

Jan C. Wüstenfeld¹, Bernd Wolfarth^{1,2}

Nahrungsergänzungsmittel im Sport*

Dietary supplements in sports

Zusammenfassung: Die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln im Sport zieht sich wie ein roter Faden durch alle Alters- und Leistungsklassen. Neben Hochleistungssportlern stellt insbesondere die ungleich größere Gruppe der Freizeit- und Hobbysportler den vermutlich größten Konsumentenanteil von Nahrungsergänzungsmitteln aller Art dar. Die zur Einnahme führende gesundheitsfördernde oder leistungssteigernde Wirkung dieser Mittel ist jedoch in den meisten Fällen nicht erwiesen. Vielmehr besteht sogar durch Verunreinigungen der Mittel ein nicht unerhebliches Kontaminationsrisiko mit dopingrelevanten Substanzen. Zum Erhalt der Belastbarkeit und Gesundheit ist eine ausgewogene Ernährung unter Zufuhr der elementaren Makronährstoffe (Proteine und Kohlenhydrate) wichtiger als die Fokussierung auf Mikronährstoffe.

Schlüsselwörter: Nahrungsergänzungsmittel, Sport, Leistungssteigerung, Doping, Gesundheit

Zitierweise

Wüstenfeld JC, Wolfarth B: Nahrungsergänzungsmittel im Sport. OUP 2018; 7: 546–549 DOI 10.3238/oup.2018.0546–0549

Summary: The intake of dietary supplements in sport is an issue in all age and performance classes. In addition to high-performance athletes, in particular the much larger group of leisure and amateur athletes are probably the largest group of consumers of dietary supplements. The health-promoting or performance-enhancing effect of these substances, however, has not been proven in most cases. Rather, there is even a contamination risk with doping relevant substances. In order to maintain resilience and health, a balanced diet with sufficient elemental macronutrients (proteins and carbohydrates) is more important than focussing on micronutrients.

Keywords: dietary supplements, sports, performance enhancement, doping, health

Citation

Wüstenfeld JC, Wolfarth B: Dietary supplements in sports. OUP 2018; 7: 546–549 DOI 10.3238/oup.2018.0546–0549

Spätestens seit der Untersuchung von Braun und Kollegen aus dem Jahre 2009, die in einer Befragung von 164 A- bis D-Kader-Athleten zeigen konnten, dass 80 % der befragten Sportler mindestens ein Nahrungsergänzungsmittel (NEM) einnehmen, sollte allen im Sport betreuenden Sportmedizinern klar sein, dass die Einnahme von NEM durch Sportler eher den Regelfall als eine Ausnahme darstellt [3]. Diese Tatsache wurde zuvor als auch später durch verschiedene Studien mit Leistungssportlern mit unterschiedlichem Leistungsvermögen (bis zu Untersuchungen an Olympiateilnehmern) durch Analyse der Angaben auf Dopingkontrollformularen bestätigt. Die Angabe des prozentualen Anteils der Sportler, die NEM ein-

nehmen, schwankt dabei zwar zwischen 34 % [4] bis 91 % [26], ist unabhängig vom relativen Anteil jedoch als insgesamt sehr hoch einzuschätzen. In den meisten Fällen gaben die Sportler außerdem an, mehr als ein NEM einzunehmen, was in extremen Fällen sogar bis hin zur Einnahme von 26 unterschiedlichen Präparaten bei einem Olympiateilnehmer [7] reichte.

Wie hoch der Anteil an Hobbysportlern ist, die regelmäßig NEM zu sich nehmen, lässt sich zwar nicht valide bestimmen, dürfte jedoch gemäß vorliegenden Studien und Erhebungen ebenfalls im Bereich zwischen 30 und 50 % liegen [18, 22]. Experten schätzen, dass bundesweit etwa 20 % der über 7 Millionen Besucher von Fitnessstudios nicht

nur NEM, sondern auch (verschreibungspflichtige) Anabolika, Wachstumshormone und andere Dopingmittel konsumieren [16].

