



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

„Zufuhrempfehlungen für ausgewählte Mineralstoffe
im internationalen Vergleich“

Verfasser

Ing. Alexander-Gregor KELLER

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Wien, im August 2008

Studienkennzahl lt. Studienblatt

A474

Studienrichtung lt. Studienblatt

Ernährungswissenschaften

Betreuerin:

Ass. Prof. Dr. Petra RUST

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	III
TABELLENVERZEICHNIS.....	V
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
1 EINLEITUNG UND AUFGABENSTELLUNG	1
2 METHODIK.....	3
2.1 Recherche.....	3
2.2 Übersetzung	4
2.3 Erstellung der vergleichenden Tabellen und Gegenüberstellung der verschiedenen Referenzwerte.....	5
3 ÜBERSICHT DER NATIONEN, INSTITUTIONEN UND IHRER VERWENDETEN ARBEITEN.....	9
3.1 Multinationale Referenzwerte.....	9
3.2 Nationale Referenzwerte	12
3.3 Methodik zur Ermittlung von Referenzwerte	16
4 DEFINITIONEN.....	19
5 KÖRPERGEWICHT UND ENERGIEBEDARF	23
6 CALCIUM	30
7 PHOSPHOR	40
8 MAGNESIUM.....	47
9 EISEN	55
10 IOD	74
11 ZINK	87
12 SELEN.....	102

13	FLUOR	113
14	KUPFER.....	121
15	MANGAN.....	129
16	CHROM	136
17	MOLYBDÄN.....	143
18	ELEKTROLYTE	149
19	CONCLUSIO	156
	LITERATURVERZEICHNIS	159
	ANHANG I REFERENZWERTE PRO KILOGRAMM KÖRPERGEWICHT....	165
	ANHANG II REFERENZWERTE ALS ENERGIEDICHTE	182
	ANHANG III REFERENZWERTE PRO NATION	198
	ANHANG IV, INTERNETSEITEN INTERNATIONALER INSTITUTE	215
	ABSTRAKT (DEUTSCH)	216
	ABSTRACT (ENGLISH).....	217
	CURRICULUM VITAE	218

Abkürzungsverzeichnis

µg	Mikrogramm
A	Österreich
AFFSA	Agence Francaise de securite sanitaire des Aliments
AI	Adequat Intake
AU	Australien
BE	Belgien
bzw.	beziehungsweise
CA	Canada
Ca	Calcium
CH	Schweiz
Cl	Chlor
CN	China
CNS	Chinese Nutrition Society
COMA	The Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy (UK)
Cr	Chrom
CSH	Conseil Supérieur d'Hygiène (BE)
Cu	Kupfer
D	Deutschland
d	Tag
DACH	Deutsche, Österreichische und Schweizerische Ernährungsgesellschaften
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DK	Dänemark
EFSA	European Food Safety Authority
EMV	Expert Group on Vitamins and Minerals (UK)
EU	Europäische Union
F	Fluor
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
Fe	Eisen
FI	Finnland
FNB	Food and Nutrition Board (US)
FNRI	Food and Nutrition Research Institute (PH)
FR	Frankreich
FSAI	Food Safety Authority of Ireland
g	Gramm
GPx	Glutathionperoxidasen
h	Stunde
I	Iod
IRL	Irland
IOM	Institute of Medicine (US)
IS	Island
IT	Italien
IZiNCG	International Zinc Nutrition Consultative Group
JP	Japan
JSNFS	Japanese Society of Nutrition and Food Science
K	Kalium
kcal	Kilokalorie
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
kJ	Kilojoul

KNS	Korean Nutrition Society
KR	Korea (Süd)
l	Liter
mg	Milligramm
Mg	Magnesium
MHW	Ministry of Health and Welfare (JP)
MJ	Megajoule
Mn	Mangan
Mo	Molybdän
MY	Malaysia
Na	Natrium
NCCFN	National Coordinating Committee on Food and Nutrition (MY)
NCM	Nordic Council of Ministers
NHMRC	National Health and Medical Research Council (AU)
NICUS	Nutrition Information Center, University of Stellenbosch
NNR	Nordic Nutrition Recommendations
NO	Norwegen
NZ	Neuseeland
ÖGE	Österreichische Gesellschaft für Ernährung
P	Phosphor
PH	Philippinen
RENI	Recommended Energy and Nutrient Intakes
RI	Reference Intake
SACN	Scientific Advisory Committee on Nutrition (UK)
SCF	Scientific Committee on Food (EU)
Se	Selen
SE	Schweden
SGE	Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung
SINU	Società Italiana di Nutrizione Umana
SVE	Schweizerische Vereinigung für Ernährung
u.a.	und andere
UF	Unsicherheitsfaktor
UK	Großbritannien
UN	United Nations
US	Vereinigte Staaten von Amerika
USDA	US Department of Agriculture
VK	Variationskoeffizient
WHO	World Health Organization
Zn	Zink

