



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

NAHRUNGSERGÄNZUNGSMITTEL IM BREITENSPO

**Marktvergleich und ernährungsphysiologische
Bewertung**

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Verfasserin: Sara Pauritsch

Studienrichtung: Ernährungswissenschaften

Betreuerin: Dr. Petra Rust

Wien, im September 2010

Für Constantin & Kolja

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Einleitung | 1 |
| 2. Literaturteil | 2 |
| 2.1 Ernährung im Breitensport | 2 |
| 2.1.1 Gibt es eine sportgerechte Ernährung für Breitensportler? | 2 |
| 2.1.2 Supplementierung im Breitensport | 18 |
| 2.1.3 Ergogene Substanzen im Breitensport | 23 |
| 2.2 Nahrungsergänzungsmittel | 27 |
| 2.2.1 Begriffsdefinition | 27 |
| 2.2.2 Sicherheitsbewertung von Nahrungsergänzungsmitteln | 28 |
| 2.2.3 Kennzeichnung von Nahrungsergänzungsmitteln | 31 |
| 2.2.4 Bewerbung von Nahrungsergänzungsmitteln | 33 |
| 3. Material und Methode | 36 |
| 4. Ergebnisse und Diskussion | 38 |
| 4.1 Ernährungsphysiologische Bewertung der häufigsten Inhaltsstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln für Sportler | 38 |
| 4.1.1 Energiegehalt | 38 |
| 4.1.2 Makronährstoffe | 39 |
| 4.1.2.1 Kohlenhydrate | 39 |
| 4.1.2.2 Proteine | 43 |
| 4.1.2.3 Fette | 46 |
| 4.1.2.4 Alkohol | 49 |
| 4.1.2.5 Zusammenfassung | 50 |
| 4.1.3 Mikronährstoffe | 51 |
| 4.1.3.1 Bewertung einzelner sportrelevanter Vitamine | 51 |
| 4.1.3.1.1 Antioxidativ wirksame Vitamine (A, C, E, β -Carotin) | 53 |
| 4.1.3.1.2 Vitamin D (Calciferol) | 57 |
| 4.1.3.1.3 Wasserlösliche Vitamine | 58 |
| Vitamin B ₁ (Thiamin) | 58 |
| Vitamin B ₂ (Riboflavin) | 59 |
| Vitamin B ₆ (Pyridoxin) | 60 |
| Niacin | 61 |
| Vitamin B ₁₂ (Cobalamin) | 62 |

| | |
|---|-----|
| Folsäure | 63 |
| 4.1.3.1.4 Zusammenfassung | 64 |
| 4.1.3.2 Bewertung einzelner sportrelevanter Mineralstoffe | 66 |
| 4.1.3.2.1 Natrium | 68 |
| 4.1.3.2.2 Kalium | 69 |
| 4.1.3.2.3 Magnesium | 70 |
| 4.1.3.2.4 Eisen | 72 |
| 4.1.3.2.5 Calcium | 76 |
| 4.1.3.2.6 Zink | 77 |
| 4.1.3.2.7 Selen | 78 |
| 4.1.3.2.8 Zusammenfassung | 80 |
| 4.1.3.3 Bewertung anderer Inhaltsstoffe | 82 |
| 4.1.3.3.1 L-Carnitin | 82 |
| 4.1.3.3.2 Phosphatidylcholin (Lecithin) | 84 |
| 4.1.3.3.3 Ginsengextrakt (Panax Ginseng) | 86 |
| 4.1.3.3.4 Coenzym Q ₁₀ (Ubichinon) | 87 |
| 4.1.3.3.5 Koffein (Trimethylxanthin) | 89 |
| 4.1.4 Ernährungsphysiologische Gesamtbewertung | 94 |
| 4.2 Bewertung der Kennzeichnung | 96 |
| 4.3 Bewertung der Werbung | 100 |
| 4.4 Bewertung der Handhabung | 103 |
| 4.5 Bewertung des Preises | 105 |
| 4.6 Bewertungsschlüssel und Endbewertung | 108 |
| 5. Schlussbetrachtung | 111 |
| 6. Zusammenfassung | 113 |
| 7. Literaturverzeichnis | 115 |
| 8. Anhang | 125 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|-----|
| <i>Abb. 1: Sportart- und Lebensstil- assoziierte Faktoren, die in Zusammenhang mit einer erhöhten Infektwahrscheinlichkeit diskutiert werden</i> | 10 |
| <i>Abb. 2: Anzahl der bewerteten Nahrungsergänzungsmittel, welche unter bzw. über den D-A-CH-Empfehlungen liegen</i> | 56 |
| <i>Abb. 3: Vitaminzusätze in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln</i> | 65 |
| <i>Abb. 4: Magnesiumgehalt der vier über dem UL liegenden Produkte</i> | 72 |
| <i>Abb. 5: Mineralstoffzusätze in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln</i> | 81 |
| <i>Abb. 6: Zusatz an Vitaminen, Mineralstoffen und speziellen Inhaltsstoffen in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln</i> | 94 |
| <i>Abb. 7: Die häufigsten Werbeversprechen</i> | 100 |
| <i>Abb. 8: Bewertung der Werbeaussagen</i> | 101 |
| <i>Abb. 9: Bewertung des Wahrheitsgehaltes von Werbeaussagen</i> | 102 |
| <i>Abb. 10: Die häufigsten Darreichungsformen</i> | 104 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|-----|
| Tab. 1: Gerundeter Energieverbrauch bei verschiedenen Sportarten..... | 2 |
| Tab. 2: Energieumsatz als PAL-Faktor..... | 4 |
| Tab. 3: Eigenschaften der Energie liefernden Systeme..... | 5 |
| Tab. 4: Energieproduktion bei verschiedenen Belastungsarten..... | 6 |
| Tab. 5: Physiologische Bedeutung von Nährstoffen..... | 7 |
| Tab. 6: Wünschenswerte Zufuhr an Energie liefernden Nährstoffen für Ausdauer- und Kraftsportler.... | 12 |
| Tab. 7: Sportartspezifische Ernährungsprinzipien..... | 13 |
| Tab. 8: Elektrolytkonzentrationen im Schweiß..... | 16 |
| Tab. 9: Empfohlene Zusammensetzung der Ernährung von Kindern und Jugendlichen..... | 18 |
| Tab. 10: Diskutierte Anwendungsbereiche von einigen Supplementen im Sport..... | 19 |
| Tab. 11: Ausgewählte Mikronährstoffe und ihre mittlere tägliche Aufnahme bei österreichischen Breitensportlern verglichen mit den D-A-CH-2000-Referenzwerten..... | 22 |
| Tab. 12: Anlage I der NEMV: Vitamine und Mineralstoffe, die bei der Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln verwendet werden dürfen..... | 30 |
| Tab. 13: Wesentliche Kennzeichnungselemente bei Nahrungsergänzungsmitteln..... | 32 |
| Tab. 14: Produktübersicht..... | 37 |
| Tab. 15: Energie- und Makronährstoffgehalt in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln..... | 38 |
| Tab. 16: Geschätzter Proteinbedarf von Athleten..... | 43 |
| Tab. 17: D-A-CH-2008-Referenzwerte für die empfohlene tägliche Vitaminzufuhr gesunder Erwachsener..... | 51 |
| Tab. 18: Vitamingehalt [μg oder mg / Tagesdosis] in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln..... | 53 |
| Tab. 19: D-A-CH-2008-Referenzwerte für die empfohlene tägliche Mineralstoffzufuhr gesunder Erwachsener..... | 66 |
| Tab. 20: Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln..... | 67 |
| Tab. 21: Der Einfluss von Nahrungsfaktoren auf die Eisenverfügbarkeit..... | 74 |
| Tab. 22: Gehalt an speziellen Inhaltsstoffen in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln..... | 82 |
| Tab. 23: Koffeingehalt einiger Getränke und von Schokolade..... | 90 |
| Tab. 24: Preisvergleich: Nahrungsergänzungsmittel für Breitensportler..... | 106 |
| Tab. 25: Endbewertung der 20 getesteten Nahrungsergänzungsmittel für Breitensportler..... | 110 |

1. Einleitung

Jeder Mensch wünscht sich für Beruf und Alltag gesund, belastbar und leistungsfähig zu sein. Diese Eigenschaften werden großteils durch den Lebensstil, wie z.B. regelmäßige körperliche Aktivität und durch eine gesunde Ernährung geprägt. Das gesteigerte Gesundheitsbewusstsein der Bevölkerung hat zur Entwicklung eines enormen Fitnessmarktes geführt. Der Sportler von heute braucht das richtige Equipment und die optimale Sporternährung.

Nahrungsergänzungsmittel gewinnen dabei immer mehr an Bedeutung. Durch Medien wird häufig der Eindruck vermittelt, die heutige Ernährung könne unseren täglichen Bedarf an lebenswichtigen Nährstoffen nur unzureichend decken. Der Markt bietet ein breites Angebot an verschiedensten Produkten. Der Absatz von Nahrungsergänzungsmitteln ist im Jahr 2006 nach Packungen zwar um 3% gesunken, ihr Umsatz ist aber im gleichen Zeitraum um 5% gestiegen.

Konsumenten versprechen sich durch deren Einnahme nicht nur eine verbesserte Körperoptik, sondern auch eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit während der Belastung, des Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Wärmehaushalts, des Aufbaus der Muskelmasse, des Immunsystems, des Schutzes körpereigener Strukturen, der Energiebereitstellung sowie der Regeneration nach körperlicher Betätigung.

Ergogene Substanzen verheißen eine legale Optimierung der Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig geringerem Trainingsaufwand. Durch leistungssteigernde Wirkstoffe sollen die Energiereserven und die Energieproduktionsrate erhöht, das Muskelgewebe vermehrt und sportinduzierte Zellschäden repariert werden. Allerdings fehlen für die meisten Wirkstoffe fundierte wissenschaftliche Studiendaten.

Diese Arbeit befasst sich mit der Notwendigkeit von Nahrungsergänzungsmitteln speziell für Breitensportler. Am österreichischen Markt erhältliche Nahrungsergänzungsmittel für Sportler wurden hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Kennzeichnung, Handhabung, Werbung und ihrer Preise bewertet.

2. Literaturteil

2.1 Ernährung im Breitensport

2.1.1 Gibt es eine sportgerechte Ernährung für Breitensportler?

Im Gegensatz zum Leistungssport wird der Breitensport in der Freizeit und nicht professionell betrieben. Menschen machen Sport, um körperlich fit und gesund zu bleiben, oder weil sie schlicht und einfach Freude an der Bewegung haben. Ein regelmäßiges Training ist aus beruflichen oder anderen Gründen oft schwierig. [MOSER, 2000] Bei Breitensportlern handelt es sich um eine äußerst heterogene Gruppe, sie reicht von langsam Joggenden bis hin zu Marathonläufern. Die einzelnen Aktivitäten unterscheiden sich qualitativ und quantitativ, was schlussendlich im Energie- und Nährstoffbedarf deutlich wird. [SGE, 2008]

Der Breitensportler ist laut Definition höchstens eine Stunde pro Tag aktiv und verbraucht dabei maximal 1000 kcal. [SCHEK, 2008^a] Mindestens drei Trainingseinheiten á 30-40 Minuten (das entspricht einem wöchentlichen Energieumsatz von 2000 kcal) werden aus präventivmedizinischer Sicht als sinnvoll angesehen, um das Risiko von kardiovaskulären Erkrankungen und Adipositas zu senken und die Lebenserwartung zu erhöhen. [BERG, PABST, 1998]

Wie hoch der Kalorienverbrauch bei sportlicher Aktivität ist, ist von der Sportart, dem körperlichen Einsatz, vom Körpergewicht und der Belastungsdauer abhängig. [SCHEK, 2007] Tabelle 1 gibt einen Überblick über den Energieverbrauch bei verschiedenen Sportarten:

| Sportart | Energieverbrauch |
|---|-------------------------|
| Kanu, Tennis, Badminton | 6-7 kcal/kg KG/h |
| Reiten, Krafttraining, Aerobic, Fußball | 8-9 kcal/kg KG/h |
| Tanzen, Schwimmen, Radrennen, Judo | 10-11 kcal/kg KG/h |
| Squash, Skilanglauf, Laufen (<6 min/km) | 12-13 kcal/kg KG/h |

Tab. 1: Gerundeter Energieverbrauch bei verschiedenen Sportarten (Schek, 2008^a)

Um den Erhalt aller Körperfunktionen sicherzustellen, braucht der Mensch Nährstoffe, die sich grob in energieliefernde (Kohlenhydrate, Proteine, Fette, Ballaststoffe und Alkohol) und nicht energieliefernde Stoffe (Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente) unterteilen lassen. Der Bedarf an Nährstoffen ist bei jedem Menschen unterschiedlich und ist von Alter, Geschlecht, Gesundheitszustand, Ernährungs- und Hormonstatus, vom Schweregrad der Arbeit, vom Klima und von der Art der sportlichen Betätigung abhängig. Sportliche Aktivität steht mit einem erhöhten Energiestoffwechsel und Umsatz an Mikro- und Makronährstoffen im Zusammenhang. Um Mangelsituationen und damit verbundene Einschränkungen der Leistungsfähigkeit und Gesundheit zu vermeiden, muss dieser Mehrbedarf ausgeglichen werden. Somit sind Qualität und Quantität der Nahrung im Breitensport von großer Wichtigkeit, nur wer sich gesund ernährt, kann von seinem Körper gute Leistungen erwarten. [PLATEN, 2002; FRIEDRICH, 2006] Physische Aktivität allein kann bei einer ausgeglichenen Energieversorgung nicht für einen Mangel an Mikronährstoffen verantwortlich sein. Eine Leistungsverschlechterung bzw. Veränderungen biochemischer Indikatoren (als Hinweise für einen ungenügenden Versorgungsstatus) sind demnach größtenteils auf chronische Ernährungsfehler zurückzuführen. Die Gefahr einer Energie- und Nährstoff-Unterversorgung besteht erst bei sehr hohen Tagesenergieumsätzen (>5000 kcal, z.B. im Leistungssport), bei minimaler Energiezufuhr (<1200 kcal) oder bei Ernährungsformen mit geringer Nährstoffdichte. [SCHEK, 2008^a]

Der tägliche Kalorienbedarf setzt sich aus dem Ruheumsatz und dem Energieverbrauch bei körperlicher Arbeit und im Sport zusammen.

Der **Grundumsatz (GU)** ist der Energieumsatz eines Menschen zur Aufrechterhaltung aller Körperfunktionen, gemessen 12 Stunden nach der letzten Nahrungsaufnahme bei einer Umgebungstemperatur von 20-28°C und physischer und emotionaler Inaktivität. Die Höhe des GU wird mit 1 kcal/kg Körpergewicht/h für den Mann und 0,9 kcal/kg Körpergewicht/h für die Frau angegeben.

Der **Ruheumsatz (RU)** ist der Energieverbrauch des Organismus im Sitzen und berücksichtigt gegenüber dem GU Faktoren wie minimale Bewegungen, Schlaf und Thermoregulation. GU und RU werden von Alter, Geschlecht, Anteil der fettfreien Körpermasse und der Funktion endokriner Drüsen beeinflusst.

Der **Leistungsumsatz (LU)** ist der zusätzliche Energiebedarf für besondere physische/physiologische Leistungen (Sport, aber auch Wachstum, körperliche Arbeit, Schwangerschaft, Stillen). Um den bei unterschiedlichen Freizeit- und Berufstätigkeiten entstehenden höheren Tagesenergieumsatz mit einzubeziehen, wird der GU mit dem Faktor für körperliche Arbeit (**PAL = physical activity level**) multipliziert.

Individuelle Faktoren wie Alter, Geschlecht, Größe und Gewicht werden dabei berücksichtigt. [ELMADFA, 2004]

Tabelle 2 zeigt typische PAL-Werte bei verschiedenen Aktivitäten:

| Aktivität/ Arbeitsschwere/ Freizeitverhalten | PAL-Faktor | Beispiele |
|--|------------|---|
| unter Grundumsatz | 0,95 | Schlaf |
| ausschließlich sitzende/ liegende Lebensweise | 1,2 | alte, gebrechliche Menschen |
| ausschließlich sitzende Tätigkeit, wenige oder keine anstrengenden Freizeitaktivitäten | 1,4-1,5 | Bürotätigkeit, Feinmechaniker |
| sitzende Tätigkeit und zeitweise Energieaufwand für gehende oder stehende Tätigkeiten | 1,6-1,7 | Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeit |
| überwiegende gehende oder stehende Tätigkeit | 1,8-1,9 | Hausfrau/-mann, Verkäufer, Kellner, Mechaniker, Handwerker |
| körperlich anstrengende berufliche Tätigkeit | 2,0-2,4 | Bauarbeiter, Landwirte, Wald- oder Bergarbeiter, Sportler |

Tab. 2: Energieumsatz als PAL-Faktor (D-A-CH-Referenzwerte, 2000)

Im Zuge des Österreichischen Ernährungsberichts 2008 befasste man sich erstmals mit dem Ausmaß der körperlichen Aktivität und deren Einflussfaktoren bei Erwachsenen und ermittelte dabei einen PAL-Faktor von durchschnittlich 1,64. Die WHO-Empfehlung (PAL von mindestens 1,7) erreichte jeder zweite Österreicher und jede fünfte Österreicherin. [ELMADFA et al., 2009]

Die für die Muskelkontraktion benötigte Energie wird durch die Spaltung von Adenosintriphosphat (ATP) bereitgestellt, das nur in sehr geringen Mengen in der Muskulatur gespeichert wird und schon während der Belastung wieder neu gebildet werden muss. In Abhängigkeit von Art, Intensität und Dauer der Belastung nutzt der Organismus aerobe und anaerobe Wege zur ATP-Gewinnung, die alle parallel, aber mit unterschiedlichem Ausmaß, ablaufen. [PLATEN, 2002]

Bei mäßiger körperlicher Aktivität sind Fette zu 80% und Kohlenhydrate zu 20% für die notwendige Energiebereitstellung verantwortlich. Erst bei Kohlenhydratmangel kommt es zu einem vermehrten oxidativen Abbau der Aminosäuren. Je intensiver die Belastung, desto höher wird der Anteil der Kohlenhydrate. Bei mehrstündigen Belastungen wird vermehrt auf die Fettoxidation zugegriffen, bis schließlich bei zu geringer Kohlenhydrataufnahme bzw. nach etwa dreistündiger Ausdauerbelastung auch zunehmend Proteine zur Energiebereitstellung abgebaut werden. Das erklärt den erhöhten Eiweißbedarf der Ausdauersportler in der Regenerationsphase.

Die drei Möglichkeiten der ATP-Synthese sind:

→ die Kreatinphosphat (KP)-Spaltung; KP ist praktisch sofort verfügbar und wird wegen der kleinen und rasch erschöpften Speicher für kurze und intensive Belastungen (max. 7 Sekunden) eingesetzt (alaktazid-anaerobe Energiebereitstellung).

→ der Glykogenabbau zum Laktat (Glykolyse), begrenzt durch die Laktatbildung selbst. Glykogen wird ohne Sauerstoff zu Laktat verbrannt, die pro Minute bereitgestellte Energiemenge ist nur von der Laktatanstiegsgeschwindigkeit abhängig. Die Leistungsfähigkeit lässt mit zunehmender Laktatkonzentration (>15 mmol/l Blut, Beginn der leistungslimitierenden Azidose) nach (alaktazid-anaerobe Energiebereitstellung).

→ die vollständige Verbrennung von Glykogen und Fettsäuren zu Kohlendioxid und Wasser (aerobe Energiebereitstellung). [HABER, 2009]

Tabelle 3 zeigt die Möglichkeiten der ATP-Synthese in Abhängigkeit von Art, Dauer und Intensität der Aktivität:

| Energie lieferndes System | Gesamtmenge an gebildetem ATP | Menge an ATP pro Molekül | Geschwindigkeit der ATP-Bildung | Beispiele aus der Leichtathletik |
|-----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|---------------------------------|---|
| Kreatinphosphat-spaltung | sehr gering | 1 | Sehr schnell | Antritte, Kurzsprints, Sprünge, Würfe |
| Laktatbildung | gering | 3 | schnell | Mittelstreckenläufe (400-800 m) |
| Vollständige Glykogen-verbrennung | mittel bis hoch | 39 | langsam | Längere bis lange Laufstrecken (je nach Intensität) |
| Vollständige Fettverbrennung | nahezu unbegrenzt | 129 (Palmitin-säure) | Sehr langsam | Längere bis lange Laufstrecken (je nach Intensität) |

Tab. 3: Eigenschaften der Energie liefernden Systeme (Platen, 2002)

Abhängig von Art und Intensität des Trainings unterscheidet man zwischen Ausdauer- und Kraftsport und zwischen Kraftausdauer- und Schnellkraftsportarten. Typisches Ausdauertraining (z.B. Laufen, Schwimmen, Radfahren, Bergwandern, Skilanglauf) definiert sich durch zyklische Bewegungen mit geringem Krafteinsatz über längere Zeit, während es im Kraftsport um kurzzeitige Belastungen mit maximaler Intensität geht (z.B. Gewichtheben, Wurfdisziplinen wie Kugelstoßen, Hochsprung, Sprints). In der Muskulatur der Ausdauersportler dominieren rote Muskelfasern, die neben dem Myoglobin (als schnell verfügbare Sauerstoffreserve für den aeroben Energiestoffwechsel) auch viele Mitochondrien enthalten. Sie zeichnen sich durch viele Kontraktionen mit geringer Kraftentwicklung aus hauptsächlich aerober Energiebereitstellung und somit größerer Ausdauer aus. Die Muskulatur von Kraftsportlern ist vorwiegend durch weiße Muskelfasern geprägt, die erst bei höherer Belastungsintensität eingesetzt werden. Aufgrund der besseren Ausstattung mit Myofibrillen und anaeroben Enzymen eignen sie sich gut für kräftige und schnelle Kontraktionen. Der Muskelfasertyp wird durch die Beanspruchungsart definiert. Wechselt z.B. ein Ausdauersportler in eine Kraftsportart, werden rote Muskelfasern in weiße umgewandelt. [HABER, 2009]

Tabelle 4 zeigt die unterschiedliche Energiebereitstellung bei Kraft- und Ausdauersport:

| Art der Belastung | Art der Energiebereitstellung | Verwertete Energieträger |
|---|-------------------------------|---------------------------------|
| Schnellkraftbelastung (Dauer: bis zu 45 s) | Rein anaerob | Energiereiche Phosphate |
| Kurzzeitausdauer (Dauer: 45 s bis 2 min) | Vorwiegend anaerob | Kohlenhydrate (Glykolyse) |
| Mittelzeitausdauer (Dauer: 2-8 min) | Gemischt anaerob/aerob | Kohlenhydrate |
| Langzeitausdauer (Dauer: 8-60 min) | Vorwiegend aerob | Gemischt Kohlenhydrate/Fette |
| Extreme Ausdauerbelastung (Dauer: >1 h) | Rein aerob | Gemischt Kohlenhydrate/Fette |

Tab. 4: Energieproduktion bei verschiedenen Belastungsarten (Baron, Berg, 2005)

Die Hauptfunktion der Ernährung ist die Versorgung des Organismus mit allen für Erhalt, Wachstum und Fortpflanzung notwendigen Nährstoffen. Gleichzeitig dient sie der langfristigen Erhaltung von Gesundheit und Wohlbefinden und verhindert so die

Entstehung ernährungsassoziierter Erkrankungen. Neben ihren „klassischen“ Aufgaben als Energielieferanten, Baustoffe und Coenzyme, gewinnen die Wirkungen von Nahrungsinhaltsstoffen, wie z.B. die der Carotinoide und Polyphenole, als Bestandteil von Nahrungsergänzungsmitteln immer mehr an Bedeutung. [HAHN, STRÖHLE, 2007] Tabelle 5 fasst einige Funktionen sekundärer Pflanzeninhaltsstoffe zusammen:

| | |
|---|---|
| Energiebereitstellung | z.B. Fette und Kohlenhydrate |
| Bausubstanzen für Zellen und Gewebe | z.B. Proteine, verschiedene Mineralstoffe |
| Bestandteile von Hormonen und anderen Regulationsfaktoren | z.B. Jod, Zink |
| Cofaktoren von enzymkatalysierten Reaktionen | z.B. B-Vitamine, Magnesium, Zink |
| Endokrine Wirkungen | z.B. Vitamin D, Phytoöstrogene |
| Beteiligung an Biotransformation und Detoxifikation | z.B. Polyphenole, Vitamin C |
| Modulation der Zellkommunikation | z.B. Carotinoide |
| Inhibierung von Tumorwachstum und -infiltration | z.B. Polyphenole |
| Regulation gastrointestinaler Funktionen | z.B. Ballaststoffe |
| Bestandteile antioxidativer Systeme | z.B. Vitamine E, C, Carotinoide, Polyphenole, Selen |
| Beeinflussung von Signaltransduktion und Genexpression | z.B. Vitamin A, D, B ₆ |

Tab. 5: Physiologische Bedeutung von Nährstoffen (Hahn, Ströhle, 2007)

Leistungsfähigkeit, Belastbarkeit und Gesundheit eines Sportlers werden durch die Ernährung direkt beeinflusst. Schnell resorbierbare Kohlenhydrate bewirken nicht nur eine spätere Ermüdung der Muskulatur während des Sports, sie aktivieren auch verstärkt die Auffüllung der Glykogenreserven nach dem Sport. Eine gezielte Zusammenstellung von Fettsäuren wirkt sich positiv auf die muskuläre und immunologische Stressreaktion aus. [DEIBERT et al., 2005]

Trotzdem ist keine allgemeine Empfehlung für eine sportspezifische Ernährung möglich, denn eine „optimale und sportgerechte“ Ernährung muss einerseits genau auf die jeweiligen Ansprüche der Sportart, andererseits auf die Trainingshäufigkeit und

-intensität eingehen. Des Weiteren muss berücksichtigt werden, ob es sich um einen erwachsenen oder jugendlichen Sportler, um eine Frau oder einen Mann handelt. [FRIEDRICH, 2006] So könnten altersbedingte Veränderungen der metabolischen und absorptiven Kapazität des Organismus die Nährstoffbioverfügbarkeit von Senioren beeinflussen und unter anderem zu Mängeln an antioxidativ wirksamen Mikronährstoffen führen. Rousseau et al. [2006] untersuchten, ob sich der Status antioxidativ wirksamer Vitamine und Spurenelemente physisch aktiver Senioren durch sportliche Aktivität verändert. Im Vergleich zu jungen Aktiven und physisch inaktiven Senioren wiesen aktive Senioren einen ähnlichen Selenspiegel, aber eine höhere Aktivität der erythrozytären Glutathionperoxidase auf. Oxidiertes Glutathion (GSSG) war signifikant erhöht und die Konzentration der Thiolgruppen im Plasma war niedriger als in der jüngeren Vergleichsgruppe. Die Aufnahmen an Vitamin C, Vitamin E und β -Carotin waren bei den aktiven Senioren höher als bei jungen Aktiven, dennoch wiesen sie die niedrigsten Carotinoidplasmaspiegel (besonders β -Carotin) auf. Trotz hoher Zufuhr an antioxidativ wirksamen Mikronährstoffen fehlen Mechanismen, die dem erhöhten und altersbedingten oxidativen Stress entgegenwirken. [ROUSSEAU et al., 2006]

Aguilo et al. [2003] konnten Veränderungen der Plasmakonzentrationen antioxidativ wirksamer Vitamine und Carotine sowie der Serumlipide und des Gesamtcholesterins abhängig vom unterschiedlichen Trainingsstatus der Athleten, der Intensität und Dauer der Trainingseinheiten nachweisen. Sie untersuchten in einer Studie an 33 männlichen Radfahrern (17 Amateure und 16 Profis) den Einfluss verschiedener Trainingsintensitäten auf den Antioxidanzien- und Cholesterinspiegel. Die Amateure trainierten durchschnittlich 14 Stunden pro Woche (60% der VO_2max), die Trainingsintensität der Profi-Radsportler betrug 24 Stunden/Woche (80% der VO_2max). Neben der täglichen Nahrungsaufnahme und hämatologischen Parametern wurden Serumlipide, Cholesterinprofil und die Antioxidanzienkapazität im Plasma (Ascorbinsäure, α -Tocopherol, Retinol, β -Carotin, u.a.) vor und nach dem Training erfasst. Bei den Profis zeigte sich nach dem Ausdauertraining ein signifikanter Anstieg der Plasmaspiegel von Vitamin C, Vitamin E, Triglyceriden und VLDL-Cholesterin und ein Absinken der Plasmakonzentrationen von β -Carotin und LDL-Cholesterin. Bei den Amateuren war nach maximaler und submaximaler Leistung nur ein signifikanter

Anstieg des Gesamtcholesterins bemerkbar, während die Konzentrationen bei den Profis unverändert blieben. [AGUILO et al., 2003]

Eine weitere Studie befasste sich mit geschlechtsspezifischen Unterschieden bezüglich Ernährungsempfehlungen für Sportler. Bei submaximaler Belastung verbrennen Frauen im Vergleich zu Männern proportional mehr Fett und weniger Protein und Kohlenhydrat. Dieser genetische Unterschied basiert hauptsächlich auf den bei Frauen höheren Konzentrationen an Östrogen, das im Tierversuch einen Glykogen sparenden Effekt in Muskulatur und Leber bei Ratten aufweist. Carbohydrate loading, also die Aufnahme extrem kohlenhydratreicher Kost vor Ausdauerbelastungen zur Füllung der Glykogen-Speicher, ist bei Sportlerinnen erst ab einer Kohlenhydratzufuhr von mehr als 8 g/kg Körpergewicht/d im selben Ausmaß wie bei Männern möglich. Aufgrund der Tatsache, dass Frauen während des Ausdauertrainings weniger Aminosäuren abbauen, liegt die Empfehlung der Tageszufuhr unter der von Männern. [TARNOPOLSKY, 2004]

Folgen einer intensiven körperlichen Belastung beschränken sich nicht nur auf die Muskulatur, sondern betreffen den gesamten Organismus. Es kommt zu einer systemischen metabolischen, hormonellen und immunologischen Ganzkörperreaktion, die über die Ernährung beeinflusst werden kann. [DEIBERT et al., 2005]

Es gibt Hinweise, dass intensiver bis sehr intensiver Ausdauersport die Rate an viralen Infekten erhöht, während moderates Training die Infektanfälligkeit eher reduziert. [NIEMAN, 2003; PETERSEN, PEDERSEN, 2005; GLEESON, 2007] Abbildung 1 zeigt, dass ein erhöhtes Infektionsrisiko nicht allein von Trainingsumfang und Belastungsintensität abhängig ist. Auch Parameter wie Stress, Schlafmangel und ungesunde Ernährung wirken infektfördernd. Bei Sportlern, die auf eine gesunde und ausgewogene Ernährung achten, treten signifikant weniger Infekte der oberen Atemwege auf. [MOREIRA et al., 2007]

Trotzdem müssen einige dieser Studienergebnisse vorsichtig interpretiert werden. Hauptgründe dafür sind die häufig unzulängliche Beschreibung des Trainingsstatus, des Alters und des Geschlechts der Probanden sowie die eingeschränkte klinische Labordiagnostik bei Atemwegserkrankungen und das Außer-Acht-Lassen

psychologischer, pharmakologischer, alimentärer und umweltbedingter Faktoren auf das mukosale Immunsystem. [GLEESON et al., 2004]

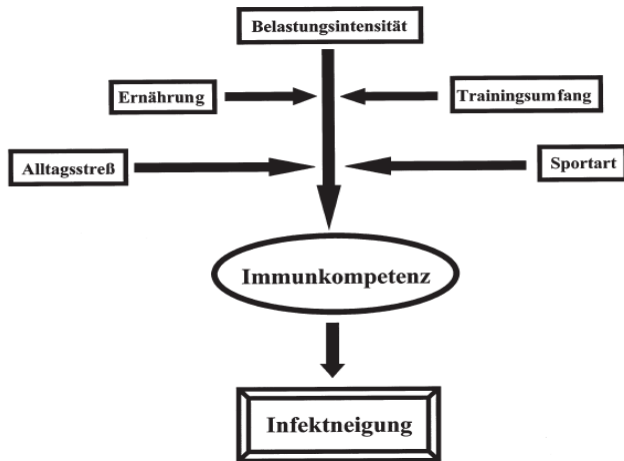


Abb. 1: Sportart- und Lebensstil- assoziierte Faktoren, die in Zusammenhang mit einer erhöhten Infektwahrscheinlichkeit diskutiert werden (König et al., 2000)

Einen wesentlichen Einfluss hat die Nahrungszusammensetzung auf die immunologische Reaktion nach einer körperlichen Belastung. Kohlenhydrate, Fettsäuren, Vitamine, Spurenelemente und andere bioaktive Nahrungsbestandteile können zum Teil direkt durch Rezeptor-Interaktionen bzw. Botenstoffe in die Regulation der Immunantwort eingreifen. [KÖNIG et al., 2000; DEIBERT et al., 2005] Auf den Einfluss verschiedener Fettsäuren auf das Immunsystem bzw. auf die Infektabwehr wird in Kapitel 4.1.2.3 *Fette* noch näher eingegangen. Die folgende Aufzählung zeigt die gesundheitsprotektiven Auswirkungen einer optimierten Zusammensetzung der Ernährung:

- Ausgeglichene Energiebilanz
- Ausreichende Aufnahme von Mikronährstoffen und Ballaststoffen
- Optimierte Kohlenhydrat/Fett-Verhältnis



- Verbesserte Körperkomposition
- Verbesserte Fettoxidation und antioxidative Kapazität
- Verringerte Infektanfälligkeit [DEIBERT et al., 2005]

Sportliche Aktivität erhöht je nach Intensität und Dauer die Bildung freier Radikale und die damit einhergehende Lipidperoxidation im Organismus. Gleichzeitig verbessern sich die körpereigenen Schutzsysteme: antioxidativ wirksame Enzyme zeigen eine erhöhte Aktivität, Moleküle wie Glutathion, Harnsäure und Coenzym Q₁₀ werden gesteigert gebildet und antioxidativ wirkende Vitamine verstärkt aus den Geweben freigesetzt. [SCHEK, 2008^a] Diese Hochregulierung der endogenen antioxidativen Abwehrkräfte steht häufig mit geringeren Konzentrationen von Biomarkern für oxidativen Stress im Zusammenhang. Bloomer und Fisher-Wellman verglichen in ihrer Studie an 131 sportlich aktiven und nicht aktiven Männern und Frauen Protein-Carbonylgruppen (PC), Malondialdehyd (MDA) und 8-Hydroxy-2'-Deoxyguanosin (8-OHdG) als Biomarker für oxidativen Stress. Daneben wurden Zusammenhänge zwischen diesen Biomarkern und ausgewählten Nahrungsinhaltsstoffen untersucht. Zwischen trainierten Männern und Frauen sowie zwischen untrainierten Männern und Frauen gab es keine signifikanten Unterschiede der PC-Konzentrationen. Allerdings zeigten trainierte Teilnehmer signifikant niedrigere PC-Konzentrationen im Plasma als ihre untrainierte Vergleichsgruppe. Die MDA-Spiegel waren signifikant niedriger bei trainierten Frauen als bei trainierten Männern sowie bei trainierten Männern und Frauen verglichen mit untrainierten Männern und Frauen. Kein signifikanter Unterschied konnte für 8-OHdG festgestellt werden. Weder PC noch 8-OHdG korrelierten mit der Nahrungszusammensetzung. Eine positive Korrelation bestand speziell bei trainierten Männern zwischen MDA und der Proteinaufnahme, eine negative zwischen MDA und dem Kohlenhydratanteil sowie der Vitamin C-Aufnahme. [BLOOMER, FISHER-WELLMAN, 2008]

Watson et al. [2005] untersuchten bei 17 Sportlern in zwei Belastungstests die antioxidative Gesamtkapazität. Vor dem ersten Test nahmen die Teilnehmer ihre übliche antioxidanzienreiche Kost zu sich, vor dem zweiten Belastungstest folgte eine 2-wöchige eingeschränkte Antioxidanzien-Zufuhr. Die Aufnahme an Antioxidanzien infolge der antioxidanzienarmen Diät war dreimal geringer, die F(2)-Isoprostan-Konzentration als Biomarker für oxidativen Stress signifikant höher nach submaximaler Belastung (38%), Erschöpfung (45%) und nach einstündiger Erholungsphase (31%). Zwar kam es bei antioxidanzienarmer Diät zu einer höheren wahrgenommenen Anstrengung, die Belastungszeit bis zur Erschöpfung wurde aber nicht beeinträchtigt.