Als Beweggründe zur Einnahme von NEM werden bei Sportlern nach Maughan eine vermutete oder erhoffte Regenerationsverbesserung (71 %), Gesunderhaltung (52 %), Leistungssteigerung (46 %) und vermutete Notwendigkeit zum Ausgleich von Mangel- und Unterversorgungszuständen 29 % [19] angegeben. Insgesamt muss jedoch auch die Auswirkung der allgegenwärtigen Werbung für NEM im Sport vor dem Hintergrund eines weltweit riesigen Markts mit entsprechenden wirtschaftlichen Umsätzen, das Konsumverhalten anderer Sportler und hoher Erfolgsdruck als

* Dieser Beitrag wurde in ähnlicher Form bereits am 11.07.2017 im Online-Presenewsletter der Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie (GOTS) veröffentlicht.

¹ Institut für Angewandte Trainingswissenschaft, Leipzig

² Abteilung für Sportmedizin, Humboldt Universität/Charité Universitätsmedizin, Berlin

Ursache für die Einnahme von NEM in Betracht gezogen werden.

Tatsächlich lässt sich ein supplementationswürdiger Nährstoffmangel (insbesondere hinsichtlich Mikronährstoffen), der durch die Ausübung von Leistungssport per se bedingt ist, wissenschaftlich nicht belegen [5].

Hiervon ggf. auszunehmen sind Sportler, die

- aufgrund von Reisetätigkeit, Umfeld oder hohen Trainingsumfängen eine nicht ausreichende Energieaufnahme über die normale Nahrungsaufnahme gewährleisten können,
- sich bewusst unterkalorisch ernähren, um beispielsweise „Gewicht zu machen“,
- sich vegetarisch, vegan oder anderweitig diätetisch ernähren,
- und solche, die an Lebensmittelunverträglichkeiten leiden [23].

Die in der Studie von Faude et al. an 23 deutschen Kadersportlern gefundene Unterversorgung von Vitamin D, Folsäure und Jod scheint nach Aussage der Autoren eher ein allgemeines als ein sportbedingtes Problem zu sein. Inwiefern eine Unterversorgung bei Sportlern mit antioxidativen Vitaminen, Zink, Kalium, Calcium und Vitamin B₆ bestehen kann, sollte im Einzelfall geklärt werden und kann aktuell nicht generell als sportbedingte Mangelversorgung angenommen werden [11].

Besonderheiten hinsichtlich der Ernährung bei Sportlern im Vergleich zu nicht sporttreibenden Normalpersonen ergeben sich vielmehr durch den im Allgemeinen höheren Energie- und Flüssigkeitsbedarf des Sportlers, der durch eine erhöhte Aufnahme von Kohlenhydraten und Proteinen und höhere Trinkmenge ausgeglichen werden muss. Dabei muss jedoch der sportartspezifische und individuelle Mehrbedarf kritisch betrachtet werden, da eine Kompensation des Mehrbedarfs zum einen häufig überschätzt wird und zum anderen in der Regel problemlos über eine geeignete Lebensmittelauswahl gewährleistet werden kann, ohne dass dazu spezielle Nahrungsergänzungsmittel in Form von Energiedrinks, Pulvern oder Ähnlichem konsumiert werden müssen.

Insgesamt lässt sich zusammenfassen, dass eine gesunde, abwechslungsreiche und vielfältige Ernährung auch bei Sportlern und Hochleistungssportlern ausreicht, um den notwendigen

Makro- und Mikronährstoffbedarf zu decken. Da jedoch kein Lebensmittel alle Nährstoffe enthält, um den Bedarf des Körpers zu decken, müssen unterschiedliche Lebensmittel kombiniert werden.