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2.1	Übersicht der Alters- und Personengruppen der einzelnen Institutionen und Nationen	7
Tabelle 2.2	Vergleichende Übersicht der Altersgruppen zum Upper Level	8
Tabelle 3.1	Übersicht der von den Instituten der behandelten Nationen angeführten Werte	9
Tabelle 4.1	Gegenüberstellung äquivalenter Begriffe der behandelten Nationen/Institutionen	19
Tabelle 5.1	Vergleich der Referenzkörpergewichte	27
Tabelle 5.2	Vergleich der Referenzwerte zur empfohlenen Energiezufuhr	28
Tabelle 6.1	Vergleich der Referenzwerte für Calcium	31
Tabelle 6.2	Vergleich der Upper Level für Calcium	38
Tabelle 7.1	Vergleich der Referenzwerte für Phosphat	41
Tabelle 7.2	Vergleich der Upper Level für Phosphat	46
Tabelle 8.1	Vergleich der Referenzwerte für Magnesium	49
Tabelle 8.2	Vergleich der Upper Level für Magnesium	53
Tabelle 9.1	Vergleich der Referenzwerte für Eisen	57
Tabelle 9.2	Vergleich der Upper Level für Eisen	71
Tabelle 10.1	Vergleich der Referenzwerte für Iod	76
Tabelle 10.2	Upper Level der FAO für Iod	83
Tabelle 10.3	Vergleich der Upper Level für Iod	84
Tabelle 11.1	Vergleich der Referenzwerte für Zink	90
Tabelle 11.2	Vergleich der Upper Level für Zink	99
Tabelle 11.3	Schätzung des Bedarfs an absorbierten Zink anhand endogener Verluste durch FAO/WHO [35], IOM [47] und IZINCG [52]	101
Tabelle 12.1	Vergleich der Referenzwerte für Selen	103
Tabelle 12.2	Vergleich der Upper Level für Selen	111
Tabelle 13.1	Vergleich der Referenzwerte für Fluor	115
Tabelle 13.2	Vergleich der Upper Level für Fluor	119
Tabelle 14.1	Vergleich der Referenzwerte für Kupfer	122
Tabelle 14.2	Vergleich der Upper Level für Kupfer	127
Tabelle 15.1	Vergleich der Referenzwerte für Mangan	130
Tabelle 15.2	Vergleich der Upper Level für Mangan	135
Tabelle 16.1	Vergleich der Referenzwerte für Chrom	137
Tabelle 16.2	Vergleich der Upper Level für Chrom	141
Tabelle 17.1	Vergleich der Referenzwerte für Molybdän	144
Tabelle 17.2	Vergleich der Upper Level für Molybdän	148
Tabelle 18.1	Vergleich der Referenzwerte für Natrium	150
Tabelle 18.2	Vergleich der Upper Level für Natrium	151
Tabelle 18.3	Vergleich der Referenzwerte für Kalium	152
Tabelle 18.4	Vergleich der Upper Level für Kalium	153
Tabelle 18.5	Vergleich der Referenzwerte für Chlorid	154
Tabelle 18.6	Vergleich der Upper Level für Chlorid	155
Tabelle AI.1	Vergleich der Referenzwerte für Calcium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	166
Tabelle AI.2	Vergleich der Referenzwerte für Phosphat, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	167
Tabelle AI.3	Vergleich der Referenzwerte für Magnesium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	168

Tabelle AI.4	Vergleich der Referenzwerte für Eisen, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	169
Tabelle AI.5	Vergleich der Referenzwerte für Iod, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	170
Tabelle AI.6	Vergleich der Referenzwerte für Zink, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	171
Tabelle AI.7	Vergleich der Referenzwerte für Selen, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	172
Tabelle AI.8	Vergleich der Referenzwerte für Fluor, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	173
Tabelle AI.9	Vergleich der Referenzwerte für Kupfer, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	174
Tabelle AI.10	Vergleich der Referenzwerte für Mangan, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	175
Tabelle AI.11	Vergleich der Referenzwerte für Chrom, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	176
Tabelle AI.12	Vergleich der Referenzwerte für Molybdän, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	177
Tabelle AI.13	Vergleich der Referenzwerte für Natrium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	178
Tabelle AI.14	Vergleich der Referenzwerte für Chlorid, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	179
Tabelle AI.15	Vergleich der Referenzwerte für Kalium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	180
Tabelle AI.16	Vergleich der Referenzwerte für Energiezufuhr, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht	181
Tabelle AII.1	Empfohlene Nährstoffdichte für Calcium im internationalen Vergleich	183
Tabelle AII.2	Empfohlene Nährstoffdichte für Phosphat im internationalen Vergleich	184
Tabelle AII.3	Empfohlene Nährstoffdichte für Magnesium im internationalen Vergleich	185
Tabelle AII.4	Empfohlene Nährstoffdichte für Eisen im internationalen Vergleich	186
Tabelle AII.5	Empfohlene Nährstoffdichte für Iod im internationalen Vergleich	187
Tabelle AII.6	Empfohlene Nährstoffdichte für Zink im internationalen Vergleich	188
Tabelle AII.7	Empfohlene Nährstoffdichte für Selen im internationalen Vergleich	189
Tabelle AII.8	Empfohlene Nährstoffdichte für Fluor im internationalen Vergleich	190
Tabelle AII.9	Empfohlene Nährstoffdichte für Kupfer im internationalen Vergleich	191
Tabelle AII.10	Empfohlene Nährstoffdichte für Mangan im internationalen Vergleich	192
Tabelle AII.11	Empfohlene Nährstoffdichte für Chrom im internationalen Vergleich	193
Tabelle AII.12	Empfohlene Nährstoffdichte für Molybdän im internationalen Vergleich	194
Tabelle AII.13	Empfohlene Nährstoffdichte für Natrium im internationalen Vergleich	195
Tabelle AII.14	Empfohlene Nährstoffdichte für Chlorid im internationalen Vergleich	196
Tabelle AII.15	Empfohlene Nährstoffdichte für Kalium im internationalen Vergleich	197
Tabelle AIII.1	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FAO/WHO	199
Tabelle AIII.2	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach SCF (EU)	200
Tabelle AIII.3	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach DACH (D, A, CH)	201
Tabelle AIII.4	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NCM (DK, FI, IS, NO, SE)	202

Tabelle AIII.5	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach COMA (UK)	203
Tabelle AIII.6	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FSAI (IRL)	204
Tabelle AIII.7	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach AFFSA (FR)	205
Tabelle AIII.8	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach CSH (BE)	206
Tabelle AIII.9	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach SINU (IT)	207
Tabelle AIII.10	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach IOM (US, CA)	208
Tabelle AIII.11	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NHMRC (AU, NZ)	209
Tabelle AIII.12	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach CNS (CN)	210
Tabelle AIII.13	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach MHW (JP)	211
Tabelle AIII.14	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach KNS (KR)	212
Tabelle AIII.15	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NCCFN (MY)	213
Tabelle AIII.16	Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FNRI (PH)	214

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 3.1	Darstellung von Adequat Intake, Reference Intake und Upper Level im Kontext einer Unterversorgung oder Intoxikation	18
---------------	---	----

1 Einleitung und Aufgabenstellung

Die Ernährungswissenschaft ist eine lebende Wissenschaft und unterliegt einem

ständigen Wandel. Durch die Globalisierung der Forschung und dem regen

Datenaustausch stehen nicht nur mehr, sondern auch größer angelegte Studien zur

Verfügung. Doch die Ergebnisse sind oftmals uneinheitlich. Dies kommt auch in den

Nährstoffreferenzwerten der verschiedenen Nationen zum Ausdruck.