Die antioxidative Gesamtkapazität und die Konzentrationen an Antioxidanzien waren geringer, aber nicht signifikant. [WATSON et al., 2005]

Eine hohe Antioxidanzienaufnahme bei Sportlern zeigte sowohl bei submaximalen als auch bei maximalen Belastungstests keine erhöhten Indikatoren für oxidativen Stress. So erhöhte eine 3-wöchige Supplementierung mit 240 mg Vitamin C pro Tag bei 21 Basketballspielern zwar signifikant die Vitamin C-Konzentration im Serum, eine Beeinflussung des Antioxidanzienstatus im Blut und der aeroben Kapazität bei Maximalbelastung konnte aber nicht nachgewiesen werden. [CHOLEWA et al., 2008] Bloomer et al. [2007] konnten ebenfalls keinen positiven Effekt einer Supplementierung mit 1000 mg Vitamin C und 378 mg Vitamin E auf Muskelverletzungen und oxidativen Stress beobachten. [BLOOMER et al., 2007]

Eine 2-jährige 400 Personen umfassende Interventionsstudie befasste sich mit den Auswirkungen einer längerfristigen Einnahme eines mit den Vitaminen E, C und A angereicherten Getränks auf die sportliche Aktivität und das antioxidative Potenzial gesunder Senioren. In diesem Fall führte die tägliche Supplementierung zu signifikant weniger oxidativen Schäden an Lipiden, Proteinen und der DNA und normalisierte die Konzentrationen des oxidierten Glutathions (GSSG), des GSH/GSSG-Quotienten und von Vitamin C. [MUÑOZ et al., 2009]

Tabelle 6 gibt eine Übersicht, wie hoch der Anteil der Makronährstoffe im Kraft- und Ausdauersport sein sollte:

| Hauptnährstoff | Ausdauersportler | Kraftsportler |
|----------------|---|---|
| Kohlenhydrate | <10 h Sport/Woche: 5-7 g/kg/d >10 h Sport/Woche: 8-10 g/kg/d | 5-7 g/kg/d |
| Fette | 1-3 g/kg/d | 1-2 g/kg/d |
| Proteine | 1,6 g/kg/d | Muskelerhaltung: 1,2 g/kg/d Muskelaufbau: 1,4 g/kg/d (Frauen 20% weniger) |

Tab. 6: Wünschenswerte Zufuhr an Energie liefernden Nährstoffen für Ausdauer- und Kraftsportler (Schenk, 2008^b)

Bei täglichem, intensivem Training ist eine gesicherte ausreichende Versorgung mit allen essenziellen Nährstoffen über die normale Mischkost erst ab einer Tagesenergiezufuhr von mindestens 2500-3000 kcal problemlos möglich. [DEIBERT et al., 2005] Die Deckung des Energiebedarfs steht bei erwachsenen Sportlern im direkten Zusammenhang mit einem konstanten Körpergewicht (Body Mass Index von 19-24 kg/m² für Frauen, 20-25 kg/m² für Männer), wobei bei sehr sportlichen Personen ein BMI über 25 kg/m² auch auf eine große Muskelmasse zurückzuführen sein kann. [SCHEK, 2008^b]

Wie Tabelle 7 zeigt, gibt es hinsichtlich der Zusammensetzung der Nahrungskomponenten kaum sportspezifische Unterschiede:

| Sportarten | Anteilige Energiebereitstellung |
|--|--|
| Ausdauersport: Langlauf, Radfahren, Wandern, Skilanglauf, Tanzen, Schwimmen, Segeln, usw. Spielsport: Fußball, Handball, Tennis, usw. | 55-60% Kohlenhydrate 10-15% Eiweiße 25-30% Fette |
| Kraftausdauersport: Rudern, Bergsteigen, Triathlon, Alpin-Ski, Boxen, Bodybuilding, Kampfsportarten, usw. | (Übergang fließend) |
| Schnellkraftsport: Turnen, Gymnastik, Squash, Volleyball, leichtathletische Sprungdisziplinen, usw. | 50-55% Kohlenhydrate ca. 15% Eiweiße |
| Kraftsport: Wurf- und Stoßdisziplinen, Gewichtheben | 25-30% Fette |

Tab. 7: Sportartspezifische Ernährungsprinzipien (Hartleb, 2000)

Sportler sollten neben der Tagesenergiebilanz eine ausgeglichene Bilanz bei Kohlenhydraten (aufgrund ihrer ergogenen Teilaspekte, auf die in Kapitel 4.1.2.1 *Kohlenhydrate* noch näher eingegangen wird), Flüssigkeit, Mineralstoffen und Vitaminen beachten. [RIEDL, KINDL, 2006]

Die Empfehlungen für die Ernährung des Breitensportlers unterscheiden sich im Wesentlichen nicht von den Empfehlungen für einen Nicht-Sportler. Eine kalorienadäquate und ausgewogene Ernährungsweise garantiert eine ausreichende Aufnahme an sekundären Pflanzenstoffen und antioxidativ wirkenden Vitaminen und reduziert nachweislich das Risiko ernährungsassoziierter Erkrankungen (Diabetes mellitus Typ 2, Koronare Herzerkrankungen, Krebs). [DEIBERT et al., 2005]

Basis einer idealen Ernährung für Freizeitsportler sind allgemein die zehn Regeln für eine vollwertige Ernährung der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE). Als optimale Energiequelle empfiehlt die DGE drei bis vier Stunden vor dem Training Nahrungsmittel mit einem hohen Gehalt an komplexen Kohlenhydraten und einer hohen Nährstoffdichte (z.B. Müsli, Vollkornbrot, Vollkorn-Nudeln, Vollkorn-Reis, Gemüse) zuzuführen. [DGE, 2001^a] Nur bei sehr extremer sportlicher Belastung kann es zu einem erhöhten Nährstoffbedarf kommen, der durch die normale Ernährung nur mehr schwer gedeckt werden kann. [ASCHOUR, 2004]

Kohlenhydrate sind die wichtigste Energiequelle für den menschlichen Organismus und der Leistungsbrennstoff schlechthin. Vor allem für das Zentralnervensystem und für die Erythrozyten ist die Zufuhr von Glukose unentbehrlich. Ohne ausreichende Zufuhr an Kohlenhydraten kann auch die Fettsäureoxidation nicht ablaufen, d.h. für die Verbrennung von Fettsäuren ist der Glukose-Abbau notwendig. [MANNHART, COLOMBANI, 2001]

Ein Nachteil ist die begrenzte intrazelluläre Speicherfähigkeit von Kohlenhydraten in Form von Glykogen in Leber (ca. 400 kcal) und Muskulatur (ca. 1200 kcal). Sobald die Glykogendepots geleert sind bzw. nach dem Absinken der Blutglukose, z.B. nach einer mehrstündigen Ausdauerbelastung, nimmt die Leistungsfähigkeit deutlich ab (Hungerast). Zwar kann der menschliche Organismus aus glukogenen Aminosäuren und aus Glycerin Glukose aufbauen, die Menge reicht aber nicht für längere sportliche Belastungen. Die danach einsetzende Umstellung auf die Fettsäureoxidation ist mit einer reduzierten Belastungsintensität verbunden (zunehmendes Ermüdungsgefühl in der Muskulatur). [HABER, 2009; BERG et al., 2008] Nur bei reinem Glukoseabbau ist es möglich, hohe Leistungen zu erbringen. [MANNHART, COLOMBANI, 2001] Daher sind gut gefüllte Glykogenspeicher bei Ausdauersportarten, bei Intervallbelastungen und bei intensivem Training unerlässlich. Die Fähigkeit zur Glykogenspeicherung kann durch Training über enzymatische und organspezifische Strukturen fast verdoppelt werden. [BERG et al., 2008]

Fett ist der größte Energielieferant für den menschlichen Organismus, ein Kilogramm Körperfettgewebe entspricht einem Energiepotenzial von ca. 7000 kcal. Verglichen mit Proteinen und Kohlenhydraten liefern Fette mehr als das doppelte an Energie pro

Masseneinheit. Triglyceride sind an der Zellmembranbildung beteiligt und Ausgangssubstanz der Prostaglandine. Sie schützen als Baufett Organe vor Verletzungen und wirken in Form von Speicherfett als Wärmeisolator. Desgleichen ist die Aufnahme der fettlöslichen Vitamine A, D, E und K nur dann gewährleistet, wenn genügend Fett in der entsprechenden Mahlzeit vorhanden ist. [ELMADFA, 2004; SCHEK, 2007]

Vitamine sind essenzielle organische Verbindungen, die sich aufgrund ihrer chemischen Struktur in fettlösliche (Vitamin A, D, E und K) und wasserlösliche Vitamine (Vitamin C, Niacin, Biotin, Folsäure, Pantothersäure und die B-Vitamine) einteilen lassen. Fettlösliche Vitamine werden am besten bei zeitgleicher Aufnahme von Nahrungsfett aufgenommen und vor allem in der Leber und im Depotfett gespeichert. Wasserlösliche Vitamine können im Körper nur in sehr kleinen Mengen gespeichert werden, weswegen eine konstante und ausreichende Zufuhr notwendig ist. Vitamine gehören zu den nicht energieliefernden Nahrungsbestandteilen, sie sind aber für fast alle Stoffwechselfvorgänge im Körper unentbehrlich. Auch hinsichtlich ihrer Funktionen unterscheiden sich die beiden Vitamingruppen: Während die fettlöslichen Vitamine die Bildung verschiedener Proteine unterstützen und somit direkt in die Regulation des Stoffwechsels und der Zellentwicklung eingreifen, werden die wasserlöslichen Vitamine im Körper zu Coenzymen und wirken als Katalysatoren des Stoffwechsels. [ELMADFA, 2004]

Mineralstoffe sind anorganische Stoffe, die nicht im Körper produziert werden. Sie werden mit der Nahrung in anorganischer (Natriumchlorid) und organischer (Eisen im Hämoglobin) Form aufgenommen und können nach ihren Konzentrationen in Mengen- (>50 mg/kg Körpergewicht) und Spurenelemente (\leq 50 mg/kg Körpergewicht) unterteilt werden. Ihre Funktionen sind vielfältig:

- Mineralstoffe für den Aufbau von Körperstrukturen (z.B. Calcium und Magnesium)
- Mineralstoffe für die osmotische Regulation (z.B. Kalium, Natrium und Chlorid)
- Mineralstoffe für den Aufbau von Wirkstoffen, Enzymen und Hormonen (z.B. Selen und Jod)
- Mineralstoffe für die Umwandlung organischer Verbindungen (z.B. Zink)

Für das einwandfreie Funktionieren des menschlichen Stoffwechsels braucht man nur geringe Mengen an Mineralstoffen. Der Bedarf ist individuell unterschiedlich und von physiologischen Gegebenheiten abhängig. Ein Mangel kann verschiedene Stoffwechselstörungen, eine zu hohe Zufuhr toxische Wirkungen hervorrufen. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006]

Mineralstoff- und Wasserverluste entstehen beim Sportler, abhängig von der Leistungsintensität, der Umgebungstemperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Trainingszustandes, in erster Linie durch das Schwitzen. [KONOPKA, 1998] Es handelt sich dabei vor allem um die Elektrolyte Natrium und Chlor (mittlere Konzentration von 2,6 g NaCl/l Schweiß), kleinere Mengen an Kalium, Calcium, Eisen, Kupfer und Zink, sowie Stickstoff, Aminosäuren und wasserlöslichen Vitaminen. Aufgrund der relativ hohen NaCl-Verluste ist für gesunde Sportler eine Einschränkung der Kochsalzzufuhr nicht notwendig bzw. sogar nachteilig. [PLATEN, 2002]

Tabelle 8 macht die unterschiedlichen Verlustmengen von Elektrolyten durch das Schwitzen deutlich:

| | Natrium | Kalium | Calcium | Magnesium | Eisen | Kupfer | Zink |
|---------------------|----------------|---------------|----------------|------------------|--------------|---------------|-------------|
| mg/l Schweiß | 700-1500 | 200-430 | 20-40 | 2-10 | 0,3-0,6 | 0,5-0,8 | 0,5-1 |

Tab. 8: Elektrolytkonzentrationen im Schweiß (Baron, Berg, 2005)

Eine ausgeglichene Flüssigkeitsbilanz ist Bedingung für optimale Leistungen, schon eine Dehydratation von ein bis zwei Prozent der Körpermasse verringert die Leistungsfähigkeit messbar. [MANNHART, COLOMBANI, 2001] Der Flüssigkeitsverlust durch Schweiß schwankt individuell und kann bei trainierten Sportlern sogar 2-3 Liter pro Stunde betragen. Bei Breitensportlern ist der Elektrolytverlust gering und kann problemlos durch ausreichende Flüssigkeitszufuhr ersetzt werden. Eine zusätzliche Einnahme von Mineralstoff- und Vitaminpräparaten [PLATEN, 2002], sowie spezielle „Sportlergetränke“ sind nicht notwendig. Ein Ausgleich des Wasserverlustes durch Mineralwasser, verdünnte Fruchtsäfte oder Tees [ELMADFA et al., 2003] während (150 ml Flüssigkeit alle 20 Minuten) und vor allem nach der Belastung (1 ml pro verbrauchter Kalorie) ist ausreichend. Auf Alkohol sollte

generell verzichtet werden, da er den Organismus über die Hemmung von ADH noch weiter entwässert. [PLATEN, 2002]

Körperlich aktive Kinder und Jugendliche haben allein aufgrund der Längenwachstumsschübe einen höheren Energiebedarf. Unter Berücksichtigung des Alters, der Referenzgröße und des -gewichtes sowie der Trainingsintensität beträgt die ungefähre Energiezufuhr für ein 9-jähriges inaktives Mädchen 1415 kcal/d, für einen sehr aktiven 13-jährigen Buben 3038 kcal/d. Wie Tabelle 9 zeigt, sollte die tägliche Kohlenhydratzufuhr wie bei den Erwachsenen mindestens 50 Energieprozent ausmachen. Eine zusätzliche Aufnahme kann helfen, endogene Substrate einzusparen und verlangsamt vermutlich die vorzeitige Ermüdung bei kurzer, intensiver Belastung. Die tägliche Fettzufuhr sollte sich auf 25-30 Energieprozent, davon max. 10% aus gesättigten Fettsäuren, belaufen. Eine ausreichende Fettzufuhr hat einen entscheidenden Einfluss auf Wachstum und Entwicklung. Die Proteinzufuhr liegt bei Kindern zwischen 7 und 10 Jahren bei 1,0 g/kg Körpergewicht/d, bei Jugendlichen zwischen 0,8 und 0,9 g/kg Körpergewicht/d und ist wachstumsbedingt erhöht.

Da eine mittlere Hämoglobinkonzentration bei männlichen Jugendlichen unter 13 g/dl und bei Mädchen unter 12 g/dl unter anderem auch mit einer Leistungsver schlechterung im Zusammenhang steht, muss auf eine eisenreiche Ernährung geachtet werden. Im Alter von 9 bis 13 Jahren sollten Mädchen 5,7 mg Eisen pro Tag, von 14 bis 18 Jahren 7,9 mg/d zu sich nehmen. Bei gleichaltrigen Jungen liegt die empfohlene Tageszufuhr bei 5,9 bzw. 7,7 mg Eisen. Besonders wichtig hinsichtlich der Knochendichte im Erwachsenenalter ist eine adäquate Calciumzufuhr, sie sollte bis zum 10. Lebensjahr bei 800 mg/d und danach bei rund 1200 mg/d liegen. Auch Zink spielt eine wichtige Rolle in der Ernährung junger Menschen, da es für Wachstum und Entwicklung von großer Bedeutung ist und viele Sportler aller Altersgruppen Defizite aufweisen.

Kinder sollten bereits maximal 15-20 Minuten nach Beginn der physischen Aktivität das erste Mal trinken und zwar so viel, bis sie sich nicht mehr durstig fühlen, plus ein zusätzliches halbes Glas bei Kindern bzw. ein ganzes bei Jugendlichen. [GRAF, HOLTZ, 2008]

Mehrere Untersuchungen beschreiben ein viel gesünderes Essverhalten bei sportlich aktiven Kindern und Jugendlichen. [CAVADINI et al., 2000; CUPISTI et al., 2002]

So zeigt eine Untersuchung, dass Kraftsport betreibende Kinder regelmäßiger frühstücken und eine bessere Protein-, Eisen-, Zink- und Calciumversorgung aufweisen als gleichaltrige Nichtsportler. [CROLL et al., 2006]

| Alter in Jahren | Fett | Fettsäuren | | | | Protein | Kohlenhydrate |
|---|-------|------------|------|------|-----|---------|---------------|
| | | GSF | EUFS | MUFS | | | |
| | | | | n-3 | n-6 | | |
| Referenzwerte (DGE) | | | | | | | |
| 1-3 | 30-40 | ≤10 | ≥10 | 0,5 | 3,0 | 5 | >50 |
| 4-18 | 30-35 | ≤10 | ≥10 | 0,5 | 2,5 | 6 | >50 |
| Optimierte Mischkost | | | | | | | |
| 1-18 | 30 | 10 | 14 | 6 | | 15 | 55 |
| DONALD-Studie | | | | | | | |
| 1-18 | 38 | 17 | 16 | 5 | | 13 | 49 |
| 2-18 | 35-36 | 16 | 15 | 5 | | 13 | 51 |
| Anteile an der Energiezufuhr in %, GFS gesättigte Fettsäuren, EUFS einfach ungesättigte Fettsäuren, MUFS mehrfach ungesättigte Fettsäuren, DONALD Dortmund nutritional and anthropometric longitudinally designed study | | | | | | | |

Tab. 9: Empfohlene Zusammensetzung der Ernährung von Kindern und Jugendlichen (mod. nach: D-A-CH-Referenzwerte, 2000; Optimierte Mischkost (optimiX) und DONALD (Dortmund nutritional and anthropometric longitudinally designed study), Forschungsinstitut für Kinderernährung Dortmund (FKE), 2004

2.1.2 Supplementierung im Breitensport

Unter Supplementierung versteht man eine gezielte und ergänzende Aufnahme einzelner Nährstoffe über das physiologische (Mindest) Maß hinaus. [RIEDL, KINDL, 2006] Sie wird einerseits zur Behandlung verschiedener Nährstoff-Mangelkrankungen eingesetzt, die aber nur ein Arzt konstatieren kann, andererseits kann der Bedarf an gewissen Nährstoffen in manchen Lebenssituationen, wie Schwangerschaft oder Stillzeit, im Leistungssport, aber auch bei Lebensmittelunverträglichkeiten bzw. bei langfristiger Medikamenteneinnahme, erhöht sein. [ÖGE, 2008]

Sollte man sich für eine Nahrungsergänzung entscheiden, ist es sinnvoll, den persönlichen Vitaminstatus und die speziellen Anforderungen der Sportart mit

einzu beziehen. Nahrungsergänzungsmittel sollten nur gezielt und individuell nach Untersuchung des Versorgungszustandes verwendet werden. [ASCHOUR, 2004]

Mit Hilfe der Aufnahme von Supplementen sollen der Flüssigkeits-, Elektrolyt- und Wärmehaushalt und die Leistungsfähigkeit während der sportlichen Belastung, sowie der Aufbau der Muskelmasse, das Immunsystem, der Schutz körpereigener Strukturen, die Energiebereitstellung und die Regeneration nach der körperlichen Betätigung positiv beeinflusst werden. Studien, die Auswirkungen von Nahrungsergänzungsmitteln bei Sportlern untersucht haben, unterscheiden sich oft stark hinsichtlich Belastungsintensität, Trainingszustand und Geschlecht der Teilnehmer und der Supplementdosierung. Dies erklärt nicht nur die widersprüchlichen Ergebnisse dieser Arbeiten, es erschwert auch die Möglichkeit, Empfehlungen für die Zufuhr bestimmter Nährstoffe abzuleiten. [MANNHART, 2003]

Tabelle 10 klassifiziert einige häufig diskutierte Supplemente nach verschiedenen Einteilungskriterien:

| Diskutierte Anwendungsbereiche | In der Fachliteratur diskutierte Supplemente |
|---|--|
| Unterstützung des Flüssigkeits-, Elektrolyt-, Wärmehaushalts und Substratstoffwechsels im Belastungsumfeld | <ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydratgetränke → Kohlenhydratgels und Wasser → Rehydrationslösungen → Hyperhydratation: Glycerin → Taurin, Cholin, verzweigt-kettige Aminosäuren, mittelkettige Fettsäuren |
| Wiederauffüllung von während der Belastung verloren gegangenen Substraten (z.B. Glykogen) und Optimierung der Proteinsynthese | <ul style="list-style-type: none"> → Kohlenhydratlösungen aus Glukosepolymeren verschiedener Osmolarität → Kohlenhydrat-Protein-Regenerationsgetränke im Mengenverhältnis von ca. 3:1, Mahlzeitenersatzprodukte → Laktat, Glutamin, Arginin, Tyrosin, Phenylalanin, Leucin, Kreatinmonophosphat |
| Modulation des Säure-Basen-Haushalts während Belastungen | Natrium-Bikarbonat, Natrium-Citrat, Polylaktat, Carnosin |

| Diskutierte Anwendungsbereiche | In der Fachliteratur diskutierte Supplemente |
|---|--|
| Unterstützung der Proteinsynthese | → Protein: Proteinisolate, Proteinhydrolysate auf Basis von Milch, Molke und anderen Proteinen → Spezifische Aminosäuren → Antikataboliten: Ketosäuren, Chrom, Magnesium → Hormonmodulatoren: Zink, Vitamin C, Phosphatidylserin → Optimierung des zellulären Hydratationsstatus: Glutamin, Glycerin, Taurin |
| Unterstützung des Immunsystems | Kohlenhydratgetränke, Kohlenhydratgels und Wasser, Arginin, Glutamin, Nukleinsäuren, Eisen, Kupfer, Magnesium, Selen, Vitamin A, Vitamin D, Vitamin B-Komplex, Vitamin C, Vitamin E, Antioxidantien, Phytopharmaka (Ginseng, Johanniskraut,...) |
| Schutz, Reparatur körpereigener Strukturen (z. B. Modulation Entzündungsstoffwechsel) | → Entzündungsstoffwechsel: Kohlenhydrate während Belastungen, Phytopharmaka, Vitamin E → Knochen-, Knorpelstoffwechsel: Glukosamine, Chondroitin, Calcium, Magnesium, Phosphat, Vitamin D → Antioxidantien: Vitamin E, Vitamin C, Provitamin A, Spurenelemente, Coenzym Q ₁₀ , L-Carnitin |
| Optimierung des Energiestoffwechsels | → Kreatin-Monohydrat, Fettdiäten, Aspartat, Pyruvat → Catecholaminmodulatoren: Koffein und andere Methylxanthine, Capsaicin, Tyrosin, Phenylalanin |
| Optimierung des Anteils an Körperfett | Koffein, L-Carnitin, Pyruvat, Kreatin-Monohydrat, CLA, HMB |

Tab. 10: Diskutierte Anwendungsbereiche von einigen Supplementen im Sport (Mannhart, 2003)

Seit einiger Zeit boomt der Nahrungsergänzungsmittel-Markt in Österreich. Die Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie schafft es mit immer größerem Erfolg dem Konsumenten eine Unterversorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen zu suggerieren. Experten schätzen den Umsatz mit Nahrungsergänzungsmitteln auf rund 40 Millionen Euro. Rund 20% der österreichischen Bevölkerung greift in der Regel unkontrolliert und ohne ärztliche oder ernährungswissenschaftliche Beratung regelmäßig nach diesen Produkten. [KRAMER, 2006] Dadurch steigt nicht nur das Risiko einer Überdosierung, auch Interaktionen mit anderen Nährstoffen und Medikamenten sind nicht auszuschließen. Zudem sehen viele Konsumenten Nahrungsergänzungsmittel als Möglichkeit, gesundheitliche Probleme selbst zu therapieren. Zahlreiche Faktoren (Geschlecht, Alter, Stress, Ernährung, u.v.m.) können die Sicherheit und Wirkung dieser Produkte beeinflussen. [HAHN, HAGENMEYER, 2007; MACDONALD et al., 2009]

Eine Studie zu den Ernährungsgewohnheiten und der Nährstoffzufuhr bei ostösterreichischen Breitensportlern zeigte, dass fast ein Drittel des befragten Kollektivs (34% der Frauen und 26% der Männer) Vitaminpräparate einnahmen. 23% der Hobbysportler (30% der Männer und 16% der Frauen) verwendeten Mineralstoffpräparate und Elektrolytgetränke und rund 4% der Männer und 1% der Frauen griffen auf Eiweißpräparate zurück. 15% der Personen, nämlich 18% der Sportlerinnen und 12% der Sportler, supplementierten täglich. [ELMADFA et al., 2003] Die häufigsten Motive für die Einnahme von Supplementen sind die Verbesserung der Leistung (74%) und der Körperoptik (61%), der häufigste Grund für den Verzicht auf Nahrungsergänzungsmittel sind nicht näher definierte Bedenken bezüglich ihrer Sicherheit (46%). [RIEDL, KINDL, 2006]

Sportler, für die man unter Umständen eine Supplementierung speziell in Perioden mit intensiver Belastung in Betracht ziehen könnte, sind z.B.

- Sportler, die sich vegetarisch oder sehr einseitig ernähren
- Sportler in Stresssituationen
- Sportler, die über längere Zeit eine Reduktionsdiät einhalten
- Sportler, die sehr stark schwitzen
- Leistungs- und Hochleistungssportler. [FRIEDRICH, 2006]

Aus den Aufnahmedaten des österreichischen Ernährungsberichtes 2008 wird ersichtlich, dass die präventiven Zielvorgaben für die Mikronährstoffe Vitamin D, Folsäure und Calcium in allen Altersgruppen nicht erreicht werden und als „Risikonährstoffe der Kategorie 1“ (Zufuhr mehr als 15% unter dem entsprechenden Referenzwert) gelten. [ELMADFA et al, 2009] Bei intensiverem Training kann sich der Bedarf an β -Carotin und den Vitaminen B₁, B₂, B₆, C und E erhöhen. [HAHN, 2006; SCHEK, 2008^a]

Tabelle 11 vergleicht Risikonährstoffe bei österreichischen Breitensportlern mit den empfohlenen D-A-CH-Referenzwerten:

| Nährstoff | Breitensportler | | D-A-CH-2000 | |
|--|-----------------|----------|-------------|----------|
| | weiblich | Männlich | weiblich | männlich |
| Folsäure (μg Folat-Äquivalent) | 239 | 265 | 400 | 400 |
| Vitamin D (μg) | 2,9 | 3,5 | 5 | 5 |
| Calcium (mg) | 730 | 863 | 1000 | 1000 |

Tab. 11: Ausgewählte Mikronährstoffe und ihre mittlere tägliche Aufnahme bei österreichischen Breitensportlern verglichen mit den D-A-CH-2000-Referenzwerten (Aschour, 2004)

Der ostösterreichische Breitensportler begeht in der Regel die gleichen Ernährungsfehler wie der Durchschnitt der österreichischen Bevölkerung. Protein- und Fettzufuhr liegen knapp über den D-A-CH-Richtwerten, die für den Sport so bedeutsame Kohlenhydratzufuhr liegt unter 60 Energieprozent. Die Ballaststoffaufnahme macht nur etwa zwei Drittel der empfohlenen 30 g/d aus, während Alkohol, speziell bei den männlichen Sportlern, einen nicht unerheblichen Anteil an der Energiezufuhr darstellt. Die Vitamin D-, E- und Folsäure-Versorgung, sowie die Calcium- und Jodaufnahme ist bei Frauen und Männern in allen Altersgruppen unzureichend, Frauen mittleren Alters unterschreiten zusätzlich die D-A-CH-Empfehlungen für Eisen. Mehr als ein Drittel der befragten Sportler gibt an, seit Beginn ihrer sportlichen Aktivität die Ernährung umgestellt zu haben und mehr Obst und Gemüse, mehr kohlenhydratreiche Lebensmittel und weniger fettreiche Produkte, Fleisch und Alkohol zu konsumieren. [ELMADFA et al., 2003]

Es muss allerdings immer wieder darauf hingewiesen werden, dass eine ausreichende Versorgung mit allen Nährstoffen allein durch eine gesunde und abwechslungsreiche Mischkost auf jeden Fall gewährleistet werden kann. Nahrungsergänzungsmittel sind niemals Ersatz für eine ausgewogene Ernährung, im Extremfall besteht sogar die Möglichkeit einer Fehl- oder Überdosierung mit einzelnen Nährstoffen, wie z.B. Eisen. [METTLER, 2004] Oft sind die Empfehlungen zu wenig kritisch und wissenschaftlich nicht abgedeckt, es gibt auch kaum verbindliche Informationen zu Langzeitwirkungen oder toxikologischen Risiken. [DEIBERT et al., 2005]

2.1.3 Ergogene Substanzen im Breitensport

Unter ergogenen Substanzen („ergon“= Arbeit, „genan“= produzieren) versteht man Nahrungsmittel oder Nahrungsmittelbestandteile, die für den Energiehaushalt in der Regel keine Rolle spielen. [STEHLE, 2004] Vielmehr verspricht die gezielte und hoch dosierte Substitution dieser Präparate eine Verbesserung der sportbiochemisch und -physiologisch relevanten Parameter (z.B. Erhöhung der Energiereserven und Energieproduktionsrate, Vermehrung des Muskelgewebes und Reparatur der durch Sport entstandenen Zellschäden), die über Training, Talent und Ernährung allein unmöglich zu erreichen ist. Allerdings gibt es nur für die wenigsten Wirkstoffe gesicherte wissenschaftliche Ergebnisse. Durch diese leistungssteigernden Wirkstoffe erhoffen sich Sportler eine legale Optimierung der Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig geringerem Trainingsaufwand. Beispiele für so genannte ergogene Substanzen sind Aminosäuren, L-Carnitin, Coenzym Q₁₀, Koffein, Inosin, Mineralkomplexe (Alkali- und Phosphatsalze), Gelatine, Ginseng und andere Pflanzenextrakte. [STEHLE, 2004; DEIBERT et al., 2005]

Die Zufuhr gewisser Substanzen, die während körperlicher Aktivität gesteigert verbraucht werden, kann bewiesenermaßen die Leistungsfähigkeit positiv beeinflussen. [DIEDRICH, 2002] Dass sie nicht nur von der Basisernährung oder von Supplementen allein abhängig ist, sondern vielmehr zahlreiche Einflussfaktoren hat, zeigt die folgende Aufzählung:

- Psychische Faktoren (Kognition, Emotion, Motivation)
- Konditionelle Faktoren (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit)

- Konstitutionelle Faktoren (Größe, Gewicht, Belastungs- und Erholungsfähigkeit)
- Taktische und technisch koordinative Faktoren
- Soziale Faktoren
- „Individuelle Voraussetzungen“
- Klima
- Material
- Ernährung [MANNHART, 2003]

Zu den ernährungsabhängigen und leistungsmindernden Faktoren der körperlichen Leistungsfähigkeit gehören:

- Erschöpfte Glykogenspeicher in der aktiven Muskulatur,
- Hypoglykämie und Hyponatriämie,
- Dehydratation,
- Gastrointestinale Probleme,
- und Faktoren der zentralen Ermüdung. [MANNHART, 2003]

Auch im Breitensport spielen leistungsverbessernde Maßnahmen eine ernst zu nehmende Rolle, speziell wenn es sich um die optimale Vorbereitung für Wettkämpfe (z.B. Marathon, etc.) handelt. Häufig wird eine Leistungssteigerung nur mit der Zufuhr von unerlaubten Dopingsubstanzen assoziiert. Sie wird aber auch durch gezieltes Training der Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Koordination oder Gelenkigkeit sowie durch die Intensität des Trainings enorm verbessert. Das Trainieren in anderen Klimazonen oder größeren Höhen kann ebenfalls vorteilhaft sein. Genauso wichtig für die Leistungsförderung ist die Regeneration nach der körperlichen Belastung, z.B. Massagen, Bäder, Sauna, diverse Entspannungsübungen sowie guter Schlaf. [RIEDL, KINDL, 2006]

Die folgende Klassifizierung A bis F versucht häufig diskutierte Supplemente bezüglich ihres leistungsbeeinflussenden Potenzials und anderer Kriterien einzuteilen:

- A= Eine direkte (schnell eintretende) positive Leistungsbeeinflussung ist bei adäquater Anwendung und Dosierung aufgrund verschiedener, an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien wahrscheinlich.
- B= Eine indirekte (zeitlich verzögerte) Leistungsbeeinflussung ist bei adäquater Anwendung und Dosierung aufgrund verschiedener, an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien wahrscheinlich.
- C= Eine direkte oder indirekte positive Leistungsbeeinflussung ist bei adäquater Anwendung und Dosierung aufgrund bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien zwar möglich, wird aber zur Zeit kontrovers diskutiert.
- D= Substanzen der Dopingliste, worauf in dieser Arbeit nicht näher eingegangen wird.
- E= Weder eine direkte noch indirekte positive Leistungsbeeinflussung ist bei adäquater Anwendung und Dosierung aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien wahrscheinlich.
- F= Eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen sind bei nicht adäquater Anwendung und Dosierung aufgrund der bisher an gesunden, nicht mangelernährten, trainierten Menschen durchgeführten Studien nicht auszuschließen.

Das höchste positive Beeinflussungspotenzial haben demnach wahrscheinlich Kohlenhydratgetränke, Puffersubstanzen (Natrium-Bikarbonat und Natrium-Citrat), Koffein und Glycerin.

Ein zeitlich verzögertes Potenzial kann man unter Umständen den B-Supplementen β -Hydroxy- β -Methylbutyrat (HMB) und Kreatin-Monohydrat, aber auch Regenerationssupplementen auf Kohlenhydratbasis oder gemischt mit Eiweiß zuschreiben. Supplemente der C-Gruppe, wie Protein, die Vitamine C und E,

Magnesium, Ginseng und Coenzym Q₁₀ werden zum heutigen Zeitpunkt noch kontrovers diskutiert.

Bei den bekannten E-Supplementen, wie z.B. L-Carnitin, Melatonin und Pyruvat kann weder eine direkte noch eine indirekte Leistungsbeeinflussung erwartet werden.

Besonders wichtig ist es auf die F-Supplemente hinzuweisen, denn Supplemente wie Bienenpollen, Eisen, Calcium, sibirischer Ginseng, Johanniskraut, Vitamin C, Vitamin E, Magnesium, Zink und viele mehr können bei einer unsachgemäßen Anwendung und Dosierung zu einer negativen Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen führen! [MANNHART, 2003] Für die Mehrzahl dieser Wirkstoffe fehlen Untersuchungen bezüglich einer möglichen Langzeittoxizität, die angebliche Nebenwirkungsfreiheit beruht in vielen Fällen nur auf Ergebnissen kurzzeitiger Wirkstudien oder einzelner subjektiver Beobachtungen. Aus diesen Gründen kann die Einnahme dieser Substanzen auch aus sportmedizinischer und leistungsphysiologischer Sicht nicht empfohlen werden. Leistungssteigernde Substanzen in Form von Nahrungsergänzungsmitteln sind für Breitensportler physiologisch nicht notwendig, eine vollwertige Ernährung kann den sportlich bedingten Mehrbedarf an Nährstoffen decken. [DEIBERT et al., 2005] Eine Nährstoff-Unterversorgung bewirkt zweifelsfrei eine Leistungsverschlechterung, ob aber eine Überversorgung eine Leistungssteigerung über das normale Maß hinaus bewirkt, ist wissenschaftlich nicht belegt. [DIEDRICH, 2002]

Aktuelle Untersuchungen belegen, dass beinahe ein Drittel der auf dem internationalen Markt erhältlichen Produkte Zusätze von nicht deklarierten Inhaltsstoffen und Verunreinigungen aufweisen, bzw. nicht das enthalten, was auf der Verpackung steht. [METTLER, 2008] Schon seit geraumer Zeit existieren Berichte über Nahrungsergänzungsmittel, die anabol androgene Steroide enthalten, ohne dass diese auf der Packung bzw. am Etikett angeführt sind. Hierbei handelt es sich um Verbindungen, die vor allem in den USA als „natürliche Steroide“ oder „Prohormone“ am Markt sind und im Organismus zu Testosteron umgewandelt werden. Zwar sind die enthaltenen Mengen für eine physiologische Wirkung zu gering, sie können aber bei Sportlern zu positiven Befunden bei Dopingkontrollen führen.

Schlechte Reinigungsarbeiten in den Produktionsanlagen sind vermutlich für derartige Kontaminationen verantwortlich. Auch ein am österreichischen Markt erhältliches Nahrungsergänzungsmittel wies bei Untersuchungen das synthetisch anabole Steroid Methandienon in einer Konzentration von ca. 0,65 mg/g Pulver auf; entsprechend der Verzehrsempfehlung am Etikett sind das rund 26 mg Methandienon pro Tag. Die hormonellen Wirkungen und die starke Lebertoxizität dieser Substanz werden umso bedeutsamer, wenn man bedenkt, wie einfach der Zugang auch für Schwangere, Kinder und Jugendliche ist, die somit ohne es zu wissen ihre Gesundheit gefährden. [GMEINER, 2002]

2.2 Nahrungsergänzungsmittel

2.2.1 Begriffsdefinition

Mit der Nahrungsergänzungsmittelverordnung - NEMV, BGBl. II Nr. 88/2004, novelliert 2006, wurde die Richtlinie 2002/46/EG zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über Nahrungsergänzungsmittel in österreichisches Recht umgesetzt.

a) Im Sinne dieser Verordnung sind „Nahrungsergänzungsmittel“ Lebensmittel, die

- dazu bestimmt sind, die normale Ernährung zu ergänzen und
- die aus Einfach- oder Mehrfachkonzentraten von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung bestehen und
- in dosierter Form in den Verkehr gebracht werden, d. h. in Form von z. B. Kapseln, Pastillen, Tabletten, Pillen und anderen ähnlichen Darreichungsformen, Pulverbeuteln, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen und ähnlichen Darreichungsformen von Flüssigkeiten und Pulvern zur Aufnahme in abgemessenen kleinen Mengen.

b) „Nährstoffe“ im Sinne dieser Verordnung sind Vitamine und Mineralstoffe. [BGBl. II Nr. 88/2004 = NEMV]

Nahrungsergänzungsmittel dürfen neben Vitaminen und Mineralstoffen auch „sonstige Stoffe“ wie Aminosäuren, essenzielle Fettsäuren, Ballaststoffe und verschiedene Pflanzen und Kräuterextrakte in konzentrierter Form enthalten. Dabei müssen Nahrungsergänzungsmittel nicht zwingend einen besonderen Nutzen haben, d.h. die jeweilige Zielgruppe, sofern überhaupt eine definiert wird, muss von den aufgenommenen Substanzen nicht unbedingt profitieren. Es können auch Stoffe enthalten sein, welche die Ernährung gar nicht ergänzen, sondern nur in Spuren vorkommen, deren ernährungsphysiologische Wirkung fraglich ist oder noch unzureichend untersucht wurde. Erst wenn diese Substanzen beworben werden, kann dies als verbotene Irreführung aufgefasst werden. [HAHN, HAGENMEYER, 2007]

2.2.2 Sicherheitsbewertung von Nahrungsergänzungsmitteln

Vitamine, Mineralstoffe und andere Nahrungsinhaltsstoffe können bei exzessiver Zufuhr mit toxischen Effekten verbunden sein. Um diese zu verhindern, müssen Grenzwerte für eine langfristige sichere Aufnahme von Nährstoffen in der Normalbevölkerung festgelegt werden.

Die empfohlene Nährstoffzufuhr (**RDA= Recommended Dietary Allowance**) gibt die Zufuhrmenge an, bei der „beinahe die gesamte Bevölkerung“ statistisch 97,5% eines Kollektivs) ausreichend mit Nährstoffen versorgt ist¹. Mit höheren Dosen beginnt ein Indifferenzbereich, in dem es weder verbessernde noch nachteilige Wirkungen gibt. Erst bei noch höheren Zufuhrmengen steigt das Risiko für unerwünschte Nebenwirkungen.

Der **NOAEL (no observed adverse effect level)** entspricht der Dosis eines Nährstoffes, bei der keine Nebenwirkungen auftreten.

Als Quotient aus dem NOAEL-Wert und einem Sicherheitsfaktor lässt sich der **UL-Wert (Tolerable Level of Upper Intake)** berechnen. Der UL-Wert bezeichnet die langfristig sichere Höchstzufuhr eines Nährstoffes aus allen Quellen, also aus Lebensmitteln, angereicherten Produkten, Supplementen, Getränken, etc., die auch für sensitive Personen einer gesunden Bevölkerungsgruppe kein Risiko darstellt. Bei

¹ RDA-Werte für Vitamine sind in der EU-Nährwertkennzeichnungsrichtlinie festgelegt, in Europa gelten unterschiedliche nationale Empfehlungen- in Österreich die D-A-CH-Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr

Mineralstoffen ist der Bereich zwischen empfohlener Zufuhr und dem UL-Wert im Allgemeinen wesentlich kleiner als bei den meisten Vitaminen. [WHO, 2004; HAHN, STRÖHLE, 2007]

Viele Menschen sind der Meinung, dass Nahrungsmittel grundsätzlich natürlich und daher ungefährlich sind. Tatsächlich sind Lebensmittel komplexe chemische Gemische mit zahlreichen funktionellen Gruppen, die teilweise auch negative Effekte aufweisen. Jeder Herstellungsprozess verändert nicht nur die chemischen Eigenschaften, er führt auch zu gleichzeitig konkurrierenden antagonistischen und synergistischen Interaktionen in einem Produkt. Nutraceuticals, also Nahrungsmittel und Nahrungsmittelbestandteile mit einem medizinischen oder gesundheitsbezogenen Nutzen in Prävention und Therapie von Krankheiten, werden aus Nahrungsmitteln isoliert. Diese isolierten und z.T. hoch dosierten Substanzen (z.B. Sekundäre Pflanzenstoffe, Antioxidanzien, etc.) können die Verfügbarkeit anderer Nährstoffe herabsetzen. [MACDONALD et al., 2009] Das antioxidative Potenzial von β -Carotin- und Vitamin E-Supplementen wurde in den letzten Jahren in mehreren großen Interventionsstudien (ATBC- und CARET-Studie, HOPE-Studie, GISSI-Präventionsstudie) untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass eine erhöhte Zufuhr an antioxidativ wirksamen Vitaminen in Form von Supplementen vermehrt oxidative Effekte bewirkt, was wiederum Herzerkrankungen, Krebs-, Leber- und Nierenleiden begünstigt. [LONN et al., 2005; MARCHIOLI et al., 2006; GORALCZYK, 2009; KATAJA-TUOMOLA, et al., 2010]

Daneben steigt auch die Gefahr, dass Konsumenten ernste gesundheitliche Probleme zuerst mit derartigen Produkten zu behandeln versuchen, bevor sie ärztlichen Rat einholen. Es gibt eine Vielzahl an intrinsischen (Alter, Geschlecht, Gesundheitsstatus, Gewicht, Ethnie) und extrinsischen Faktoren (Ernährung und Nährstoffaufnahme, Supplement-Einnahmedauer, Alkohol- und Tabakkonsum, Stress), die einen negativen Einfluss auf die Sicherheit und die Wirksamkeit dieser Produkte ausüben. [MACDONALD et al., 2009] Ein Beispiel dafür sind isoflavonhaltige Nahrungsergänzungsmittel auf Basis von Soja oder Rotklee, die als Alternative zur ärztlichen Hormontherapie Symptome bei Frauen in der Peri- und Postmenopause lindern sollen. Isolierte und hoch dosierte Isoflavone könnten nach langfristiger Einnahme Brustdrüsengewebe und Gebärmutter Schleimhaut verändern und die

Entstehung von Brustkrebs fördern. Auch Interaktionen mit dem Schilddrüsenhormonstoffwechsel sind nicht auszuschließen. Während die Isoflavonaufnahme durch normale sojahaltige Kost nach derzeitigem wissenschaftlichem Kenntnisstand kein Gesundheitsrisiko darstellt, kann die Einnahme von isolierten/angereicherten Isoflavonen bei Frauen in den Wechseljahren nicht a priori als unbedenklich eingestuft werden. Aufgrund der großen Anzahl an Präparaten, von fehlenden Spezifikationen, mangelnden Deklarationen der Zusammensetzung und starken Abweichungen zwischen deklariertem und tatsächlichem Gehalt ist eine wissenschaftlich gesicherte Bewertung der Risiken derzeit unmöglich. [BFR, 2008]

Eine Sicherheitsbewertung der Zutaten in Nahrungsergänzungsmitteln ist zumindest bei Vitaminen und Mineralstoffen relativ eindeutig. Die Anlage 1 der NEMV beinhaltet alle Vitamine und Mineralstoffe, die in Nahrungsergänzungsmitteln eingesetzt werden dürfen. Ein viel kritischer Punkt ist allerdings das Fehlen der zulässigen Höchstmengen für diese Verbindungen. Viel schwieriger ist die Sicherheitsbewertung der in den Produkten verwendeten „sonstigen Stoffe“, denn meistens handelt es sich hierbei um isolierte Substanzen aus Lebensmitteln. Durch die fehlenden Interaktionen mit anderen Inhaltsstoffen können sich völlig andere, auch unerwünschte Wirkungen und Nebenwirkungen entwickeln. [HAHN, HAGENMEYER, 2007]

Tabelle 12 zeigt eine Auflistung aller Vitamine und Mineralstoffe, die gemäß der Anlage 1 der NEMV in Nahrungsergänzungsmitteln eingesetzt werden dürfen:

| Vitamine in vorgegebenen Einheiten | | Mineralstoffe in vorgegebenen Einheiten | |
|------------------------------------|-------------------------------|---|----------------------------|
| Vitamin A [$\mu\text{g RE}$] | Pantothensäure [mg] | Calcium [mg] | Kalium [mg] |
| Vitamin D [μg] | Vitamin B6 [mg] | Magnesium [mg] | Selen [μg] |
| Vitamin E [mg α -TE] | Folsäure [μg] | Eisen [mg] | Chrom [μg] |
| Vitamin K [μg] | Vitamin B12 [μg] | Kupfer [μg] | Molybdän [μg] |
| Vitamin B1 [mg] | Biotin [μg] | Jod [μg] | Fluor [mg] |
| Vitamin B2 [mg] | Vitamin C [mg] | Zink [mg] | Chlor [mg] |
| Niacin [mg NE] | | Mangan [mg] | Phosphor [mg] |
| | | Natrium [mg] | |

Tab. 12: Anlage 1 der NEMV: Vitamine und Mineralstoffe, die bei der Herstellung von Nahrungsergänzungsmitteln verwendet werden dürfen (NEMV, BGBl. II 88/2004)

Bei Nahrungsergänzungsmitteln existieren keine Einschränkungen hinsichtlich der Extraktbeschaffenheit oder Standardisierung der wirkungsrelevanten Inhaltsstoffe. Ist z.B. in einem Produkt „Zimtextrakt“ deklariert, können durch unterschiedliche Kombinationen der Bestandteile völlig andere Wirkungen entstehen. Eine Beurteilung der erwünschten Effekte bzw. möglichen Nebenwirkungen ist somit mehr als schwierig. [HAHN, HAGENMEYER, 2007]

2.2.3 Kennzeichnung von Nahrungsergänzungsmitteln

Da Nahrungsergänzungsmittel rechtlich gesehen Lebensmittel sind, gelten auch für sie die allgemeinen Vorschriften des Lebensmittelrechts, die Kennzeichnungspflichten der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung (LMKV) sowie das Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz (LMSVG).

Die Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung (NEMV) regelt das Inverkehrbringen von Nahrungsergänzungsmitteln, die nur verpackt und entsprechend gekennzeichnet an den Endverbraucher abgegeben werden dürfen.

Zu diesen erforderlichen Pflichtangaben auf der Fertigpackung bzw. dem Etikett gehören:

1. die Verwendung des Sachbegriffs „Nahrungsergänzungsmittel“,
2. der Kategorienname oder Angaben zur Nährstoffbeschaffenheit, die für das Nahrungsergänzungsmittel kennzeichnend sind,
3. die empfohlene tägliche Verzehrmenge in Portionen,
4. ein Warnhinweis, die empfohlene Tagesmenge nicht zu überschreiten,
5. ein Hinweis, Nahrungsergänzungsmittel nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung zu verwenden,
6. eine Warnung, die Produkte außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern zu lagern,
7. die Menge der Nährstoffe oder sonstiger Stoffe mit ernährungsspezifischer Wirkung (numerische Angabe in den Einheiten der Anlage 1 der NEMV).

