

Christof Mannhart

Sportwissenschaftliches Institut, Bundesamt für Sport, CH-2532 Magglingen,
und Swiss Olympic Association, CH-3000 Bern

Aktuelle Leistungsförderer im Sport

Zusammenfassung

Neben diversen anderen Faktoren können auch die Basisernährung und Supplemente die körperliche Leistungsfähigkeit im leistungsorientierten Sport beeinflussen. Einzelstudien mit Supplementen können qualitativ hochwertige Resultate liefern, sie haben allerdings nur für den in der Studie verwendeten spezifischen Versuchsaufbau Gültigkeit. Werden in Bezug auf das leistungsfördernde Potenzial von Supplementen nur Einzelstudien interpretiert, finden sich oft widersprüchliche Aussagen, die mitunter auch auf unterschiedliche Studiendesigns zurückzuführen sind. Deshalb wird über sogenannte Reviews und Metaanalysen versucht, die Resultate vieler, wissenschaftlich möglichst sauber durchgeführten Einzelstudien aufzulisten und darauf aufbauend zu beurteilen. So gilt aufgrund an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten, in Reviews und Metaanalysen analysierten Studien bei adäquater Supplementanwendung und -dosierung nur bei folgenden Nahrungsergänzungsmitteln eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung als wahrscheinlich: Kohlenhydratgetränke, Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat, Koffein, Glycerin. Unter den oben beschriebenen identischen Voraussetzungen können β -Hydroxy- β -Methylbutyrat (HMB) und Kreatin-Monohydrat als Supplemente mit wahrscheinlich indirekt (zeitlich verzögert) positiv leistungsbeeinflussendem Potenzial eingestuft werden. Obwohl im Bereich der Anwendung von Regenerationssupplementen noch wenige Reviews und Metaanalysen verfügbar sind, deuten viele Einzelstudien darauf hin, dass diese Supplemente dem HMB und Kreatin-Monohydrat entsprechend die Leistung wahrscheinlich indirekt positiv beeinflussen. Viele weitere Substanzen, welche die Leistung direkt oder indirekt positiv beeinflussen könnten, werden entweder kontrovers diskutiert, weisen kein leistungsbeeinflussendes Potenzial auf oder können dem heutigen Wissensstand entsprechend nicht beurteilt werden. Bei mit Dopingsubstanzen verunreinigten Supplementen oder einer nicht adäquaten Einnahme bezüglich Anwendung und Dosierung sind positive Dopingbefunde, negative Leistungsbeeinflussungen oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen. Nicht zuletzt aus diesen Gründen sollen Aktive im leistungsorientierten Sport bezüglich Supplemente nur durch Fachpersonen beraten werden.

Summary

Physical performance can be influenced, among many other factors, by nutrition and supplement intake. Although the results of peer reviewed original articles are of highest value, its interpretation can sometimes be difficult and misleading. Taken precisely, these results are mostly only valid for the specific circumstances in which the experiment was carried out and contrasting conclusions derived from different original works about the same topic can be caused by diverse study designs. Review articles or meta-analyses attempt to overcome the limitations of peer reviewed original work by summarizing their results and deriving generally applicable conclusions. Considering the conclusions of review articles or meta-analyses about the ergogenic potential of nutritional supplements (used in adequate manner and dosage) a direct (rapidly occurring) improvement in performance can only be expected with carbohydrate containing drinks, sodium bicarbonate, sodium citrate, caffeine, and glycerol. β -hydroxy- β -methylbutyrate (HMB) and creatine monohydrate probably improve performance indirectly (after a certain lag time). Even if for nutritional supplements used during the recovery phase after exercise only few reviews or meta-analyses exist, it is likely that they also improve performance indirectly (according to the results of several original articles). All other substances are either still at debate about their ergogenic potential, are not ergogenic or there exist no studies about their effects, which meet scientific criteria. Some supplements even need to be classified as ergolytic, i.e. performance deteriorating, causing adverse health reactions or a positive doping test when used in an inappropriate manner or when the substance is contaminated with substances reported on the doping list. It is therefore mandatory that nutritional supplements are used only under advice of an expert.

Schweizerische Zeitschrift für «Sportmedizin und Sporttraumatologie» 51 (1), 58–79, 2003

Einleitung

Häufig wird die Auffassung vertreten, dass wir im Bereich des leistungsorientierten Sports alle Steinchen des Mosaiks Leistungsfähigkeit gezielt optimieren sollen. Führt man sich allerdings diese leistungsbeeinflussenden Faktoren vor Augen (*Abb. 1*), wird ersichtlich, dass dieses Unterfangen der multifaktoriellen Leistungsoptimierung im Bereich der individuellen Voraussetzungen zum heutigen Zeitpunkt nicht ganz so einfach realisierbar sein dürfte.

Unter den zahlreichen optimierbaren, leistungsbeeinflussenden Faktoren finden wir auch ein Mosaiksteinchen Ernährung und Supplemente. Um den Stellenwert dieser Einflussfaktoren Ernährung und Supplemente auf die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit abschätzen zu können, scheint es mir sinnvoll, ernährungsabhängige, leistungslimitierende Aspekte aufzuzählen (*Tab. 1*). Die erschöpften Glykogenspeicher in der aktiven Muskulatur, die Unterzuckerung, grosse Flüssigkeitsverluste, zu tiefe Natriumspiegel im Blut, Magen-Darm-Probleme und Faktoren der zentralen Ermüdung sind als leistungslimitierende Aspekte seit

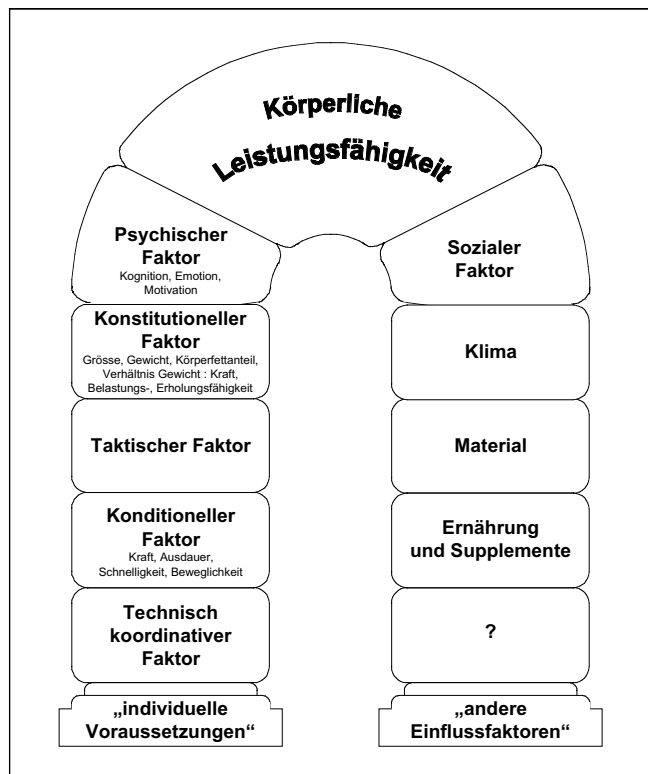


Abbildung 1: Körperliche Leistungsfähigkeit und mögliche Einflussfaktoren

<p>Erschöpfte Glykogenspeicher in der aktiven Muskulatur</p> <p>Hypoglykämie</p> <p>Dehydratation</p> <p>Hyponatriämie</p> <p>Gastrointestinale Probleme</p> <p>Andere, die zentrale Ermüdung betreffende Faktoren (inkl. Neurotransmitter)</p>

Tabelle 1: Ernährungsabhängige, kurzfristig leistungslimitierende Faktoren [2]

langem bekannt. Nicht zuletzt deshalb glauben viele, diese Einflussgrößen über die Basisernährung längst optimiert zu haben. Zumindest aber bei Spitzensportlerinnen und Spitzensportlern in der Schweiz kann nach den an dieser Tagung präsentierten neuen Erkenntnissen [1] nicht davon ausgegangen werden, dass beispielsweise die Glykogenspeicher im Training und Wettkampf optimal gefüllt sind. Aus diesem Grund erlaube ich mir, in tabellarischer Form die Kennzahlen der Basisernährung und einen Basisernährungsplanvorschlag beizulegen (Anhang 1, 2), da in der Schweiz auch künftig der Optimierung der Basisernährung in den Bereichen Energie, Flüssigkeit, Makro- (z.B. Kohlenhydrate) und Mikronährstoffe hohe Priorität beigemessen werden sollte.

Auf einer optimalen Basisernährung aufbauend, kann individuell und gezielt, durch eine Fachperson begleitet, mit erlaubten Nahrungsergänzungsmitteln supplementiert werden. Obwohl ich mich in den folgenden Ausführungen primär erlaubten Supplementen zuwende, sollte nicht vergessen werden, dass die körperliche Leistungsfähigkeit weder allein von Supplementen noch allein von der Basisernährung abhängig ist...

Diskutierte Anwendungsbereiche von Supplementen

Die Anwendung verschiedenster Supplemente wird im Sport diskutiert (Tab. 2). Mittels Supplementen wird versucht, Bereiche wie den Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Wärmehaushalt, die Leis-

tungsfähigkeit während und die Regeneration nach Belastungen, den Muskelmassenaufbau, das Immunsystem, den Schutz körpereigener Strukturen, die Energiebereitstellung, den Körperfettanteil und sogar den Neurotransmitterstoffwechsel zu optimieren. Obwohl von den meisten der über 70 aufgeführten Nahrungsergänzungsmitteln auch am Menschen durchgeführte Studien vorhanden sind, müssen die Resultate dieser Einzelstudien vorsichtig interpretiert werden. Dies deshalb, weil der Aufbau dieser Arbeiten sich bezüglich Studiendesign wie beispielsweise Belastungsintensität, Trainingsstand, Geschlecht der Versuchsperson und Supplementdosierung oft stark unterscheiden. Aufgrund dieser Unterschiede im Studiendesign fallen Resultate aus Einzelstudien oft widersprüchlich aus.

Über sogenannte Reviews und Metaanalysen wird versucht, die Resultate vieler, wissenschaftlich möglichst sauber durchgeführter Einzelstudien aufzulisten und darauf aufbauend zu beurteilen. In den folgenden Ausführungen werde ich mich deshalb hauptsächlich auf die Interpretation von Resultaten von Reviews und Metaanalysen abstützen.

Klassifizierung einiger häufig diskutierter Supplemente nach verschiedenen Einteilungskriterien

Die für die nachfolgende Supplementeinteilung zitierten Arbeiten stammen aus Fachzeitschriften, Supplementkompendien aus dem Internet und aus Fachbüchern. Auf Grund dieser Arbeiten wird versucht, die Supplemente bezüglich ihres leistungsbeeinflussenden Potenzials und weiterer Kriterien der Klassifizierung A bis F zuzuordnen (Tab. 3). Während bei A-Supplementen aufgrund an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung als wahrscheinlich einzustufen ist, ist bei B-Supplementen eine indirekte (zeitlich verzögerte) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich. Bei Supplementen der Kategorie C wird eine direkte oder indirekte positive Leistungsbeeinflussung kontrovers diskutiert. Auf der Dopingliste stehende Supplemente (siehe www.dopinginfo.ch) werden mit einem D gekennzeichnet. Für E-Supplemente gilt aufgrund des zum heutigen Zeitpunkt verfügbaren Datenmaterials weder eine direkte noch indirekte Leistungsbeeinflussung als wahrscheinlich. Die Bezeichnung F weist auf Supplemente hin, die bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht ausschliessen lassen.

Kohlenhydratgetränke, Puffersubstanzen (Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat), Koffein und Glycerin scheinen das grösste, direkt leistungsbeeinflussende Potenzial aufzuweisen und wurden deshalb der Gruppe A zugeordnet. Indirekt leistungsbeeinflussendes Potenzial kann wahrscheinlich den B-Supplementen β -Hydroxy- β -Methylbutyrat (HMB), Kreatin-Monohydrat und Regenerationssupplementen auf Kohlenhydratbasis oder gemischt mit Eiweiss zugeschrieben werden. Wichtige Vertreter der C-Gruppe – wie Vitamin C, Vitamin E, Magnesium, Protein, Molkenprotein, Ginseng, Glutamin, mittelkettige Fettsäuren (MCT), Coenzym Q10 oder Ribose – werden als Supplemente häufig diskutiert. Die Möglichkeit einer positiven, direkten oder indirekten Leistungsbeeinflussung dieser C-Supplemente wird aber zum heutigen Zeitpunkt kontrovers diskutiert. Auf Nahrungsergänzungsmittel, die auf der Liste der verbotenen Substanzen aufgeführt sind und als solche in der Tabelle mit D bezeichnet werden, wie beispielsweise die Prohormone Dehydroepiandrosteron (DHEA), (Nor)Androsten(dion/-diol) oder Ephedra, wird in den folgenden Ausführungen (das Koffein ausgenommen) nicht näher eingegangen. Beim gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen ist bei bekannten Supplementen wie L-Carnitin, Chrompicolinat, Melatonin, Pyruvat, Yohimbin und vielen weiteren Substanzen, die in der Tabelle mit E gekennzeichnet sind, weder eine direkte noch indirekte Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich. Enorm wichtig ist es, auf die rund 40% aller aufgeführten Supplemente, welche mit dem Buchstaben F gekennzeichnet sind, zu verweisen. Darunter

Diskutierte Anwendungsbereiche	In der Fachliteratur diskutierte Supplemente
Unterstützung des Flüssigkeits-, Elektrolyt-, Wärmehaushalts und Substratstoffwechsels im Belastungsumfeld	<ul style="list-style-type: none"> - Kohlenhydratgetränke - Kohlenhydratgels + Wasser - Rehydratationslösungen - Hyperhydratation: Glycerin - Taurin, Cholin, verzweigt-kettige Aminosäuren (BCAA), mittelkettige Fettsäuren (MCT)
Wiederauffüllung von während der Belastung verlorengegangenen Substraten (z.B. Glykogen) und Optimierung der Proteinsynthese	<ul style="list-style-type: none"> - Kohlenhydratlösungen aus Glukosepolymeren verschiedener Osmolalität kombiniert mit anderen Kohlenhydraten (Saccharose, Fruktose, Galaktose?) - Kohlenhydrat-Protein-Regenerationsgetränke im Mengenverhältnis von ca. 3:1, Mahlzeitenersatzprodukte - Laktat, Glutamin, Arginin, Tyrosin, Phenylalanin, Leucin, Kreatin-Monohydrat
Unterstützung der Proteinsynthese	<ul style="list-style-type: none"> - Protein: Proteinisolate, Proteinhydrolysate auf der Basis von Milch, Molke (Whey) und anderen Proteinen - Spezifische Aminosäuren: Arginin, Ornithin, BCAA, Leucin, Glutamin, essentielle Aminosäuren - Antikataboliten: Ketosäuren, Kreatin-Monohydrat, β-Hydroxy-β-Methylbutyrat (HMB), konjugierte Linolsäure (CLA), Chrom, Vanadium, Magnesium, Colostrum - Hormonmodulatoren (z.B. Testosteron, Cortisol): Zink, Vitamin C, Phosphatidylserin, Gamma-Oryzanol, Tribulus terrestris - Optimierung des zellulären Hydratationsstatus: Glutamin, Glycerin, Taurin, Glyzin, hypoosmolare Lösungen, Insulinmodulatoren
Modulation des Säure-Basen-Haushalts während Belastungen	Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat, Dichloracetat, Carnosin, Polylaktat
Unterstützung des Immunsystems	Kohlenhydratgetränke, Kohlenhydratgels + Wasser, Arginin, Glutamin, Nukleinsäuren (RNA, DNA), Eisen, Kupfer, Magnesium, Mangan, Selen, Vitamin A, Vitamin D, Vitamin B-Komplex, Vitamin C, Vitamin E, essentielle Fettsäuren, Antioxidantien, Phytopharmaka (Beta-Sitosterol, Ginseng, Echinacea, Johanniskraut), Colostrum, Taurin
Schutz, Reparatur körpereigener Strukturen (z.B. Modulation Entzündungsstoffwechsel)	<ul style="list-style-type: none"> - Entzündungsstoffwechsel: Kohlenhydrate während Belastungen, Omega-3-Fettsäuren, Phytopharmaka (Feverfew, Johanniskraut), Vitamin E, Taurin, Cranberry - Knochen-, Knorpelstoffwechsel: Gukosamine, Chondroitin, Calcium, Magnesium, Phosphat, Vitamin D, diverse Spurenelemente - Antioxidantien: Vitamin E, Vitamin C, Provitamin A, Spurenelemente, N-Acetylcystein (NAC), Glutathionmodulatoren (NAC, Molkenprotein), Taurin, Melatonin, Coenzym Q10, Oestrogen, L-Carnitin, Kreatin-Monohydrat, Alpha-Liponsäure
Optimierung Energiewechsel	<ul style="list-style-type: none"> - Kreatin-Monohydrat, Fettdiäten, Aspartat, Pyruvat, MCT, Adenosintriphosphat (ATP)-Präparate, Di-/Trimethylglyzin, Inosin, Nicotinat, Ribose, Laktat, Polylaktat - Catecholaminmodulatoren: Koffein und andere Methylxanthine, Capsaicin, Tyrosin, Phenylalanin, Yohimbin
Optimierung des Anteils an Körperfett	Koffein, L-Carnitin, Pyruvat, CLA, HMB, Kreatin-Monohydrat, MCT, Yohimbin, Guggelsteron
Modulatoren Neurotransmitterstoffwechsel	Tryptophan, Tyrosin, Cholin, Lecithin, Phytopharmaka (Johanniskraut, Kava), Taurin, neurotrope Vitamine (B1, B6, B12), Glutamin, Phenylalanin

