zu berücksichtigen. Vorschläge für Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in NEM, die unter dieser Maßgabe abgeleitet wurden und für Personen ab 15 Jahren⁶ gelten, wurden vom Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) veröffentlicht [32, 33]. Sie sind für die Vitamine und Mine-

ralstoffe⁵, für die seitens der EFSA/SCF ULs abgeleitet wurden, in • Tabelle 1 aufgeführt.⁷

Im Folgenden werden sicherheitsrelevante Aspekte bei einzelnen Mineralstoffen und Vitaminen, die im Sportbereich häufig angewandt werden, detaillierter dargestellt:

Magnesium

Der vom SCF für Magnesium seinerzeit abgeleitete UL für Erwachsene und Kinder ab 4 Jahren von 250 mg/Tag [29] gilt nur für die zusätzliche (*supplemental*) Zufuhr von leicht dissoziierbaren Mag-

⁶ Aus der Altersangabe lässt sich jedoch keine Empfehlung für die Anwendung solcher NEM bei Jugendlichen ableiten.

⁷ In der Publikation von Weissenborn et al. [32] sind für weitere Vitamine und Mineralstoffe Höchstmengenempfehlungen für NEM aufgeführt.



nesiumsalzen⁸ und Verbindungen wie Magnesiumoxid über NEM oder angereicherte Lebensmittel, da bei der Magnesiumzufuhr, die aus der üblichen Ernährung bzw. aus den natürlichen Magnesiumgehalten von Lebensmitteln resultiert, bei gesunden VerbraucherInnen bisher keine nachteiligen Effekte beobachtet wurden. Dies ist beim Vergleich des ULs mit Referenzwerten für die Magnesiumzufuhr Erwachsener (300–400 mg/Tag) zu berücksichtigen. Die UL-Ableitung des SCF basiert auf der Beobachtung von gastrointestinalen Wirkungen (leichte Durchfälle), die bei einem geringen Prozentsatz erwachsener Personen bei zusätzlicher Zufuhr von ungefähr 360–365 mg Magnesium/Tag auftreten können. Bei einer Zufuhr bis zu 250 mg/Tag wurden bei Erwachsenen keine laxierenden Effekte mehr beobachtet. Darauf fußend und da die unerwünschten Wirkungen mit keinen pathologischen Folgen verbunden sind und beträchtliche Anpassungs- bzw. Gewöhnungseffekte innerhalb von Tagen erfolgen können, wurde vom SCF ein UL von 250 mg/Tag abgeleitet. Da in den meisten Studien, die der Ableitung des ULs dienten, die Magnesiumzufuhr in zwei oder mehr Portionen pro Tag erfolgte, wies das Gremium darauf hin, dass der UL für zusätzliche Zufuhrmengen gilt, die in zwei oder mehr Portionen verteilt pro Tag aufgenommen werden [29]. Zwischenzeitlich liegen erste Hinweise vor, dass leichte Durchfälle bei einem geringen Prozentsatz Erwachsener auch schon bei einer zusätzlichen Zufuhr von 300 mg/Tag auftreten können, die als Bestätigung für den vom SCF abgeleiteten UL (250 mg/Tag für zusätzliche Zufuhr) interpretiert werden können [36].

Eisen

Die EFSA konnte aufgrund mangelnder Daten keinen UL für Eisen ableiten [29]. Unerwünschte Auswirkungen einer kurzzeitigen überhöhten Eisenzufuhr sind relativ gut beschrieben. Die EFSA stellte fest, dass adverse gastrointestinale Wirkungen (Übelkeit, Oberbauchbeschwerden, Konstipation) bei kurzzeitigen, zusätzlichen Gaben von 50–60 mg Eisen/Tag in Form von Nicht-Hämeisen-Präparaten beobachtet wurden, insbesondere wenn diese ohne weitere Nahrung eingenommen wurden. Das amerikanische Institute of Medicine hat seine UL-Ableitung für Eisen aus dem Jahr 2001 auf akute gastrointestinale Effekte gegründet und einen UL von 45 mg Eisen/Tag abgeleitet [37].