Je abwechslungsreicher Lebensmittel und Sorten (z.B. bei Obst, Gemüse und Getreideprodukten) ausgewählt werden, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, dass alle Nährstoffe abgedeckt werden. Der Deutsche Olympische Sportbund (DOSB) empfiehlt dementsprechend in seiner Informationsbroschüre „Nahrungsergänzungsmittel“ (als PDF-Dokument downloadbar auf der Internetseite des DOSB [8]) im Rahmen der Richtlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) auch für Sportler und Hochleistungssportler:

- eine feste Mahlzeitenstruktur, auf den individuellen Bedarf abgestimmt,
- täglich mindestens 1,5 Liter Flüssigkeit, bevorzugt Wasser und energiearme Getränke,
- täglich 2 Portionen frisches Obst und 3 Portionen Gemüse,
- zum Gemüse/Salat: täglich 1–2 Esslöffel Raps- oder Walnussöl,
- bei Brot, Müsli, Nudeln, Reis: bevorzugt Vollkornprodukte; Mengen pro Tag angepasst an den sportspezifischen Energiebedarf,
- täglich Milch, Joghurt, Käse; Fisch 1– bis 2-mal in der Woche, davon mindestens 1-mal Seefisch; fettarmes Fleisch, fettarme Wurst sowie Eier in Maßen und an den Nährstoffbedarf angepasst; Vegetarier gleichen durch mehr Milchprodukte, Eier und evtl. Sojaprodukte aus.

Hinweise zum gezielten Einkauf von geeigneten Lebensmitteln für Athleten, Informationen zu Ernährungsberatungen und weitere nützliche Informationen finden sich außerdem auf der Homepage des DOSB bzw. in den weiterführenden Informationen der Informationsbroschüre „Nahrungsergänzungsmittel“.

Der Einsatz von NEM ist jedoch nicht generell abzulehnen. Zum Erhalt der Leistungsfähigkeit existiert eine umfangreiche wissenschaftliche Evidenz, dass eine optimale Flüssigkeits- und Makronährstoffversorgung rund um und während der Belastung sehr wichtig ist. In diesem Zusammenhang können Nahrungsergänzungsmittel, wie Iso-Getränke, Kohlenhydrat- und Proteinkonzentrate, nützlich sein.

Unter anderem können Flüssigkeitsdefizite, insbesondere bei Belastungen von mehr als 60 Minuten Dauer, leistungsbeeinträchtigend wirken. Daher sollte auf eine ausreichende Hydratation bereits vor dem Start geachtet werden und aktivitätsbedingte Schweißverluste möglichst rasch oral ersetzt werden. Dazu eignen sich isotone Getränke in Pulver- oder Brausetablettenform. Sie sollen pro Liter rund 80 g Zucker (Glucose, Saccharose, Fructose, Maltodextrine) und mindestens 400 mg Natrium enthalten. Andere Elektrolyte wie Magnesium, Kalium und Calcium oder auch wasserlösliche Vitamine können, müssen aber nicht zugesetzt sein [8] Fruchtsaftschorlen (Mischungsverhältnis 1:1 mit natriumreichem Mineralwasser) sind jedoch zum raschen Flüssigkeitsersatz ebenfalls geeignet.

Erst für Belastungen ab 60–120 min Dauer ist eine Kohlenhydratzufuhr von 30–60 g/h, für Belastungen von mehr als 120 min Dauer eine von 60–80 g/h ratsam [24]. Bei länger andauernden Belastungen (z.B. Marathon, Triathlon) oder bei niedrigen Temperaturen werden mitunter größere Kohlenhydratmengen benötigt. Alternativ können aromatisierte Energygels verwendet werden, die Kohlenhydrate unterschiedlicher Kettenlänge sowie Zusätze von Elektrolyten, Vitaminen, Aminosäuren und/oder Koffein enthalten.

Nach dem Sport, wenn weniger als 8 h für die Regeneration zur Verfügung stehen, ist zwecks schneller Wiederauffüllung der Glycogenreserven darauf zu achten, innerhalb der ersten 4 h 1,2–1,5 g Kohlenhydrate/kg/h zuzuführen oder alternativ 0,8 g Kohlenhydrate/kg/h mit 0,2–0,4 g Proteinen/kg/h zu kombinieren [2].