Tabelle 2: Diskutierte Anwendungsbereiche von einigen Supplementen im Sport

Supplement	Klassifizierung	Referenzen	Supplement	Klassifizierung	Referenzen
Kohlenhydratgetränke	A	(3-7)	Carnosin	E	(9)
Natrium-Bikarbonat	A/B/F	(8-12)	Chrompicolinat	E	(9;22;64;65)
Natrium-Citrat	A/B/F	(11;12)	Cranberry	E	(9;66)
Koffein	A/D/F	(6;9;13-17)	Dimethylglycin (= Pangamsäure)	E	(6;46)
Glyzerin	A/F	(6;9;18-20)	Feverfew	E	(9;67)
β-Hydroxy-β-Methyl- butyrat (HMB)	B	(3;6;9;21-27)	Gamma-Oryzanol	E	(9)
Kreatin-Monohydrat	B	(9;22;23;28-35)	Glukosamin und Chondroitin	E	(5;9;68)
Regenerationssupplemente	B	(5;36)	Glycin	E	(46)
Alpha-Liponsäure	C	(9;37;38)	Melatonin	E	(9;69)
Antioxidantien	C	(9)	Octacosanol	E	(22;46)
Arginin	C	(3;9;39;40)	Pyruvat	E	(6;9;44;70)
Cholin	C	(9)	Ribonukleinsäure (RNA) und Desoxyribonukleinsäure (DNA)	E	(71)
Coenzym Q10	C	(6;9;38;41)	Sägepalme	E	(9;72)
Colostrum	C	(9;42;43)	Succinat	E	(46)
Ketosäuren (Alpha-KG, OKG, KIC)	C	(9;43)	Taurin	E	(9)
konjugierte Linolsäure (CLA)	C	(9;22;44)	Tribulus terrestris	E	(9;22;73)
Lecithin	C	(9)	Bienenpollen	E/F	(46;74)
L-Glutamin	C	(3;5;9;43;45)	Calcium	E/F	(9;75)
Molkenprotein (Whey Protein)	C	(3;9;43)	Dichloracetat	E/F	(76)
Ornithin	C	(46)	Echinacea	E/F	(77)
Phosphat	C	(6)	Fettsäuren (essenzielle)	E/F	(38)
Phosphatidylserin	C	(9)	Gamma-Hydroxybutyrat (GHB)	E/F	(9)
Ribose	C	(5;9)	Ginkgo biloba	E/F	(9;78)
verzweigt-kettige Amino- säuren (BCAA) und Leucin	C	(6;9;43;47)	Ginseng sibirisch	E/F	(51)
Eisen	C/F	(9;48;49)	Inosin	E/F	(9;46)
Ginseng panax	C/F	(6;9;50;51)	Johanniskraut	E/F	(79)
Magnesium	C/F	(9;52)	Kava	E/F	(9;80)
mittelkettige Fettsäuren (MCT)	C/F	(6;9)	Laktat, Polylaktat	E/F	(6)
N-Acetylcystein (NAC)	C/F	(9)	Nicotinat	E/F	(9;55;81)
Protein	C/F	(53)	Pantothensäure	E/F	(55;82)
Vitamin C	C/F	(3;9;38;54-56)	Spurenelemente	E/F	(83)
Vitamin E	C/F	(3;38;55;57;58)	Süßholz	E/F	(84)
Androstendion, -diol	D/F	(9;59)	Tryptophan	E/F	(9;46)
Dehydroepiandrosteron (DHEA)	D/F	(9;60)	Tyrosin	E/F	(85)
Ephedra	D/F	(9;44;51;61)	Vanadium	E/F	(9;22)
Norandrostendion, -diol	D/F	(62;63)	Vitamin A, Carotinoide	E/F	(3;55;86)
Aspartat	E	(46)	Vitamin B12	E/F	(55;87)
Carnitin	E	(6;9;44)	Vitamin B-Komplex	E/F	(83;88)
			Vitamin D	E/F	(89)
			Yohimbin	E/F	(9;51;90)
			Zink	E/F	(3;91;92)

Supplementeinteilungskriterien:

- A = Aufgrund verschiedener, an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
- B = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
- C = Aufgrund bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) oder indirekte (zeitlich verzögerte) positive Leistungsbeeinflussung zwar möglich, wird aber zurzeit kontrovers diskutiert.
- D = Diese Substanz steht auf der Dopingliste.
- E = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung weder eine direkte (schnell eintretende) noch indirekte (zeitlich verzögerte) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
- F = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen.

Tabelle 3: Klassifizierung einiger häufig diskutierten Supplemente nach verschiedenen Einteilungskriterien

finden sich auch Supplemente wie Bienenpollen, Eisen, sibirischer Ginseng, Johanniskraut, Nicotinat, Vitamin C, Vitamin E, Magnesium, Zink usw., bei denen bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen sind. Nicht zuletzt aus diesem Grund erachte ich es als sinnvoll, falls Supplemente leistungsorientierten Aktiven abgegeben werden, diese durch eine Fachperson in Absprache mit der/m diese Person betreuenden Ärztin/Arzt kontrolliert zu verabreichen. In den folgenden Ausführun-

gen wird der Schwerpunkt auf die A- und B-Supplemente mit dem grössten direkt und indirekt positiv leistungsbeeinflussenden Potenzial gelegt.

Portraits einiger Supplemente

Nach Möglichkeit auf der Basis fundierter Reviews und Metaanalysen aufbauend, bei Bedarf ergänzt durch neue Studien, werden

am Bundesamt für Sport (BASPO) durch N. Mahler, Dr. M. Kamber und C. Mannhart von den in *Tabelle 3* aufgeführten Supplementen Portraits erstellt und unter www.dopinginfo.ch fortlaufend aufgeschaltet. Einige dieser Portraits sollen in diesem Artikel vorgestellt werden (siehe Seiten 66–77). Dabei wird auf folgende Supplemente näher eingegangen: Kohlenhydratgetränke, Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat, Koffein, Glycerin, HMB, Kreatin-Monohydrat, Regenerationssupplemente und Protein. Die Portraits sind alle nach dem gleichen Muster aufgebaut und nehmen Bezug auf den Namen, die Klassifizierung, die allgemeine Beschreibung, den Metabolismus, die Funktion, Wirkung und Leistung und weisen auf mögliche Nebenwirkungen, die Anwendung und Dosierung hin und zitieren abschliessend die Referenzen. Dieser umfassende Aufbau wurde bewusst gewählt, da neben der Anwendung und Dosierung auch weitere Aspekte in die Überlegungen, ob ein Supplement eingesetzt werden soll oder nicht, einbezogen werden sollten.

Grundsätze der Supplementation

Meiner Ansicht nach wäre es sinnvoll, wenn Fachpersonen, die leistungsorientierte Personen im Sport beraten, grundsätzliche Überlegungen im Umgang mit Supplementen anstellen. In diese Überlegungen müssten Aspekte wie die langfristige Gesundheit der betreuten Athletin oder des betreuten Athleten, die Ethik, das Nebenwirkungspotenzial und mögliche Verunreinigungen der Supplemente mit Dopingsubstanzen miteinbezogen werden (*Tab. 4*). Allerdings darf, wie eingangs erwähnt, nicht vergessen werden, dass im leistungsorientierten Sport die körperliche Leistungsfähigkeit weder allein von Supplementen noch allein von der Basisernährung abhängig ist ...

1. Supplemente entsprechen nur einem Mosaiksteinchen im Gesamtmosaik der körperlichen Leistungsfähigkeit und werden erst appliziert, wenn von einer vernünftigen Basisernährung, einem hohen Trainingsumfang und Leistungsvermögen ausgegangen werden kann oder labordiagnostisch ein Mangel diagnostiziert wurde.
2. Als Supplemente werden keine Substanzen verwendet, die bereits auf der Dopingliste stehen, aber auch keine verwandten Substanzen, die beispielsweise nicht nachgewiesen werden können (weitere Infos unter www.dopinginfo.ch).
3. Die langfristige Gesundheit der Athletin/des Athleten steht im Mittelpunkt der Supplementberatungen durch Fachpersonen. Der Nutzen möglicher Supplemente soll wissenschaftlich fundiert belegt sein und die potenziellen Nebenwirkungen überwiegen.
4. Die Athletin/der Athlet wird bezüglich Supplemente durch Fachpersonen objektiv und auf die individuellen Bedürfnisse abgestimmt informiert. Mögliche leistungsbeeinflussende positive Effekte und mögliche Nebenwirkungen sowie ethische Aspekte (z.B. Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat, Koffein, Glycerin, Natrium-Bikarbonat und Kreatin-Monohydrat) sollen angesprochen werden. Die genaue Anwendung und Dosierung des Supplements wird mit dem betreuenden Umfeld besprochen (z.B. Arzt/Ärztin), schriftlich festgehalten und erfolgt unter Kontrolle.
5. Einige Supplemente können auch mit Dopingsubstanzen verunreinigt sein. Um dieses Verunreinigungsrisiko zu minimieren, soll bei der Auswahl von Nahrungsergänzungsprodukten in der Schweiz darauf geachtet werden, dass diese von einem Hersteller stammen, der keine verbotenen Substanzen im Sortiment führt und die Produkte vom BAG (siehe BAG-Nummern auf der Verkaufsverpackung) zugelassen sind.

Tabelle 4: Grundsätze der Supplementation

Korrespondenzadresse:

Christof Mannhart, dipl. Ing. ETH, Bundesamt für Sport, Sportwissenschaftliches Institut, CH-2532 Magglingen
christof.mannhart@bluewin.ch

Literaturverzeichnis

- 1 *Colombani P.C., Mannhart C.*: Energie- und Nährstoffaufnahme im Schweizer Spitzensport – eine erste Bestandsaufnahme zu Beginn des zweiten Jahrtausends. *Schweiz. Z. Med. Traumat.* 51: 7–15, 2003.
- 2 *Burke L.*: Preparation for competition. In: Burke L. and Deakin V. (Hrsg.) *Clinical sports nutrition*. 342. 2000. Australia, McGraw-Hill Book Company.
- 3 *Kohut M.*: Immune system modulators. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 179–98. 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 4 *Ma J., Betts N.*: Hydration. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 209–27. 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 5 *Earnest C., Rudolph C.*: Recovery. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 238–59. 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 6 *Van Gammaren D.*: Endurance performance. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 279–300. 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 7 *Coombes J.S., Hamilton K.L.*: The effectiveness of commercially available sports drinks. *Sports Med.* 29: 181–209, 2000.
- 8 *Williams M.H.*: Sodium bicarbonate. In: *Sport dietary supplements update*. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=30>.
- 9 *Supplements A–Z.* In: *Supplement watch*. Zugriff am 5. Mai 2002 unter <http://www.supplementwatch.com>.
- 10 *Matson L.G., Tran Z.V.*: Effects of sodium bicarbonate ingestion on anaerobic performance: a meta-analytic review. *Int. J. Sport Nutr.* 3: 2–28, 1993.
- 11 *McNaughton L.R.*: Bicarbonate and citrate. In: Maughan R.J. (Hrsg.) *Nutrition in sport*, 393ff. 2000. Oxford, Blackwell Science.
- 12 *Horswill C.A.*: Effects of bicarbonate, citrate, and phosphate loading on performance. *Int. J. Sport Nutr.* 5 Suppl.: S111–9, 1995.
- 13 *Leutholtz B.*: Caffeine. In: *Sport dietary supplements update*. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=14>.
- 14 *Graham T.E.*: Caffeine and exercise: metabolism, endurance and performance. *Sports Med.* 31: 785–807, 2001.
- 15 *Tarnopolsky M.A.*: Caffeine and endurance performance. *Sports Med.* 18: 109–25, 1994.
- 16 *Spriet L.L., Howlett R.A.*: Caffeine. In: Maughan R.J. (Hrsg.) *Nutrition in sport*, 379ff. 2000. Oxford, Blackwell Science.
- 17 *Nehlig A., Debry, G.*: Caffeine and sports activity: a review. *Int. J. Sports Med.* 15: 215–23, 1994.
- 18 *Inclendon T.*: Regulation of cell size via hydration status. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 228–37, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 19 *Roberts R.A., Griffin S.E.*: Glycerol. *Biochemistry, pharmacokinetics and clinical and practical applications*. *Sports Med.* 26: 145–67, 1998.
- 20 *Wagner D.R.*: Hyperhydrating with glycerol: implications for athletic performance. *J. Am. Diet. Assoc.* 99: 207–12, 1999.
- 21 *Leutholtz B.*: HMB. In: *Sport dietary supplements update*. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=11>.
- 22 *Earnest C., Street C.*: Skeletal muscle mass, strength and speed. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 43–83, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 23 *Nissen S.L., Sharp R.L.*: Effect of dietary supplements on lean mass and strength gains with resistance exercise: A meta-analysis. *J. Appl. Physiol.* 2003, in Druck.
- 24 *Slater G.J., Jenkins D.*: Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation and the promotion of muscle growth and strength. *Sports Med.* 30: 105–16, 2000.
- 25 *Nissen S.L., Abumrad N.N.*: Nutritional role of the leucine metabolite beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB). *J. Nutr. Biochem.* 8: 300–11, 1997.

- 26 Kreider R.B., Ferreira M., Wilson M., Almada A.L.: Effects of calcium beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation during resistance-training on markers of catabolism, body composition and strength. *Int. J. Sports Med.* 20: 503–9, 1999.
- 27 Nissen S., Sharp R.L., Panton L., Vukovich M., Trappe S., Fuller J.C. Jr.: Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate (HMB) supplementation in humans is safe and may decrease cardiovascular risk factors. *J. Nutr.* 130: 1937–45, 2000.
- 28 Branch J.D.: Creatine monohydrate. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=3>.
- 29 Mesa J.L., Ruiz J.R., Gonzalez-Gross M.M., Gutierrez Sainz A., Castillo Garzon M.J.: Oral creatine supplementation and skeletal muscle metabolism in physical exercise. *Sports Med.* 32: 903–44, 2002.
- 30 Demant T.W., Rhodes E.C.: Effects of creatine supplementation on exercise performance. *Sports Med.* 28: 49–60, 1999.
- 31 Terjung R.L., Clarkson P., Eichner E.R., Greenhaff P.L., Hespel P.J., Israel R.G., Kraemer W.J., Meyer R.A., Spriet L.L., Tarnopolsky M.A., Wagenmakers A.J., Williams M.H.: American College of Sports Medicine roundtable. The physiological and health effects of oral creatine supplementation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 706–17, 2000.
- 32 Poortmans J.R., Francaux M.: Adverse effects of creatine supplementation: fact or fiction? *Sports Med.* 30: 155–70, 2000.
- 33 Juhn M.S., Tarnopolsky M.: Oral creatine supplementation and athletic performance: a critical review. *Clin. J. Sport Med.* 8: 286–97, 1998.
- 34 Mujika I., Padilla S.: Creatine supplementation as an ergogenic aid for sports performance in highly trained athletes: a critical review. *Int. J. Sports Med.* 18: 491–6, 1997.
- 35 Greenhaff P.L.: Creatine and its application as an ergogenic aid. *Int. J. Sport Nutr.* 5 Suppl.: S100–10, 1995.
- 36 Lemon P.: Protein requirements of strength athletes. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.). *Sports supplements*, 301–15, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 37 Powers S.: Alpha-lipoic acid. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=26>.
- 38 Lowery L., Berardi J.M., Ziegenfuss T.: Antioxidants. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.). *Sports supplements*, 260–78, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 39 Colombani P.: Arginine. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=17>.
- 40 Antonio J., Chromiak J., Street C.: Androgens and GH releasers. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.). *Sports supplements*, 160–78, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 41 Bonetti A., Soresi P.: Coenzyme Q10. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=35>.
- 42 Mero A.: Bovine colostrum. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=31>.
- 43 Inledon T., Antonio J.: The anticatabolics. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.). *Sports supplements*, 111–136, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 44 Vukovich M.: Fat reduction. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.). *Sports supplements*, 84–110, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 45 Gleeson M.: L-Glutamine. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=18>.
- 46 Bucci L.R.: Nutrients as ergogenic aids for sports and exercise. Boca Raton, CRC Press, 1993.
- 47 Mero A.: Leucine. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=21>.
- 48 Newhouse I.: Iron. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=28>.
- 49 Tobin B.W., Beard J.: Iron. In: Wolinsky, I. and Driskell, J. A. (Hrsg.) *Sports nutrition: vitamins and trace elements*, 137–56, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 50 Bahrke M.S.: Ginseng. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=1>.
- 51 Bucci L.R.: Selected herbals and human exercise performance. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 624S–36S, 2000.
- 52 Newhouse I.: Magnesium (Mg). In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=24>.
- 53 Walberg Rankin J.: Protein. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=22>.
- 54 Powers S.: Vitamin C. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=27>.
- 55 Kalman D.: Vitamins: are athletes' needs different than the needs of sedentary people. In: Antonio J., Stout J.R. (Hrsg.) *Sports supplements*, 137–59, 2001. Philadelphia/Baltimore, Lippincott Williams & Wilkins.
- 56 Keith R.E.: Ascorbic acid. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) *Sports nutrition: vitamins and trace elements*, 29–46, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 57 Powers S.: Vitamin E. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=23>.
- 58 Meydani M., Fielding R.A., Fotouhi N.: Vitamin E. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.). *Sports nutrition: vitamins and trace elements*, 119–36, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 59 Yesalis C.E.: Androstenedione. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=4>.
- 60 King D.S., Brown G.A.: DHEA. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=25>.
- 61 Leutholtz B.: Ephedra. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=8>.
- 62 Van Gammeren D., Falk D., Antonio J.: The effects of supplementation with 19-nor-4-androstene-3, 17-dione and 19-nor-4-androstene-3, 17-diol on body composition and athletic performance in previously weight-trained male athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* 84: 426–31, 2001.
- 63 Brown G.A., Martini E.R., Roberts B.S., Vukovich M.D., King D.S.: Acute hormonal response to sublingual androstenediol intake in young men. *J. Appl. Physiol.* 92: 142–6, 2002.
- 64 Leutholtz B.: Chromium picolinate. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=10>.
- 65 Anding J.D., Wolinsky I., Klimis-Tavantzis D.J.: Chromium. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) *Sports nutrition: vitamins and trace elements*, 189–94, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 66 Rotblatt M.D.: Cranberry. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=19>.
- 67 Rotblatt M.D.: Feverfew. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=20>.
- 68 Dunford M.: Glucosamine and chondroitin. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=37>.
- 69 Waterhouse J., Reilly T., Atkinson G.: Melatonin. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=34>.
- 70 Dyck D., Spriet L.: Pyruvate. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=33>.
- 71 Kulkarni A.D., Rudolph F.B., Van Buren C.T.: The role of dietary sources of nucleotides in immune function: a review. *J. Nutr.* 124: 1442S–1446S, 1994.
- 72 Leutholtz B.: Saw palmetto. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=9>.
- 73 Antonio J.: Tribulus terrestris. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=29>.
- 74 Leutholtz B.: Bee Pollen. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=2>.
- 75 Dunford M.: Calcium. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=36>.