Die Kennzeichnung muss pro empfohlener Tagesdosis erfolgen und bezieht sich auf Durchschnittswerte. Bei Vitaminen und Mineralstoffen, die im Anhang der Nährwertkennzeichnungsverordnung BGBI. Nr. 896/1995 genannt sind, müssen auch die Prozentsätze der Referenzwerte (RDA) genannt werden. [NEMV, 2004]

Kennzeichnung und Aufmachung von Nahrungsergänzungsmitteln dürfen keinesfalls den Eindruck erwecken, dass eine angemessene Nährstoffzufuhr allein durch eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung unmöglich ist. Es dürfen auch keinerlei gesundheitsbezogenen Angaben gemacht werden, die den Eindruck vermitteln, ein Verzicht könne die Gesundheit beeinträchtigen. [WKO, 2006]

Tabelle 13 fasst die notwendigen Kennzeichnungselemente bei Nahrungsergänzungsmitteln zusammen:

| Element | Beispiel |
|-----------------------------------|--|
| Verkehrsbezeichnung | „Nahrungsergänzungsmittel“ (verpflichtend vorgeschrieben) |
| Charakteristische Stoffkategorie | „mit Vitaminen und Zink“ |
| Empfohlene tägliche Verzehrsmenge | „2 Kapseln täglich“ |
| Warnhinweis | „Die empfohlene Tagesverzehrsmenge sollte nicht überschritten werden“ |
| „Abschreckungshinweis“ | „Nahrungsergänzungsmittel sollten nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung verwendet werden“ |
| Lagerhinweis | „Außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern lagern“ |
| Nährstoffkennzeichnung | „in der Tagesmenge sind enthalten 60 mg Vitamin C (100% ¹) und 20 mg Polyphenole (²)“ |

¹ Referenzwert nach Nährwertkennzeichnungsverordnung, ² kein Referenzwert vorhanden

Tab. 13: Wesentliche Kennzeichnungselemente bei Nahrungsergänzungsmitteln (Hahn, Hagenmeyer, 2007)

2.2.4 Bewerbung von Nahrungsergänzungsmitteln

Seit 1. Juli 2007 gibt es mit der neuen Verordnung über Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben über Lebensmittel ("Health-Claims-Verordnung", HCVO) (EG) Nr. 1924/2006 einheitliche EU-weite Regelungen für Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben, die in kommerziellen Mitteilungen (auf dem Etikett, in der Aufmachung und Werbung) verwendet werden. Es gilt das Verbotsprinzip, d.h. Nährwert- und gesundheitsbezogene Angaben sind verboten, wenn sie nicht den Bestimmungen der HCVO entsprechen. Damit soll einerseits verhindert werden, dass die Gesundheit des Konsumenten mit falschen oder irreführenden Nährwert- und gesundheitsbezogenen Angaben gefährdet wird, andererseits soll die einheitliche Kennzeichnung den freien Warenverkehr im EU-Binnenmarkt, die Rechtssicherheit und den fairen Wettbewerb verbessern. [AICHER, 2007]

Gemäß der HCVO beschreiben Nährwertbezogene Angaben besondere positive Nährwerteigenschaften eines Lebensmittels, die in einem Anhang taxativ aufgelistet sind [HÜTTHALER-BRANDAUER, 2009] und Angaben wie „zuckerfrei“ oder „leicht“ genau und quantifizierbar definieren. [AICHER, 2007] Die Vitamin- und Mineralstoffzufuhr muss dabei nach den Vorschriften der Nährwertkennzeichnungsrichtlinie 90/496/EG mindestens 15% der RDA pro 100 ml oder 100 mg betragen.

Gesundheitsbezogene Angaben erklären, suggerieren, oder bringen mittelbar zum Ausdruck, dass ein Zusammenhang zwischen einem Lebensmittel oder einem seiner Bestandteile und der Gesundheit besteht. Sie müssen zusätzlich Angaben enthalten, die auf die Bedeutung einer ausgewogenen Ernährung und einer gesunden Lebensweise hinweisen und über die für die beschriebene positive Wirkung notwendige Menge und Verzehrsmuster des Lebensmittels informieren. Generell verboten sind gesundheitsbezogene Angaben, die auf Empfehlungen von Ärzten, Vertretern medizinischer Berufe oder Vereinigungen verweisen. [HÜTTHALER-BRANDAUER, 2009]

Im Jänner 2010 plante die Europäische Kommission auf Grundlage nationaler Listen aller Mitgliedsstaaten, die wissenschaftlich fundierte Belege der gesundheitlichen Wirkung enthalten, mit der Artikel-13-Liste eine taxative Aufzählung aller zulässigen

gesundheitsbezogenen Angaben. Lebensmittelproduzenten, die Produkte mit gesundheitsbezogenen Angaben herstellen, müssen einen Antrag auf Zulassung bei dem zuständigen Mitgliedsstaat stellen, der an die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) weitergeleitet, geprüft und genehmigt oder abgelehnt wird. [AICHER, 2007]

Bisher hat die Europäische Kommission rund 80% der über 600 von der EFSA geprüften Claims förmlich per Gesetzesakt abgewiesen (EG-Verordnung 983/2009/EG). Somit dürfen die Hersteller diese Angaben noch für eine Übergangsfrist von sechs Monaten weiter verwenden, danach ist die Verwendung unzulässig und kann von Behörden untersagt werden. Im Oktober 2009 wurden die ersten Gutachten zu den Artikel-13.1 Claims veröffentlicht. Darunter versteht man Claims, die sich unter anderem auf Wachstum, Entwicklung und Körperfunktionen des Menschen beziehen und den Hauptteil der gesundheitsbezogenen Aussagen für Lebensmittel ausmachen. Mehr als 500 dieser Angaben, darunter Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe, Fette, Kohlenhydrate, probiotische Bakterien und pflanzliche Stoffe wurden bisher begutachtet, in rund 70% der Fälle liegen nach Ansicht der EFSA nicht die geforderten wissenschaftlichen Gutachten vor. Auch Nahrungsergänzungsmittel sind von der hohen Durchfallquote nicht ausgenommen. Da sie eine gesundheitsfördernde Wirkung für sich beanspruchen, könnten viele dieser Produkte vom Markt verschwinden. [BOLTZE, 2009]

Eine der größten Schwierigkeiten bei Nahrungsergänzungsmitteln besteht in der Abgrenzung zu Arzneimitteln. Generell ist eine Substanz, die Heilung, Linderung oder Verhütung einer Krankheit verspricht, als Arzneimittel einzustufen.

Nahrungsergänzungsmittel dürfen daher niemals

- den Konsumenten hinsichtlich der Eigenschaften oder Wirkungen des Lebensmittels täuschen;
- einem Lebensmittel Eigenschaften zuschreiben, die der Vorbeugung, Behandlung oder Heilung einer Krankheit dienen.

Oft werden Produkte als Nahrungsergänzungsmittel verkauft, die eigentlich als (nicht zugelassene) Arzneimittel eingestuft werden müssten, in diesen Fällen handelt es sich

um einen objektiven Straftatbestand. Sobald ein Produkt pharmakologisch, immunologisch oder metabolisch wirkt, kann es als Arzneimittel eingestuft werden. Die Unterscheidung zwischen pharmakologischer Wirkung eines Arzneimittels und ernährungsphysiologischer Wirkung eines Lebensmittels ist aber nicht immer einfach, denn viele Lebensmittel haben Fähigkeiten, die früher nur von Arzneimitteln bekannt waren. So bleibt schlussendlich nur die wenig zufrieden stellende Tatsache, dass sich die beiden nur dadurch unterscheiden, dass die Wirkung des Arzneimittels über das hinausgeht, was sonst mit der Ernährung erreicht werden kann. [HAHN, HAGENMEYER, 2007]

3. Material und Methode

Im Frühjahr 2008 führte die Arbeiterkammer Wien in Zusammenarbeit mit dem Institut für Ernährungswissenschaften eine Erhebung über das Angebot an Nahrungsergänzungsmitteln aus Drogeriemärkten für Breitensportler durch. Dabei sollte in erster Linie die ernährungsphysiologische Notwendigkeit dieser Produkte für Hobbysportler untersucht werden. Die derzeit gültige Kennzeichnung, die Handhabung, die Werbung und der Preis wurden ebenfalls in die Bewertung miteinbezogen.

Die 20 Nahrungsergänzungsmittel wurden abhängig von der Häufigkeit der in den Produkten enthaltenen Inhaltsstoffe in den vier marktführenden Drogeriemärkten in Österreich ausgewählt. Produkte aus Supermärkten, Apotheken, Fitnesscenter, Sportnahrungsfachgeschäften und dem Internet wurden in diese Erhebung nicht mit einbezogen.

Die ernährungsphysiologische Bewertung beruhte hauptsächlich auf einem Vergleich der Inhaltsstoffe mit den D-A-CH-Referenzwerten unter besonderer Berücksichtigung eines möglichen gesundheitsfördernden, -gefährdenden oder ergogenen Potenzials.

Bei der Bewertung der Kennzeichnung wurde auf das Vorhandensein zwingender Kennzeichnungselemente auf der Verpackung bzw. dem Etikett gemäß der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung geachtet.

Die Werbung wurde aufgrund ihres Wahrheitsgehaltes, möglicher Falschaussagen, der Nachvollziehbarkeit und Aufdringlichkeit beurteilt.

Bei der Bewertung des Preises wurden die Preise der Produkte pro Tagesdosis untereinander verglichen.

Tabelle 14 zeigt eine Auflistung der 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmittel.

| Produktname | Herstellerfirma | Darreichungsform | Preis/Tagesdosis | Kauf bei |
|----------------------------------|--|------------------|------------------|-----------|
| Magnesium Tabletten 400 | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | Tabletten | 0,05 € | Müller |
| Magnesium | Biolabor (intact GmbH) | Kautabletten | 0,21 € | Müller |
| Magnesium+Calcium D ₃ | biovital (Bad Heilbrunner Naturheilmittel GmbH&Co) | Brausetabletten | 0,22 € | Müller |
| energy formula | the wellness company | Kapseln | 0,12 € | Müller |
| Magnesium-Kalium Sticks | fit+Vital (PharCoNa GmbH) | Sticks | 0,25 € | Müller |
| Kalium Plus Magnesium Calcium | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | Tabletten | 0,53 € | Müller |
| Selen plus A-C-E | fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH) | Kapseln | 0,05 € | Müller |
| Lecithin Linolsäure-Granulat | Biodiät GmbH | Granulat | 0,38 € | Müller |
| Lecithin-Granulat | fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH) | Granulat | 0,22 € | Müller |
| Coenzym Q ₁₀ | the wellness company | Kapseln | 0,23 € | Müller |
| L-Carnitin | Power System (WELL PLUS TRADE GmbH) | Ampullen | 1,05 € | Müller |
| L-Carnitin sports | Biolabor GmbH&Co.KG | Kautabletten | 0,58 € | Müller |
| L-Carnitin+ Magnesium | Doppelherz (Queisser Pharma) | Tabletten | 0,33 € | DM |
| Eiweiß 90 | Das gesunde Plus (dm-drogerie markt) | Pulver | 1,06 € | DM |
| Langzeit-Vitamin C | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | Kapseln | 0,10 € | DM |
| Vitamin C | franziskus (Bio-Garten GmbH&Co.KG) | Pulver | 0,01 € | Schlecker |
| A-Z Multivitamine | aktiva (Bio-Garten GmbH&Co.KG) | Tabletten | 0,07 € | Schlecker |
| Ginseng | the wellness company | Tabletten | 0,27 € | DM |
| perform | biovital (Bayer Austria GmbH) | Saft | 0,92 € | DM |
| aktiv und schlank | Novasan (Schwarz GmbH) | Kapseln | 1,33 € | Bipa |

Tab. 14: Produktübersicht

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1 Ernährungsphysiologische Bewertung der häufigsten Inhaltsstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln für Sportler

4.1.1. Energiegehalt

Da sechs Produkte keine Kalorien enthalten, bzw. Angaben dazu auf der Verpackung fehlen, werden 14 der 20 Nahrungsergänzungsmittel in die Bewertung miteinbezogen. Das Produkt A-Z Multivitamine (aktiva) weist mit 0,4 kcal/Tagesdosis den niedrigsten Energiegehalt auf, Eiweiß 90 (Das gesunde Plus) mit 426 kcal/Tagesdosis den höchsten. Der Mittelwert beträgt 46 kcal/Tagesdosis. Zwei Produkte liegen deutlich über dem Mittelwert: Lecithin-Granulat (fit+Vital) mit 100 kcal/Tagesdosis und Eiweiß 90 mit 426 kcal/Tagesdosis.

Die D-A-CH-Richtwerte für die tägliche Gesamtenergiezufuhr liegen bei Frauen im Alter zwischen 25 und 51 Jahren bei 2300 kcal, bei Männern bei 2900 kcal. Das Produkt Lecithin-Granulat macht bei Frauen rund 4,5% und bei Männern etwa 3,5% der täglichen Gesamtenergiezufuhr aus. Eiweiß 90 enthält pro Portion 15% der empfohlenen täglichen Energiezufuhr bei Männern und sogar 19% bei Frauen. Das entspricht fast einem Fünftel der täglich empfohlenen Energiemenge bei Frauen!

Tabelle 15 zeigt eine Auflistung der in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Makronährstoffe sowie den Energiegehalt in kcal pro Tagesdosis:

| Produktname | Kcal/d | Protein [g/d] | KH [g/d] | davon Zucker [g/d] | Fett [g/d] | Alkohol [Vol.-%/d] |
|----------------------------------|--------|---------------|----------|--------------------|------------|--------------------|
| Magnesium | 7,2 | 0,0 | 2,7 | - | <0,1 | - |
| Magnesium+Calcium D ₃ | 22,7 | 0,04 | 0,47 | - | 0,01 | - |
| energy formula | 4,7 | 0,21 | 0,0 | - | 0,41 | - |
| Magnesium-Kalium Sticks | 19,6 | 0,03 | 4,84 | - | 0,01 | - |
| Selen plus A-C-E | 2,2 | 0,09 | 0,04 | - | 0,15 | - |
| Lecithin-Granulat | 100 | 0,0 | 1,12 | - | 11,8 | - |
| Coenzym Q ₁₀ | 2,0 | 0,14 | 0,0 | - | 0,16 | - |

| Produktname | Kcal/d | Protein [g/d] | KH [g/d] | davon Zucker [g/d] | Fett [g/d] | Alkohol [Vol.-%/d] |
|-------------------|--------|---------------|----------|--------------------|------------|--------------------|
| L-Carnitin | 2,0 | <1,0 | <1,0 | - | >1,0 | - |
| L-Carnitin sports | 11,1 | 0,3 | 3,4 | <0,1 | 0,14 | - |
| Eiweiß 90 | 426 | 62 | 24,0 | 24,0 | 9,2 | - |
| A-Z Multivitamine | 0,4 | 0,0 | 0,061 | - | 0,02 | - |
| Ginseng | 3,8 | 0,04 | 0,5 | - | 0,19 | - |
| perform | 31,8 | 0,0 | 3,1 | 3,0 | 0,0 | 14,5 |
| aktiv und schlank | 4,39 | 0,58 | 0,38 | - | 0,05 | - |

Tab. 15: Energie- und Makronährstoffgehalt in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

4.1.2 Makronährstoffe

Eine bedarfsadäquate Makronährstoffzufuhr sollte wie folgt zusammengesetzt sein:

- Kohlenhydratzufuhr: Energieprozent: >50%
g/kg Körpermasse/d: 6-10 g
- Proteinzufuhr: Energieprozent: 9-11%
g/kg Körpermasse/d Kraftsport: ca. 1,6-1,8 g
g/kg Körpermasse/d Ausdauer: ca. 1,2-1,4 g
- Fettzufuhr: Energieprozent: ≤30%
g/kg Körpermasse/d: >1,5 g
[MANNHART, 2003; D-A-CH-Referenzwerte, 2008]

4.1.2.1 Kohlenhydrate

Im Idealfall besteht eine Sporternährung zu ca. 60 Energieprozenten aus Kohlenhydraten, denn je höher die Belastungsintensität ist, desto größer ist auch der Kohlenhydratanteil an der Energiebereitstellung. [DGE, 2001^a] Es besteht eine positive Korrelation zwischen der Menge an Muskelglykogen, einer intermittierenden oralen

Kohlenhydratgabe während der Belastung und einer verbesserten Leistungsdauer. [KERKSICK et al., 2008; FOSKETT et al., 2008; ALI, WILLIAMS, 2009]

Um die Glykogenspeicher des Organismus schnell wieder aufzufüllen, sollte man unmittelbar nach dem Sport sowie in den ersten 2 bis 4 Stunden danach, 1 g Kohlenhydrate/kg Körpergewicht/h zu sich nehmen. Aufgrund der erhöhten Aktivität der muskulären Glukosetransporter und der Glykogen-Synthetase in der unmittelbaren Nachbelastungsphase bewirkt eine sofortige Kohlenhydratzufuhr eine bessere Glykogenresynthese als später konsumierte Kohlenhydrate. [BERG et al., 2008] Eine hoch dosierte Kohlenhydratgabe (1,5 g Kohlenhydrat/kg Körpergewicht) innerhalb der ersten 30 Minuten nach dem Training zeigt die stärksten Glykogenresyntheseraten. Eine spätere Zufuhr (zwei Stunden nach körperlicher Betätigung) verringert aufgrund der höheren Insulinsensitivität der Muskulatur die Glykogenresyntheserate um bis zu 50%. Eine gleichzeitige Proteinaufnahme vor allem in Form verzweigtkettiger Aminosäuren (0,2-0,5 g Protein/kg Körpergewicht/Tag) in einem Verhältnis 3-4:1 (Kohlenhydrat zu Protein) kann die Glykogenresynthese nochmals steigern. Drei Stunden nach der Belastung bewirkt die Zufuhr essenzieller Aminosäuren einen starken Anstieg der Muskelproteinsynthese. Die Art der Kohlenhydrate spielt hinsichtlich der unterschiedlichen Effekte auf den Insulinspiegel ebenfalls eine wichtige Rolle. Im Vergleich zu anderen Monosacchariden werden Fruktoseaufnahmen mit niedrigeren Glykogenresyntheseraten in Zusammenhang gebracht. [KERKSICK et al., 2008]

Sobald die körpereigenen Glykogenspeicher gefüllt sind, ist eine zusätzliche Kohlenhydratsubstitution überflüssig, da der Überschuss in Triglyceride umgewandelt und als Körperfett gespeichert wird. [DIEDRICH, 2002]

Mono- und Disaccharide, Stärke, sowie Maltodextrine sind zum Auffüllen der Glykogendepots am besten geeignet, die Saccharoseaufnahme sollte aber 10% der zugeführten Gesamtenergie nicht überschreiten. [DGE, 2001^a]

Pedersen et al. [2008] zeigten in einer randomisierten doppelblinden Studie an sieben Athleten, dass die gleichzeitige Zufuhr von Koffein und Kohlenhydraten die Glykogenresyntheserate in der Nachbelastungsphase im Vergleich zur alleinigen Kohlenhydrataufnahme um 66% erhöht. Die Studienteilnehmer erhielten während einer 4-stündigen Erholungsphase entweder 4 g Kohlenhydrat/kg Körpergewicht oder 4 g

Kohlenhydrat/kg Körpergewicht + 8 mg Koffein/kg Körpergewicht. Während Koffein im Ruhezustand einen negativen Einfluss auf die Glukoseverfügbarkeit im Skelettmuskel hat, scheint sportliches Training diese Wirkung zu ändern. Die gleichzeitige Zufuhr von Kohlenhydraten und Koffein während einer Belastung erhöht die Glukoseverfügbarkeit, möglicherweise aufgrund der höheren Glukose- und Insulinkonzentrationen im Blut nach der kombinierten Aufnahme im Vergleich zur alleinigen Kohlenhydrat-Aufnahme. [PEDERSEN et al., 2008]

Der glykämische Index (GI) beschreibt den Einfluss eines Lebensmittels auf den Blutglukosespiegel und damit auch auf die Insulinausschüttung im Vergleich zur Einnahme einer entsprechenden Referenzmenge an Glukose. Bei Verzehr einer Mahlzeit kann der GI aus den GI der einzelnen Lebensmittel proportional berechnet werden. Produkte mit hohem GI sind meist arm an essenziellen Nährstoffen und können bei isolierter Einnahme eine hyperinsulinämische Hypoglykämie (Heißhunger, Schwitzen, Herzklopfen, Koordinationsstörungen) auslösen. Während intensiver physischer Aktivität sowie in der direkten Regenerationsphase empfiehlt sich der Einsatz von Lebensmitteln mit hohem GI, in der Basisernährung sollten jedoch Lebensmittel mit niedrigem bis moderaten GI bevorzugt werden. [SCHEK, 2008^b, MANNHART, COLOMBANI, 2001]

Bei Sportlern mit hohen Blutglukosespiegeln konnte ein günstiger Einfluss auf hormonelle Stress- und Entzündungsreaktionen nachgewiesen werden. [BERG et al., 2008] Li und Gleeson untersuchten den Einfluss von Kohlenhydraten auf die Leukozytenumverteilung, die Neutrophilendegranulation, auf die Plasma-Interleukin-6-Konzentration sowie auf Stresshormonreaktionen. Die neun Teilnehmer erhielten vor (500 ml) und während (250 ml alle 20 Minuten) der zweiten von insgesamt zwei 90-minütigen Trainingsrunden entweder ein Placebo oder ein Getränk auf Kohlenhydratbasis (CHO). Die CHO- Aufnahme verbesserte die Aufrechterhaltung der Blutglukosekonzentration, dämpfte signifikant den Konzentrationsanstieg von Adrenalin, ACTH, Cortisol, Wachstumshormon GH und Interleukin-6, verminderte die Leukozyten- und Monozytenanzahl, zeigte aber keinen Effekt auf die Neutrophilendegranulation. [LI, GLEESON, 2005]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Zwölf der 20 Produkte enthalten Kohlenhydrate. Das Minimum liegt bei 0,04 g pro Tagesdosis (Selen plus A-C-E von fit+Vital), das Maximum bei 24,0 g/Tagesdosis (Eiweiß 90 von Das gesunde Plus). Der Mittelwert beträgt 3,5 g/Tagesdosis, wobei zwei Produkte darüber liegen. Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital) enthalten 4,84 g Kohlenhydrate pro Tagesdosis und Eiweiß 90 liefert 24,0 g Kohlenhydrate/Tagesdosis.

Laut den D-A-CH-Referenzwerten soll die tägliche Kohlenhydrataufnahme mindestens 50% der Gesamtenergiezufuhr ausmachen, das bedeutet Männer im Alter von 25 bis 51 Jahren brauchen täglich rund 337 g, Frauen gleichen Alters 267 g Kohlenhydrate (1 g Kohlenhydrat entspricht 4,3 kcal). Das Produkt Magnesium-Kalium Sticks macht bei Frauen rund 1,8% und bei Männern etwa 1,5% der täglichen Kohlenhydrataufnahme aus. Eiweiß 90 liefert pro Portion 7% der gesamten Kohlenhydratzufuhr bei Männern und 9% bei Frauen.

Bei elf der zwölf Kohlenhydrat enthaltenden Nahrungsergänzungsmittel (92%) liegt der Kohlenhydratgehalt unter 5,0 g pro Tagesdosis.

Das bereits erwähnte Eiweiß 90 enthält im Vergleich dazu deutlich höhere Kohlenhydratmengen. 24,0 g Kohlenhydrat sind umgerechnet rund 103 kcal und entsprechen über 4% des Tagesenergiebedarfs (2300 kcal) einer 40-jährigen Büroangestellten, die viermal pro Woche 45 Minuten Nordic Walking betreibt. Bei einer männlichen Referenzperson mit gleichen Voraussetzungen entsprechen 103 kcal mehr als 3% des Tagesenergiebedarfs (3000 kcal).

Die in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Mengen an Kohlenhydraten sind in allen Fällen unerheblich für die sportliche Leistungsfähigkeit und werden wohl eher aus geschmacklichen Gründen zugesetzt.

Nur drei der 20 Produkte (L-Carnitin sports <0,1 g/Tagesdosis, perform: 3,0 g/Tagesdosis, Eiweiß 90: 24,0 g/Tagesdosis) haben angegeben, welchen Anteil der Kohlenhydrate reiner Zucker ausmacht.

4.1.2.2 Proteine

Nahrungsprotein wird zum Großteil zur Synthese von Struktur- und Funktionsproteinen herangezogen. Eine Energiebereitstellung aus dem Proteinabbau findet nur bei lang andauernder Belastung, vor allem bei Sportarten mit erhöhtem Einsatz von Kraft und/oder Schnelligkeit bzw. bei regelmäßigem Krafttraining, oder bei einer sehr proteinreichen Ernährung statt. [DGE, 2001^a]

Die Empfehlungen aus älterer sportmedizinischer Literatur täglich bis zu 4 g Eiweiß pro kg Körpergewicht einzunehmen, haben sich mittlerweile als viel zu hoch erwiesen. Laut der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) ist der Bedarf eines Kraftsportlers mit 0,8 g Eiweiß pro kg Körpergewicht pro Tag nicht höher als der Bedarf eines Nicht-Kraftsportlers. Zwar erhöht sich der Proteinbedarf bei Sportlern in der Phase des Muskelaufbaus und bei intensivem Muskeltraining, gemessen an der Stickstoffbilanz steigt der Mehrbedarf im Gegensatz zu Normalpersonen bei Bodybuildern aber nur um 10-20%, bei intensiv trainierenden Ausdauersportlern um bis zu 70%. Aufgrund einer bei Sportlern durchschnittlichen Proteinzufuhr von 13-14 Energie-%, wird mit der üblichen Mischkost mehr Eiweiß zugeführt, als selbst bei extremsten Trainingsbedingungen notwendig wäre. [DGE, 2001^a; BERG et al., 2008]

Wie Tabelle 16 zeigt, berücksichtigt Schek zusätzlich auch jene Personen, die mit intensivem Kraftsport beginnen und schätzt ihren Tagesproteinbedarf auf 1,7 g/kg Körpergewicht, wobei sie betont, dass die empfohlenen 15 Energieprozent in jedem Fall bedarfsdeckend und Nahrungsergänzungsmittel daher nicht notwendig sind. [SCHEK, 2008^a]

| Untersuchungsgruppe | Proteinbedarf [g/kg/d] |
|---|------------------------|
| Nichtsportler (Männer und Frauen) | 0,8-1,0 |
| Breitensportler: 4-5 x pro Woche 30 min bei mittlerer Intensität | 0,8-1,0 |
| Kraftsportler: im steady state | 1,0-1,2 |
| Ausdauersportler: 4-5 x pro Woche 30 min bei mittlerer Intensität | 1,2 |
| Männliche Elite-Ausdauersportler | 1,6 |

| Untersuchungsgruppe | Proteinbedarf [g/kg/d] |
|--|------------------------------|
| Kraftsportler: in einer frühen Trainingsphase (Anfänger) | 1,5-1,7 |
| Weibliche Sportler | 10-20% weniger als männliche |

Tab. 16: Geschätzter Proteinbedarf von Athleten (Schenk, 2008^a)

Der Verzehr eiweißreicher Lebensmittel nach körperlicher Belastung wirkt sich günstig auf die körpereigene Proteinsynthese aus, da zu diesem Zeitpunkt die Aktivität der Proteinsynthetasen am höchsten ist. [BERG et al., 2008] Eine Mahlzeit aus Kohlenhydraten und Proteinen direkt nach einem Krafttraining beeinflusst die Stickstoffbilanz positiv, wahrscheinlich aufgrund eines verringerten Proteinabbaus bei gleichzeitig gesteigerter Proteinsynthese. [SCHEK, 2008^b]

Allerdings gibt es keine wissenschaftlichen Beweise, dass Proteingaben von mehr als 2 g/kg KG/d zu einem verbesserten Muskelzuwachs bzw. zu einer erhöhten Kraftleistungsfähigkeit führen. [BERG et al., 2008] Um fünf Kilogramm Muskelmasse in einem Jahr aufzubauen, müssen 400 g reines Protein eingebaut werden, denn Muskeln bestehen zu 80% aus Wasser. Dieser Gewebsaufbau entspricht täglichen 1,1 g Eiweiß, d.h. der Mehrbedarf ist minimal und mit einer normalen Mischkost einfach abzudecken. [RIEDL, KINDL, 2006] Proteinkonzentrate, Aminosäurelösungen und auch der Zusatz von Kollagen zu Sportlernahrungen sind ernährungs- und leistungsphysiologisch nicht erforderlich. Eine dem sportbedingt höheren Energiebedarf kalorisch angepasste und ausgewogene Ernährung gewährleistet eine ausreichende Versorgung mit essenziellen Aminosäuren bzw. Proteinen. [BERG et al., 2008, SCHEK, 2008^b]

Die biologische Wertigkeit von Proteinen ist eine Qualitätsmaß. Sie gibt an, wie viel Gramm körpereigenes Protein aus 100 g Nahrungsprotein aufgebaut werden kann. Pflanzliche Proteine haben in der Regel eine niedrigere biologische Wertigkeit, durch eine überlegte Kombination aus Ei- und Milchprotein sowie pflanzlichen Eiweißen aus Getreide und Kartoffeln können biologische Wertigkeiten von 100 und mehr problemlos erreicht werden. Somit sind Eiweißsupplemente auch bei Breitensportlern, die sich ovo-laktovegetabil ernähren, entbehrlich. [SCHEK, 2007; HABER, 2009]

Die obere Grenze für eine längerfristige Eiweißzufuhr liegt bei 2 g pro kg Körpermasse pro Tag, eine Proteinaufnahme bis 2,8 g/kg/d zeigt hinsichtlich der Nierenfunktion keine negativen Wirkungen. Allerdings sollte die Flüssigkeitszufuhr bei Kraftsportlern mindestens 3 Liter pro Tag betragen, um die Niere zu entlasten. [SCHEK, 2008^b]

Eine zu hohe Proteinaufnahme, vor allem aus tierischen Quellen, wirkt calciuretisch, was sich negativ auf die Calciumbilanz und Knochengesundheit auswirken und die Bildung von renalen Calciumoxalatsteinen begünstigen kann. Des Weiteren besteht aufgrund der erhöhten Ketonkörperproduktion die Möglichkeit einer metabolischen Azidose, die wiederum mit einem gesteigerten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen in Zusammenhang steht. [ITOH et al., 1998] Übermäßige Proteinaufnahmen können die endogene Glutaminsynthese reduzieren und Hyperammonämien induzieren, auch Aminosäure-Imbalancen können nicht ausgeschlossen werden. [MANNHART, COLOMBANI, 2001]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Zehn der 20 Produkte enthalten Proteine. Das Minimum liegt bei 0,03 g pro Tagesdosis (Magnesium-Kalium Sticks von fit+Vital), das Maximum bei 62,0 g/Tagesdosis (Eiweiß 90 von Das gesunde Plus). Der Mittelwert beträgt 6,4 g/Tagesdosis, wobei erwartungsgemäß das auf Protein basierende Produkt Eiweiß 90 deutlich darüber liegt.

Laut den D-A-CH-Referenzwerten soll die tägliche Proteinaufnahme bei 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht liegen. Bei einem durchschnittlichen Gewicht von 74 kg wird Männern eine Proteinzufuhr von 59,2 g pro Tag empfohlen, bei einem durchschnittlichen Gewicht von 60 kg bei Frauen entspricht dies einer täglichen Zufuhrempfehlung von 48 g Protein. Eiweiß 90 liefert mehr als 100% des Tagesproteinbedarfs bei Männern und fast 130% des Tagesbedarfs bei Frauen.

Bei neun der zehn Protein enthaltenden Nahrungsergänzungsmittel (90%) liegt der Proteingehalt unter 1,0 g pro Tagesdosis das bedeutet, ihr Beitrag zur täglichen Proteinaufnahme ist vernachlässigbar gering.

Eiweiß 90 enthält 62,0 g Protein, das sind 267 kcal, was beinahe 12% des Tagesenergiebedarfs (2300 kcal) einer 40-jährigen Büroangestellten ausmacht, die viermal pro Woche 45 Minuten Nordic Walking betreibt. Bei einer männlichen

Referenzperson mit gleichen Voraussetzungen entsprechen 267 kcal fast 9% des Tagesenergiebedarfs (3000 kcal).

4.1.2.3 Fette

Der Richtwert für die Fettzufuhr von 30 Energieprozent (das entspricht einer Aufnahme von 60-80 g Fett pro Tag für Erwachsene) wird von den meisten Sportlern und Nichtsportlern überschritten und steht im Zusammenhang mit einer geringeren Glykogenspeicherung und einer dadurch verminderten Leistungsfähigkeit. [ELMADFA, 2004; SCHEK, 2007] Das energetische Äquivalent von Sauerstoff bei der Fettoxidation beträgt 4,7 kcal und ist damit niedriger als bei der Verbrennung von Kohlenhydraten (5,0 kcal), daher zeigen Ausdauersportler, die den Kohlenhydratanteil in der Ernährung zu Gunsten des Fettanteils reduzieren, schlechtere Leistungen.[HABER, 2009]

Wie groß der Anteil der Fette an der Energiebereitstellung ist, hängt von der Belastungsintensität und der Verfügbarkeit der Kohlenhydrate ab. Nicht die Dauer der Belastung, sondern die Intensität ist verantwortlich dafür, ob Fett und Glukose oder nur Glukose abgebaut wird. Die langsame Temposteigerung verhindert einen zu raschen Laktatanstieg und die damit verbundene Blockade der Fettsäurenmobilisation aus den Fettzellen. In Ruhe bzw. bei geringer Intensität wird die notwendige Energie in den Muskelzellen zu 80% aus der Fettverbrennung gewonnen. Erst bei intensiveren Belastungen (entsprechend einem Blut-Laktatspiegel ≥ 4 mmol/l) erfolgt die Umstellung auf den ausschließlichen Glukoseabbau. Regelmäßiges Ausdauertraining fördert die Fähigkeit der Muskelzellen auch bei höheren Belastungen Fett als Energiequelle zu nutzen und die Glykogendepots zu schonen. Da Fette dem Organismus nahezu unbegrenzt zur Verfügung stehen (sowohl Proteine als auch Kohlenhydrate können in Fett umgewandelt werden), ist die Fettzufuhr keine limitierende Größe für die muskuläre Leistungsfähigkeit. [BERG et al., 2008; HABER, 2009]

Eine hohe Fettzufuhr bei Sportlern hat weder ernährungs- noch leistungsphysiologische Vorteile. Beim so genannten „fat loading“, eine extrem fettreiche Diät, die bis zu vier Wochen andauern kann, steigt zwar die Energiebereitstellung aus Fettsäuren,

gleichzeitig sinkt aber die muskuläre Glykogeneinlagerung, sodass eine verringerte Ausdauerleistung die Folge ist. [SCHEK, 2008^a]

Neben der Menge spielt die Qualität der Fettsäuren eine wichtige Rolle. Bei einer Fettzufuhr von 30 Energieprozent sollten gesättigte Fettsäuren inklusive trans- Fettsäuren maximal 10 Energieprozent, mehrfach ungesättigte Fettsäuren ca. 7 Energieprozent (das Verhältnis Linol- zu α -Linolensäure sollte dabei nicht größer als 5:1 sein) und einfach ungesättigte Fettsäuren ungefähr 13 Energieprozent ausmachen. [SCHEK, 2008^b]

Eine überlegte Zufuhr und Auswahl der Fettsäuren kann die muskuläre und Gesamtkörper-Belastbarkeit verbessern. Vor allem die mehrfach ungesättigten Fettsäuren (MUFS), aus denen im Eicosanoidstoffwechsel die Mediatorstoffe Prostaglandine, Prostacycline, Thromboxane und Leukotriene synthetisiert werden, spielen im Sport eine wesentliche Rolle. Ausgangsverbindungen sind die hochungesättigten C₂₀-Fettsäuren Eicosapentaensäure (ω -3) und Arachidonsäure (ω -6). Während die aus der Eicosapentaensäure freigesetzten Eicosanoide vor allem antiaggregatorisch, vasodilatatorisch und antiinflammatorisch wirken, sind die der ω -6-Reihe stark proinflammatorisch, proaggregatorisch und vaso- und bronchokonstriktorisch. Auch Fettsäureester können abhängig von der Belastungsbeanspruchung die Leistungs- und Regenerationsfähigkeit nachweislich positiv beeinflussen, in dem sie die Membranpermeabilität, die Ionen- und Sauerstofftransportkapazität, die Aktivität membranassoziierter Enzyme, die Fließeigenschaften des Blutes sowie rezeptorgesteuerte Funktionen regulieren. [ELMADFA, 2004; BERG et al., 2008] Die Wirkung der Fettsäuren auf wichtige Determinanten der belastungsinduzierten Stressreaktion ist ebenfalls unumstritten. Deibert et al. [2005] verweisen auf eine Querschnittsuntersuchung an 63 Triathleten, bei der die Muskelstress- und Entzündungsreaktion signifikant negativ mit dem Anteil an MUFS und signifikant positiv mit dem Anteil von gesättigten bzw. einfach ungesättigten Fettsäuren im Plasma korrelierte. [DEIBERT et al., 2005] Andrade et al. [2007] untersuchten in einer 6-wöchigen randomisierten placebokontrollierten Studie an 20 Profischwimmern den Einfluss einer Supplementierung mit langkettigen mehrfach ungesättigten n-3 Fettsäuren (LCPUFA n-3) auf die Immunantwort. Während der Studie betrug die Gesamtkalorienaufnahme im Rahmen einer bilanzierten Diät 50 kcal/kg

Körpergewicht (Proteinaufnahme: 1,8 g/kg Körpergewicht, Kohlenhydrat: 8 g/kg Körpergewicht und Fett: 1,2 g/kg Körpergewicht). Zehn Schwimmer erhielten Fischölkapseln (950 mg Eicosapentaensäure (EPA), 500 mg Docosahexaensäure (DHA)), zehn Schwimmer erhielten Placebokapseln. Die Supplementierung führte zu einem Anstieg der LCPUFA n-3 (signifikant höher bei α -Linolensäure, EPA, DHA), einem 25%igen Abfall der Arachidonsäurekonzentration (AA) im Plasma sowie einer signifikant verminderten Interferon- γ -Produktion (87,23%). Im Vergleich dazu wies die Placebogruppe signifikant niedrigere Konzentrationen an EPA (51%) und Gesamt-PUFA n-3 (26,3%) auf, während die AA-Konzentration signifikant anstieg. Außerdem bewirkte die Supplementierung einen signifikant schwächeren Anstieg des Prostaglandins E₂. Während sich die Insulinkonzentration nicht änderte, stiegen diejenigen von Cortisol und Glukose durch die Supplementierung mit Fischöl. [ANDRADE et al., 2007]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Fett ist in 13 der 20 untersuchten Produkte enthalten. Den geringsten Fettgehalt haben die Produkte Magnesium+Calcium D₃ (biovital) und Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital) mit 0,01 g pro Tagesdosis. Den höchsten Gehalt weist Lecithin-Granulat (fit+Vital) mit 11,8 g Fett pro Tagesdosis auf. Der Mittelwert beträgt 1,8 g/Tagesdosis. Neben Lecithin-Granulat liegt auch Eiweiß 90 (Das gesunde Plus) mit 9,2 g Fett pro Tagesdosis deutlich über dem Mittelwert.

Die D-A-CH-Referenzwerte empfehlen eine tägliche Fettaufnahme von höchstens 30% der Gesamtenergiezufuhr. Männer zwischen 25 und 51 Jahren brauchen maximal 92 g Fett pro Tag und erwachsenen Frauen sollten täglich max. 73 g Fett zu sich nehmen (1 g Fett entspricht 9,5 kcal). Das Produkt Eiweiß 90 liefert Frauen rund 13% und Männern 10% der täglich empfohlenen Fettzufuhr. Lecithin-Granulat enthält pro Portion mehr als 16% der gesamten Fettzufuhr bei Frauen und fast 13% bei Männern.

Bei zehn der 13 Fett enthaltenden Nahrungsergänzungsmittel (77%) liegt der Fettgehalt unter 0,5 g pro Tagesdosis, das bedeutet, ihr Beitrag zur täglichen Fettaufnahme ist vernachlässigbar gering.

Drei der Produkte (23%) enthalten zwischen >1,0 g und 12 g Fett pro Tag. Lecithin-Granulat enthält 11,8 g Fett, das sind rund 114 kcal und entspricht fast 5% des Tagesenergiebedarfs einer 40-jährigen Büroangestellten (2300 kcal), die viermal pro Woche 45 Minuten Nordic Walking betreibt. Bei einer männlichen Referenzperson mit gleichen Voraussetzungen entsprechen 114 kcal beinahe 4% des Tagesenergiebedarfs (3000 kcal).

Fett ist in Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler generell kontraproduktiv. Es gibt keine Studie die einen ernährungs- oder sportmedizinischen Nutzen durch fettreiche Kost zeigen konnte. Dennoch ist es in 13 Produkten enthalten, zehn der bewerteten Produkte enthalten zwar nur geringe Mengen, zwei Produkte zeigen aber einen deutlich zu hohen Fettgehalt!

4.1.2.4 Alkohol

Alkohol hat keinerlei positive Auswirkungen auf sportliche Leistungen, sondern erhöht das Verletzungs- und Unfallrisiko. Alkoholkonsum wirkt sich negativ auf die Reparatur von Gewebsschäden, die Glykogeneinlagerung und den Glykogenabbau aus der Leber aus. Darüber hinaus blockiert er die Fettsäureoxidation und fördert die renale Wasserausscheidung; die dadurch dehydrierten Muskeln können weniger Leistung erbringen.

Beachtenswert ist zudem der hohe Energiegehalt alkoholischer Getränke, ein halber Liter Bier enthält ca. 200 kcal, ein viertel Liter Weißwein rund 175 kcal.

Die tolerierbare Menge bei Frauen beträgt max. 10 g Alkohol pro Tag, bei Männern max. 20 g. [ELMADFA, 2004; SCHEK, 2008^a]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Eines der 20 Produkte (perform von biovital) hat einen Alkoholgehalt von 14,5 Vol.-%, das entspricht ca. 116 g Alkohol/Liter, berechnet auf die Tagesdosis bedeutet das 3,4 g Alkohol (=23,8 kcal).

23,8 kcal machen rund 1% des Tagesenergiebedarfs einer 40-jährigen Büroangestellten (2300 kcal) aus, die viermal pro Woche 45 Minuten Nordic Walking betreibt. Bei einer

männlichen Referenzperson mit gleichen Voraussetzungen entsprechen 23,8 kcal ungefähr 0,8% des Tagesenergiebedarfs (3000 kcal).

Alkohol ist im Sport grundsätzlich abzulehnen, somit ist die Einnahme eines Nahrungsergänzungsmittels mit 14,5 Vol.-% nicht empfehlenswert. Eine positive Auswirkung auf die körperliche Leistungsfähigkeit ist auszuschließen.

4.1.2.5 Zusammenfassung

Die postulierte Wirkung der meisten Produkte beruht auf den enthaltenen Vitaminen bzw. Mineralstoffen. Dementsprechend gering sind, mit wenigen Ausnahmen, die Gehalte an Energie, Kohlenhydraten, Protein und Fett.

