

NEM-Liste 2010/2011

Nahrungsergänzungsmittel
Ergänzende bilanzierte Diäten
Diätetische Lebensmittel

NEM-Liste 2010/2011

NEM-Liste 2010/2011

Nahrungsergänzungsmittel
Ergänzende bilanzierte Diäten
Diätetische Lebensmittel

Herausgeber

NOWEDA eG Apothekengenossenschaft Essen

NOWEDA

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

WVVG

unter Mitarbeit von
Thamar Triebel, Hannover

WVVG Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart

Herausgeber

NOWEDA eG Apothekergenossenschaft
Heinrich-Strunk-Str. 77
45143 Essen

Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH
Birkenwaldstr. 44
70191 Stuttgart

Redaktion

Dr. Antje May-Manke, Apothekerin, Tel. 02 01-8 02 26 62, Fax 02 01-8 02 15 37
Ralph Saur, Staatl. gepr. Dipl.-Lebensmittelchemiker, Tel. 02 01-8 02 26 62, Fax 02 01-8 02 15 37
E-Mail: nem@noweda.de

Dr. Eberhard Scholz, Apotheker, Fax 07 11-25 82-2 90
E-Mail: escholz@wissenschaftliche-verlagsgesellschaft.de

Dr. Thamar Triebel, Institut für Lebensmittelwissenschaft, Universität Hannover

Stand der Produkt- und Herstellerinformationen: Juni 2009

Die in diesem Buch aufgeführten Angaben wurden sorgfältig geprüft. Dennoch können die Herausgeber keine Gewähr für deren Richtigkeit übernehmen.

Ein Warenzeichen kann warenrechtlich geschützt sein, auch wenn ein Hinweis auf etwa bestehende Schutzrechte fehlt.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-8047-2596-6

Jede Verwertung des Werkes außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Übersetzungen, Nachdrucke, Mikroverfilmungen oder vergleichbare Verfahren sowie für die Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen.

© 2010 NOWEDA eG Apothekergenossenschaft Essen, Heinrich-Strunk-Str. 77, 45143 Essen
und Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart, Birkenwaldstr. 44, 70191 Stuttgart
www.noweda.de

www.wissenschaftliche-verlagsgesellschaft.de

Printed in Germany

Satz: Dörr + Schiller GmbH, Stuttgart

Druck: W. Kohlhammer, Stuttgart

Umschlaggestaltung: Atelier Schäfer, Esslingen

Vorwort

„Man soll dem Leib etwas Gutes bieten, damit die Seele Lust hat, darin zu wohnen.“

Auch wenn Winston Churchill diesen Ausspruch gewiss in einem anderen Zusammenhang verwendete, kann er in Zeiten des gesundheitlichen Präventionsgedankens noch weiter gefasst werden. So möchten immer mehr Verbraucher ihrem Körper etwas Gutes tun, indem sie regelmäßig zu Nahrungsergänzungsmitteln greifen.

Die NEM-Liste 2010/2011 enthält wichtige Informationen zu mittlerweile mehr als 4.100 Produkten. Übersichtliche Produktbeschreibungen geben unter anderem Auskunft über Zusammensetzung, Einsatzgebiet, Verzehrsempfehlung, Deckungsgrad des Tagesbedarfs, Eignung für besondere Personengruppen oder potenzielle Allergene. Neben Nahrungsergänzungsmitteln findet der Nutzer auch häufig nachgefragte ergänzende bilanzierte Diäten und weitere diätetische Lebensmittel. Neu aufgenommen wurden Kurzportraits von 50 wichtigen Mikronährstoffen.

Ergänzend zur Printausgabe ist die NEM-Liste auch als Online-Datenbank verfügbar, die regelmäßig aktualisiert wird. Darüber hinaus bietet das elektronische Medium einen hohen Suchkomfort. So sind zum Beispiel eine exakte Stoff- und Mengensuche möglich. Ein umfangreicher Literaturdienst mit rund 600 Abstracts informiert über neue wissenschaftliche Erkenntnisse zu den einzelnen Nährstoffen und kann zur individuellen Beurteilung über den sinnvollen Einsatz eines Produktes herangezogen werden. Ein persönli-

cher 10-tägiger Testzugang ist unter www.nem-liste.de kostenfrei erhältlich.

Die Richtlinie 2002/46/EG und die Nahrungsergänzungsmittelverordnung (NemV) regeln derzeit nur den qualitativen Zusatz von Vitaminen und Mineralstoffen über eine Positivliste. Bei Erzeugnissen, die andere Stoffe enthalten, ist immer im Einzelfall zu prüfen, ob sie sich im Einklang mit den geltenden lebensmittelrechtlichen Vorschriften befinden. So sind im Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB) bestimmte Stoffe, wie etwa Aminosäuren, den Zusatzstoffen gleichgestellt und unterliegen damit dem sogenannten Verbotsprinzip mit Erlaubnisvorbehalt. Zusatzstoffe dürfen zur Herstellung von Lebensmitteln nur dann verwendet werden, wenn sie ausdrücklich dafür zugelassen wurden. Ist keine Zulassung vorhanden, besteht noch die Möglichkeit, für derartige Produkte Allgemeinverfügungen nach § 54 LFGB oder Ausnahmegenehmigungen nach § 68 LFGB einzuholen. Über diesen Weg sind zahlreiche Nahrungsergänzungsmittel, die beispielsweise Aminosäuren enthalten, in Deutschland rechtmäßig in Verkehr.

Die NEM-Liste 2010/2011 richtet sich an Apotheker, Ärzte, Ernährungsfachleute, Heilpraktiker und interessierte Laien, aber auch an Behörden, Hersteller und Vertreiber. Das Verzeichnis soll Hilfestellung bei der Auswahl und Beurteilung der geeigneten Produkte geben und weiterhin dazu beitragen, mehr Transparenz in diesen undurchsichtigen Markt zu bringen.

Essen/Stuttgart, im September 2009

Die Herausgeber

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	V
Abkürzungen	IX
Benutzerhinweise	X

MIKRONÄHRSTOFFE

Nährstoffporträts	3
-----------------------------	---

VERZEICHNISSE

Produkte	27
Einsatzgebiete	93
Hersteller/Vertreiber und Produkte	189

PRODUKTE

1 Aminosäuren und -derivate	233
1.1 Aminosäuren	233
1.1.1 Aminosäuren-Einzelstoffe	233
1.1.2 Aminosäuren-Kombinationen	241
1.2 Aminosucker	255
1.3 Kreatin-Produkte	268
1.4 Carnitin-Produkte	273
1.5 Sonstige	286
2 Ballast- und Quellstoffe	289
2.1 Prebiotika	289
2.1.1 Inulin	289
2.1.2 Oligofruktose	293
2.1.3 Weitere	294
2.2 Sonstige	295
3 Enzyme und Hefen	305
3.1 Enzyme	305
3.1.1 Enzym-Einzelstoffe	305
3.1.2 Enzym-Kombinationen	307
3.2 Sonstige	311
4 Fette und Lipide	313
4.1 Fettsäuren	315
4.1.1 Omega-3-Fettsäuren	315
4.1.2 Omega-6-Fettsäuren (Gamma-Linolen- säure)	331
4.1.3 Sonstige	335
4.2 Phospholipide	338
4.3 Pflanzliche Öle	345
4.3.1 Borretschöl	345
4.3.2 Leinöl	348
4.3.3 Nachtkerzenöl	349
4.3.4 Schwarzkümmelöl	355
4.3.5 Sonstige	362
4.4 Sonstige	368

5 Mineralstoffe und Spurenelemente	375
5.1 Calcium-Produkte	375
5.1.1 Einzelstoffe	375
5.1.2 Kombinationen mit Vitaminen	379
5.1.3 Kombinationen mit Mineralstoffen	388
5.1.4 Sonstige Kombinationen	390

5.2 Magnesium-Produkte	395
5.2.1 Einzelstoffe	395
5.2.2 Kombinationen mit Vitaminen	403
5.2.3 Kombinationen mit Mineralstoffen	410
5.2.4 Sonstige Kombinationen	415
5.3 Eisen-Produkte	420
5.4 Iod-Produkte	425
5.5 Siliciumhaltige Produkte	428
5.5.1 Kieselerde/Kieselsäure	428
5.5.2 Sonstige	432
5.6 Selen-Produkte	433
5.7 Zink-Produkte	443
5.8 Multimineralstoffe	457
5.8.1 Mineralstoffkombinationen	457
5.8.2 Kombinationen mit Vitaminen	465
5.8.3 Weitere Kombinationen	468
5.9 Sonstige	481

6 Pflanzenstoffe, sekundäre	491
6.1 Carotinoide	491
6.2 Flavonoide	513
6.3 Isoflavone (Phytoestrogene)	518
6.4 Anthocyane	531
6.5 Sonstige	536

7 Pflanzen und Pilze	541
7.1 Algen	541
7.2 Aloe vera	555
7.3 Guarana	557
7.4 Weitere Pflanzenextrakte	560
7.4.1 Acerola	561
7.4.2 Apfelessig	566
7.4.3 Artischocke	568
7.4.4 Bärlauch	570
7.4.5 Cranberry/Preiselbeere	573
7.4.6 Grapefruit	578
7.4.7 Grüntee	580
7.4.8 Heidelbeere	582
7.4.9 Hoodia	586
7.4.10 Maca	587
7.4.11 Nopal/Feigenkaktus	591
7.4.12 Pu-Erh Tee	593
7.4.13 Rotklee	594
7.4.14 Spargel	596
7.4.15 Topinambur	598
7.4.16 Yams	601
7.4.17 Zimt	603
7.4.18 Sonstige	607
7.5 Hefen	669
7.6 Weitere Pilze	671

Abkürzungen

BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung	K	Kinder
BSE	bovine spongiforme Enzephalopathie (Rinderwahnsinn)	KBE	Kolonien bildende Einheiten
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit	LDL	low density lipoprotein, Lipoprotein niedriger Dichte
CLA	conjugated linoleic acid, konjugierte Linolsäure	LFGB	Lebensmittel- und Futtermittel Gesetz- buch
D	Diabetiker	LMKV	Lebensmittelkennzeichnungs- verordnung
D-A-CH- Empfehlungen	Empfehlungen der Ernährungsgesell- schaften Deutschlands, Österreichs und der Schweiz	M	Männer
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung	M > 50	Männer ab 50 Jahre
DHA	Docosahexaensäure	MCT	medium chain triglycerides, mittelkettige Triglyceride
DiätLM	Diätetisches Lebensmittel	MSM	Methylsulfonylmethan
DPA	Docosapentaensäure	NAD/NADH	Nicotinamid-adenin-dinucleotid
DRI	Dietary Reference Intakes	NE	niacin equivalent, Niacin-Äquivalent
E > 40	Erwachsene über 40 Jahre	NEM	Nahrungsergänzungsmittel
EbD	Ergänzende bilanzierte Diät	NemV	Verordnung über Nahrungsergänzungs- mittel
EE	Ethylester	NKV	Nährwertkennzeichnungsverordnung
EPA	Eicosapentaensäure	OPC	oligomeric proanthocyanidins, oligomere Procyanidine/Proanthocyanidine
F	Frauen	PABA	para-aminobenzoic acid, p-Aminoben- zoesäure
F > 40	Frauen über 40 Jahre	PHB	p-Hydroxybenzoesäure
FOS	Fructo-Oligosaccharide	PVP	Polyvinylpyrrolidon, Povidon INN
FPI	Anwenderinnen der Antibabypille	PZN	Pharmazentralnummer
GABA	gamma aminobutric acid, Gamma- Aminobuttersäure	R	Raucher
GDU	gelatin digesting units (Einheit für En- zymaktivität)	RDA	Recommended Dietary Allowance
GLA	Gamma-Linolensäure	RE	retinol equivalent, Retinol-Äquivalent
GMO	gentechnisch modifizierter Organismus	S	Senioren
GVO	gentechnisch veränderter Organismus	Sch	Schwangere/Stillende
HCA	hydroxy citric acid, Hydroxy-Zitronensäure	Sp	Sportler
HDL	high density lipoprotein, Lipoprotein ho- her Dichte	TE	tocopherol equivalent, Tocopherol-Äqui- valent
HPMC	Hydroxypropylmethylcellulose	V	Vegetarier
I.E.	Internationale Einheit	Va	Veganer
INN	International Nonproprietary Name, internationaler Freiname	Verzehrsempf.	Verzehrsempfehlung
I.U.	international unit, Internationale Einheit	VLDL	very low density lipoprotein, Lipoprotein sehr niedriger Dichte
J	Jugendliche	W	Frauen in Wechseljahren
J15	Jugendliche bis 15 Jahre		
JW	Jugendliche in der Wachstumsphase		

Benutzerhinweise

Die NEM-Liste 2010/11 enthält rund 3700 Nahrungsergänzungsmittel (NEM) sowie 220 Ergänzende bilanzierte Diäten (EbD) und 170 weitere Diätetische Lebensmittel (DiätLM), die in Deutschland vertrieben werden. Zu jedem Produkt findet der Nutzer in Form von Einzeldarstellungen wichtige, beratungsrelevante Informationen. Alle Texte in der NEM-Liste entsprechen den Angaben der Hersteller bzw. Verreiber und sind den jeweiligen Packungen entnommen worden. Sie sind knapp formuliert und beschränken sich auf das Wesentliche. Daher ist es möglich, dass Packungen, Packungsbeilagen oder weitere Herstellerangaben ausführlichere Informationen enthalten. Entscheidend ist nicht eine wörtliche, sondern eine sachliche Übereinstimmung der Aussagen in den verschiedenen Medien. Stand der Produkt- und Herstellerinformationen ist **Juni 2009**.

Eine Bewertung der gelisteten Produkte wurde bewusst nicht vorgenommen. Es bleibt dem Nutzer überlassen, sich ein eigenes, unabhängiges Urteil zu bilden.

Rechtlicher Status

NEM, EbD und DiätLM werden rechtlich als Lebensmittel eingestuft und unterliegen den allgemeinen lebensmittelrechtlichen Vorschriften. Hierzu gehören z. B. das Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch (LFGB), die Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (LMKV), die Nährwertkennzeichnungsverordnung (NKV), die Zusatzstoff-Zulassungsverordnung (ZZuV) oder die Los-Kennzeichnungsverordnung (LKV). Spezielle Vorschriften für NEM enthält die Verordnung über Nahrungsergänzungsmittel (NemV). Für EbD und DiätLM gelten insbesondere die speziellen rechtlichen Vorgaben der Verordnung über diätetische Lebensmittel (DiätV).

Die in der NEM-Liste aufgeführten Produkte können ohne Zulassung in den Verkehr gebracht werden. Für NEM, EbD und bestimmte DiätLM ist lediglich eine Anzeige beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) erforderlich.

In der Bundesrepublik Deutschland unterliegt die Lebensmittelüberwachung den zuständigen Behörden der Länder. Ob ein Produkt z. B. ein anzeigepflichtiges Nahrungsergänzungsmittel oder ein zulassungspflichtiges Arzneimittel ist, entscheiden maßgeblich die Behörden, in deren Zuständigkeitsbereich der Firmensitz des Herstellers, Importeurs, Anbieters oder Verreibers liegt.

Gliederung

Die NEM-Liste 2010/2011 gliedert sich in Nährstoffporträts, drei Suchverzeichnisse, einen Produktteil, ein Literaturverzeichnis sowie einen Anhang mit weiteren fachlichen Informationen und Rechtstexten.

In den Nährstoffporträts sind für die 50 wichtigsten Mikronährstoffe komprimierte Angaben u. a. zu deren Vorkommen, Funktion, Bedarf und Mangelerscheinungen aufgeführt. Die Suchverzeichnisse ermöglichen ein leichtes Auffinden der Artikel in dem ausführlichen Produktteil. Dabei kann der Nutzer über den Produktnamen, das Einsatzgebiet und/oder den Hersteller/Verreiber suchen.

Im Verzeichnis der Hersteller/Verreiber (S. 189–230) sind die Anschriften sowie Telefon- und Faxnummern und die E-Mail- bzw. Internetadressen – sofern bekannt – gelistet.

Im Produktteil sind für jeden Artikel die folgenden Angaben hinterlegt: Produktname, Hersteller, Status, Darreichungsform, ggf. Eingruppierung Anwender, Nährstoffzusammensetzung, Zutaten, Einsatzgebiet, Verzehrsempfehlung, ggf. Herstellerwarnhinweise, ggf. Herstellerhinweise, Pharmazentralnummer (PZN), Packungsgröße, unverbindliche Preisempfehlung lt. Hersteller und Apothekenexklusivität.

Wegweiser zum Auffinden eines Produkts

In der NEM-Liste können Artikel nach verschiedenen Kriterien gesucht werden.