Zu möglichen unerwünschten Wirkungen langfristiger Gaben stellte die EFSA fest, dass nach beschränkten wissenschaftlichen Daten zusätzliche Zufuhren von 30 mg Eisen/Tag in Form von Nicht-Hämeisen-Präparaten bei älteren Personen mit Indikatoren für hohe Eisenspeicher (erhöhte Serumferritinkonzentration) assoziiert sein können, dass jedoch gegenwärtig nicht geklärt ist, ab welchem Punkt erhöhte Serumferritinkonzentrationen mit erhöhten gesundheitlichen Risiken, wie Leberfibrose assoziiert sind. Nach Einschätzung der EFSA ist in der Allgemeinbevölkerung das Risiko für das Auftreten adverser Effekte infolge hoher Eisenzufuhr aus der üblichen Ernährung gering, allerdings kann eine zusätzliche Eisenzufuhr über NEM möglicherweise bei Männern und postmenopausalen Frauen den Anteil an Personen erhöhen, die wahrscheinlich biochemische Anzeichen für erhöhte Eisenspeicher entwickeln.

⁸ Diesbezüglich genannt wurden im Jahr 2001 Magnesiumchlorid, -sulfat, -aspartat, -laktat.

Weiterhin hielt die Behörde fest, dass menstruierende Frauen sowie Kinder, die Risikogruppen für einen verminderten Eisenstatus darstellen, von einer zusätzlichen Eisenzufuhr oder einer verbesserten Bioverfügbarkeit des Nahrungseisens profitieren könnten (zu spezifischen Fragen des Eisenstatus und der Eisenversorgung von Sportlern siehe ■■■ Position der AG Sporternährung der DGE: Mineralstoffe und Vitamine im Sport [38]).

Homozygote Träger der hereditären Hämochromatose (bis zu 0,5 % der Bevölkerung) stellen eine besonders empfindliche Risikogruppe für Eisenüberladungen dar, sogar bei üblicher Eisenzufuhr über die normale Ernährung [29].

Das BfR hat bei seinen Höchstmengenempfehlungen für NEM speziell im Hinblick auf menstruierende Frauen eine Höchstmengenempfehlung für Eisen in NEM von 6 mg/Tag abgeleitet mit dem Hinweis, dass Männer, postmenopausale Frauen und Schwangere eisenhaltige NEM nur nach Rücksprache mit einem Arzt einnehmen sollten [32].

Insgesamt ist SportlerInnen aufgrund der gesundheitlichen Risiken einer Eisensupplementierung und auch zur Sicherstellung einer optimalen Supplementierung – falls diese notwendig sein sollte – von einer eigenständigen, nicht ärztlich begleiteten Eisensupplementierung abzuraten.

Vitamin C

Von der EFSA konnte aufgrund mangelnder Daten kein UL für Vitamin C abgeleitet werden [29].

Bei der gesundheitlichen Bewertung hoher Vitamin-C-Zufuhren stehen gastrointestinale Unverträglichkeiten und offene Fragen hinsichtlich erhöhter renaler Oxalatausscheidungen im Vordergrund. Die EFSA stellte fest, dass akute gastrointestinale Unverträglichkeiten (Blähungen, Flatulenz, Durchfall, vorübergehende Kolik) die am klarsten definierten adversen Wirkungen hoher Vitamin-C-Zufuhren darstellen, dass diesbezüglich jedoch nur begrenzte Daten zur Dosis-Wirkungs-Beziehung vorliegen, die die Ableitung eines ULs nicht erlauben. Jedoch legen Humanstudien nahe, dass zusätzliche Zufuhren von bis zu ungefähr 1 g/Tag keine adversen Effekte hervorrufen, während solche Effekte bei höheren Zufuhren (3–4 g/Tag) auftreten können [29]. Weiter bestehen wissenschaftliche Unsicherheiten, ob hohe Vitamin-C-Zufuhren mit einer erhöhten renalen Oxalatausscheidung verbunden sind, wodurch das Nierensteinrisiko ansteigen



könnte. Jedoch wurde nach Angaben der EFSA ein erhöhtes Nierensteinrisiko bei gewohnheitsmäßigen Zufuhren von 1,5 g/Tag nicht beobachtet. Die EFSA stellte weiterhin fest, dass die Vitamin-C-Resorption bei hohen Dosen gesättigt ist und somit Zufuhren oberhalb von 1 g/Tag nur mit vernachlässigbaren Steigerungen der Resorption und Gewebekonzentrationen, jedoch mit erhöhten Risiken adverser gastrointestinaler Effekte, verbunden sind [29].