Seit der Publikation der D.A.CH. -Referenzwerte wurden international sehr viele

Arbeiten über nationale Nährstoffreferenzwerte veröffentlicht. Die EFSA publizierte

Upper Level für diverse Vitamine und Spurenelemente. In England wurde 2003 von

EVM eine Arbeit über „Save Upper Level“ für Vitamine und Mineralstoffe

herausgegeben, und das EACS publizierte im selben Jahr ein Werk über Salz. Irland

veröffentlichte 1999 eigene Referenzwerte. Das Council of Ministers publizierte 2004

die Nordic RDA's für Dänemark, Norwegen, Schweden, Island und Finnland. Ebenfalls

2004 wurde ein Entwurf für australische und neuseeländische Nährstoffempfehlungen

veröffentlicht, der noch 2005 aktiv gesetzt werden sollte, was allerdings erst im 1.

Quartal 2006 geschah.

Das US amerikanische IOM publizierte in der Reihe der DRIs zuletzt 2004 eine Arbeit

über Wasser K, Na, Cl und SO_4^{2-} , der 2006 zwei Arbeiten speziell zum Bedarf von

Personen im militärischen Dienst folgten. Im asiatischen Raum werden von Japan und

Korea alle 5 Jahre überarbeitete Referenzwerte heraus gegeben. KNS (Korean Nutrition

Society) hat Ende 2005 neue Werte präsentiert und Anfang 2006 publiziert, Japan gab

Mitte 2005 ebenfalls neue Referenzwerte heraus.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Empfehlungen nationaler und internationaler

Institutionen am Beispiel der ausgewählten Mineralstoffe gegenüber zu stellen, wobei

auch besonders auf den Upper Level eingegangen werden soll. Im Detail handelt es sich

um die Referenzwerte der WHO/FAO, EU (SCF und EFSA), D:A:CH:, Nordic Council (Dänemark, Finnland, Island, Norwegen, Schweden), United Kingdoms (COMA, EVM und SACN), Irland, Frankreich und Belgien, USA(IOM) in Kooperation mit Kanada, Australien und Neu Seeland, Japan, Korea, China, Malaysia und der Philippinen.

Leider publizieren die großen asiatischen Länder (China, Japan und Korea) ihre Referenzwerte nur in der Landessprache (nur Korea hat einen englischsprachigen Summary erstellt) weshalb hier oft nicht detailliert auf die Herführung dieser Empfehlungen eingegangen werden kann, da nicht viel mehr als die Referenzwerte selbst zur Verfügung stehen. Primäres Ziel dieser Arbeit soll nicht eine Wertung der unterschiedlichen Empfehlungen sein, sondern vielmehr die Schaffung eines möglichst breiten, globalen Überblicks der aktuellen Nährstoffreferenzen.

Ein bei der Themenwahl unterschätztes Problem war die Vergleichbarkeit der Referenzwerte. In den bisher veröffentlichten Arbeiten, von Oberbucher [71] und Freising [42], wurden vor allem die Werte der EU und die amerikanisch/kanadischen Referenzwerte, unter Berücksichtigung verschiedener diesen Daten zugrunde liegender Studien und damit verbundener methodischer Unterschiede, verglichen.

Durch die eine global weit gestreute Betrachtung der vorliegenden Arbeit, die damit verbundenen großen Abweichungen in den Altersspannen bzw. des Anfangs und Endalters der verschiedenen Altersgruppen, sowie der Abweichungen der Körpergewichte, scheint es angebracht den Vergleich auch über das Verhältnis Nährstoffmenge zu Körpergewicht bzw. über die tägliche Mineralstoffaufnahme in Form der Nährstoffdichte bezogen auf ein Megajoul zu ziehen (siehe Anhänge). Daher wurde, entgegen der ursprünglichen Planung, ein zusätzliches Kapitel dem Körpergewicht und dem Energiebedarf gewidmet.

2 Methodik

Die Vorgehensweise zur Erstellung dieser Arbeit gliederte sich in folgende Schritte:

Recherche, Übersetzung, Erstellung der vergleichenden Tabellen, Vergleich der verschiedenen Referenzwerte

2.1 Recherche

Die Informationssuche begann mit der Recherche im Internet über diverse

Suchmaschinen oder den Web- Seiten bekannter Institutionen (z.B. www.who.int). Mit Suchbegriffen wie RDA, DRI, UL (ausgeschrieben oder als Abkürzung), den Namen der Mineralstoffe und ähnlichem gestaltete sich dies für die westlichen Referenzwerte recht problemlos. Wurde so der Titel einer bestimmten Arbeit gefunden, wurde die Suche auf die Regierungsseite der entsprechenden Nation eingeschränkt (USA hat hier das Domänen- Suffix „gov“ alle anderen Nationen verwenden ein Subsuffix wie „gv“, „gov“ oder „go“ zB. www.sacn.gov.uk) da die Referenzwerte entweder von staatlichen Institutionen publiziert werden, oder hier Verweise auf entsprechende Institute zu finden sind. Auf diese Weise kann die Erfassung von Falschinformationen durch unseriöse Internetseiten nahezu ausgeschlossen werden. Auch die Verweise von bekannten Gesellschaften wie z.B. der „International Union of Nutritional Siences“ (www.iuns.org) wurden als Quelle zum Auffinden seriöser Institute genutzt.

Die nachfolgende Suche in österreichischen Bibliothekskatalogen (Nationalbibliothek, Bibliothek der Haupt- und der medizinischen Universität) war weniger erfolgreich. Glücklicher Weise stellen viele Institutionen ihre Arbeiten auf ihrer Homepage als kostenloses Download zur Verfügung, oder bieten die Möglichkeit an diese in Papierform zu erwerben.

Ewas schwieriger gestaltet sich die Suche im asiatischen Raum, da eine wortwörtliche Übersetzung in eine asiatische Sprache wesentlich leichter zu Abweichungen der

Bedeutung führen kann, als dies zwischen westlichen Sprachen der Fall wäre. Um also die korrekte Schreibweise der Referenzwerte zu erhalten, wurde zunächst auf den entsprechenden nationalen Seiten (zB. www.nih.go.jp) nach den englischsprachigen Begriffen gesucht. Die so gefundenen asiatischen Begriffe wurden dann zur Kontrolle rückübersetzt und als Suchbegriff, nach dem oben beschriebenen Schema verwendet.