1. Suche über Produktnamen

Im Namensverzeichnis (S. 25–92) sind alle Artikel alphabetisch nach Produktnamen gelistet und mit der entsprechenden Seitenzahl als Querverweis in die ausführliche Produktliste versehen.

2. Suche über Einsatzgebiete

Im Verzeichnis der Einsatzgebiete (S. 93–188) sind die Produkte dem Einsatzgebiet laut Herstellerangabe alphabetisch zugeordnet. Fehlt diese Angabe, so sind die NEM, je nach Zahl der enthaltenen Nährstoffe, in die Kategorie „Einzelnährstoff“ bzw. „Multinährstoffe“ einsortiert. Auch hier erfolgt mit der entsprechenden Seitenzahl ein Querverweis in die ausführliche Produktliste.

3. Suche über Hersteller/Verreiber

Ist der Hersteller/Verreiber eines Artikels bekannt, so kann ein Produkt auch über das Verzeichnis der Hersteller (S. 189–230) auffindig gemacht werden. Nach den Kontaktdaten sind alle Artikel des jeweiligen Herstellers/Verreibers, die in die NEM-Liste aufgenommen wurden, alphabetisch gelistet. Hierbei muss es sich nicht zwangsläufig um das komplette Sortiment des Anbieters handeln. Es erfolgt mit der entsprechenden Seitenzahl ein Querverweis in die ausführliche Produktliste.

4. Suche über Stoffgruppen

In der ausführlichen Produktliste (S. 231–934) sind die Artikel nach Stoffgruppen sortiert. Dieser Abschnitt gliedert sich in 14 Haupt-Stoffgruppen nebst zugehörigen Untergruppen. Innerhalb der Kapitel sind die Produkte alphabetisch gelistet.

Erläuterungen zu den Produktinformationen

Alle Angaben der Rubriken **Produktname, Hersteller, Darreichungsform, Anwendergruppe, Nährstoffe, Zutaten, Einsatzgebiete, Verzehrsempfehlung, Warnhinweise und Hinweise** entsprechen den jeweiligen Herstellerangaben laut Packungsaufdruck. Die Herausgeber empfehlen, ggf. zusätzliche tagesaktuelle Informationen der Hersteller z. B. auf den entsprechenden Internetseiten einzusehen. Mögliche Abweichungen von den Angaben der Packungen oder gesundheits- bzw. krankheitsbezogene Werbeaussagen müssen bei der Verkehrsfähigkeitsprüfung ebenfalls berücksichtigt werden.

In der NEM-Liste umfasst der Begriff **Nährstoff** sowohl Konzentrate von Nährstoffen, z. B. Vitamin- und Mineral-

stoffverbindungen als auch sonstige Stoffe mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung, z. B. Pflanzenextrakte, Pre- und Probiotika. Die ausführliche Produktliste ist nach Nährstoffgruppen gegliedert.

Die Mengenangaben der Nährstoffe entsprechen der **maximalen täglichen Verzehrsempfehlung** des Herstellers. Zusätzlich aufgeführte Prozentangaben sind bei NEM für bestimmte Vitamine und Mineralstoffe (Nährwertkennzeichnungsverordnung NKV, S. 1003–1005) gesetzlich vorgeschrieben und werden anhand der in der NKV aufgeführten Referenzwerte berechnet. So entsprechen z. B. 60 mg Vitamin C 100 % der täglich empfohlenen Tagesdosis. Zur besseren Vergleichbarkeit haben die Herausgeber analoge Prozentwerte auch für EbD und DiätLM angegeben. Darüber hinaus finden sich Prozentangaben für weitere Nährstoffe, die von den Herstellern auf freiwilliger Basis angegeben wurden. Ein Vergleich dieser Prozentangaben ist nicht ohne Weiteres möglich, da ihnen unterschiedliche Referenzwerte zugrunde liegen können (z. B. die D-A-CH-Empfehlungen der DGE s. S. 969–971, oder Ergebnisse aus Studien). Hier bietet sich ein Vergleich der absoluten Mengen an.

Unterschiede zwischen den Rubriken **Nährstoff-Zusammensetzung** und **Zutaten** basieren auf unterschiedlichen lebensmittelrechtlichen Normen. Die Vorgaben für das Zutatenverzeichnis regelt die Lebensmittelkennzeichnungsverordnung (vgl. §§ 3, 5, 6, LMKV, s. Anhang S. 1006–1013). Das Verzeichnis der Zutaten besteht aus einer Aufzählung der Zutaten des Lebensmittels in absteigender Reihenfolge ihres Gewichtsanteils. Die Kennzeichnung der Nährstoff-Zusammensetzung folgt bei NEM der Nahrungsergänzungsmittel-Verordnung (NemV, s. Anhang S. 976–978) sowie bei EbD und DiätLM der Diät-Verordnung (DiätV, s. Anhang S. 984–1002) und der Nährwertkennzeichnungs-Verordnung (NKV, s. Anhang S. 1003–1005). Diese Angaben können bei NEM auf der Produktpackung in das Zutatenverzeichnis integriert sein. In der NEM-Liste wurden die Nährstoffe der Übersichtlichkeit halber immer unter der Rubrik Nährstoff-Zusammensetzung aufgeführt.

Viele Hersteller von NEM verzichten auf die Angabe eines **Einsatzgebietes**. Diese Produkte sind entsprechend ihrer Zusammensetzung in den Kategorien „Einzelnährstoffe“ bzw. „Multinährstoffe“ gelistet.

Als **Warnhinweis** gelten etwa Angaben zu enthaltenen Allergenen (vgl. Anlage 3 zu § 6 LMKV, S. 1012), zu Personengruppen, die das Produkt nicht einnehmen sollen oder zu möglichen Gesundheitsschädigungen. Die für NEM rechtlich geforderten Warnhinweise „Außerhalb der Reichweite von kleinen Kindern lagern“, „Kein Ersatz für eine ausgewogene und abwechslungsreiche Ernährung“ und „Die angegebene empfohlene tägliche Verzehrsmenge darf nicht überschritten werden“ werden nicht zusätzlich aufgeführt.

Als **Hinweis** gelten etwa Angaben zur Abwesenheit bestimmter Stoffe (z. B. „Frei von Gluten“), Angaben zur Eignung für eine bestimmte Personengruppe (z. B. „Für Diabetiker geeignet“), zusätzliche Empfehlungen zur Einnahme des Produktes (z. B. „Die Verwendung über einen längeren Zeitraum ist empfehlenswert“) oder Angaben zu Geschmacksrichtungen (z. B. „Zitronengeschmack“). Auf die Angabe von Proteinheiten, Brennwerten etc. wurde verzichtet, da die Größenordnungen der aufgeführten Produkte (mit Ausnahme von bestimmten DiätLM für Sportler) im Vergleich zu anderen Lebensmitteln unter physiologischen Gesichtspunkten vernachlässigbar sind.

In der Rubrik **Hersteller** wurde nicht zwangsläufig der Produzent des Produktes angegeben. Maßgeblich ist die Angabe lt. Packungsaufdruck. So können z. B. auch Vertrieber der Artikel genannt sein, sofern keine andere Angabe zum Hersteller auf der Packung vorhanden ist.

Die in der NEM-Liste aufgeführten Produkte können in der Regel über die Apotheken bezogen werden. Artikel, die gleichzeitig auch im Einzelhandel vertrieben werden, tragen in der Kategorie **Vertriebsweg** den Hinweis: Nicht apothekenexklusiv. Einige „apothekenexklusiv“ vertreibende Hersteller beliefern z. B. auch Arztpraxen. Das Angebot im Internet wurde bei den Vertriebswegen nicht berücksichtigt.

Literatur

Die Aufnahme eines Produktes in die NEM-Liste bzw. die Nennung von Einsatzgebieten bedeutet keinerlei Bewertung von dessen Wirksamkeit oder Nutzen. Für weiterführende Informationen sei auf das Literaturverzeichnis S. 935–966 verwiesen. Nach Stoffgruppen sortiert sind dort wichtige Original- sowie Übersichtsarbeiten zu finden, die zu einer Bewertung der enthaltenen Nährstoffe beitragen können.

Nährstoffporträts

L-Alanin

Alanin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren, ist für den Menschen allerdings nicht essenziell.

Vorkommen

Alanin kommt in proteinreichen Lebensmitteln vor, in der Regel enthalten Nahrungsproteine zwischen 2 und 7 % Alanin. Relevante Mengen finden sich beispielsweise in Fleisch, Fisch, Eiern und einigen Hülsenfrüchten, aber auch in Getreide.

Verfügbarkeit

Alanin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Die endogene Synthese von Alanin erfolgt durch Übertragung einer Aminogruppe auf Pyruvat, das Endprodukt der Glykolyse.

Funktion

Alanin wird für den Aufbau verschiedenster körpereigener Proteine herangezogen.

Neben Glutamin ist Alanin das wichtigste Transportmolekül für Aminogruppen im Blut.

In der Leber dient Alanin der Gluconeogenese.

Bedarf

Alanin ist nicht essenziell, d. h. es muss nicht mit der Nahrung zugeführt werden. Für eine bedarfsdeckende endogene Synthese ist lediglich eine ausreichende Zufuhr an Hauptenergieträgern Voraussetzung.

Mangel

Ein spezifischer Mangel an Alanin tritt nicht auf.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Aminozucker (Glucosamin, Chondroitin)

Chondroitin ist eine Kurzbezeichnung für Chondroitinsulfat. Chondroitinsulfate sind Makromoleküle variierender Länge aus Glucuronsäure und dem Aminozucker N-Acetyl-Galactosamin, sie gehören zur Gruppe der Glycosaminoglycane.

Glucosamin ist ein Aminozucker, der als Baustoff weiterer Glycosaminoglycane dient.

Vorkommen

Glucosamin und Chondroitin sind natürliche Bestandteile des Knorpels und anderer Gewebe und kommen damit auch in Lebensmitteln tierischer Herkunft vor. Sie werden – einzeln oder in Kombination – als Nahrungsergänzungsmittel angeboten. Gewonnen werden die eingesetzten Rohstoffe aus (Hai-)Fischknorpel, Krebschalen, sowie Rinder- und Schweineknorpel.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Glucosamin wird im Organismus – ausgehend von Glucose – synthetisiert.

Die Synthese von Chondroitin und anderen Glycosaminoglycanen erfolgt durch wiederholte Anheftung von Monosaccharideinheiten an spezifische Sequenzen eines Proteins. Die angehefteten Monosaccharide sind Glucuronsäure und acetyliertes Galactosamin bzw. Glucosamin. Dabei entsteht eine Kette repetitiver Disaccharideinheiten, die als Glycosaminoglycan bezeichnet wird. Das gesamte Makromolekül bezeichnet man als Proteoglycan.

Funktion

Proteoglycane sind wichtige Bestandteile der extrazellulären Matrix. Durch die negative Ladung ihrer Glycosaminoglycanbestandteile dienen sie beispielsweise als Filtrationsbarriere in der Niere. Als Knorpelsubstanz ermöglichen sie die Bildung wassergefüllter Kompartimente. Darüber hinaus sind Proteoglycane für die Regulation der Kollagen-Fibrillenbildung von Bedeutung und stellen Corezeptoren für Wachstumsfaktoren und für die Zelladhäsion dar. Glucosamin wird als Arzneimittel oder Nahrungsergänzungsmittel zur Verbesserung der Symptome bei Osteoarthritis bzw. zur Verbesserung der Gelenkfunktion angewandt. Teilweise konnten hier positive Wirkungen nachgewiesen werden.

Chondroitin ist in Deutschland nicht als Arzneimittel zugelassen. Als Nahrungsergänzung wird es ebenfalls zur Verbesserung der Gelenkfunktion angeboten, erwies sich bisher jedoch nicht als wirksam.

Bedarf

Nach derzeitigem Stand der Wissenschaft ist eine orale Aufnahme von Glucosamin und Chondroitin für Gesunde nicht erforderlich.

Mangel

Ein Mangel an Chondroitin oder Glucosamin ist nicht bekannt.

Überdosierung

Daten zu einem gesundheitlichen Risiko bei einer Überdosierung liegen nicht vor.

Generell gilt die Einnahme von Chondroitin und Glucosamin bei den üblichen Zufuhrmengen für Gesunde als sicher. Schwangeren und Stillenden sowie Personen, die Antikoagulantien einnehmen bzw. an Herz-Kreislaufkrankungen oder eingeschränkter Glucosetoleranz leiden, wird die Einnahme nicht empfohlen.

L-Arginin

Arginin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und gilt als bedingt essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Arginin von Bedeutung.

Vorkommen

Hohe Gehalte an Arginin finden sich unter anderem in Hülsenfrüchten, Fleisch, Krustentieren, Fisch, Eiern und Nüssen.

Verfügbarkeit

Arginin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Arginin wird im Harnstoffzyklus über Ornithin aus Glutamat gebildet.

Funktion

Neben seiner Rolle als Proteinbaustein ist Arginin an der Harnstoffsynthese in der Leber beteiligt und ist damit für die Stickstoffausscheidung von großer Bedeutung.

Eine weitere Funktion des Arginins besteht in der Bildung des Botenstoffs Stickstoffmonoxid, der für die Regulation der Gefäßweite und der Thrombozytenaggregation verantwortlich ist. Damit kommt Arginin eine Bedeutung in der Erhaltung der Gefäßgesundheit zu.

Bedarf

Der Bedarf an Arginin wird beim gesunden Erwachsenen durch Eigensynthese gedeckt. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Protein, die im Allgemeinen gegeben ist.

Mangel

Die endogene Synthese kann bei Säuglingen und Kindern unzureichend sein, um den im Wachstum erhöhten Bedarf zu decken. Auch bei Kindern und Säuglingen tritt allerdings nur dann ein Mangel auf, wenn die alimentäre Proteinzufuhr zu gering ist.

Überdosierung

Eine überhöhte Zufuhr an Arginin kann die renalen Verluste an Lysin erhöhen. Ab einer Zufuhr von etwa 20 g/d wurden gastrointestinale Beschwerden und andere Nebenwirkungen beobachtet.

Asparaginsäure

Asparaginsäure gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und gilt als nicht essenziell.

Vorkommen

Reich an Asparaginsäure sind proteinreiche Lebensmittel wie Fleisch, Eier, einige Fischarten und Hülsenfrüchte, beispielsweise Soja und Bohnen.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Asparaginsäure wird durch Übertragung einer Aminogruppe von Glutamat auf Oxalacetat gebildet.

Funktion

Neben seiner Funktion als Baustoff für körpereigene Proteine dient Asparaginsäure als Aminogruppendonor in der Synthese von Purinen, Pyrimidinen und Nucleotiden.

Asparaginsäure dient zudem als Ausgangssubstanz für die Biosynthese der Aminosäure Asparagin.

In der Leber wird es zur Gluconeogenese herangezogen. Des Weiteren fungiert Asparaginsäure im Gehirn als Neurotransmitter.

Bedarf

Da Asparaginsäure nicht essenziell ist, muss sie nicht mit der Nahrung zugeführt werden. Für eine bedarfsdeckende endogene Synthese ist lediglich eine ausreichende Zufuhr an Hauptenergieträgern Voraussetzung.

Mangel

Ein Mangel an Asparaginsäure tritt nicht auf.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Den-

noch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Biotin

Als wasserlösliches Vitamin ist Biotin für den Menschen essenziell.

Vorkommen

Biotin ist in vielen Lebensmitteln enthalten, jedoch nur in geringen Konzentrationen.

Verfügbarkeit

Die Biotinverfügbarkeit sinkt beim Verzehr von rohem Eiklar, da das darin enthaltene Glykoprotein Avidin mit Biotin einen Komplex bildet.

Stoffwechsel

Nach der Freisetzung aus biotinhaltigen Proteinen wird Biotin im Dünndarm resorbiert. Der Transport im Blut erfolgt gebunden an Plasmaproteine.

Funktion

Biotin dient als Cofaktor bei Carboxylierungsreaktionen. Dabei bindet es Kohlendioxid und überträgt es auf die zu carboxylierende Substanz. Beim Menschen sind vier biotinabhängige Enzyme bekannt: Acetyl-CoA-Carboxylase, Pyruvatcarboxylase, Propionyl-CoA-Carboxylase und Methylcrotonyl-CoA-Carboxylase. Diese Enzyme übernehmen Schlüsselfunktionen bei der Gluconeogenese, der Fettsäuresynthese sowie dem Abbau essenzieller Aminosäuren (Leuzin, Isoleucin, Methionin und Threonin) und ungeradzahlgiger Fettsäuren.

Bedarf

Der Biotinbedarf kann nicht zuverlässig angegeben werden, auch weil sich die Analytik des Vitamins schwierig gestaltet. Die Empfehlungen für die angemessene tägliche Zufuhr liegen bei 30–60 µg Biotin und orientieren sich an der durchschnittlich zugeführten Menge.