Sechs Produkte liefern keine Energie, zehn Produkte enthalten kein Protein, acht keine Kohlenhydrate und sieben kein Fett.

Der Energiegehalt liegt bei 80% der Supplemente unter 20 kcal pro Tag. Der Proteingehalt schwankt im Allgemeinen zwischen 0,03 und 0,58 g pro Tagesdosis, der Kohlenhydratgehalt zwischen 0,04 und 3,4 g pro Tagesdosis und der Fettgehalt zwischen 0,01 und 0,41 g pro Tagesdosis.

Eine Ausnahme bilden die Produkte perform (biovital), Lecithin-Granulat (fit+Vital) und Eiweiß 90 (Das gesunde Plus). Perform liefert 31,8 kcal pro Tagesdosis, was in erster Linie auf den enthaltenen Alkohol zurückzuführen ist. Mit Lecithin-Granulat werden dem Organismus täglich rund 12 g Fett zugeführt (das entspricht 16% des Richtwertes für die tägliche Gesamtfettzufuhr bei Frauen), das Produkt liefert 100 kcal pro Tagesdosis. Der Proteinshake Eiweiß 90 liefert nicht nur 426 kcal pro Tagesdosis (ein Fünftel des Richtwertes für die tägliche Energiemenge bei Frauen), auch die Makronährstoffgehalte sind sehr hoch. Kein anderes der Produkte enthält so viel reinen Zucker (24 g/Tagesdosis) und keines solch hohe Mengen an Protein (62 g/Tagesdosis). Eiweiß 90 liefert über 100% der empfohlenen täglichen Proteinmenge bei Männern und fast 130% der Tagesempfehlung bei Frauen.

4.1.3 Mikronährstoffe

4.1.3.1 Bewertung einzelner sportrelevanter Vitamine

Jede körperliche Belastung bedeutet einen Anstieg des Energiebedarfs und einen erhöhten Sauerstoffverbrauch. Der Verlust an Mikronährstoffen durch sportliche Aktivität wird oft überschätzt. Der Nährstoffbedarf erhöht sich nicht überproportional zum Energiebedarf. Die Konzentrationen an wasserlöslichen Vitaminen und Mineralstoffen (ausgenommen Natrium und Chlorid) im Schweiß nehmen bei gleich bleibender Intensität mit zunehmender Belastungsdauer ab und erreichen nach ca. 60 Minuten ein Minimum. [SCHEK, 2008^b]

Die nachfolgende Tabelle 17 zeigt eine Übersicht über die von der D-A-CH empfohlenen täglichen Zufuhrmengen an Vitaminen:

| Vitamine | Frauen | Männer | Obere sichere Grenze der Zufuhr (UL) |
|---------------------------------------|----------------------------------|---|--------------------------------------|
| Vitamin A (in Retinoläquivalenten) | 0,8 mg | 1 mg | UL: 3 mg |
| Vitamin D | 5 µg | 5 µg | UL: 50 µg |
| Vitamin E (in Tocopheroläquivalenten) | 12 mg | 15 mg (19-25a) 14 mg (26-50a) 13 mg (51-65 a) | UL: 300 mg/d |
| Vitamin K | 60 µg (19-50a) 65 µg (51-65a) | 70 µg (19-50a) 80 µg (51-65a) | Keine Angabe |
| Vitamin B ₁ | 1 mg | 1,3 mg (19-25a) 1,2 mg (26-50a) 1,1 mg (51-65a) | Keine Angabe (geringe Toxizität) |
| Vitamin B ₂ | 1,2 mg | 1,5 mg (19-25a) 1,4 mg (26-50a) 1,3 mg (51-65a) | Keine Angabe (geringe Toxizität) |
| Vitamin B ₆ | 1,2 mg | 1,5 mg | UL: 25 mg/d |

| Vitamine | Frauen | Männer | Obere sichere Grenze der Zufuhr (UL) |
|--------------------------------|----------|--|--|
| Niacin (in Niacinäquivalenten) | 13 mg | 17 mg (19-25a) 16 mg (26-50a) 15 mg (51-65a) | UL: 900 mg/d als Nicotinamid |
| Vitamin B ₁₂ | 3 µg | 3 µg | UL: 5 mg/d |
| Foläure (in Folatäquivalenten) | 400 µg | 400 µg | UL: 1000 µg/d |
| Vitamin C | 100 mg | 100 mg | Für die EU noch nicht etabliert (In den USA: 2000 mg/d) |
| Pantothensäure | 6 mg | 6 mg | Keine Angabe |
| Biotin | 30-60 µg | 30-60 µg | Keine Angabe |

Tab. 17: D-A-CH-2008-Referenzwerte für die empfohlene tägliche Vitaminszufuhr gesunder Erwachsener (D-A-CH, 2008)

Zwar weisen manche Sportler bei wasserlöslichen Vitaminen einen erhöhten Bedarf auf, körperliche Aktivität allein ist aber nur in den seltensten Fällen Grund für eine Unterversorgung. [SCHEK, 2008^b]

Eine Ausnahme bilden Laktovegetarier, Veganer, Sportler mit sehr kohlenhydratbetonter Kost und niedriger Mikronährstoffdichte und Personen, die eine längerfristige Reduktionsdiät befolgen. Hier kann eine gezielte Substitution sinnvoll sein. [HIPPEL, NIESS, 2008]

In der Regel lässt sich ein sportlich bedingter Mehrbedarf auch während intensiverer Trainingsphasen allein durch eine gesunde abwechslungsreiche Ernährung decken. Ein leistungssteigernder Effekt einzelner Vitamine und der Nutzen einer somit über den Bedarf hinausgehenden Zufuhr sind bisher nicht belegt. Während bei entsprechend richtiger Dosierung keine negativen Effekte zu erwarten sind, muss von einer Überdosierung abgeraten werden, da gesundheitliche Folgen nicht auszuschließen sind. [HIPPEL, NIESS, 2008; SCHEK, 2008^b]

Tabelle 18 zeigt eine Auflistung der in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Vitaminmengen in der jeweiligen empfohlenen Tagesdosis:

| Produkt | Vit. A [µg] | Bio- tin [µg] | Fo- lat [µg] | Nia- cin [mg] | Panto- then- säure [mg] | Vit. B ₁ [mg] | Vit. B ₂ [mg] | Vit. B ₆ [mg] | Vit. B ₁₂ [µg] | Vit. C [mg] | Vit. E [mg] | Vit. D ₃ [µg] | Vit. K ₁ [µg] |
|--------------------------------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Magnesium +Calcium D ₃ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 80,0 | - | 5,0 | 30,0 |
| energy formula | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 20,0 | - | - |
| Selen plus A-C-E | 330 | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | 16,8 | - | - |
| Coenzym Q ₁₀ | - | - | 300 | - | - | - | 1,5 | - | - | - | 12,0 | - | - |
| Eiweiß 90 | - | - | - | - | - | - | - | 4,0 | - | - | - | - | - |
| Langzeit- Vitamin C | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - | - |
| Vitamin C | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 250 | - | - | - |
| A-Z Multi- vitamine | 800 | 150 | 200 | 18,0 | 6,0 | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 1,0 | 75,0 | 10,0 | 5,0 | 30,0 |
| Ginseng | - | 100 | 300 | 15,0 | 5,0 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 3,0 | 60,0 | 10,0 | - | - |
| perform | - | 100 | 200 | 13,0 | 4,5 | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 0,8 | 100 | 7,0 | 2,5 | 33,0 |

Tab. 18: Vitamingehalt [µg oder mg/ Tagesdosis] in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

4.1.3.1.1 Antioxidativ wirksame Vitamine (A, C, E, β-Carotin)

Sportliche Belastungen unterschiedlicher Intensität und Dauer steigern die Bildung reaktiver Sauerstoff- und Stickstoffmetabolite. Freie Radikale können, sofern ihre Wirkung nicht durch körpereigene Schutzsysteme bzw. durch antioxidativ wirksame Nährstoffe neutralisiert wird, biologische Strukturen vor allem in der Leber und im Skelettmuskel- und Gefäßsystem schädigen (Lipidperoxidation, oxidative Veränderungen von Proteinen, Kohlenhydraten und Nukleinsäuren). Speziell bei wenig trainierten Breitensportlern kann ein oxidativer Stresszustand auftreten, da diesen Personen die notwendige antioxidative Abwehrkapazität über körpereigene Enzymsysteme (z.B. Glutathionsperoxidase-, Superoxiddismutase- und Katalaseaktivität) fehlt. Die Folge sind Gewebeentzündungen, gesteigerte

Verletzungsgefahr, verstärktes Auftreten von Muskelkater, höhere Krankheitsanfälligkeit, Sportanämie und längere Regenerationszeiten. [LAMPRECHT, 2005]

Bislang gibt es noch keine Angaben über eine notwendige Zufuhr von antioxidativ wirksamen Vitaminen bei Sportlern. Empfehlungen für die Zufuhr antioxidativ wirksamer Vitamine in der Prävention lauten für den durchschnittlichen Breitensportler entsprechend der Hohenheimer Konsensus-Konferenz „Antioxidative Vitamine (β -Carotin, E, C) in der Prävention“: für Vitamin C >100 mg, für Vitamin E 23-100 mg und für β -Carotin >4 mg pro Tag. Diese Zufuhrempfehlungen sind durch eine gezielte Ernährung mit einem hohen Obst- und Gemüseanteil zu erreichen. [BIESALSKI, 1995]

Im Handel wird eine Vielzahl an Nahrungsergänzungsmitteln mit antioxidativ wirksamem Potenzial angeboten, die allerdings kritisch betrachtet werden sollten. Antioxidantien können bei hoher Zufuhr selbst prooxidativ wirken und die Apoptose durch zu effektive Radikalreaktionen beeinflussen und so das Immunsystem schwächen. [LAMPRECHT, 2005]

Durch eine gezielte Gabe von antioxidativ wirksamen Vitaminen soll die Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit der Muskulatur verbessert und sportinduzierte Erkrankungen verhindert werden. Bislang konnte eine zusätzliche Einnahme weder einen leistungssteigernden Effekt zeigen, noch gibt es überzeugende Hinweise, dass ein durch Belastung verursachter Muskelschaden reduziert oder die Ermüdung der Muskulatur verzögert werden kann. [HIPPEL, NIESS, 2008] Close et al. [2006] untersuchten in einer Studie den Einfluss einer Vitamin C-Supplementierung auf die Bildung reaktiver Sauerstoffmetaboliten (ROS) und die Entstehung von Muskelkater. Eine Gruppe erhielt zwei Stunden vor sowie zwei Wochen lang nach der Belastung 1 g Ascorbinsäure pro Tag, die zweite Gruppe erhielt ein Placebo. Beide Gruppen entwickelten einen Muskelkater, eine verspätete Erholung wurde in der Vitamin C-Gruppe beobachtet. Ein Anstieg von Malondialdehyd zeigte sich vier Tage nach der Belastung in der Placebogruppe. Vitamin C schwächte die belastungsinduzierte ROS-Bildung, zeigte aber keinen Effekt auf die Entstehung von Muskelkater. Vielmehr könnte eine Vitamin C-Gabe die Muskelregeneration verzögern. [CLOSE et al., 2006] Auch Teixeira et al. [2009] konnten in ihrer Studie keinen positiven Effekt einer 4-wöchigen Antioxidanzien-Supplementierung auf die belastungsinduzierte

Lipidperoxidation, auf Muskelschäden und Entzündungen nachweisen. Vielmehr stellt sich auch hier die Frage, ob antioxidativ wirksame Supplemente die Regeneration von Muskelschäden nicht verlangsamen. 20 Kajakfahrer erhielten entweder ein Placebo (PLA) oder eine Antioxidanzien-Kapsel (AOX, 272 mg α -Tocopherol, 400 mg Vitamin C, 30 mg β -Carotin, 2 mg Lutein, 400 μ g Selen, 30 mg Zink, 600 mg Magnesium). In der AOX-Gruppe zeigte sich ein signifikanter Anstieg von α -Tocopherol und β -Carotin im Plasma. Ein signifikanter Anstieg von Interleukin-6, thiobarbitursäurereaktiven Substanzen (TBARS) und Harnsäure wurde in beiden Gruppen beobachtet. [TEIXEIRA et al., 2009]

Keine Studie konnte bisher verlässlich einen günstigen Einfluss einer Vitamin E-Supplementierung auf Infekt- und Verletzungsrate, auf Trainingsausfälle und Wettkampfplatzierungen bei Sportlern nachweisen. [DEIBERT et al., 2005] Vitamin E hat dosisabhängig antioxidative oder prooxidative Effekte, kann die Thrombozytenaggregation hemmen und die Bioverfügbarkeit von Vitamin K herabsetzen. Hohe Dosen stehen möglicherweise mit einem erhöhten Blutungsrisiko in Zusammenhang. [HIPPEL, NIESS, 2008]

Auch für Vitamin C und β -Carotin konnte bis dato nur gezeigt werden, dass einzelne Parameter des oxidativen Stresses verbessert werden können. Eine ergogene Wirkung des β -Carotins ist nicht zu erwarten. Vitamin C-Dosen ab 0,5-1 g pro Tag können bei chronischer Einnahme zur Bildung von Nierensteinen und >3 g pro Tag zu osmotischer Diarrhoe führen. [DEIBERT et al., 2005; HIPPEL, NIESS, 2008]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Zwei Produkte enthalten Vitamin A. Die D-A-CH-Referenzwerte liegen bei 0,8 mg Vitamin A pro Tag für Frauen und 1,0 mg für Männer. Selen plus A-C-E (fit+Vital) liefert 330 μ g und A-Z Multivitamine (aktiva) 800 μ g Vitamin A pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 565 μ g Vitamin A pro Tagesdosis.

Vitamin C ist in sieben Produkten enthalten. Das Minimum liegt bei 60 mg/Tagesdosis (Ginseng von the wellness company), das Maximum bei 300 mg/Tagesdosis (Langzeit-Vitamin C von Abtei). Der Mittelwert beträgt 138 mg/Tagesdosis, zwei der Produkte liegen mit 250 mg/Tagesdosis (Vitamin C von franziskus) und 300 mg (Langzeit-Vitamin C) deutlich über dem Mittelwert. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen für

Vitamin C eine tägliche Zufuhr von 100 mg für Frauen und Männer. Langzeit-Vitamin C liefert somit das 3-fache der empfohlenen Zufuhrmenge! Ein UL-Wert für die EU ist noch nicht etabliert, in den Dietary Reference Intakes wurde er auf 2 g Vitamin C pro Tag festgelegt.

Sechs der 20 Nahrungsergänzungsmittel enthalten Vitamin E. Die höchste Tagesdosis enthält energy formula (the wellness company) mit 20 mg/Tagesdosis, die niedrigste Tagesdosis perform (biovital) mit 7 mg/Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 12,6 mg pro Tagesdosis. Selen plus A-C-E (fit+Vital) liegt mit 16,8 mg/Tagesdosis und energy formula mit 20 mg/Tagesdosis über dem Mittelwert.

Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen Frauen eine tägliche Vitamin E- Zufuhr von 12 mg, Männern zwischen 26 und 50 Jahren 14 mg. Somit liefert energy formula über 140% des täglichen Bedarfs an Vitamin E bei Männern und fast 170% bei Frauen. Der UL beträgt 300 mg Vitamin E pro Tag.

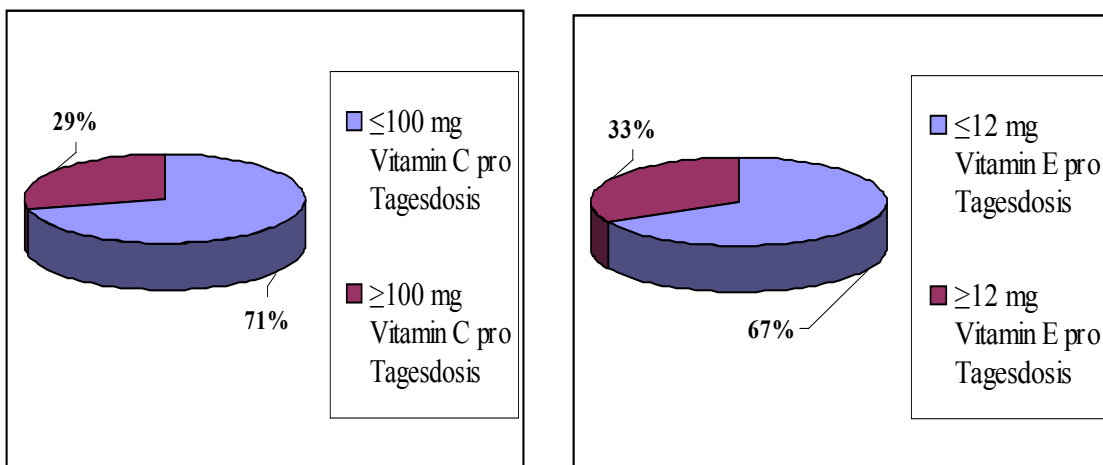


Abb. 2: Anzahl der bewerteten Nahrungsergänzungsmittel, welche unter bzw. über den D-A-CH-Empfehlungen liegen

Abbildung 2 zeigt, dass rund 70% der untersuchten Nahrungsergänzungsmittel die D-A-CH-Empfehlungen für die Tageszufuhr an Vitamin C und Vitamin E befolgen. Bei fast einem Drittel der Produkte liegen die Vitaminmengen deutlich über den Empfehlungen. Die Gefahr einer Überdosierung mit nachteiligen gesundheitlichen Auswirkungen besteht bei empfohlener Dosierung bei keinem der Produkte.

Für die Gabe von antioxidativ wirksamen Vitaminen in Form von Supplementen besteht keine Notwendigkeit. Der eventuell erhöhte Bedarf bei Sportlern kann durch eine vollwertige Kost mit einem hohen Obst- und Gemüseanteil gedeckt werden.

4.1.3.1.2 Vitamin D (Calciferol)

Vitamin D ist ein Sammelbegriff für mehrere fettlösliche Sterolderivate, wobei vor allem das tierische Cholecalciferol (Vitamin D₃) und das pflanzliche Ergocalciferol (Vitamin D₂) nennenswert sind, die beide die gleiche Wirksamkeit beim Menschen aufweisen. Vitamin D ist wichtig für die Aufrechterhaltung der Calcium- und Phosphathomöostase (gemeinsam mit Parathormon und Calcitonin) und somit unerlässlich für die Knochenmineralisation.

Da das Vitamin in der Haut durch UV-Strahlung gebildet werden kann, kommt es bei ausreichender Sonnenlichtexposition von ca. 30 Minuten täglich zu keinen Mangelercheinungen. Sportler, die in nördlichen Breiten leben, die meistens in Hallen trainieren oder die spezielle Bekleidungen tragen, sind auf eine ausreichende Zufuhr durch die Nahrung angewiesen. [HAHN, 2006; RIEDL, KINDL, 2006] Burrows et al. [2003] konnten in einer Studie an 52 Ausdauerathletinnen zwischen 18 und 44 Jahren eine negative Korrelation zwischen niedriger Knochendichte und der Laufstrecke (1500 m bis Marathondistanz) beobachten. Möglicherweise ist aufgrund der erhöhten Druckbelastung beim Laufen die Knochenstoffwechselaktivität und somit der Vitamin D-Bedarf erhöht. [BURROWS et al., 2003]

Die D-A-CH-Empfehlung von 5 µg Vitamin D pro Tag (ausschließlich oral zugeführt) ergibt sich auf Grund der in unseren Breiten saisonalbedingten Unterschiede in der Sonnenlichteinstrahlung. Während eine Überdosierung über die Nahrung oder körpereigene Synthese nicht bekannt ist, kann eine hohe Supplementzufuhr zu Hypercalciurie führen. Der UL wurde bei 50 µg festgelegt. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Vitamin D ist in drei der 20 Nahrungsergänzungsmittel enthalten. Das Minimum liegt bei 2,5 µg/Tagesdosis (perform von biovital), Magnesium+Calcium D₃ (Abtei) und A-Z

Multivitamine (aktiva) enthalten mit 5,0 µg/Tagesdosis die höchsten Mengen. Der Mittelwert beträgt 4,2 µg pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen für Erwachsene 5 µg Vitamin D täglich, diese Empfehlung wird von zwei der drei Nahrungsergänzungsmittel erreicht.

Bei Sportlern ist eine Vitamin D-Substitution erst dann in Erwägung zu ziehen, wenn der Plasmaspiegel nachweislich zu niedrig ist. Unter diesen Umständen kann in der lichtarmen Jahreszeit eine Gabe von 5 µg/d in ~~Erwägung~~ ^{Ergänzung} gezogen werden. [RIEDL, KINDL, 2006; HIPPI, NIESS, 2008]

4.1.3.1.3 Wasserlösliche Vitamine

Vitamin B₁ (Thiamin)

Als Thiaminpyrophosphat (TPP) wirkt Thiamin als Coenzym der Transketolase im Pentosephosphatzyklus und bei der Decarboxylierung von α -Ketosäuren. Es katalysiert die Umwandlung des Pyruvat in Acetyl-CoA (fördert also den Übergang von der anaeroben Glykolyse zur aeroben Kohlenhydrat-Verwertung) und schleust Pyruvat in den Citratzyklus ein.

Ein Mangel an Thiamin führt zu einer Ansammlung von Pyruvat und Laktat, wodurch die Leistungsfähigkeit herabgesetzt wird. Schon ein kurzzeitiger Mangel äußert sich in körperlicher Müdigkeit, psychischer Antriebslosigkeit und Muskelschwäche. [RIEDL, KINDL, 2006]

Der Bedarf ist vom Energieumsatz, vor allem von der zugeführten Menge an Kohlenhydraten, abhängig. Wegen ihres erhöhten Energieumsatzes haben Sportler (besonders Ausdauersportler) einen höheren Thiaminbedarf, der mit 0,5 mg pro 1000 kcal angegeben wird. Das entspricht bei Frauen im Mittel 1,0 mg, bei Männern 1,3 mg pro Tag. Aufgrund der raschen renalen Clearance ist Thiamin auch bei höheren Dosen untoxisch. [ELMADFA, 2004]

Eine chronisch hypokalorische oder stark kohlenhydratbetonte nährstoffarme Ernährung kann zu einer Unterversorgung führen. [HIPPI, NIESS, 2008]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Drei Produkte enthalten Vitamin B₁, den höchsten Gehalt weist das Produkt A-Z Multivitamine (aktiva) mit 1,4 mg pro Tagesdosis auf, den geringsten Ginseng (the wellness company) mit 1,1 mg pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 1,2 mg/Tagesdosis. Die D-A-CH-Referenzwerte liegen bei 1,0 mg Thiamin pro Tag für erwachsene Frauen und 1,2 mg für Männer im Alter von 26 bis 50 Jahren. Alle drei Produkte liefern mehr als 100% der empfohlenen täglichen Zufuhr bei Frauen, bei Männern liefert nur ein Produkt mehr als 100% des täglichen Vitamin B₁-Bedarfs.

Da der Thiaminbedarf bei körperlicher Belastung und hoher Kohlenhydrataufnahme erhöht ist, erscheint eine zusätzliche Zufuhr, speziell bei Ausdauersportlern, sinnvoll. Allerdings enthalten nur drei der 20 Produkte (15%) Vitamin B₁. Eiweiß 90 (Das gesunde Plus), das mit 24 g/Tagesdosis den höchsten Kohlenhydratgehalt aufweist, enthält kein Thiamin.

Vitamin B₂ (Riboflavin)

Die aktiven Formen des Vitamins Flavinmononucleotid (FMN) und Flavinadenindinucleotid (FAD) sind Cofaktoren im Energiestoffwechsel und Bestandteile von Oxidoreduktasen, die in der Atmungskette und beim Fettsäureabbau Wasserstoff-Ionen übertragen.

Abhängig von der Energieaufnahme wird der Bedarf mit 0,6 mg pro 1000 kcal angegeben, das entspricht bei erwachsenen Frauen rund 1,2 mg und bei Männern rund 1,5 mg pro Tag. Dieser Bedarf lässt sich mit einer Portion Milchprodukte mehrfach decken. [ELMADFA, 2004; HIPP, NIESS, 2008]

Die körpereigenen Vitamin B₂-Speicher reichen für rund zwei bis sechs Wochen, daher sind auch kurzfristig geringere Aufnahmen unproblematisch. Ein schwerer isolierter Mangel kommt in unseren Breiten nur sehr selten vor. Aufgrund der geringen Toxizität fehlen Angaben für die obere sichere Grenze der Zufuhr. [HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Riboflavin ist in vier der 20 untersuchten Nahrungsergänzungsmittel enthalten. Das Minimum liegt bei 1,4 mg/Tagesdosis (perform von biovital), das Maximum bei 1,6 mg/Tagesdosis (A-Z Multivitamine von aktiva). Der Mittelwert beträgt 1,5 mg pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen eine tägliche Zufuhr von 1,2 mg Vitamin B₂ für Frauen und 1,4 mg für Männer im Alter von 26 bis 50 Jahren. Alle vier Produkte enthalten über 100% der empfohlenen täglichen Zufuhr

Der bei Sportlern erhöhte Bedarf an Riboflavin (bedingt durch den allgemein höheren Energiebedarf), lässt sich durch eine nährstoffreiche Kost problemlos decken. Die in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Mengen an Vitamin B₂ haben weder günstige noch negative Auswirkungen.

Vitamin B₆ (Pyridoxin)

Die Wirkformen des Vitamins sind Pyridoxalphosphat (PLP) und Pyridoxaminphosphat (PMP), die als Cofaktoren besonders im Aminosäurestoffwechsel eine wichtige Rolle spielen. Sie katalysieren Decarboxylierungen, Desaminierungen und reversible Transaminierungen. Vitamin B₆ ist Coenzym von mehr als 60 Enzymen im Eiweiß-, Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel und spielt auch bei der Glykogenese und Hämoglobinsynthese eine große Rolle. [PLATEN, 2002; RIEDL, KINDL, 2006]

Aufgrund seiner Bedeutung für den Proteinstoffwechsel ist die empfohlene Zufuhr im Sport von der täglichen Proteinaufnahme abhängig (DGE-Empfehlung: 0,02 mg/g Nahrungsprotein). Bei Kraftsportlern besteht bei einer maximal metabolisierbaren Proteinmenge von 2,2 g pro kg Körpergewicht pro Tag, ein dreifacher Bedarf. Da Vitamin B₆ nahezu in allen Nahrungsmitteln enthalten ist, besteht aber keine Gefahr einer Unterversorgung. Im Gegensatz zu den anderen Vitaminen des B-Komplexes zeigt Vitamin B₆ eine hohe chronische Toxizität. Megadosen von 500 mg Pyridoxin pro Tag führen zu schweren neurologischen Störungen. Schon ab 150 mg/d über mehrere Monate können reversible, periphere Neuropathien, Reflexausfälle und Empfindungsstörungen auftreten. Der festgelegte UL beträgt daher 25 mg Pyridoxin pro Tag. [ELMADFA, 2004; HIPPEL, NIESS, 2008]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Vier Produkte enthalten Vitamin B₆, den höchsten Gehalt weist das Produkt Eiweiß 90 (Das gesunde Plus) mit 4,0 mg pro Tagesdosis auf, die niedrigsten Gehalte die Produkte Ginseng (the wellness company) und perform (biovital) mit 1,6 mg pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 2,3 mg Pyridoxin pro Tagesdosis. Die D-A-CH-Referenzwerte liegen bei 1,2 mg pro Tag für Frauen und 1,5 mg für Männer.

Alle vier Produkte liefern mehr als 100% der empfohlenen täglichen Zufuhr. Die Gefahr einer Überdosierung ist zwar nicht gegeben, aufgrund des ubiquitären Vorkommens von Vitamin B₆ ist eine Supplementierung für Sportler nicht notwendig.

Das Produkt Eiweiß 90 liefert sogar das 3-fache der empfohlenen Zufuhrmenge, dieser Zusatz ist aber durch die enthaltenen Proteinmengen als positiv zu bewerten. Nahrungsergänzungsmittel auf Proteinbasis sollten zusätzlich $20 \mu\text{g}$ Vitamin B₆ pro g Protein enthalten. Somit entspricht Eiweiß 90 dieser Vorschrift.

Niacin

Der Körper kann Niacin nur begrenzt aus der Aminosäure Tryptophan aufbauen, daher ist eine Aufnahme über die Nahrung erforderlich. Die aktive Form des Niacins ist das Nicotinamid, ein wichtiger Cofaktor bei rund 200 Dehydrogenasereaktionen im Energiestoffwechsel. [ELMADFA, 2004]

Darüber hinaus hat Niacin eine Schlüsselrolle bei der Bildung von Acetyl-CoA, der Fettsäuresynthese und bei der Umschaltung von der aeroben auf die anaerobe Energiegewinnung. Eine Niacinaufnahme von 6,7 mg pro 1000 kcal Energieaufnahme wird empfohlen. Aufgrund des hohen Fleischverzehr ist ein Niacinmangel in unseren Breiten äußerst selten, eine Zufuhr in Form von Supplementen ist daher nicht notwendig. Eine hohe Zufuhr an Niacin kann kurzfristig eine Freisetzung der Fettsäuren unterdrücken, Dosierungen bis zu 3 g/d werden ohne Nebenwirkungen vertragen. [HAHN, 2006; HIPPEL, 2008]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Niacin ist in drei der 20 Nahrungsergänzungsmittel enthalten. Das Minimum liegt bei 13,0 mg/Tagesdosis (perform von biovital), das Maximum bei 18,0 mg/Tagesdosis (A-Z Multivitamine von aktiva). Der Mittelwert beträgt 15,3 mg pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen eine tägliche Zufuhr von 13 mg Niacin für Frauen und 16 mg für Männer im Alter von 26 bis 50 Jahren. A-Z Multivitamine liefert über 100% der empfohlenen täglichen Zufuhr, Ginseng (the wellness company) überschreitet die Empfehlungen für Frauen.

Bislang sind im Sport keine Fälle einer Niacinunterversorgung bekannt, eine Supplementierung zeigt weder Nutzen noch Gefährdung und ist daher nicht zweckmäßig.

Vitamin B₁₂ (Cobalamin)

Cobalamin hat einen wichtigen Einfluss auf die Einschleusung der Propionsäure in den Citratzyklus, auf die Erythrozytenbildung und auf die Funktionen zentraler Nervenbahnen. Eine der wesentlichsten Funktionen ist die Entgiftung des Homocysteins: Indem Vitamin B₁₂ die Remethylierung von Homocystein zu Methionin katalysiert, entsteht aktive Tetrahydrofolsäure und somit ein direkter Zusammenhang mit dem Folsäuremetabolismus. [DIEDRICH, 2002; HIPPEL, NIESS, 2008]

Die D-A-CH-Empfehlung von 3 µg Cobalamin pro Tag wird mit einer durchschnittlichen Ernährung deutlich überschritten. Aufgrund der relativ großen Speicher für Vitamin B₁₂ und einer effizienten enterohepatischen Reabsorption ist ein Vitaminedefizit in der Regel selten. Eine Ausnahme bilden Ovolacto-Vegetarier und Veganer, Personen mit sehr einseitiger Ernährung bzw. Verwertungsstörungen (Fehlen des Intrinsic Faktors). Für diese Risikogruppen ist eine Vitamin B₁₂-Supplementierung unerlässlich. Solange kein Cobalaminmangel besteht, wird durch Supplementierung weder Leistungsfähigkeit noch Ausdauer oder Kraft verbessert. Ebenso konnte keine Erhöhung des Hämoglobins oder eine verbesserte Funktion des Nervensystems nachgewiesen werden. Da Vitamin B₁₂ mit steigender Dosierung schlechter absorbiert wird, ist die Toxizität gering. [HAHN, 2006; HIPPEL, NIESS, 2008]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Cobalamin ist in drei der 20 Nahrungsergänzungsmittel enthalten. Das Minimum liegt bei 0,8 µg pro Tagesdosis (perform von biovital), das Maximum bei 3,0 µg pro Tagesdosis (Ginseng von the wellness company). Der Mittelwert beträgt µg pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen eine tägliche Vitamin B₁₂-Aufnahme von 3 µg für Erwachsene, dieser Wert wird nur von einem Produkt erreicht.

Aufgrund des guten Vitamin B₁₂-Status der Bevölkerung ist eine Steigerung der Leistungsfähigkeit durch Nahrungsergänzungsmittel unwahrscheinlich. Nur bei Mangelercheinungen ist eine Supplementierung angebracht. [LUKASKI, 2004; KREIDER et al., 2010]

Folsäure

Folsäure ist als Tetrahydrofolat (THF) ein wichtiger Cofaktor im Protein- und Nukleinsäurestoffwechsel und an der Biosynthese von Phospholipiden und Hämoglobin beteiligt. Gemeinsam mit Cobalamin spielt die Folsäure als Methylgruppenüberträger eine bedeutende Rolle im Homocysteinestoffwechsel. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006] Eine ergogene Wirkung kann nicht erzielt werden. [LUKASKI, 2004; KREIDER et al., 2010]

Der D-A-CH-Referenzwert für Folsäure beträgt 400µg Folat -Äquivalente und wird vom Großteil der Bevölkerung nicht erreicht. Von einer willkürlichen Supplementierung muss dennoch abgeraten werden, da ein Vitamin B₁₂-Mangel und neurologische Symptome maskiert werden können. Der UL von 1,0 mg Folat aus Supplementen sollte nicht überschritten werden. [ELMADFA, 2004]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Vier Produkte enthalten Folsäure, die höchsten Mengen weisen die Produkte Coenzym Q₁₀ und Ginseng (beide von the wellness company) mit 300 µg/Tagesdosis auf, die niedrigsten A-Z Multivitamine (aktiva) und perform (biovital) mit 200 µg/Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 250 µg pro Tagesdosis. Die D-A-CH-Referenzwerte empfehlen

Erwachsenen 400 µg Folatäquivalente pro Tag, diese Empfehlung wird von keinem der vier Produkte erreicht.

Da Folsäure in Österreich entsprechend der geringen Aufnahme zu den kritischen Nährstoffen gezählt wird, sind Folsäure-Supplemente für bestimmte Personengruppen als positiv zu bewerten. Eine Folsäuregabe sollte demnach für Schwangere, Senioren und Personen mit chronischer Medikamenteneinnahme in Betracht gezogen werden. Für den Sportler ist eine ausreichende Versorgung durch eine ausgewogene Ernährung gewährleistet.

4.1.3.1.4 Zusammenfassung

Da Sportler ihren Energiebedarf an die körperliche Aktivität anpassen sollten, ist der erhöhte Vitaminbedarf durch die vermehrte Nahrungsaufnahme hinreichend gedeckt. Eine Unterversorgung ist somit nicht zu erwarten. Eine zusätzliche Vitamineinnahme durch Nahrungsergänzungsmittel ist für gewisse Risikogruppen akzeptabel. Zu diesen Risikogruppen zählen Laktovegetarier, Veganer, Sportler mit sehr kohlenhydratbetonter Kost und niedriger Mikronährstoffdichte und Personen, die eine längerfristige Reduktionsdiät befolgen. Eine Leistungssteigerung durch Vitaminsupplementierung ist nur bei einem bereits bestehenden Mangel zu erwarten.

Aufgrund der Wichtigkeit von Thiamin im Kohlenhydratstoffwechsel, kann eine Supplementierung als sinnvoll bewertet werden. Da der Bedarf proportional zur Kohlenhydratzufuhr steigt, ist er vor allem beim Ausdauersportler erhöht. Nur drei der 20 Nahrungsergänzungsmittel enthalten Thiamin. Die in Österreich als kritische Nährstoffe eingestuften Vitamine Folsäure und Vitamin D finden sich nur in vier bzw. drei von 20 Produkten.

Durch die prophylaktische regelmäßige Aufnahme von isolierten Substanzen aus Nahrungsergänzungsmitteln hat man zwar keine direkten Nachteile zu erwarten, allerdings kann man noch nicht abschätzen, wie sich Überdosierungen über längere Zeit auswirken. Um die erforderlichen Vitaminmengen zuzuführen, sollte das vorrangige Ziel vielmehr eine langfristige Ernährungsumstellung sein. Vitamin C, Vitamin E, Thiamin, Riboflavin, Pyridoxin und Niacin sind in den untersuchten

Nahrungsergänzungsmitteln teilweise in Mengen enthalten, die über den D-A-CH-Empfehlungen für die tägliche Zufuhr liegen.

Wie Abbildung 3 zeigt, wird Vitamin C in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln am häufigsten eingesetzt, rund 35% der Produkte enthalten Vitamin C. Vitamin E findet sich in 30%, Vitamin B₂, B₆ und Folsäure in 20%, Vitamin B₁, B₁₂, Biotin, Niacin, Vitamin D, K und Panthotensäure finden sich in 15% der Nahrungsergänzungsmittel. Vitamin A ist in 10% der untersuchten Produkte enthalten.

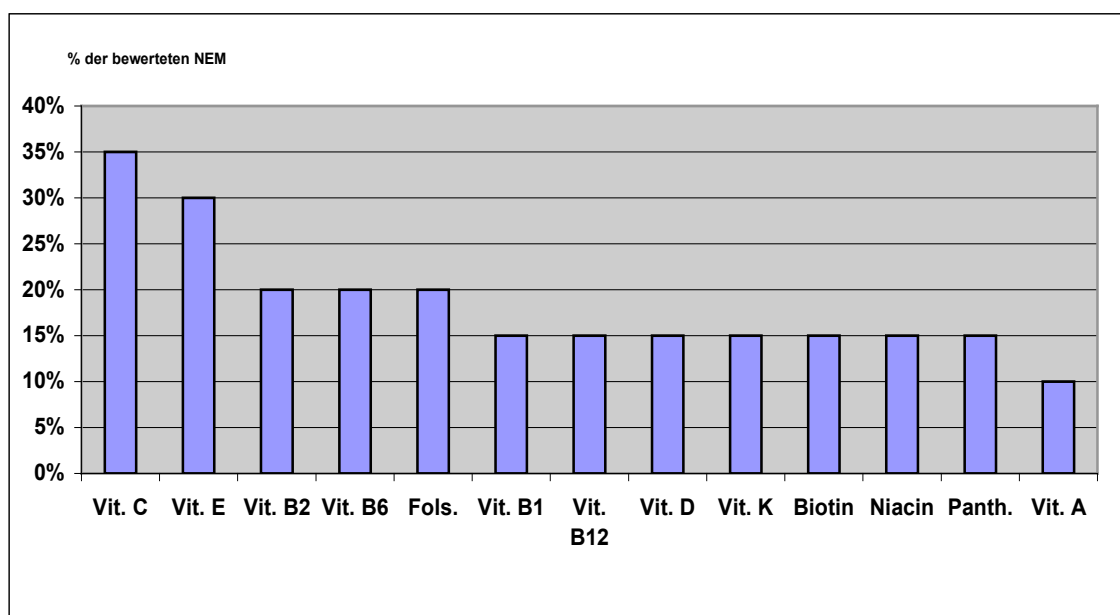


Abb. 3: Vitaminzusätze in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

- 80% der Nahrungsergänzungsmittel enthalten Vitamine, deren Zusatz nicht schlüssig begründbar ist: Dazu zählen die Vitamine A, C, E, K, B₂, B₆ (ohne begründbaren Proteinzusatz), B₁₂, Biotin, Niacin und Panthotensäure.
- In 5% der Produkte ist der Vitaminzusatz begründbar: Ein Produkt enthält aufgrund der enthaltenen Proteinmengen wünschenswerte Mengen an Vitamin B₆.
- In 15% der Produkte ist der Vitaminzusatz als positiv zu bewerten: (Nur) drei Nahrungsergänzungsmittel enthalten Thiamin.

Grundsätzlich ist auch der Zusatz von Vitamin D (15%) und Folsäure (20%) positiv zu bewerten. Dies gilt aber eher allgemein, denn eine Supplementierung dieser Nährstoffe speziell für Sportler ist nicht schlüssig zu begründen.