2.2 Übersetzung

Als ein bei Beginn dieser Arbeit unterschätztes Problem, stellte sich die Sprache heraus.

Japan, Korea, China, Italien und Frankreich publizieren ihre Referenzwerte nur in der Landessprache. Für Frankreich und Italien lies sich dieses Problem, aufgrund der gleichen Schriftsysteme, mit einem entsprechenden Wörterbuch lösen..

Schwierig gestaltete sich die Übersetzung der asiatischen Sprachen.

Bei der koreanischen Schrift (Hangul) handelt es sich um eine Silbenschrift, die verhältnismäßig leicht übersetzt werden kann. Zwar werden auch in Korea chinesische Schriftzeichen (Hanji genannt) verwendet, in den hier vorliegenden Texten aber bei weiten nicht so häufig wie im Japanischen, so dass die Übersetzung mit Wörterbuch und bablefish (<http://bablefish.altavista.com>) recht flott von statten gehen konnte.

Hierfür wurde die Seite mit bablefish übersetzt, und anschließend die kryptischen bzw. fehlerhaften Stellen per Hand, mittels Wörterbuch und „Vokabelheft“ nachgebessert.

Die Namen der koreanischen Autoren im Literaturverzeichnis wurden nicht nach McCune-Reinschauer, einem älteren Umschriftsystem, dass der deutschen Lautsprache eher entsprechen würde transkripiert, sondern nach den aktuellen staatlichen Regel Koreas, der „revidierten Romanisierung“ die vor allem dem Englischen entgegen kommt. So spricht man Bae eher wie Bă, Sun eher wie Son und, Lee eher wie Ii.

Auch die japanischen Referenzwerte konnten auf diese Weise übersetzt werden. Leider sind die Berechnungsmodelle der Mineralstoffe hier jedoch nicht beschrieben, so dass diese Werte kommentarlos angeführt werden müssen.

An dieser Stelle möchte ich Herrn Dr. Paik (Präsident KNS) und Frau Miyoshi, MPhil (MHW) dafür danken, dass Sie meine Anfragen so rasch beantwortet haben, und mir so die Möglichkeit gaben, die Richtigkeit der von den Internetseiten ihrer Institutionen stammenden Werte zu verifizieren.

Die Übersetzung der chinesischen Angaben (Homepage der CNS) erfolgte allein über bablefish, mit einem erstaunlich guten Resultat. Leider findet man hier nur Erläuterungen der Definitionen, Körpergewichte und der Energiebedarfs, nicht jedoch zu Mineralstoffen und Vitaminen, deren Referenzwerte nur in einer Tabelle zusammengefasst angeführt werden.

Mehrfache an CNS gerichtete Anfragen, selbst vom Sekretariat des österr.

Militärattache in Beijing, blieben unbeantwortet. Daher werden die chinesischen Werte ebenfalls kommentarlos angeführt.

Sämtliche anderen Werke, mit Ausnahme der DACH –Werte, lagen in englischer Sprache vor.

2.3 Erstellung der vergleichenden Tabellen und Gegenüberstellung der verschiedenen Referenzwerte

Hiezu wurde ein tabellarischer Überblick der Altersgruppen je Institution erstellt

(Tabelle 2.1). Diese diente als Vorlage für die Tabellen der verschiedenen

Mineralstoffe. Da die Altersgruppen oft stark von einander abweichen, ist ein direkter Vergleich oft nicht möglich, daher ergab sich die Notwendigkeit die Werte pro Kilogramm Körpergewicht bzw. als Nährstoffdichte auf die Empfehlung der Energiezufuhr zu beziehen. Die entsprechenden Tabellen finden sich in den Anhängen.

Ab ca. 12 Jahren werden getrennte Werte für Männer und Frauen angegeben. Dieser

Übergang von einem zu zwei Referenzwerten wird in Tabelle 2.1 durch eine dicke Querlinie markiert. Im Text der einzelnen Kapitel werden nach Alter gegliederte Subkapitel angeführt. Diese sind:

„Säuglinge“, „Kinder“, „Jugendliche“, „Erwachsene“, „Schwangere und Stillende“.

Die Definition für Kinder und Jugendliche deckt sich in dieser Arbeit nicht mit der hier zu Lande üblichen, da unter Jugendlicher der englische Begriff der „Adolescence“ verstanden wird, die von den meisten Institutionen ab ca. 12 Jahren gerechnet wird.

Dies ist eben auch meist der Übergang zu geschlechtsspezifischen Referenzwerten.

Die Tabellen für den Upper Level richten sich nicht nach dem Schema der Tabelle 2.1 sondern nach Tabelle 2.2, da die Altersgruppen wesentlich größer gehalten sind, so dass die entsprechenden Tabellen kompakter gehalten werden konnten.

Neben den aus diesen Tabellen ersichtlichen Abweichungen, wurden auch die den Referenzwerten zugrunde liegende Studien mit den entsprechenden Standardabweichungen und Sicherheitszuschlägen in den Gegenüberstellungen berücksichtigt.

Tabelle 2.1 Übersicht der Alters- und Personengruppen der einzelnen Institutionen und Nationen