Mangel

Die Biotinversorgung ist im Allgemeinen ausreichend, da das Vitamin in vielen Lebensmitteln enthalten ist.

Eine suboptimale Versorgung kann während der Schwangerschaft und bei chronischer Einnahme von Antikonvulsiva bestehen. Ein klinischer Biotinmangel tritt bei Erwachsenen nur nach langfristigem Verzehr großer Mengen roher Eier sowie bei fehlerhafter parentaler Ernährung auf. Typische Mangelsymptome sind Dermatitis, Haarausfall, Schwäche, Appetitlosigkeit, Anorexie, Übelkeit oder Depressionen.

Bei Patienten mit genetisch bedingtem Biotinidasedefekt ist die Biotinverfügbarkeit und -wiederverwertung stark herabgesetzt. Es kommt zu einem lebensbedrohlichen Biotinmangel mit seborrhoischer Dermatitis und Gedeihstörungen. In diesen Fällen ist eine lebenslange tägliche orale Aufnahme von 5–10 mg freiem Biotin erforderlich.

Überdosierung

Biotin scheint auch in hoher Dosierung keine Nebenwirkungen hervorzurufen. Der NOAEL wurde auf 2,5 mg/d festgelegt.

Calcium

Calcium ist ein essenzieller Mineralstoff.

Vorkommen

Milch und Milchprodukte sind besonders calciumreich. Auch dunkelgrüne Gemüsesorten, wie Broccoli, Grünkohl und Spinat, enthalten relativ viel Calcium.

Verfügbarkeit

Von der täglich aufgenommenen Calciummenge werden etwa 25–50 % absorbiert. Die Aufnahme hängt dabei einerseits von den Homöostasemechanismen des Körpers sowie andererseits von der Verfügbarkeit aus der Nahrung ab. Die Verfügbarkeit aus Milch und Milchprodukten ist höher als aus Gemüse, Getreide und Nüssen.

Stoffwechsel

Die Absorption von Calcium erfolgt im Dünndarm unter Beteiligung eines spezifischen calciumbindenden Proteins (Calbindin). Sie wird durch Vitamin D kontrolliert, das die Calbindin-Expression induziert. Der Serumcalciumspiegel wird durch das Zusammenspiel von Vitamin D, Parathormon und anderen Hormonen nahezu konstant gehalten.

Funktion

Gemeinsam mit anorganischem Phosphat bildet Calcium in Form des Hydroxylapatits die Hartsubstanz von Knochen und Zähnen. Calcium übernimmt zudem wichtige Funktionen bei der Blutgerinnung und der neuromuskulären Erregbarkeit. Darüber hinaus ist Calcium an der Signaltransduktion beteiligt; die Aktivierung verschiedener Zellen durch Hormone erfolgt über einen kurzzeitigen Calciumeinstrom in die Zelle. Zudem stabilisiert der Mineralstoff die Zellmembran und beeinflusst deren selektive Permeabilität. Als Co-faktor einiger Schlüsselenzyme ist Calcium an Glycogensynthese, Glycolyse und weiteren Stoffwechselvorgängen beteiligt.

Bedarf

Für Erwachsene liegt die wünschenswerte Calciumzufuhr gemäß DGE-Empfehlungen bei 1000 mg/d. Besonders für Schwangere und Stillende ist die Einhaltung dieser Empfehlung wichtig. Die Calciumaufnahme liegt in Deutschland bei rund einem Drittel der Erwachsenen unter der empfohlenen Zufuhr. Besonders kritisch ist die Situation bei Kindern und Jugendlichen – v. a. bei Mädchen. Sie erreichen im Mittel nur etwa 60 % der empfohlenen Zufuhr. Allerdings benötigen gerade Heranwachsende Calcium zum Aufbau der maximalen Knochenmasse und zur Prävention der Osteoporose.

Mangel

Eine suboptimale Calciumversorgung beobachtet man häufig bei Kindern, Senioren, Veganern sowie Patienten mit Laktoseintoleranz oder chronisch-entzündlichen Darmerkrankungen. Bei chronischer Calciumunterversorgung ist die Mineralisierung des Skeletts beeinträchtigt: Bei Kindern entsteht die Rachitis, bei Erwachsenen möglicherweise eine Osteomalazie. Ein Absinken des Serumcalciumspiegels tritt primär bei Störungen des Parathormon- oder Vitamin-D-Stoffwechsels auf und ist durch neuromuskuläre Störungen wie Tetanie und Arrhythmien gekennzeichnet.

Überdosierung

Hypercalcämien treten nicht bei Überdosierung von Calcium selbst, sondern bei chronisch überhöhter Vitamin-D-Supplementierung auf. Besonders betroffen von einer Hypercalcämie sind die Nieren (Steinbildung und/oder Nephrocalzinose), der Gastrointestinaltrakt sowie das Herz.

Carnitin

Die Hydroxycarbonsäure Carnitin ist für den Menschen kein essenzieller Nährstoff.

Vorkommen

Viel Carnitin liefert Fleisch; pflanzliche Lebensmittel enthalten nur geringe Mengen.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit aus der Nahrung ist mit einer Absorptionsquote von etwa 75 % hoch.

Stoffwechsel

Die endogene Synthese von Carnitin erfolgt durch Methylierung, Reduktion und Decarboxylierung von Lysin. Sie findet in der Leber, den Nieren und im Gehirn statt. Für die Synthese von Carnitin werden Eisen, Niacin, Vitamin C und B₆ benötigt.

Funktion

Carnitin ist am oxidativen Abbau langkettiger Fettsäuren beteiligt, da es für den Transport der Fettsäuren in die Mitochondrien benötigt wird.

Außerdem ist es in die Regulation der Gluconeogenese eingebunden und am Abbau verzweigtkettiger Aminosäuren beteiligt. Werbeaussagen, die Carnitinsupplementen eine gewichtsreduzierende oder ergogene Wirkung zuschreiben, sind wissenschaftlich nicht zu belegen. Demgegenüber konnte die Ergänzung der Nahrung mit 1 g Carnitin pro Tag die Folgeschäden nach einem Herzinfarkt verringern.

Bedarf

Der menschliche Organismus benötigt pro Tag etwa 16–18 mg Carnitin. Bei ausbleibender alimentärer Zufuhr wird der gesamte Bedarf durch endogene Synthese gedeckt.

Mangel

Beim Gesunden ist ein Carnitinmangel nicht zu beobachten. Erhöhte Carnitinverluste treten bei Niereninsuffizienz, Diabetes mellitus und Antikonvulsiva-Einnahme auf. Bei Leberzirrhose und seltenen angeborenen Störungen des Carnitinstoffwechsels ist die Carnitinsynthese gestört.

Überdosierung

Durch eine überhöhte Carnitinzufuhr können Diarrhöen ausgelöst werden. Bei langfristiger Einnahme carnitinhaltiger Nahrungsergänzungsmittel nimmt die Eigensynthese möglicherweise ab. Deshalb sollte eine Dosierung von 5 g/d über einen Monat nicht überschritten werden.

Carotinoide (β-Carotin)

Zu den Carotinoiden zählen mehr als 700 verschiedene Substanzen. Das in der Natur am weitesten verbreitete und bekannteste unter ihnen ist das β-Carotin, aber auch Lycopin, Lutein, Zeaxanthin, β-Kryptoxanthin und α-Karotin kommen häufig vor.

Vorkommen

Carotinoide sind in pflanzlichen Lebensmitteln weit verbreitet. Hohe Gehalte finden sich beispielsweise in Tomaten, Aprikosen, Pfifferlingen, Orangen, Paprika, Karotten, Mais, Grünkohl und Spinat.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von β-Carotin und anderen Carotinoiden ist aus rohem Gemüse meist gering. Sie steigt durch mechanischen Auf-

schluss der Pflanzenzellen, der durch Zerkleinerung erreicht wird, und durch Erhitzen.

Stoffwechsel

Einige Carotinoide können durch intramolekulare Spaltung in Vitamin A umgewandelt werden. Die höchste Aktivität besitzt diesbezüglich β -Carotin; aus einem Molekül β -Carotin können bis zu zwei Moleküle Retinol entstehen.

Funktion

Über die Wirksamkeit als Vitamin A hinaus sind Carotinoide in der Lage, freie Radikale und reaktive Sauerstoffspezies zu inaktivieren. Des Weiteren stimulieren Carotinoide die Produktion eines Proteins, das ein Bestandteil von Zellkommunikationsstrukturen ist und unterdrücken damit die Umwandlung von vorgeschädigten Zellen in Krebszellen. Carotinoide beeinflussen auch die Zelldifferenzierung. Zahlreiche Beobachtungsstudien deuten darauf hin, dass eine carotinoidreiche Ernährung invers mit dem Tumorrisiko assoziiert ist. Die Ergebnisse verschiedener Interventionsstudien mit β -Carotin lassen allerdings vermuten, dass diese Beziehungen nicht kausaler Natur sind. Vermutlich muss β -Carotin eher als Indikator einer gemüserreichen Ernährung gesehen werden, die insgesamt durch ihren Gehalt an sekundären Pflanzenstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen krebspräventiv wirkt. Des Weiteren zeigen epidemiologische Studien, dass hohe Carotinoidkonzentrationen im Blut mit einem verminderten Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie für Katarakt und Makuladegeneration einhergehen. Zudem stimulieren Carotinoide das Immunsystem und schützen die Haut vor Schäden durch UV-Strahlung.

Bedarf

Unabhängig vom Bedarf an Vitamin A, der teilweise durch Carotinoide gedeckt werden kann, wird für β -Carotin eine Zufuhr von 2–4 mg/d als wünschenswert erachtet, um die Vitamin-A-unabhängigen präventiven Wirkungen des Stoffes zu nutzen.

Mangel

Im Mittel liegt die Zufuhr an β -Carotin bei Männern unter den Empfehlungen. Raucher und Personen mit hohem Alkoholkonsum nehmen unterdurchschnittliche Mengen Carotinoide auf. Gerade diese Personen weisen jedoch einen erhöhten Bedarf auf.

Überdosierung

Bei gesunden Nichtrauchern löst eine langfristige Zufuhr von bis zu 25 mg/d keine toxischen Effekte aus. Rauchern wird dagegen von der Einnahme β -Carotin-haltiger Nahrungsergänzungsmittel abgeraten, da sich Hinweise auf gesundheitliche Risiken ergeben haben. Carotinoide können keine Vitamin-A-Intoxikation auslösen, da sie nur in begrenztem Umfang absorbiert und dem Bedarf entsprechend in Vitamin A umgewandelt werden.

Chrom

Vorkommen

Relevante Mengen an Chrom sind in Fleisch, Innereien, Eiern sowie Vollkornprodukten und Pilzen enthalten.

Verfügbarkeit

In pflanzlichen Lebensmitteln kommt Chrom in anorganischer Form vor. In dieser Form ist es vergleichsweise schlecht verfügbar. Organische Chromverbindungen aus Lebensmitteln, die vom Tier stammen, sind besser verfügbar.

Stoffwechsel

–

Funktion

Chrom übt eine Funktion im Kohlenhydratstoffwechsel aus. Lange Zeit wurde die Existenz eines Glukosetoleranzfaktors postuliert, der Chrom beinhaltet. Vermutlich ist dieser mit dem Oligopeptid Chromodulin gleichzusetzen. Es wird angenommen, dass dieses chromhaltige Peptid an den Insulinrezeptor bindet und für die Weiterleitung des Insulinsignals erforderlich ist.

Bedarf

Die Höhe des Bedarfs wird lediglich vermutet, sodass die DGE bisher nur Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr angibt. Für Erwachsene beträgt der Schätzwert 30–100 μ g/d.

Mangel

Mangelerscheinungen sind bei üblicher Ernährung nicht bekannt. Als Risikogruppe für eine grenzwertige Chromversorgung gelten ältere Menschen, bei denen eine Abnahme der Chromkonzentrationen in verschiedenen Körperflüssigkeiten und Geweben beobachtet wird.

Überdosierung

Die Toxizität von Chrom ist gering. Langfristig sollten nicht mehr als 250 μ g/d zugeführt werden (UL).

L-Cystein

Cystein gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und gilt als bedingt essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Cystein von Bedeutung.

Vorkommen

Reich an Cystein sind Soja, Mohn, Nüsse, Steinpilze, Fleisch und Kakao.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Cystein kann durch thermische Behandlung abnehmen, da hierbei durch Reaktion zwischen Kohlenhydraten und Cystein schwerverdauliche Maillardprodukte entstehen.

Stoffwechsel

Ausgehend von der essenziellen Aminosäure Methionin wird L-Cystein endogen synthetisiert.

Funktion

Cystein dient als Baustoff für die Proteinbiosynthese. Die meisten Proteine enthalten 1–2 % Cystein. Cystein ist für den Aufbau der Tertiärstruktur von Proteinen von großer Bedeutung, da diese zum Großteil über Disulfidbrücken stabilisiert wird, die von den schwefelhaltigen Seitenketten des Cysteins ausgebildet werden.

Als glucogene Aminosäure kann Cystein auch zur Gluconeogenese und zur energetischen Verwertung herangezogen werden. Darüber hinaus liefert Cystein Sulfatgruppen für die Biosynthese von Glycosaminoglycanen und für die Sulfatierung von Hormonen und Fremdstoffen. Diese dient zur Vorbereitung der Ausscheidung solcher Substanzen.

L-Cystein ist Bestandteil des Tripeptids Gluthathion, das im antioxidativen System von zentraler Bedeutung ist.

Bedarf

Beim gesunden Erwachsenen wird der Bedarf an Cystein durch die Eigensynthese gedeckt. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Protein bzw. mit der Aminosäure Methionin, die im Allgemeinen gegeben ist.

Mangel

Bei Früh- und Neugeborenen sowie bei Leberzirrhose kann die endogene Synthese von Cystein unzureichend sein, weshalb die alimentäre Zufuhr hier von größerer Bedeutung ist.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Cystin

Cystin ist ein Homodimer aus zwei Molekülen L-Cystein, die über eine Disulfidbrücke verbunden sind.

Vorkommen

Gute Nahrungsquellen für Cystin sind Soja, Mohn, Nüsse, Steinpilze, Fleisch und Kakao. Im menschlichen Organismus findet sich Cystin in besonders hoher Konzentration in keratinhaltigen Geweben, wie Haaren und Nägeln.

Verfügbarkeit

Cystin kann als Dipeptid resorbiert oder nach Hydrolyse im Gastrointestinaltrakt als Cystein.

Stoffwechsel

Cystin entsteht durch die postrationale Verknüpfung der Thiolreste zweier Cysteinmoleküle innerhalb eines Proteins. Das Disulfid kann auf enzymatischem oder nicht enzymatischem Wege wieder zu Cystein reduziert werden.

Funktion

Die Disulfidbrücke des Cystins ist für den Aufbau und die Stabilisierung der Tertiärstruktur von Proteinen verantwortlich. Reduziert zu Cystein kann es dessen Funktionen übernehmen (s. L-Cystein).

Bedarf

Beim gesunden Erwachsenen wird der Bedarf an L-Cystin durch die Eigensynthese der Cystein-Monomere gedeckt. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Protein bzw. mit der Aminosäure Methionin, die im Allgemeinen gegeben ist.

Mangel

Bei Früh- und Neugeborenen sowie bei Leberzirrhose kann die endogene Synthese von Cystein unzureichend sein, weshalb die alimentäre Zufuhr von Cystein bzw. Cystin hier von größerer Bedeutung ist.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Folsäure

Folsäure ist ein wasserlösliches Vitamin und für den Menschen essenziell.

Vorkommen

Grüne Gemüse, insbesondere Blattgemüse, enthalten große Mengen Folsäure. Folsäure kommt darüber hinaus in zahlreichen pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln vor.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit der Folate hängt von ihrer Bindungsform ab. Nur in freier Form vor (als Folsäuremonoglutamat) werden sie zu etwa 90 % resorbiert, während Folsäurepolyglutamate meist nur zu 20 %

verfügbar sind. Die mittlere Bioverfügbarkeit von Nahrungsfolat beträgt ca. 50 %. Pharmaka (Antiepiletika, Zytostatika, Antikonvulsiva, Salizylate, orale Kontrazeptiva) und Alkohol hemmen die Absorption.

Stoffwechsel

Die Absorption der Folsäure erfolgt als Monoglutamat. Polyglutamate müssen vor der Absorption durch spezifische Hydrolasen zu den entsprechenden Monoglutamaten umgewandelt werden.

Funktion

Die biologisch aktive Form der Folsäure ist die Tetrahydrofolsäure (THF). Sie fungiert im Stoffwechsel als wichtiger Formyl- und Methylgruppendonor. Die übertragenen Formyl- und Methylgruppen stammen v. a. aus dem Aminosäureabbau und finden bei der Biosynthese von Purinen und Pyrimidinen und damit dem Aufbau der DNS Verwendung. Außerdem werden sie für die Synthese von Cholin und Serin sowie für die Vitamin-B₁₂-abhängige Remethylierung von Homocystein zu Methionin benötigt. Aufgrund der letztgenannten Reaktion besteht eine enge funktionelle Verbindung zwischen beiden Vitaminen.