4.1.3.2 Bewertung einzelner sportrelevanter Mineralstoffe

Tabelle 19 zeigt eine Übersicht über die von den D-A-CH-Gesellschaften empfohlenen täglichen Zufuhrmengen an Mineralstoffen und Spurenelementen:

| Mineralstoffe | Frauen | Männer | Obere sichere Grenze der Zufuhr (UL) |
|----------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|
| Natrium | 550 mg | 550 mg | Keine Angabe |
| Kalium | 2000 mg | 2000 mg | Keine Angabe |
| Magnesium | 310 mg (19-25a) 300 mg (26-65a) | 400 mg (19-25a) 350 mg (26-65a) | UL: 250 mg/d aus Supplementen |
| Eisen | 15 mg (19-50a) 10 mg (51-65a) | 10 mg | Für die EU noch nicht etabliert (In den USA: 45 mg/d) |
| Calcium | 1000 mg | 1000 mg | UL: 2500 mg/d |
| Zink | 7 mg | 10 mg | UL: ≤25 mg/d |
| Selen | 30-70 µg | 30-70 µg | UL: 300 µg/d |
| Kupfer | 1-1,5 mg | 1-1,5 mg | UL: 5 mg/d |
| Jod | 150 µg | 200 µg (19-50a) 180 µg (51-65a) | Keine Angabe (In den USA: 1100 µg/d) |
| Mangan | 2-5 mg | 2-5 mg | Keine Angabe (In den USA: 11 mg/d) |
| Chrom | 30-100 µg | 30-100 µg | Keine Angabe |
| Molybdän | 50-100 µg | 50-100 µg | UL: 600 µg/d |
| Fluor | 3,1 mg | 3,8 mg | Keine Angabe (In den USA: 10 mg/d) |
| Chlor | 830 mg | 830 mg | Keine Angabe |
| Phosphor | 700 mg | 700 mg | UL: 4000 mg/d |

Tab. 19: D-A-CH-2008-Referenzwerte für die empfohlene tägliche Mineralstoffzufuhr gesunder Erwachsener (D-A-CH, 2008)

Eine sportinduzierte Mehrbelastung des Körpers zeigt sich in physiologischen Veränderungen im Bereich der Mineralstoffe. Gründe für den höheren Umsatz sind die vermehrte Stoffwechselaktivität und die erhöhte Ausscheidungsrate über Schweiß und Urin. Trotz dieses Mehrbedarfs geht man davon aus, dass eine gesunde, abwechslungsreiche Kost, die den Energiebedarf deckt, genügend Mineralstoffe liefert. Eine Verbesserung der Leistung ist durch eine Zufuhr über den Bedarf hinaus nicht zu erwarten. [PLATEN, 2002] Montain et al. [2007] untersuchten in einer Studie an sechs Männern und einer Frau den Einfluss mehrstündiger körperlicher Aktivität auf die Mineralienkonzentration im Schweiß. Die Teilnehmer mussten bei verschiedenen Klimabedingungen (27°C und 40% relative Luftfeuchtigkeit, 35°C und 30% relative Luftfeuchtigkeit) ein 5 x 60-minütiges Trainingsprogramm mit einer jeweils 20-minütigen Pause zwischen den Einheiten am Laufband absolvieren. Bei 27 °C wurden nach sieben Stunden im Vergleich zum Ausgangswert kaum Veränderungen der Natrium-, Calcium-, Magnesium- und Kupfer-Konzentrationen im Schweiß nachgewiesen, wohingegen die Zinkkonzentration schon nach der ersten Stunde um 42-45% abnahm. Ähnliche Ergebnisse wurden für Zink auch bei 35°C beobachtet. [MONTAIN et al., 2007]

Eigene Richtwerte für die Mineralstoffzufuhr für Sportler finden sich nur vereinzelt und sind im Allgemeinen noch nicht anerkannt. Trotzdem sind Mineralstoffe zusammen mit Vitaminen die weltweit am häufigsten benutzten Supplemente. Breitensportler sollten vor der Belastung vor allem auf eine ausreichende Versorgung mit Magnesium, bei lange andauernder Belastung mit Natrium und nach der Belastung mit Kalium, achten. [RIEDL, KINDL, 2006]

Tabelle 20 zeigt eine Auflistung der in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Mengen an Mineralstoffen und Spurenelementen in der jeweiligen Tagesdosis:

| Produkt | Ca [mg] | Fe [mg] | Mg [mg] | Na [g] | Zn [mg] | K [mg] | I [µg] | Cu [mg] | Se [µg] | Mn [mg] | P [mg] | Cr [µg] | Mo [µg] |
|--------------------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Magnesium Tabletten 400 | - | - | 400 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Magnesium | - | - | 300 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Magnesium+ Calcium D ₃ | 750 | - | 375 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| energy formula | - | - | 300 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

| Produkt | Ca [mg] | Fe [mg] | Mg [mg] | Na [g] | Zn [mg] | K [mg] | I [µg] | Cu [mg] | Se [µg] | Mn [mg] | P [mg] | Cr [µg] | Mo [µg] |
|-------------------------------|------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|
| Magnesium-Kalium Sticks | - | - | 200 | - | - | 200 | - | - | - | - | - | - | - |
| Kalium plus Magnesium Calcium | 512 | - | 225 | - | - | 900 | - | - | - | - | - | - | - |
| Selen plus A-C-E | - | - | - | - | - | - | - | - | 50 | - | - | - | - |
| Coenzym Q ₁₀ | - | - | - | - | - | - | - | - | 100 | - | - | - | - |
| L-Carnitin+ Magnesium | - | - | 175 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Eiweiß 90 | 950 | - | - | 0,4 | - | - | - | - | - | - | 740 | - | - |
| A-Z Multi-vitamine | 200 | 5,0 | 100 | - | 5,0 | 80 | 100 | 1,0 | 30 | 2,0 | 125 | 60 | 80 |
| Ginseng | 19,4 | 5,0 | 50 | - | 7,5 | - | 150 | 0,5 | 50 | 0,5 | - | - | - |
| perform | - | 7,0 | - | 0,01 | 7,5 | - | - | - | - | 1,0 | - | - | - |

Tab. 20: Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

4.1.3.2.1 Natrium

Natrium ist mit rund 98% das häufigste Kation im Extrazellulärraum. Zusammen mit Kalium, das vor allem in der intrazellulären Flüssigkeit vorkommt, reguliert es den Wasserhaushalt und damit den osmotischen Druck. Das Alkalielement ist an der Aufrechterhaltung der Säure- Basen- Homöostase und des Membranpotenzials beteiligt und spielt bei der Muskelentspannung eine wichtige Rolle. Da die Kohlenhydrataufnahme über einen natriumabhängigen Glukosetransporter erfolgt, ist Natrium für die Glukoseresorption essenziell. [FRIEDRICH, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007]

Sportler scheiden pro Liter Schweiß rund 50 mmol Natrium aus. Werden sehr große Verluste nicht rechtzeitig ausgeglichen, verringern sich das Extrazellulärvolumen und die Natriumkonzentration im Plasma, was zu einer verminderten Leistungsfähigkeit aufgrund vorzeitiger Ermüdung, Muskelsteifheit und Muskelkrämpfen führt. [HARTLEB, 2000; RIEDL, KINDL, 2006] Regelmäßiges Training erhöht die

Reabsorptionsfähigkeit der Schweißdrüsen, wodurch die Natriumverluste über den Schweiß reduziert werden. [SCHEK, 2008^b]

Die von der DGE empfohlene Aufnahme von 5-6 g Kochsalz ist für den Hobbysportler ausreichend. Da der durchschnittliche Kochsalzkonsum in Österreich ungefähr doppelt so hoch ist, ist eine zusätzliche Einnahme von Salztabletten nicht erforderlich. Eine Hyponatriämie (<12 mmol Natrium/dl Blut) ist die Folge einer sehr hohen Flüssigkeitsaufnahme in Form natriumarmer Getränke. [HARTLEB, 2000; SCHEK, 2008^b]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Natrium ist in zwei Produkten enthalten. Eiweiß 90 (Das gesunde Plus) enthält 0,4 g pro Tagesdosis, perform (biovital) 0,01 g pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 0,2 g pro Tagesdosis. Die D-A-CH-Empfehlungen für Natrium lauten 550 mg/d, dieser Wert wird von keinem Produkt erreicht.

Natrium wird im Schweiß zwar oft in beachtlichen Mengen ausgeschieden, aufgrund des hohen Kochsalzverzehr der Österreicher ist die Natriumzufuhr in Form von Nahrungsergänzungsmitteln aber nicht erforderlich. Die hier verwendeten Mengen bringen weder Vor- noch Nachteile.

4.1.3.2.2 Kalium

Kalium ist das quantitativ wichtigste intrazelluläre Alkalimetall und Antagonist von Natrium. Es ist osmotisch wirksam und somit bedeutsam für die Hydratation der Zellen, aktiviert verschiedene zelluläre Enzymsysteme und trägt zur Aufrechterhaltung des Membranpotenzials an Nerven- und Muskelzellen bei. Kalium beeinflusst weiters die Regulation der Protein- und Glykogensynthese und des Blutdrucks. [HAHN, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007]

Da Kalium im Glykogen gebunden ist (0,45 mmol K⁺/g Glykogen), bleibt der Kaliumspiegel stabil, so lange der Organismus Glykogen zur Verfügung hat. Sind die Glykogendepots erschöpft, kann es unterhalb eines Kaliumspiegels von 3,5 mmol/l zu Mangelerscheinungen wie Müdigkeit, Muskelschwäche, verminderte Reflexe,

Herzarrhythmien und metabolischer Alkalose kommen. Die Auffüllung der Glykogenspeicher nach der Belastung kann durch den Konsum kaliumreicher Lebensmittel (z.B. Trockenobst, Nüsse) unterstützt werden.

Aufgrund der Synergieeffekte zwischen Kalium und Magnesium, empfehlen Riedl und Kindl die gemeinsame Supplementierung. Kalium ist teilweise am Transport des Magnesiums beteiligt, daher sind Symptome eines Kaliummangels auch mit Magnesium zu behandeln. [RIEDL, KINDL, 2006]

Da schon 1,0 g Kalium pro Tag aus Supplementen zu gastrointestinalen Problemen führen kann und 5-7 g/Tag Herzrhythmusstörungen verursachen können, sollten Nahrungsergänzungsmittel mit hohen Kaliumdosierungen entsprechende Warnhinweise enthalten. [HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Drei Nahrungsergänzungsmittel enthalten Kalium, das Minimum liegt bei 80 mg/Tagesdosis (A-Z Multivitamine von aktiva), das Maximum liegt bei 900 mg/Tagesdosis (Kalium Plus Magnesium Calcium von Abtei). Der Mittelwert beträgt 393 mg Kalium pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen eine tägliche Kaliumaufnahme von 2000 mg, dieser Wert wird von keinem der drei Produkte erreicht.

Jedes der drei Produkte enthält auch Magnesium, was aufgrund des Synergieeffektes zwischen Magnesium und Kalium als positiv zu bewerten ist. Generell bringen die in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Kaliummengen dem Hobbysportler aber weder Vor- noch Nachteile.

4.1.3.2.3 Magnesium

Magnesium bildet mit ATP einen stabilen ATP-Mg²⁺-Komplex und ist speziell im Energiestoffwechsel Bestandteil zahlreicher Enzyme. Ein niedriger intrazellulärer Magnesiumspiegel bedeutet eine verzögerte Energiebereitstellung und eine Verlangsamung aller ATP-abhängigen Enzymreaktionen (Glykolyse, Proteinbiosynthese). Als physiologischer Antagonist von Calcium kann Magnesium die

Calcium-Kanäle und intrazelluläre Calciumwirkung modulieren. Magnesium beeinflusst weiters die Kalium-Kanäle im Herzmuskel. [DIEDRICH, 2002; ELMADFA, 2004; ZIMMERMANN et al., 2007]

Magnesium spielt im neuromuskulären Bereich, also bei der Erregungsleitung vom Nerv zum Muskel und der Muskelkontraktion eine wichtige Rolle. Eine Magnesiumplasmakonzentration von $<0,7$ mmol/l führt zu Mangelscheinungen in Form von unspezifischen Muskel- und Nackenschmerzen, Muskelzuckungen und -krämpfen bis hin zur Tetanie. Generell zeigen Ausdauersportler aufgrund der erhöhten renalen Ausscheidung häufiger Mangelsymptome. [RIEDL, KINDL, 2006]

Der Verlust über den Schweiß wird mit 0,015-2,0 mmol/l angegeben, eine zusätzliche Gabe von Magnesium ist nur in den seltensten Fällen notwendig. Durch eine bewusste Auswahl an magnesiumreichen Lebensmitteln ist eine ausreichende Versorgung sichergestellt. [HARTLEB, 2000] Bei einem ausgeglichenen Magnesiumhaushalt und normaler Nierenfunktion wird überschüssiges Magnesium renal ausgeschieden, was jede Zufuhr über den Bedarf hinaus unsinnig macht. Magnesium ist nur gering toxisch, erst bei hohen Dosierungen (ab 360 mg pro Tag) werden ein laxierender Effekt und verzögerte Muskelreaktionen beobachtet. Der UL wurde mit 250 mg/d aus Supplementen festgelegt. [HAHN, 2006; RIEDL, KINDL, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Magnesium wird in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln mit Abstand am häufigsten zugesetzt, es findet sich in neun Produkten. Den niedrigsten Gehalt weist Ginseng (the wellness company) mit 50 mg pro Tagesdosis auf, den höchsten Magnesium Tabletten 400 (Abtei) mit 400 mg pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 236 mg/Tagesdosis, wobei vier Produkte deutlich darüber liegen. Die D-A-CH-Empfehlungen lauten für Frauen zwischen 26 und 65 Jahren 300 mg Magnesium pro Tag, für Männer gleichen Alters 350 mg täglich. Als obere sichere Grenze der Zufuhr gilt ein UL-Wert von 250 mg Magnesium pro Tag aus Supplementen. Dieser UL wird von vier Produkten überschritten (Abbildung 4).

Magnesiumsupplemente zur Vermeidung von Muskelkrämpfen sind unter Sportlern weit verbreitet. Allerdings sollte die obere sichere Grenze der Zufuhr nicht überschritten

werden. Der erhöhte Bedarf wird bei vollwertiger Ernährung durch die insgesamt höhere Nahrungsaufnahme gedeckt, eine Zufuhr aus Supplementen ist prinzipiell nicht erforderlich.

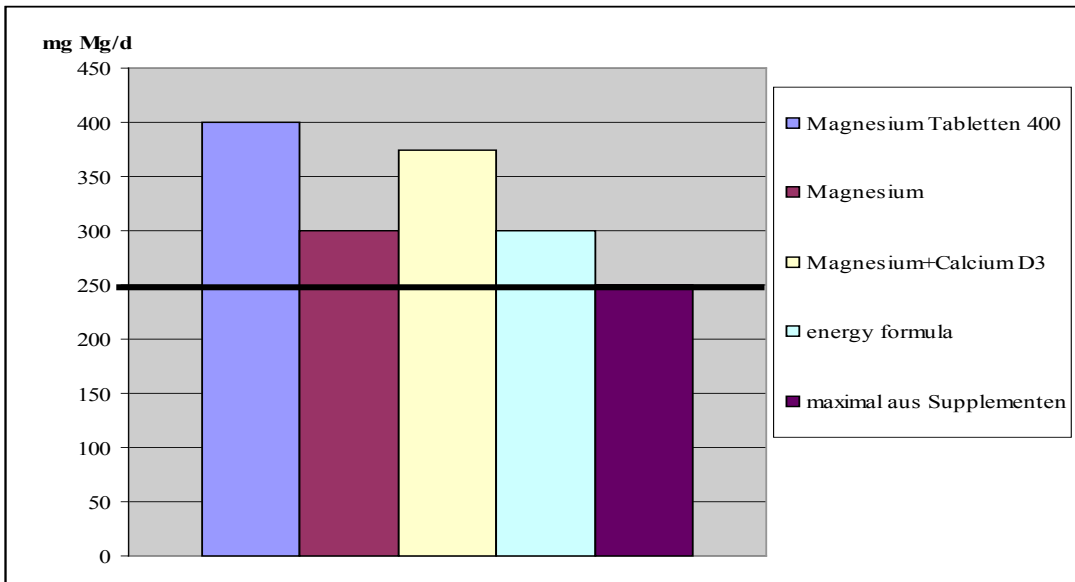


Abb. 4: Magnesiumgehalt der vier über dem UL liegenden Produkte

4.1.3.2.4 Eisen

Eisen ist Zentralatom der Hämgruppe im Sauerstoff transportierenden Hämoglobin der Erythrozyten und im Sauerstoff speichernden Muskelfarbstoff Myoglobin. Weiters ist Eisen als Bestandteil vieler Häm- und Nicht-Häm-Enzyme ein wichtiger Faktor im Energiestoffwechsel (Atmungskette, Citratzyklus).

Die Symptome eines Eisenmangels beim Sportler sind unter anderem eine beeinträchtigte Leistungsfähigkeit sowie eine erhöhte Laktatbildung in der Muskulatur, verbunden mit Muskelkrämpfen. Ein ernährungsbedingter Eisenmangel ist in Industrieländern heute wesentlich seltener als noch vor einigen Jahren, bei 0,6% der Erwachsenen (doppelt so häufig bei Frauen) gibt es Hinweise auf eine Eisenmangelanämie. [HAHN, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007]

Die folgende Auflistung fasst die häufigsten Risikofaktoren für eine mangelnde Eisenversorgung zusammen:

- Generell erhöhter Bedarf bei Frauen und Mädchen
 - Fleischarme bzw. vegetarische Ernährungsformen
 - Sportdisziplinen mit niedriger Energieaufnahme und betont ästhetischem Ausdruck (Kunstturnen, Eiskunstlauf usw.) oder aufgrund Gewichtskategorien (Kampfsport, Rudern usw.)
 - Ausdauersport (vor allem Laufen)
 - Gesteigertes Auftreten von Essstörungen speziell bei Frauen in Ausdauersportarten, Kunstturnen und Eiskunstlauf
 - Adoleszenz
 - Geringe Vitamin C-Zufuhr
 - Geringe Eisenzufuhr, in Kombination mit einer verminderten Bioverfügbarkeit.
- [METTLER, 2004]

Einer der Gründe, warum Frauen einen schlechteren Eisenstatus aufweisen, ist die inadäquate Eisenaufnahme über die Nahrung. Frauen essen weniger Fleisch und mehr Ballaststoffe, die die Eisenverfügbarkeit um rund 10% vermindern. [LUKASKI, 2004] Auch die bei Sportlern zumeist kohlenhydratreiche Ernährung steht mit einer schlechteren Eisenversorgung im Zusammenhang. [METTLER, 2004]

In der sportmedizinischen Praxis ist der Eisenmangel der am öftesten diagnostizierte Mangelzustand. Sportlerinnen haben noch zusätzlich einen erhöhten Bedarf, weil sie mit dem Menstruationsblut regelmäßig Eisen verlieren. Der Eisenverlust durch Schweiß und Urin ist gering. Bei Sportlern ist der Bedarf 1,3-1,7-mal höher, die empfohlene Zufuhr beträgt 25 mg Eisen bei Frauen und 20 mg bei Männern. [PLATEN, 2002; RIEDL, KINDL, 2006; SCHEK, 2008^a]

Dieser Mehrbedarf an Eisen kann durch eine abwechslungsreiche Ernährungsweise gedeckt werden. Dabei ist nicht nur der Eisengehalt der Nahrung wesentlich, auch seine Bioverfügbarkeit muss möglichst hoch sein. Die Kombination einer inadäquaten Aufnahme und einer verminderten Bioverfügbarkeit ist die Hauptursache für Eisenmangel. Beide Faktoren können ohne Supplementgabe beeinflusst werden. [METTLER, 2004]

Tabelle 21 zeigt den Effekt einiger Begleitstoffe der Nahrung auf die Eisenaufnahme:

| Eisenverfügbarkeit fördernde Faktoren | |
|---|---|
| In der Nahrung | Endogen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Ascorbinsäure (Vitamin C) • Fructose • Citronensäure • Aminosäuren (Lysin, Methionin, Cystein) • Milchsäure | <ul style="list-style-type: none"> • Unzureichend gefüllte Eisenspeicher • Gesteigerte Erythropoese • Gesteigerter Eisenbedarf (Wachstum, Schwangerschaft) • Magensäure |
| Eisenverfügbarkeit hemmende Faktoren | |
| In der Nahrung | Endogen |
| <ul style="list-style-type: none"> • Oxalate • Phytinsäure • Carbonate • Calcium, Phosphat • Tannine, Polyphenole • Ballaststoffe (nicht Cellulose) • Proteinmangel in der Nahrung • Exzessive Zufuhr anderer Metallionen: Mn^{2+}, Co^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+} | <ul style="list-style-type: none"> • Gefüllte Eisenspeicher • Infektionen • Entzündungen • Mangel an Magensäure |

Tab. 21: Der Einfluss von Nahrungsfaktoren auf die Eisenverfügbarkeit (Hahn, 2006)

Eisenmangelanämien werden vor allem bei Läuferinnen und Schifahrerinnen diagnostiziert, treten jedoch prinzipiell nicht häufiger auf als bei der restlichen Bevölkerung. Eine Eisensupplementierung verbessert den Eisenstatus und erhöht bei einem Mangel oder einer Anämie die Leistungsfähigkeit. [LUKASKI, 2004]

Di Santolo et al. [2008] konnten in einer Studie an 191 jungen Hobbysportlerinnen nachweisen, dass regelmäßige körperliche Aktivität bei gebärfähigen Frauen mit keiner höheren Anämie- und Eisenmangelrate verbunden ist. Sportliche Belastung beeinflusst

den Eisenstatus durch Abnahme des Serumeisens und Reduktion der Transferrinsättigung. Rund ein Fünftel der Freizeitsportler weisen eine Anämie, ein Drittel einen Eisenmangel auf. Beides kann die physische Leistungsfähigkeit beeinträchtigen. In dieser italienischen Studie wurde ein Hämoglobinwert <120 g/l als Anämie-Schwellenwert festgelegt, Ferritinkonzentrationen <12 $\mu\text{g/l}$ galten als Eisenmangel. Die Häufigkeit an Anämien und Eisenmangel unterschieden sich nicht zwischen den 70 Hobbysportlerinnen und den 121 Nicht-Sportlerinnen. [DI SANTOLO et al., 2008]

In einer 8-wöchigen randomisierten doppelblinden Studie an 219 Soldatinnen wurde untersucht, ob eine Supplementierung mit 100 mg Eisensulfat einer Abnahme des Eisenstatus entgegenwirken und die physische und kognitive Leistungsfähigkeit während der Basis-Kampfausbildung verbessern kann. Auch hier konnte ein Einfluss durch körperliche Aktivität auf den Eisenstatus gezeigt werden. Die Erythrozytenverteilungsbreite (EVB) und der lösliche Transferrin-Rezeptor waren erhöht, das Serumferritin war nach dem Training erniedrigt. Die Supplementierung führte zu einem schwächeren Abfall des Eisenstatus und unter anderem zu schnelleren Laufzeiten. Ein positiver Effekt auf Leistungsfähigkeit und Stimmungslage während des Trainings wurde diskutiert. [MCCLUNG et al., 2009]

Erst bei völlig entleerten Eisendepots ist eine Supplementierung mit 100 mg Eisen täglich über mindestens drei Monate notwendig. [PLATEN, 2002; SCHEK, 2008^a] Daneben müssen aber in jedem Fall die Gründe für den vorliegenden Eisenmangel eruiert werden. Eine chronische Supplementierung sollte aufgrund der zahlreichen Nebenwirkungen des Eisens unbedingt vermieden werden. Ein leistungssteigernder Effekt ist nicht zu erwarten. Prophylaktische Supplemente sind abzulehnen, sie sollten nur unter ärztlicher Betreuung eingenommen werden. Eine zu hohe Eisenzufuhr kann aufgrund des prooxidativen Potenzials des Eisens schwerwiegende Folgen haben und im schlimmsten Fall sogar tödlich verlaufen (Hyporeflexie, Hypotonie, Schock). [METTLER, 2004]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Eisen ist in drei Nahrungsergänzungsmitteln enthalten, das Maximum liegt bei 7 mg pro Tagesdosis (perform von biovital), die Produkte A-Z Multivitamine (aktiva) und Ginseng (the wellness company) enthalten 5 mg Eisen pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 5,7 mg/Tagesdosis.

Die D-A-CH-Empfehlung für die tägliche Eisenaufnahme lautet 10 mg für Männer und 15 mg für Frauen im Alter zwischen 19 und 50 Jahren. Keines der Produkte erreicht die empfohlenen Mengen.

Der Zusatz von Eisen in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler muss kritisch bewertet werden, weil die Möglichkeit einer Fehl- oder Überdosierung besteht. Bei Einhaltung der Zufuhrempfehlungen (Tagesdosis laut Verpackung) ist die Gefahr einer Überdosierung bei den getesteten Produkten nicht gegeben.

4.1.3.2.5 Calcium

Calcium dient zusammen mit anorganischem Phosphat im Wesentlichen der Mineralisation von Knochen und Zähnen, spielt aber auch bei der Erregbarkeit von Nerven und Muskeln und der Blutgerinnung eine wichtige Rolle. Calcium ist weiters an der Enzymaktivierung und der Stabilisierung von Zellmembranen beteiligt. Es ist mit ca. 1000 g der quantitativ wichtigste Mineralstoff des Organismus. Der Calciumgehalt in der Knochenmatrix (99% des Calciums) ist ein wichtiger Speicher für Mangelzeiten. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006]

Es existieren keine Angaben über einen erhöhten Calciumbedarf bei Sportlern. Der Verlust über Schweiß ist gering und wird durch eine erhöhte renale Retention ausgeglichen. Da die Absorptionsrate bei niedriger Calciumzufuhr steigt, ist eine Supplementierung mit Calcium weder allgemein, noch im Sport notwendig. [HAHN, 2006; RIEDL, KINDL, 2006]

Sportler sind langfristig besser vor Osteoporose geschützt, da die Calciumverwertung durch körperliche Aktivität verbessert wird. Voraussetzung ist eine ausreichende

Calciumversorgung durch einen ausgewogenen Speiseplan mit fettarmen Milchprodukten sowie grünem Gemüse. [ZIMMERMANN et al., 2007]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Calcium ist in fünf Produkten enthalten, Eiweiß 90 (Das gesunde Plus) weist mit 950 mg Calcium pro Tagesdosis den höchsten Gehalt auf, Ginseng (the wellness company) mit 19,4 mg/Tagesdosis den niedrigsten. Der Mittelwert beträgt 486,3 mg Calcium pro Tagesdosis. Die D-A-CH Gesellschaften empfehlen eine tägliche Zufuhr an Calcium von 1000 mg für Erwachsene, diese Empfehlung wird vom Proteinshake Eiweiß 90 knapp erreicht. Eine proteinreiche Ernährung führt zu einer vermehrten Calciumausscheidung mit dem Urin, das bedeutet, bei einer hohen Proteinzufuhr ist eine entsprechend hohe Calciumzufuhr durchaus als positiv zu bewerten.

Die zusätzliche Zufuhr von Calcium in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler ist prinzipiell nicht erforderlich, bei den hier verwendeten Mengen ist weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar.

4.1.3.2.6 Zink

Zink ist Aktivator und Bestandteil von über 200 Enzymen (z.B. Carboanhydrase, Alkoholdehydrogenase, Carboxypeptidase) und beinahe in alle Lebensvorgänge involviert. Das ubiquitär vorkommende Spurenelement ist an der Genexpression, am Hormonmetabolismus und an der Insulinspeicherung in den β -Zellen des endokrinen Pankreas beteiligt. Zink ermöglicht im Immunsystem über das zinkabhängige Thymulin die Transformation von Thymozyten in aktive T-Zellen und bindet sich als so genanntes „site-specific“-Antioxidans an spezifische Stellen eines Moleküls um es vor Oxidation zu schützen. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007]

Aufgrund der sportlich bedingten erhöhten physischen Belastung wird über Schweiß und Urin vermehrt Zink ausgeschieden, die ohnehin nur kleinen Depots werden mit steigender Leistung schnell geleert. Rund 20% der täglich aufgenommenen Zinkmenge gehen mit einem Liter Schweiß verloren. Derartige Verluste können langfristig zu einer Verringerung der Leistungsfähigkeit und erhöhten Infektanfälligkeit führen. Bei einem

gesunden, nicht mangelernährten Sportler ist eine Zinksupplementierung mit keiner Leistungssteigerung verbunden. [RIEDL, KINDL, 2006]

Viele Faktoren der Ernährung beeinflussen die Bioverfügbarkeit von Zink - gehemmt wird die Aufnahme durch Vollkornprodukte mit hohem Gehalt an Phytat. Auch Calcium verringert die Zinkabsorption aus der Nahrung, indem es die hemmende Wirkung des Phytats verstärkt. Tierisches Protein und Inulin erhöhen die Absorptionsrate. Da die Zinkverluste schon bei Breitensportlichen Belastungen relativ hoch sind, kann nur eine ausgewogene Ernährung die Versorgung mit Zink sicherstellen. Die Empfehlungen für die tägliche Zinkaufnahme sollten unbedingt eingehalten werden. Vegetarier können aufgrund der niedrigeren Bioverfügbarkeit aus Getreideprodukten eine Zinksupplementierung in Erwägung ziehen. Die obere sichere Grenze der Zufuhr liegt bei 25 mg pro Tag, höhere Dosen (ab 75 mg) können die Kupferabsorption beeinträchtigen. [ELMADFA, 2004; HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Zink ist in drei Nahrungsergänzungsmitteln enthalten. Das Minimum liegt bei 5 mg/Tagesdosis (A-Z Multivitamine von aktiva), Ginseng (the wellness company) und perform (biovital) weisen mit 7,5 mg Zink pro Tagesdosis den höchsten Gehalt auf. Der Mittelwert beträgt 6,7 mg Zink pro Tagesdosis. Die Zinkzufuhr sollte entsprechend den D-A-CH-Empfehlungen 7 mg pro Tag bei erwachsenen Frauen und 10 mg täglich bei Männern betragen. Ginseng und perform liegen bei Frauen knapp über diesen Werten.

Der Zusatz von Zink in Form von Nahrungsergänzungsmitteln ist für Breitensportler bei einer ausgewogenen Mischkost nicht erforderlich. Die hier verwendeten Mengen bringen weder Vor- noch Nachteile.

4.1.3.2.7 Selen

Selen ist wichtiger Bestandteil des Enzyms Glutathionperoxidase, das Zellen und Gewebe vor oxidativen Schäden schützt. Die Anwesenheit von Vitamin E verstärkt zusätzlich die antioxidativen und entzündungshemmenden Effekte des Selen (Hemmung der Produktion freier Radikale und reaktiver Sauerstoffspezies und Hemmung der Entzündungsmediatoren Prostaglandine und Leukotriene), sodass ein

positiver Zusammenhang zwischen erhöhter Selenzufuhr und der Prävention von Atherosklerose und rheumatischen Erkrankungen besteht. [BIESALSKI, TINZ, 2005; HAHN, 2006]

Im Schilddrüsenstoffwechsel spielt Selen bei der Umwandlung und Aktivierung der Schilddrüsenhormone eine wichtige Rolle. Ein Selenmangel kann eine Schilddrüsenunterfunktion verursachen, was wiederum mit einer verminderten körperlichen Leistungsfähigkeit im Zusammenhang steht. Selen ist weiters an zahlreichen immunmodulierenden Funktionen beteiligt, indem es die humorale und zelluläre Immunität stimuliert. Zu hohe Selen-Dosierungen können diese Wirkung aber umkehren.

Die Selenkonzentration in unseren Nahrungsmitteln ist stark standortabhängig, aufgrund der selenärmeren Böden in Mitteleuropa liegt die Versorgung in Österreich eher an den unteren Grenzen. Da Tiere auch aus selenarmen Böden und Wasser Selen akkumulieren, sind tierische Lebensmittel die Hauptselenquelle des Menschen. Von einer selbständigen Supplementierung ist in jedem Fall abzuraten, da eine chronische Selenvergiftung bei Erwachsenen ab 850 µg pro Tag beobachtet werden kann. [HAHN, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007] In den USA zeigte schon eine langfristige Supplementierung von 200 µg Selen täglich zusätzlich zu einer durchschnittlichen Nahrungszufuhr von 87 µg/d einen leichten Anstieg verschiedener Krebsarten. [DUFFIELD-LILLICO et al., 2003]

Als Obergrenze für die Zufuhr aus Supplementen wurden in Deutschland 150 µg Selen pro Tag vorgeschlagen. [HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Vier Produkte enthalten Selen. Das Minimum liegt bei 30 µg Selen pro Tagesdosis (A-Z Multivitamine von aktiva), das Maximum bei 100 µg Selen pro Tagesdosis (Coenzym Q₁₀ von the wellness company). Der Mittelwert beträgt 57,5 µg/Tagesdosis. Die D-A-CH-Empfehlung für die tägliche Zufuhr an Selen lautet 30-70 µg für Erwachsene. Das Testprodukt Coenzym Q₁₀ liegt deutlich über diesem Referenzwert.

Zwar gelten regelmäßige Zufuhrmengen von ca. 150 µg Selen pro Tag als unproblematisch, auf Einhaltung der Empfehlungen sollte trotzdem geachtet werden.

Der UL-Wert wurde mit 350 µg/d festgelegt. Der Zusatz von Selen in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler ist aufgrund der relativ hohen Toxizität als nicht sinnvoll zu bewerten.

4.1.3.2.8 Zusammenfassung

Intensive sportliche Betätigung kann dazu führen, dass Mineralstoffe während der Belastung in unterschiedlichen Mengen über den Schweiß und in der Erholungsphase vor allem über den Urin verloren gehen. Diese Verluste sind allerdings nur gering und stellen weder für die Leistung noch für die Gesundheit ein Risiko dar.

Mineralstoffe sind wie Vitamine keine Energieträger, sie sind aber für die Aufrechterhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit unverzichtbar. Eine Verbesserung der Leistung durch Nahrungsergänzungsmittel ist nur dann zu erwarten, wenn ein Mangel besteht.

Eine Zufuhr über den Bedarf hinaus ist mit keinerlei positiven Effekten verbunden. Da bei einigen Mineralstoffen die Schwelle zwischen Wirkung und Toxizität äußerst schmal ist, ist von einer Supplementierung abzuraten.

Der Breitensportler kann den Bedarf an allen Mineralstoffen durch den Konsum einer gesunden Mischkost mit hohem Obst- und Gemüseanteil problemlos decken.

Generell werden Mineralstoffe in den 20 untersuchten Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler wesentlich öfter zugesetzt als Vitamine, rund 65% der Produkte enthalten mindestens einen Mineralstoff bzw. ein Spurenelement. Die von den D-A-CH Gesellschaften empfohlenen Referenzwerte für Mineralstoffe werden aber, im Gegensatz zu den Vitaminen, seltener überschritten (Ausnahmen sind vier magnesiumhaltige und ein selenhaltiges Produkt).

Die obere sichere Grenze der Zufuhr wird beinahe von der Hälfte der Nahrungsergänzungsmittel, die Magnesium enthalten, überschritten. Ein Produkt liefert sogar 160% der täglichen Zufuhrempfehlung an Magnesium. Auch der Selengehalt ist in einem Produkt zu hoch, aufgrund seiner hohen Toxizität sollten die Referenzwerte beachtet werden.

Eisen findet sich in drei Nahrungsergänzungsmitteln, die D-A-CH-Referenzwerte für die tägliche Eisenzufuhr werden von keinem Produkt erreicht bzw. überschritten.

Wie Abbildung 5 zeigt, wird Magnesium in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln mit Abstand am häufigsten eingesetzt, rund 45% der Produkte enthalten Magnesium. Calcium findet sich in 25%, Selen in 20%, Eisen, Zink und Mangan in 15% und Natrium, Kalium, Jod und Kupfer in 10% der Nahrungsergänzungsmittel. Chlorid, Chrom und Molybdän sind in 5% der untersuchten Produkte enthalten.

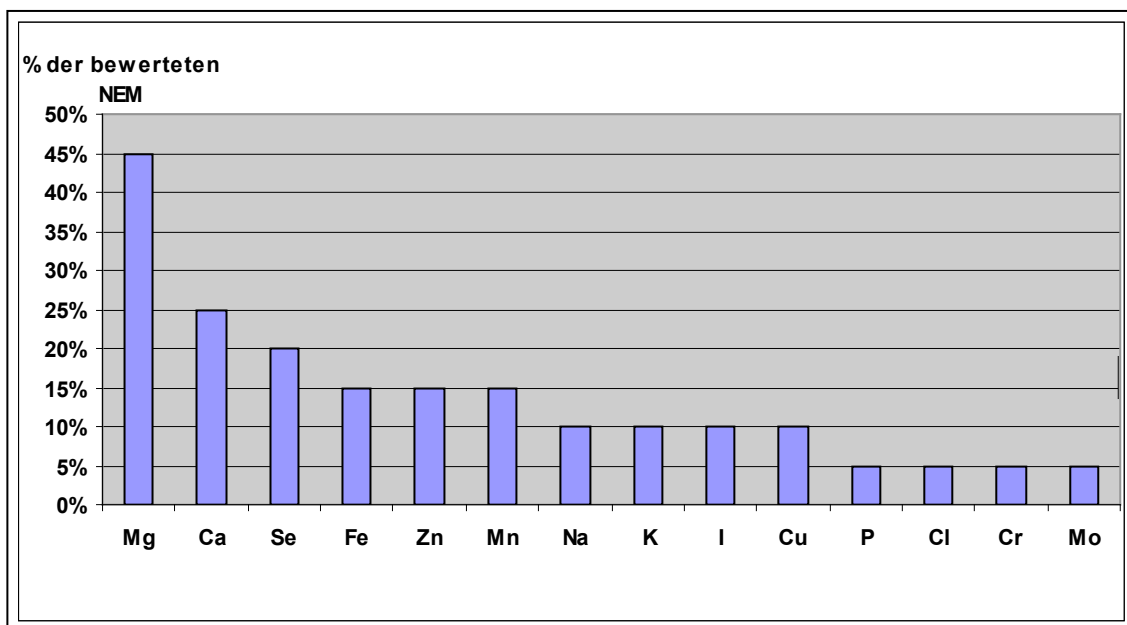


Abb. 5: Mineralstoffzusätze in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

- 95% der Nahrungsergänzungsmittel enthalten Mineralstoffe, deren Zusatz nicht schlüssig begründbar ist: Dazu zählen Magnesium, Calcium (ohne begründbaren Proteinzusatz), Selen, Eisen, Zink, Mangan, Natrium, Kalium, Jod, Kupfer, Phosphat, Chlorid, Molybdän und Chrom.
- In 25% der Produkte ist der Mineralstoffzusatz unerwünscht: Vier Produkte enthalten zuviel Magnesium, ein Produkt zuviel Selen.
- In 5% der Produkte ist der Mineralstoffzusatz als positiv zu bewerten: Ein Produkt enthält aufgrund der enthaltenen Proteinmengen wünschenswerte Mengen an Calcium.

4.1.3.3 Bewertung anderer Inhaltsstoffe

Tabelle 22 zeigt eine Auflistung der in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen speziellen Inhaltsstoffe in den jeweiligen Tagesdosierungen:

| Produkt | Ginseng Extrakt [mg] | Coenzym Q ₁₀ [mg] | L-Carnitin [mg] | Leci- thin [mg] | Guarana- extrakt mit Coffein [mg] | Mate- Extrakt [mg] | Phospha tidyl- Cholin [g] |
|-------------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------|---------------------------|
| Lecithin Linolsäure- Granulat | - | - | - | - | - | - | - |
| Lecithin-Granulat | - | - | - | - | - | - | 3,22 |
| Coenzym Q ₁₀ | - | 15 | - | - | - | - | - |
| L-Carnitin | - | - | 1000 | - | - | - | - |
| L-Carnitin sports | - | - | 300 | - | - | - | - |
| L-Carnitin+ Magnesium | - | - | 300 | - | - | - | - |
| A-Z Multivitamine | - | - | - | - | 40+4 | - | - |
| Ginseng | 100 | - | - | - | - | - | - |
| perform | 60 | - | - | 15 | - | - | - |
| aktiv und schlank | - | - | 100 | - | - | 480 | - |

Tab. 22: Gehalt an speziellen Inhaltsstoffen in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

4.1.3.3.1 L-Carnitin

Die Hydroxycarbonsäure Carnitin kann endogen aus den Aminosäuren Methionin und Lysin unter Mithilfe der Cofaktoren Vitamin C, B₆, Niacin und Eisen gebildet werden und gehört somit nicht zu den essenziellen Nährstoffen für den Menschen. Die körpereigene Biosynthese beläuft sich auf rund 16 mg pro Tag. Herz- und Skelettmuskulatur, aber auch Leber und Nieren decken ihren Energiebedarf hauptsächlich aus Fett und sind besonders auf L-Carnitin angewiesen.

In der Nahrung ist Carnitin in größeren Mengen vor allem in Lammfleisch mit 210 mg/100 g und Rindfleisch mit 70 mg/100 g, aber auch in Milch und verschiedenen Gemüsesorten enthalten. Die durchschnittliche tägliche Carnitinaufnahme liegt

bei 32 mg, eine Unterversorgung ist nur bei einer unzureichenden Zufuhr der beiden Aminosäuren Methionin und Lysin oder einer sehr einseitigen Getreideernährung möglich. Biologisch aktiv ist ausschließlich das L-Isomer des Carnitins. [HAHN, 2006; ZIMMERMANN et al., 2007]

L-Carnitin ist als Transportmolekül im Fettstoffwechsel essenziell. In Form von Acyl-Carnitin werden langkettige Fettsäuren durch die innere Mitochondrienmembran geschleust und dort unter Energiegewinnung (β -Oxidation) verbrannt. Dabei wird das L-Carnitin aber nicht verbraucht, sondern regeneriert, was bedeutet, dass ein erhöhter Fettstoffwechsel keinen Mehrbedarf an L-Carnitin mit sich zieht. [ELMADFA, LEITZMANN, 2004]

Die folgende Auflistung fasst wissenschaftliche Argumente gegen eine postulierte Leistungssteigerung durch Carnitin zusammen:

- Als Biocarrier wird Carnitin regeneriert, nicht verbraucht.
- Es findet sich kein Nachweis einer muskulären Gesamtcarnitin-Konzentrationserhöhung nach Supplementierung.
- Die hohen körpereigenen Speicher von >100 mmol Carnitin bei einem Bedarf von nur 0,1 mmol/d dürften selbst bei einer Diät ausreichend sein.
- Auch starke Ausdauerbelastungen steigern die Carnitinausscheidung über die Nieren nur um 0,25% in Relation zum Körperspeicher, dazu liegt noch mehr als 50% des intrazellulären Carnitins in freier Form vor.
- Die bei erhöhtem Fettabbau vermehrt gebildeten Ketosäuren brauchen kein Carnitin als Transportmolekül. [HAHN, 2006]

Durch Einnahme von L-Carnitinpräparaten erhofft man sich eine Steigerung des Transports und der Verbrennung von Fettsäuren. Ein Anstieg der Carnitin-Konzentration am eigentlichen Wirkungsort, der Muskulatur, konnte nicht beobachtet werden, da der Organismus mit einer verminderten intestinalen Absorptions- und renalen Reabsorptionrate auf die höhere Zufuhr reagiert. Eine länger andauernde Supplementierung könnte die Eigensyntheseleistung des Körpers sogar einschränken und zu Nebenwirkungen wie Übelkeit, Erbrechen, Durchfall und erhöhter

Krampfneigung führen. Die maximal aufgenommene Tagesmenge sollte 5 g über vier Wochen nicht überschreiten. [HAHN, 2006; RIEDL, KINDL, 2006]

Die leistungssteigernde Wirkung des L-Carnitins wird in der wissenschaftlichen Literatur kontrovers diskutiert, sodass bis dato definitive Empfehlungen nicht möglich sind.

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

L-Carnitin ist in vier Produkten enthalten. Das Minimum liegt bei 100 mg pro Tagesdosis (aktiv und schlank von Novasan), das Maximum bei 1000 mg pro Tagesdosis (L-Carnitin von Power System). Der Mittelwert beträgt 425 mg L-Carnitin/Tagesdosis. Die kritische Dosis von 5 g wird bei genauer Einhaltung der Tagesmengen von keinem der Nahrungsergänzungsmittel erreicht. Eine ergogene Wirkung ist unwahrscheinlich.

Der Zusatz von L-Carnitin in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler kann nicht empfohlen werden. Bei den hier verwendeten Mengen ist weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar.