Die Zufuhr von Proteinen zum Aufbau und Erhaltung von Muskelmasse, empfiehlt das American College of Sports Medicine Sportlern in einer Menge von 1,2–1,7 g/kg/d. Diese Menge wird im Rahmen einer ausgewogenen Mischkost üblicherweise erreicht, wenn nicht überschritten, sodass Supplemente nicht erforderlich sind [8].

Wenn Proteine direkt im Anschluss an Kraftbelastungen oder andere kurze, intermittierende Belastungen zugeführt werden, kann das Ausmaß von Muskelschäden vermindert werden. Aufgrund des höheren Gehalts an essenziellen Aminosäuren sollten tierische Proteine ge-

genüber pflanzlichen bevorzugt werden. Da die Aminosäureabsorption aus flüssigen Proteinquellen schneller erfolgt als aus festen, eignen sich fettarme Milch und Kakao gut als Eiweißlieferanten zu Beginn der Regenerationsphase [6].

Die Wirksamkeit von Mikronährstoff-NEM zur Leistungssteigerung soll nicht unerwähnt bleiben. In diesem Zusammenhang sollte jedoch darauf hingewiesen werden, dass Mikronährstoffe auch vor dem Hintergrund ihrer Wirksamkeit nicht zur Verwendung im Nachwuchssport (und Breitensport) empfohlen werden und nur nach ausführlicher Beratung durch einen entsprechend geschulten Sportmediziner oder Ernährungsberater im Einzelfall Verwendung finden sollten.

Eine u.U. leistungssteigernde Wirkung konnte so für Koffein im Ausdauerbereich [25], Kreatin im Kraftsport [17] und Natriumbicarbonat (z.B. im Sprint) [20] gezeigt werden.

Unklar bleibt derzeit noch die Wirkung von Nitrat-Beta-Hydroxy-Beta-Methylbutyrat einzustufen [10], während es für alle übrigen gängigen NEM, denen eine leistungsfördernde Wirkung nachgesagt wird, keinen wissenschaftlich fundierten Wirksamkeitsnachweis gibt.

Darüber hinaus gibt es sogar Hinweise darauf, dass der unüberlegte Gebrauch von NEM kontraproduktiv in Bezug auf Trainingsreizwirksamkeit, Regenerationsfähigkeit und somit letztlich auf Leistungsfähigkeit sein kann.

Insbesondere die unreflektierte und häufig hochdosierte Einnahme antioxidativer Vitamine ist kritisch zu bewerten, da eine extern induzierte Reduktion freier Radikale deren Nutzen als Signalgeber für die trainingsinduzierte Anpassungsreaktion in den Muskelfasern [21] zuwiderläuft. Gomez-Cabrera et al. konnten in einer Studie zeigen, dass eine tägliche Einnahme von 1 g Vitamin C über 2 Monate den VO_2 max-steigernden Effekt eines regelmäßigen Ausdauertrainings praktisch verhindert. Für eine vorübergehende Einnahme von Vitamin C im Rahmen von Infekten oder maximalen körperlichen Belastungen ist die Datenlage differenziert zu betrachten, der Einsatz kann aber in bestimmten Situationen (z.B. akuter Infekt) durchaus sinnvoll sein [15].

Ein nicht zu unterschätzendes Problem bei NEM ist die Möglichkeit der Kontamination der NEM durch dopingrelevante Substanzen.

Geyer und Kollegen wiesen bereits 2004 in einer Studie von 634 NEM

nach, dass in 14,8 % der getesteten Produkte (Vitamine, Mineralstoffe, Kreatin etc.) dopingrelevante Substanzen (meist Hormone und Prohormone) zu finden waren, die nicht auf dem Etikett angegeben worden waren. NEM können produktionsbedingt mit dopingrelevanten Substanzen verunreinigt sein [13].