- 76 *Constantin-Teodosiu D., Simpson E.J., Greenhaff P.L.*: The importance of pyruvate availability to PDC activation and anaplerosis in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 276: E472–8, 1999.
- 77 *Leutholtz B.*: Echinacea. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=15>.
- 78 *Leutholtz B.*: Ginkgo biloba. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=13>.
- 79 *Cupp M.J.*: St. John's wort. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=12>.
- 80 *Cupp M.J.*: Kava. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=5>.
- 81 *Lewis R.D.*: Riboflavin and niacin. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.). Sports nutrition: vitamins and trace elements, 57–74, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 82 *Thomas E.A.*: Pantothenic acid and biotin. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) Sports nutrition: vitamins and trace elements, 97–100, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 83 *Driskell J.A., Wolinsky I.*: Summary – Vitamins and trace elements in sports nutrition. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) Sports nutrition: vitamins and trace elements, 221–6, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 84 *Olukoga A.*: Liquorice. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=32>.
- 85 *Banderet L.E., Lieberman H.R.*: Treatment with tyrosine, a neurotransmitter precursor, reduces environmental stress in humans. *Brain Res. Bull.* 22: 759–62, 1989.
- 86 *Stacewicz-Sapuntzakis M.*: Vitamin A and carotenoids. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.). Sports nutrition: vitamins and trace elements, 101–10, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 87 *McMartin K.*: Folate and vitamin B12. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) Sports nutrition: vitamins and trace elements, 85–96, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 88 *Dunford M.*: B-complex vitamins. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=39>.
- 89 *Lewis N.M., Frederick A.M.*: Vitamin D and K. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.) Sports nutrition: vitamins and trace elements, 111–8, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 90 *Leutholtz B.*: Yohimbine. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=16>.
- 91 *Sarubin A.*: Zinc. In: Sport dietary supplements update. Zugriff am 12. April 2002 unter <http://www.esportmed.com/sdsu/content/veiwnotes.cfm?sid=38>.
- 92 *Lukaski H.C.*: Zinc. In: Wolinsky I., Driskell J.A. (Hrsg.). Sports nutrition: vitamins and trace elements, 157–74, 1997. Boca Raton, CRC Press.
- 93 *Murray R., Stofan J.*: Formulating carbohydrate-electrolyte drinks for optimal efficacy. In: Maughan R.J., Murray R. (Hrsg.). Sports drinks: basic science and practical aspects, 197ff, 2001. Boca Raton, CRC Press.
- 94 *Maughan R.J.*: Physiological responses to fluid intake during exercise. In: Maughan R.J., Murray R. (Hrsg.) Sports drinks: basic science and practical aspects, 129ff, 2001. Boca Raton, CRC Press.
- 95 *Aragon-Vargas L.F.*: Metabolic and performance responses to carbohydrate intake. In: Maughan R.J., Murray R. (Hrsg.) Sports drinks: basic science and practical aspects, 153ff, 2001. Boca Raton, CRC Press.
- 96 *Horswill C.A.*: Other ingredients: role in the nutrition of athletes. In: Maughan R.J. and Murray R. (Hrsg.). Sports drinks: basic science and practical aspects, 225ff, 2001. Boca Raton, CRC Press.
- 97 *Convertino V.A., Armstrong L.E., Coyle E.F., Mack G.W., Sawka M.N., Senay L.C. Jr., Sherman W.M.*: American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med. Sci. Sports Exerc.* 28: i-vii, 1996.
- 98 *Löffler G., Petrides P.E.*: Biochemie und Pathobiochemie. 7. Auflage, 961ff, 2003. Berlin, Springer-Verlag.
- 99 *Parkhouse W.S., McKenzie D.C.*: Possible contribution of skeletal muscle buffers to enhanced anaerobic performance: a brief review. *Med. Sci. Sports Exerc.* 16: 328–38, 1984.
- 100 *McNaughton L., Backx K., Palmer G., Strange N.*: Effects of chronic bicarbonate ingestion on the performance of high-intensity work. *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.* 80: 333–6, 1999.
- 101 *Mc Naughton L., Thompson D.*: Acute versus chronic sodium bicarbonate ingestion and anaerobic work and power output. *J. Sports Med. Phys. Fitness* 41: 456–62, 2001.
- 102 *Graham T.E., Hibbert E., Sathasivam P.*: Metabolic and exercise endurance effects of coffee and caffeine ingestion. *J. Appl. Physiol.* 85: 883–9, 1998.
- 103 *Burke L., Desbrow B., Minehan M.*: Dietary supplements and nutritional ergogenic aids in sport. In: Burke L. and Deakin V. (Hrsg.). Clinical sports nutrition, 342. 2000. Australia, McGraw-Hill Book Company.
- 104 *Cox G.R., Desbrow B., Montgomery P.G., Anderson M.E., Bruce C.R., Macrides T.A., Martin D.T., Moquin A., Roberts A., Hawley J.A., Burke L.M.*: Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. *J. Appl. Physiol.* 93: 990–9, 2002.
- 105 *Gallagher P.M., Carrithers J.A., Godard M.P., Schulze K.E., Trappe S.W.*: Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ingestion, Part I: effects on strength and fat free mass. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 2109–15, 2000.
- 106 *Gallagher P.M., Carrithers J.A., Godard M.P., Schulze K.E., Trappe S.W.*: Beta-hydroxy-beta-methylbutyrate ingestion, part II: effects on hematology, hepatic and renal function. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 2116–9, 2000.
- 107 *Williams M.H., Kreider R.B., Branch J.D.*: Creatine the power supplement. Champaign, Human Kinetics. 1999.
- 108 *Ivy J.L.*: Glycogen resynthesis after exercise: effect of carbohydrate intake. *Int. J. Sports Med.* 19 Suppl. 2: S142–5, 1998.
- 109 *Price T.B., Rothman D.L., Taylor R., Avison M.J., Shulman G.I., Shulman R.G.*: Human muscle glycogen resynthesis after exercise: insulin-dependent and -independent phases. *J. Appl. Physiol.* 76: 104–11, 1994.
- 110 *Van Den Bergh A.J., Houtman S., Heerschap A., Rehrer N.J., Van Den Boogert H.J., Oeseburg B., Hopman M.T.*: Muscle glycogen recovery after exercise during glucose and fructose intake monitored by ¹³C-NMR. *J. Appl. Physiol.* 81: 1495–500, 1996.
- 111 *Bowtell J.L., Gelly K., Jackman M.L., Patel A., Simeoni M., Rennie M.J.*: Effect of different carbohydrate drinks on whole body carbohydrate storage after exhaustive exercise. *J. Appl. Physiol.* 88: 1529–36, 2000.
- 112 *Piehl Aulin K., Soderlund K., Hultman E.*: Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses. *Eur. J. Appl. Physiol.* 81: 346–51, 2000.
- 113 *Zawadzki K.M., Yaspelkis 3rd B.B., Ivy J.L.*: Carbohydrate-protein complex increases the rate of muscle glycogen storage after exercise. *J. Appl. Physiol.* 72: 1854–9, 1992.
- 114 *Tarnopolsky M.A., Bosman M., Macdonald J.R., Vandeputte D., Martin J., Roy B.D.*: Postexercise protein-carbohydrate and carbohydrate supplements increase muscle glycogen in men and women. *J. Appl. Physiol.* 83: 1877–83, 1997.
- 115 *Roy B.D., Tarnopolsky M.A.*: Influence of differing macronutrient intakes on muscle glycogen resynthesis after resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 84: 890–6, 1998.
- 116 *van Hall G., Shirreffs S.M., Calbet J.A.*: Muscle glycogen resynthesis during recovery from cycle exercise: no effect of additional protein ingestion. *J. Appl. Physiol.* 88: 1631–6, 2000.
- 117 *Carrithers J.A., Williamson D.L., Gallagher P.M., Godard M.P., Schulze K.E., Trappe S.W.*: Effects of postexercise carbohydrate-protein feedings on muscle glycogen restoration. *J. Appl. Physiol.* 88: 1976–82, 2000.
- 118 *Jentjens R.L., van Loon L.J., Mann C.H., Wagenmakers A.J., Jeukendrup A.E.*: Addition of protein and amino acids to carbohydrates does not enhance postexercise muscle glycogen synthesis. *J. Appl. Physiol.* 91: 839–46, 2001.
- 119 *Varnier M., Leese G.P., Thompson J., Rennie M.J.*: Stimulatory effect of glutamine on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am. J. Physiol.* 269: E309–15, 1995.
- 120 *Nelson A.G., Arnall D.A., Kokkonen J., Day R., Evans J.*: Muscle glycogen supercompensation is enhanced by prior creatine supplementation. *Med. Sci. Sports Exerc.* 33: 1096–100, 2001.
- 121 *Watt M.J., Heigenhauser G.J., Spriet L.L.*: Intramuscular triacylglycerol utilization in human skeletal muscle during exercise: is there a controversy? *J. Appl. Physiol.* 93: 1185–95, 2002.

- 122 Decombaz J., Fleith M., Hoppeler H., Kreis R., Boesch C.: Effect of diet on the replenishment of intramyocellular lipids after exercise. *Eur. J. Nutr.* 39: 244–7, 2000.
- 123 Grill V., Qvigstad E.: Fatty acids and insulin secretion. *Br. J. Nutr.* 83 Suppl. 1: S79–84, 2000.
- 124 Burke L.M., Collier G.R., Beasley S.K., Davis P.G., Fricker P.A., Heeley P., Walder K., Hargreaves M.: Effect of coingestion of fat and protein with carbohydrate feedings on muscle glycogen storage. *J. Appl. Physiol.* 78: 2187–92, 1995.
- 125 Bussau V.A., Fairchild T.J., Rao A., Steele P., Fournier P.A.: Carbohydrate loading in human muscle: an improved 1 day protocol. *Eur. J. Appl. Physiol.* 87: 290–5, 2002.
- 126 Fairchild T.J., Fletcher S., Steele P., Goodman C., Dawson B., Fournier P.A.: Rapid carbohydrate loading after a short bout of near maximal-intensity exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 980–6, 2002.
- 127 Kimball S.R., Farrell P.A., Jefferson L.S.: Invited Review: Role of insulin in translational control of protein synthesis in skeletal muscle by amino acids or exercise. *J. Appl. Physiol.* 93: 1168–80, 2002.
- 128 Chandler R.M., Byrne H.K., Patterson J.G., Ivy J.L.: Dietary supplements affect the anabolic hormones after weight-training exercise. *J. Appl. Physiol.* 76: 839–45, 1994.
- 129 Bloomer R.J., Sforzo G.A., Keller B.A.: Effects of meal form and composition on plasma testosterone, cortisol, and insulin following resistance exercise. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 10: 415–24, 2000.
- 130 Williams A.G., Ismail A.N., Sharma A., Jones D.A.: Effects of resistance exercise volume and nutritional supplementation on anabolic and catabolic hormones. *Eur. J. Appl. Physiol.* 86: 315–21, 2002.
- 131 van Loon L.J., Saris W.H., Verhagen H., Wagenmakers A.J.: Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am. J. Clin. Nutr.* 72: 96–105, 2000.
- 132 Calbet J.A., MacLean D.A.: Plasma glucagon and insulin responses depend on the rate of appearance of amino acids after ingestion of different protein solutions in humans. *J. Nutr.* 132: 2174–82, 2002.
- 133 Roy B.D., Tarnopolsky M.A., MacDougall J.D., Fowles J., Yarasheski K.E.: Effect of glucose supplement timing on protein metabolism after resistance training. *J. Appl. Physiol.* 82: 1882–8, 1997.
- 134 Roy B.D., Fowles J.R., Hill R., Tarnopolsky M.A.: Macronutrient intake and whole body protein metabolism following resistance exercise. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 1412–8, 2000.
- 135 Rasmussen B.B., Tipton K.D., Miller S.L., Wolf S.E., Wolfe R.R.: An oral essential amino acid-carbohydrate supplement enhances muscle protein anabolism after resistance exercise. *J. Appl. Physiol.* 88: 386–92, 2000.
- 136 Levenhagen D.K., Carr C., Carlson M.G., Maron D.J., Borel M.J., Flakoll P.J.: Postexercise protein intake enhances whole-body and leg protein accretion in humans. *Med. Sci. Sports Exerc.* 34: 828–37, 2002.
- 137 Tipton K.D., Rasmussen B.B., Miller S.L., Wolf S.E., Owens-Stovall S.K., Petrini B.E., Wolfe R.R.: Timing of amino acid-carbohydrate ingestion alters anabolic response of muscle to resistance exercise. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 281: E197–206, 2001.
- 138 Niles E.S., Lachowetz T., Garfi J., Sullivan W., Smith J.C., Leyh B.P., Headley S.A.: Carbohydrate-protein drink improves time to exhaustion after recovery from endurance exercise. *JEP online* 4: 45–52, 2001.
- 139 Roy B.D., Luttmer K., Bosman M.J., Tarnopolsky M.A.: The influence of post-exercise macronutrient intake on energy balance and protein metabolism in active females participating in endurance training. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 12: 172–88, 2002.
- 140 Williams A.G., van den Oord M., Sharma A., Jones D.A.: Is glucose/amino acid supplementation after exercise an aid to strength training? *Br. J. Sports Med.* 35: 109–13, 2001.
- 141 Tipton K.D., Wolfe R.R.: Exercise, protein metabolism, and muscle growth. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 11: 109–32, 2001.
- 142 *Joint Position Statement: nutrition and athletic performance.* American College of Sports Medicine, American Dietetic Association, and Dietitians of Canada. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32: 2130–45, 2000.
- 143 Wolfe R.R.: Regulation of muscle protein by amino acids. *J. Nutr.* 132: 3219S–24S, 2002.
- 144 Dangin M., Boirie Y., Guillet C., Beaufrere B.: Influence of the protein digestion rate on protein turnover in young and elderly subjects. *J. Nutr.* 132: 3228S–33S, 2002.
- 145 Rennie M.J., Bohe J., Wolfe R.R.: Latency, duration and dose response relationships of amino acid effects on human muscle protein synthesis. *J. Nutr.* 132: 3225S–7S, 2002.