4.1.3.3.2 Phosphatidylcholin (Lecithin)

Lecithin ist ein Glycerophospholipid, das wie Fette aus einem mit zwei Fettsäuren und einer Phosphatgruppe veresterten Glycerin besteht. Benannt wird das Phospholipid jeweils nach dem an der Phosphatgruppe gebundenen Alkohol. Unter „Lecithin“ versteht man umgangssprachlich ein Gemisch aus verschiedenen Phospholipiden, chemisch gesehen handelt es sich bei Lecithin nur um Phosphatidylcholin. Der menschliche Organismus kann Lecithin aus der Aminosäure Methionin synthetisieren. Besonders reich an Lecithin sind Sojabohnen, Hühnerei und Leber, wobei Sojalecithin gegenüber dem Eilecithin ein günstigeres Fettsäurespektrum aufweist. [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2004; ELMADFA, 2004]

Die wichtigste Komponente des Lecithins ist das Cholin, eine genaue Abgrenzung der Wirkung von Lecithin und Cholin ist schwierig. Lecithin ist Bestandteil der Membranen und des Nervengewebes und trägt zur Permeabilität der Zellwände bei. Es ist weiters am

Aufbau der Lipoproteine VLDL und HDL beteiligt und unentbehrlich beim Fetttransport im Blut. Es ist Bestandteil des Neurotransmitters Acetylcholin und des „Platelet Activating Factors“ (PAF) und spielt bei der Reizübertragung im Nervensystem, bei Entzündungsreaktionen und der Blutdruckregulation eine wesentliche Rolle. D-A-CH-Referenzwerte für die Cholin-Zufuhr fehlen, der Bedarf ist noch weitgehend unbekannt. Man vermutet, dass die durchschnittliche tägliche Cholinaufnahme über die Nahrung ausreichend ist. [DIEDRICH, 2002; HAHN, 2006]

Lecithin- und Cholinsupplemente sollen die Gedächtnis- und Ausdauerleistungsfähigkeit verbessern und die Regenerationszeit verkürzen. Eine erhöhte Blutcholin-Konzentration soll leistungssteigernd wirken und Ermüdungserscheinungen hinauszögern. [DIEDRICH, 2002]

Tatsächlich ist der Plasmacholin-Spiegel nach sportlichen Ausdauerleistungen um 25-40% erniedrigt. Eine Gabe von Lecithin oder Cholin konnte zwar einen Abfall der Plasmakonzentration verhindern, ein ergogener Effekt wurde aber nicht festgestellt. Ausdauersportler, die aufgrund kohlenhydratbetonter Kost und aeroben Belastungen einen höheren Cholinverbrauch aufweisen, können eine Cholin-Substitution in Erwägung ziehen, sollten aber das in der Nahrung enthaltene Cholin bevorzugen. Phospholipide sind als Emulgatoren in Lebensmitteln weit verbreitet, negative Auswirkungen einer hohen Zufuhr sind nicht bekannt. [DIEDRICH, 2002; ANTIDOPING SCHWEIZ, 2004; HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Lecithin bzw. Phosphatidylcholin ist in drei Nahrungsergänzungsmitteln enthalten. Den geringsten Gehalt weist das Produkt perform (biovital) mit 0,015 g/Tagesdosis auf, den höchsten Lecithin-Granulat (fit+Vital) mit 3,22 g/Tagesdosis.

Das Produkt Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät) verweist auf der Verpackung auf den Zusatz von entölten Sojaphospholipiden, genaue Informationen zur Menge pro Tagesdosis fehlen. Somit beträgt der errechnete Mittelwert 1,6 g Lecithin pro Tagesdosis.

Das Produkt Lecithin-Granulat enthält neben Lecithin noch andere Phospholipide (2,8 g Phosphatidylethanolamin, 1,96 g Phosphatidylinosit und 2,24 g andere Phospholipide).

Der Zusatz von Lecithin in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler kann nicht empfohlen werden. Bei den hier verwendeten Mengen ist weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar.

4.1.3.3 Ginsengextrakt (Panax Ginseng)

Die Ginsengwurzel gehört zur Familie der Araliaceae und ist in der Traditionellen Chinesischen Medizin als Stärkungsmittel (Tonikum) bekannt. Abhängig vom Verarbeitungsprozess der Wurzel nach der Ernte unterscheidet man zwischen der weißen und der roten Wurzel, wobei in Europa vorwiegend die weiße Wurzel zur medizinischen Anwendung eingesetzt wird. Ginseng zeigt eine nichtspezifische Resistenz gegenüber verschiedenen Stressoren und wird daher als Adaptogen bezeichnet. Die Wurzel enthält neben Proteinen und Kohlenhydraten viele Vitamine und Mineralstoffe, Hauptinhaltsstoffe sind die Ginsenoside aus der Klasse der Triterpensaponine. Die Wirkungsstärke ist in erster Linie vom Ginsenosidgehalt, der Kultivierungsmethode und vom Trocknungsprozess abhängig.

Ginseng gilt als Allheilmittel, es soll den Kohlenhydrat-, Fett- und Proteinstoffwechsel günstig beeinflussen, cholesterinsenkend wirken und die Durchblutung und Sauerstoffaufnahme des Herzens sowie die Sauerstoffversorgung der Muskelzellen verbessern. [DIEDRICH, 2002; ANTIDOPING SCHWEIZ, 2004]

Der Sportler erhofft sich eine Verbesserung der körperlichen Belastbarkeit, eine bessere Konzentrationsfähigkeit und eine schnellere Regeneration. Allerdings können neuere doppelblind- und placebokontrollierte Studien diese Erwartungen nicht bestätigen. Kulaputana et al. [2007] konnten in einer 8-wöchigen Studie keinen Effekt einer Ginseng-Supplementierung auf Laktatschwelle und körperliche Leistungsfähigkeit beobachten. 60 Männern der Royal Thai Navy im Alter zwischen 17 und 22 Jahren wurde täglich entweder 3 g 100%iges Ginseng oder Placebo verabreicht. Die Laktatschwelle vor und nach 8-wöchiger Supplementierung zeigte in keiner der beiden Gruppen eine Veränderung. Beide Gruppen wiesen ähnliche Muster der Herzfrequenz während der Belastung, der Gesamttrainingszeit und der Höchstleistung auf. Auch die Oxidationsraten aus Fett und Kohlenhydraten waren statistisch nicht signifikant

unterschiedlich. [KULAPUTANA et al., 2007] Engels et al. [2003] konnten in einer doppelblinden placebokontrollierten randomisierten Studie an 38 gesunden Erwachsenen ebenfalls keinen positiven Einfluss einer Ginseng-Supplementierung (400 mg Ginsengkonzentrat) auf Leistungsfähigkeit und Herzfrequenz bei intensiver Belastung nachweisen. [ENGELS et al., 2003]

Bei zu hoher Dosierung (>3 g pro Tag) bzw. einer zu langen Behandlungsdauer kann es zu Nebenwirkungen wie Nervosität, Schlaflosigkeit und Durchfall kommen. Frauen nach der Menopause zeigten bei hoher Dosierung vermehrt Symptome wie Schlaflosigkeit, Bluthochdruck und gesteigerte Ödembildung.

Aufgrund von bisherigen Erkenntnissen ist bei adäquater Anwendung und Dosierung eine direkte oder indirekte positive Leistungsbeeinflussung zwar möglich, wird aber momentan noch kontrovers diskutiert.

Nach dreimonatiger Einnahme sollte die Supplementierung in jedem Fall unterbrochen werden. [DIEDRICH, 2002; ANTIDOPING SCHWEIZ, 2004]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Ginsengextrakt ist in zwei Nahrungsergänzungsmitteln enthalten. Perform (biovital) enthält 60 mg pro Tagesdosis, Ginseng (the wellness company) 100 mg pro Tagesdosis. Der Mittelwert beträgt 80 mg Ginsengextrakt/Tagesdosis.

Der Zusatz von Ginsengextrakt in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler kann nicht empfohlen werden. Bei den in den bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln verwendeten Mengen ist weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar, längerfristige Einnahmen (> drei Monate) sollten vermieden werden.

4.1.3.3.4 Coenzym Q₁₀ (Ubichinon)

Ubichinone werden zu den Vitaminoiden gezählt, eine ausreichende Eigensynthese gilt als gewährleistet. Biosynthetisch kann Coenzym Q₁₀ aus den drei Aminosäuren Phenylalanin, Tyrosin, Methionin und der Mevalonsäure hergestellt werden, verschiedene Vitamine der B-Gruppe fördern diese endogene Synthese. Darüber hinaus werden rund 10 mg Coenzym Q₁₀ pro Tag mit der Nahrung aufgenommen, in größeren

Mengen ist es vor allem in Lebensmitteln tierischer Herkunft enthalten. Die gleichzeitige Aufnahme von Fetten verbessert die Bioverfügbarkeit des Coenzym Q₁₀.

Coenzym Q₁₀ ist mobiler, fettlöslicher Elektronenüberträger in der Atmungskette und somit an der ATP-Resynthese beteiligt. Es wirkt als wichtiges fettlösliches Antioxidans und kann u.a. Tocopherylradikale in Membranen regenerieren. Coenzym Q₁₀ ist weiters an der Stabilisierung von Zellmembranen und Erhöhung der Membranfluidität, sowie an der Hemmung intrazellulärer Phospholipasen beteiligt. Es findet sich in den Mitochondrien aller Körperzellen, die höchsten Spiegel weisen Herz, Leber und Nieren auf. [DIEDRICH, 2002; HAHN, 2006; RIEDL, KINDL, 2006]

Der Gesamtgehalt im Körper wird auf 0,5-1,4 g geschätzt, wobei der Organismus mit zunehmendem Alter die Fähigkeit verliert, Coenzym Q₁₀ selbst zu bilden. Am deutlichsten ist der Abfall im Alter am Herzen bemerkbar. Während ein 20-jähriger noch zu 100 % versorgt ist, sinkt der Anteil bei einem 40-jährigen um 30%, bei einem 80-jährigen sogar um 60%. [RIEDL, KINDL, 2006] Der tägliche Bedarf an Coenzym Q₁₀ ist noch unbekannt, da die Bevölkerung aber allgemein keine Unterversorgung aufweist, scheint die Zufuhr mit der Nahrung und die körpereigene Synthese bedarfsdeckend zu sein. Eine Supplementierung zur Verhinderung altersassoziierter Erkrankungen bzw. der altersabhängig verringerten Coenzym Q₁₀-Syntheseleistung, ist nach derzeitigen wissenschaftlichen Untersuchungen nicht gerechtfertigt. [HAHN, 2006]

Der Sportler erhofft sich durch Coenzym Q₁₀ eine Verbesserung der Ausdauerleistungs- und Regenerationsfähigkeit sowie eine Stärkung der Abwehrkräfte. Eine signifikante Leistungssteigerung konnte weder bei trainierten noch bei weniger trainierten Personen festgestellt werden. Obwohl die Plasmakonzentration nach Coenzym Q₁₀-Gabe erhöht war, konnte weder bei aerober noch bei anaerober Belastung eine verringerte Lipidperoxidation oder positive Effekte auf Blutglukose-, Insulin- und Creatinkinasespiegel beobachtet werden. Eine signifikante Verbesserung der Plasmalaktatkonzentration bei submaximaler oder maximaler Belastung, der kardiovaskulären Funktion oder Ausdauerleistung blieb ebenfalls aus. [BGVV, 2001; DIEDRICH, 2002]

Als Nebenwirkungen einer täglichen Dosierung von 60 bis 1200 mg treten vereinzelt Appetitverlust, Übelkeit, Durchfall und allgemeines Unwohlsein auf. Diese

Auswirkungen können aufgrund fehlender Dosis-Wirkungsbeziehungen aber nicht kausal auf Coenzym Q₁₀ zurückgeführt werden. [HATHCOCK, SHAO, 2006] Es gibt auch Hinweise, dass hohe Dosen die Bildung von freien Radikalen induzieren. Eine ältere Studie mit 15 Sportlern konnte bei einer Supplementierung mit 120 mg Coenzym Q₁₀ eine erhöhte Aktivität der Kreatinkinase im Plasma beobachten. Demnach wirkt Coenzym Q₁₀ bei intensiver physischer Belastung prooxidativ. [MALM et al., 1996]

Aus ernährungsmedizinischer Sicht ist eine zusätzliche Zufuhr von 10 bis höchstens 30 mg Coenzym Q₁₀ pro Tag aus Nahrungsergänzungsmitteln gesundheitlich unbedenklich. Die Substanz hat nach derzeitigem Stand der Wissenschaft weder ernährungsphysiologische noch anabole bzw. leistungssteigernde Vorteile. Langzeitstudien über Verträglichkeit und eventuelle Risiken einer längerfristigen Coenzym Q₁₀-Zufuhr fehlen. [BGVV, 2001]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Das Produkt Coenzym Q₁₀ von the wellness company enthält 15 mg Coenzym Q₁₀ pro Tagesdosis.

Der Zusatz von Coenzym Q₁₀ in Form von Nahrungsergänzungsmitteln für Breitensportler kann nicht empfohlen werden. Bei den hier verwendeten Mengen ist weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar.

4.1.3.3.5 Koffein (Trimethylxanthin)

Koffein ist natürlicher Bestandteil der Kaffeebohne, des schwarzen und grünen Tees, der Mateblätter, der Guarana-Beere und der Kolanuss und zählt zu den ältesten Genuss- und Arzneimitteln der Welt. Es ist ein Purinalkaloid, das belebend und stimmungsaufhellend wirkt, die Aufmerksamkeit und Reaktionsfähigkeit steigert und die muskuläre Ermüdung verlangsamt. Wie auch Theobromin und Theophyllin gehört es zur Gruppe der Methylxanthine. Nach der oralen Einnahme wird Koffein vom Körper schnell und fast vollständig aufgenommen, die Konzentration im Blut steigt nach 15 Minuten an. Seine belebende Wirkung wird schon nach 30 Minuten wahrgenommen und klingt nach zwei bis drei Stunden wieder ab. [MANNHART, 2003]

Die Wirkung von Koffein beruht auf einer Hemmung der Adenosinrezeptoren im Zentralnervensystem. Neurotransmitter wie Dopamin oder Glutamat werden ungehindert freigesetzt, wodurch die Erregungsweiterleitung von Nervenimpulsen erleichtert wird. Sobald alle Adenosinrezeptoren durch Koffein besetzt sind, hat eine weitere Zufuhr keinen weiteren Effekt. [NIEBER et al., 2007]

Der natürliche Koffeingehalt ist in den einzelnen Produkten sehr unterschiedlich. Neben einigen Medikamenten, die meist gegen Schmerzen oder Müdigkeit eingesetzt werden, ist es vermehrt auch in Energydrinks und Sportsupplementen in teilweise beträchtlichen Mengen enthalten.

Tabelle 23 zeigt den Koffeingehalt einiger Genussmittel:

| Lebensmittel | Durchschnitt [mg] | Streubereich |
|-------------------------------|-------------------|--------------|
| Filterkaffee (Tasse à 150 ml) | 100 | 50-150 |
| Tee (Tasse à 150 ml) | 50 | 25-90 |
| Kakao (Tasse à 150 ml) | 5 | 2-20 |
| Halbbitterschokolade (100 g) | 90 | 50-110 |
| Vollmilkschokolade (100 g) | 15 | 3-35 |
| Cola (333 ml) | 40 | 35-55 |
| Koffeinhaltige Energy Drinks | 80 | |

Tab. 23: Koffeingehalt einiger Getränke und von Schokolade (mod. nach Nieber et al., 2007)

Seine sportspezifische Wirkung ist schon seit über 100 Jahren bekannt, aber erst seit den 1970ern werden gezielt Studien hinsichtlich leistungsverbessernder Effekte gemacht. Meistens wurde reines Koffein und nicht Kaffee eingesetzt, weshalb man heute nicht genau weiß, ob beide dieselbe Wirkung zeigen. Eine ergogene Wirkung des Koffeins wird kontrovers diskutiert, von großer Bedeutung sind dabei der individuelle Gewöhnungsgrad und die Verträglichkeit. Bei Dosierungen von 3-15 mg Koffein/kg Körpergewicht, ca. eine Stunde vor der Belastung eingenommen, wurden

folgende gesicherte und möglicherweise leistungsunterstützenden Einflüsse des Koffeins beobachtet:

- Wirkt auf die glatte Muskulatur, speziell auf die Bronchien, relaxierend
- Erhöht die Adrenalinausschüttung
- Stimuliert das ZNS (Müdigkeit ↓, Konzentrationsleistung und Reaktionsvermögen ↑)
- Steigert die periphere Mikrozirkulation und Herzdurchblutung
- Erhöht Darmbewegung und Nierenfunktion, Harnausscheidung↑
- Vermehrt die Lipolyseaktivität (wirkt glykogensparend) in den ersten 15-30 min der Belastung
- Senkt den Serum-Kalium-Anstieg, möglicherweise verbesserter Membranpotenzialaufbau
- Durch erleichterte Calciumfreisetzung im Muskel wird die Muskelkontraktion effektiver
- Günstiger Einfluss auf die aerobe/anaerobe Schwelle, verbesserte Muskelkontraktionsfähigkeit in warmer als in kalter Umgebungstemperatur
- Erhöht den systolischen, diastolischen und arteriellen Blutdruck
- Wirkt positiv auf die kognitive Leistungsfähigkeit (Aufmerksamkeit, Erinnerungsvermögen und Psychomotorik) nach sportlicher Aktivität
- Steigert die Energieproduktion im Muskel, glykogensparender Effekt bei Langzeitbelastung

→ Resümee: Die Ausdauerleistungsfähigkeit bei Leistungsintensitäten von ca. 80% der $VO_2max.$ wird durch Koffein verbessert, die Muskelkraft bei kurzzeitigen hochintensiven Belastungen erhöht. [DIEDRICH, 2002; MANNHART, 2003]

Die leistungssteigernde Wirkung zeigt sich bei Dosierungen von (1)-3 bis 6 mg Koffein pro kg Körpergewicht, wobei eine Dosiserhöhung keine zusätzliche Verbesserung bringt. Menschen, die regelmäßig viel Koffein (> acht Tassen täglich) zu sich nehmen, entwickeln einen gewissen Gewöhnungseffekt und die anregende Wirkung des Koffeins wird reduziert. Das Abhängigkeitspotenzial ist bei Einnahme der in Lebensmitteln

üblichen Dosen gering, da Koffein keine Stimulation des dopaminergen Stoffwechsels im Belohnungssystem bewirkt. Nach 24 bis 48 Stunden Abstinenz können kurzzeitig Symptome wie Kopfschmerzen, Nervosität, Reizbarkeit, Konzentrationsstörungen, zittrige Hände und Blutdruckschwankungen auftreten. Diese Nebenwirkungen zeigen sich vor allem nach starkem und lang andauerndem regelmäßigem Koffeinkonsum und lassen sich durch eine Wirkung an den Adenosinrezeptoren erklären. [MANNHART, 2003; NIEBER et al., 2007]

Koffein hat einen harntreibenden Effekt, führt aber zu keinem nennenswerten Anstieg des Tages-Urinvolumens. [MAUGHAN, GRIFFIN, 2003] Del Coso et al. [2009] untersuchten an sieben männlichen Ausdauerathleten den Einfluss von Koffein auf Elektrolytverluste und die Thermoregulation. Die Teilnehmer konsumierten während des 120-minütigen Trainings bei 36°C entweder: nichts, Wasser, eine Kohlenhydrat-Elektrolytlösung sowie jedes der drei mit einem Zusatz von 6 mg Koffein/kg Körpergewicht. Koffein war mit keinem Anstieg der Wärmeproduktion, einer erhöhten Hautdurchblutung im Unterarm oder Schweißrate verbunden. Koffeinsupplementierung führte zu höheren Natrium-, Chlorid- und Kaliumverlusten über den Schweiß (etwa 14%) und erhöhte die Urinausscheidung (28%). Diese Effekte waren zu gering um den Elektrolytspiegel im Blut zu beeinflussen oder eine Dehydratation zu bewirken. [DEL COSO et al., 2009]

Eine Studie an 59 aktiven jungen Männern (90-minütiges leichtes Laufen bei 37,7°C) konnte diese Ergebnisse nicht bestätigen. Sie konsumierten an den ersten sechs Tagen 3 mg Koffein/kg Körpergewicht und vom 7.-12. Tag entweder kein, 3 oder 6 mg Koffein/kg Körpergewicht. Koffein zeigte keinen Einfluss auf die Elektrolytausscheidung, die Ausdauerleistung und die Thermoregulation. [ROTI et al., 2006]

Ab 1000 mg kann es zu unangenehmen Nebenwirkungen wie Zittern, Kopfschmerzen, Schlafstörungen, unregelmäßigem Puls, Reizbarkeit, Schwindel und Durchfall kommen. Die letale Dosis liegt bei ungefähr 10 g Koffein, was ungefähr 100 Tassen Filterkaffee entspricht. Ein moderater Konsum (300 mg pro Tag) hat keinerlei gesundheitliche Konsequenzen.

Mit 1. Jänner 2004 wurde Koffein von der Dopingliste gestrichen, da keine direkte Beziehung zwischen Dosis und ergogener Wirkung besteht, wird aber bezüglich eines Missbrauchs weiterhin beobachtet. Allerdings sollte beachtet werden, dass eine Dosierung >6 mg/kg Körpergewicht eher eine Beeinträchtigung als eine Verbesserung der Leistungsfähigkeit zur Folge hat. [ANTIDOPING SCHWEIZ, 2004; RIEDL, KINDL, 2006]

Südamerikanische Mate-Teeblätter enthalten einen hohen Prozentsatz an Koffein und werden oft als besser verträglicher Kaffeeersatz gehandelt. Auch die Wirkungen ähneln denen des Koffeins. Koffein und Saponine erhöhen die Nierentätigkeit, die Durchblutung wird angeregt und Mate wirkt aufgrund von Vitamin C und den Caffeoyle-Chinasäuren antioxidativ. Mate hat einen sehr hohen Gehalt an Vitaminen (Vitamin C, Niacin), Mineralstoffen (Kalium, Calcium, Magnesium) und Spurenelementen (Eisen, Mangan, Zink). [SCHNEIDER et al., 2006]

Die Samen des südamerikanischen Strauches Guarana enthalten neben Guarantin ebenfalls Koffein. Die Bioverfügbarkeit des Koffeins aus Guarana ist sehr hoch, eine Tasse Guarana-Tee enthält rund 180 mg Koffein. [HAHN, 2006]

Bewertung der 20 Nahrungsergänzungsmittel:

Das Produkt A-Z Multivitamine (aktiva) enthält 4 mg Koffein und 40 mg Guaranaextrakt pro Tagesdosis. Aktiv und schlank (Novasan) enthält 480 mg Mateextrakt/Tagesdosis.

Koffein wird zu den ergogenen Substanzen gezählt. Schon der Zusatz geringer Mengen (ab 3 mg pro kg Körpergewicht) hat einen leistungssteigernden Effekt. Bei den hier verwendeten Mengen ist aber weder ein Nutzen noch eine Gefahr ableitbar. Die Einnahme von Mate- und Guarana-Extrakt in Form von Tabletten ist für Breitensportler nicht notwendig.

4.1.4 Ernährungsphysiologische Gesamtbewertung

Elf Produkte enthalten Vitamine, 13 der Nahrungsergänzungsmittel liefern Mineralstoffe und Spurenelemente, zehn Produkte enthalten spezielle Inhaltsstoffe.

14 der 20 bewerteten Produkte enthalten Makronährstoffe. Nur drei Nahrungsergänzungsmittel sind Monopräparate.

Zwei Produkte enthalten rein Vitamine, drei Produkten wurden neben den Makronährstoffen nur Mineralstoffe zugesetzt.

Fünf Produkte enthalten neben Kohlenhydraten, Proteinen und Fett nur spezielle Inhaltsstoffe.

Ein Produkt enthält eine Kombination aus Mineralstoffen und speziellen Inhaltsstoffen, fünf Nahrungsergänzungsmittel enthalten eine Kombination aus Mineralstoffen und Vitaminen und vier der Produkte eine Kombination von Vitaminen, Mineralstoffen und speziellen Inhaltsstoffen (Abbildung 6).

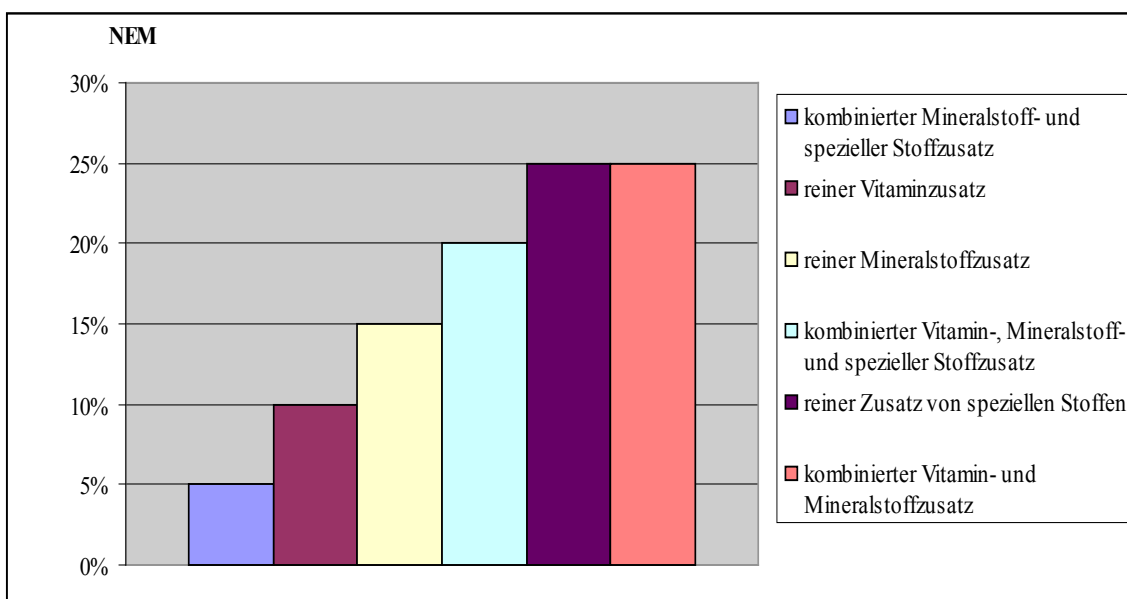


Abb. 6: Zusatz an Vitaminen, Mineralstoffen und speziellen Inhaltsstoffen in den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln

Bewertung der Ernährungsphysiologie:

3,0 Punkte, wenn das Produkt empfehlenswert ist (Substanz mit erwiesener Wirkung, Dosierung, gute Form und/oder Stabilität),

1,5 Punkte, wenn das Produkt eingeschränkt empfehlenswert ist (Substanz mit widersprüchlicher Wirkung bzw. mit Risiko für bestimmte Personengruppen, Substanz mit erwiesener Wirkung, aber Dosierung, Form und/oder Stabilität ist nicht gegeben) und

0,0 Punkte, wenn das Produkt nicht empfehlenswert ist (Substanzen mit nicht erwiesener Wirkung).

✓ **„Empfehlenswert“:**

Keines der 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmittel kann ernährungsphysiologisch als empfehlenswert eingestuft werden.

✓ **„Eingeschränkt empfehlenswert“:**

- Kalium plus Magnesium Calcium (Abtei): 1,5 Punkte
- Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 1,5 Punkte
- A-Z Multivitamine (aktiva): 1,5 Punkte

✓ **„Nicht empfehlenswert“:**

- Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 0 Punkte
- Magnesium (Biolabor): 0 Punkte
- Ginseng (the wellness company): 0 Punkte
- Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 0 Punkte
- L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 0 Punkte
- energy formula (the wellness company): 0 Punkte
- Selen plus A-C-E (fit+Vital): 0 Punkte
- Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät): 0 Punkte
- Lecithin-Granulat (fit+Vital): 0 Punkte

- Langzeit-Vitamin C (Abtei): 0 Punkte
- Vitamin C (franziskus): 0 Punkte
- Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 0 Punkte
- perform (biovital): 0 Punkte
- L-Carnitin (Power System): 0 Punkte
- Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0 Punkte
- L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 0 Punkte
- aktiv und schlank (Novasan): 0 Punkte

4.2 Bewertung der Kennzeichnung

Bei der Bewertung der Kennzeichnung geht es in erster Linie darum, ob die zwingenden Kennzeichnungselemente auf der Verpackung bzw. dem Etikett vorhanden sind, also

1. der Begriff „Nahrungsergänzungsmittel“,
2. der Kategorienname oder Angaben zur Nährstoffbeschaffenheit
3. die empfohlene tägliche Verzehrsmenge
4. der Warnhinweis, die empfohlene Tagesmenge nicht zu überschreiten
5. der Hinweis: kein Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung
6. die Warnung, die Produkte außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern zu lagern,
7. die Menge der Nährstoffe oder sonstiger Stoffe mit ernährungsspezifischer Wirkung.

Daneben ist es nach der Lebensmittel-Kennzeichnungsverordnung (LMKV) verpflichtend,

- Herstellerangaben (Name und Anschrift des Herstellers, Verpackers oder Verkäufers),
- Zutatenlisten (geordnet nach ihrem Gewichtsanteil),
- Zutaten mit allergenem Potential (z.B. Getreide, Soja, Milch, u.a.),

- das Mindesthaltbarkeits- bzw. Verbrauchsdatum (nach Ablauf dieses Datums dürfen Lebensmittel weder verkauft, noch sollten sie verzehrt werden.),
- Preis und Füllmengenangaben (wichtig für den Produktvergleich) und
- die Chargennummer (wichtig für die Rückverfolgbarkeit) auf der Verpackung oder dem Etikett anzuführen.

Herstellerangaben, Mindesthaltbarkeitsdaten und Füllmengenangaben finden sich auf allen 20 Verpackungen. Bei dem Produkt aktiv und schlank (Novasan) ist die Chargennummer unauffindbar.

Die Sachbezeichnung „Nahrungsergänzungsmittel“ fehlt auf zwei Produkten (Eiweiß 90 von Das gesunde Plus und L-Carnitin sports von Biolabor), bei beiden lässt sich aus deren Werbung schließen, dass die alltägliche Ernährung durch dieses Präparat, vor allem bei sportlicher Betätigung, optimiert wird. Die restlichen 18 Produkte tragen die korrekte Sachbezeichnung.

Bei 18 Produkten (90%) sind die Hauptinhaltsstoffe schon aus dem Namen ersichtlich. Nur bei dem Produkt aktiv und schlank (Novasan) findet sich die Zutatenliste erst nach längerem Suchen auf der Verpackungsunterseite, alle anderen haben ihr Zutatenverzeichnis seitlich, oder auf der Rückseite der Verpackung leicht auffindbar.

Das Produkt Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät) enthält laut Verpackung entölte Sojaphospholipide (Gesamt-Inhaltsmenge: 200 g, Gewicht pro Tagesdosis: 10,5 g). Genaue Informationen um welche Phospholipide es sich handelt, bzw. wie viel reines Sojaphospholipid pro Tagesdosis zugeführt wird, fehlen aber. Makronährstoff- und Energiegehalt werden ebenfalls nicht auf der Verpackung angegeben.

Die empfohlene tägliche Verzehrsmenge findet sich auf allen Produkten. Allerdings wird in zwei Fällen die Empfehlung „1-2 Tabletten“ (Magnesium von Biolabor und Eiweiß 90 von Das gesunde Plus) gegeben, die genauso wie die Empfehlung „1/2 Messerspitze täglich“ (Vitamin C von franziskus) als unbefriedigend bewertet wird, weil die genaue Aufnahmemenge daraus für den Konsumenten nicht ersichtlich ist.

Auf 19 der 20 Verpackungen werden genauere Anweisungen zur Einnahme gegeben, wie zum Beispiel „täglich 1 Kapsel morgens vor dem Frühstück mit reichlich Flüssigkeit (z.B. ½ Glas Wasser) schlucken“.

Alle Produkte, die Mineralstoffe oder Vitamine enthalten, welche im Anhang der Nährwertkennzeichnungsverordnung BGBl. Nr. 896/1995 genannt sind, haben den Prozentsatz der Referenzwerte (RDA-Wert) angegeben.

Auf zwei Produkten (Eiweiß 90 von Das gesunde Plus und L-Carnitin sports von Biolabor) fehlen Warnhinweise die empfohlene Tagesmenge nicht zu überschreiten, stattdessen findet sich auf einer Verpackung die Information: „Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken.“ Denselben zweien fehlt auch die Warnung, die Produkte außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern zu lagern, sowie ein Hinweis, Nahrungsergänzungsmittel nicht als Ersatz für eine ausgewogene Ernährung zu verwenden.

Vier Nahrungsergänzungsmittel warnen davor, dass bei übermäßigem Verzehr eine leicht abführende Wirkung eintreten kann. Das Produkt Magnesium Tabletten 400 (Abtei) weist darauf hin, dass Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion vor dem Verzehr ihren Arzt befragen sollten und dass bei Einnahme von bestimmten Medikamenten auf die Einnahme verzichtet werden sollte.

Sieben Produkte (35%) vermitteln direkt oder indirekt den Eindruck, dass eine Versorgung mit allen Nährstoffen durch eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung allein, zumindest unter bestimmten Lebenssituationen wie bei starker körperlicher Anstrengung im Sport, bei einer fleischarmen Ernährung, bei Stress oder Nikotinabhängigkeit, im Alter, in der Schwangerschaft und in der Stillzeit, schwierig bzw. nur schwer möglich ist und somit eine zusätzliche Zufuhr bestimmter Stoffe sinnvoll sein kann. Dies muss rechtlich als „grenzwertig“ beurteilt werden, da es im Bezug auf Breitensportler irreführend wirkt.

Die Behauptung, dass eine ausreichende Nährstoffversorgung durch gesunde Ernährung unmöglich ist, findet sich auf keiner Verpackung.

Das Produkt Magnesium von Biolabor zeigt sogar Alternativen, indem es auf der Verpackung über magnesiumreiche Lebensmittel, wie Vollkornprodukte, Rohkost, Nüsse und Bananen, informiert. Sogar der Hinweis „Mg-Gehalt 1 Tablette = 2-3 Bananen“ findet sich auf der Verpackungsvorderseite.

Bewertung der Kennzeichnung:

1,0 Punkte, wenn die Kennzeichnung korrekt ist, oder

0,0 Punkte, wenn die Kennzeichnung nicht korrekt bzw. unvollständig ist.

✓ **Korrekte Kennzeichnung:**

- Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 1,0 Punkte
- Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 1,0 Punkte
- energy formula (the wellness company): 1,0 Punkte
- Selen plus A-C-E (fit+Vital): 1,0 Punkte
- Kalium plus Magnesium Calcium (Abtei): 1,0 Punkte
- Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät): 1,0 Punkte
- Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 1,0 Punkte
- L-Carnitin (Power System): 1,0 Punkte
- Langzeit-Vitamin C (Abtei): 1,0 Punkte
- perform (biovital): 1,0 Punkte
- Ginseng (the wellness company): 1,0 Punkte
- Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 1,0 Punkte
- L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 1,0 Punkte
- A-Z Multivitamine (aktiva): 1,0 Punkte

✓ **Falsche bzw. unvollständige Kennzeichnung:**

- Magnesium (Biolabor): 0 Punkte
- Vitamin C (franziskus): 0 Punkte
- Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0 Punkte
- Lecithin-Granulat (fit+Vital): 0 Punkte
- L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 0 Punkte
- aktiv und schlank (Novasan): 0 Punkte

4.3 Bewertung der Werbung

Die Werbung der bewerteten Nahrungsergänzungsmittel ist gekennzeichnet durch Versprechungen wie Leistungssteigerung, Verbesserung der körperlichen Ausdauerleistung, Unterstützung bei intensiver körperlicher Belastung, Muskelaufbau und Regeneration, Vitalität, Stärkung und Energiegewinnung einerseits, zum anderen durch Fotos von glücklich lächelnden, sportlich aktiven Menschen (Abbildung 7).

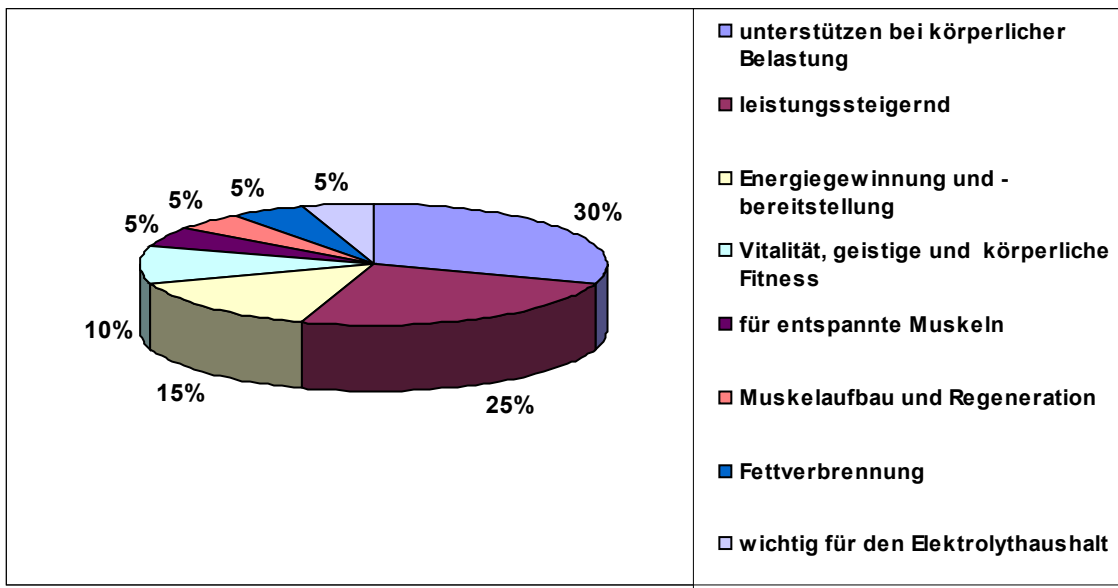


Abb. 7: Die häufigsten Werbeversprechen

Allgemeine unspezifische nährstoffbezogene Angaben, wie z.B. „Vitamin C benötigt unser Körper in ausreichender Menge. Insbesondere ergibt sich ein erhöhter Bedarf bei Leistungssport, während der Schwangerschaft und Stillzeit, oder nach überstandener Krankheit, in der Wachstumsphase oder im Alter. Es kann zudem eine antioxidative Wirkung als Radikalfänger entfalten“ oder „Eiweiß macht, nach Wasser, den größten Anteil der Körpermasse aus. Es ist ein wesentlicher Bestandteil der Muskulatur und an zahlreichen Stoffwechselfunktionen beteiligt“, sind zwar streng rechtlich gesehen keine gesundheitsbezogenen Angaben, können aber bei vielen Konsumenten den Eindruck erwecken, dass die Einnahme dieses Produktes besonders wichtig für die Erhaltung der Gesundheit sei. Die genaue Wirkungsweise des Nährstoffs wird aber nicht beschrieben,

somit enthält die Angabe keine wirklich nützlichen Informationen für den Konsumenten und ist auch nicht verifizierbar.

Am häufigsten finden sich explizite nährstoffbezogene Angaben, wie z.B. „Coenzym Q_{10} hat eine zentrale Stellung im Energiestoffwechsel der Zellen“, „Kalium ist ein lebenswichtiger Mineralstoff, der unter anderem für die Regulation des Wasserhaushaltes in Kombination mit Natrium zuständig ist“, oder „Selen ist daran beteiligt, so genannte freie Radikale abzufangen, die in besonderen Belastungssituationen, wie sportlicher und geistiger Aktivität, aber auch durch Umwelteinflüsse, wie starke Sonneneinstrahlung vermehrt gebildet werden“ auf den Verpackungen (Abbildung 8).

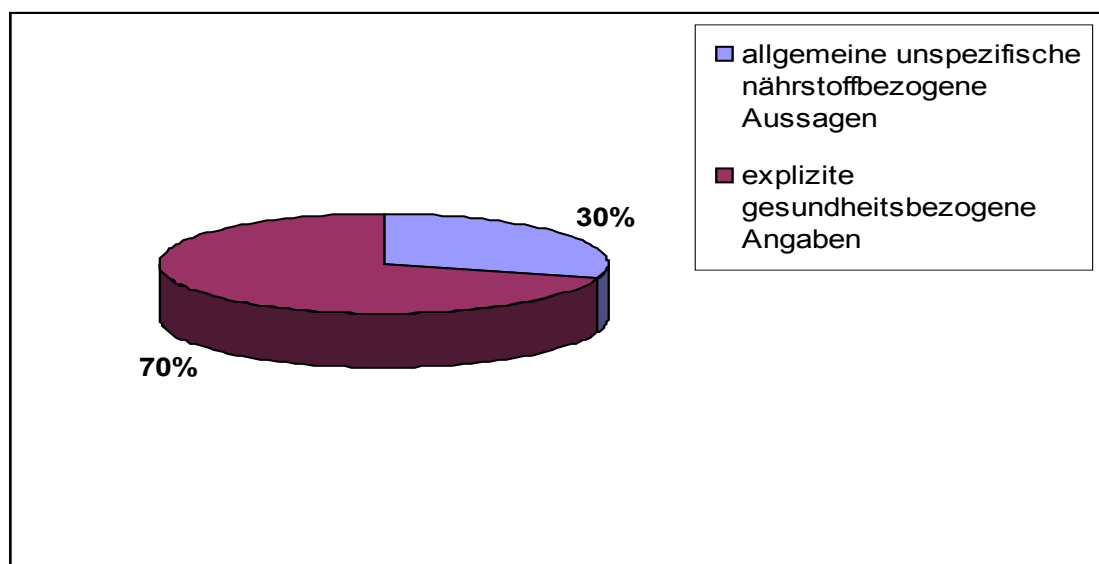


Abb. 8: Bewertung der Werbeaussagen

In Abbildung 9 wird der Wahrheitsgehalt der Werbeaussagen bewertet. Nur 10% der Nahrungsergänzungsmittel weisen eine gute Werbung auf. Bei 60% ist die Werbung fachlich nachvollziehbar und nicht zu aufdringlich. 30% der beworbenen Nahrungsergänzungsmittel tragen schlechte bzw. falsche Werbeaussagen.

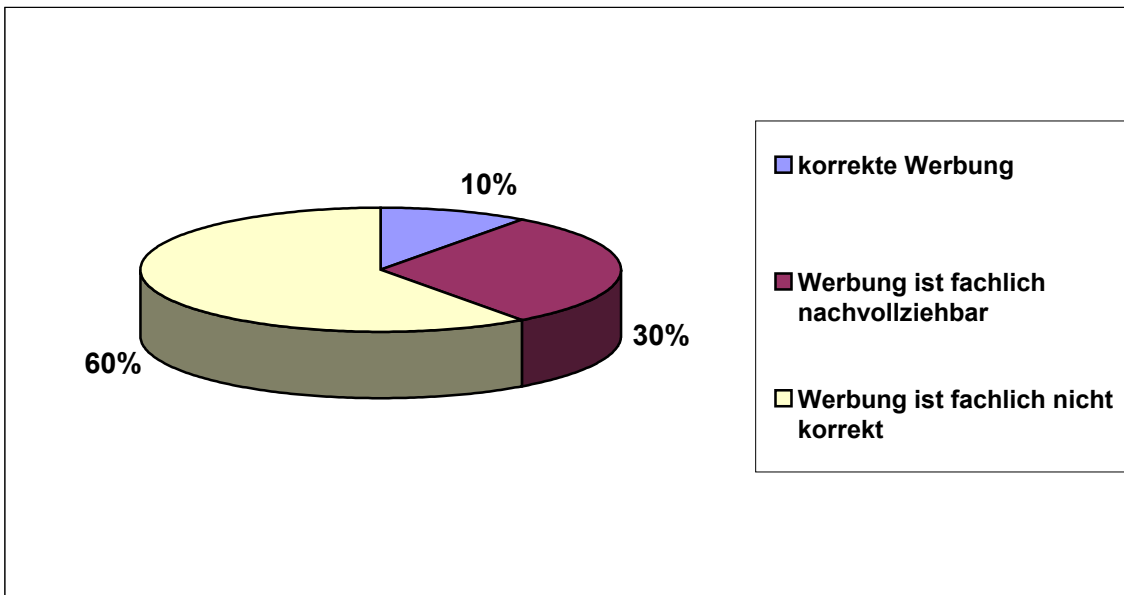


Abb. 9: Bewertung des Wahrheitsgehaltes von Werbeaussagen

Bewertung der Werbung:

1,0 Punkte, wenn die Werbung fachlich korrekt ist,

0,5 Punkte, wenn die Werbung fachlich einigermaßen nachvollziehbar, aber verwirrend ist und

0,0 Punkte, bei irreführender, fachlich nicht korrekter und aufdringlicher Werbung sowie bei Falschaussagen.