Alter*	WHO ♂	WHO ♀	EU	DACH	NNC	UK	IRL	FR	BE	IT	USACA	AUSNZ	CN	JP	KR	MY	PH
0-3 M																	
3-4 M																	
4-5 M																	
5-6 M																	
6-7 M																	
7-8 M																	
9-10 M																	
10-12 M																	
1-2	1-3	1-3	1-3	1-4	12-23 M 2-5	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-3	1-	1-2	1-3	1-3	1-3
2-3																	
3-4	4-6	4-6	4-6	4-7	6-9	4-6	4-6	4-6	4-6	4-6	4-8	4-8	4-	3-5	4-6	4-6	4-6
4-6																	
6-7	7-9	7-9	7-10	7-10		7-10	7-10	7-9	7-10	7-10			7-	6-8	7-9	7-9	7-9
7-8																	
8-9																	
9-10											9-13	9-13		9-11			
10-11	10-18	10-18	11-14	10-13	10-13	11-14	11-14	10-12	11-14	11-14			11-	12-14	10-12	10-12	10-12
11-12																	
12-13																	
13-14																	
14-15																	
15-16																	
16-18																	
18-19																	
19-20	19-65	19-50	18+	19-25	18-30	19-50	18-64	Erwachsene	19-	18-29	19-30	19-30	18-	18-29	16-19	16-18	16-18
20-25																	
25-30																	
30-31																	
31-50																	
50-51																	
51-55																	
55-60																	
60-61																	
61-65																	
65-70	>65	>65															
70-75																	
75-																	
Schwanger- schaft	(a)	(a)	-	(a)	(a)	(a)	(a)	-	(a)	(a)	14-18 (c) 19-30 (c) 31-50 (c)	14-18 (c) 19-30 (c) 31-50 (c)	1. Trimester 2. Trimester 3. Trimester	(a)	1. Hälfte 2. Hälfte	1. Trimester 2. Trimester 3. Trimester	1. Trimester 2. Trimester 3. Trimester
Silizeit	(b)	(b)	-	(b)	(b)	(b)	(b)	7-9. Monat	(b)	(b)	14-18 (c) 19-30 (c) 31-50 (c)	14-18 (c) 19-30 (c) 31-50 (c)	(b)	(b)	(b)	0-6 M 6-12 M	0-6 M 6-12 M

* Angaben in Jahren wenn nicht explizit M für Monate angeführt ist
(c) Alter der Mutter ♂ männlich ♀ weiblich

(a) Eine Empfehlung für die gesamte Schwangerschaft
M Monate

(b) Eine Empfehlung für die gesamte Stillzeit

Tabelle 2.2 Vergleichende Übersicht der Altersgruppen zum Upper Level

Alter	EU	US/CA/MY	AUS/NZ	KR	JP	CN	WHO	NNR	UK
0-<6 mon		0-6 mon	0-6 mon	0-5 mon	0-5 mon	0-			
6-<7 mon				6-11 mon	6-11 mon	0,5-			
7-<12 mon		7-12 mon	7-12 mon						
1-<2	1-3	1-3	1-3	1-2	1-2	1-	1-3		
2-<4				3-5	3-5				
4-<6	4-6	4-8	4-8			4-	4-10	Kinder	
6-<7				6-8	6-7				
7-<8	7-10					7-			
8-<9					8-9				
9-<10		9-13	9-13	9-11	10-11				
10-<11									
11-<12	11-14					11-	11-		
12-<14		14-18	14-18	12-14	12-14	14-			
14-<15									
15-<18	15-17	14-18	14-18	15-19	15-17				
18-<19	Erwachsene	19-70	19-70		18-29	18-	Erwachsene	Erwachsene	Erwachsene
19-<20									
20-<30			19-70	20-29					
30-<50				30-49	30-49				
50-<65				50-64	50-69	50-			
65-<70				65-74					
70-<75		>70	>70	75 -	70 -				

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

3 Übersicht der Nationen, Institutionen und ihrer verwendeten Arbeiten

Tabelle 3.1, Übersicht der von den Instituten der behandelten Nationen angeführten Werte

	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Cu	Mn	Cr	Mo	Na	Cl	K
WHO	x		x	x	x	x	x								
EU	x	x	x	x	x	x	x		x				x		x
Dach	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Nordic	x	x	x	x	x	x	x	b	x	b	b	b	x		x
UK	x	x	x	x	x	x	x		x				x	x	x
Irl	x	x	a	x	x	x	x		x				a	a	
FR	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x				
BE	x	x	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x
IT	x	x		x	x	x	x		x						x
US CA	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
AUS NZ	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
CN	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
JP	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x		x
KR	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x	x	x
MY	x			x	x	x	x								
PH	x	x	x	x	x	x	x	x		x			x	x	x

x Referenzwert angegeben

a Referenzwerte nur für unter 1-Jährige

b Keine eigenen Referenzwerte aber Studien bzw. Fremdwerte erwähnt

3.1 Multinationale Referenzwerte

3.1.1 WHO/FAO/UNU

2001 wurden die Ergebnisse einer Expertenrunde von 1998 zum Vitamin und

Mineralstoffbedarf veröffentlicht [35]. 2004 wurde dieser Bericht in leicht

überarbeiteter Version mit ca. 300 Seiten neu publiziert [36]. Die Herleitung der

einzelnen Referenzwerte ist nicht immer nachvollziehbar, und teilweise finden sich

Abweichungen innerhalb des Textes. Am markantesten fällt auf, dass in [35] die für

einzelne Mineralstoffe verwandten Altersspannen der Personengruppen und deren

Referenzkörpergewichte von denen in der zusammenfassenden Tabelle abweichen, die

Referenzwerte jedoch einfach übertragen wurden. In der Version von 2004 wurde dies

durch Weglassen der Körpergewichte in der zusammenfassenden Tabelle „korrigiert“.

Das zweite für diese Arbeit relevante Werk der FAO behandelt den Energiebedarf [38] und umfasst ca. 80 Seiten. Eine sehr ausführliche Arbeit der IZiNCG [52] zum Thema Zink wurde 2004 veröffentlicht.

3.1.2 Europäische Union

Das hier verwendete Hauptwerk der EU, „Nutrient and energy intakes for the European Community“ [77] umfasst ca. 250 Seiten und gibt meist einen groben Überblick des jeweiligen Mineralstoffes und der entsprechenden Referenzwerte, und wurde bereits 1993 publiziert. Somit stellt es, nach der Arbeit der englischen COMA, die zweitältesten in dieser Arbeit zitierten und noch gültigen Referenzwerte dar. Es wurde aber bereits ein Antrag auf Überarbeitung gestellt (unter den Nummern EFSA-Q-2005-015a und EFSA-Q-2005-015b). Die neuen Werte für Makronährstoffe sollten 2007 publiziert werden, waren aber bei Abgabe dieser Arbeit noch nicht veröffentlicht. Ein Erscheinungstermin für Mikronährstoffe wurde nicht festgelegt.

Zusätzlich wurden die Arbeiten der EFSA bzw. des SCF zum Upper Level der einzelnen Mineralstoffe (publiziert zwischen den Jahren 2000 und 2006), welche sehr ausführlich gehalten sind, herangezogen [14] – [20], [78] – [83] und [84] – [87].