Supplement-Portrait 1: Kohlenhydratgetränke	
Name, Synonym	Kohlenhydratgetränke und Kohlenhydratgels
Klassifizierung	A = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
Allgemeine Beschreibung	Seit den 60er-Jahren wurden Getränke für den Einsatz vor, während und nach Belastungen entwickelt und als Kohlenhydratgetränke, Kohlenhydrat-Elektrolyt-Getränke oder isotonische Getränke bezeichnet. Diese Getränke sind neben Wasser oft aus verschiedenen Kohlenhydratarten wie Traubenzucker, Fruchtzucker, Zucker und Maltodextrin in Konzentrationen zwischen 60 und 90 Gramm Kohlenhydraten pro Liter Getränk zusammengesetzt. Im Vergleich zu Kohlenhydratgetränken weisen kohlenstoffhaltige Süssgetränke wie beispielsweise Cola, Fanta oder Rivella Kohlenhydratgehalte zwischen 100 und 130 Gramm pro Liter auf, während Fruchtsäfte zwischen 110 und 160 Gramm Kohlenhydrate pro Liter enthalten. In den häufig auf Fruchtaromen aufbauenden Kohlenhydratgetränken befinden sich meistens auch kleinere Mengen an Mineralstoffen (Elektrolyten) wie beispielsweise Natrium, Kalium, Chlorid und Phosphat neben anderen Inhaltsstoffen (z.B. mittelkettige Fettsäuren (MCT), verzweigtkettige Aminosäuren (BCAA), Taurin usw.). Aus Praktikabilitätsgründen wurden im Verlauf der letzten Jahre auch konzentrierte Kohlenhydratlösungen in Form von Gels entwickelt, die neben verschiedenen Kohlenhydraten oft auch weitere Ingredienzien wie beispielsweise MCT, Koffein, Vitamine und in geringem Umfang auch Elektrolyte enthalten.
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	<p>Während länger dauernder, intensiver Belastungen gehen dem Körper in Abhängigkeit verschiedener äusserer Faktoren (z.B. Temperatur, Feuchtigkeit, Wind) grosse Mengen an Flüssigkeit verloren. Oft gelingt es nicht, über die gezielte Flüssigkeitszufuhr die entstehenden Flüssigkeitsverluste auszugleichen (Dehydratation), was über Störungen verschiedener Stoffwechselfunktionen zu Flüssigkeitsverlust bedingten Leistungsminderungen führen kann. Neben diesen dehydratationsbedingten Leistungsreduktionen wird bei mehrstündigen Belastungen mit nicht ausreichender Nahrungszufuhr oft auch ein Absinken des Blutzuckerspiegels beobachtet, der bei starkem Abfall zu Symptomen wie beispielsweise Schwindel, Übelkeit, kalter Schweiß, Sehstörungen und stark reduzierter Konzentrations- und Leistungsfähigkeit führen kann. Sind die Dehydratation und stark sinkende Blutzuckerwerte als leistungslimitierende Faktoren etabliert, scheinen die mit dem Schweiß verlorenen Elektrolyte (z.B. Natrium) unter Normalbedingungen die Leistungsfähigkeit nicht direkt zu beeinflussen. Einzig bei Ultraausdauerbelastungen und Flüssigkeitszufuhren ausschliesslich mit Wasser, welche die Flüssigkeitsverluste bei weitem übersteigen, können die Leistung negativ beeinflussende, sogenannte Hyponatriämien beobachtet werden. In Kenntnis dieser physiologischen Grundlagen sind Kohlenhydratgetränke oft den folgenden Kriterien entsprechend konzipiert:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Förderung der freiwilligen Flüssigkeitsaufnahme (Geschmack, Farbe, Verpackung usw.) 2. Stimulation der schnellen Flüssigkeitsaufnahme (Energiegehalt, Kohlenhydratanteil, Elektrolyte) 3. Kohlenhydratbereitstellung für verbesserte Leistungsfähigkeit bei länger dauernden Leistungen 4. Verbesserung verschiedener Stoffwechselfunktionen (Blutzucker, Neurotransmitter, Immunsystem, Entzündungsstoffwechsel, Natriumstoffwechsel) 5. Schnellere Wiederauffüllung verlorener Flüssigkeit (Rehydratation) <p>Dem heutigen Kenntnisstand entsprechend scheint es sinnvoll, sich während der Belastung hauptsächlich auf die Flüssigkeits-, Kohlenhydrat- und Elektrolytzufuhr (v.a. Natrium) über Kohlenhydratgetränke und Kohlenhydratgels + Wasser zu konzentrieren. Alternativen Energiequellen wie beispielsweise BCAA, MCT und weiteren Inhaltsstoffen (z.B. Glutamin, Kreatin, L-Carnitin) können bei der Einnahme während der Aktivität keine leistungsfördernde Wirkung zugeschrieben werden. Aus Gründen der Praktikabilität wird während der Leistung oft auf Kohlenhydratlieferanten in Form von Kohlenhydratgels in Tuben oder Aufreissbeuteln zurückgegriffen. Die Kohlenhydratkonzentrate enthalten neben Kohlenhydraten oft auch in geringen Mengen Elektrolyte, Vitamine und weitere Inhaltsstoffe wie beispielsweise MCT und Koffein. Bei der Verwendung von Kohlenhydratgels während länger dauernder Belastungen ist unbedingt darauf zu achten, dass Gels (wie von den meisten Herstellern empfohlen) mit genügend Flüssigkeit kombiniert werden. Als Faustregel sollen pro Aufreissbeutelchen von etwa 30-40 Gramm Gel parallel etwa 3-4 Deziliter Wasser konsumiert werden. Kohlenhydratgetränke wie auch Kohlenhydratgels weisen direkt leistungsbeeinflussendes Potenzial auf und werden deshalb als A-Supplemente klassifiziert.</p>
Mögliche Nebenwirkungen	In Abhängigkeit verschiedener Faktoren (z.B. Konzentration, Inhaltsstoffe) werden Kohlenhydratgetränke und Kohlenhydratgels individuell sehr unterschiedlich vertragen (z.B. Magen-Darm-Probleme). Unter Einnahme kohlenhydrathaltiger Getränke und Gels vor, während und nach der Belastung scheint die Oxidation von Fetten reduziert zu sein.
Anwendung, Dosierung	Bezüglich länger dauernder Belastungen werden in Abhängigkeit verschiedener klimatischer Faktoren (z.B. Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wind) und der Leistungsintensität Flüssigkeitszufuhren von etwa 0,6–1,2 Liter pro Stunde empfohlen. Direkt vor Belastungen, bei welchen mit hohen Flüssigkeitsverlusten zu rechnen ist, kann kurz vor Belastungsbeginn prähydriert werden. Zusätzlich soll die Kohlenhydratzufuhr bei länger dauernden Belastungen etwa 30–60 Gramm pro Stunde betragen. Dies führt dazu, dass die Kohlenhydratkonzentration des Kohlenhydratgetränkes je nach klimatischen Verhältnissen, Flüssigkeitsverlust und Getränkeaufnahmevermögen stark variieren kann. Bei der Wiederauffüllung der während der Leistung verloren gegangenen Flüssigkeit sollte in den 6 Stunden nach Belastung pro Liter Schweißverlust ca. 1,5 Liter Flüssigkeit aufgenommen werden. In dieser Phase der sogenannten Rehydratation scheint eine ausreichende Zufuhr von Natrium (in Kochsalz enthalten) die Wiederauffüllung der Flüssigkeitsräume zu begünstigen. Neben dem Auffüllen verlorener Flüssigkeit und Elektrolyte werden durch die parallele Einnahme von schnell verfügbaren Kohlenhydraten und Eiweiss auch regenerative Prozesse im Kohlenhydrat- und Eiweissstoffwechsel verbessert. Die folgende Tabelle soll in Abhängigkeit der Leistungsintensität und Leistungsdauer Empfehlungen bezüglich Kohlenhydratgetränken und Kohlenhydratgels wiedergeben.

Supplement-Portrait 1: Kohlenhydratgetränke

(Fortsetzung)

Tabelle: Kennzahlen der Flüssigkeitsaufnahme direkt vor, während und nach Leistungen

Leistungsintensität	80–130 % VO ₂ max		60–90 % VO ₂ max		30–70 % VO ₂ max	
Leistungsdauer	< 1 h		≥ 1 h ≤ 3 h		> 3 h	
	Kohlenhydratgetränk	Kohlenhydratgel + Wasser	Kohlenhydratgetränk	Kohlenhydratgel + Wasser	Kohlenhydratgetränk	Kohlenhydratgel + Wasser
Prähydratation						
Kohlenhydratgehalt:	0 (Wasser) bis 40–80 g/L, vor hochintensiven Belastungen: bis > 100 g/L	–	0 (Wasser) bis 40–80 g/L	–	0 (Wasser) bis 40–80 g/L	–
Einnahmemenge:	300–500 mL	–	300–500 mL	–	300–500 mL	–
Einnahmezeitpunkt:	nach dem Einlaufen Minuten vor der Leistung	–	nach dem Einlaufen Minuten vor der Leistung	–	nach dem Einlaufen Minuten vor der Leistung	–
Hydratation						
Kohlenhydratgehalt:	0 (Wasser) bis 40–80 g/L	0 (Wasser) bis 60–75 g/100 g	40–80 g/L	60–75 g/100 g	40–80 g/L	60–75 g/100 g
Elektrolyte:	–	–	1–1,5 g Kochsalz/L	meist zu geringer Salzanteil	1–1,5 g Kochsalz/L	meist zu geringer Salzanteil
Einnahmemenge/h:	bis 500 mL	500 mL Wasser + ca. 50 g Gel	600–1200 mL	ca. 50–90 g Gel + 600–1200 mL Wasser	600–1200 mL	ca. 50–90 g Gel + 600–1200 mL Wasser
Einnahmezeitpunkt:	verteilt auf einzelne kleine Einnahmengen	schluckweise Gel kombiniert mit Wasser	verteilt auf einzelne kleine Einnahmengen	schluckweise Gel kombiniert mit Wasser	verteilt auf einzelne kleine Einnahmengen	schluckweise Gel kombiniert mit Wasser
Anmerkungen:	–	Gels enthalten oft weitere Inhaltsstoffe wie MCT, Koffein etc.	–	Gels enthalten oft weitere Inhaltsstoffe wie MCT, Koffein etc.	Die optimale Zusammensetzung von Hydratationsgetränken für Ultra-Ausdauerbelastungen ist noch nicht bekannt.	Gels enthalten oft weitere Inhaltsstoffe wie MCT, Koffein etc. Bei Ultra-Ausdauerbelastungen müsste zusätzlich Salz zugeführt werden.
Rehydratation, Regeneration						
Kohlenhydratgehalt:	–	–	20–100 g/L	60–75 g/100 g	–	–
Elektrolyte:	–	–	1,5 (–3) g Kochsalz/L	meist zu geringer Salzanteil	–	–
Einnahmemenge:	–	–	ca. 1,5 L pro L Schweißverlust innerhalb 6 h nach Belastungsende	sofort 1–1,5 g Gel pro kg Körpermasse + ca. 1,5 L Wasser pro L Schweißverlust innerhalb ca. 6 h nach Belastungsende	–	–
Anmerkungen:	–	–	Kohlenhydratgetränke und Kohlenhydratgels werden oft mit spezifischen Mahlzeiten und Regenerationsgetränken kombiniert.		–	–

Quellen

(7;93–97)

Supplement-Portrait 2: Natrium-Bikarbonat / Natrium-Citrat

Name, Synonym

Natrium-Bikarbonat (Natron, Backpulver), Natrium-Citrat

Klassifizierung

- A = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
- B = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
- F = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschließen.

Allgemeine Beschreibung

Chemisch gesehen zeigt der pH-Wert (ein Maß für die Konzentration an Wasserstoffionen) eine saure, neutrale oder basische Reaktion einer Lösung an. Auch Körperflüssigkeiten können als Lösungen interpretiert werden. So weist das Blut normalerweise beinahe einen neutralen pH um 7,4 und der Magensaft einen sauren pH von etwa 1,8 auf. Im Stoffwechsel beeinflusst der pH die Abbauaktivität von Enzymen, die Funktion der Reizleitung, die Bildung von Signalsubstanzen und auch das Zellvolumen. Damit die zahlreichen nebeneinander ablaufenden, enzymatischen Reaktionen in der Zelle koordiniert funktionieren, muss die Anzahl an positiv geladenen Teilchen (z.B. Wasserstoffionen H⁺) über Puffersysteme möglichst konstant gehalten werden. Während über Aminosäuren (z.B. Methionin), Phosphat und organische Säuren in der Nahrung sowie körperliche Aktivität beträchtliche Mengen an Säuren zugeführt respektive gebildet werden, existieren in und ausserhalb der Zellen spezifische

Supplement-Portrait 2: Natrium-Bikarbonat / Natrium-Citrat

(Fortsetzung)

Puffersysteme, welche diese Säuren neutralisieren. Während in den Zellen hauptsächlich Phosphat und Proteinpuffer (z.B. Carnosin, Anserin), weniger aber Bikarbonatpuffer von Bedeutung sind, helfen auch aktive Transportsysteme, die Säuren aus und die Basen in die Zelle zu transportieren. Ausserhalb der Zelle spielt vor allem das Kohlendioxid-Bikarbonat-Puffersystem und die Nicht-Bikarbonatpuffer wie die Proteinatpuffer (z.B. das Hämoglobin und Plasmaproteine) und Phosphatpuffer eine bedeutende Rolle. Die intra- und extrazellulären Puffersysteme arbeiten parallel und aufeinander abgestimmt. Wichtige Organe, die an der Regulation des Säure-Basen-Haushaltes beteiligt sind, sind die ins Bikarbonatsystem integrierte Lunge, die an der Säureausscheidung, der Bikarbonatwiederaufnahme und Ammoniakbildung massgeblich beteiligten Nieren und die hauptsächlich in der Harnstoffbiosynthese (gekoppelte Bikarbonat- und Ammonium-Ion-Elimination) involvierte Leber. Störungen im Säure-Basen-Haushalt entstehen oft durch eine veränderte Kohlendioxidatmung (respiratorische Azidosen, Alkalosen) oder bei Krankheiten oder im Sport auftretende Ungleichgewichtsreaktionen zwischen Säureproduktion und Säureverlust (= metabolische Azidose). Natrium-Bikarbonat wird in der Medizin neben der Anwendung als Puffersubstanz zur Neutralisation der Magensäure (Antazida), als reinigende und aufhellende Substanz bei der Zahnpflege und bei äusserlicher Anwendung zur Pflege von Wunden und Verbrennungen eingesetzt. Zusätzlich wird Natrium-Bikarbonat als Backpulver zur Teiglockerung bei der Herstellung von Backwaren verwendet. Je nach Herkunft weisen einzelne Mineralwasser beträchtliche Natrium-Bikarbonat-Gehalte auf.

Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung

Bei hochintensiven, anaeroben Belastungen kurzer Dauer wird vermutet, dass verschiedene Faktoren zur Ermüdung beitragen. Es sind dies die Abnahme energiereicher Phosphatverbindungen (Adenosintriphosphat (ATP), Adenosindiphosphat (ADP)), Reizleitungsstörungen im Bereich der Kontraktion/Relaxation, die Überhitzung, die Dehydratation, die beschränkte Sauerstoffverfügbarkeit sowie die Anhäufung von Stoffwechselzwischenprodukten wie Wasserstoffionen, Laktat und Ammoniak. Während unter moderater Belastung der Blut-pH sich um 7,4, der intrazelluläre pH sich um 7,05 bewegt, sinkt der pH-Wert bei kurzfristigen, hochintensiven, anaeroben Belastungsformen im Blut bis 6,8 und in der Zelle auf Werte bis 6,4. Weder die oben beschriebenen intra- noch extrazellulären Puffersysteme sind kurzfristig in der Lage, die bei diesen hochintensiven Belastungsformen eintretende Säureakkumulation zu verhindern. Diese Anhäufung von Säure soll einerseits Funktionsstörungen im Bereich der kontraktilen Elemente (Actin, Myosin) bewirken, und über reduzierte Enzymaktivitäten (z.B. Phosphofruktokinase (PFK)) die Energiebereitstellung und die Bildung energiereicher Phosphate (z.B. ATP) beeinträchtigen und somit die körperliche Leistungsfähigkeit reduzieren. Schon um 1930 kamen Forscher auf die Idee, den Säure-Basen-Haushalt über die Verabreichung von Puffersubstanzen in Form von Natrium-Bikarbonat zu beeinflussen. Natrium-Bikarbonat scheint dabei die Blutbikarbonatkonzentration direkt oder indirekt über die mit der Supplementation einhergehende erhöhte Natrium- und Chloridausscheidung zu erhöhen und damit die Pufferkapazität des Blutes zu verbessern. Die verbesserte Pufferkapazität des Blutes soll dabei zu einem erhöhten Wasserstoffionen- und Laktatabtransport aus dem Zellinnern führen, den intrazellulären pH stabilisieren (den Blut-pH senken) und damit die körperliche Leistungsfähigkeit verbessern. Auch die Anwendung von Natrium-Citrat soll über die verstärkte, Natrium induzierte Chloridausscheidung die Bikarbonatspiegel im Blut erhöhen und dem Natrium-Bikarbonat identisch die Leistungsfähigkeit verbessern. Theoretisch könnte allerdings die Citratsupplementation zu erhöhten intrazellulären Citratspiegeln führen und damit direkt die Aktivität von Enzymen (z.B. PFK) und die Bereitstellung von ATP reduzieren und damit die Leistungsfähigkeit reduzieren. Werden Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat bei hochintensiven anaeroben Belastungen von etwa 1 bis 10 Minuten in der Praxis eingesetzt, können zumindest unter Laborbedingungen Leistungsverbesserungen erwartet werden. Die Leistungsverbesserungen scheinen umso deutlicher auszufallen, je stärker die belastungsinduzierte, metabolische Azidose ausgeprägt ist. In neueren Studien wurde Bikarbonat über mehrere Tage eingenommen. Dabei wurde die täglich eingenommene Gesamtdosis auf etwa 4 Einzeldosen über den Tag verteilt zugeführt. Erstaunlicherweise scheint bei dieser mehrtägigen Einnahme die leistungsfördernde Wirkung des Natrium-Bikarbonats bis zu zwei Tage nach Absetzen der Supplemente anzuhalten. Die einmalige Anwendung von Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat wie auch die Anwendung von Natrium-Bikarbonat über mehrere Tage werden aufgrund des leistungsfördernden Potenzials als A-Supplemente klassifiziert.

Mögliche Nebenwirkungen

Im Zusammenhang mit der Supplementation von Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat sind häufig auftretende Magen-Darm-Probleme beschrieben worden. Andere Nebenwirkungen, die auch durch eine Supplement induzierte Alkalose hervorgerufen werden, umfassen Störungen im Elektrolytstoffwechsel (Hypokaliämie, Hypermatriämie), Störungen des peripheren und zentralen Nervensystems wie beispielsweise Sensibilitätsstörungen, Kribbeln, taubes Gefühl und auch Krämpfe. Auch Herzrhythmusstörungen wurden unter der Einnahme alkalisierender Supplemente beschrieben. Salzsensitive Bluthochdruckpatienten und Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion sollen auf die Verwendung von Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat verzichten. Mit Milch zusammen eingenommen können Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat zum Milch-Alkali-Syndrom mit erhöhten Blutcalciumwerten und Calciumablagerungen in der Niere führen.