Bedarf

Die Empfehlungen für die Folatezufuhr werden aufgrund der unterschiedlichen Bioverfügbarkeit der verschiedenen Folate aus Lebensmitteln in Folat-Äquivalenten angegeben. Dabei entspricht 1 µg Folat-Äquivalent 1 µg Nahrungsfolat bzw. 0,5 µg synthetischer Folsäure (= Pteroylmonoglutaminsäure). Erwachsene sollten täglich 400 µg Folat-Äquivalent aufnehmen.

Für eine generelle Prävention von Neuralrohrdefekten, angeborenen Herzfehlern und anderen Missbildungen empfiehlt die Deutsche Gesellschaft für Kinderheilkunde allen Frauen mit Kinderwunsch bzw. im gebärfähigen Alter eine tägliche Einnahme von 400 µg synthetischer Folsäure (Pteroylmonoglutaminsäure, entspricht 800 µg Folat-Äquivalenten) zusätzlich zur Nahrung.

Mangel

Ursachen für einen Folatmangel können eine geringe alimentäre Zufuhr, eine herabgesetzte Verfügbarkeit, ein erhöhter Bedarf (z. B. in der Schwangerschaft) sowie Erkrankungen sein, die mit einer Malassimilation einhergehen. Da Folsäure an der DNS-Synthese beteiligt ist, treten Mangelsymptome zunächst in Geweben mit hoher Zellteilungsrate auf. Besonders betroffen sind die blutbildenden Gewebe im Knochenmark; als frühestes Zeichen eines Folsäuremangels kann daher eine hyperchrome, makrozytäre Anämie beobachtet werden. Aufgrund der Verknüpfung des Folsäure- und Vitamin B₁₂-Stoffwechsels kann auch dessen Fehlen Folatmangelsymptome hervorrufen, sodass eine diagnostische Abgrenzung notwendig ist.

Überdosierung

Hohe Folsäuregaben können die Wirkung von Antiepileptika verringern sowie gastrointestinale und nervöse Störungen hervorrufen. Der UL liegt daher bei 1000 µg/d. Von europäischen Experten wird allerdings eine Aufnahme von bis zu 5 mg/d noch als sicher eingestuft.

L-Glutamin

Glutamin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und ist im Normalfall nicht essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Glutamin von Bedeutung.

Vorkommen

Glutamin findet sich in proteinreichen Lebensmitteln wie Fleisch, Fisch, Milchprodukten, Eiern und Hülsenfrüchten.

Verfügbarkeit

Glutamin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Glutamin wird durch Übertragung von Ammoniak auf Aminosäure Glutamat gebildet. Das dafür verantwortliche Enzym ist die Glutamin-Synthetase. Damit wird, insbesondere im Gehirn, der toxische Ammoniak entgiftet.

Funktion

Glutamin wird – wie andere Aminosäuren auch – für den Aufbau verschiedener körpereigener Proteine benötigt. Neben seiner Funktion als Bausubstanz der Proteinsynthese dient Glutamin als Aminogruppendonor für die Synthese der Aminosäure Asparaginsäure und zahlreicher anderer stickstoffhaltiger Substanzen, u. a. Purine, Pyrimidine und Aminosucker.

Glutamin ist unter den Aminosäuren diejenige mit der höchsten Plasmakonzentration, da es für den Transport von Aminogruppen über den Blutweg verantwortlich ist.

In der Leber wird das Kohlenstoffgerüst des Glutamins zur Gluconeogenese herangezogen.

Glutamin ist darüber hinaus das bevorzugte energetische Substrat des Darmgewebes und der Niere.

Bedarf

Ein isolierter Bedarf an Glutamin wird nicht angegeben, da es durch Transaminierung aus anderen Aminosäuren bereitgestellt wird. Insgesamt werden täglich etwa 0,6 g Aminosäuren pro kg Körpergewicht benötigt. Empfohlen wird eine tägliche Zufuhr von 0,8 g/kg Körpergewicht, die mit der üblichen Nahrung nicht nur erreicht, sondern sogar überschritten wird.

Mangel

Im Allgemeinen tritt ein Mangel an Glutamin nicht auf. Lediglich bei kataboler Stoffwechsellaage kann die endogene Synthese unzureichend sein und eine Depletion der Gewebe auftreten. In der klinischen Ernährung von Patienten mit schweren Infektionen, Verbrennungen und größeren Operationen kann sich Glutamin in hohen Dosierungen positiv auf die katabole Stoffwechsellaage auswirken.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Glycin

Glycin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und ist im Normalfall nicht essenziell.

Vorkommen

Reich an Glycin sind Fleisch, Hülsenfrüchte, Fisch, Meeresfrüchte und Nüsse. Als Geschmacksverstärker wird Glycin Lebensmitteln zugesetzt.

Verfügbarkeit

Glycin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Im Organismus entsteht Glycin unter Beteiligung von Tetrahydrofolsäure und Pyridoxalphosphat aus Serin.

Funktion

Glycin ist wichtiger Bestandteil nahezu aller Proteine. Besonders häufig kommt es im Kollagen vor. Hier macht es gut ein Drittel aller

Aminosäuren aus, da es aufgrund seiner geringen Größe das Aufwickeln des Kollagens zu dessen Tripelhelix-Struktur erlaubt. Im Zentralnervensystem wirkt Glycin als inhibitorischer Neurotransmitter.

Als glucogene Aminosäure kann Glycin über Pyruvat zu Glucose umgesetzt werden.

Darüber hinaus dient Glycin der Biosynthese von Purin, Kreatin, Gallensäuren und Glutathion.

Bedarf

Beim gesunden Erwachsenen wird der Bedarf an Glycin durch Eigensynthese gedeckt. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Protein, die im Allgemeinen gegeben ist.

Mangel

Ein Mangel an Glycin tritt im Allgemeinen nicht auf. Lediglich bei kataboler Stoffwechsellaage kann die endogene Synthese unzureichend sein und eine Depletion der Gewebe auftreten.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

L-Histidin

Histidin ist eine proteinogene und essenzielle Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Histidin von Bedeutung.

Vorkommen

Reich an Histidin sind Soja, Käse, Fleisch und Fisch.

Verfügbarkeit

Histidin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Die PALP-abhängige Decarboxylierung von Histidin führt zum biogenen Amin Histamin.

Durch Desaminierung wird Histidin zu Glutamat abgebaut.

Funktion

Histidin dient, wie alle proteinogenen Aminosäuren, als Rohstoff der Proteinbiosynthese.

Im Hämoglobin ist Histidin an der Komplexbildung des Eisenatoms beteiligt. Viele Enzyme enthalten Histidin im aktiven Zentrum. Das biogene Amin Histamin, das aus Histidin gebildet wird, fördert als Gewebshormon in den Endothelzellen die Freisetzung von Stickstoffmonoxid und in der Magenmucosa die der Magensäure. Darüber hinaus ist es an immunologischen Reaktionen beteiligt.

Bedarf

Für Säuglinge ist Histidin essenziell. Neuere Untersuchungen haben gezeigt, dass die Eigensynthese auch bei Erwachsenen nur befristet ausreicht, um den Bedarf zu decken. Langfristig ist also eine Zufuhr von Histidin mit der Nahrung erforderlich.

Mangel

Ein Histidinmangel wurde bei längerfristiger histidinfreier Ernährung beobachtet, tritt jedoch unter normalen Umständen nicht auf.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt

über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Inulin

Inulin ist ein Polysaccharid aus ca. 30 Fructoseeinheiten und wird zu den Ballaststoffen gerechnet.

Vorkommen

Größere Mengen an Inulin finden sich in Artischocken, Topinambur und Schwarzwurzeln. Auch Weizen, Spargel und Zwiebelgewächse enthalten Inulin.

Verfügbarkeit

Inulin wird nicht absorbiert, sondern im Dickdarm durch die Darmflora fermentiert.

Stoffwechsel

Inulin wird im Dickdarm schnell zu kurzkettigen Fettsäuren, insbesondere Milchsäure und Essigsäure, fermentiert. Diese dienen der Darmflora und den Colonozyten als Energiesubstrat.

Funktion

Inulin wird eine prebiotische Wirksamkeit zugeschrieben, d. h. es wird selektiv durch Bifidobakterien fermentiert und stimuliert damit deren Wachstum. Gesundheitsfördernde Wirkungen durch einen höheren Anteil von Bifidobakterien an der Darmflora werden diskutiert.

Durch die Bildung von kurzkettigen Fettsäuren wird die Calciumabsorption erhöht. Darüber hinaus werden eine lipidsenkende Wirkung von Inulin und ein positiver Effekt auf bestimmte Krebsbiomarker diskutiert; diese Effekte sind allerdings nicht gesichert.

Bedarf

Inulin gehört zu den Ballaststoffen, bezüglich derer eine tägliche Zufuhr von mindestens 30 g als sinnvoll erachtet wird. Ein spezifischer Bedarf an Inulin besteht nicht. Um prebiotische Effekte zu erreichen, ist eine tägliche Zufuhr von mindestens 5 g erforderlich.

Mangel

Einen spezifischen Mangel an Inulin gibt es nicht. Die durchschnittliche Ballaststoffzufuhr liegt in Deutschland allerdings deutlich unter den Empfehlungen.

Überdosierung

Bei einer Überdosierung treten gastrointestinale Beschwerden auf.

L-Isoleucin

Isoleucin ist eine essenzielle, proteinogene Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Isoleucin von Bedeutung.

Vorkommen

Reich an Isoleucin sind Käse, Fleisch, Hülsenfrüchte und Fisch.

Verfügbarkeit

Isoleucin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Isoleucin wird vorwiegend in der Muskulatur verstoffwechselt. Dabei wird durch Transaminierung eine Aminogruppe auf eine Ketsäure übertragen und es entsteht Glutamat. Das Kohlenstoffgerüst von Isoleucin wird zu Propionyl-CoA und Acetyl-CoA metabolisiert. Damit stellt Isoleucin eine ketogene und glucogene Aminosäure dar.

Funktion

Isoleucin dient vornehmlich als Proteinbaustein.

Durch die Transaminierung von Glutamat und dient sie zudem der Bereitstellung von Alanin und Glutamin, die Aminogruppen im Blut transportieren.

Darüber hinaus kann sie zur Gluconeogenese herangezogen werden und als Vorstufe für Ketonkörper und Fettsäuren dienen.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Isoleucin beträgt etwa 18 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein Isoleucinmangel tritt unter üblichen Ernährungsgewohnheiten beim Gesunden nicht auf.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Jod

Jod ist ein essenzieller Mineralstoff.

Vorkommen

Fische und andere Meeresprodukte zählen zu den jodreichen Lebensmitteln. Der Jodgehalt pflanzlicher Lebensmittel hängt stark vom Jodidgehalt des Bodens im jeweiligen Anbaugebiet ab. Eine wichtige Quelle für das Spurenelement stellt jodiertes Speisesalz dar.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Jod wird durch strumigene Substanzen in der Nahrung (z. B. in Kohlgemüse) vermindert, was allerdings von geringer praktischer Relevanz ist. Auch Nitrat und verschiedene Medikamente (z. B. Lithium, Carbimazol und Perchlorat) können die Verfügbarkeit herabsetzen.

Stoffwechsel

Das in der Nahrung enthaltene Jod liegt als anorganisches Jodid vor. In dieser Form wird es im Magen-Darm-Trakt beinahe vollständig absorbiert und gelangt ins Blut. Die Schilddrüse nimmt Jodid aus dem Blut aktiv gegen ein Konzentrationsgefälle auf.

Funktion

Jod stellt einen essenziellen Baustein der Schilddrüsenhormone Thyroxin und Triiodthyronin dar. Diese fördern das Wachstum sowie die Knochenbildung und spielen bei Differenzierungsvorgängen (z. B. Hirnentwicklung von Neugeborenen) eine bedeutende Rolle. Sie wirken auf den Stoffwechsel von Proteinen, Kohlenhydraten und Lipiden. Die Schilddrüsenhormone stimulieren alle Schritte des Kohlenhydratmetabolismus (u. a. die Glycogenolyse und Gluconeogenese) sowie die Liponeogenese und üben einen Effekt auf verschiedene Enzyme aus. Auch der Grundumsatz wird von den Schilddrüsenhormonen beeinflusst: Bei einer Überfunktion der Schilddrüse ist dieser erhöht, bei einer Unterfunktion erniedrigt.

Bedarf

Für Erwachsene wird eine Zufuhr von 200 µg Jod pro Tag empfohlen, Schwangere und Stillende benötigen etwa 230 bzw. 260 µg/d.

Mangel

Die Jodaufnahme liegt durchschnittlich bei etwa 50 % der empfohlenen Zufuhr; Kinder und Jugendliche erreichen teilweise weniger als 40 % der Zufuhrempfehlung. Deutschland zählt somit zu den endemischen Jodmangelgebieten.

Bei einer unzureichenden Jodversorgung ist zunächst die Konzentration der Schilddrüsenhormone verringert. Dies führt zu einem kompensatorischen Größenwachstum der Schilddrüse mit Entstehung einer Struma (Kropf). Untersuchungen zeigen eine Kropfhäufigkeit von über 10 % in Deutschland.

Die schwerste Form des Jodmangels ist der Kretinismus, bei dem Missbildungen des Skeletts und eine Schädigung des Gehirns zu beobachten sind. Er tritt bei Säuglingen auf, deren Mütter während der Schwangerschaft unzureichend mit Jod versorgt waren.

Überdosierung

Eine alimentäre Überversorgung ist bei Gesunden nicht zu befürchten. Eine Aufnahme von bis zu 1000 µg/d Jod ist nicht mit Nebenwirkungen verbunden (NOAEL). Bei länger bestehendem Jodmangel kann eine sehr hohe Jodzufuhr eine Hyperthyreose auslösen. Hier ist eine Zufuhr von bis zu 500 µg/d unbedenklich. Auch die oft diskutierte Jodallergie wird nicht durch Jod selbst, sondern durch höhermolekulare Substanzen ausgelöst, die Jod enthalten (Medikamente, Röntgenkontrastmittel). Bei Patienten mit Hyperthyreose (Morbus Basedow) ist eine hohe Jodzufuhr, z. B. über Jodsalz und Supplemente, zu vermeiden.

Kalium

Kalium ist ein essenzieller Mineralstoff.

Vorkommen

Hohe Kaliumgehalte finden sich vorwiegend in pflanzlichen Lebensmitteln, beispielsweise in Trockenobst, Hülsenfrüchten, Nüssen, Spinat und Vollkorngetreide.

Verfügbarkeit

Die Absorption von Kalium aus der Nahrung erfolgt fast vollständig. Allerdings treten bei der Zubereitung der Lebensmittel oft hohe Verluste auf.

Stoffwechsel

Die Aufrechterhaltung konstanter Kaliumspiegel im Extrazellulärraum ist für den Organismus von großer Bedeutung und wird durch die Verschiebung in intrazelluläre Kompartimente und renale Elimination gewährleistet. Diese wiederum unterliegt einer komplexen endokrinen Regulation.

Funktion

Kalium ist zusammen mit anderen Ionen für den osmotischen Druck der Zellen verantwortlich. Das Ruhepotential erregbarer Zellen – des Muskel- und Nervengewebes – wird durch die Leitfähigkeit des Kaliumions bestimmt.

Bedarf

Nach den Schätzwerten der DGE sollten Erwachsene pro Tag mindestens 2 g Kalium aufnehmen. Eine höhere Zufuhr erscheint jedoch sinnvoll, da sie beispielsweise zur Senkung erhöhter Blutdruckwerte beitragen kann.

Mangel

Die tatsächliche Zufuhr liegt in Deutschland über dem Minimum. Ein Kaliummangel ist daher in der Regel nicht alimentär bedingt, sondern durch Erkrankungen: Störungen der Nierenfunktion, schwere Diarrhöe, Erbrechen oder Laxanzienmissbrauch können ausgeprägte Kaliumverluste hervorrufen.

Eine Hypokaliämie führt zu Störungen der Erregungsbildung und -fortleitung in Nerven und Muskeln. Dadurch kommt es zur Schwäche der Skelett- und glatten Muskulatur sowie zu Herzrhythmusstörungen.

Überdosierung

Auch die Hyperkaliämie ist normalerweise nicht alimentär bedingt, sondern durch eine eingeschränkte Kaliumausscheidung infolge von Niereninsuffizienz oder die Anwendung kaliumsparender Diuretika. Auch hier ist die nervale und muskuläre Reizweiterleitung gestört.

Kreatin

Kreatin ist eine Aminosäure, die nicht zum Aufbau von Proteinen herangezogen wird.