Es ist letztlich jedoch nicht auszuschließen, dass Hersteller NEM absichtlich verbotene Substanzen zusetzen, ohne diese zu deklarieren. Neben einer Verunreinigung mit Prohormonen muss auch mit einer Kontamination durch Anabolika, „Designerdrogen“ (z.B. Cannabinoide) und Beta-2-Agonisten [12] und Stimulanzien wie Ephedrin und Methamphetamin [9] gerechnet werden.

Um das Risiko der Kontamination mit nicht deklarierten Substanzen zu minimieren, sollten daher NEM nur aus vertrauenswürdigen Quellen ohne Verunreinigungsrisiko (Produkte nach Chargentestung im Anti-Doping-Labor) bzw. mit minimalem Dopingrisiko bezogen werden. Nützliche Informationen dazu liefert in Deutschland die sog. Kölner Liste (www.koelnerliste.com).

Risikolose Nahrungsergänzungsmittel-ähnliche Produkte (z.B. Vitamine)

Richtlinien zur Einschätzung von Nahrungsergänzungsmitteln von Williams et al. (2012)

1. Verspricht das NEM eine schnelle Verbesserung der Leistungsfähigkeit oder Gesundheit?
2. Enthält es irgendeine(n) geheime(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 kontrollierter Forschung herangezogen?
10. Ist das Produkt teuer, vor allem im Vergleich zu den Kosten für gleichwertige Nährstoffe in Lebensmitteln des üblichen Verzehr?
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.

Tabelle 1 Richtlinien zur Einschätzung von NEM nach Williams et al. [27]

können auch in der Roten Liste gefunden werden.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Einnahme von NEM prinzipiell nicht kritiklos und unhinterfragt nach dem Prinzip „viel hilft viel“ und „wird schon nicht schaden“, sondern nur nach entsprechender fundierter Beratung indikationsgerecht erfolgen sollte, da:

- ein Nachweis der Wirksamkeit von NEM meist nicht vorliegt,
- mit der Einnahme Kontaminationsrisiken mit dopingrelevanten Substanzen verbunden sind,

- zur Einnahme von NEM ratende „Experten“ mitunter eigene wirtschaftlichen Interessen verfolgen,
- mögliche individuell nicht vorher-sagbare Reaktionen auf die Einnahme und mögliche Wechselwirkungen des Präparats mit anderen NEM und Medikamenten auftreten können.

Aufgrund des unüberschaubaren Markts von Produkten und Anbietern sei zudem auf die Richtlinien zur Einschätzung von Nahrungsergänzungsmitteln von Williams et al. [27] (Tab. 1) verwiesen, die einen einfachen, aber praxisrelevanten Anhalt zur Bewertung

der Vertrauenswürdigkeit von NEM bietet. OUP

Interessenkonflikt: Keine angegeben.

Korrespondenzanschrift

Dr. med. Jan Wüstenfeld
Institut für Angewandte Trainings-
wissenschaft (IAT)
Marschnerstraße 29
04109 Leipzig
wuestenfeld@iat.uni-leipzig.de