Anwendung, Dosierung

Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat werden in Wasser aufgelöst oder in Kapseln, kombiniert mit viel Wasser, eingenommen. Die unten aufgeführten Natrium-Bikarbonat- und Natrium-Citrat-Dosierungen werden häufig mit Wasserzufuhr von mehr als 1 Liter kombiniert.

Einmalige Anwendung:

Natrium-Bikarbonat: 0,3 g pro kg Körpermasse, etwa 60–90 Minuten vor Belastung mit genügend Flüssigkeit kombiniert

Natrium-Citrat: 0,3(–0,5) g pro kg Körpermasse, etwa 60–90 Minuten vor Belastung mit genügend Flüssigkeit kombiniert

Mehrtägige (ca. 5–6 Tage dauernde) Anwendung:

Natrium-Bikarbonat: 4 mal ca. 0,125 g pro kg Körpermasse (= 0,5 g pro kg Körpermasse pro Tag), über den Tag verteilt mit mindestens 3 Stunden Pause zwischen den Einnahmen

Quellen

(8;10-12;98-101)

Supplement-Portrait 3: Koffein (englisch: Caffeine)	
Name, Synonym	Koffein
Klassifizierung	<p>A = Aufgrund verschiedener, an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.</p> <p>D = Diese Substanz steht auf der Dopingliste. (Das IOC hat einen Grenzwert von 12 mg/l festgelegt. Liegt der ermittelte Wert einer Urinprobe über dem Grenzwert, wird die Dopingprobe als positiv deklariert.)</p> <p>F = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen.</p>
Allgemeine Beschreibung	<p>Koffein ist ein natürlicher Bestandteil der Kaffeebohne, des schwarzen und grünen Tees, der Mateblätter, der Guarana-Beere und der Kolanuss. Koffein gehört wie auch Theobromin und Theophyllin zu der Gruppe der Methylxanthine und zählt zu den ältesten Genuss- und Arzneimitteln der Welt. Der Anbau von Kaffeepflanzen war bis ins 17. Jahrhundert durch die Türkei monopolisiert. Davor stellte der aus China importierte Tee die hauptsächlichste Quelle von Koffein dar. Seit Beginn des Kaffeekonsums existieren Behauptungen zu gesundheitlichen Effekten und schädlichen Wirkungen von Koffein.</p> <p>Heute enthalten neben einigen Medikamenten, die meist gegen Schmerzen oder zum Bekämpfen der Müdigkeit eingesetzt werden, vermehrt auch Energy Drinks und Sportsupplemente Koffein.</p>
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	<p>Koffein wird vom Körper nach oraler Einnahme schnell und praktisch vollständig aufgenommen. Die Konzentration im Blut steigt nach 15 Minuten an, die belebende Wirkung wird nach etwa 30 Minuten wahrgenommen und klingt innerhalb 2 bis 3 Stunden wieder ab. Der Abbau erfolgt hauptsächlich in der Leber, die Ausscheidung der Stoffwechselprodukte erfolgt über die Niere. Die Geschwindigkeit der Ausscheidung ist individuell sehr verschieden. Die Hälfte der eingenommenen Koffeindosis ist nach 2 bis 10 Stunden (im Mittel 4 Stunden) ausgeschieden.</p> <p><i>Allgemeine Wirkung:</i> Koffein wirkt belebend und stimmungsaufhellend. Die zentralstimulierende Wirkung erfolgt über die Ausschüttung von Adrenalin.</p> <p><i>Sportspezifische Wirkung:</i> Koffein wird im Sport seit über 100 Jahren eingesetzt. Erst seit den 1970er-Jahren werden gezielte Studien zur Untersuchung der leistungsverbessernden Wirkung durchgeführt. Die meisten Studien wurden unter Laborbedingungen durchgeführt. In Feldstudien konnten die positiven Effekte auf die Leistung nur begrenzt wiederholt werden. Meistens wurde reines Koffein und nicht Kaffee eingesetzt. Es ist heute nicht gesichert, ob der Genuss von Kaffee denselben Effekt wie reines Koffein hat. Neuere Studien zeigen, dass der Plasmaspiegel von Koffein nach Einnahme von Koffein oder Kaffee in gleichem Masse steigt. Jedoch konnte nur nach der Supplementierung mit Koffein ein Anstieg der freien Fettsäuren und des Adrenalins gemessen werden. Die Autoren schliessen daraus, dass die vielen Begleitsubstanzen des Kaffees die Wirkung des Koffeins mitbeeinflussen. In den Studien wurde entweder die Zeit bis zur Erschöpfung bei einer vorgegebenen Leistung oder die Zeit, die zum Absolvieren einer vorgegebenen Distanz benötigt wurde, gemessen. Beide Studienanordnungen mit Belastungsumfängen von mehr als 30 Minuten stellten eine verbesserte Ausdauerleistung bezüglich der effektiven Laufzeit oder der Zeit bis zur Erschöpfung fest.</p> <p>In der Vergangenheit wurde die Verbesserung der Fettsäureoxidation und der Glykogen sparende Effekt, der vermutlich nur während der ersten 15 Minuten unter Belastung eintritt, als Hauptmechanismus der Leistungsverbesserung durch Koffein angesehen.</p> <p>Während eine gesteigerte Lipolyse (Abbau von Fett) nachgewiesen werden konnte, konnte bis heute nicht gezeigt werden, dass auch vermehrt freie Fettsäuren als Energieträger verbraucht werden (respiratorischer Quotient [RER] veränderte sich nicht).</p> <p>Neuere Studien untersuchen nun auch den Effekt auf kürzere Belastungen zwischen 1 Minute und 30 Minuten, wo die Entleerung der Glykogenspeicher nicht der limitierende Faktor sein kann. Koffein scheint auch bei kurzen Leistungen einen positiven Effekt zu haben. Der Mechanismus ist nicht klar. Diskutiert wird, dass die Ermüdung verzögert eintritt, da einerseits unter Koffeinsupplementierung das Ionengleichgewicht verbessert (z.B. verlangsamter Kaliumanstieg im Plasma) und andererseits das Zentralnervensystem stimuliert wird. Aus diesen Gründen wird Koffein bei Belastungen, die mehr als 1 Minute dauern, leistungsförderndes Potenzial zugeschrieben und als A-Supplement eingestuft.</p>
Mögliche Nebenwirkungen	Herzrasen, Zittern, Schlafstörungen, Kopfschmerzen und unregelmässiger Puls werden in hohen Dosen und bei nicht an Koffein gewohnten Personen gehäuft beobachtet. Die psychische Abhängigkeit ist grösser als die physische. Bei regelmässigem Konsum kann es zu Absetzkopfschmerzen kommen, die vorübergehender Natur sind. Interaktion: Die Kombination von Koffein und Kreatin kann die ergogenen Effekte der Kreatinsupplementierung vermindern. In den USA werden Kombinationen von Koffein, des Ephedra-Krautes und Acetylsalicylsäure zum Abnehmen angepriesen und weit verbreitet über das Internet verkauft. Diese Produkte unterstehen keiner staatlichen Heilmittelkontrolle, weshalb von der Einnahme abgeraten wird. Einige Sportler, die solche Produkte eingenommen haben, litten unter starken Nebenwirkungen. Die USA verzeichnen über 800 gemeldete Zwischenfälle und bereits über zehn Todesfälle.
Anwendung, Dosierung	Eine leistungssteigernde Wirkung konnte mit Dosierungen von (1)–3 bis 6 mg pro Kilogramm Körpermasse nachgewiesen werden. Diese Menge liegt unter dem Wert, der zu einer positiven Dopingprobe führen kann. Eine Steigerung der Dosis brachte keinen zusätzlichen leistungssteigernden Effekt. In den meisten Studien wurde das Koffein eine Stunde vor der Leistung eingenommen, damit zu Beginn der Leistung bereits hohe Blutspiegel erreicht werden. Interessant ist allerdings eine neuere Studie, die bei einer 2-Stunden-Belastung mit einem anschliessenden standardisierten hochintensiven Test eine Koffeinsupplementierung von 6 mg pro kg Körpermasse eine Stunde vor Belastung mit einer Koffeinaufnahme von etwa 1,5 mg pro kg Körpermasse über Colagetränke während Belastungen verglich. Dabei waren die Colagetränke bezüglich Leistungssteigerung mit der 4-mal höheren Koffeinzufuhr eine Stunde vor Belastung vergleichbar effizient.

Supplement-Portrait 3: Koffein (Englisch: Caffeine)

(Fortsetzung)	(Bemerkung: Gemäss der Schweizerischen Lebensmittelverordnung dürfen koffeinhaltige Spezialgetränke höchstens 32 mg Koffein pro 100 ml enthalten. Der Koffeingehalt muss deklariert sein.)																								
Doping	<p>Gemäss den heute gültigen Bestimmungen des IOC gilt eine Urinkonzentration über 12 mg/l als positiv. Bei normalem Kaffeekonsum wird dieser Grenzwert in der Regel nicht erreicht.</p> <p>Vorsicht geboten ist bei leichtgewichtigen Personen und in Ausdauersportarten. Es wird deshalb empfohlen, dass normalgewichtige Personen (ca. 75 kg) an einem Wettkampftag nicht mehr als 3 Tassen zu etwa 100 ml normalen Kaffees trinken. Dies entspricht etwa 4 mg pro kg Körpermasse (leichte Personen eher 3 mg/kg Körpermasse). Zuführen über 9 mg/kg Körpermasse führen mit hoher Wahrscheinlichkeit zu einer positiven Urinprobe.</p> <p>Koffeingehalte einiger Genuss- und Arzneimittel:</p> <table border="0"> <tr><td>Schwarztee</td><td>15–25 mg/dl</td></tr> <tr><td>Kaffee</td><td>40–90 mg/dl</td></tr> <tr><td>starker Espresso bis</td><td>120 mg/dl</td></tr> <tr><td>Kaffee (koffeinfrei)</td><td>ca. 3 mg/dl</td></tr> <tr><td>Cola-Getränke</td><td>7–25 mg/dl</td></tr> <tr><td>Energy-Drinks (z.B. Red Bull)</td><td>32 mg/dl</td></tr> <tr><td>Schokolade</td><td>20–30 mg/100 g</td></tr> <tr><td>Contra Schmerz®</td><td>50 mg/Tablette</td></tr> <tr><td>Dialgine forte®</td><td>60 mg/Tablette</td></tr> <tr><td>DoloStop®</td><td>50 mg/Tablette</td></tr> <tr><td>Saridon®</td><td>50 mg/Tablette</td></tr> <tr><td>Tonopan®</td><td>40 mg/Tablette</td></tr> </table>	Schwarztee	15–25 mg/dl	Kaffee	40–90 mg/dl	starker Espresso bis	120 mg/dl	Kaffee (koffeinfrei)	ca. 3 mg/dl	Cola-Getränke	7–25 mg/dl	Energy-Drinks (z.B. Red Bull)	32 mg/dl	Schokolade	20–30 mg/100 g	Contra Schmerz®	50 mg/Tablette	Dialgine forte®	60 mg/Tablette	DoloStop®	50 mg/Tablette	Saridon®	50 mg/Tablette	Tonopan®	40 mg/Tablette
Schwarztee	15–25 mg/dl																								
Kaffee	40–90 mg/dl																								
starker Espresso bis	120 mg/dl																								
Kaffee (koffeinfrei)	ca. 3 mg/dl																								
Cola-Getränke	7–25 mg/dl																								
Energy-Drinks (z.B. Red Bull)	32 mg/dl																								
Schokolade	20–30 mg/100 g																								
Contra Schmerz®	50 mg/Tablette																								
Dialgine forte®	60 mg/Tablette																								
DoloStop®	50 mg/Tablette																								
Saridon®	50 mg/Tablette																								
Tonopan®	40 mg/Tablette																								
Quellen	(13;14;22;102-104)																								

Supplement-Portrait 4: Glycerin

Name, Synonym	Glycerin
Klassifizierung	<p>A = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.</p> <p>F = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen.</p>
Allgemeine Beschreibung	<p>Glycerin ist ein aus drei Kohlenstoffatomen bestehender Alkohol von sirupartiger Konsistenz und süsslichem Geschmack. Glycerin ist mit Alkohol und Wasser in jedem Verhältnis mischbar. In Nahrungsmitteln ist Glycerin weit verbreitet. Es kommt selten allein vor, sondern hauptsächlich als sogenannte Triglyzeride als Hauptbestandteil der Fette und Öle, in denen ein Glycerinmolekül mit drei Fettsäuren verbunden ist. Diese Triglyzeride und somit auch Glycerin werden in beträchtlicher Menge über die Nahrung zugeführt. Neben der Zufuhr über Nahrungsmittel kann Glycerin vorwiegend in der Leber und den Nieren auch selber hergestellt werden. Der grösste Anteil des im Blut zirkulierenden Glycerins stammt allerdings aus dem Abbau von Triglyzeriden. Glycerin kann über die Glukoneogenese zu Traubenzucker aufgebaut, direkt der Energiegewinnung zugeführt oder für den Wiederaufbau von Triglyzeriden weiter verwendet werden. Im Normbereich liegende Blutglyzerinkonzentrationen werden von der Niere beinahe vollständig wieder aufgenommen. Wird aber von aussen über Wasser-Glycerin-Lösungen oder Infusionen vermehrt Glycerin zugeführt, steigen die Glyzerinkonzentrationen im Blut und parallel dazu der Anteil an gelösten Teilchen (erhöhte Osmolarität). Diese erhöhte Osmolarität führt einerseits zu einer verstärkten Glyzerinausscheidung über die Nieren und andererseits zu einer gesteigerten Neubildung von Traubenzucker in der Leber und den Nieren.</p>
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	<p>Glycerininfusionen und die Einnahme von Wasser-Glycerin-Lösungen wurden in den letzten 60 Jahren zur Behandlung verschiedener Erkrankungen verbreitet eingesetzt. Da Glycerin die sogenannte Blut-Hirn-Schranke nur verlangsamt passiert und parallel dazu Wasser-Glycerin-Lösungen die Blutosmolarität erhöhen, wurde in der klinischen Anwendung der Mechanismus der osmotisch bedingten Dehydratation im Bereich von Erkrankungen des Hirns und der Augen gezielt ausgenutzt. Seit den 80er-Jahren wurde auch vermehrt die Einnahme von Glycerin in Verbindung mit hohen Zuführen von Wasser (1,5–2 Liter) untersucht. Glycerindosierungen von rund 1(–1,5) Gramm pro kg Körpermasse führen nach 15 Minuten zu erhöhten Glycerinspiegeln im Blut und erreichen die höchsten Konzentrationen nach etwa 75 Minuten. Wasser-Glycerin-Lösungen, vor Belastungen eingenommen, scheinen vor allem innerhalb der Zelle und zwischen den Zellen zu erhöhten Gehalten an Wasser und Glycerin zu führen. Diese intra- und interzellulären, über den Normwerten liegenden Wasserkonzentrationen werden als Hyperhydratation bezeichnet. Neben der verstärkten Wassereinlagerung im Körper wird unter Einnahme von Wasser-Glycerin-Lösungen im Vergleich zu Wasserzuführen oder Kohlenhydratgetränken eine reduzierte Flüssigkeitsausscheidung, vermutlich über eine erhöhte, mit Wasser gekoppelte Glycerin-Wiederaufnahme in den Nieren, beobachtet. Die erhöhte Wassereinlagerung in Kombination mit der reduzierten Flüssigkeitsausscheidung unter der Anwendung von Wasser-Glycerin-Lösungen vor Belastungen führt zu Hyperhydratationen in der Grössenordnung von etwa 4–7 Deziliter. Weitere Effekte von Wasser-Glycerin-Lösungen während oder nach Belastungen können aufgrund der heute verfügbaren Studien nicht schlüssig beurteilt werden. Der verbesserte Hydratationsstatus kann bei länger dauernden, intensiven Belastungen bei hohen Umgebungstemperaturen und/oder hoher Luftfeuchtigkeit Flüssigkeitsverlust bedingten, leistungsreduzierenden Stoffwechselveränderungen entgegenwirken. So scheinen unter der Anwendung von Wasser-Glycerin-Lösungen besonders die Aspekte des Wärmehaushalts (z.B. konstante Körperkerntemperaturen) und der</p>