Vorkommen

Hohe Gehalte an Kreatin sind in Fleisch und Fisch zu finden.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Kreatin aus natürlichen Lebensmitteln ist hoch; in Tabletten- oder Kapselform ist es deutlich schlechter verfügbar.

Stoffwechsel

Kreatin wird in der Leber, den Nieren und dem Pankreas aus Arginin, Glycin und Methionin synthetisiert und zum Muskel transportiert. Nach dem Abbau zu Kreatinin wird dieses über die Nieren eliminiert.

Funktion

In Form von Kreatinphosphat kommt der Aminosäure eine wesentliche Funktion für die Energiebereitstellung im Muskelgewebe zu. Kreatinphosphat ist eine energiereiche Verbindung, die der Regeneration des Energielieferanten ATP dient.

Bedarf

Zum Ausgleich des verbrauchten Kreatins benötigt der Mensch täglich etwa 2 g Kreatin. Etwa die Hälfte des Bedarfs wird durch Eigensynthese gedeckt und der Rest mit Lebensmitteln zugeführt.

Mangel

Die Versorgung mit Kreatin gilt als gesichert.

Überdosierung

Langfristig gilt eine Aufnahme von bis zu 3 g/d als unbedenklich. Bei hochdosierter Einnahme wurden gastrointestinale Beschwerden und Muskelkrämpfe beobachtet.

Kupfer

Kupfer ist ein essenzielles Spurenelement.

Vorkommen

Gute Kupferlieferanten sind neben Schalentieren und Innereien vor allem Hülsenfrüchte, Vollkornprodukte, Pilze, Nüsse und Kakao-Produkte.

Verfügbarkeit

Die Resorption von Kupfer wird durch eine hohe Zufuhr anderer Mineralstoffe sowie durch das in Getreide enthaltene Phytat verringert; gesteigert wird sie durch verschiedene Aminosäuren.

Stoffwechsel

Nach der Resorption in Dünndarm und Magen gelangt Kupfer an Plasmaproteine gebunden zur Leber, wo es in Zielproteine einge-

baut wird. Ein Teil des Kupfers wird an Ceruloplasmin gebunden ins Blut abgeben und in andere Gewebe transportiert.

Funktion

Kupferhaltige Enzyme sind am Elektronentransport in der Atmungskette, an der Kollagensynthese und an der Catecholaminsynthese beteiligt. Ceruloplasmin katalysiert die Oxidation von Eisen und ist damit für die Bereitstellung von Eisen für die Hämatopoese essenziell.

Des Weiteren ist Kupfer als Bestandteil der Superoxiddismutase für die antioxidative Abwehr von Bedeutung. Zudem ist Kupfer in die Regulation der Genexpression eingebunden.

Bedarf

Die Höhe des Bedarfs wird lediglich vermutet, sodass die DGE bisher nur Schätzwerte für eine angemessene Zufuhr angibt. Für Erwachsene beträgt der Schätzwert 1–1,5 mg/d.

Mangel

Mangelerscheinungen sind bei üblicher Ernährung nicht bekannt. Sie treten in Industrieländern nur bei ausgeprägten gastrointestinalen Erkrankungen oder nephrotischem Syndrom auf.

Überdosierung

Die Toxizität ist gering. Bei einer langfristigen Zufuhr von bis zu 10 mg/d (NOAEL) ist nicht mit Nebenwirkungen zu rechnen.

L-Leucin

Leucin ist eine proteinogene und essenzielle Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Leucin von Bedeutung.

Vorkommen

Käse, Soja und Fleisch sind besonders leucinreich.

Verfügbarkeit

Leucin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Leucin wird vorwiegend in der Muskulatur verstoffwechselt und dient dabei der Bereitstellung von Alanin und Glutamin, die die Aminogruppen im Blut transportieren. Beim Abbau von Leucin wird durch Transaminierung Glutamat gebildet, das wiederum für die Glutaminsynthese benötigt wird. Das Kohlenstoffgerüst von Leucin wird zu Acetyl-CoA metabolisiert. Damit stellt Leucin eine rein ketogene Aminosäure dar.

Funktion

Leucin dient vornehmlich als Proteinbaustein. Als ketogene Aminosäure kann sie zur Energiegewinnung herangezogen werden oder als Vorstufe für Ketonkörper und Fettsäuren dienen.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Leucin beträgt etwa 25 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein Leucinmangel wird bei ausreichender Proteinzufuhr nicht beobachtet.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt

über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

L-Lysin

Lysin ist eine proteinogene und essenzielle Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Lysin von Bedeutung.

Vorkommen

Reich an Lysin sind Fleisch und Käse; relevante Gehalte finden sich auch in Fisch, Hülsenfrüchten, Wurstwaren, Quark und Eiern.

Verfügbarkeit

Bei der thermischen Behandlung von Lebensmitteln kann die Lysinverfügbarkeit deutlich sinken, da die Aminogruppe in der Seitenkette des Moleküls sehr reaktionsfreudig ist.

Stoffwechsel

Lysin wird in mehreren Stufen zu Acetyl-CoA abgebaut und stellt damit eine ketogene Aminosäure dar.

Funktion

Die Funktion von Lysin besteht darin, dass es einen Proteinbaustein darstellt. Insbesondere im Kollagen ist Lysin enthalten. Es wird nach Einbau in das Protein hydroxyliert und ist für die Festigkeit des Bindegewebes von Bedeutung. Auch das Strukturprotein Elastin enthält viel Lysin. Als Enzymbestandteil ist Lysin an Knochenwachstum, Zellteilung und Nucleotidsynthese beteiligt.

Proteingebundenes Lysin stellt zudem die Ausgangssubstanz für die Biosynthese von Carnitin dar.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Lysin beträgt etwa 22–30 mg pro kg Körpergewicht. Dieser wird bereits mit einer unterdurchschnittlichen Proteinzufuhr von 50 g/d gedeckt, da hiermit etwa 2–2,5 g Lysin zugeführt werden.

Mangel

Ein Lysinmangel wird bei ausreichender Proteinzufuhr nicht beobachtet.

Überdosierung

Die Toxizität von Lysin ist gering. Bei durchschnittlicher Proteinzufuhr wird eine ergänzende Zufuhr von bis zu 3 g Lysin täglich als sicher angesehen.

Magnesium

Magnesium ist ein essenzieller Mineralstoff.

Vorkommen

Viele Lebensmittel enthalten Magnesium. Magnesiumreich sind Getreidevollkornерzeugnisse, Nüsse, Hülsenfrüchte und grüne Gemüsesorten. Fisch, Fleisch, Milch und Milchprodukte enthalten weniger Magnesium.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Magnesium ist aus pflanzlichen Lebensmitteln geringer als aus solchen, die vom Tier stammen. Chronischer Alkoholkonsum hemmt die Magnesiumabsorption.

Stoffwechsel

–

Funktion

Zahlreiche enzymatische Reaktionen im Körper sind magnesiumabhängig. Der Mineralstoff ist an allen Reaktionen beteiligt, bei denen energiereiche Phosphatgruppen übertragen werden. Im Knochen dient Magnesium als Strukturelement. Extrazellulär wirkt Magnesium als physiologischer Kalziumantagonist. Des Weiteren ist Magnesium an der neuromuskulären Reizübertragung sowie an der Muskelkontraktion beteiligt. Es spielt eine Rolle im Nucleinsäurestoffwechsel und wird für die Speicherung sowie Freisetzung von Hormonen benötigt.

Bedarf

Der genaue Magnesiumbedarf ist nicht bekannt. Nach den Empfehlungen der DGE sollen Männer täglich 350 mg zuführen, Frauen 300 mg. In Deutschland liegt die Magnesiumzufuhr im empfohlenen Bereich.

Mangel

Isolierte Magnesiummangelzustände wurden beim Erwachsenen nur selten beobachtet. Schwangere gelten im Hinblick auf die Magnesiumversorgung als Risikogruppe. Kleinkinder zeigen schon nach wenigen Tagen einer Durchfallerkrankung erniedrigte Magnesiumwerte im Serum. Eine Unterversorgung mit Magnesium beobachtet man zudem unter Laxanzienabusus, nach Operationen im Verdauungstrakt, bei chronischem Alkoholkonsum sowie bei gastrointestinalen, renalen und endokrinen Erkrankungen. Eine zu geringe Magnesiumkonzentration im Plasma beeinträchtigt die Regulation der Nervenregbarkeit und der Muskelkontraktion. Dies äußert sich in Gefühllosigkeit, Kribbeln in Händen und Füßen, Muskelschwäche sowie durch eine Neigung zu Muskelkrämpfen und Herzrhythmusstörungen. Auch gastrointestinale Beschwerden können auftreten.

Überdosierung

Bei einer Magnesiumaufnahme von bis zu 700 mg/d (NOAEL) ist nicht mit dem Auftreten von unerwünschten Wirkungen zu rechnen. Darüber hinaus kommt es zunächst zu laxierenden Effekten. Hypermagnesiämien treten praktisch nur bei Niereninsuffizienz sowie bei der Verabreichung von magnesiumhaltigen Arzneimitteln auf. Symptome sind im Frühstadium Übelkeit und Erbrechen, bei stärkeren Intoxikationen Veränderungen des Elektrokardiogramms, verminderte Reflexe und Atembeschwerden bis hin zum Herzstillstand.

Mangan

Mangan gehört zu den essenziellen Spurenelementen.

Vorkommen

Reich an Mangan sind Vollkornprodukte, Hülsenfrüchte, Nüsse und schwarzer Tee.

Verfügbarkeit

Die Absorption wird durch Alkohol gesteigert und durch Calcium gehemmt.

Stoffwechsel

Mangan wird vorwiegend in Leber, Niere, Pankreas, Knochenmark und Haaren gespeichert und über die Galle ausgeschieden.

Funktion

Mangan ist als Bestandteil der Pyruvat-Carboxylase an der Gluconeogenese beteiligt. In Form der Mangan-Superoxiddismutase ist es in die antioxidative Abwehr eingebunden. Als Bestandteil weiterer Enzyme ist es unter anderem in die Knochenbildung, die Blutgerinnung, die Entwicklung des Gehirns und die Spermatogenese involviert.

Aufgrund seiner antioxidativen Funktion und seiner Funktion in der Cholesterinsynthese wird Mangan eine Bedeutung für die Arteriengesundheit zugeschrieben.

Bedarf

In Bilanzstudien wurde ein Mindestbedarf von 0,7 mg Mangan pro Tag ermittelt. Nach Einschätzung der DGE gilt eine tägliche Zufuhr von 2–5 mg für Erwachsene als angemessen. Die durchschnittliche Zufuhr liegt darüber.

Mangel

Ein Manganmangel tritt beim Menschen unter natürlichen Lebensbedingungen nicht auf.

Überdosierung

Manganintoxikationen treten vorwiegend bei einer langfristigen beruflichen Exposition gegenüber Manganstaub auf. Als Höchstmenge für Nahrungsergänzungsmittel wurde eine tägliche Dosis von 1 mg vorgeschlagen.

L-Methionin

Methionin ist eine essenzielle, proteinogene Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Methionin von Bedeutung.

Vorkommen

Hohe Gehalte an Methionin finden sich in Fleisch, Käse, Fisch, Soja, Sesam und Wurstwaren.

Verfügbarkeit

Durch die thermische Behandlung von Lebensmitteln kann die Methioninverfügbarkeit sinken, da hierbei durch Reaktion zwischen Kohlenhydraten und Methionin schwerverdauliche Maillardprodukte entstehen.

Stoffwechsel

Methionin ist der wichtigste Methylgruppendonator im Stoffwechsel. Zur Übertragung der Methylgruppe wird Methionin zu S-Adenosylmethionin aktiviert. Das demethylierte Methionin bezeichnet man als Homocystein. Seine Regeneration zu Methionin ist vitamin-B₁₂- und folsäureabhängig. Alternativ wird Homocystein zu Cystein abgebaut.

Funktion

In seiner Funktion als Lieferant von Methylgruppen ist Methionin unter anderem an der Biosynthese von Cholin, Kreatin und Melatonin beteiligt. Auch die Synthese von Adrenalin aus Noradrenalin benötigt Methionin als Methylgruppendonator. Die posttranslationale Methylierung von Proteinen ist unter anderem für die Entstehung des Methylhistidins verantwortlich, das für Muskelfasern charakteristisch ist.

Darüber hinaus ist Methionin für die endogene Synthese der Aminosäure Cystein erforderlich und wird in Proteine eingebaut.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Methionin beträgt etwa 24 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Einen isolierten Mangel an Methionin beobachtet man in der Regel nicht.

Überdosierung

Bei einem genetischen Defekt der Cystathionsynthese ist der Abbau von Methionin zu Cystein gestört. Bei diesen Patienten führt Methionin bereits in Mengen, die mit einer durchschnittlichen Protein-

zufuhr aufgenommen werden, zu einem gefäßschädigenden Anstieg der HomocysteinKonzentrationen im Blut. Die Betroffenen müssen daher eine methioninarme Ernährung zu sich nehmen.

Natrium

Vorkommen

Hohe Natriumkonzentrationen sind v. a. in verarbeiteten Lebensmitteln durch den Zusatz von Speisesalz (Natriumchlorid) zu finden.

Verfügbarkeit

Bedingt durch die hohe Löslichkeit des Ions und effektive Absorptionsmechanismen wird Natrium aus der Nahrung fast vollständig absorbiert.

Stoffwechsel

Die extrazelluläre Natriumkonzentration wird durch das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System reguliert.

Funktion

Natrium ist Bestandteil der Knochensubstanz. Eine weitere wichtige Funktion besteht in der Aufrechterhaltung der Osmolarität. Damit hat Natrium Einfluss auf den Wasserhaushalt und die Blutdruckregulation des Organismus. Außerdem ist es aufgrund seiner ungleichen Verteilung im Intra- und Extrazellulärraum ebenso wie Kalium am Aufbau des Membranpotenzials der Zellwände beteiligt und dient daher insbesondere der Erregungsleitung. Des Weiteren hat Natrium eine Bedeutung für die Aktivität verschiedener Enzyme.

Bedarf

Auf Basis der Natriumverluste über Urin, Stuhl und Haut wurde eine tägliche minimale Zufuhr von 550 mg Natrium ermittelt, was einem Verzehr von 1,4 g Speisesalz entspricht. Für Erwachsene gilt eine Aufnahme von 6 g Kochsalz am Tag als empfehlenswert.

Mangel

Die durchschnittliche Natriumaufnahme liegt deutlich über der empfohlenen. Ein ernährungsbedingter Natriummangel ist daher in Industrieländern nicht zu beobachten. Lediglich durch hohe Natriumverluste bei gastrointestinalen Störungen oder endokrinen Erkrankungen können Natriummangelsymptome wie Hypotonie und Tachykardie auftreten.

Überdosierung

Die über den Empfehlungen liegende Kochsalzzufuhr wird bei entsprechend disponierten Personen im Hinblick auf die Entstehung einer Hypertonie als kritisch bewertet. Eine exzessive Natriumzufuhr kann durch Flüssigkeitsretention in den Geweben zu Ödemen führen. Weitere klinische Symptome sind z. B. motorische Unruhe, Übererregbarkeit der Muskulatur, Haut- und Schleimhaut austrocknung. Eine akute Salzvergiftung führt infolge von Atem- und Herzstörungen zum Tod.

Niacin

Der Mensch ist nur bedingt auf die Zufuhr von Niacin angewiesen, da auch beim Abbau von Tryptophan Niacin entsteht.

Vorkommen

Niacin ist in vielen Lebensmitteln pflanzlicher und tierischer Herkunft enthalten, jedoch meist in nur geringen Konzentrationen. Gute Niacinquellen sind Fleisch, Innereien und Fisch.

Verfügbarkeit

In Getreide, v. a. im Mais, und in Kartoffeln liegt Niacin als Niacytin vor. Diese Niacin-Peptid-Verbindung ist für den Menschen nicht verwertbar. Erst durch Behandlung mit Alkalien wird das Niacin aus Niacytin freigesetzt und wird damit für den Körper verfügbar.

Stoffwechsel

Unter der Bezeichnung Niacin sind die Vitamere Nicotinamid und Nicotinsäure zusammengefasst. Beide Vitamere haben die gleiche biologische Aktivität und sind im Stoffwechsel ineinander überführbar. In den verschiedenen Geweben werden sie zur Synthese der Coenzyme NAD⁺ (Nikotinamidadenindinukleotid) und NADP⁺ (Nikotinamidadenindinukleotidphosphat) herangezogen. Diese können im menschlichen Organismus auch aus der essenziellen Aminosäure Tryptophan gebildet werden.