Es ist anzumerken, dass gegenwärtig auch in der Diskussion steht, ob hohe trainingsbegleitende Zufuhren an Antioxidantien (z. B. Vitamin C, Vitamin E; häufig kombiniert verabreicht) potenziell nachteilige Effekte auf leistungs- und gesundheitsfördernde Adaptationsprozesse des sportlichen Trainings haben (■ Position der AG Sporternährung der DGE: Mineralstoffe und Vitamine im Sport [38]).

Unter Berücksichtigung möglicher Vitamin-C-Zufuhren aus weiteren Lebensmittelquellen wurde für NEM eine Höchstmenge (für Personen ≥ 15 Jahre) von 250 mg Vitamin C/Tag vorgeschlagen [32].

Koffein

Koffein (1,3,7-Trimethylxanthin), ein natürliches Alkaloid, wird seit Jahrhunderten v. a. aufgrund seiner anregenden Wirkung als Inhaltsstoff verschiedener Genussmittel verzehrt und auch im Sportbereich ist die Anwendung weitverbreitet.

Natürliche Quellen stellen Kaffeebohnen, Teeblätter, Kakaobohnen, Guarana-Beeren, Kolanuss und Blätter des Matestrauchs dar. Weiterhin wird Koffein als Reinsubstanz oder in Form von Extrakten zahlreichen Lebensmitteln zugesetzt, z. B. Energy Drinks, Mate-Getränken, Cola-Getränken, Süßigkeiten, Backwaren und in Kombination mit Synephrin verschiedenen NEM, die zur Gewichtsabnahme oder Steigerung der sportlichen Leistungsfähigkeit (z. T. in Kombination mit weiteren Substanzen) angeboten werden (♦ Tabelle 2).

Koffein wirkt stimulierend auf das Herz-Kreislauf- und das zentrale Nervensystem. Dies wird vornehmlich über antagonistische Wirkungen auf Adenosinrezeptoren vermittelt. In moderaten Zufuhrmengen sind damit erhöhte Konzentrationsfähigkeit, Wachsamkeit, verringertes Müdigkeitsgefühl oder erhöhte körperliche Leistungsfähigkeit (im Ausdauerbereich) verbunden.

Bei überhöhten Koffeinzufuhren können unerwünschte Wirkungen, z. B. erhöhte Nervosität, Erregbarkeit, Ängstlichkeit, Schlaflosigkeit, Schweißausbrüche oder Herzrasen

	Portions-einheit	Koffeingehalt/Portion
Filterkaffee	Tasse (200 mL)	90 mg
Energy Drink	Dose (250 mL)	80 mg
Espresso	Tasse (60 mL)	80 mg
Schwarzer Tee	Tasse (200 mL)	45 mg
Cola-Getränk	Dose (330 mL)	35 mg
Kakao-Getränk	Tasse (200 mL)	8–35 mg
Grüner Tee	Tasse (200 mL)	30 mg
Zartbitterschokolade	½ Tafel (50 g)	25 mg
Vollmilchschokolade	½ Tafel (50 g)	10 mg

Tab. 2: Koffeingehalte verschiedener, ausgewählter Lebensmittel ([39], modifiziert nach [40])

Die Koffeingehalte sind Näherungswerte, da die Koffeingehalte schwanken können.

aufzutreten. Das Auftreten unerwünschter Wirkungen ist jedoch stark von der individuellen Empfindlichkeit, dem sonst üblichen Koffeinkonsum und dem damit verbundenen Gewöhnungseffekt sowie der Höhe der jeweiligen Koffeinzufuhr abhängig. Übermäßiger Koffeinkonsum über längere Zeiträume wird mit Herz-Kreislauf-Problemen in Verbindung gebracht. Bei Schwangeren besteht bei überhöhtem Koffeinkonsum über längere Dauer das Risiko eines verminderten Wachstums des Fötus [39, 40].

Nach der Sicherheitsbewertung der EFSA [41] von Koffein bestehen bei gesunden Erwachsenen bei Einzeldosen (bzw. Koffeinzufuhren, die innerhalb eines kurzen Zeitraums erfolgen) bis zu 200 mg Koffein keine Sicherheitsbedenken (etwa 3 mg/kg Körpergewicht [KG] für Erwachsene mit 70 kg KG). Das gilt auch für Zufuhren von bis zu 200 mg Koffein, die innerhalb von 2 Stunden vor intensiver körperlicher (sportlicher) Betätigung bei normaler Umgebungstemperatur eingenommen werden. In Bezug auf den über den gesamten Tag verteilten Tagesgesamtkonsum sind bei gewohnheitsmäßigem Verzehr bei gesunden Erwachsenen Zufuhren von bis zu 400 mg Koffein (ca. 5,7 mg/kg KG und Tag) unbedenklich.