Supplement-Portrait 4: Glycerin	
(Fortsetzung)	Herzleistung (z.B. erhöhtes Schlagvolumen) verbessert zu werden. Aus diesem Grund können Wasser-Glycerin-Lösungen vor langen intensiven Belastungen, in heisser und/oder feuchter Umgebung eingenommen, als A-Supplement klassifiziert werden.
Mögliche Nebenwirkungen	Die Einnahme von Wasser-Glycerin-Lösungen, kurze Zeit vor Belastungen (ca. 45 Minuten), kann gehäuft zu Magen-Darm-Problemen, Kopfweg, Schwindel, Übelkeit, Völlegefühl und Erbrechen führen. Diese Symptome scheinen allerdings weniger ausgeprägt, wenn direkt nach der Einnahme der Wasser-Glycerin-Lösung keine Belastung erfolgt. Die intravenöse Verabreichung von hohen Glycerinkonzentrationen ist mit einem hohen Nebenwirkungspotenzial assoziiert. Nebenwirkungen im Zusammenhang mit einer langfristigen Anwendung von Wasser-Glycerin-Lösungen oder hohen Dosierungen sind nicht untersucht worden. Denkbare leistungsbeeinflussende Effekte der mit der Glycerineinnahme eintretenden Körpermassenzunahme auf die Leistungsfähigkeit oder Aspekte der Bewegungsökonomie sind in der Literatur bisher nicht beschrieben worden. Aufgrund der heute verfügbaren Daten ist die Anwendung von Wasser-Glycerin-Lösungen bei Diabetes, Nierenerkrankungen, Migräne, Herzkrankheiten, Leberleiden und Schwangerschaft kontraindiziert.
Anwendung, Dosierung	Die Einnahme von Wasser-Glycerin-Lösungen wird nur vor langen, intensiven Belastungen in heisser und/oder feuchter Umgebung diskutiert. <i>120 Minuten bis 90 Minuten vor Belastung:</i> 1(-1,2) g Glycerin pro kg Körpermasse, aufgelöst in etwa 4 ml Wasser pro kg Körpermasse, während 30 Minuten eingenommen (Beispiel: 70 kg Körpermasse = 70 g Glycerin, aufgelöst in 280 ml Wasser) <i>90 Minuten bis 0 Minuten vor Belastung:</i> etwa 26 ml Wasser pro kg Körpermasse in den letzten 1,5 Stunden vor Belastung trinken (Beispiel: 70 kg Körpermasse = etwa 1820 ml Wassermenge)
Quellen	(9;19;20)

Supplement-Portrait 5: β-Hydroxy-β-Methylbutyrat (HMB)	
Name, Synonym	β -Hydroxy- β -Methylbutyrat (HMB)
Klassifizierung	B = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich. (In der Schweiz zurzeit beim Bundesamt für Gesundheit nicht registriert)
Allgemeine Beschreibung	HMB ist ein Stoffwechselzwischenprodukt der verzweigtkettigen Aminosäure Leucin und kommt in geringen Mengen in Nahrungsmitteln und in der Muttermilch vor. Leucin selber wird meistens in Mengen, die den täglichen Bedarf von ca. 3–4 Gramm deutlich übersteigen, über Nahrungsmittel aufgenommen. Hauptsächlich in der Leber und in geringeren Mengen auch in der Muskulatur werden etwa 2 bis 10 Prozent des abgebauten Leucins über Ketoisokaproat zu HMB metabolisiert. Die körpereigene Produktion beträgt etwa 0,2 bis 0,4 Gramm pro Tag. Bei sehr hohen Zufuhren der Aminosäure Leucin soll die endogene Produktion auf Werte über ein Gramm täglich ansteigen. HMB wird im Stoffwechsel hauptsächlich zu einer für die körpereigene Cholesterinproduktion wichtigen Verbindung (β -Hydroxy- β -Methylglutaryl-Coenzym-A (HMG-CoA)) abgebaut. HMB, das über diesen Syntheseweg nicht in körpereigene Strukturen eingebaut wird, wird über die Nieren ausgeschieden.
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	In der Muskulatur laufen muskelauf- und muskelabbauende Stoffwechselprozesse häufig parallel ab. Stoffwechselzwischenprodukte der verzweigtkettigen Aminosäure Leucin, besonders das Isokaproat und das HMB, scheinen in der Muskelzelle muskelabbauende Prozesse, das heisst sogenannte katabole Prozesse, zu verringern und werden deshalb häufig als Antikataboliten bezeichnet. Diese antikatabole Wirkung kann nicht auf Veränderungen im Stoffwechsel von Körpermassen auf- oder abbauenden Hormonen erklärt werden. Es wird vermutet, dass HMB als wichtige Vorläufersubstanz der körpereigenen Cholesterinsynthese in Perioden eines erhöhten Cholesterinbedarfs beispielsweise bei schnellem Zellwachstum und der verstärkten Reparatur von Zellwänden in grösserer Quantität verbraucht wird. So könnte eine erhöhte HMB-Zufuhr in Situationen sehr hoher muskulärer Beanspruchung einerseits Schäden an der Muskulatur reduzieren und/oder andererseits zu einem schnelleren Wiederaufbau geschädigter Strukturen beitragen und damit zu erhöhten Muskelmassenzunahmen führen. Über diese Mechanismen scheinen HMB-Supplemente in Verbindung mit hohen muskulären Belastungen einzelne Kraftwerte positiv zu beeinflussen. Weitere, mit der gezielten Anwendung von HMB denkbare gesundheitsrelevante Aspekte wie beispielsweise die Senkung des LDL-Cholesterins, des Blutdrucks oder immunstimulierende Effekte können entsprechend dem heutigen Kenntnisstand nicht schlüssig beurteilt werden. Die wahrscheinlich antikatabole Wirkung des HMBs in Phasen hoher muskulärer Beanspruchungen führt zur Klassifikation als B-Supplement.
Mögliche Nebenwirkungen	Bisher wurden in Studien an gesunden Menschen auch bei Dosierungen von bis zu 6 Gramm täglich über mehrere Wochen keine Nebenwirkungen festgestellt. Obwohl es sich bei HMB um eine körpereigene, im Stoffwechsel hergestellte Substanz handelt, sind bei Zufuhren von aussen Interaktionen mit anderen Stoffwechselzwischenprodukten oder Aminosäuren nicht auszuschliessen.
Anwendung, Dosierung	In den meisten Studien wurden in Phasen hoher muskulärer Belastungen Dosierungen von 1,5 bis 3 Gramm täglich angewandt. Dabei wurde die Gesamtdosis auf etwa 4 Einzeldosen à 350 bis 750 mg über den Tag verteilt eingenommen. HMB-Supplemente werden oft während 3 bis 4 Wochen eingenommen.
Quellen	(9;21;23-27;105;106)

Supplement-Portrait 6: Kreatin-Monohydrat

Name, Synonym	Kreatin-Monohydrat
Klassifizierung	B = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
Allgemeine Beschreibung	Kreatin ist eine in der Leber, der Niere und der Bauchspeicheldrüse aus den Aminosäuren Glycin, Arginin und Methionin synthetisierte Stickstoffverbindung. Fisch und Fleisch weisen etwa 0.5 Gramm Kreatin pro 100 Gramm Lebensmittel auf. Das über die Nahrung aufgenommene Kreatin wird im Dünndarm intakt absorbiert und gelangt über die Blutbahn in Organe wie Muskulatur (etwa 95% des Gesamtkreatinpools), Herz, Hirn und Hoden, bevor es als Kreatinin über die Nieren ausgeschieden wird. Der Tagesbedarf an Kreatin für eine 70 kg schwere Person entspricht mit etwa 2–3 Gramm einem kleinen Teil des Gesamtkörperbestandes von etwa 120 Gramm. Dieser Tagesbedarf wird je zur Hälfte durch die Nahrungsaufnahme und die körpereigene Synthese gedeckt. In Ruhe liegen etwa 60–70% des Kreatins in Form von Kreatinphosphat in den schnellen Muskelfasern (Typ II b) in höheren Konzentrationen als in langsamen Muskelfasern (Typ I) vor.
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	Phosphokreatin kann seine Phosphatgruppe auf Adenosindiphosphat (ADP) übertragen, um das in geringen Mengen vorhandene (ca. für zwei Kontraktionen ausreichend) und unter Belastung zu ADP abgebaute Adenosintriphosphat (ATP) zu regenerieren. Diese chemische Reaktion wird durch das Enzym Kreatinkinase katalysiert. In höheren Dosen über die Nahrung/Supplemente zugeführtes Kreatin kann in der Muskulatur in erhöhtem Umfang (ca. + 20%) in Form von Kreatinphosphat und Kreatin gespeichert werden und dient als Shuttle energiereicher Phosphatverbindungen zwischen der Zellflüssigkeit und den Kraftwerken der Zellen, den Mitochondrien. In diesem Sinne entspricht Phosphokreatin einem schnell verfügbaren chemischen Energiespeicher, auf den vor allem in Phasen hochintensiver Belastungen kurzer Dauer (ca. 10 Sek.) zurückgegriffen wird. Über eine erhöhte Kreatinzufuhr sind positiv leistungsbeeinflussende Haupteffekte durch grössere Speichermengen an energiereichen Phosphaten während und zwischen hochintensiven repetitiven Belastungen kurzer Dauer sowie unterstützende Nebeneffekte, die in einer geringeren Bildung von Stoffwechselzwischenprodukten wie Laktat, Hypoxanthin, Ammoniak bestehen, zu erwarten. Zudem kann Kreatin bei länger dauernder Einnahme tendenziell zu erhöhten Muskelmassenanteilen, sei es über eine erhöhte Belastungs- und Erholungsfähigkeit, eine erhöhte Proteinsynthese/verringertes Proteinabbau oder über einen erhöhten Füllungsgrad der Muskelzelle mit Wasser führen. Diese positiv leistungsbeeinflussenden Effekte können bei hochintensiven, sich wiederholenden Belastungsformen von weniger als 30 Sekunden Dauer (dynamische Kraft, isokinetische Kraft, Velosprint) die Leistungsfähigkeit verbessern, während bei hochintensiven Einzelbelastungen kurzer Dauer ein ergogener Effekt kontrovers diskutiert wird. Auch bei Aktivitäten von mehr als 30 Sekunden Dauer, die sich phasenweise im anaeroben Bereich abspielen (z.B. Sportsportarten), scheint eine durch Kreatin induzierte Leistungsverbesserung möglich, während bei Belastungen tieferer Intensität im aeroben Bereich (zumindest in Sportarten, in welchen das Körpergewicht getragen wird) Leistungssteigerungen als unwahrscheinlich eingestuft werden. Aufgrund dieses indirekt leistungsbeeinflussenden Potenzials wird Kreatin in die Gruppe der B-Supplemente eingeteilt.
Mögliche Nebenwirkungen	Eine Körpermasseszunahme von 1–2 Kilogramm wird unter Kreatineinnahme oft beobachtet. Obwohl Einzelfälle von Muskelkrämpfen, Dehydratation und Magen-Darm-Unverträglichkeiten unter Kreatineinnahme beschrieben wurden, existieren keine wissenschaftlichen Studien, die diese Nebenwirkungen belegen würden. Personen mit Nierenfunktionsstörungen wird von einer Kreatineinnahme zurzeit abgeraten. Nach heutigem Kenntnisstand gilt es als unwahrscheinlich, dass Kreatin-Supplemente über deren Abbauprodukte zur Entstehung von Krebs beitragen. Potenzielle Nebenwirkungen langfristiger hoher Kreatinzufuhren sind allerdings unbekannt und können erst nach Vorliegen entsprechender Studien beurteilt werden.
Anwendung, Dosierung	Bei der Auswahl von Kreatin-Supplementen sollen nur analysennebenproduktfreie (z.B. Dicyandiamid, Dihydrotriazin) Produkte verwendet werden. 1 Stunde nach Kreatineinnahme werden die höchsten Kreatinkonzentrationen im Blut gemessen. Die Aufteilung auf Einzeldosen soll zu möglichst konstanten, erhöhten Blutkreatinwerten führen und die Absorption in die Muskelzellen stimulieren. Der aktive, natriumabhängige Kreatintransport in die Muskelzelle scheint durch Insulin wie auch das Schilddrüsenhormon T_3 verbessert, bei Vitamin-E-Mangel dagegen reduziert zu sein. Kreatin-Monohydrat kombiniert mit hochglykämischen Kohlenhydraten (> 35–90 Gramm) können den Transport in die Muskelzelle verbessern. Möglicherweise kann die Einnahme nach Belastung die Kreatinaufnahme verbessern. 5 Milligramm Koffein pro Kilogramm Körpermasse scheinen den leistungssteigernden Effekt des Kreatins aufzuheben. Bezüglich der Wirkung der Kreatinsupplementation scheinen neben alters- und diätspezifischen auch individuelle Unterschiede zu bestehen, die eine Einteilung in Responder und Nonresponder als sinnvoll erscheinen lässt. Die erhöhten Kreatinwerte tendieren nach Absetzen der Supplemente innerhalb von etwa 4 Wochen in Richtung der Ausgangsnormwerte. Die vermutlich mit der Supplementation einhergehende vermehrte Speicherung von Wasser sowie eine reduzierte Verfügbarkeit von Magnesium in den Zellen geben dazu Anlass, während der Supplementation speziell auf die Flüssigkeits- und Magnesiumzufuhr zu achten. Neben den sportsspezifischen Anwendungen wird Kreatin vermehrt auch therapeutisch, beispielsweise bei Erkrankungen der Muskulatur oder in der Rehabilitation nach Operationen eingesetzt.

Supplement-Portrait 6: Kreatin-Monohydrat

(Fortsetzung)

Supplementationsprotokoll Kreatin-Monohydrat:

Prinzip	Ladephase	Erhaltungsphase	Absetzphase
Fast load	0.3 Gramm pro kg Körpermasse pro Tag bei 70 kg: 21 g Kreatin pro Tag, aufgeteilt in ca. 4-5 Einzeldosen, kombiniert mit ca. 2.5 dL kohlenhydratreicher Flüssigkeit Dauer: 5-7 Tage	0.03 Gramm pro kg Körpermasse pro Tag bei 70 kg: ca. 2.1 g Kreatin als Einzeldosis, kombiniert mit ca. 2.5 dL kohlenhydratreicher Flüssigkeit Dauer: ca. 6-8 Wochen	nach jedem Lade-/Erhaltungszyklus? Dauer: ca. 3-4 Wochen
Fast load modifiziert nach pharmakologischen Überlegungen nach Mesa et al.	20 Gramm, aufgeteilt in 4-5 Einzeldosen, kombiniert mit je 500 mL Kohlenhydratgetränk (ca. 90-100 g Kohlenhydrate enthaltend), 30 Minuten nach der Kreatineinnahme Dauer: 1. Tag 20 Gramm, aufgeteilt in 4-5 Einzeldosen, kombiniert mit je 40-50 g schnell verfügbaren Kohlenhydraten und je 50 g Protein ca. 30 Minuten nach Kreatineinnahme Dauer: 2. Tag	3-5 Gramm pro Tag Dauer ca. 6-8 Wochen	nach jedem Lade-/Erhaltungszyklus? Dauer: ca. 3-4 Wochen
Slow load	3 Gramm pro Tag, aufgeteilt auf ca. 2 Einzeldosen, kombiniert mit ca. 2.5 dL kohlenhydratreicher Flüssigkeit Dauer: 28 Tage	0.03 Gramm pro kg Körpermasse pro Tag bei 70 kg: ca. 2.1 g Kreatin als Einzeldosis, kombiniert mit ca. 2.5 dL kohlenhydratreicher Flüssigkeit Dauer: ca. 4 Wochen	nach jedem Lade-/Erhaltungszyklus? Dauer: ca. 3-4 Wochen

Quellen

(22;28-31;107)