3.1.3 DACH

Die gemeinsamen Referenzwerte von Deutschland, Österreich und der Schweiz, genauer gesagt deren Ernährungsgesellschaften (DGE, ÖGE, SGE und SVE) wurden 2000 unter dem Titel „Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr“ [13] herausgegeben. Hier werden auf rund 230 Seiten Makronährstoffe, Vitamine und Mineralien behandelt. Allein mit diesem Buch ist die genaue Herleitung der Referenzwerte oft nicht nachvollziehbar.

3.1.4 Nordic Council

Dänemark, Finnland, Island, Norwegen und Schweden haben in diesem

Zusammenschluss die „Nordic Nutrition Recommendations 2004“ [70] publiziert, ein ca. 420 Seiten starkes Werk in englischer Sprache, welches die gleichen Mineralien wie die DACH- Werte abdeckt, allerdings für bestimmte Elemente, für die nach Auffassung der Autoren unzureichendes Datenmaterial vorliegt, keine eigenen Referenzwerte anführt. Auch mit dieser Arbeit allein ist die Ermittlung der Empfehlungen oft nicht nachvollziehbar.

3.1.5 USA und Kanada

Die vom US- amerikanischen IOM in Zusammenarbeit mit kanadischen

Wissenschaftlern herausgegebenen DRI stellen die umfangreichsten der verwendeten Quellen dar. Die Referenzwerte für Mineralstoffe werden in sechs Werken [44]-[49] mit einem Umfang von zusammen ca. 3000 Seiten beschrieben. Die zugrunde liegenden Studien werden zusammengefasst wiedergegeben und die Herleitung der einzelnen Werte ist immer nachvollziehbar.

Zusätzlich wurden vom IOM 2006 zwei Arbeiten speziell für die militärischen Anforderungen publiziert. Eine beschäftigt sich mit dem Nährstoffbedarf von Militärpersonen im allgemeinen [50] die andere [51] behandelt die Zusammensetzung der so genannten Kampfrationen, also die Verpflegung während der Kampfeinsätze, d.h. unter maximaler psychischer und physischer Belastung.

3.1.6 Australien und Neu Seeland

Das australische NHMRC veröffentlichte 2004 den Entwurf der „Nutrient Reference Values“ und die entsprechenden Beiwerke im Internet. Das besondere hieran ist, dass jedem die Möglichkeit gegeben wurde, entsprechende Anmerkungen zu machen. Nach dieser öffentlichen Begutachtung wurden die Dokumente überarbeitet und im ersten Quartal 2006 in der Endversion publiziert [66] – [68]. Die Arbeit ist ebenfalls sehr

übersichtlich und ausführlich, umfasst in Summe ca. 500 Seiten und orientiert sich stark an der Arbeit des IOM.

3.2 Nationale Referenzwerte

3.2.1 Europa

3.2.1.1 Großbritannien

COMA hat 1991 mit den „Dietary Reference Values for Food, Energy and Nutrients for the United Kingdom“ (ca. 200 Seiten) [11] die ältesten für die vorliegende Arbeit verwendeten, noch gültigen Referenzwerte publiziert. Zur Bearbeitung lagen sie in der 14ten Auflage von 2005 vor. Diese Quelle für sich alleine gibt allerdings oft nur einen kurzen Abriss der angewandten Methodik.

Zusätzlich wurde die sehr ausführliche, ca. 350 Seiten starken Ausarbeitung zum „Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals“ [34] mit den vorangegangenen detaillierten Berichten zu den einzelnen Mineralstoffen [21] - [33] herangezogen. Eine ca. 100seitige Arbeit der SACN beschäftigt sich speziell mit Natriumchlorid und Gesundheit.

3.2.1.2 Irland

Die „Food Safety Authority of Ireland“ hat 1999 die „Recommended Dietary Allowances for Ireland“ [41] veröffentlicht, eine ca. 40seitige Broschüre, die in zwei Bereiche gegliedert ist; Einerseits Nährstoffe für welche die Werte der EU übernommen, und andererseits solche für die davon abweichende Empfehlungen ausgesprochen werden. Teilweise wurden auch die Werte der COMA übernommen.

3.2.1.3 Frankreich

Als Quelle diente das 2001 publizierte, ca. 500seitige, französischsprachige Werk der AFFSA, „Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition“ [2] selbst. Die Qualität der Beschreibung der Methodik zur Ermittlung der Referenzwerte ist hier Kapitel bzw. Autoren spezifischen starken Schwankungen unterworfen.

3.2.1.4 Belgien

Das „Conseil Supérieur d'Hygiène“ veröffentlichte auf seiner Homepage die „Recommandations nutritionnelles pour la Belgique“ [12] von 2003. Diese stellen mehr oder weniger eine 90seitige Zusammenfassung der SCF Arbeit von 1993 dar.

3.2.1.5 Italien

Die 1996 von SINU herausgegebenen „LIVELLI DI ASSUNZIONE GIORNALIERI RACCOMANDATI DI ENERGIA E NUTRIENTI PER LA POPOLAZIONE ITALIANA“, kurz LARN, umfassen ca. 200 Seiten in italienischer Sprache, und richten sich vorwiegend nach den Empfehlungen des SCF. Für die vorliegende Arbeit diente die Homepage der SINU als Quelle (ebenfalls in Italienisch), die sämtliche Referenzwerte tabellarisch abbildet, und für jeden Nährstoff eine Zusammenfassung der entsprechenden Grundlagen bzw. Methodiken wiedergibt.

3.2.2 Asien

3.2.2.1 Japan

Japan publiziert, so wie auch Korea, in regelmäßigen Abständen von 5 Jahren Referenzwerte für Nährstoffe, zuletzt die vorliegenden „DRI für Japaner (Edition 2005)“ (日本人の食事摂取基準〈2005年版〉). Dieses Werk liegt, wie auch die für die als Quelle Arbeit verwendete Internetseite [59] des japanischen Gesundheitsministeriums, nur in japanischer Sprache vor.

Dies ist auch, neben der umständlichen und kostenintensiven Beschaffung, der Grund sich für die Verwendung der Internetseite als Quelle zu entscheiden, da die Übersetzung eines 200seitigen, wissenschaftlichen Werks den zeitlichen Rahmen der vorliegenden Arbeit überbeansprucht hätte. Für Mineralstoffe finden sich unter [59] - im Gegensatz zu den Makronährstoffen und den Begriffserklärungen - keine ausführlichen Beschreibungen, sondern nur tabellarische Auflistungen der Werte.