Bei der von der EFSA für Einzeldosen oder für Koffeinzufuhren, die innerhalb eines kurzen Zeitraums erfolgen, als gesundheitlich unbedenklich abgeleiteten Zufuhrmenge von 200 mg Koffein ist für SportlerInnen von Bedeutung, dass damit laut EFSA positive Wirkungen in Bezug auf Aufmerksamkeit/Wachheit⁹ erzielt werden können und auch weitgehend Zufuhren erreicht werden, bei denen positive Wirkungen im sportlichen Ausdauerbereich¹⁰ erzielt werden können [42, 43].

Im Hinblick auf Zufuhren von bis zu 6 mg Koffein/kg KG oder mehr, die teilweise im Sport zur Steigerung der Ausdauerleistung empfohlen werden, ist darauf hinzuweisen, dass die von der EFSA abgeleitete Zufuhrmenge für Einzeldosen bzw. für Koffeinzufuhren, die innerhalb eines kurzen Zeitraums erfolgen, von 200 mg Koffein nicht überschritten werden sollte.

⁹ Steigerung der Aufmerksamkeit und Wachheit; hierfür als notwendig erachtete Zufuhr: mindestens 75 mg Koffein pro Portion [43]

¹⁰ Steigerung der Ausdauerleistung/Ausdauerkapazität; hierfür als notwendig erachtete Zufuhr: 3 mg Koffein/kg KG, eingenommen eine Stunde vor Beginn der sportlichen Aktivität [42]



Kreatin

Die Sicherheit von Kreatin (N-(Aminoiminomethyl)-N-methylglycin) wurde im Jahr 2000 vom SCF bewertet. Auf Basis der damals vorliegenden Daten schlussfolgerte das wissenschaftliche Gremium, dass zwar keine bedeutenden unerwünschten Wirkungen in Studien zur Wirksamkeit von Kreatin berichtet wurden, dass diese Belege jedoch keine ausreichende Bestätigung für die Sicherheit von Kreatin darstellen und verschiedene offene Fragen bestanden. Das Gremium empfahl hohe Anfangsdosen (*loading dose*) zu vermeiden. Bei geringeren Zufuhren von bis zu 3 g Kreatin/Tag, die der täglichen Turnoverrate von Kreatin (etwa 2 g/Tag) ähnlich sind, wurden gesundheitliche Risiken als unwahrscheinlich erachtet [44]. In einer Bewertung von Kreatinmonohydrat aus dem Jahr 2004 wurde von der EFSA auf eine Studie hingewiesen, in der SportlerInnen 15,75 g Kreatinmonohydrat/Tag über 5 Tage und nachfolgend durchschnittlich 5 g/Tag für bis zu 21 Monate erhielten [45]. Nach Ansicht des Gremiums deutet diese Studie darauf hin, dass die Zufuhr von etwa 5 g Kreatinmonohydrat/Tag (entspricht etwa 4,4 g Kreatin/Tag) bei SportlerInnen, die ein intensives Trainings- und Wettkampfprogramm absolvieren, sicher zu sein scheint, dass damit jedoch keine Bestätigung im Hinblick auf mögliche Langzeitwirkungen hoher Kreatinmonohydratdosen bei nicht hochtrainierten Personen oder anderen Bevölkerungsgruppen verbunden ist. Insgesamt bestätigte das Gremium die frühere SCF-Empfehlung, wonach hohe Anfangsdosen vermieden werden sollten und, dass, unter der Voraussetzung, dass Kreatin von hohem Reinheitsgrad verwendet wird, gesundheitliche Risiken bei einer Zufuhr von bis zu 3 g Kreatin/Tag unwahrscheinlich sind [46].

Für SportlerInnen von Bedeutung: Diese Zufuhrmenge (3 g Kreatin/Tag) ist nach EFSA-Bewertungen auch ausreichend, um eine Erhöhung der körperlichen Leistungsfähigkeit beim Schnellkrafttraining im Rahmen kurzzeitiger intensiver körperlicher Betätigung zu erzielen oder bei Personen über 55 Jahren die Wirkung von spezifisch definiertem regelmäßigen Krafttraining auf die Muskelkraft steigern zu können (Verordnung (EU) 432/2012) [47, 48].