- ✓ **Gute, leicht verständliche und fachlich nachvollziehbare Werbung**
 - Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 1,0 Punkte
 - Langzeit-Vitamin C (Abtei): 1,0 Punkte

- ✓ **Einigermaßen nachvollziehbare und nicht zu aufdringliche Werbung**
 - Magnesium (Biolabor): 0,5 Punkte
 - energy formula (the wellness company): 0,5 Punkte
 - Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 0,5 Punkte
 - Kalium Plus Magnesium Calcium (Abtei): 0,5 Punkte
 - Selen plus A-C-E (fit+Vital): 0,5 Punkte

- L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 0,5 Punkte
 - Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0,5 Punkte
 - Vitamin C (franziskus): 0,5 Punkte
 - A-Z Multivitamine (aktiva): 0,5 Punkte
 - Ginseng (the wellness company): 0,5 Punkte
 - perform (biovital): 0,5 Punkte
 - aktiv und schlank (Novasan): 0,5 Punkte
- ✓ **Wissenschaftlich nicht belegte, irreführende oder falsche Werbeaussagen**
- Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 0 Punkte
 - Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät): 0 Punkte
 - Lecithin-Granulat (fit+Vital): 0 Punkte
 - L-Carnitin (Power System): 0 Punkte
 - Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 0 Punkte
 - L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 0 Punkte

4.4 Bewertung der Handhabung

Rund 40% der bewerteten Nahrungsergänzungsmittel werden in Form von Tabletten angeboten, 25% als Kapseln, jeweils 10% der Produkte als Pulver und Granulat und 5% entweder als Saft, als Ampullen oder als Sticks (Abbildung 10). Die Verpackungen der 20 getesteten Nahrungsergänzungsmittel sind zumeist Karton (70%), weniger Kunststoffdosen (20%) und Glas (10%).

Tabletten und Kapseln werden alle in den arzneiüblichen Formen angeboten. Sie sind grundsätzlich leicht zu handhaben, weil nur schwer Dosierungsfehler begangen werden können.

Pulver und Granulate sind zum Großteil in beschichteten Dosen verpackt, ihre Handhabung ist zum Teil einfach, wie z.B. „3mal täglich 1 Kaffeelöffel pur“, zum Teil

etwas schwieriger („3 gehäufte Esslöffel in 250 ml Wasser oder Magermilch einrühren“).

Nur drei der Produkte geben eine ungenaue Empfehlung wie z.B. „1-2 Tabletten“, bzw. „1/2 Messerspitze täglich“. Hier ist die genaue Aufnahmemenge für den Konsumenten nicht ersichtlich.

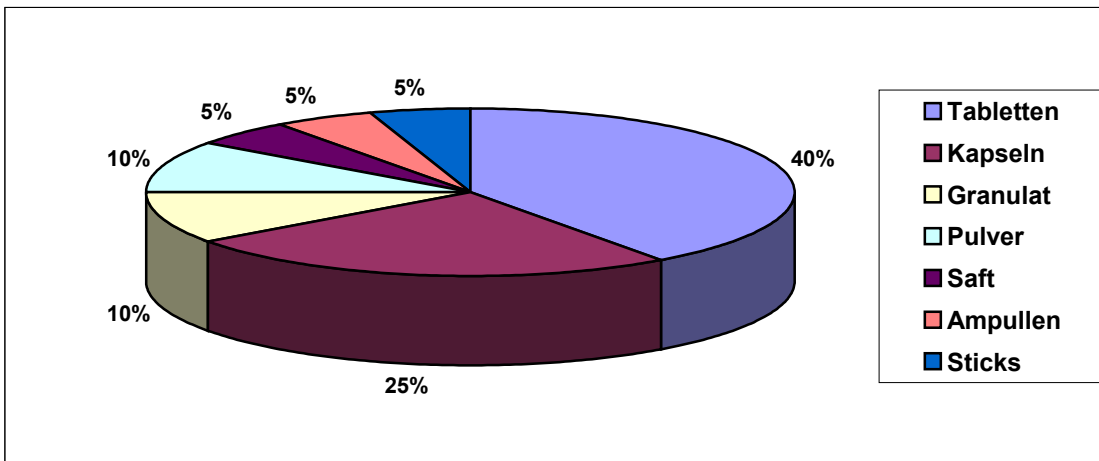


Abb. 10: Die häufigsten Darreichungsformen

Bewertung der Handhabung:

1,0 Punkte, bei guter Handhabung und genauen Angaben (z.B. Kapseln, Tabletten, Sticks),

0,5 Punkte, bei mittlerer Handhabung oder ungenauen Angaben (z.B. 2-3 Tabletten) und

0,0 Punkte, bei schlechter Handhabung und ungenauen Angaben (z.B. nicht wieder verschließbare Verpackung).

✓ **Gute Handhabung und genaue Angaben:**

- Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 1,0 Punkte
- Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 1,0 Punkte
- energy formula (the wellness company): 1,0 Punkte
- Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 1,0 Punkte

- Selen plus A-C-E (fit+Vital): 1,0 Punkte
 - Lecithin-Granulat (fit+Vital): 1,0 Punkte
 - Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 1,0 Punkte
 - L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 1,0 Punkte
 - L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 1,0 Punkte
 - A-Z Multivitamine (aktiva): 1,0 Punkte
 - Ginseng (the wellness company): 1,0 Punkte
 - perform (biovital): 1,0 Punkte
 - Langzeit-Vitamin C (Abtei): 1,0 Punkte
- ✓ **Mittlere Handhabung oder ungenaue Angaben:**
- Kalium Plus Magnesium Calcium (Abtei): 0,5 Punkte
 - Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät): 0,5 Punkte
 - L-Carnitin (Power System): 0,5 Punkte
 - aktiv und schlank (Novasan): 0,5 Punkte
- ✓ **Schlechte Handhabung und ungenaue Angaben:**
- Magnesium (Biolabor): 0 Punkte
 - Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0 Punkte
 - Vitamin C (franziskus): 0 Punkte

4.5 Bewertung des Preises

In Tabelle 24 werden die Preise der Produkte untereinander verglichen. Dazu eignet sich am besten der Preis pro Tagesdosis. Der Preis pro Tagesdosis liegt bei den 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmitteln im Mittel bei 0,40 € +/- 0,39 (Standardabweichung).

Das billigste Produkt kostet 0,01 € pro Tagesdosis, es reicht bei genauer Anwendung für immerhin 400 Tage. Das teuerste Produkt kostet 1,33 € pro Tagesdosis. Der Proteindrink Eiweiß 90 reicht bei täglichen zwei Portionen nur für sechs Tage.

ERGEBNIS- UND DISKUSSIONSTEIL

| Produktname | Preis in € Müller | Preis in € DM | Preis in € Bipa | Preis in € Schlecker | Mittelwert | Preis in € pro 100 g bzw. 100 ml | Preis in € pro Tagesdosis | Reicht für wieviele Tage? |
|--|-------------------|---------------|-----------------|----------------------|------------|----------------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Magnesium Tabletten 400 | 4,19 | 4,87 | 4,89 | 4,79 | 4,69 | 11,87 | 0,05 | 30 |
| Magnesium | 3,19 | - | - | - | - | 5,32 | 0,21 | 15 bis 30 |
| Magnesium+ Calcium D ₃ | 4,49 | - | - | - | - | 2,04 | 0,22 | 20 |
| energy formula | 7,25 | 7,25 | 7,29 | 7,29 | 7,27 | 9,41 | 0,12 | 60 |
| Magnesium-Kalium Sticks | 2,49 | - | - | - | - | 4,15 | 0,25 | 10 |
| Kalium Plus Magnesium Calcium | 5,19 | - | 5,29 | 5,29 | 5,26 | 10,96 | 0,53 | 10 |
| Selen plus A-C-E | 2,95 | - | - | - | - | 11,80 | 0,05 | 60 |
| Lecithin Linolsäure-Granulat | 7,29 | - | - | - | - | 3,65 | 0,38 | 19 |
| Lecithin-Granulat | 4,75 | - | - | - | - | 1,58 | 0,22 | 21 |
| Coenzym Q ₁₀ | 9,45 | 9,55 | 9,39 | - | 9,46 | 54,64 | 0,23 | 40 |
| L-Carnitin | 20,99 | - | - | - | - | 4,20 | 1,05 | 20 |
| L-Carnitin sports | 8,65 | - | - | - | - | 14,42 | 0,58 | 15 |
| L-Carnitin+ Magnesium | - | 9,97 | - | - | - | 27,93 | 0,33 | 30 |
| Eiweiß 90 | - | 6,35 | - | - | - | 2,12 | 1,06 | 6 bis 12 |
| Langzeit-Vitamin C | - | 4,97 | 4,99 | - | 4,98 | 23,71 | 0,10 | 48 |
| Vitamin C | - | - | - | 2,99 | - | 2,99 | 0 01 | 400 |
| A-Z Multivitamine | - | - | - | 5,99 | - | 5,16 | 0,07 | 80 |
| Ginseng | - | 7,95 | 7,99 | - | 7,97 | 20,13 | 0,27 | 30 |
| perform | - | 19,95 | 18,79 | 17,99 | 18,91 | 3,05 | 0,92 | 20 |
| aktiv und schlank | - | - | 19,99 | - | - | 75,72 | 1,33 | 15 |
| <i>Billigstes Produkt pro Tagesdosis bzw. am längsten ausreichend</i> ■ <i>Teuerstes Produkt pro Tagesdosis bzw. am kürzesten ausreichend</i> ■ | | | | | | | | |

Tab. 24: Preisvergleich: Nahrungsergänzungsmittel für Breitensportler

Bewertung des Preises:

1,0 Punkte, wenn der Preis pro Tagesdosis kleiner ist als der Mittelwert des Preises aller Nahrungsergänzungsmittel, oder

0,0 Punkte, wenn er größer ist als der Mittelwert des Preises pro Tagesdosis aller Produkte.

✓ **Preis pro Tagesdosis <Mittelwert:**

- Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 1,0 Punkte
- Magnesium (Biolabor): 1,0 Punkte
- Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 1,0 Punkte
- energy formula (the wellness company): 1,0 Punkte
- Selen plus A-C-E (fit+Vital): 1,0 Punkte
- Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät): 1,0 Punkte
- Lecithin-Granulat (fit+Vital): 1,0 Punkte
- Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 1,0 Punkte
- Langzeit-Vitamin C (Abtei): 1,0 Punkte
- Vitamin C (franziskus): 1,0 Punkte
- Ginseng (the wellness company): 1,0 Punkte
- Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 1,0 Punkte
- L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 1,0 Punkte
- A-Z Multivitamine (aktiva): 1,0 Punkte

✓ **Preis pro Tagesdosis >Mittelwert:**

- Kalium plus Magnesium Calcium (Abtei): 0 Punkte
- L-Carnitin (Power System): 0 Punkte
- perform (biovital): 0 Punkte
- Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0 Punkte
- L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 0 Punkte
- aktiv und schlank (Novasan): 0 Punkte

4.6 Bewertungsschlüssel und Endbewertung

| | |
|-----------------------|---------------------|
| Ernährungsphysiologie | max. 3 Punkte |
| Kennzeichnung | max. 1 Punkt |
| Werbung | max. 1 Punkt |
| Handhabung | max. 1 Punkt |
| <u>Preis</u> | <u>max. 1 Punkt</u> |
| Höchstpunktezahl | max. 7 Punkte |

Die maximal erreichbare Punkteanzahl ist 7 Punkte.

Die 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmittel für Breitensportler erreichten zwischen 0 und 7 Punkten (Tabelle 25) und wurden in 3 Gruppen eingeteilt:

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| „Empfehlenswert“: | 6 bis 7 Punkte |
| „Eingeschränkt empfehlenswert“: | 3,5 bis 5,5 Punkte |
| „Nicht empfehlenswert“: | unter 3,5 Punkte |

Zusätzlicher Punkteabzug:

Wenn die in den Nahrungsergänzungsmitteln enthaltenen Inhaltsstoffe keine erwiesene positive Wirkung auf die körperliche Aktivität eines gesunden, nicht mangelernährten Breitensportlers haben, wird ihnen von der Gesamtpunktezahl ein zusätzlicher Punkt abgezogen.

Produkte, die bei körperlicher Belastung tatsächlich einen positiven Einfluss haben können, behalten ihre erreichte Gesamtpunkteanzahl.

✓ „Empfehlenswert“:

keines der 20 bewerteten Nahrungsergänzungsmittel kann als empfehlenswert bezeichnet werden

- ✓ **„Eingeschränkt empfehlenswert“:**
 - A-Z Multivitamine (aktiva): 5,0 Punkte
 - Langzeit-Vitamin C (Abtei): 4,0 Punkte
 - Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital): 4,0 Punkte
 - Selen plus A-C-E (fit+Vital): 3,5 Punkte
 - Ginseng (the wellness company): 3,5 Punkte

- ✓ **„Nicht empfehlenswert“:**
 - Magnesium Tabletten 400 (Abtei): 3,0 Punkte
 - energy formula (the wellness company): 2,5 Punkte
 - L-Carnitin+Magnesium (Doppelherz): 2,5 Punkte
 - Kalium Plus Magnesium Calcium (Abtei): 2,5 Punkte
 - Lecithin Linolsäure-Granulat (Biodiät GmbH): 2,5 Punkte
 - Lecithin-Granulat (fit+Vital): 2,0 Punkte
 - Magnesium+Calcium D₃ (biovital): 2,0 Punkte
 - Coenzym Q₁₀ (the wellness company): 2,0 Punkte
 - Vitamin C (franziskus): 1,5 Punkte
 - perform (biovital): 1,5 Punkte
 - Magnesium (Biolabor): 0,5 Punkte
 - L-Carnitin (Power System): 0,5 Punkte
 - Eiweiß 90 (Das gesunde Plus): 0,5 Punkte
 - L-Carnitin sports (Biolabor GmbH&Co.KG): 0 Punkte
 - aktiv und schlank (Novasan): 0 Punkte

| Produktname | Herstellerfirma | Ernährungs-physiologie | Kenn-zeichnung | Werbung | Hand-habung | Preis | Zwischen-stand | zusätzlicher Punkte-abzug | Endbewertung |
|----------------------------------|--|------------------------|----------------|---------|-------------|-------|----------------|---------------------------|-------------------|
| Magnesium Tabletten 400 | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 4,0 | 1,0 | 3,0 Punkte |
| Magnesium | Biolabor (intact GmbH) | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 Punkte |
| Magnesium+Calcium D ₃ | biovital (Bad Heilbrunner Naturheilmittel GmbH&Co) | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 Punkte |
| energy formula | the wellness company | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 3,5 | 1,0 | 2,5 Punkte |
| Magnesium-Kalium Sticks | fit+Vital (PharCoNa GmbH) | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 5,0 | 1,0 | 4,0 Punkte |
| Kalium Plus Magnesium Calcium | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 3,5 | 1,0 | 2,5 Punkte |
| Selen plus A-C-E | fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH) | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 3,5 | 0,0 | 3,5 Punkte |
| Lecithin Linolsäure-Granulat | Biodiät GmbH | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 1,0 | 2,5 | 0,0 | 2,5 Punkte |
| Lecithin-Granulat | fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 2,0 | 0,0 | 2,0 Punkte |
| Coenzym Q ₁₀ | the wellness company | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 3,0 | 1,0 | 2,0 Punkte |
| L-Carnitin | Power System (WELL PLUS TRADE GmbH) | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,5 | 1,0 | 0,5 Punkte |
| L-Carnitin sports | Biolabor GmbH&Co.KG | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 Punkte |
| L-Carnitin+Magnesium | Doppelherz (Queisser Pharma) | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 3,5 | 1,0 | 2,5 Punkte |
| Eiweiß 90 | Das gesunde Plus (dm-drogerie markt) | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 0,5 Punkte |
| Langzeit-Vitamin C | Abtei Pharma Vertriebs GmbH | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 4,0 | 0,0 | 4,0 Punkte |
| Vitamin C | franziskus (Bio-Garten GmbH&Co.KG) | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 1,5 | 0,0 | 1,5 Punkte |
| A-Z Multivitamine | aktiva (Bio-Garten GmbH&Co.KG) | 1,5 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 Punkte |
| Ginseng | the wellness company | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 1,0 | 3,5 | 0,0 | 3,5 Punkte |
| perform | biovital (Bayer Austria GmbH) | 0,0 | 1,0 | 0,5 | 1,0 | 0,0 | 2,5 | 1,0 | 1,5 Punkte |
| aktiv und schlank | Novasan (Schwarz GmbH) | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,5 | 0,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 Punkte |

Tab. 25: Endbewertung der 20 getesteten Nahrungsergänzungsmittel für Breitensportler

5. Schlussbetrachtung

Viele Breitensportler überschätzen den zusätzlichen Energieverbrauch durch körperliche Aktivität. So verbraucht man z.B. bei einem 20-minütigen Laufen mit 10 km/h oder nach 30 Minuten Tennis je nach Trainingszustand und Körpergewicht ca. 200 kcal. Bei einer breitensportlichen Betätigung von 3-4 Stunden pro Woche (z. B. Tennis, Laufen, Tanzen) beträgt der zusätzliche Energieverbrauch durchschnittlich etwa 2000 kcal pro Woche.

Für die Basisernährung des Breitensportlers gelten prinzipiell die gleichen Richtlinien wie für gesunde Menschen, die Energiebilanz muss ausgeglichen sein. Eine grundsätzliche Empfehlung für die richtige Nährstoffverteilung von Freizeitsportlern lautet: Mehr als 55% Kohlenhydrate, rund 15% Eiweiß und maximal 30% Fett. Die zusätzlich benötigte Energie kann problemlos mit einer vollwertigen Mischkost nach den Empfehlungen der DGE aufgenommen werden.

Damit die Körpertemperatur während des Sports nicht zu hoch ansteigt, setzt der Körper ein wirksames Kühlsystem ein: das Schwitzen. So kann überschüssige Wärme abgegeben und eine Überhitzung vermieden werden. In unseren Breitengraden werden bei sportlicher Aktivität durchschnittlich 1-1,5 Liter Schweiß pro Stunde gebildet, der dabei entstehende Elektrolytverlust kann toleriert werden, da die Verluste viel geringer sind als allgemein angenommen.

Im Rahmen des Österreichischen Ernährungsberichtes 2003 wurde deutlich, dass rund ein Drittel der ostösterreichischen Breitensportler Nahrungsergänzungsmittel konsumieren. 18% der Sportlerinnen und 12% der Sportler supplementieren sogar täglich.

Leistungssteigernde Maßnahmen werden auch im Breitensport immer wichtiger. Eine bedeutende Rolle spielen dabei ergogene Wirkstoffe, wobei nur für die wenigsten fundierte wissenschaftliche Ergebnisse hinsichtlich einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit vorliegen. Dazu gehören Kohlenhydratgetränke, Puffersubstanzen, Koffein und Glycerin.

Eine Gefahr droht durch so genannte F-Supplemente, bei denen eine negative Leistungsbeeinflussung oder Nebenwirkungen nicht ausgeschlossen werden können. Zu diesen Supplementen werden u.a. auch Eisen, Calcium, Magnesium, Zink und Vitamin C gezählt. Diese Substanzen kommen in den 20 untersuchten Nahrungsergänzungsmitteln z.T. in beträchtlichen Mengen vor. Vier magnesiumhaltige und zwei Vitamin C-haltige Produkte überschreiten die Empfehlungen der D-A-CH-Referenzwerte.

Neuere Studienergebnisse haben gezeigt, dass beinahe ein Drittel der auf dem internationalen Markt erhältlichen Nahrungsergänzungsmittel Zusätze von nicht deklarierten Inhaltsstoffen und Verunreinigungen aufweisen.

Aus diesen Gründen kann die Einnahme dieser Substanzen auch aus sportmedizinischer und leistungsphysiologischer Sicht nicht empfohlen werden. Während ein Nährstoffmangel erwiesenermaßen eine Leistungsverschlechterung mit sich bringt, gibt es keine Hinweise darauf, ob eine Zufuhr über den Bedarf hinaus mit einer Leistungssteigerung im Zusammenhang steht.

Die fünf Produkte, die in dieser Arbeit als „eingeschränkt empfehlenswert“ bewertet wurden, sind das Monopräparat Langzeit-Vitamin C (Abtei), sowie die Produkte Magnesium-Kalium Sticks (fit+Vital), A-Z Multivitamine (aktiva), Selen plus A-C-E (fit+Vital) und Ginseng (the wellness company). Diese Produkte enthalten durchwegs Vitamine und Mineralstoffe, die durch Lebensmittel unserer Ernährungskultur zugeführt werden können. Aus den enthaltenen Mengen an Ginsengextrakt ist kein gesundheitlicher Vorteil ableitbar. Längerfristige Einnahmen sollten vermieden werden.

Grundsätzlich ist es für den gesunden, nicht mangelernährten Breitensportler nicht notwendig Vitamine und Mineralstoffe als Nahrungsergänzungsmittel zuzuführen, denn der Bedarf kann über eine ausgewogene und gesunde Ernährung leicht gedeckt werden.

Ein gutes Ernährungswissen und die Möglichkeit der Umsetzung im täglichen Ernährungsverhalten ist dafür Voraussetzung.

6. Zusammenfassung

Das vorrangige Ziel dieser Arbeit war es herauszufinden, ob Breitensportler zur Optimierung ihrer Ernährung und sportlichen Leistungen Nahrungsergänzungsmittel benötigen. Dafür wurden 20 willkürlich gewählte Produkte für Breitensportler hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Zusammensetzung, der derzeit gültigen Kennzeichnung, der Handhabung, der Werbung und der Preise untersucht. Alle bewerteten Nahrungsergänzungsmittel waren im Zeitraum März bis Mai 2008 in den Drogerien Müller (Mariahilferstraße 97, 1060 Wien), BIPA (Mariahilferstraße 112, 1070 Wien), DM Drogeriemarkt (Mariahilferstraße 89a, 1060 Wien) und Schlecker (Wurlitzergasse 50, 1160 Wien) erhältlich.

Da die postulierte Wirkung der meisten Produkte auf den enthaltenen Vitaminen bzw. Mineralstoffen beruht, sind die Makronährstoff- und Energiegehalte eher gering. Der Energiegehalt beträgt durchschnittlich 46 kcal/Tagesdosis, der Kohlenhydratgehalt liegt im Mittel bei 3,5 g/Tagesdosis, der Proteingehalt bei 6,4 g/Tagesdosis und der Fettgehalt bei 1,8 g/Tagesdosis. Eine Ausnahme sind die Produkte Eiweiß 90 von Das gesunde Plus (426 kcal/Tagesdosis, 24 g Kohlenhydrate/Tagesdosis, 62 g Protein/Tagesdosis) und perform von biovital, das 14,5 Vol.-% Alkohol enthält und dadurch für Breitensportler nicht zu empfehlen ist.

Knapp mehr als die Hälfte (55%) der Supplemente beinhalten Vitamine. Vitamin C und Vitamin E werden am häufigsten zugesetzt, zum Teil liegen die Mengen deutlich über den empfohlenen Referenzwerten der D-A-CH Gesellschaften. Thiamin ist nur in drei Nahrungsergänzungsmitteln enthalten. Die in Österreich als kritische Nährstoffe eingestuft Vitamine Folsäure und Vitamin D werden nur vier bzw. drei Produkten zugesetzt.

In 65% der 20 Nahrungsergänzungsmittel finden sich Mineralstoffe. Magnesium ist in 45% der bewerteten Produkte enthalten, bei vier Produkten liegt der Magnesiumgehalt über der oberen sicheren Grenze der Zufuhr. Ein Produkt enthält 100µg Selen und überschreitet damit ebenfalls die D-A-CH-Empfehlungen der täglichen Zufuhr. Eisen findet sich in drei Supplementen.

Zehn Nahrungsergänzungsmittel enthalten spezielle Substanzen (L-Carnitin, Ginsengextrakt, Coenzym Q₁₀, Lecithin und Koffein), am häufigsten wird L-Carnitin (20%) zugesetzt. Nur ein Produkt enthält Koffein, eine Substanz, die erwiesenermaßen einen positiven Effekt auf die Leistungsfähigkeit hat.

Der Großteil der Produkte (75%) ist korrekt gekennzeichnet, bei zwei Produkten fehlt der Begriff „Nahrungsergänzungsmittel“, bei einem Produkt die Chargennummer. Sieben Produkte (35%) erwecken direkt oder indirekt den Eindruck, dass in bestimmten Lebenssituationen eine Versorgung mit allen Nährstoffen nur durch Supplementierung zu erreichen sei.

Rund ein Drittel der Produkte bewirbt die „unterstützende Wirkung bei körperlicher Belastung“, 25% werben mit „leistungssteigernder Wirkung“. Nur bei zwei Produkten ist die Werbung gut und fachlich nachvollziehbar, sechs Nahrungsergänzungsmittel werben mit wissenschaftlich nicht belegten, irreführenden oder falschen Aussagen.

65% der Supplemente werden in arzneiüblichen Formen als Tabletten und Kapseln angeboten. Die Verpackungen bestehen zumeist aus Karton. 13 Produkte sind leicht zu handhaben und geben genaue Angaben zur Einnahme. Bei drei Produkten ist die genaue Aufnahmemenge für den Konsumenten nicht ersichtlich.

Die Nahrungsergänzungsmittel kosten durchschnittlich 0,40 € pro Tagesdosis.

Der Mehrbedarf an gewissen Makro- und Mikronährstoffen von Sportlern ist nur bedingt relevant, denn entsprechend seines größeren Leistungsumsatzes darf der Sportler auch größere Mengen einer vollwertigen Ernährung zu sich nehmen und gleicht somit den erhöhten Bedarf wieder aus.

Eine optimale Abstimmung von Ernährung, Flüssigkeitshaushalt und Training ist die beste Voraussetzung für sportliche Leistungen.

7. Literaturverzeichnis

AGUILO, A., TAULER, P., VILLA, G. (2003): Effect of exercise intensity and training on antioxidants and cholesterol profile in cyclists. *J Nutr. Biochemistry* 14, 319-325.

AICHER, H. (2007): Health-Claims-Verordnung. Online unter URL: [http://www.e-drei.at/uploads/file/Expertenkommentar_Wiener%20Wirtschaft_%20Claims\(1\).pdf](http://www.e-drei.at/uploads/file/Expertenkommentar_Wiener%20Wirtschaft_%20Claims(1).pdf); 21.11.2009; 14:30h

ALI, A., WILLIAMS, C. (2009): Carbohydrate ingestion and soccer skill performance during prolonged intermittent exercise. *J Sports Sci.* 27 (14), 1499-1508.

ANDRADE, P.M.M., RIBEIRO, B.G., BOZZA, M.T. (2007): Effects of the fish-oil supplementation on the immune and inflammatory responses in elite swimmers. *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids* 77 (3-4), 139-145.

ANTIDOPING SCHWEIZ (2004): Faktenblätter. Online unter URL: <http://www.dopinginfo.ch/faktenblatter/index.php>; 02.01.2010; 16:30h

BARON, D.K., BERG, A. (2005): Optimale Ernährung des Sportlers. Hirzel, Stuttgart.

BEPPLER, N., FRIEDRICH, W., KIEFERLE, R., LAMBERT, C. (2009): Der Teller ist rund- nach dem Essen ist vor dem Essen. Hofmann-Verlag, Schorndorf.

BERG, A., PABST, F. (1998): Rund um die Gesundheit. Umschau Verlag, Frankfurt am Main.

BERG, A., DEIBERT, P., KÖNIG, D. (2008): Ernährungsempfehlungen für Sporttreibende. *Ernährungs Umschau* 11, 662-669.

BFR (Bundesinstitut für Risikobewertung) (2008): Fragen und Antworten zur Sicherheit von isoflavonhaltigen Nahrungsergänzungsmitteln und ergänzenden bilanzierten Diäten. Online unter URL: http://www.bfr.bund.de/cm/208/fragen_und_antworten_zur_sicherheit_von_isoflavonhaltigen_nahrungsergaenzungsmitteln.pdf; 21.04.2010, 11:00h

BGBI. II Nr. 88/2004: Verordnung der Bundesministerin für Gesundheit und Frauen über Nahrungsergänzungsmittel (Nahrungsergänzungsmittelverordnung - NEMV).

Online unter URL:

<http://www.gesundheitsministerium.at/cms/site/attachments/6/7/5/CH0823/CMS1122390812979/vo-61a.pdf>; 17.11.2009, 21:45h

BgVV (2001): Ernährungsmedizinische Beurteilung von Werbeaussagen zu Coenzym Q10. Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin.

BIESALSKI, H.K. (1995): Hohenheimer Konsensus-Konferenz: Antioxidative Vitamine (β -Carotin, E, C) in der Prävention. Conference Proceeding Mineralstoffe, Spurenelemente, Vitamine: Risikofaktoren - Meßverfahren – Präventivmaßnahmen, 219-239.

BIESALSKI, H.K., TINZ, J. (2005): Antioxidantienkombinationen zur Stärkung des Immunsystems. Pharm Ztg, 40; S. 3634-3637. Online unter URL:

http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=medizin1_40_2005; 30.12.2009, 11:35h

BLOOMER, R.J., FALVO, M.J., SCHILLING, B.K. (2007): Prior exercise and antioxidant supplementation: effect on oxidative stress and muscle injury. J Int Soc Sports Nutr. 3, 4-9.

BLOOMER, R.J., FISHER-WELLMAN, K.H. (2008): Blood oxidative stress biomarkers: influence of sex, training status, and dietary intake. Gender Medicine 5 (3), 218-228.

BOLTZE, T. (2009): Die Health-Claims-Verordnung - Zwischen Verzweiflung und Hoffnung. Online unter URL: <http://www.presse-meldungen.at/103157/juravendis-rechtsanwalte-die-health-claims-verordnung-zwischen-verzweiflung-und-hoffnung/>; 26.11.2009, 19:45h

BURROWS, M., NEVILL, A.M., BIRD, S. (2003): Physiological factors associated with low bone mineral density in female endurance runners. Br J Sports Med. 37, 67-71.

CAVADINI, C., DECARLI, B., GRIN, J. (2000): Food habits and sport activity during adolescence: differences between athletic and non-athletic teenagers in Switzerland. *Eur J Clin Nutr.* 54 (1), 16-20.

CHOLEWA, J., POPRZECKI, S., ZAJAC, A. (2008): The influence of vitamin C on blood oxidative stress parameters in basketball players in response to maximal exercise. *Science & Sports,* 23 (3-4), 176-182.

CLOSE, G.L., ASHTON, T., CABLE, T. (2006): Ascorbic acid supplementation does not attenuate post-exercise muscle soreness following muscle-damaging exercise but may delay the recovery process. *Br J Nutr.* 95 (5), 976-981.

CROLL, J.K., NEUMARK-SZTAINER, D., STORY, M. (2006): Adolescents involved in weight-related and power team sports have better eating patterns and nutrient intakes than non-sport-involved adolescents. *J Am Diet Assoc.* 106 (5), 709-717.

CUPISTI, A., D'ALESSANDRO, C., CASTROGIOVANNI, S. (2002): Nutrition knowledge and dietary composition in Italian adolescent female athletes and non-athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 12 (2), 207-219.

D-A-CH (Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung) (2000): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus Verlag, Frankfurt am Main.

DEIBERT, P., KÖNIG, D., BERG, A. (2005): Ernährungsempfehlungen für Sporttreibende- Gesundheitsvorteile auch für die Gesamtbevölkerung? *J. Ernährungsmed.* 7/1, 14-21.

DEL COSO, J., ESTEVEZ, E., MORA-RODRIGUEZ, R. (2009): Caffeine during exercise in the heat: thermoregulation and fluid-electrolyte balance. *Med Sci Sports Exerc.* 41 (1), 164-173.

DGE-Arbeitskreis „Sport und Ernährung“ (2001^a): Proteine und Kohlenhydrate im Breitensport. Online unter URL:

<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=283>; 07.11.2009, 16:15h

DGE-Arbeitskreis „Sport und Ernährung“ (2001^b): Antioxidantien in der Sporternährung. Online unter URL:

<http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=291>; 16.12.2009, 10:45h

DIEDRICH, H. (2002): Nahrungs-Ergänzungsmittel. Sinn und Unsinn beim Einsatz im Sport. Sport und Buch Strauß, Köln.

DI SANTOLO, M., STEL, G., BANFI, G. (2008): Anemia and iron status in young fertile non-professional female athletes. Eur J Appl Physiol. 102 (6), 703-709.

DUFFIELD-LILLICO, A.J., SLATE, E.H., REID, M.E. (2003): Selenium supplementation and secondary prevention of nonmelanoma skin cancer in a randomized trial. J Natl Cancer Inst. 95 (19), 1477-1481.

ELMADFA, I. (2004): Ernährungslehre. Eugen Ulmer, Stuttgart.

ELMADFA I., LEITZMANN, C. (2004): Ernährung des Menschen. Eugen Ulmer, Stuttgart.

ELMADFA, I., FREISLING, H., KÖNIG, J. (2003): Österreichischer Ernährungsbericht 2003, Wien.

ELMADFA, I., FREISLING, H., NOVAK, V. (2009): Österreichischer Ernährungsbericht 2008, Wien.

ENGELS, H.J., FAHLMAN, M.M., WIRTH, J.C. (2003): Effects of ginseng on secretory IgA, performance, and recovery from interval exercise. Med Sci Sports Exerc. 35 (4), 690-696.

- FOSKETT, A., WILLIAMS, C., BOOBIS, L. (2008):** Carbohydrate availability and muscle energy metabolism during intermittent running. *Med Sci Sports Exerc.* 40 (1), 96-103.
- GLEESON, M. (2007):** Immune function in sport and exercise. *J Appl. Physiol.* 103 (2), 693-699.
- GLEESON, M., PYNE, D.B., CALLISTER, R. (2004):** The missing links in exercise effects on mucosal immunity. *Exerc Immunol Rev.* 10, 107-128.
- GMEINER, G. (2002):** Methandienon in Sportnahrung. *Österr J Sportmed.* 2, 33-34.
- GORALCZYK, R. (2009):** Beta-carotene and lung cancer in smokers: review of hypotheses and status of research. *Nutr Cancer* 61 (6), 767-774.
- GRAF, C., HOLTZ, K. (2008):** Körperliche Aktivität - Ernährungsspezifische Aspekte bei Kindern und Jugendlichen. *Ernährung* 5, 205-209.
- HABER, P. (2009):** Leitfaden zur medizinischen Trainingsberatung - Rehabilitation bis Leistungssport. Springer Verlag, Wien.
- HAHN, A. (2006):** Nahrungsergänzungsmittel und ergänzende bilanzierte Diäten. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart.
- HAHN, A., HAGENMEYER, M. (2007):** Nahrungsergänzungsmittel und diätetische Lebensmittel-Teil1. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 147/17, 50-61.
- HAHN, A., STRÖHLE, A. (2007):** Nahrungsergänzungsmittel und diätetische Lebensmittel-Teil2. *Dtsch. Apoth. Ztg.* 147/18, 64-76.
- HARTLEB, B. (2000):** Akzeptanz, Nachfrage und ernährungsphysiologische Beurteilung von Sportnahrungen im Breitensport. Dipl. Wien.
- HATHCOCK, J.N., SHAO, A. (2006):** Risk assessment for coenzyme Q10 (Ubichinone). *Regul Toxicol Pharmacol.* 45 (3), 282-288.

- HIPP, AA., NIESS, AM.** (2008): Vitamine im Sport-Nutzen oder Risiko? Dts Z Sportmed 59/3, 76-77.
- HÜTTHALER-BRANDAUER, R. E.** (2009): Health-Claims-Judikatur. Ernährung 33, 385-387.
- ITOH, R., NISHIYAMA, N., SUYAMA, Y.** (1998): Dietary protein intake and urinary excretion of calcium: a cross-sectional study in a healthy Japanese population. Am J Clin Nutr. 67 (3), 438-444.
- KATAJA-TUOMOLA, M.K., KONTTO, J.P., MÄNNISTÖ, S.** (2010): Effect of alpha-tocopherol and beta-carotene supplementation on macrovascular complications and total mortality from diabetes: results of the ATBC Study. Ann Med. 42 (3), 178-186.
- KERKSICK, C., HARVEY, T., STOUT, J.** (2008): International Society of Sports Nutrition position stand: nutrient timing. J Int Soc Sports Nutr. 3, 5-17.
- KÖNIG, D., GRATHWOHL, D., DEIBERT, P.** (2000): Sport und Infekte der oberen Atemwege- Epidemiologie, Immunologie und Einflussfaktoren. Dts Z Sportmed 51/7+8, 244-250.
- KONOPKA, P.** (1998): Sporternährung- Leistungsförderung durch vollwertige und bedarfsangepasste Ernährung. BLV Sportwissen, München.
- KRAMER, A.** (2006): Boom-Markt Nahrungsergänzungsmittel. In: Wirtschaftsblatt, 25.07.2006. Online unter URL: <http://www.wirtschaftsblatt.at/archiv/56937/index.do>; 13.11.2009; 10:00h
- KREIDER, R.B., WILBORN, C.D., TAYLOR, L.** (2010): ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. J Int Soc Sports Nutr. 7.
- KULAPUTANA, O., THANAKOMSIRICHOT, S., ANOMASIRI, W.** (2007): Ginseng supplementation does not change lactate threshold and physical performances in physically active Thai men. J Med Assoc Thai, 90 (6), 1172-1179.

- LAMPRECHT, M.** (2005): Ernährung, oxidativer Stress und Sport. *E&M* 20/3, 140-142.
- LI, T.L., GLEESON, M.** (2005): The effects of carbohydrate supplementation during the second of two prolonged cycling bouts on immunoendocrine responses. *Eur J Appl Physiol.* 95 (5-6), 391-399.
- LONN, E., BOSCH, J., YUSUF, S.** (2005): Effects of long-term vitamin E supplementation on cardiovascular events and cancer: a randomized controlled trial. *JAMA* 293 (11), 1338-1347.
- LUKASKI, H.C.** (2004): Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition* 20 (7-8), 632-644.
- MACDONALD, L., FOSTER, B.C., AKHTAR, H.** (2009): Food and therapeutic product interactions- a therapeutic perspective. *J Pharm Pharmaceut Sci* 12 (3), 367-377.
- MALM, C., SVENSSON, M., SJÖBERG, B.** (1996): Supplementation with ubiquinone-10 causes cellular damage during intense exercise. *Acta Physiol Scand.* 157 (4), 511-512.
- MANNHART, C., COLOMBANI, P.** (2001): Grundlagen der Sporternährung- die elementare Bedeutung der Energie-, Makronährstoff- und Flüssigkeitszufuhr. Online unter URL: http://www.sfsn.ethz.ch/PDF/Mannhart_Colombani_SZSM2001.pdf; 07.11.2009; 21:15h
- MANNHART, C.** (2003): Aktuelle Leistungsförderer im Sport. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 51/1, 58-79.
- MARCHIOLI, R., LEVANTESI, G., MACCHIA, A.** (2006): Vitamin E increases the risk of developing heart failure after myocardial infarction: Results from the GISSI-Prevenzione trial. *J Cardiovasc Med.* 7 (5), 347-350.
- MAUGHAN, R.J., GRIFFIN, J.** (2003): Caffeine ingestion and fluid balance: a review. *J Hum Nutr Diet.* 16 (6), 411-420.

- MCCLUNG, J.P., KARL, J.P., WILLIAMS, K.W. (2009):** Randomized, double-blind, placebo-controlled trial of iron supplementation in female soldiers during military training: effects on iron status, physical performance, and mood. *Am J Clin Nutr.* 90 (1), 124-131.
- METTLER, S. (2004):** Ferrum - ein Mineralstoff im Sport. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 52/3, 105-119.
- METTLER, S. (2008):** Essen und Trinken im Sport. *Tabula* 3, 4-7.
- MONTAIN, S.J., CHEUVRONT, S.N., LUKASKI, H.C. (2007):** Sweat mineral-element responses during 7 h of exercise-heat stress. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 17 (6), 574-582.
- MOREIRA, A., KEKKONEN, R.A., DELGADO, L. (2007):** Nutritional modulation of exercise-induced immunodepression in athletes: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Nutr.* 61 (4), 443-460.
- MOSER, D., (2000):** Die Notwendigkeit von Nahrungsergänzungen im Sport-Breitensport versus Leistungssport. *Dipl. Wien.*
- MUÑOZ, M.E., GALAN, A.I., PALACIOS, E. (2009):** Effect of an antioxidant functional food beverage on exercise-induced oxidative stress: A long-term and large-scale clinical intervention study. *Toxicology.* (24).
- NIEBER, K., FELKE, S., SCHMALZ, A. (2007):** Coffein - Genussmittel und Arzneistoff. Online unter URL: <http://www.pharmazeutische-zeitung.de/index.php?id=2523&type=0>; 06.01.2010, 13:15h
- NIEMAN, D.C. (2003):** Current perspective on exercise immunology. *Curr. Sports Med. Rep.* 2 (5), 239-242.
- ÖGE (2008):** Nahrungsergänzungsmittel. Online unter URL: <http://www.oege.at/>; 13.11.2009, 09:00h

PEDERSEN, D.J., LESSARD, S.J., COFFEY, V.G. (2008): High rates of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. *J Appl Physiol.* 105 (1), 7-13.

PETERSEN, A.M., PEDERSEN, B.K. (2005): The anti-inflammatory effect of exercise. *J Appl. Physiol.* 98 (4), 1154-1162.

PLATEN, P. (2002): Mikronährstoffe in der Sportmedizin. In: BIESALSKI, H.K., KÖHRLE, J., SCHÜMANN, K.: Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Prävention und Therapie mit Mikronährstoffen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 326-342.