Literatur

1. American College of Sports Medicine: Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007; 39: 377–90
2. Beelen M, Burke LM, Gibala MJ et al.: Nutritional strategies to promote post-exercise recovery. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol* 2010; 20: 515–32
3. Braun H, Koehler K, Geyer H et al.: Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metabol* 2009; 19: 97–109
4. Breuer C, Hallmann K: Dysfunktionen des Spitzensports – Doping, Match-Fixing und Gesundheitsgefährdungen aus Sicht von Bevölkerung und Athleten. Bonn: Bundesinstitut für Sportwissenschaft, 2013, www.bisp.de/SharedDocs/Downloads/Publikationen/sonstige_Publikationen_Ratgeber/Breuer_Dysfunktionen.html
5. Casazza G, Tovar A, Richardson C., Cortez A., Davis B: Energy Availability, Macronutrient Intake, and Nutritional Supplementation for Improving Exercise Performance in Endurance Athletes. *Current Sports Medicine Reports* 2018; 17: 215–23
6. Cockburn E, Bell PG, Stevenson E: Effect of milk on team sport performance following exercise-induced muscle damage. *Med Sci Sports Exerc* 2013; 45: 1585–92
7. Corrigan B, Kazlauskas R: Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics 2000. *Clin J Sport Med* 2003; 13: 33–40 (2003)
8. Deutscher Olympischer Sportbund, Informationsbroschüre Nahrungsergänzungsmittel www.dosb.de/fileadmin/fm-dosb/arbeitsfelder/leistungssport/Konzepte/NEM_Broschuere-web_14-7-2014_Doppelseitig.pdf
9. De Hon O, Coumans B: The continuing story of nutritional supplements and doping infractions. *Br J Sport Med* 2007; 41: 800–5
10. Domínguez R, Maté-Muñoz JL, Cuenca E et al.: Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts *J Int Soc Sports Nutr*. 2018; 15: 2
11. Faude O, Fuhrmann M, Herrmann M et al.: Ernährungsanalysen und Vitaminstatus bei deutschen Spitzenathleten. *Leistungssport* 2005, 35:4–9
12. Geyer H, Parr MK, Koehler K, Mareck U, Schänzer W, Thevis M: Nutritional supplements cross-contaminated and faked with doping substances, *J Mass Spectrom* 2008; 43: 892–902
13. Geyer H, Parr MK, Mareck U, Reinhard U, Schrader Y, Schänzer W. Analysis of non-hormonal nutritional supplements for anabolic-androgenic steroids – results of an international study. *Int J Sports Med*. 2004; 25: 124–9
14. Gomez-Cabrera M, Domenech E, Romagnoli M et al.: Oral administration of vitamin C decreases muscle mitochondrial biogenesis and hampers training-induced adaptations in endurance performance, *The American Journal of Clinical Nutrition* 2008; 87: 142–9
15. Hemilä H, Chalker E: Vitamin C for preventing and treating the common cold. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013, Art. No.: CD000980
16. Kläber M: Doping im Fitness-Studio. Bielefeld: Transcript Verlag, 2010
17. Kreider RB, Kalman DS, Antonio J et al.: International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *J Int Soc Sports Nutr*. 2017; 13: 18
18. Max Rubner-Institut: Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht, Teil 2 (2008); www.was-esse-ich.de/uploads/media/NVSIH_Abschlussbericht_Teil_2.pdf
19. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H: The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci* 2007; 25: 103–13
20. McNaughton LR, Gough L, Deb S, Bentley D, Sparks SA: Recent Developments in the Use of Sodium Bicarbonate as an Ergogenic Aid. *Curr Sports Med Rep* 2016; 15: 233–44
21. Powers SK, Nelson WB, Hudson MB: Exercise-induced oxidative stress in humans: Cause and consequences. *Free Rad Biol Med* 2011; 51: 942–950
22. Sammito S, Platzeck AL, Holtherm C et al.: Einnahme von Supplementen bei Teilnehmern am Übungsleiterlehrgang an der Sportschule der Bundeswehr. Poster beim 42. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Wehrmedizin und Wehrpharmazie vom 13.–15.10.2011 in Erfurt. Warendorf 2011
23. Schek, A: Nitrat. *Leistungssport* 2013; 43: 56–7
24. Smith JW, Zachwieja JJ, Horswill CA et al.: Evidence of a carbohydrate dose and prolonged exercise performance relationship (855.). *Med. Sci. Sports Exerc*. 2010; 42: 84
25. Southward K, Rutherford-Markwick K, Ali A: The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Endurance Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med* 2018 ; 48: 1913–28
26. Thiel A, Mayer J, Schubring A et al.: Individuelles Gesundheitsmanagement: Subjektive Gesundheits- und Ernährungskonzepte von Leistungssportlerinnen und Leistungssportlern (GOAL). In: Bundesinstitut für Sportwissenschaft: BISP-Symposium. Top-Forschung für den Spitzensport. Köln: Sportverlag Strauß, 2011, 65–80
27. Williams MH, Anderson D, Rawson E: *Nutrition for Health, Fitness and Sport*. Rosehill: McGraw Hill 2012