3.2.2.2 Korea

Die Ende 2006 veröffentlichten „koreanischen DRI“ kurz KDRI (한국인 영양섭취기준) umfassen ca. 300 Seiten. Aus den im Abschnitt „Japan“ beschriebenen Gründen, wurde auf die Homepage und die Internetseiten der KNS zurückgegriffen. Hier finden sich die Vorträge der KDRI- Autoren, welche im Rahmen eines „public hearing“ am 18.5.2005 in Chungang und im Rahmen des internationalen Symposiums von 3. bis 5.11.2005 in Gyeongju die neuen Werte vorgestellt haben. Diese Dokumente, großteils in Koreanisch verfasst, sind gut gegliedert, und stellen die Herleitung der Werte, die sich großteils an der IOM- Methodik orientiert, gut dar.

3.2.2.3 China

Zu dem 2001 erschienene ca. 300 Seiten starke Werk der „chinesischen DRI“ (中国居民膳食营养素参考摄入量) konnten keine näheren Angaben gefunden werden, da die Bemühungen um eine Kontaktaufnahme mit der CNS erfolglos blieben (Siehe Kapitel Methodik), daher wurde auch in diesem Fall auf die Homepage [10] der CNS zurückgegriffen. Wie auch in den japanischen Angaben, finden sich zwar ausführliche Beschreibungen der Makronährstoffe, Vitamine und Mineralstoffe sind jedoch nur in Form der tabellarisch angelegten Referenzwerte wiedergegeben.

3.2.2.4 Malaysia

Die 2005 vom malaysischen Gesundheitsministerium publizierten, ca. 200seitigen Empfehlungen [61] stellen eine gute vergleichende Arbeit der IOM-, WHO- und der malaysischen Werte dar, auch wenn die Herleitung der malaysischen Werte selbst, nicht immer ganz nachvollziehbar ist.

3.2.2.5 Philippinen

Leider konnte das original Dokument des philippinischen FNRI von 2002 nicht beschafft werden, weshalb auf die wenig ausführliche Internetseite [40] des Institutes zugegriffen werden musste. Die Werte orientieren sich aber größtenteils an den Empfehlungen der FAO, welche entsprechend adaptiert wurden.

3.2.3 Afrika

3.2.3.1 Südafrika

Es konnten keine südafrikanischen Referenzwerte gefunden werden. Die Universität von Stellenbosch hat aber 2003 eine gute, ca. 100 Seiten umfassende Zusammenfassung [69] der Arbeiten des IOM erstellt, die ebenfalls als Quelle Verwendung fand.

3.3 Methodik zur Ermittlung von Referenzwerte

Dieses Kapitel gibt einen Überblick der verschiedenen Möglichkeiten der Ermittlung eines Referenzwertes. Eine genauere Beschreibung findet sich in den jeweiligen Kapiteln der einzelnen Mineralstoffe.

Zur Herleitung der Referenzwerte verwenden die in dieser Arbeit zitierten Institutionen vier verschiedene Methoden:

- 1.) Ableitung der Empfehlungen aus dem Gehalt der Muttermilch
- 2.) Ermittlung anhand von Bilanzstudien
- 3.) Inter- bzw. Extrapolation aus den Empfehlungen anderer Personengruppen
- 4.) Interventionsstudien

3.3.1 Ableitung der Empfehlungen aus dem Gehalt der Muttermilch

Hierbei wird davon ausgegangen, dass der Nährstoffgehalt der Muttermilch, einer gut ernährten Frau, auch eine gute Versorgung des Säuglings gewährleistet. Ferner liegen die Nährstoffe, in der Muttermilch, in gut absorbierbarer Form vor [70].

Über die tägliche Trinkmenge, den Nährstoffgehalt der Muttermilch und das Körpergewicht kann so die tägliche Nährstoffaufnahme pro Kilogramm Körpergewicht ermittelt werden. Dieser Wert findet dann unter Berücksichtigung der Standardabweichung und des Referenzkörpergewichts meist als AI Verwendung.

3.3.2 Ermittlung anhand von Bilanzstudien

Über die täglich aufgenommene Nährstoffmenge, und die entsprechende ausgeschiedene Menge wird auf den Bedarf geschlossen, wobei nicht nur die offensichtliche Verluste über Fäzes, Urin oder Haut (Schweiß) Beachtung finden, sondern auch jene über Menstrualblut oder Sperma.

3.3.3 Inter- bzw. Extrapolation aus den Empfehlungen anderer Personengruppen

Diese Methode findet meist bei den Gruppen der Kinder und Jugendlichen

Verwendung, wenn eine Altersgruppe weniger gut oder gar nicht untersucht wurde. So wird oft von den aus dem Gehalt der Muttermilch ermittelten Werten für Säuglinge auf den Bedarf von Kleinkindern geschlossen, wobei über das Körpergewicht extrapoliert wird.

3.3.4 Interventionsstudien

Diese finden vor Allem bei der Bestimmung des Upper Levels Verwendung, wobei die Probanden verschiedene Dosen eines Präparats über einen gewissen Zeitraum verabreicht bekommen und eventuell auftretende negative Auswirkungen bestimmt werden.

Eine andere Art der Interventionsstudien findet man in der Kriegs und Nachkriegszeit.

Damals wurde anhand von Mangelstudien an freiwilligen Militärpersonen oder Kriegsgefangenen die Auswirkung einer stark rationierten Ernährung beobachtet.

Diese, aus heutiger Sicht unethischen, Untersuchungen bildeten die Basis zur Bestimmung der Referenzwerte.

3.3.5 Auswertung

Liegen ausreichend Daten zum Bedarf an einem bestimmten Nährstoff vor, kann aus dem ermittelten AR und der zweifachen Standardabweichung der RI berechnet werden.

Ist das Datenmaterial nicht ausreichend, so wird, je nach Institution, entweder ein AI oder „acceptable range of intake“ angegeben, oder keine Empfehlung ausgesprochen.