RIEDL, T., KINDL, G. (2006): Sportler in der Apotheke. Govi-Verlag, Eschborn.

ROTI, M.W., CASA, D.J., PUMERANTZ, A.C. (2006): Thermoregulatory responses to exercise in the heat: chronic caffeine intake has no effect. *Aviat Space Environ Med.* 77 (2), 124-129.

ROUSSEAU, A.S., MARGARITIS, I., ARNAUD, J. (2006): Physical activity alters antioxidant status in exercising elderly subjects. *J Nutr. Biochemistry* 17, 463-470.

SCHEK, A. (2007): Rundum fit mit Sport und Ernährung. *aid infodienst* 1243, 1-60.

SCHEK, A. (2008^a): Die Ernährung des Sportlers. *Ernährungsumschau* 6, 362-370.

SCHEK, A. (2008^b): Grundlagen der Sportlerernährung. *Ernährung - Wissenschaft und Praxis* 5, 196-204.

SCHNEIDER, E., SCHERER, R.A., JANSSENS, M.J.J. (2006): Argentinischer Mate-Tee: Verwendung – Verarbeitung - Geschmacksprofil. *Deutsche Lebensmittel-Rundschau* 7, 313-318. Online unter URL: http://www.tropen.uni-bonn.de/new_website/englische_seiten/Home/docs/Schneider313-318_DLR-2006.pdf; 08.01.2010, 16:00h

SGE (2008): Ernährung für sportlich aktive Erwachsene. Online unter URL:
http://www.sge-ssn.ch/fileadmin/pdf/100-ernaehrungsthemen/60-ernaehrungsformen_lebensstil/Merkblatt_Ernaehrung_fuer_sportlich_aktive_Erwachsenen.pdf; 14.11.2009, 21:00h

STEHLE, P. (2004): Sport und Ernährung. In: BIESALSKI, H.K., FÜRST, P., KASPER, H., et al.: Ernährungsmedizin. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 231-237.

TARNOPOLSKY, M.A. (2004): The Influence of Gender Differences in Metabolism upon Nutritional Recommendations for Athletes. *Principles of Gender-Specific Medicine*, 729-736.

TEIXEIRA, V.H., VALENTE, H.F., CASAL, S.I. (2009): Antioxidants do not prevent postexercise peroxidation and may delay muscle recovery. *Med Sci Sports Exerc.* 41 (9), 1752-1760.

WATSON, T.A., CALLISTER, R., TAYLOR, R.D. (2005): Antioxidant restriction and oxidative stress in short-duration exhaustive exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 37 (1), 63-71.

WHO (World Health Organization) (2004): 1. Concepts, definitions and approaches used to define nutritional needs and recommendations. Online unter URL:
http://whqlibdoc.who.int/publications/2004/9241546123_chap1.pdf; 20.04.2010, 20:00h

ZIMMERMANN, M., SCHURGAST, H., BURGSTEIN, U. (¹2007): Burgsteins Handbuch Nährstoffe. Haug, Stuttgart.

8. Anhang

MAGNESIUM TABLETTEN 400



Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Magnesium

Verabreichungsform und Dosierung: Täglich 1 Tablette mit reichlich Flüssigkeit (z.B. ½ Glas Wasser) schlucken.

Werbeaussagen: Für aktive und vitale Muskeln bei Sport und hoher körperlicher Belastung

Bei Sport und hoher körperlicher Belastung, aber auch bei unausgewogener Ernährung sollte man auf eine ausreichende Zufuhr von Magnesium achten.

Magnesium aktiviert eine Vielzahl lebenswichtiger Enzyme, die unter anderem den Energiestoffwechsel in den Muskelzellen unterstützen. Eine ausreichende Versorgung mit Magnesium ist daher wichtig für die Aufrechterhaltung und Vitalisierung der Muskelfunktionen. Abtei Magnesium 400 konzentriert einen hohen Magnesium-Gehalt in einer einzigen Tablette.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge sollte nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung sowie eine gesunde Lebensweise. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren. Es kann eine leicht abführende Wirkung eintreten. Bei gleichzeitiger Einnahme von Abführmitteln oder Mitteln gegen Sodbrennen/saures Aufstoßen, die ebenfalls Magnesium enthalten, sollte auf den zusätzlichen Verzehr von Magnesium 400 verzichtet werden. Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion sollten vor dem Verzehr ihren Arzt befragen.

Inhaltsmenge: 39,5 g

Hersteller/Vertrieb: Abtei Pharma Vertriebs GmbH

Preis/100 g: 11,87 Euro

Zutaten: Magnesium: 400 mg/d (RDA: 133%)

MAGNESIUM

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Magnesium

Verabreichungsform und Dosierung: 1-2 Kautabletten pro Tag zu beliebiger Zeit. In Verbindung mit sportlichen oder körperlichen Aktivitäten zeitlich vor Beginn der Aktivität.

Werbeaussagen: für Herz, Nerven und Muskeln; wichtig für entspannte Muskeln

Die Kautabletten enthalten das für den Menschen lebenswichtige Magnesium in hoher Konzentration. Herz, Nerven und Muskeln brauchen diesen Mineralstoff. So ist zum Beispiel jeder Muskel auf ausreichende Versorgung mit Magnesium angewiesen. Das gilt insbesondere für die stark beanspruchte Muskulatur in Waden, Händen und Füßen sowie für den allzeit geforderten Herzmuskel. Der Körper kann Magnesium nicht selbst produzieren, weshalb eine ausreichende Zufuhr über die Nahrung erforderlich ist. Jede der wohlschmeckenden Magnesium Kautabletten entspricht dem Magnesiumgehalt von zwei bis drei Bananen.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge sollte nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel ersetzen keine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung. Für kleine Kinder unzugänglich aufbewahren. Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken.

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Inhaltsmenge: | 60 g |
| Hersteller/Vertrieb: | Biolabor (intact GmbH) |
| Preis/100 g: | 5,32 Euro |
| Zutaten: | Energie: 7,2 kcal/d |
| | Protein: 0 g/d |
| | Kohlenhydrat: 2,7 g/d |
| | Fett: <0,1 g/d |
| | Magnesium: 300 mg/d (RDA: 100%) |

MAGNESIUM+CALCIUM D₃

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Süßungsmitteln

Verabreichungsform und Dosierung: Täglich 1 Brausetablette in einem großen Glas Wasser (ca. 300 ml) auflösen.

Werbeaussagen: Leistung; Mineralversorgung bei starker Belastung

Bei starker körperlicher Belastung verbraucht der Körper in erhöhtem Maße die Mineralien Magnesium und Calcium. Es kommt zu einem verstärkten Verlust an diesen wichtigen Vital-Stoffen über den Schweiß im 2:1-Verhältnis, wovon insbesondere Sportler betroffen sind. Stehen dem Körper Magnesium und Calcium nicht in ausreichendem Maße zur Verfügung, können eine Vielzahl an Stoffwechselprozessen nicht optimal verlaufen. Magnesium, aber auch Calcium, ist wesentlich am Funktionieren der Muskeln und Nerven beteiligt. biovital Magnesium + Calcium D3 stellt dem Körper mit nur 1 Brausetablette 750 mg Calcium und 375 mg Magnesium zur Verfügung. Dies entspricht genau dem 2:1-Verhältnis, mit dem diese Mineralstoffe dem Körper über den Schweiß verloren gehen. Zusätzlich sind die für starke Knochen wichtigen Vitamine C und K₁ sowie der Einbauhelfer Vitamin D3 enthalten. Mit dem idealen 2:1-Verhältnis von biovital Magnesium + Calcium D3 wird der Körper in Phasen hoher Beanspruchung optimal mit Calcium und Magnesium versorgt.

Warnhinweise: Die tägliche Verzehrsempfehlung darf nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren. Enthält eine Phenylalaninquelle.

Inhaltsmenge: 220 g

Hersteller/Vertrieb: biovital (Bad Heilbrunner Naturheilmittel GmbH&Co)

Preis/100 g: 2,04 Euro

Zutaten:

| | |
|--------------------------|----------------------|
| Energie: | 22,7 kcal/d |
| Protein: | 0,04 g/d |
| Kohlenhydrat: | 0,47 g/d |
| Fett: | 0,01 g/d |
| Magnesium: | 375 mg/d (RDA: 125%) |
| Vitamin C: | 80 mg/d (RDA: 133%) |
| Vitamin D ₃ : | 5 µg/d (RDA: 100%) |
| Vitamin K ₁ : | 30 µg/d |
| Calcium: | 750 mg/d (RDA: 93%) |

ENERGY FORMULA

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich 1 Kapsel mit etwas Flüssigkeit einnehmen.

Werbeaussagen: muskulatur, körperliche leistung

Stress, körperliche Belastungen und Sport führen zu einem erhöhten Bedarf an Magnesium. Dieser essentielle Nährstoff spielt eine entscheidende Rolle beim Energiestoffwechsel. Vitamin E unterstützt die Funktionsfähigkeit von Muskulatur und Nervensystem.

Warnhinweise: Nicht über 25°C, trocken und für Kinder unerreichbar lagern. Nahrungsergänzungen nicht als Ersatz für abwechslungsreiche Ernährung und über die empfohlene Tagesdosierung hinaus verwenden.

Inhaltsmenge: 77,22 g

Hersteller/Vertrieb: the wellness company

Preis/100 g: 9,41 Euro

Zutaten:

| | |
|---------------|----------------------|
| Energie: | 4,7 kcal/d |
| Protein: | 0,21 g/d |
| Kohlenhydrat: | 0 g/d |
| Fett: | 0,41 g/d |
| Magnesium: | 300 mg/d (RDA: 100%) |
| Vitamin E: | 20 mg/d (RDA: 200%) |

MAGNESIUM-KALIUM STICKS



Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 2 x täglich den Inhalt eines Beutels portionsweise direkt auf die Zunge geben. Einnahme erfolgt ohne Wasser.

Werbeaussagen: Zur Unterstützung bei Sport und körperlicher Anstrengung

Erhöhter Bedarf an Magnesium und Kalium besteht vor allem bei körperlicher Belastung, Sport und in Stresssituationen. Magnesium spielt bei der Muskelentspannung, Nervenfunktion und Knochenbildung eine Rolle. Kalium ist ein lebenswichtiger Mineralstoff, der unter anderem für die Regulation des Wasserhaushaltes in Kombination mit Natrium zuständig ist. Vor allem bei erhöhter, körperlicher Belastung, wie z.B. Sport, kann eine zusätzliche Zufuhr von Kalium und Magnesium sinnvoll sein. In solchen Situationen schwitzt der Körper stärker und verliert dadurch die genannten Mineralstoffe. Durch fit+Vital Magnesium-Kalium Sticks kann der Ausgleich unterstützt werden.

Warnhinweise: Die täglich empfohlene Verzehrsmenge darf nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung sowie eine gesunde Lebensweise. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren. Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken. Enthält eine Phenylalaninquelle.

Inhaltsmenge: 60 g

Hersteller/Vertrieb: fit+Vital (PharCoNa GmbH)

Preis/100 g: 4,15 Euro

Zutaten:

| | |
|---------------|---------------------|
| Energie: | 19,6 kcal/d |
| Protein: | 0,03 g/d |
| Kohlenhydrat: | 4,84 g/d |
| Fett: | 0,01 g/d |
| Magnesium: | 200 mg/d (RDA: 67%) |
| Kalium: | 200 mg/d |

KALIUM PLUS MAGNESIUM CALCIUM

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Mineralstoffen

Verabreichungsform und Dosierung: 4 mal täglich 1 Tablette unzerkaut mit etwas Flüssigkeit einnehmen.

Werbeaussagen: Wichtig für den Elektrolythaushalt bei sportlicher Betätigung Kalium, Magnesium und Calcium sind drei Elektrolyte, die für den menschlichen Organismus von großer Bedeutung sind. Durch die Zufuhr dieser lebenswichtigen Nährstoffe wird das natürliche Elektroly-Gleichgewicht,

welches besonders für ein geregeltes Zusammenspiel von Muskeln und Nerven wichtig ist, unterstützt. In besonderen Situationen, wie zum Beispiel bei starker körperlicher Anstrengung im Sport, kann es zu einem erhöhten Bedarf an Kalium, Magnesium und Calcium kommen. Dadurch, dass der Körper über den Schweiß diese Nährstoffe zum Teil verliert und sie nicht selbst herstellen kann, ist es sinnvoll, diese über ein Nahrungsergänzungsmittel zuzuführen. Gerade bei intensiver körperlicher Aktivität sollte auf eine ausreichende Zufuhr geachtet werden, da Kalium, Magnesium und Calcium am Stoffwechselprozess der Muskeln und Nerven beteiligt sind. Sie spielen eine entscheidende Rolle bei der Kontraktionsfähigkeit der Muskulatur und der Aufrechterhaltung der normalen Nervenfunktion. Somit sind Kalium, Magnesium und Calcium drei Elektrolyte, die von besonderer Bedeutung bei der Aktivität von Muskeln und Nerven sind.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge sollte nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sollten nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung verwendet werden. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren.

Inhaltsmenge: 48 g

Hersteller/Vertrieb: Abtei Pharma Vertriebs GmbH

Preis/100 g: 10,96 Euro

Zutaten:

| | |
|------------|---------------------|
| Magnesium: | 225 mg/d (RDA: 75%) |
| Calcium: | 512 mg/d (RDA: 64%) |
| Kalium: | 900 mg/d |

SELEN PLUS A-C-E

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Selen, beta-Carotin und den Vitaminen C und E

Verabreichungsform und Dosierung: täglich 1 Kapsel mit Flüssigkeit (z.B. ½ Glas Wasser) einnehmen.

Werbeaussagen: Zur Nahrungsergänzung bei körperlicher Belastung, Stress und Diät-Kuren

Warnhinweise: Die empfohlene tägliche Verzehrsmenge soll nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung sowie eine gesunde Lebensweise. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren.

Inhaltsmenge: 25 g

Hersteller/Vertrieb: fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH)

Preis/100 g: 11,80 Euro

Zutaten:

| | |
|---------------|-----------------------|
| Energie: | 2,2 kcal/d |
| Protein: | 0,09 g/d |
| Kohlenhydrat: | 0,04 g/d |
| Fett: | 0,15 g/d |
| Selen: | 50 µg/d |
| Vitamin C: | 100 mg/d (RDA: 167%) |
| Vitamin E: | 16,8 mg/d (RDA: 168%) |
| Vitamin A: | 330 µg/d (RDA: 42%) |
| β-Carotin: | 2 mg/d |

LECITHIN LINOLSÄURE-GRANULAT

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 3 x täglich 1 Kaffeelöffel (3,5 g) pur oder in Speisen und Getränken.

Werbeaussagen: Zur Leistungssteigerung bei erhöhter Beanspruchung, besonders für Nerven, Herz, Muskeln. Senkt den Cholesterinspiegel.

Warnhinweise: Die empfohlene Menge sollte nicht überschritten werden. Kühl und trocken und außerhalb der Reichweite von Kindern lagern.

Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene Ernährung.

Inhaltsmenge: 200 g

Hersteller/Vertrieb: BIODIÄT GmbH

Preis/100 g: 3,65 Euro

Zutaten: Entölte Sojaphospholipide

LECITHIN-GRANULAT

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: Erwachsene 14 g (4 Teelöffel) pro Tag, Kinder ab 4 Jahren 7 g (2 Teelöffel) pro Tag. Lecithin-Granulat pur oder in ein Glas Milch, Saft, Joghurt oder Müsli eingerührt.

Werbeaussagen: Wichtig für Konzentration und Leistung.

Lecithin ist ein Naturprodukt. Es liefert Phospholipide, essentielle Fettsäuren, Cholin und Inositol. Diese bioaktiven Substanzen sind für die Atmung und den Stoffwechsel der Gehirn- und Nervenzellen sehr wichtig. Für alle, die unter körperlicher oder geistiger Belastung stehen, wie Sportler, Schulkinder oder Berufstätige und für Menschen, die sich nach einer Krankheit in der Genesungsphase befinden, kann eine Nahrungsergänzung mit Lecithin sinnvoll sein.

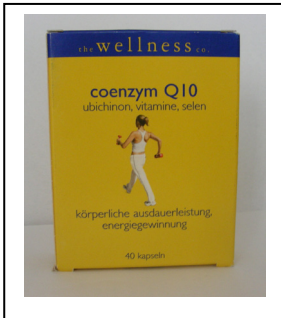
Warnhinweise: Die empfohlene tägliche Verzehrsmenge soll nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung sowie eine gesunde Lebensweise. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren.

Inhaltsmenge: 300 g

Hersteller/Vertrieb: fit+Vital (VITALIA Vertriebs GmbH)

Preis/100 g: 1,58 Euro

| | | |
|-----------------|--------------------------|------------|
| Zutaten: | Energie: | 100 kcal/d |
| | Protein: | 0 g/d |
| | Kohlenhydrat: | 1,12 g/d |
| | Fett: | 11,8 g/d |
| | Phosphatidylcholin: | 3,22 g/d |
| | Phosphatidylethanolamin: | 2,8 g/d |
| | Phosphatidylinosit: | 1,96 g/d |
| | Andere Phospholipide: | 2,24 g/d |

COENZYM Q₁₀

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich 1 Kapsel vor einer Mahlzeit mit etwas Flüssigkeit unzerkaut einnehmen.

Werbeaussagen: körperliche Ausdauerleistung, energiegewinnung

Coenzym Q 10 hat eine zentrale Stellung im Energiestoffwechsel der Zellen. Eine ausreichende Versorgung mit Coenzym Q10 zeigt einen positiven Effekt bei körperlicher Ausdauerleistung.

Warnhinweise: Nicht über 25°C, trocken und für Kinder unerreichbar lagern. Nahrungsergänzungen nicht als Ersatz für abwechslungsreiche Ernährung und über die empfohlene Tagesdosierung hinaus verwenden.

Inhaltsmenge: 17,32 g

Hersteller/Vertrieb: the wellness company

Preis/100 g: 54,62 Euro

Zutaten:

| | |
|---------------------------|----------------------|
| Energie: | 2 kcal/d |
| Protein: | 0,14 g/d |
| Kohlenhydrat: | 0 g/d |
| Fett: | 0,16 g/d |
| Selen: | 100 µg/d |
| Vitamin E: | 12 mg/d (RDA: 120%) |
| Vitamin B ₂ : | 1,5 mg/d (RDA: 94%) |
| Folsäure: | 300 µg/d (RDA: 150%) |
| Coenzym Q ₁₀ : | 15 mg/d |

L-CARNITIN

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Citrus Geschmack und mit Süßungsmitteln

Verabreichungsform und Dosierung: Eine Ampulle 30 min vor dem Training austrinken.

Werbeaussagen: L-Carnitin spielt eine Schlüsselrolle bei der Energiebereitstellung im Fettstoffwechsel und ist damit speziell für Kraft- und Ausdauersport geeignet.

Warnhinweise: Die empfohlene Tagesmenge von einer Ampulle sollte nicht überschritten werden. L-Carnitin ist ein Nahrungsergänzungsmittel und somit kein Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung. Das Produkt ist außerhalb der Reichweite von Kindern zu lagern.

Inhaltsmenge: 500 ml

Hersteller/Vertrieb: Power System (WELL PLUS TRADE GmbH)

Preis/100 ml: 4,20 Euro

Zutaten:

| | |
|---------------|-----------|
| Energie: | 2 kcal/d |
| Protein: | <1,0 g/d |
| Kohlenhydrat: | <1,0 g/d |
| Fett: | <1,0 g/d |
| L-Carnitin: | 1000 mg/d |

L-CARNITIN SPORTS

Sachbezeichnung: Kautabletten mit Süßungsmittel, ohne Zuckerzusatz

Verabreichungsform und Dosierung: 2 Kautabletten täglich. In Verbindung mit sportlichen oder körperlichen Aktivitäten empfehlen wir den Verzehr ca. 2 Stunden vor Beginn.

Werbeaussagen: wichtig für die Fettverbrennung

L-Carnitin wird vom Organismus für die körpereigene Energiegewinnung und den effizienten Fettstoffwechsel benötigt. Besonders bei Dauerleistungen unter mittlerer Belastung bezieht der Körper seinen Energiebedarf verstärkt aus der Fettverwertung. L-Carnitin ist maßgeblich an der Umwandlung von Fett in Energie beteiligt. Es transportiert die Fettsäuren in die Mitochondrien, die im Innern der Muskelzellen wie kleine Energiekraftwerke arbeiten und das Fett verbrennen. L-carnitin sports Kautabletten können insbesondere in Verbindung mit sportlichen Aktivitäten die Umwandlung von Nahrungsfetten in Muskelenergie unterstützen. Neben körperlicher oder sportlicher Belastung sind Stress, Schwangerschaft, Stillzeit und gesundheitliche Probleme weitere mögliche Ursachen für einen höheren L-Carnitin Bedarf.

Warnhinweise: Kann bei übermäßigem Verzehr abführend wirken.

Inhaltmenge: 60 g

Hersteller/Vertrieb: Biolabor GmbH&Co.KG

Preis/100 g: 14,42 Euro

Zutaten:

| | |
|----------------|-------------|
| Energie: | 11,1 kcal/d |
| Protein: | 0,3 g/d |
| Kohlenhydrat: | 3,4 g/d |
| davon Zucker: | <0,1 g/d |
| Fett: | 0,14 g/d |
| Ballaststoffe: | <0,1 g/d |
| L-Carnitin: | 300 mg/d |

L-CARNITIN+MAGNESIUM



Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: Täglich 1 Tablette mit ausreichend Flüssigkeit unzerkaut einnehmen. Die Tabletten können bei Bedarf in zwei Hälften zerteilt werden.

Werbeaussagen: Wichtig für Fett- und Energiestoffwechsel, Herz und Muskeln bei Sport und Ausdauer

Besonders in Zeiten starker körperlicher Belastung sowie in Stresssituationen braucht der Körper zur Erhaltung seiner Leistungsfähigkeit ausreichend Nährstoffe. Der lebensnotwendige Mineralstoff Magnesium und L-Carnitin sind zwei Nährstoffe, die wichtig für Herz, Muskeln und Leistungsfähigkeit sind. Bei unausgewogener oder fleischarmer Ernährung, Stress und starker körperlicher Belastung, ist die Versorgung des Körpers mit Magnesium und L-Carnitin jedoch nicht immer optimal. Bei körperlicher oder sportlicher Belastung sowie in Stresssituationen kann der Bedarf erhöht sein. Magnesium ist ein lebensnotwendiger Mineralstoff, den der Körper nicht selbst herstellen kann. Eine ausreichende Magnesiumzufuhr ist wichtig für die Energieversorgung unserer Körperzellen. Magnesium spielt eine bedeutende Rolle bei der Aktivierung von Enzymen und ist somit für den Energiestoffwechsel, die Funktion der Nervenzellen und des Muskelapparates unerlässlich. Auch der Herzmuskel, der Tag für Tag belastet wird, ist auf Magnesium angewiesen. L-Carnitin ist eine körpereigene Substanz und spielt eine zentrale Rolle im Energie- und Fettstoffwechsel. Es wird für die Umwandlung von Fett in Energie benötigt und ist somit wichtig für die Energiefreisetzung bzw. -bereitstellung. Seine Aufgabe besteht darin, Fettstoffe zu den Zellen zu transportieren, wo sie in Energie umgewandelt werden. L-Carnitin ist maßgeblich an der Umwandlung von Fett in Energie beteiligt. Es transportiert die Fettsäuren in die Mitochondrien, die im Innern der Muskelzelle wie kleine Energiekraftwerke arbeiten und das Fett verbrennen. Steht dem Körper nicht ausreichend L-Carnitin zur Verfügung, kann das Fett nicht in optimaler Weise als Energieträger verwendet werden. Magnesium und L-Carnitin übernehmen wichtige Stoffwechselfunktionen und sind am Muskelstoffwechsel und der Energiefreisetzung beteiligt. Beide Nährstoffe benötigt der Körper zur Energiegewinnung bzw. zur Energiebereitstellung aus Fett.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge darf nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung und eine gesunde Lebensweise. Für kleine Kinder unzugänglich aufbewahren.

| | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Inhaltsmenge: | 35,7 g |
| Hersteller/Vertrieb: | Doppelherz (Queisser Pharma) |
| Preis/100 g: | 27,93 Euro |
| Zutaten: | Magnesium: 175 mg/d (RDA: 58%) |
| | L-Carnitin: 300 mg/ |

EIWEISS 90

Sachbezeichnung: Pulver mit 89% Eiweiß zur Herstellung eines proteinreichen Drinks mit Vitamin B₆.

Verabreichungsform und Dosierung: 1 Portion (=25 g) = ca. 3 gehäufte Esslöffel Pulver in 250 ml Wasser oder Milch (1,5% Fett) einrühren.

Bei Ausdauersport (z.B. Mittel-, Langstreckenlauf, Skilanglauf und Langstreckenschwimmen): über den Tag verteilt 1-2 Portionen, spätestens 1 Stunde vor dem Training. Bei Schnellkraftsport (z.B. Sprints, Hoch- und

Weitsprung, Mehrkampf, Kunstturnen, Karate) und Kraftsport: täglich 2-3

Portionen, am besten zu den normalen Mahlzeiten, bis zu 2 Stunden vor und nach dem Training. Bei allgemeiner Belastung, wie Stress oder körperlicher Belastung: über den Tag verteilt 1-2 Portionen.

Werbeaussagen: Für Muskelaufbau und Regeneration

Eiweiß macht, nach Wasser, den größten Anteil der Körpermasse aus. Es ist wesentlicher Bestandteil der Muskulatur und an zahlreichen Stoffwechselfunktionen beteiligt. Große Teile der Bevölkerung ernähren sich nicht optimal, bevorzugen ungesunde, unausgewogene, einseitige Ernährung, wie z.B. Fastfood und essen dabei zu wenig Gemüse, Obst etc. Bei einer solchen unausgewogenen Ernährung kann der tägliche Eiweißbedarf nicht immer gedeckt werden. In diesen Fällen kann gerade bei sportlicher Betätigung, wie z.B. Fitnessaktivitäten, Figurstraffung, Ausdauertraining und Aerobic der tägliche Eiweißbedarf steigen. In derartigen Situationen empfehlen Ernährungswissenschaftler, diesen zusätzlichen Eiweißbedarf durch Eiweißkonzentrat zu decken. Eiweiß 90 ist ein Proteinkonzentrat zur bestmöglichen Regeneration. Regelmäßig verzehrt, deckt es den erhöhten Eiweißbedarf bei intensivem sportlichen Training. Das geschmacksneutrale Pulver eignet sich hervorragend zum Einrühren in Müsli, Joghurt oder Quark.

Warnhinweise: fehlen

Inhaltsmenge: 300 g

Hersteller/Vertrieb: Das gesunde Plus (dm-drogerie markt)

Preis/100 g: 2,12 Euro

Zutaten:

| | | | |
|---------------|------------|--------------------------|----------------------|
| Energie: | 426 kcal/d | Ballaststoffe: | <0,1 g/d |
| Protein: | 62 g/d | Vitamin B ₆ : | 4 mg/d (RDA: 162%) |
| Kohlenhydrat: | 24 g/d | Calcium: | 950 mg/d (RDA: 118%) |
| davon Zucker: | 24 g/d | Natrium: | 0,4 g/d |
| Fett: | 9,2 g/d | Phosphor: | 740 mg/d (RDA: 92%) |

LANGZEIT-VITAMIN C



Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Vitamin C

Verabreichungsform und Dosierung: Täglich 1 Kapsel morgens vor dem Frühstück mit reichlich Flüssigkeit (z.B. ½ Glas Wasser) schlucken.

Werbeaussagen: Bei intensiver körperlicher Betätigung und geistigem Stress Da Vitamin C der Gruppe der wasserlöslichen Vitamine angehört, kann der Körper größere Mengen an Vitamin C nicht speichern - der Überschuss wird ungenutzt wieder ausgeschieden. Daher sollte dieses wichtige Vitamin über den

ganzen Tag verteilt zugeführt werden. Genau dafür sorgen Abtei Langzeit Vitamin C Kapseln mit Zeitperlen. Durch die zeitversetzte Vitamin-Freigabe wird dem Körper mit nur einer Kapsel über mehrere Stunden hinweg Vitamin C zugeführt. Der Vitamin C-Bedarf kann in Belastungssituationen - bei intensiver körperlicher Betätigung, geistigem Stress und negativen Umwelteinflüssen - deutlich erhöht sein. So haben z. B. Raucher mit 150 mg pro Tag einen höheren Vitamin C-Bedarf als Nichtraucher. Einen erhöhten Bedarf haben insbesondere auch Schwangere und Stillende. Durch äußere Einflüsse, wie z.B. mangelhafte Lagerung und Verarbeitung kann es gelegentlich dazu kommen, dass der Vitamin C-Gehalt in der Nahrung erheblich gemindert ist. Bei manchen Menschen im Alter, bei einseitiger Ernährung während einer Schlankheitskur oder überwiegender Ernährung mit Fast Food, kann die Versorgung mit Vitamin C zum Teil stark beeinträchtigt sein.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge sollte nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung sowie eine gesunde Lebensweise. Außerhalb der Reichweite kleiner Kinder aufbewahren.

| | |
|-----------------------------|---------------------------------|
| Inhaltsmenge: | 21 g |
| Hersteller/Vertrieb: | Abtei Pharma Vertriebs GmbH |
| Preis/100 g: | 23,71 Euro |
| Zutaten: | Vitamin C: 300 mg/d (RDA: 500%) |

VITAMIN C

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich ½ Messerspitze nach den Mahlzeiten, am besten in Wasser, Tee oder Fruchtsaft aufgelöst. Geeignet auch zum Überstreuen der Speisen anstelle von Zitronen (z.B. Obstsalat, Salat, verhindert das Verfärben).

Werbeaussagen: Vitamin C benötigt unser Körper täglich in ausreichender Menge. Insbesondere ergibt sich ein erhöhter Bedarf bei Leistungssport,

während der Schwangerschaft und Stillzeit, oder nach überstandener Krankheit, in der Wachstumsphase und im Alter. Es kann zudem eine antioxidative Wirkung als Radikalfänger entfalten.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge darf nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sollten nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung verwendet werden. Bitte außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern lagern.

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Inhaltsmenge: | 100 g |
| Hersteller/Vertrieb: | franziskus (Bio-Garten GmbH&Co.KG) |
| Preis/100 g: | 2,99 Euro |
| Zutaten: | Vitamin C: 250 mg/d (RDA: 416%) |

A-Z MULTIVITAMINE

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Vitaminen, Mineralstoffen, Spurenelementen.

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich 1 Tablette mit etwas Flüssigkeit schlucken.

Werbeaussagen: Für mehr Vitalität und Wohlbefinden

Die Versorgung mit lebenswichtigen Nährstoffen ist die Grundlage für körperliches und geistiges Wohlbefinden. Eine ausreichende Versorgung des Organismus mit essentiellen Vitaminen, Mineralstoffen und Spurenelementen ist daher wünschenswert. Aktiva A-Z Multivitamine mit Guarana enthalten wichtige Vitalstoffe die den Organismus gerade in Zeiten von erhöhter körperlicher und geistiger Belastung, beim Sport und auch in Zeiten erhöhter Infektionsgefahr unterstützen. Guarana besitzt eine anregende Wirkung und ist als Energiespender schon seit Jahrhunderten bekannt. Schon eine Tablette leistet einen wichtigen Beitrag zur Versorgung des Organismus mit Vitalstoffen und ist hilfreich für Wohlbefinden und Leistungsfähigkeit.

Warnhinweise: Die empfohlene tägliche Verzehrsmenge darf nicht überschritten werden. Nahrungsergänzungsmittel sollten nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche und ausgewogene Ernährung verwendet werden. Außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern aufbewahren.

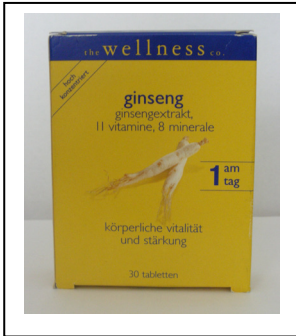
Inhaltmenge: 116 g

Hersteller/Vertrieb: aktiva (Bio-Garten GmbH&Co.KG)

Preis/100 g: 5,16 Euro

Zutaten:

| | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| Energie: | 0,4 kcal/d | Vitamin K ₁ : | 30 µg/d |
| Protein: | 0 g/d | Calcium: | 200 mg/d (RDA: 25%) |
| Kohlenhydrat: | 0,061 g/d | Magnesium: | 100 mg/d (RDA: 33%) |
| Fett: | 0,02 g/d | Eisen: | 5 mg/d (RDA: 36%) |
| Vitamin A: | 800 µg/d (RDA: 100%) | Jod: | 100 µg/d (RDA: 67%) |
| Biotin: | 150 µg/d (RDA: 100%) | Kupfer: | 1 mg/d |
| Folsäure: | 200 µg/d (RDA: 100%) | Mangan: | 2 mg/d |
| Niacin: | 18 mg/d (RDA: 100%) | Selen: | 30 µg/d |
| Pantothensäure: | 6 mg/d (RDA: 100%) | Zink: | 5 mg/d (RDA: 33%) |
| Vitamin B ₁ : | 1,4 mg/d (RDA: 100%) | Kalium: | 80 mg/d |
| Vitamin B ₂ : | 1,6 mg/d (RDA: 100%) | Phosphor: | 125 mg/d (RDA: 18%) |
| Vitamin B ₆ : | 2 mg/d (RDA: 100%) | Chlor: | 73 mg/d |
| Vitamin B ₁₂ : | 1 µg/d (RDA: 100%) | Chrom: | 60 µg/d |
| Vitamin C: | 75 mg/d (RDA: 125%) | Molybdän: | 80 µg/d |
| Vitamin E: | 10 mg/d (RDA: 100%) | Guaranaextrakt | |
| Vitamin D ₃ : | 5 µg/d (RDA: 100%) | mit Koffein: | 40+4 mg/d |

GINSENG

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich 1 Tablette nach einer Mahlzeit mit etwas Flüssigkeit unzerkaut einnehmen.

Werbeaussagen: körperliche vitalität und stärke

Ginseng wird zur Kräftigung und für die Bedürfnisse leistungsorientierter Erwachsener eingesetzt. Er kann die Abwehrkräfte des Organismus positiv beeinflussen und die körperliche Leistungsfähigkeit steigern.

Warnhinweise: Nicht über 25°C, trocken und für Kinder un erreichbar aufbewahren. Nahrungsergänzungen nicht als Ersatz für eine abwechslungsreiche Ernährung und über die empfohlene Tagesdosierung hinaus verwenden. Eine ausgewogene Ernährung und eine gesunde Lebensweise sind wichtig.

Inhaltsmenge: 39,60 g

Hersteller/Vertrieb: the wellness company

Preis/100 g: 20,13 Euro

Zutaten:

| | | | |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Energie: | 3,8 kcal/d | Vitamin B ₁₂ : | 3 µg/d (RDA: 300%) |
| Protein: | 0,04 g/d | Vitamin C: | 60 mg/d (RDA: 100%) |
| Kohlenhydrat: | 0,5 g/d | Vitamin E: | 10 mg/d (RDA: 100%) |
| Fett: | 0,19 g/d | Calcium: | 19,4 mg/d (RDA: 2,4%) |
| Biotin: | 100 µg/d (RDA: 67%) | Magnesium: | 50 mg/d (RDA: 17%) |
| Folsäure: | 300 µg/d (RDA: 150%) | Eisen: | 5 mg/d (RDA: 36%) |
| Niacin: | 15 mg/d (RDA: 83%) | Jod: | 150 µg/d (RDA: 100%) |
| Pantothensäure: | 5 mg/d (RDA: 83%) | Kupfer: | 0,5 mg/d |
| β-Carotin: | 4,8 mg/d (RDA: 80%) | Mangan: | 0,5 mg/d |
| Vitamin B ₁ : | 1,1 mg/d (RDA: 78%) | Selen: | 50 µg/d |
| Vitamin B ₂ : | 1,5 mg/d (RDA: 94%) | Zink: | 7,5 mg/d (RDA: 50%) |
| Vitamin B ₆ : | 1,6 mg/d (RDA: 80%) | Ginsengextrakt: | 100 mg/d |

PERFORM

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel mit Ginkgo, Ginseng, Lecithin, Lutein, Vitaminen, Mineralstoffen und Süßungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 1 x täglich 30 ml (2 Esslöffel) oder 2 x täglich 15 ml (2 x 1 Esslöffel)

Werbeaussagen: Für geistige und körperliche Fitness

Täglich werden wir geistig und körperlich beansprucht. Erfolge im Beruf, Studium und Sport sind von unserer Nervenstärke, Konzentrations- und Lernfähigkeit als auch Ausdauer abhängig. Zur Erhaltung unserer Leistungsfähigkeit benötigen wir daher eine ausreichende

Versorgung mit den entsprechenden Vitalstoffen. Ginkgo ist schon seit Jahrtausenden bekannt und wird in der fernöstlichen Medizin vor allem zur Stärkung und zur Unterstützung bei geistiger Beanspruchung verwendet. In China und Japan gilt der Ginkgo-Baum sogar heute noch als heilig. Sojalecithin spielt eine wichtige Rolle für Nerven und Organismus. Es dient als Vermittler zwischen Gehirn und Nerven und ist wichtig für cholesterinbewusste Ernährung. Folsäure ist wichtig für das Wachstum und die Vermehrung von Zellen und für die Blutbildung. Lutein ist wichtig für die Erhaltung der Sehkraft und Sehschärfe.

Warnhinweise: Die angegebene empfohlene Tagesdosis von 30 ml nicht überschreiten. Bewahren Sie perform außerhalb der Reichweite von Kindern auf. Perform bereichert durch seinen ausgewogenen Aufbau aus Pflanzenextrakten, Vitaminen und Mineralstoffen Ihre Ernährung. Nahrungsergänzungsmittel sind kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung.

Inhaltmenge: 620 ml

Hersteller/Vertrieb: biovital (Bayer Austria GmbH)

Preis/100 ml: 3,05 Euro

Zutaten:

| | | | |
|---------------------------|----------------------|--------------------------|---------------------|
| Energie: | 31,8 kcal/d | Vitamin E: | 7 mg/d (RDA: 70%) |
| Protein: | 0 g/d | Vitamin D ₃ : | 2,5 µg/d |
| Kohlenhydrat: | 3,1 g/d | Vitamin K ₁ : | 33 µg/d |
| davon Zucker: | 3,0 g/d | Eisen: | 7 mg/d (RDA: 50%) |
| Fett: | 0 g/d | Mangan: | 1 mg/d |
| Ballaststoffe: | 0 g/d | Zink: | 7,5 mg/d (RDA: 50%) |
| Biotin: | 100 µg/d (RDA: 67%) | Natrium: | 0,01 g/d |
| Folsäure: | 200 µg/d (RDA: 100%) | Ginsengextrakt: | 60 mg/d |
| Niacin: | 13 mg/d (RDA: 72%) | Lecithin: | 15 mg/d |
| Pantothensäure: | 4,5 mg/d (RDA: 75%) | Lutein: | 0,4 mg/d |
| Vitamin B ₁ : | 1,2 mg/d (RDA: 86%) | Ginkgoextrakt: | 80 mg/d |
| Vitamin B ₂ : | 1,4 mg/d (RDA: 87%) | Alkoholgehalt: | 14,5 Vol.% |
| Vitamin B ₆ : | 1,6 mg/d (RDA: 80%) | | |
| Vitamin B ₁₂ : | 0,8 µg/d (RDA: 80%) | | |
| Vitamin C: | 100 mg/d (RDA: 167%) | | |

AKTIV UND SCHLANK

Sachbezeichnung: Nahrungsergänzungsmittel

Verabreichungsform und Dosierung: 2 Kapseln morgens, 2 Kapsel nachmittags mit etwas Wasser einnehmen.

Werbeaussagen: Ein Beitrag zur Gewichtsreduktion & Leistungssteigerung AKTIV & SCHLANK steigert die Leistungsfähigkeit und fördert die Gewichtsreduktion. Mate und grüner Hafer erhöhen die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit. Garcinia und L-Carnitin helfen, in

Kombination mit Bewegung, Fett in Energie umzuwandeln. Neue Kraftreserven werden mobilisiert.

Warnhinweise: Die empfohlene Tagesdosis nicht überschreiten. Nahrungsergänzungsmittel stellen keinen Ersatz für abwechslungsreiche Ernährung dar. Eine ausgewogene Ernährung und eine gesunde Lebensweise sind wichtig. Für Kinder unerreichbar aufbewahren.

Inhaltsmenge: 26,4 g

Hersteller/Vertrieb: Novasan (Schwarz GmbH)

Preis/100 g: 75,72 Euro

| | | |
|-----------------|---------------------------|-------------|
| Zutaten: | Energie: | 4,39 kcal/d |
| | Protein: | 0,58 g/d |
| | Kohlenhydrat: | 0,38 g/d |
| | Fett: | 0,05 g/d |
| | L-Carnitin: | 100 mg/d |
| | Mateextrakt: | 480 mg/d |
| | Chitosan: | 240 mg/d |
| | Garcinia cambogiaextrakt: | 160 mg/d |
| | Grüner Haferextrakt: | 60 mg/d |
| | Aerosil: | 28 mg/d |

Lebenslauf

Name: Sara Verena Pauritsch
Geburtsdatum: 16. Mai 1979
Geburtsort: Eibiswald, Steiermark
Studienadresse: Rückertgasse 32, 1160 Wien
Familienstand: in Partnerschaft lebend
Sohn Kolja, geboren im September 2008

Schule:

1985 - 1989 Volksschule II Deutschlandsberg
1989 – 1993 Hauptschule II Deutschlandsberg
1993 - 1998 Bundesoberstufenrealgymnasium Deutschlandsberg

Studium:

1998 Karl Franzens Universität Graz: Beginn der Diplomstudien
Deutsche Philologie und Italienisch
2002 Universität Wien: Beginn des Diplomstudiums
Ernährungswissenschaften

Berufserfahrung, Praktika und laufende Tätigkeiten:

seit Juni 1999 angestellt bei Lauda-Air (seit 2004 Austrian), seit 2008 karenziert
März 2008 2-wöchiges Praktikum im Rahmen des „Österreichischen
Ernährungsberichtes 2008“ am Institut für
Ernährungswissenschaften
März-Mai 2008 3-wöchiges Praktikum bei SIPCAN im Rahmen des Projekts
„Gesund essen an Wiener Schulen“
Mai-Juni 2008 4-wöchiges Praktikum am Institut für Ernährungswissenschaften:
Erstellen einer Marktanalyse über Nahrungsergänzungsmittel im
Breitensport in Zusammenarbeit mit der AK Wien
Jänner 2009 4-wöchiges Praktikum im Verlag für Kinderernährung Hanreich