Supplement-Portrait 7: Regenerationssupplemente

Name, Synonym	Regenerationssupplemente
Klassifizierung	B = Aufgrund verschiedener an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung wahrscheinlich.
Allgemeine Beschreibung	Während sich regenerative Massnahmen nach Belastungsende in den letzten Jahren hauptsächlich auf die Wiederauffüllung von während der Leistung verloren gegangener Flüssigkeit und Glykogen fokussiert haben, werden heute auch Aspekte der Reparatur zerstörter Gewebe, der Wiederauffüllung intramuskulärer Triglyzeride, der Stabilisierung des Immunsystems nach Belastungen und der Modulation hormoneller Systeme (z.B. Insulin, Cortisol) diskutiert. Neben der Wiederauffüllung der verlorengegangenen Flüssigkeit, auf die im Portrait Kohlenhydratgetränke eingegangen wird, existiert eine Vielzahl an Studien, welche den Einsatz spezifischer Kohlenhydrat- und Kohlenhydrat-Protein-Mischungen als regenerationsfördernde Ernährungsmassnahmen diskutieren. Im Mittelpunkt des Interesses stehen momentan Optimierungen im Glykogen- und Eiweissstoffwechsel.
Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung	<p>Optimierungen im Glykogenstoffwechsel</p> <p>In der Muskulatur (ca. 300–400 g) und der Leber (ca. 100–150 g) gespeicherte Kohlenhydrate werden als Glykogen bezeichnet. In Abhängigkeit der Belastungsdauer und Belastungsintensität können sich die Glykogenspeicher in der Muskulatur unterschiedlich schnell entleeren. Während hochintensive, intervallmässige Belastungen die Speicher innerhalb von weniger als 1 Stunde beträchtlich reduzieren, führen Belastungen tieferer Intensität innerhalb etwa 2 Stunden zu einer starken Entleerung. Sich erschöpfende Kohlenhydratspeicher in der aktiven Muskulatur sind als leistungslimitierender Faktor bekannt. Wird der Glykogenabbau während intensiver Belastungen durch Ernährungsmassnahmen wenig beeinflusst, kann der Glykogenaufbau nach Belastungen gezielt gefördert werden. Obwohl seit langem bekannt ist, dass bei einer Kohlenhydratzufuhr von etwa 600 Gramm innerhalb 24 Stunden die Glykogenspeicher gefüllt werden, werden viele Details einer optimalen Füllung noch heute diskutiert. Bei stark entleerten Speichern kann in der ersten Stunde nach Belastung im Vergleich zu den folgenden Stunden von einer bis um Faktor 10 erhöhten Glykogenaufbaurate ausgegangen werden. Falls eine beschränkte Regenerationszeit zur Verfügung steht, sollte dieser Effekt des sehr schnellen Glykogenaufbaus direkt nach Belastung mit der Zufuhr von etwa 1 Gramm Kohlenhydrate pro kg Körpermasse ausgenützt werden. In den 4–6 folgenden Stunden sollten pro Stunde etwa 1,2 g Kohlenhydrate verteilt auf 2 kleinere Einzeldosen zugeführt werden. Die restlichen etwa 3–4 g Kohlenhydrate pro kg Körpermasse können bis 24 Stunden nach Belastung eingenommen werden. Bezüglich der Kohlenhydratart zur optimalen Glykogenresynthese in der Muskulatur scheinen sich Glukosepolymere (Traubenzuckerketten) besser als Zucker oder Fruchtzucker zu eignen, während Fruchtzucker den Glykogenaufbau in der Leber besser zu unterstützen scheint. Auch betreffend der Verwendung der Art der Traubenzuckerketten wird vermutet, dass bezüglich einer optimalen Muskelglykogensynthese Unterschiede bestehen. So soll eine intakte Kartoffelstärke mit tieferer Osmolarität einer teilabgebauten Maisstärke mit höherer Osmolarität überlegen sein. Auch die Kombination von Kohlenhydraten mit anderen Substanzen kann den Glykogenaufbau in der Muskelzelle beeinflussen. So wurde in vielen Studien die Kombination von Kohlenhydraten und Eiweiss im Verhältnis von etwa 3:1 untersucht. Während die Kombination von Kohlenhydraten mit Proteinen deutlich höhere Insulinantworten als von identischen Kohlenhydrat- oder Proteinmengen allein induziert, müsste dieser Effekt der Hyperinsulinämie, speziell in der insulinabhängigen Phase der Glykogensynthese (> 1 Stunde nach Belastungsende) zu einem messbar höheren Glykogenaufbau in der Muskulatur führen. Neuere Studien deuten allerdings darauf hin, dass bei adäquater Energie- und Kohlenhydratzufuhr (etwa 1,2 g pro kg Körpermasse pro Stunde während 4–6 Stunden) in der Nachbelastungsphase kaum mit einer erhöhten Glykogensynthese durch Kohlenhydrat-Eiweiss-Mischungen zu rechnen ist. Die praktische Relevanz einer erhöhten Glutaminverfügbarkeit nach Belastungen oder einer Kreatinladung vor Belastung bezüglich der Glykogenakkumulation kann noch nicht schlüssig beurteilt werden. Bei Belastungen mittlerer Intensität scheinen auch die in der Muskulatur eingelagerten Fette wesentlich zur Energiebereitstellung beizutragen. Dies könnte in Zukunft vor allem für Personen mit hohen Belastungsumfängen mittlerer Intensität verstärkt diskutiert werden, da neben den Kohlenhydratspeichern durch eine fettreichere Ernährung gezielt auch die in der Muskulatur eingelagerten Fette wieder aufgefüllt werden könnten. Dies ist deshalb von Bedeutung, da theoretisch durch eine fettreichere Ernährung der Insulinstoffwechsel und damit auch die Einlagerung von Kohlenhydraten in die Muskulatur beeinträchtigt werden könnte. In der Praxis, unter der Voraussetzung einer für die Glykogensynthese ausreichenden Kohlenhydratzufuhr, scheint allerdings eine tägliche Fettzufuhr in der Grössenordnung von 1,6 g pro kg Körpermasse den Glykogenaufbau nicht zu beeinträchtigen. Neben der Wiederauffüllung der Kohlenhydratspeicher auf Normalniveau sind auch seit langem Methoden der Überfüllung der Muskelglykogenspeicher über den Begriff Carboloading beschrieben worden. Während die in den vergangenen Jahren angewandten Methoden des Carboloadings auf mehrtägigen spezifischen Trainings- und Diätvorschriften aufgebaut haben, zeigen neuere Studien, dass bei einer eintägigen Inaktivität, verbunden mit hochglykämischen Kohlenhydratzufuhren von etwa 10–12 g pro kg Körpermasse, eine den früheren Methoden ebenbürtige Überfüllung der Glykogenspeicher stattfindet. Da in der Praxis oft nur Kohlenhydratzufuhren von etwa 6 g pro kg Körpermasse beobachtet werden, könnte bei Belastungsformen, bei denen überfüllte Glykogenspeicher Vorteile versprechen, am Tag vor Belastung in Ergänzung zu den über die Basisernährung aufgenommenen Kohlenhydraten noch 4–6 g hochglykämische Kohlenhydrate pro kg Körpermasse in Form von hochprozentigen Glukosepolymer-Getränken oder Glukosepolymer-Gels aufgenommen werden.</p> <p>Optimierung Eiweissstoffwechsel</p> <p>Immer mehr Beachtung während und nach Belastungen wird dem Eiweissstoffwechsel geschenkt. Betrachtet man den Stoffwechsel der Eiweisse (z.B. in der Muskulatur) genauer, muss zwischen dem Eiweissaufbau und dem Eiweissabbau unterschieden werden, da beide Prozesse in unterschiedlicher Ausprägung meist parallel ablaufen. Es sind verschiedene, den Eiweissstoffwechsel beeinflussende Faktoren bekannt. Als wichtige, den Eiweissaufbau fördernde und/oder den Eiweissabbau reduzierende, sogenannte anabole Faktoren sind das Training, das männliche Geschlechtshormon Testosteron und dessen Derivate, das Wachstumshormon, Wachstumsfaktoren, der Füllungsgrad der Zelle mit Flüssigkeit, erhöhte Aminosäurespiegel im Blut, Kreatin, β-Hydroxy-β-Methylbutyrat (HMB) und in geringerem Ausmass als früher angenommen das Insulin bekannt. Als wichtige, sogenannte katabole Faktoren, die den Eiweissabbau fördern und/oder den Eiweissaufbau unterdrücken, werden Hormone wie Cortisol, Glukagon, die Stresshormone, Schilddrüsenhormone und verschiedene Gewebshormone diskutiert. Besonders nach Belastungen im Bereich des Krafttrainings wurde über Kohlenhydrat-Protein-Mischungen im Verhältnis von etwa 3:1 eine anabolere</p>

Supplement-Portrait 7: Regenerationssupplemente

(Fortsetzung)

Stoffwechsellage über höhere Insulin-, Wachstums- und Luteinisierungshormone induziert, während die Testosteronwerte durch Supplemente nicht beeinflusst werden konnten. Bezüglich Katabolie konnten die Supplemente die Cortisolspiegel nicht verändern, und Angaben bezüglich einer verstärkten, Eiweiss induzierten Glukagonausschüttung wurden leider nicht ausgewiesen. Einige Autoren sind der Auffassung, dass mit diesen supplementinduzierten hormonellen Veränderungen ein vorteilhaftes Umfeld für ein verstärktes Muskelwachstum geschaffen werden könnte. Wie beim Supplement Protein diskutiert, wird aber je länger je mehr als wesentlicher Hauptfaktor für die Eiweiss-synthese und/oder eventuell den reduzierten Eiweissabbau die Verfügbarkeit von Kohlenhydraten (ca. 0,5–1 g pro kg Körpermasse) in Kombination mit kleinen Proteinmengen (ca. 6 g essenziellen Aminosäuren) diskutiert. Derartige Kohlenhydrat-Protein-Gemische direkt nach und etwa 1–2 Stunden nach Belastung eingenommen, beeinflussen den Eiweissabbau geringfügig, fördern aber den Eiweissaufbau stark. Werden derartige Kohlenhydrat-Protein-Gemische direkt vor Leistungen eingenommen, soll der Eiweissaufbau noch stärker moduliert werden können. Inwiefern allerdings eine kombinierte Kohlenhydrat-Eiweiss-Aufnahme direkt vor Belastung vertragen wird, kann noch nicht schlüssig beurteilt werden. Obwohl diese Supplemente die Eiweiss-synthese stark und eventuell auch den Eiweissabbau aus der Sicht der Regeneration (z.B. Reparatur zerstörter Gewebe) kurzfristig positiv beeinflussen, können mit der langjährigen Einnahme derartiger Supplemente assoziierte Aspekte wie die Entwicklung der körperlichen Leistungsfähigkeit (Kraft, Ausdauer) oder Veränderungen der Körperzusammensetzung (z.B. Muskelmassenzuwachs) noch nicht beurteilt werden. Eine verbesserte Glykogen-synthese, verbunden mit einer optimierten Proteinsynthese, führen allerdings dazu, Regenerationssupplemente als B-Supplemente zu klassifizieren.

Mögliche Nebenwirkungen

Nebenwirkungen von hochkonzentrierten Glukosepolymerlösungen oder Kohlenhydrat-Protein-Mischungen treten am wahrscheinlichsten in Form von Magen-Darm-Problemen auf. Mögliche, mit einer Zufuhr isolierter Aminosäuren (z.B. in Form von Mischungen essenzieller Aminosäuren) auftretende Nebenwirkungen sind zum heutigen Zeitpunkt noch nicht untersucht. Denkbare Stoffwechselveränderungen, die in Verbindung mit einem langfristigen, hohen Konsum von Regenerationsgetränken und den darin enthaltenen Einfachzuckern eintreten könnten, sind nicht bekannt.

Anwendung Dosierung

In Situationen, in denen die Glykogenspeicher massgeblich entleert worden sind und in denen bis zur nächsten intensiven, sich hauptsächlich im Glykogenstoffwechsel abspielenden Belastungsphase nur Stunden zur Verfügung stehen, können Regenerationssupplemente auf Kohlenhydrat- oder Kohlenhydrat-Eiweiss-Basis die Regeneration gezielt unterstützen. Da in derartigen Situationen oft auch belastungsinduzierte Dehydratationen vorliegen, das Hungergefühl unterdrückt ist und feste Nahrungsmittel über eine reduzierte Magenentleerung und ein hohes Nahrungsvolumen die Verfügbarkeit regenerationsfördernder Makronährstoffe verzögern könnte, werden oft Regenerationssupplemente in flüssiger Form verwendet. Allerdings liegen heute noch keine dem neuesten Wissensstand entsprechende Regenerationssupplemente auf dem Markt vor. Deshalb wurde versucht, anhand von heute verfügbaren Produkten aufzuzeigen, wie **die Regeneration in einer Phase, in der nur einige Stunden Regenerationszeit zur Verfügung stehen**, optimiert werden könnte.

Zeitpunkt	Quantitative Aspekte regenerationsfördernder Makronährstoffe	Mögliche Regenerationssupplemente für ein 70 kg schwere Person
sofort nach Belastung	1 g Kh/kg KM hauptsächlich in Form von Glukosepolymeren und Glukose, kombiniert mit ca. 6 g essentiellen Aminosäuren (+ evt. Weizenprotein und freie Aminosäuren wie Leucin, Phenylalanin) Beispiel: 70 kg Körpermasse = Kohlenhydratbedarf: ca. 70 g	Kohlenhydratgel: ca. 100 g + Wasser + Salz <i>oder</i> Hochkonzentrierte Glukose-Glukosepolymerlösungen (> 40%): ca. 1,4 dl + Wasser + Salz <i>oder</i> Kohlenhydrat-Protein-Regenerationsgetränke im Verhältnis 3 : 1: ca. 105 g Pulver, aufgelöst in ca. 5–6 dl Flüssigkeit + Salz
> 0 < 1 Stunde nach Belastung	1,2 g Kh/kg KM/h aufgeteilt in 2 Einzeldosen à je 0,6 g Kh/kg KM alle 30 Minuten Beispiel: 70 kg Körpermasse = Kohlenhydratbedarf: 84 g pro Stunde	Kohlenhydratgel: ca. 120 g + Wasser + Salz <i>oder</i> Hochkonzentrierte Glukose-Glukosepolymerlösungen (> 40%): ca. 1,7 dl + Wasser + Salz Bei der Verwendung von Riegeln und anderen Lebensmitteln (nach Möglichkeit mit hohem Glykämieindex) reduzieren sich die oben angegebenen Mengen.
> 1 < 2 Stunden nach Belastung	1,2 g Kh/kg KM/h aufgeteilt in 2 Einzeldosen à je 0,6 g Kh/kg KM alle 30 Minuten, evt. kombiniert mit ca. 6 g essentiellen Aminosäuren (+ evt. Weizenprotein und freie Aminosäuren wie Leucin, Phenylalanin) Beispiel: 70 kg Körpermasse = Kohlenhydratbedarf: 84 g pro Stunde	Kohlenhydratgel: ca. 120 g + Wasser + Salz <i>oder</i> Hochkonzentrierte Glukose-Glukosepolymerlösungen (> 40%): ca. 1,7 dl + Wasser + Salz <i>oder</i> Kohlenhydrat-Protein-Regenerationsgetränke im Verhältnis 3 : 1: ca. 126 g Pulver, aufgelöst in ca. 6–7 dl Flüssigkeit + Salz Bei der Verwendung von Riegeln und anderen Lebensmitteln (nach Möglichkeit mit hohem Glykämieindex) reduzieren sich die oben angegebenen Mengen.

Supplement-Portrait 7: Regenerationssupplemente

(Fortsetzung)

Zeitpunkt	Quantitative Aspekte regenerationsfördernder Makronährstoffe	Mögliche Regenerationssupplemente für ein 70 kg schwere Person
> 2 < 5 Stunden nach Belastung	1,2 g Kh/kg KM/h aufgeteilt in 2 Einzeldosen à je 0,6 g Kh/kg KM alle 30 Minuten Beispiel: 70 kg Körpermasse = Kohlenhydratbedarf: 84 g pro Stunde	Kohlenhydratgel: ca. 120 g + Wasser + Salz <i>oder</i> Hochkonzentrierte Glukose-Glukosepolymerlösungen (> 40%): ca. 1,7 dl + Wasser + Salz Bei der Verwendung von Riegeln und anderen Lebensmitteln (nach Möglichkeit mit hohem Glykämieindex) reduzieren sich die oben angegebenen Mengen.
> 5 Stunden nach Belastung	ca. 3–4 g Kh/kg KM	

Kh/kg KM/h = Kohlenhydrate pro Kilogramm Körpermasse pro Stunde

Quellen

(23;108-140)

Supplement-Portrait 8: Protein

Name, Synonym

Protein (Eiweiss)

Klassifizierung

C = Aufgrund bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte (schnell eintretende) oder indirekte (zeitlich verzögerte) positive Leistungsbeeinflussung zwar möglich, wird aber zurzeit kontrovers diskutiert.

F = Aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht auszuschliessen.

Allgemeine Beschreibung

Eiweisse basieren auf einzelnen Aminosäuren, die unter sich verkettet sind und oft eine Kettenlänge von über 100 Einzelbausteinen (Aminosäuren) erreichen. Als Einzelbausteine sind etwa 20 verschiedene Aminosäuren bekannt, die in unterschiedlichster Reihenfolge zu Proteinen verkettet werden können. 8 dieser 20 Aminosäuren sind für den Menschen essenziell, das heisst, dass diese vom Körper selbst nicht hergestellt werden können. Im Sport werden häufig aus der Milch stammende Eiweisse eingesetzt. Dabei wird zwischen den Kaseinaten (= Käseeiweiss) und den aus der Molke gewonnenen Molkenproteinen (Whey-Protein) unterschieden. Zusätzlich sind auch Präparate anzutreffen, die nur aus Kartoffel-, Ei-, Soja-, Lupinen- oder Fleischprotein bestehen oder aus Gemischen dieser Einzelproteine hergestellt sind. Proteinprodukte, deren lange Eiweissketten durch sogenannte Hydrolyse in kürzere Ketten zerteilt wurden, werden als Hydrolysate bezeichnet.