Zusammenfassung

Eine ausgewogene und den Bedürfnissen angepasste Ernährung ist ein grundlegendes Erfordernis für SportlerInnen und eine der Voraussetzungen für gute sportliche Leistungen. NEM stellen keinen Ersatz für eine ausgewogene Ernährung dar. Sofern ein Einsatz erwogen wird, obwohl bis heute nur für wenige Substanzen, die als ergogen angepriesen werden, ein sportlicher Nutzen wissenschaftlich ausreichend belegt wurde, erfolgt eine zielführende Anwendung von NEM am besten als Ergänzung im Rahmen eines gut zusammengestellten Ernährungsplans.

Die Verwendung von NEM bzw. Produkten, die Mikronährstoffe und sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung enthalten, im Sportbereich sollte nicht unkritisch erfolgen. Mögliche Risiken wie eine unabsichtliche Verletzung von Anti-Dopingregularien oder gesundheitliche Risiken sollten berücksichtigt werden.

Die Literatur zu diesem Beitrag finden Sie unter → www.ernaehrungs-umschau.de

Interessenkonflikt

Die AutorInnen erklären, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskripts bedanken sich die AutorInnen bei Dr. Angela Bechthold und Birte Peterson-Sperlich vom Referat Wissenschaft der DGE.

Korrespondierender Autor

Klaus Schäbethyl
schaebethyl@dge.de

Dr. Rainer Ziegenhagen¹

Hans Braun²

Prof. Dr. Anja Carlsohn³

Dr. Mareike Großhauser⁴

Prof. Dr. Helmut Heseker⁵

Prof. Dr. Daniel König⁶

Dr. Stephanie Mosler⁷

Prof. Dr. Andreas Nieß⁸

Dr. Helmut Oberritter⁹

Klaus Schäbethyl⁹

Dr. Alexandra Schek¹⁰

Prof. Dr. Peter Stehle¹¹

Dr. Kiran Virmani⁹

Prof. Dr. Dr. Alfonso Lampen¹

¹ Abteilung Lebensmittelsicherheit (Abt. 5)
Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

² Institut für Biochemie
Deutsches Forschungszentrum für Leistungssport –
momentum; Deutsche Sporthochschule Köln

³ Fakultät Life Sciences/Department Ökotrophologie
Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

⁴ Olympiastützpunkt Rheinland-Pfalz/Saarland

⁵ Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit
Fakultät für Naturwissenschaften
Universität Paderborn

⁶ Institut für Sport und Sportwissenschaft
Arbeitsbereich Ernährung
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

⁷ Institut für Gesundheitswissenschaften
Abteilung Ernährung, Konsum und Mode
Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd
Olympiastützpunkt Stuttgart

⁸ Abteilung Sportmedizin
Medizinische Klinik
Universitätsklinikum Tübingen

⁹ Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE)

¹⁰ Redaktion Leistungssport (DOSB)

¹¹ Institut für Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften
Ernährungsphysiologie
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn

DOI: 10.4455/eu.2020.012



Literatur

1. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H (2007) The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci* 25 Suppl 1: S103–S113
2. Braun H, Koehler K, Geyer H et al. (2009) Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 19: 97–109
3. Tscholl P, Alonso JM, Dolle G et al. (2010) The use of drugs and nutritional supplements in top-level track and field athletes. *Am J Sports Med* 38: 133–140
4. Tscholl P, Junge A, Dvorak J (2008) The use of medication and nutritional supplements during FIFA World Cups 2002 and 2006. *Br J Sports Med* 42: 725–730
5. Diehl K, Thiel A, Zipfel S et al. (2012) Elite adolescent athletes' use of dietary supplements: characteristics, opinions, and sources of supply and information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 22: 165–174
6. Knapik JJ, Steelman RA, Hoedebecke SS et al. (2016) Prevalence of dietary supplement use by Athletes: systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 46: 103–123
7. Swiss Sports Nutrition Society Supplementguide. URL: www.ssn.ch/sportsnutrition/supplemente/supplementguide/ Zugriff 27.08.19
8. Maughan RJ, Burke LM, Dvorak J et al. (2018) IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *Br J Sports Med* 52: 439–455
9. Australian Institute of Sports (AIS) (2019) AIS Sports Supplement Framework 2019. URL: https://ais.gov.au/_data/assets/pdf_file/0004/698557/AIS-Sports-Supplement-Framework-2019.pdf Zugriff 27.08.19
10. European Food Safety Authority (EFSA) (2015) Scientific and technical assistance on food intended for sportspeople. EFSA Supporting Publication 2015: EN-871
11. Mosler S, Braun H, Carlsohn A et al. (2019) Fluid replacement in sports. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau* 66: 52–59
12. Nahrungsergänzungsmittelverordnung (2017) Nahrungsergänzungsmittelverordnung vom 24. Mai 2004 (BGBl. I S. 1011), die zuletzt durch Artikel 11 der Verordnung vom 5. Juli 2017 (BGBl. I S. 2272) geändert worden ist. URL: www.gesetze-im-internet.de/nemv/NemV.pdf in Verbindung mit Richtlinie 2002/46/EG URL: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02002L0046-20170726&from=EN> Zugriff 28.08.19
13. European Commission (EC) (Hg) EU Register of nutrition and health claims made on foods. URL: http://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=register.home Zugriff 27.08.19
14. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2018) Stark, schlank, potent? – Augen auf beim Onlinekauf von Nahrungsergänzungsmitteln. Pressinformation des BVL vom 12.03.2018. URL: www.bvl.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/01_lebensmit tel/2018/2018_03_12_PI_Onlinekauf.html Zugriff 27.08.19
15. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2015) Lebensmittel online kaufen! – Tipps für Verbraucher. URL: www.bvl.bund.de/SharedDocs/Flyer/nach_Themen/10_Flyer_Internethandel_LM.pdf?__blob=publicationFile&v=6 Zugriff 27.08.19
16. World Anti-Doping Agency (WADA) (2019) The World Anti-Doping Code International Standard. Prohibited List, January 2019
17. Geyer H, Braun H, Burke LM et al. (2011) A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance – Part 22. *Br J Sports Med* 45: 752–754
18. Geyer H, Parr MK, Marek U et al. (2004) Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids – results of an international study. *Int J Sports Med* 25: 124–129
19. Geyer H, Parr MK, Koehler K et al. (2008) Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances. *J Mass Spectrom* 43: 892–902
20. Judkins C, Prock P (2012) Supplements and inadvertent doping – how big is the risk to athletes. *Med Sport Sci* 59: 143–152
21. Martinez-Sanz JM, Sospedra I, Ortiz CM et al. (2017) Intended or unintended doping? A review of the presence of doping substances in dietary supplements used in sports. *Nutrients* 9: pii: E1093
22. Deutscher Olympischer Sportbund (2014) Nahrungsergänzungsmittel. URL: https://cdn.dosb.de/alter_Datenbestand/fm-dosb/arbeitsfelder/leistungssport/Konzepte/NEM_Broschuere-web_14-7-2014_Doppelseitig.pdf Zugriff 28.08.19
23. Watson P, Judkins C, Houghton E et al. (2009) Urinary nandrolone metabolite detection after ingestion of a nandrolone precursor. *Med Sci Sports Exerc* 41: 766–772
24. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2012) Schlank und potent – mit Nebenwirkungen. Presseinformation 15/2012 des BfR vom 04.04.12
25. National Institutes of Health (2017) National Institutes of Health/Office of Dietary Supplements. Health Information. Dietary Supplements for Exercise and Athletic Performance. Fact Sheet for Health Professionals. URL: <https://ods.od.nih.gov/factsheets/ExerciseAndAthleticPerformance-HealthProfessional/> Zugriff 27.08.19
26. Outram S, Stewart B (2015) Doping through supplement use: a review of the available empirical data. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 25: 54–59
27. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015) Nahrungsergänzungsmittel, die Dinitrophenol (DNP) enthalten, können zu schweren Vergiftungen bis hin zu Todesfällen führen. Aktualisierte Mitteilung Nr. 046/2015 des BfR vom 26.11.15
28. European Food Safety Authority (EFSA) (2013) EFSA ANS Panel (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources). Scientific Opinion on safety evaluation of Ephedra species in food. *EFSA J* 11: 3467
29. European Food Safety Authority (EFSA) (2006) European Food Safety Authority. Scientific Committee on Food, Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals. ISBN: 92-9199-014-0. URL: www.efsa.europa.eu/sites/default/files/efsa_rep/blobserver_assets/ndatolerableuil.pdf Zugriff 27.08.19
30. European Food Safety Authority (EFSA) (2012) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the Tolerable Upper Intake Level of vitamin D. *EFSA J* 10: 2813
31. European Food Safety Authority (EFSA) (2012) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on the Tolerable Upper Intake Level of calcium. *EFSA J* 10: 2814
32. Weissenborn A, Bakhiya N, Demuth I et al. (2018) Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln. *J Consum Prot Food Saf* 13: 25–39
33. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2018) Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln. BfR-Pressinformation 01/2018. URL: www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2018/01/hochstmengen_fuer_vita