Funktion

Das Coenzym NAD⁺ dient als Wasserstoffakzeptor bei der Glycolyse, im Citratzyklus und bei der Fettsäureoxidation. NADP⁺ wird für die Synthese von Fettsäuren, Cholesterin und Steroiden benötigt. NAD⁺ ist neben seiner Funktion als Wasserstoffüberträger Cosubstrat für verschiedene Enzyme, die an der zellulären Signaltransduktion und der DNA-Replikation beteiligt sind.

Bedarf

Die Empfehlungen werden in Niacin-Äquivalenten angegeben, da Niacin auch aus Tryptophan gebildet werden kann. Dabei entspricht 1 mg Niacin-Äquivalent 60 mg Tryptophan. Die Empfehlung der DGE beträgt 13 mg/d für Frauen und 16 mg/d für Männer.

Mangel

Die Niacinversorgung ist im Allgemeinen als gesichert anzusehen. Verschiedene Pharmaka interagieren mit dem Niacinstoffwechsel und können die Versorgung verschlechtern, u. a. Antiepileptika, Psychopharmaka und verschiedene Schmerzmittel (z. B. Paracetamol). Daneben ist bei der seltenen, erblichen Hartnup-Krankheit die Tryptophanabsorption gestört, was zu einem schlechten Niacinstatus beitragen kann. Ein ausgeprägter Niacinmangel entsteht meist nur bei einer langfristig sehr einseitigen Ernährung, die beispielsweise vorwiegend aus Mais oder Hirse besteht. Das Frühstadium eines Niacinmangels äußert sich in unspezifischen Symptomen, wie Appetitverlust, Schwäche, Gedächtnisstörungen und Schlaflosigkeit. Ein ausgeprägter Niacinmangel führt zum klassischen Krankheitsbild der Pellagra, das sich durch Dermatitis an lichtexponierten Stellen, Diarrhöe und neurologische Störungen auszeichnet.

Überdosierung

Nikotinamid ist auch in hohen pharmakologischen Dosierungen gut verträglich; der UL wurde auf 900 mg/d festgelegt. Im Gegensatz hierzu kann Nikotinsäure bereits in einmaligen Dosierungen von 50 mg/d Hautrötungen, Gefäßerweiterung, Hitzegefühle und Juckreiz auslösen. Der UL wurde daher für dieses Vitamer auf 10 mg/d festgesetzt.

Oligofructose

Oligofructose besteht aus 2 bis 10 Fructoseeinheiten.

Vorkommen

Oligofructose wird durch partiellen enzymatischen Abbau von Inulin gewonnen oder synthetisch aus Saccharose hergestellt. Es wird als Präbiotikum in funktionellen Lebensmitteln eingesetzt.

Verfügbarkeit

Oligofructose wird nicht absorbiert, sondern im Dickdarm durch die Darmflora fermentiert.

Stoffwechsel

Oligofruktose wird im Dickdarm schnell zu kurzkettigen Fettsäuren, insbesondere Milchsäure und Essigsäure, fermentiert. Diese dienen der Darmflora und den Colonozyten als Energiesubstrat.

Funktion

Oligofruktose wird eine präbiotische Wirksamkeit zugeschrieben, d. h. es wird selektiv durch Bifidobakterien fermentiert und stimuliert damit deren Wachstum. Ein höherer Anteil an Bifidobakterien in der Darmflora ist vermutlich mit gesundheitsfördernden Wirkungen verbunden.

Durch die Bildung von kurzkettigen Fettsäuren wird die Calciumabsorption erhöht. Darüber hinaus werden eine lipidsenkende Wirkung von Oligofruktose und ein positiver Effekt auf bestimmte Krebsbiomarker diskutiert; diese Effekte sind allerdings nicht gesichert.

Bedarf

Ein Bedarf an Oligofruktose besteht nicht. Um präbiotische Effekte zu erreichen, ist eine tägliche Zufuhr von mindestens 5 g erforderlich. Oligofruktose kann zu den Ballaststoffen gerechnet werden. Insgesamt wird eine tägliche Zufuhr von mindestens 30 g Ballaststoffen als sinnvoll erachtet.

Mangel

Ein Mangel an Oligofruktose tritt nicht auf.

Überdosierung

Bei einer Überdosierung resultieren gastrointestinale Beschwerden.

Omega-3-Fettsäuren

Omega-3-Fettsäuren sind durch eine Doppelbindung am dritten C-Atom – vom Methylende aus gesehen – gekennzeichnet. Zur Gruppe der Omega-3-Fettsäuren gehört die essenzielle α -Linolensäure und die längerkettigen Fettsäuren Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure, die teilweise als essenziell gelten.

Vorkommen

Rapsöl, Leinöl und Walnussöl enthalten viel α -Linolensäure. Auch Olivenöl liefert relevante Mengen. Die langkettigen Omega-3-Fettsäuren, Eicosapentaensäure und Docosahexaensäure, kommen in bedeutsamen Mengen nur in Kaltwasserfischen, beispielsweise in Lachs, Thunfisch, Makrele und Hering, vor.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Die mit der Nahrung aufgenommene α -Linolensäure kann im Organismus in längerkettige Fettsäuren umgewandelt werden. Diese Umwandlung findet jedoch nur in sehr begrenztem Maße statt.

Funktion

Omega-3-Fettsäuren sind wichtige Bestandteile der Zellmembranen und für deren Fluidität von Bedeutung, langkettige Omega-3-Fettsäuren sind darüber hinaus Ausgangssubstanzen für die Bildung von Eikosanoiden. Dies sind Gewebshormone, die in die Substanzklassen Prostaglandine, Leukotriene, Prostazykline und Thromboxane untergliedert werden. Sie wirken auf den Blutdruck, Entzündungsprozesse, die Blutgerinnung, den Lipid- und Lipoproteinstoffwechsel sowie die Immunabwehr. Eicosanoide aus Eicosapentaensäure wirken antithrombotisch, bronchien- und gefäßerweiternd, und nur schwach chemotaktisch. Eicosanoide aus Omega-6-Fettsäuren dagegen wirken stark entzündungsfördernd und teilweise vasokonstriktorisch. Da Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren um die Enzymsysteme konkurrieren, die für die Eicosanoidsynthese verantwortlich sind, wird die Menge der gesundheitsförderlich wirkenden

Eicosanoide durch das Verhältnis der beiden Fettsäureklassen in der Nahrung bestimmt.

Bedarf

Um den Bedarf an Omega-3-Fettsäuren zu decken, empfiehlt die DGE eine Aufnahme von 0,5 % der täglichen Energiezufuhr in Form von α -Linolensäure. Dies entspricht beim Erwachsenen in etwa einer Aufnahme von 1,25 g Omega-3-Fettsäuren pro Tag. Wichtig ist ein ausgewogenes Verhältnis von Omega-6 und Omega-3-Fettsäuren, das in etwa 5:1 betragen sollte.

Mangel

In Deutschland ist das Verhältnis von Omega-6- und Omega-3-Fettsäuren in der üblichen Kost unausgewogen, wodurch vermehrt Eicosanoide mit entzündungsfördernden und proatherogenen Eigenschaften gebildet werden können. Daher ist eine Erhöhung der Omega-3-Fettsäurezufuhr oder der Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren anzustreben.

Ein klinischer Mangel an Omega-3-Fettsäuren mit neurologischen Symptomen ist extrem selten.

Überdosierung

Bei einer hohen Zufuhr an Omega-3-Fettsäuren ist der erhöhte Bedarf an antioxidativ wirksamen Nährstoffen zu beachten. Ein ausgewogenes Verhältnis zu den Omega-6 Fettsäuren ist zu berücksichtigen.

L-Ornithin

Ornithin ist eine nicht proteinogene Aminosäure und für den Menschen nicht essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Ornithin von Bedeutung.

Vorkommen

Ornithin kommt im Stoffwechsel als Metabolit vor. Ein typischer Lebensmittelinhaltsstoff ist Ornithin nicht.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Ornithin tritt als Zwischenprodukt im Harnstoffzyklus auf. Es entsteht dabei durch Harnstoffabspaltung aus Arginin und dient als Akzeptor für Carbamylphosphat.

Funktion

Die hauptsächliche Aufgabe des Ornithins ist seine Funktion im Harnstoffzyklus, der der Ammoniakentgiftung und Stickstoffausscheidung dient.

Extrahepatisch dient Ornithin als Zwischenstufe in der Biosynthese von Arginin und als Vorstufe der Polyamine. Dies sind Stoffwechselprodukte, die für den normalen Ablauf der Zellproliferation notwendig sind.

Bedarf

Ein Bedarf an Ornithin besteht nicht.

Mangel

Ein Mangel an Ornithin tritt nicht auf.

Überdosierung

Spezielle Symptome einer Ornithinüberdosierung sind nicht bekannt; insgesamt sollte die Zufuhr an Aminosäuren allerdings nicht mehr als 2 g pro Tag betragen.

Pantothensäure

Pantothensäure ist als wasserlösliches Vitamin für den Menschen essenziell.

Vorkommen

Pantothensäurereich sind u. a. Fleisch, Innereien, Fisch, Eigelb, Getreide und Hülsenfrüchte. Darüber hinaus ist Pantothensäure in vielen pflanzlichen und vom Tier stammenden Lebensmitteln enthalten.

Verfügbarkeit

Bei der Lebensmittelzubereitung gehen durchschnittlich 30 % der Pantothensäure verloren.

Stoffwechsel

Die aktive Form der Pantothensäure, das Coenzym A, wird im Intermediärstoffwechsel durch Reaktion von Pantothensäure, ATP und Cystein gebildet.

Funktion

In Form von Coenzym A ist Pantothensäure ein wichtiger Acylgruppenüberträger und im Stoffwechsel von großer Bedeutung. Der bedeutendste Ester des Coenzym A ist das Acetyl-CoA, das ein Endprodukt des Kohlenhydrat-, Fett- und Aminosäurestoffwechsels darstellt. Des Weiteren dient Coenzym A der Aktivierung von Fettsäuren bei deren Oxidation.

Pantothensäure ist außerdem an der Synthese von Steroiden, Hämproteinen, Aminosäuren (z. B. Leucin, Arginin und Methionin), langkettigen Fettsäuren und des Neurotransmitters Acetylcholin beteiligt.

Bedarf

Der exakte Pantothensäurebedarf des Menschen ist nicht bekannt; nach Empfehlung der DGE ist eine tägliche Zufuhr von 6 mg/d für Jugendliche und Erwachsene angemessen.

Mangel

Im Mittel wird in Deutschland weniger Pantothensäure aufgenommen als empfohlen. Dennoch werden Mangelercheinungen in der Praxis nicht beobachtet. Lediglich bei Alkoholikern können Symptome einer Hypovitaminose festgestellt werden.

Überdosierung

Die Toxizität von Pantothensäure ist gering. Selbst bei extrem hohen Dosierungen treten lediglich leichte Darmstörungen auf. Der UL wurde auf 1000 mg/d festgelegt.

Phenylalanin

Phenylalanin zählt zu den essenziellen, proteinogenen Aminosäuren. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Phenylalanin von Bedeutung.

Vorkommen

Phenylalanin kommt in Käse, Nüssen, Leinsamen, Hülsenfrüchten, Fleisch und Fisch in hohen Konzentrationen vor. Außerdem ist Phenylalanin Bestandteil des Süßstoffs Aspartam.

Verfügbarkeit

Phenylalanin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Da der menschliche Organismus den aromatischen Ring des Phenylalanins nicht aufbauen kann, ist eine endogene Synthese dieser Aminosäure nicht möglich.

Durch Hydroxylierung wird Phenylalanin in Tyrosin umgewandelt, was zugleich den hauptsächlichen Abbauweg von Phenylalanin darstellt.

Funktion

Der größte Teil des mit der Nahrung zugeführten Phenylalanins wird für die Synthese der Aminosäure Tyrosin verwendet, der Rest wird in Proteine eingebaut.

Da Phenylalanin ketogen und glucogen ist, kann es als Vorstufe für Ketonkörper und Fettsäuren dienen und zur Gluconeogenese herangezogen werden.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Phenylalanin beträgt etwa 25 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein isolierter Mangel an Phenylalanin wird in der Regel nicht beobachtet.

Überdosierung

Toxische Effekte des Phenylalanins treten bei der Phenylketonurie auf. Bei dieser genetisch bedingten Stoffwechselstörung ist die Umwandlung von Phenylalanin in Tyrosin nicht möglich und Phenylalanin häuft sich intrazellulär und im Blut an. Daraus resultieren bei uneingeschränkter Phenylalaninzufuhr schwerwiegende neurologische Defekte.

Phospholipide

Das wichtigste Phospholipid ist Phosphatidylcholin (Lecithin). Daneben rechnet man Phosphatidylserin, -ethanolamin und -inositol zu den Phospholipiden.

Vorkommen

Hohe Phospholipidgehalte finden sich in Hühnerei und Leber.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Phospholipide können im Organismus synthetisiert werden und gelten daher nicht als essenziell. Dazu werden Fettsäuren mit Glycerin-3-Phosphat verestert und Cholin, Ethanolamin, Serin bzw. Inositol angehängt. Phosphatidylserin kann zu Phosphatidylethanolamin decarboxyliert werden, dieses kann zu Lecithin methyliert werden.

Damit kann der Organismus einen großen Teil seines Cholinbedarfs durch Eigensynthese decken.

Funktion

Phospholipide sind Bestandteil aller Zellmembranen. Von besonderer Bedeutung ist darüber hinaus der Cholinrest des Lecithins. Cholin wird für die Synthese des Neurotransmitters Acetylcholin benötigt und ist damit an der neuronalen Reizleitung beteiligt. Weiterhin ist Cholin als Bestandteil des „Platelet Activating Factors“ an Blutgerinnung, Entzündungsreaktionen und der Blutdruckregulation beteiligt.

Phosphatidylinositol nimmt in der zellulären Signaltransduktion eine wichtige Rolle ein; Phosphatidylserin ist an der Neurotransmitterfreisetzung und synaptischen Aktivitäten beteiligt.

Bedarf

Der Cholinbedarf ist nicht genau bekannt. Es ist davon auszugehen, dass die Eigensynthese nicht ausreicht, um den Bedarf zu decken. Während in Deutschland keine offiziellen Zufuhrempfehlungen be-

stehen, wurde in den USA eine tägliche Zufuhr von 425 mg für Frauen und 550 mg für Männer empfohlen.

Mangel

Bei normaler Ernährung scheint die Cholinzufuhr auszureichen. Mangelsymptome (Leberschäden) zeigen sich nur bei experimenteller cholinarmer Kost oder parenteraler Ernährung.

Überdosierung

Nebenwirkungen von Lecithin sind nicht bekannt. Bei einer überhöhten Zufuhr (> 200 mg/d) von Phosphatidylserin kann Übelkeit auftreten.

Probiotika

Als Probiotika bezeichnet man bestimmte Mikroorganismen, die nach exogener Zufuhr lebend den Dickdarm erreichen, sich dort ansiedeln und die Gesundheit positiv beeinflussen sollen. Eingesetzt werden v. a. Lactobacillen und Bifidobakterien.

Vorkommen

Als Probiotika verwendete Kulturen kommen natürlicherweise im menschlichen Darm vor. Sie werden in funktionellen Lebensmitteln – insbesondere in Milchprodukten – und in Nahrungsergänzungsmitteln eingesetzt.

Verfügbarkeit

Etwa 10–40 % der in probiotischen Milchprodukten eingesetzten Keime erreichen lebend den Dickdarm. Zudem nimmt die Aktivität der Kulturen in funktionellen Lebensmitteln häufig bereits während der Lagerung ab.

Stoffwechsel

Die im Dickdarm angesiedelten probiotischen Kulturen fermentieren Ballaststoffe und andere für den Menschen unverdauliche Nahrungsbestandteile u. a. zu kurzkettigen Fettsäuren. Sie treten in Konkurrenz mit der bestehenden Dickdarmflora und hemmen das Wachstum pathogener Keime, die sich unter Umständen im Darm ansiedeln.

Funktion

Gut belegt sind immunstimulierende Effekte probiotischer Mikroorganismen.

Sie können die Schwere und Dauer von Durchfallerkrankungen günstig beeinflussen, die durch Rotaviren, Antibiotika oder Chemo- und Radiotherapie verursacht sind.

Bei Personen mit Lactoseintoleranz kann die Gabe von Probiotika dazu beitragen, die Verträglichkeit von Milchprodukten zu verbessern.

Darüber hinaus gibt es Hinweise auf die positive Wirkung bestimmter Stämme auf die Neurodermitisentstehung und -symptome bei Kindern.

Bedarf

Ein Bedarf an Probiotika besteht an sich nicht. Zur Erreichung der oben genannten Wirkungen ist ein regelmäßiger täglicher Verzehr von 10^8 bis 10^9 Keimen notwendig.

Mangel

Einen Mangel an Probiotika gibt es nicht, da es sich nicht um essenzielle Bestandteile der Ernährung handelt.