Metabolismus, Funktion, Wirkung und Leistung

Eiweisse werden über verschiedenste Lebensmittel durch die Nahrung aufgenommen. Im Magen-Darm-Trakt werden die langen Aminosäurenketten unter Mithilfe verschiedenster körpereigener Stoffe (Enzyme) in kleinere Ketten zerlegt, bevor sie als Aminosäuren-Zweier- oder Dreierketten über spezifische Transportsysteme ins Blut und damit zu verschiedenen Geweben gelangen. Neben der Definition des Bedarfs an den essentiellen Aminosäuren wird oft auch ein Proteinbedarf in Gramm Protein pro Kilogramm Körpermasse (g/kg KM) deklariert. Während sich der Proteinbedarf für gesunde, wenig aktive Personen auf etwa 0,8 g/kg KM beläuft, scheinen aktive Personen (z.B. Ausdauersportler/innen mit etwa 1,2–1,4 g und Kraftsportler/innen mit etwa 1,6–1,7 g Eiweiss/kg KM) einen erhöhten Bedarf aufzuweisen. Neben der körperlichen Aktivität (Intensität, Typ, Dauer) scheinen auch eine zu geringe Zufuhr an Energie und Kohlenhydraten, schwere Infektionen, Operationen, Verbrennungen, das Alter, das Geschlecht und die Proteinqualität den individuellen Proteinbedarf zu beeinflussen. Von besonderem Interesse im Sport sind Eiweisse deshalb, weil erhöhte Spiegel von Aminosäuren im Blut den Proteinaufbau in der Muskelzelle zu erhöhen und in geringerem Umfang auch den zellulären Eiweissabbau zu reduzieren scheinen. Dieser Aspekt ist besonders in den Phasen des Muskelmassenaufbaus oder in der an hohe Belastungen anschliessenden Regeneration von Interesse. Auch bei sich erschöpfenden Kohlenhydratspeichern während mehrstündigen Belastungen mittlerer Intensität scheint das Kohlenstoffgerüst verschiedener Aminosäuren zur Herstellung von Energie verbrannt zu werden. In derartigen Situationen kann von aussen zugeführtes Protein die oxidierten Aminosäuren ersetzen. Während in den vergangenen Jahren eher Aspekte des sportartspezifischen Proteinbedarfs die Wissenschaft im Bereich Sporternährung geprägt haben, sind die heutigen Schwerpunkte der Proteinzufuhr hauptsächlich auf den Proteinaufbau und die Regeneration (inklusive Glykogen, Rehydratation) ausgerichtet. In diesem Zusammenhang interessiert speziell die Proteinart, die Quantität des zugeführten Proteins und das Timing der Einnahme. Neue Studien deuten darauf hin, dass schon die Zufuhr geringer Mengen (ca. 6 g) an essenziellen Aminosäuren in Verbindung mit Kohlenhydraten 0 bis 2 Stunden nach Belastungen die Proteinsynthese erhöhen (der Proteinabbau scheint durch diese Massnahme beim Gesunden weniger beeinflusst zu werden). Die Zufuhr entsprechender Mengen essenzieller Aminosäuren und Kohlenhydrate direkt vor Belastung scheint im Gegensatz zur Einnahme nach der Belastung die Proteinsynthese noch stärker anzuregen. Von Interesse ist auch, dass sich die häufig verwendeten Kaseinate und Molkenproteine nicht nur in ihrer Zusammensetzung unterscheiden, sondern auch bezüglich ihrer Verfügbarkeit stark variieren. So scheinen die langsamer verfügbaren Kaseinate über länger erhöhte Aminosäurespiegel im Blut eine stärkere Proteinsynthese zu induzieren, währenddem die schneller verfügbaren Molkenproteine bezüglich Proteinsynthese weniger effizient sind. Dem Einsatz von Proteinmischungen mit hohem Anteil an essenziellen Aminosäuren oder der gezielten Zufuhr essenzieller Aminosäuren in geringerer Dosierung

Supplement-Portrait 8: Protein	
(Fortsetzung)	können interessante Perspektiven in den Bereichen Regeneration und Eiweissaufbau zugeschrieben werden. Aufgrund der heute verfügbaren Studien kann aber die durch die gezielte Proteinzufuhr schnellere Regeneration der Muskulatur oder der durch die verstärkte Eiweissynthese mögliche erhöhte Muskelmassenzuwachs noch nicht als indirekt positiv leistungsbeeinflussender Faktor interpretiert werden. Protein wird deshalb als C-Supplement bewertet.
Mögliche Nebenwirkungen	Bei gesunden Personen ist eine zu geringe wie auch zu hohe Eiweisszufuhr mit Risiken verbunden. So kann eine Proteinzufuhr, die etwa 2 g/kg KM übersteigt, zu verstärkten Flüssigkeitsverlusten führen und durch die stark sättigende Wirkung die Aufnahme von genügend Kohlenhydraten beeinträchtigen und die urinbedingten Calciumverluste fördern (Osteoporose?). Verbunden mit einer zu hohen Eiweisszufuhr sind auch Dysbalancen einzelner Aminosäuren, Störungen im Säure-Basen-Haushalt und Störungen der Proteinsynthese denkbar. Eiweisse und Eiweisshydrolysate sind bei Nierenerkrankungen kontraindiziert.
Anwendung, Dosierung	Bei Personen mit niedriger Energiezufuhr und/oder geringer Kohlenhydratzufuhr, bei denen die bestehenden Essgewohnheiten nicht verbessert werden können, scheint es sinnvoll, situationsspezifisch 0,5–1 g Eiweiss/kg KM zusätzlich zuzuführen. Bei Personen mit ausgeglichenen Energie- und Kohlenhydratbilanzen kann im Umfeld sehr hoher muskulärer Belastungen versucht werden, die Proteinsynthese über die gezielte Aufnahme von Eiweissen zu fördern. Nach heutigem Kenntnisstand können Proteingemische (z.B. Kasein-Molkenprotein-Gemische) in Quantitäten von etwa 12–15 g (entspricht ca. 6 g essenziellen Aminosäuren) möglichst direkt vor und nach sehr hohen muskulären Belastungen in Verbindung mit je etwa 35–45 Gramm Kohlenhydraten die Proteinsynthese steigern. Allerdings muss unbedingt darauf geachtet werden, dass: a) die Gesamte Proteinzufuhr, welche die Summe aus der Basisernährung und Supplementation darstellt, 2 g Eiweiss/kg KM nicht übersteigt. Zu beachten ist, dass über die Basisernährung allein bei ausreichender Energiezufuhr bereits Proteinmengen von 1,5 g und mehr pro kg KM zugeführt werden. b) bei der Einnahme von derartigen Kohlenhydrat-Protein-Mixturen direkt vor sehr hohen muskulären Belastungen mit Verträglichkeitsproblemen zu rechnen ist und deshalb eine Einnahme derartiger Mixturen 1–2 Stunden vor Belastung als praktikabler einzustufen ist.
Quellen	(23;36;53;141-145)

Anhang 1: Kennzahlen der Basisernährung

Ausgeglichene Energiebilanz

- Kontrolle über anthropometrische Messungen sinnvoll (→ Körperzusammensetzung, nicht Gewicht), Gefahr Provokation Essstörungen!
- Vermeidung von durch negative Energiebilanzen induzierten, katabolen Grundstoffwechsellagen, negativen Makro- und Mikronährstoffbilanzen sowie Hormonstoffwechselveränderungen (Östrogen, T₃, T₄)
- Vermeidung von durch positive Energiebilanzen induzierten Zunahmen der Fettmasse
- evtl. zykl. over/under feeding?

Bedarfsadäquate Makronährstoffzufuhr

Kohlenhydratzufuhr:

- Energieprozent (E%): 55–60 E%
- g/kg KM: 6–10 g
- Glykämieindex (GI): im Zustand körperlicher Inaktivität: *tiefer bis mittlerer GI*
im Zustand körperlicher Aktivität und direkte Regeneration: *hoher GI*

Nahrungsfaserzufuhr:

- etwa 30 g lösliche und unlösliche Nahrungsfasern (lösliche Fasern ca. 10–25? g/Tag)

Fettzufuhr:

- Energieprozent (E%): > 25–30 E% (bis 50 E%?)
- g/kg KM: > 1,5 g bis ?
- SFA : MUFA : PUFA: 1 : 1 : 1?
(< 7 E%) (≤ 20 E%) (≤ 10 E%)
- Cholesterinzufuhr: < 200–300 mg pro Tag
- möglichst geringe Zufuhr an Transfettsäuren
- Omega-6-Fettsäuren: 3–6 E%
- Omega-3-Fettsäuren: 0,5–1 E%
- Verhältnis Omega-6 : Omega-3 = 4 : 1–6 : 1
- (evtl. Phytosterole: 2 g pro Tag)

Der Proteinbedarf mit dem Ziel einer ausgeglichenen Stickstoffbilanz über die Basisernährung

Proteinbedarf (vermutlich Bedarf an essenziellen und nicht essenziellen Aminosäuren)

- Energieprozent (E%): ca. 15 E%
- g/kg KM Kraftsportarten: ca. 1,6–1,8 g (bis ca. ≤ 2 g?)
(vermutlich 0,2–0,4 g ess. AS und 1,2–1,4 g nicht ess. AS)
- g/kg KM Ausdauer: ca. 1,2–1,4 g
(vermutlich 0,2–0,4 g ess. AS und 0,8–1,0 g nicht ess. AS)

Spezifische, den Proteinbedarf beeinflussende Situation

- negative Energiebilanz
- nicht bedarfsadäquate Kohlenhydratzufuhr
- schwere Infektionen, Verbrennungen
- postoperative Phase
- Hypoxie (Hungerdepression, Energiebedarf, Hämoglobinsynthese)
- Übertraining (evtl. Aminosäuren-Dysbalancen)
- evtl. durch starke Schädigung induzierte verstärkte Proteinsynthese (exzentrische Belastungen Maximalkrafttraining)
- Trainingsstand

Ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz

- Grundflüssigkeitsbedarf: 1(–1,5) ml/kcal
(davon ca. 30–40% über feste Nahrungsmittel, ca. 60–70% über Getränke)
- Prähydratation: 300–500 ml nach Einlaufen, Minuten vor Leistung
- Hydratation: 600–1200 ml pro Stunde Leistung (Kh, NaCl und K?)
- Rehydratation: Menge: ca. ≥ 1,5 x Leistungsverlust + NaCl
(ca. 1,5 g NaCl) + K? + Kh

Bedarfsadäquate Mikronährstoffzufuhr durch Auswahl qualitativ hochwertiger Nahrungsmittel

(Vorsicht: Supplementation kann unerwünschte Interaktionen bewirken!)

Besondere Beachtung gilt für:

- Vitamine: Vit. A, Vit. D, Vit. E, Vit. K, Vit. B₁, Vit. B₂, Vit. B₆, Vit. B₁₂?, Pantothersäure, Niacin, Folsäure, Vit. C
- Mineralstoffe/Spurenelemente: P, Ca, Mg, K, Fe, Na, Zn, Cu, Se, J, Cr, Mn, Si?, V?, B

Mahlzeitenhäufigkeit, -verteilung, -zeitpunkt, -verträglichkeit

- Mahlzeitenanzahl: Hauptmahlzeiten: 3
- Zwischenmahlzeiten: ca. 2–?
- Energieverteilung: Morgen: 25–30%, Mittag: 25–30%, Abend: 25–30%, Zwischenmahlzeiten: 25%
- Zeitpunkt: a) evtl. speziell regenerative Mahlzeiten direkt nach harten Trainings
b) evtl. grössere, proteinreichere, regenerative Mahlzeiten am Abend vor körperlicher Aktivität (Kh: tiefer GI?, Protein↓, Fasern↓, Fett↓, Gewürze↓)
- Verträglichkeit:

Säure-/Basenmodulation in Richtung eines leichten Basenüberschusses

- ausreichende Energie- und Kohlenhydratzufuhr (tiefglykämische Kh, Süßigkeiten↓) mit moderater Proteinzufuhr (tier. Protein↓, evtl. Met, Cys↓ (Erbsen, Linsen, Fleisch, Hartkäse)) und sehr hohen Zufuhren an Früchten, Gemüse und Salat mit dem Ziel Blut-pH >7,2
- Säurebildner <Basenbildner
(PO₄, SO₄, Cl, organ. Säuren)
(K, Na, Mg, Ca)

Wichtige Abkürzungen:

- KM = Körpermasse
- SFA = gesättigte Fettsäuren
- MUFA = einfach ungesättigte Fettsäuren
- PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren
- AS = Aminosäuren
- Met = Methionin
- Cys = Cystein
- Kh = Kohlenhydrate

Anhang 2: Basismenüplanvorschlag mit etwa 4500 Kilokalorien (inkl. 2 Liter Sportgetränk) pro Tag

Frühstück (ca. 25% der Gesamtenergiezufuhr = ca. 1000 kcal) ca. 100 g Müesli

- + ca. 2 dl Drinkmilch
- + ca. 2 Esslöffel Joghurt nature
- + ½–1 Apfel oder andere Frucht (geraffelt, z.B. zur Anreicherung des Müeslis)
- + ca. 100 g Ruchbrot (ca. 2 Stück)
- + ca. 25 g Frischkäse, ca. 10 g Butter, ca. 20 g Konfitüre/Honig oder ca. 20 g Butter, ca. 30 g Konfitüre/Honig oder ca. 40 g Käse (vollfett), ca. 30 g Konfitüre/Honig
- + Kaffee/Tee ohne Zucker, evtl. mit etwas Milch (höchstens 3 Tassen Kaffee pro Tag), verdünnter Fruchtsaft

Zwischenmahlzeit (ca. 10% der Gesamtenergiezufuhr = ca. 400 kcal + ca. 250 kcal von 1 l Sportgetränk)

während körperlicher Aktivität:

- ca. 0,5 Liter Sportgetränk pro Stunde Training
- + 1 Ruch-/Weissbrötchen (ca. 60–70 g) oder ca. 70 g Zwieback
- + 1 Banane und 1 fettarmer Riegel (à 20–30 g) oder 1 Banane und Cornflakes ungesüsst (ca. 70 g) oder 2–3 fettarme Riegel (à 20–30 g) oder 1 Anisschnitte (ca. 80 g) oder 1 Biberli usw.

in Ruhe:

- ca. 0,5 Liter Getränk in Form von Wasser, Mineralwasser, aromatisiertem Mineralwasser (z.B. Valser Lime Lite), sehr stark verdünnten Frucht- oder Gemüsesäften, Fruchteees usw.
- + 1 Ruch-/Vollkornbrötchen (ca. 80 g) oder kleineres Ruchbrötchen und 1 fettarmer Riegel (ca. 20–30 g)
- + Früchte (ca. 2 Stück) oder Beeren (ca. 200–300 g)

Leicht verdauliche Hauptmahlzeit (ca. 25% der Gesamtenergiezufuhr = ca. 1000 kcal)

(bei 2 Trainingseinheiten pro Tag (z.B. vormittags + nachmittags) kann dies dem Mittagessen entsprechen)

- ca. 0,5 l Wasser, Mineralwasser, Fruchtee, sehr stark verdünnter Frucht- oder Gemüsesaft usw.
- + ca. 450–500 g Teigwaren oder ca. 600 g Kartoffelgnocchi oder ca. 500 g Frischteigwaren (z.B. mit Ricotta-Spinat-Füllung) und dazu jeweils eine leichte Sauce (z.B. Tomaten-, Gemüse-, Schinken/Gemüsesauce usw.) oder auch Gerichte wie ca. 800 g Gemüselasagne oder ca. 800 g «leichtere» Maispizza oder ca. 500 g Risotto oder ca. 650 g Eintopfgerichte (Reis, Teigwaren, Kartoffeln usw.) mit etwas Gemüse und evtl. sehr wenig Fleisch (z.B. Schinkenstückchen) oder ca. 800 g Risi Bisi usw.
- (wenn Fleisch/Fisch/Geflügel, dann nur Miniportionen oder als kleine Stückchen in leichten Saucen)
- + evtl. ca. 20–30 g Reibkäse
- + evtl. leichter Dessert: ca. 200 g Vanillecrème oder 1 Schale Fruchtsalat oder 1 Schale Kompott oder 2 Kugeln Glacé oder ca. 200 g Joghurt oder Quark mit Früchten (besser selbst zubereitet → weniger Zucker!) usw.

Zwischenmahlzeit (ca. 10% der Gesamtenergiezufuhr = ca. 400 kcal + ca. 250 kcal von 1 l Sportgetränk)

während körperlicher Aktivität:

- ca. 0,5 Liter Sportgetränk pro Stunde Training
- + 1 Ruch-/Weissbrötchen (ca. 60–70 g) oder ca. 70 g Zwieback
- + 1 Banane und 1 fettarmer Riegel (à 20–30 g) oder 1 Banane und Cornflakes ungesüsst (ca. 70 g) oder 2–3 fettarme Riegel (à 20–30 g) oder 1 Anisschnitte (ca. 80 g) oder 1 Biberli usw.

in Ruhe:

- ca. 0,5 Liter Getränk in Form von Wasser, Mineralwasser, aromatisiertem Mineralwasser (z.B. Valser Lime Lite), sehr stark verdünnten Frucht- oder Gemüsesäften, Fruchteees usw.
- + 1 Ruch-/Vollkornbrötchen (ca. 80 g) oder kleineres Ruchbrötchen und 1 fettarmer Riegel (ca. 20–30 g)
- + Früchte (ca. 2 Stück) oder Beeren (ca. 200–300 g)

Grosse Hauptmahlzeit (ca. 30% der Gesamtenergiezufuhr = ca. 1200 kcal)

ca. 0,5 l Wasser, Mineralwasser, Fruchtee, sehr stark verdünnter Frucht- oder Gemüsesaft usw.

- + evtl. 1 Teller Suppe
- + ca. 250 g (ca. 1 Suppenteller) Salat an hochwertiger Salatsauce, zubereitet mit hochwertigen Salatölen wie Rapsöl, Weizenkeimöl, Sojaöl, Leinöl, evtl. kombiniert mit etwas Olivenöl oder ca. 200–300 g Gemüse (gekocht, gedämpft)
- + ca. 150 g (2 Stück) Pouletschenkel mit 200 g Erbsen oder ca. 200 g Pouletbrüstli oder + ca. 180 g mageres Fleisch oder ca. 200 g magerer Fisch oder ca. 100 g Trockenfleisch oder ca. 150 g Schinken oder ca. 250 g Hülsenfrüchte oder ca. 200 g Tofuburger oder ca. 100 g Käse und ½ Becher Saurer Halbbräu zu Gschwellten usw.
- + ca. 500 g Kartoffeln oder ca. 350 g Teigwaren oder ca. 300 g Kartoffelgratin oder ca. 400 g Reis oder ca. 250 g Risotto usw.
- + evtl. 1–2 Früchte oder Beeren, falls während des Tages keine Früchte/Beeren gegessen wurden
- + Kaffee/Tee ohne Zucker, evtl. mit etwas Milch (höchstens 3 Tassen Kaffee pro Tag)

Jede Mahlzeit während körperlicher Inaktivität soll auf die Verträglichkeit abgestimmt Früchte, Gemüse (gekocht, gedämpft) oder Salat enthalten!