- mine_und_mineralstoffe_in_nahrungsergaenzungsmiteln-203269.html* Zugriff 27.08.19
34. European Food Safety Authority (EFSA) (2012) EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). Statement of the safety of β -carotene use in heavy smokers. *EFSA J* 10: 2953
 35. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizer Gesellschaft für Ernährung (Hg). Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. 2. Aufl., 4. aktualisierte Ausgabe, Bonn (2019)
 36. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2017) BfR bewertet empfohlene Tageshöchstmenge für die Aufnahme von Magnesium über Nahrungsergänzungsmittel. Stellungnahme Nr. 034/2017 des BfR vom 12.12.17
 37. Institute of Medicine (IOM). Food and Nutrition Board. Panel on Micronutrients, Subcommittees on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron, manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc. National Academies Press, Washington, USA (2001)
 38. Carlsohn A, Braun H, Großhauser M et al. (2019) Minerals and vitamins in sports nutrition. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs Umschau* 66(12): 250–257
 39. Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015b) Fragen und Antworten zu Koffein und koffeinhaltigen Lebensmitteln, einschließlich Energy Drinks. FAQ des BfR vom 23.07.15
 40. European Food Safety Authority (EFSA) (2015) EFSA erklärt Risikobewertung: Koffein. URL: www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/efsa_explainscaffeine150527de.pdf Zugriff 28.08.19
 41. European Food Safety Authority (EFSA) (2015) EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific Opinion on the safety of caffeine. *EFSA J* 13: 4102
 42. European Food Safety Authority (EFSA) (2011) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to caffeine and increase in physical performance during short-term high-intensity exercise (ID 737, 1486, 1489), increase in endurance performance (ID 737, 1486), increase in endurance capacity (ID 1488) and reduction in the rated perceived exertion/effort during exercise (ID 1488, 1490) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 9: 2053
 43. European Food Safety Authority (EFSA) (2011) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific opinion on the substantiation of health claims related to caffeine and increased fat oxidation leading to a reduction in body fat mass (ID 735, 1484), increased energy expenditure leading to a reduction in body weight (ID 1487), increased alertness (ID 736, 1101, 1187, 1485, 1491, 2063, 2103) and increased attention (ID 736, 1485, 1491, 2375) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 9: 2054
 44. Scientific Committee on Food (SCF) (2000) Opinion of the Scientific Committee on food on safety aspects of creatine supplementation (adopted by the SCF on 7 September 2000). SCF/CS/NUT/SPORT/9 Final (12 September 2000)
 45. Kreider RB, Melton C, Rasmussen CJ et al. (2003) Long-term creatine supplementation does not significantly affect clinical markers of health in athletes. *Mol Cell Biochem* 244: 95–104
 46. European Food Safety Authority (EFSA) (2004) European Food Safety Authority. Opinion of the Scientific Panel on food additives, flavourings, processing aids, and material in contact with food on a request from the commission related to creatine monohydrate for use in food for particular nutritional uses. Question number EFSA-Q-2003-125. *EFSA J* 36: 1–6
 47. European Food Safety Authority (EFSA) (2011) EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to creatine and increase in physical performance during short-term, high intensity, repeated exercise bouts (ID 739, 1520, 1521, 1522, 1523, 1525, 1526, 1531, 1532, 1533, 1534, 1922, 1923, 1924), increase in endurance capacity (ID 1527, 1535), and increase in endurance performance (ID 1521, 1963) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 9: 2303
 48. European Food Safety Authority (EFSA) (2016) EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies). Scientific opinion on creatine in combination with resistance training and improvement in muscle strength: evaluation of a health claim pursuant to Article 13(5) of Regulation (EC) No 1924/2006. *EFSA J* 14: 4400

DOI: 10.4455/eu.2020.012