Überdosierung

Negative Effekte einer langfristigen Probiotikazufuhr wurden bisher nicht beobachtet. Sie gelten daher als sicher.

L-Prolin

Prolin ist eine proteinogene, im Normalfall nicht essenzielle Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Prolin von Bedeutung.

Vorkommen

Einen hohen Gehalt an Prolin weist vor allem Käse auf; mittlere Gehalte finden sich in Soja, Teigwaren, Fleisch, Quark und Weizen.

Verfügbarkeit

–

Stoffwechsel

Prolin kann endogen aus den Aminosäuren Glutamat oder Ornithin aufgebaut werden. Der Abbau erfolgt ebenfalls über Glutamat.

Funktion

Prolin dient vorwiegend als Proteinbestandteil. Prolin beeinflusst die Faltung von Proteinen, indem es die vorherrschende Sekundärstruktur der α -Helices und β -Faltblätter unterbricht.

Im Kollagen liegt es größtenteils hydroxyliert vor. Die Hydroxylgruppen bilden Wasserstoffbrücken aus, die für die Stabilität des Kollagens essenziell sind. Die Hydroxylierung des Prolins ist vitamin-C-abhängig.

Bedarf

Unter normalen Stoffwechselbedingungen und Ernährungsgewohnheiten wird der Bedarf an Prolin durch die endogene Synthese gedeckt.

Mangel

Ein isolierter Mangel an Prolin ist nicht bekannt.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Selen

Selen ist ein essenzieller Mineralstoff.

Vorkommen

Die Selengehalte von Lebensmitteln hängen entscheidend vom Selengehalt der Biosphäre sowie des Bodens ab. In Europa sind die Böden selenarm, weshalb pflanzliche Lebensmittel hier wenig zur Versorgung beitragen. Zu den selenreichen Nahrungsmitteln zählen Fisch, Fleisch, Innereien sowie Nüsse.

Verfügbarkeit

Aminosäuregebundenes Selen ist mit einer Absorptionsrate von etwa 90 % sehr gut verfügbar. Die Verfügbarkeit von anorganischem Selen ist geringer, wird jedoch durch Vitamin C in physiologischen Dosierungen erhöht.

Stoffwechsel

Im Körper liegt Selen v. a. als Selenocystein und als Selenomethionin vor. Selenomethionin dient dem Organismus als Speicher, aus dem das Spurenelement bei Bedarf mobilisiert werden kann. Selenocystein, die biologisch aktive Form des Selens, wird in Selenoproteine eingebaut.

Funktion

Selen ist in Form von Selenocystein Bestandteil des Enzyms Glutathionperoxidase. Dieses Enzym kommt v. a. in Erythrozyten vor und

schützt zusammen mit Vitamin E die Membranen vor Lipidperoxidation. Die Glutathionperoxidase baut durch Radikale entstandene Hydroperoxide ab.

Außerdem ist Selen am Schilddrüsenstoffwechsel beteiligt, es katalysiert die Umwandlung von Thyroxin in das biologisch aktive Triiodthyronin. Des Weiteren wird Selen eine immunstimulierende und antiinflammatorische Wirkung zugeschrieben.

Bedarf

Der Selenbedarf ist nicht genau bekannt. Selenmangelsymptome wurden bei einer Selenzufuhr unter 10 µg/d beobachtet. Der Schätzwert von täglich 30–70 µg Selen für Erwachsene scheint den Bedarf zu decken. Für die Prävention von Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Krebs oder Störungen des Immunsystems dürfte diese Menge aus heutiger Sicht allerdings nicht ausreichend sein.

Mangel

Die Zufuhrempfehlungen für Selen werden in Deutschland knapp erfüllt. Bei Veganern, Alkoholikern und Personen mit Phenylketonurie, Mukoviszidose und Kurzdarmsyndrom sowie bei Dialysepatienten besteht die Gefahr einer unzureichenden Selenversorgung. Bei Diabetikern nehmen die Selenkonzentrationen im Plasma mit zunehmender Erkrankungsdauer und höherem Alter ab, sodass eine Supplementierung erforderlich sein kann.

Typische Symptome eines ausgeprägten Selenmangels sind eine Anämie, Kardio- und Skelettmypathien, eine gestörte Spermato-genese sowie Wachstums- und Knochenbildungsstörungen.

Überdosierung

Die Toxizität von Selen ist aus heutiger Sicht weitaus geringer als früher angenommen. Bei einer Dosis von 850 µg/d (NOAEL) werden noch keine Nebenwirkungen beobachtet. Als langfristig sichere Höchstmenge gelten 300 µg/d (UL). Zeichen einer Selenintoxikation sind Diarrhöe, Haarausfall, Veränderungen der Nägel, Leberzirrhose und neurologische Symptome.

L-Serin

Serin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und ist für den Menschen im Allgemeinen nicht essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Serin von Bedeutung.

Vorkommen

Reich an Serin sind Hülsenfrüchte, v. a. Soja, sowie Käse, Nüsse, Eier, Fleisch und Fisch.

Verfügbarkeit

Serin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Die endogene Synthese von Serin erfolgt durch Übertragung einer Aminogruppe auf 3-Phosphoglycerat, ein Zwischenprodukt der Glycolyse.

Funktion

Serin dient der Biosynthese von Proteinen sowie Phospholipiden und Sphingolipiden – wichtigen Bausteinen von Biomembranen. In Proteinen stellt die Hydroxygruppe des Serins eine Phosphorylierungsstelle dar. Damit spielt sie bei der Aktivierung bzw. Inaktivierung von Enzymen eine wichtige Rolle. Auch im aktiven Zentrum von Enzymen ist sie als funktionelle Gruppe von Bedeutung. Des Weiteren dient Serin in Glycoproteinen als Anknüpfungsstelle der glycosidischen Bindung.

Serin kann zur Synthese der Aminosäure Glycin herangezogen werden, dabei werden Methylen-Reste in den Folsäurestoffwechsel eingeschleust (Bildung von N⁵,N¹⁰-Methylen-THF).

Bedarf

Der Bedarf an Serin wird durch Eigensynthese gedeckt. Voraussetzung ist eine ausreichende Versorgung mit Protein, die im Allgemeinen gegeben ist.

Mangel

Ein Mangel an Serin ist nicht bekannt.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Silicium (Kieselsäure, Kieselerde)

Vorkommen

Silicium kommt in der Natur als Siliciumdioxid und dessen Kondensate (Silikate) vor. Pflanzliche Lebensmittel sind siliciumreicher als tierische. In Nahrungsergänzungsmitteln wird Silicium häufig in Form von Kieselerde angeboten, einem kalkähnlichen Sediment, das aus abgelagerten Diatomeen besteht und bis zu 94 % Siliciumdioxid enthält.

Verfügbarkeit

Inwieweit Silicium aus Kieselerde absorbiert wird, ist nicht bekannt.

Stoffwechsel

–

Funktion

Silicium ist für die Knochenbildung und -reifung von Bedeutung. Es ist notwendiger Bestandteil der Mucopolysaccharide in Bindegewebe, Haut und Knorpel. Durch eine Supplementierung konnte der Hautturgor und die Beschaffenheit brüchiger Nägel und Haare verbessert werden. Eine Erhöhung der Arterienwandstabilität und -elastizität wird diskutiert; diese könnte mit dem Risiko für Herz-Kreislauferkrankungen in Verbindung stehen.

Bedarf

Der Siliciumbedarf des Menschen ist nicht bekannt. Abgeleitet vom Bedarf verschiedener Tierarten wird er auf 3–4 mg pro Tag geschätzt. Es gibt keine Zufuhrempfehlung der DGE.

Mangel

Ein Siliciummangel konnte beim Menschen bisher nicht beobachtet werden.

Überdosierung

Durch die orale Aufnahme von Silicium treten keine Nebenwirkungen auf.

Taurin

Taurin ist ein nicht essenzielles Aminosäurederivat.

Vorkommen

Natürlicherweise kommt Taurin vor allem in Fleisch und Fisch vor. Als Zusatz wird es in Energydrinks eingesetzt.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Taurin ist gut.

Stoffwechsel

Taurin entsteht im oxidativen Abbau der Aminosäure Cystein. Bevorzugt wird es in Leber und Gehirn gebildet. An der Synthese von Taurin ist Vitamin B₆ beteiligt.

Funktion

Taurin ist Bestandteil der Gallensäure Taurocholsäure und als solche an der Fettresorption beteiligt.

Möglicherweise moduliert Taurin die zelluläre Signalübertragung, stabilisiert Nervenzellmembranen und hemmt die Blutgerinnung. Eine positive Wirkung von Taurinsupplementen auf die sportliche Leistungsfähigkeit und Konzentration, die häufig postuliert wird, konnte nicht nachgewiesen werden.

Bedarf

Beim gesunden Erwachsenen wird der Bedarf an Taurin durch die Eigensynthese gedeckt. Bei Säuglingen ist die Eigensynthese vermutlich nicht ausreichend, der Bedarf wird allerdings durch die Muttermilch gedeckt. Industriell hergestellte Säuglingsmilchnahrungen werden ebenfalls mit Taurin angereichert.

Mangel

Bei Patienten mit Niereninsuffizienz oder schweren Infektionen bzw. Traumata kann die Taurinversorgung suboptimal sein.

Überdosierung

Die Sicherheit taurinhaltiger Energydrinks ist nicht abschließend geklärt. Insbesondere beim Verzehr großer Mengen in Kombination mit Alkohol können Gesundheitsrisiken nicht ausgeschlossen werden können.

L-Threonin

Threonin ist eine essenzielle, proteinogene Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Threonin von Bedeutung.

Vorkommen

Gute Quellen für Threonin sind Käse, Hülsenfrüchte, Fleisch, Weizen, Fisch, Leinsamen und Eier.

Verfügbarkeit

Threonin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Threonin nimmt nicht an reversiblen Transaminierungen teil. Der Abbau erfolgt entweder zu Acetaldehyd und Glycin oder zu Propionyl-CoA.

Funktion

Threonin dient vorwiegend als Proteinbaustein. In Glycoproteinen stellt es eine Anknüpfungsstelle für die o-glycosidische Bindung von Zuckern dar.

Als glucogene und ketogene Aminosäure kann es bei Bedarf zur Energiegewinnung oder als Glucosevorstufe herangezogen werden.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Threonin beträgt etwa 13 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein isolierter Threoninmangel ist nicht bekannt.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

noch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

L-Tryptophan

Tryptophan ist eine essenzielle, proteinogene Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Tryptophan von Bedeutung.

Vorkommen

Gute Quellen für Tryptophan sind Soja, Käse, Leinsamen, Cashewnüsse, Sonnenblumenkerne und Fleisch.

Verfügbarkeit

Tryptophan ist hitze-, säure- und oxidationslabil. Daher kann sich die Verfügbarkeit bei Lebensmittellagerung und -zubereitung verringern.

Stoffwechsel

Bei der intestinalen Absorption und der Aufnahme ins Gehirn konkurriert Tryptophan mit anderen Aminosäuren. Daher ist die Tryptophanverfügbarkeit im Gehirn bei kohlenhydratreicher Nahrung höher, was für die Serotoninsynthese von Bedeutung ist (s. u.).

Beim Abbau von Tryptophan wird die Aminosäure Alanin freigesetzt. Der Abbau ist von Vitamin B₆ abhängig.

Funktion

Tryptophan ist Vorstufe für Serotonin und Melatonin. Serotonin ist ein Neurotransmitter, der unter anderem die nährstoffspezifische Nahrungsaufnahme reguliert und den Schlaf fördert. Melatonin wird aus Serotonin gebildet und reguliert den circadianen Rhythmus.

Tryptophan stellt darüber hinaus eine Vorstufe des Niacins dar und dient dem Aufbau körpereigener Proteine.

Die Seitenkette der Aminosäure ist glucogen und das Ringsystem ketogen.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Tryptophan beträgt etwa 6 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein Mangel an Tryptophan tritt nur bei extrem einseitiger Ernährung auf, z. B. bei hauptsächlichem Verzehr von Mais, der besonders tryptophanarm ist.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

L-Tyrosin

Tyrosin gehört zu den proteinogenen Aminosäuren und ist bedingt essenziell. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Tyrosin von Bedeutung.

Vorkommen

Gute Quellen für Tyrosin sind Soja, Käse, Erdnüsse, Fleisch, Bohnen und Fisch.

Verfügbarkeit

Tyrosin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Tyrosin wird durch die Phenylalanin-Hydroxylase aus der essenziellen Aminosäure Phenylalanin gebildet. Die vorwiegend in der Leber stattfindende Reaktion benötigt Tetrahydrobiopterin als Cofaktor. Abgebaut wird Tyrosin zu Fumarsäure und Acetessigsäure.

Funktion

Tyrosin dient dem Proteinaufbau und der Synthese der Hormone Adrenalin und Noradrenalin. Außerdem stellt es eine Vorstufe des Neurotransmitters Dopamin dar und wird für die Biosynthese des Schilddrüsenhormons Thyroxin und des Haut- und Haarfarbstoffs Melanin benötigt.

Die beim Tyrosinabbau entstehende Fumarsäure ist eine Vorstufe für die Gluconeogenese; der Ketonkörper Acetessigsäure kann zur Energiegewinnung verwendet werden oder der Lipidsynthese dienen.

Bedarf

Unter normalen Stoffwechselbedingungen und Ernährungsgewohnheiten wird der Bedarf an Tyrosin durch die Synthese aus Phenylalanin gedeckt.

Mangel

Bei Neugeborenen und vor allem bei Frühgeborenen reicht die endogene Synthese nicht aus, um den Bedarf zu decken.

Bei Patienten mit der erblichen Erkrankung Phenylketonurie ist die Biosynthese von Tyrosin nicht möglich oder stark eingeschränkt, für diese Personen ist Tyrosin eine essenzielle Aminosäure, die mit der Nahrung zugeführt werden muss.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

L-Valin

Valin ist eine essenzielle, proteinogene Aminosäure. In biologischen Systemen ist praktisch nur das Enantiomer L-Valin von Bedeutung.

Vorkommen

Käse, Soja, Fleisch, Fisch, Wurstwaren und Eier tragen wesentlich zur Versorgung mit Valin bei.

Verfügbarkeit

Valin ist im Allgemeinen gut verfügbar.

Stoffwechsel

Valin wird vorwiegend in der Skelettmuskulatur metabolisiert. Dabei wird die Aminogruppe auf Pyruvat übertragen und so Alanin gebildet, das zur Leber transportiert und dort zur Gluconeogenese verwendet wird. Die so entstandene Glucose wird dem Muskel zur Energiegewinnung zur Verfügung gestellt. Dieser Substanz Austausch zwischen Leber und Muskulatur wird als Alaninzyklus bezeichnet.

Funktion

Valin dient dem Aufbau körpereigener Proteine. Mittels des oben beschriebenen Alaninzyklus trägt es indirekt zur Energieversorgung des Skelettmuskels bei.

Bedarf

Der tägliche Bedarf an Valin beträgt etwa 18 mg pro kg Körpergewicht. Da die Proteinzufuhr in Deutschland im Allgemeinen eher zu hoch ist, kann die Zufuhr als ausreichend angesehen werden.

Mangel

Ein isolierter Valinmangel ist nicht bekannt.

Überdosierung

Eine erhöhte Proteinzufuhr mit der Nahrung hat nach heutigem Kenntnisstand keine gesundheitsschädlichen Auswirkungen. Dennoch sollte die Aminosäurezufuhr aus Sicherheitsgründen insgesamt über einen längeren Zeitraum nicht mehr als 2 g/kg Körpergewicht betragen.

Vitamin A

Zu Vitamin A zählen Retinol und die Retinolester Retinylacetat, Retinylpalmitat und Retinylpropionat. Vitamin A kann im menschlichen Organismus aus Carotinoiden gebildet werden.

Vorkommen

Vitamin A kommt in vom Tier stammenden Lebensmitteln vor, insbesondere in der Leber von Seefischen und Wirbeltieren. Auch fettreiche Milch(-produkte) stellen eine gute Quelle dar.

Verfügbarkeit

Im Durchschnitt wird Vitamin A zu einem Drittel resorbiert. Nahrungsfette erhöhen die Resorptionsrate.

Stoffwechsel

Nach der Resorption wird Retinol mit Fettsäuren verestert und mittels der Chylomikronen zur Leber transportiert, die das Hauptspeicherorgan darstellt.

Funktion

Vitamin A spielt in Form von Retinal beim Sehvorgang eine wichtige Rolle. Die in der Retina liegenden Sehzellen enthalten ein lichtempfindliches Pigment, bestehend aus Opsin, einem Protein, und 11-cis-Retinal oder 3-Dehydroretinaldehyd. Die Verknüpfung von den beiden Aldehyden und Opsin führt zum Iodopsin bzw. Rhodopsin. Bei Lichteinfall auf die Netzhaut wird 11-cis-Retinal zu all-trans-Retinal isomerisiert. Daraufhin wird die Verbindung zum Protein gespalten, wodurch ein Impuls entsteht, der zum Sehnerv bzw. Gehirn weitergeleitet wird. Auch für Fortpflanzung, Wachstum, Zelldifferenzierung und Genexpression ist Vitamin A von zentraler Bedeutung. Die Kontrolle der Zelldifferenzierung durch Vitamin A betrifft neben dem Epithelgewebe auch andere Gewebe wie Knochen, Zähne und embryonales Gewebe. Vitamin A stimuliert die zelluläre und humorale Immunität und erhöht somit die Widerstandskraft gegen Infektionskrankheiten.

Bedarf

Da auch Carotinoide eine gewisse Vitamin-A-Wirksamkeit aufweisen, wird die Empfehlung zur Vitamin-A-Zufuhr in Retinoläquivalenten angegeben. Ein Retinoläquivalent entspricht 1 mg Retinol, 6 mg β -Carotin oder 12 mg anderer Carotinoide. Die tägliche Zufuhr sollte bei Männern etwa 1 mg Retinoläquivalent betragen, bei Frauen 0,8 mg Retinoläquivalent.

Mangel

Erste Anzeichen eines Vitamin-A-Mangels zeigen sich am Auge in Form einer verlangsamten Anpassung an das Dämmerungssehen, die bis zur Nachtblindheit fortschreiten kann. Im Extremfall kann Vitamin-A-Mangel zur Blindheit führen. Außerdem tritt eine Keratinisierung von Epithelzellen auf, wobei die Atemwege neben der Haut, den Harnwegen und Geschlechtsorganen am stärksten betroffen sind. Auch die Knochen und Nerven sind bei einem Mangel in Mitleidenchaft gezogen. Es kann zu Wachstumsverzögerungen kommen.

Überdosierung

Bei einer akuten Überdosierung treten Kopfschmerzen, Erbrechen und Schwindelgefühl auf. Bei chronischer Überdosierung können

reversible Hautveränderungen, Haarverlust, Schwäche, Knochen- und Gelenkschmerzen, Muskelsteifheit, Lebervergrößerung und Hypomenorrhö auftreten. Schwangere sollten wegen der teratogenen Wirkung von Vitamin A die Zufuhr auf 3 mg/d begrenzen.

Vitamin B₁ (Thiamin)

Vitamin B₁ ist ein wasserlösliches Vitamin und zählt damit zu den essenziellen Nährstoffen.

Vorkommen

Gute Vitamin-B₁-Quellen sind Schweinefleisch und Vollkorngetreide, mittlere Gehalte an Vitamin B₁ weisen Hülsenfrüchte, Kartoffeln und Nüsse auf.

Verfügbarkeit

Verschiedene Früchte enthalten Antithiaminfaktoren, die die Verfügbarkeit von Vitamin B₁ herabsetzen können. Bei den üblichen Ernährungsgewohnheiten in den westlichen Industrieländern ist ihr Einfluss jedoch nicht relevant. Alkohol verringert die intestinale Absorption des Vitamins und erhöht die renale Ausscheidung.

Stoffwechsel

Mit der Nahrung zugeführte Thiaminphosphate werden im Dünndarm gespalten und Vitamin B₁ in freier Form resorbiert. An Albumin gebunden wird Vitamin B₁ über das Blut zu den Zielgeweben transportiert, wo die Bildung verschiedener Thiaminphosphate erfolgt. Diese dienen als Coenzyme.

Funktion

Thiamin ist in Form des Coenzym Thiaminpyrophosphat (TPP) an Reaktionen des Citratzyklus sowie am Abbau von Aminosäuren beteiligt. Des Weiteren ist TPP das Coenzym der Transketolase, eines Enzyms im Pentosephosphatweg. In Form von Thiamintriphosphat spielt Thiamin auch eine Rolle im Nervengewebe; welche Funktion es dabei wahrnimmt, ist noch nicht abschließend geklärt.

Bedarf

Nach Empfehlung der DGE sollten Frauen 1 mg/d und Männer 1,2 mg/d zuführen. Aufgrund seiner Funktionen im Energiestoffwechsel ist der Thiaminbedarf jedoch von der Energiezufuhr abhängig und steigt bei erhöhtem Energiebedarf (z. B. bei schwerer körperlicher Arbeit oder Fieber) entsprechend. Auch bei chronischem Alkoholmissbrauch ist der Bedarf stark erhöht. Während der Schwangerschaft und Stillzeit wird eine Vitamin-B₁-Zufuhr von 1,4 mg/d empfohlen.

Im Bevölkerungsdurchschnitt liegt die Thiaminaufnahme über den Referenzwerten der DGE. Bei Kindern und Jugendlichen hingegen liegt die durchschnittliche Zufuhr knapp unter den Empfehlungen.

Mangel

Ein Mangel an Thiamin betrifft v. a. das Herz-Kreislauf-System (z. B. Tachykardie und Herzinsuffizienz) sowie die Nerven (z. B. Muskelschwäche, Depressionen, Konzentrationsschwäche). Die klassische Form des Vitamin-B₁-Mangels ist die Beri-beri, die in Entwicklungsländern auftritt. In Industrieländern beobachtet man ausgeprägte Thiaminmangelerscheinungen vorwiegend als Folge von Alkoholismus. Die hieraus resultierende Form der Beri-beri wird Wernicke-Enzephalopathie (oder Wernicke-Korsakow-Syndrom) genannt. Sie zeichnet sich durch neurologische Symptome aus.

Überdosierung

Thiamin besitzt oral verabreicht eine geringe Toxizität. Mit 50 mg liegt der NOEL-Wert um mehr als das 400-Fache über der normalen Zufuhrempfehlung.

Vitamin B₂ (Riboflavin)

Vitamin B₂ ist ein wasserlösliches Vitamin und zählt damit zu den essenziellen Nährstoffen.

Vorkommen

Als Bestandteil aller Zellen des Pflanzen- und Tierreichs ist Riboflavin in zahlreichen Lebensmitteln enthalten. Gute Quellen sind Milch und Milchprodukte sowie Fleisch, Innereien und Eier.

Verfügbarkeit

Die Verfügbarkeit von Riboflavin wird durch die Einnahme von Pharmaka, z. B. Antidepressiva, und Alkohol verringert. Außerdem führt eine Chelat- oder Komplexbildung, u. a. mit Metallen, zu einer geringeren Verwertung von Vitamin B₂.

Stoffwechsel

Nach der Resorption im Intestinaltrakt wird Vitamin B₂ an Albumin und Globuline gebunden im Blut zu den Zielgeweben transportiert. Dort findet die ATP-abhängige Umwandlung in die Coenzymformen Flavinadenin dinukleotid (FAD) und Flavinmononukleotid (FMN) statt.

Funktion

Die biologisch aktiven Formen von Vitamin B₂, FAD und FMN, dienen als Coenzyme wasserstoffübertragender Flavoproteine, die Redoxreaktionen katalysieren. Zu den Flavoproteinen zählen Enzyme wie die Glutathionreduktase und die NADH-Cytochrom-C-Reduktase. Einige der FAD-abhängigen Enzyme bilden Teile der mitochondrialen Atmungskette. Außerdem fördert Riboflavin das Wachstum, die Embryonalentwicklung und ist an der Erhaltung der Myelinschicht der Nerven sowie an der Abwehr von Krankheiten beteiligt. Als Bestandteil des Cytochrom-P450-Systems ist Riboflavin für die Fremdstoffentgiftung von Bedeutung.

Bedarf

Aufgrund seiner Funktion im Energiestoffwechsel ist der Vitamin-B₂-Bedarf von der Energiezufuhr abhängig. Bei den Empfehlungen der DGE für die Riboflavinzufuhr wurde die Energiezufuhr bei leichter körperlicher Aktivität zugrunde gelegt. Männer sollten nach diesen Empfehlungen täglich 1,4 mg zuführen, Frauen 1,2 mg.

Die Vitamin-B₂-Versorgung ist in Deutschland weitgehend sichergestellt. Probleme können sich jedoch bei Alkoholabusus sowie bei der Einnahme von Kontrazeptiva, Psychopharmaka und zytostatischen Medikamenten ergeben. Senioren sowie Personen, die Milch und Milchprodukte meiden, sind ebenfalls häufiger von einer suboptimalen Versorgung betroffen.

Mangel

Während eine leichte Hypovitaminose beim Menschen relativ häufig auftritt, wird ein schwerer Vitamin-B₂-Mangel nur selten beobachtet. Die Symptome der leichten Hyporiboflavinose betreffen überwiegend die Haut und andere äußere Gewebe: Es kommt zu Mundwinkelrhagaden, Entzündung und Atrophie der Zungenschleimhaut, entzündlichen Veränderungen der Gesichtshaut sowie Dystrophie der Fingernägel. Riboflavinmangel während der Schwangerschaft kann Störungen der Embryonalentwicklung und Missbildungen, wie die Lippen-Kiefer-Gaumen-Spalte, verursachen. Bei schweren Fällen des Vitamin-B₂-Mangels wurde eine hypochrome, mikrozytäre Anämie beobachtet.

Überdosierung

Die Toxizität von Riboflavin ist äußerst gering. Eine Aufnahme von bis zu 200 mg/d (NOEL) gilt als gesundheitlich unbedenklich. Toxische Wirkungen des Riboflavins sind beim Menschen nicht bekannt.

Vitamin B₆ (Pyridoxin)

Vitamin B₆ gehört als wasserlösliches Vitamin zu den essenziellen Nährstoffen.

Vorkommen

Vitamin B₆ findet sich in vielen Lebensmitteln, da es sowohl von Mikroorganismen als auch von Pflanzen synthetisiert werden kann. Besonders Fleisch, Getreide, Leber, Fisch, Hülsenfrüchte, Vollkornprodukte, Kartoffeln, Nüsse und Bananen sind gute Vitamin-B₆-Quellen.

Verfügbarkeit

In Pflanzen liegt Vitamin B₆ großteils in glykosidisch gebundener Form vor, wodurch die Bioverfügbarkeit eingeschränkt ist. Eine thermische Behandlung verbessert die Verwertbarkeit nicht. Bei der Verarbeitung und Lagerung von Lebensmitteln wird die Verfügbarkeit von Vitamin B₆ durch Reaktionen mit Proteinen, Aminosäuren und reduzierenden Zuckern verringert.

Stoffwechsel

Die Bezeichnung Vitamin B₆ umfasst die Vitamere Pyridoxin (Pyridoxol), Pyridoxal und Pyridoxamin. Nach der Aufnahme im Dünndarm werden diese in die Leber transportiert und dort phosphoryliert. Pyridoxinphosphat und Pyridoxaminphosphat werden größtenteils zu Pyridoxalphosphat (PALP) umgewandelt, welches die Coenzymform des Vitamins darstellt.

Funktion

In Form von PALP ist Vitamin B₆ als Coenzym an etwa 100 verschiedenen enzymatischen Reaktionen beteiligt. Die Enzyme katalysieren zum großen Teil Reaktionen des Aminosäurestoffwechsels. Unter anderem sind sie an der Bildung von biogenen Aminen beteiligt, zu denen auch Neurotransmitter und Gewebshormone gehören. Außerdem ist PALP an der Biosynthese des Hämoglobins und am Glycogenstoffwechsel beteiligt.

Bedarf

Der Vitamin-B₆-Bedarf wird aufgrund der Bedeutung dieses Vitamins für den Aminosäurestoffwechsel v. a. durch die täglich zugeführte Proteinmenge bestimmt. Empfohlen wird eine Aufnahme von 20 µg Vitamin B₆ pro Gramm Nahrungsprotein, was bei einer üblichen Proteinaufnahme einer täglichen Zufuhr von 1,2 mg bei Frauen und 1,5 mg bei Männern entspricht. In der Schwangerschaft und Stillzeit wird eine höhere Zufuhr von 1,9 mg pro Tag empfohlen. Nach den Angaben des Ernährungsberichts der DGE von 2004 ist die Zufuhr von Vitamin B₆ im Durchschnitt ausreichend.

Mangel

Hauptursachen für eine unzureichende Vitamin-B₆-Zufuhr sind eine falsche Nahrungsmittelauswahl und übermäßiger Alkoholkonsum. Außerdem besteht die Gefahr einer unzureichenden Bedarfsdeckung bei Frauen, die längere Zeit orale Kontrazeptiva einnehmen, während Reduktionsdiäten sowie im hohen Alter. Betroffen sind auch Hämodialysepatienten sowie Personen, die das Parkinson-Medikament L-Dopa einnehmen. Ein klinischer Vitamin-B₆-Mangel tritt selten isoliert auf, sondern meist in Verbindung mit einer Unterversorgung mit anderen Vitaminen des B-Komplexes. Er äußert sich hauptsächlich in Form einer Dermatitis im Nasen-Augen-Bereich, Wachstumsstörungen, Entzündungen im Mund (Stomatitis, Glossitis) und an den Lippen (Cheilosis). Zudem können unspezifische Störungen des zentralen Nervensystems und eine hypochrome, mikrozytäre Anämie auftreten.

Überdosierung

Die Toxizität von Vitamin B₆ ist sehr gering. Der UL wurde auf 25 mg/d festgelegt.

Vitamin B₁₂ (Cobalamin)

Vitamin B₁₂ gehört als wasserlösliches Vitamin zu den essenziellen Nährstoffen.

Vorkommen

Vitamin B₁₂ kommt in nennenswerten Mengen nur in Lebensmitteln vor, die vom Tier stammen. Gute Vitamin-B₁₂-Lieferanten sind Fleisch (besonders Innereien), Fisch, Muscheln, Eier, Milch und Milchprodukte. Spuren des Vitamins sind auch in milchsauer vergorenen pflanzlichen Lebensmitteln wie Sauerkraut zu finden; diese reichen zur Bedarfsdeckung allerdings nicht aus. Algen, die teilweise von Veganern als Vitamin-B₁₂-Quellen angesehen werden, enthalten nicht vitaminwirksame Cobalamin-Analoga.

Verfügbarkeit

Medikamente und gastrointestinale Erkrankungen können die Cobalaminresorption beeinträchtigen (s. u.).

Stoffwechsel

Die Absorption von Vitamin B₁₂ ist ein relativ komplexer Vorgang. Cobalamin wird im oberen Gastrointestinaltrakt an spezifische Glycoproteine aus dem Speichel gebunden und in dieser Form bis in den Dünndarm transportiert. Dort werden die Glykoproteine wieder abgespalten und Cobalamin an ein anderes Cobalamin-bindendes Protein gebunden, den Intrinsic-Factor. Dieser stammt aus der Magenschleimhaut und ist für die Resorption des Vitamins im terminalen Ileum erforderlich.

Funktion

In Form des Coenzym Methylcobalamin ist Vitamin B₁₂ an der Remethylierung von Homocystein zu Methionin beteiligt. Diese von Cobalamin und Folat abhängige Reaktion verbindet den Stoffwechsel der beiden Vitamine. In Form des Coenzym Adenosylcobalamin ist Vitamin B₁₂ an der Verbindung des Fettsäure- und Aminosäureabbaus mit dem Citratzyklus beteiligt.

Bedarf

Die Empfehlung für die Cobalaminzufuhr beträgt für Erwachsene 3 µg pro Tag.

Die Cobalaminversorgung von Gesunden gilt bei üblicher Ernährungsweise im Allgemeinen als unproblematisch.

Mangel

Ältere Personen weisen häufig einen schlechten Vitamin-B₁₂-Status auf. Dies ist auf die gehäuft auftretende atrophische Gastritis zurückzuführen, die mit einem Intrinsic-Factor-Mangel und einer verminderten Absorption des Vitamins einhergeht. Daneben können Medikamente, Zöliakie, chronisch-entzündliche Darmerkrankungen sowie Magen- und Ileumresektion eine Störung der Vitamin-B₁₂-Resorption bewirken.

Veganer haben ein hohes Risiko für eine Hypovitaminose. Aufgrund der ergiebigen Vitamin-B₁₂-Speicher im Körper und der effektiven enterohepatischen Reabsorption entwickelt sich ein Mangel bei Erwachsenen erst nach Jahren einer an Vitamin B₁₂ armen Ernährung. Insbesondere voll gestillte Säuglinge von sich vegan ernährenden Müttern sind häufig von einem Cobalaminmangel betroffen. Das klassische Krankheitsbild eines Vitamin-B₁₂- Mangels ist die perniziöse Anämie. Sie ist durch eine megaloblastäre Anämie sowie durch neurologische Symptome gekennzeichnet.

Überdosierung

Biologisch aktives Vitamin B₁₂ wirkt auch in Dosierungen, die dem 1000-Fachen der empfohlenen Zufuhr entsprechen, für den Menschen nicht toxisch.