Für den UL verhält es sich ähnlich, sind ausreichend Daten für den NOAEL oder LOAEL vorhanden, kann unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors, der

wiederum von der Art der Studie (Humanstudie Faktor 10, andere Spezies Faktor 100) abhängt, ein UL gesetzt werden. Ist dies nicht möglich, so setzen die meisten Institutionen keinen UL fest, während SACN in diesem Fall einen „Guidance Level“ angibt. Das SCN verwendet hierfür den „Acceptable range of intake“.

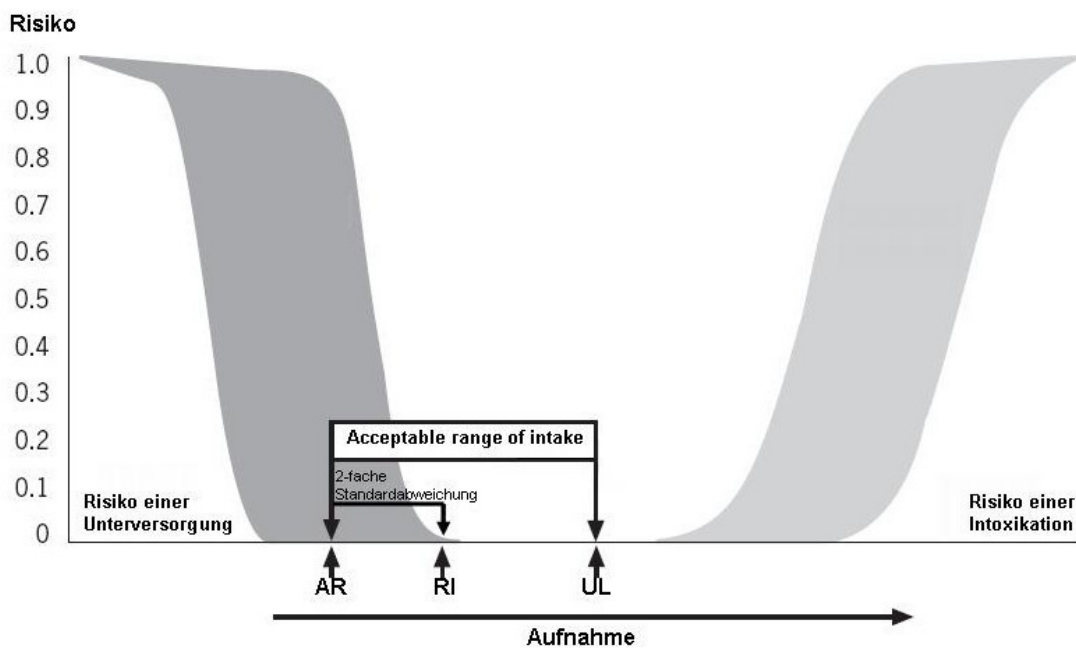


Abbildung 3.1 Darstellung von Adequat Intake, Reference Intake und Upper Level im Kontext einer Unterversorgung oder Intoxikation

4 Definitionen

Tabelle 4.1 Gegenüberstellung äquivalenter Begriffe der behandelten Nationen/Institutionen

DACH	Referenzwerte	Durchschnittlicher Bedarf	Empfehlungen	Schätzwerte	Richtwerte	–
US	DRI	EAR	RDA	AI	–	Upper Level (UL)
AUS	NRV	EAR	RDI	AI	–	
WHO	–	EAR	RNI	–	–	Upper Limit
EU	RDA	AR	PRI	quasi-PRI	Aceptable range of intake	–
UK	DRV	EAR	RNI	Save intake	–	save upper level Guidance level
IRL	RDA	AR	RDA	–	–	–
NCM	NNR	AR	RI	–	–	–
FR	ANC	BNM	ANC	–	–	LS
BE	RN	AR	PRI	–	–	–
IT	LARN	–	–	–	–	–
CN	DRI	EAR	RNI	AI	–	UL
JP	DRI	EAR	RDA	AI	DG (dietary goal)	UL
KR	KDRI	EAR	RI	AI	–	UL
MY	RNI	EAR	RNI	AI	–	–
PH	RENI	AR	RNI	AI	–	–

– nicht angeführt

4.1 *EAR, Estimated Average Requirement* *auch AR, Average Requirement*

(Geschätzter mittlerer Bedarf)

Die geschätzte tägliche Bedarfsmenge an einem Nährstoff, die ausreicht, um 50 % der gesunden Bevölkerung einer bestimmten Personengruppe (bestimmtes Alter und Geschlecht) ausreichend zu versorgen [44].

4.2 *RDI, Recommended Dietary Intake* *auch RI, Recommended Intake*

(Empfohlene diätische Aufnahme)

Die durchschnittliche tägliche Aufnahme, die ausreicht, um den Bedarf des Großteils (97-98%) einer Personengruppe (bestimmtes Alter und Geschlecht, gesunde Individuen) zu decken [66].

$RDI = EAR + 2SD_{EAR}$ (Wobei SD_{EAR} die Standardabweichung des EAR ist)

4.3 *AI, Adequate Intake*

(Angemessene Aufnahme)

Experimentell oder empirisch ermittelte Näherungen oder Schätzungen für die angemessen erscheinende durchschnittliche tägliche Aufnahme einer gesunden Personengruppe [44].

Der AI wird verwendet, wenn keine ausreichenden Daten für die Ermittlung eines RDI vorliegen.

4.4 *UL, Upper Level (of Intake)*

(Höchster Zufuhrlevel)

Manchmal auch UIL (Upper Intake Level) oder SUL (Save Upper Level) bzw. LS (limite de sécurité) in Französisch.

Die höchste durchschnittliche tägliche Aufnahme, welche auf die meisten Personen einer bestimmten Population keine negative Auswirkung hat. Steigt die Aufnahme über den UL, steigt auch das potentielle Risiko eines negativen Effektes [45].

4.5 *Guidance level*

(Richtwert)

Dieser wird vom EVM [34] gesetzt, wenn das Datenmaterial zur Definition eines UL für noch nicht ausreichend erachtet wird, berechnet sich aber nach dem gleichen Schema, jedoch meist mit einem höheren Unsicherheitsfaktor.

4.6 *EER, Estimated Energy Requirement*

(Geschätzter Energiebedarf)

Die durchschnittlich zur Aufrechterhaltung der Energiebalance benötigte tägliche Energieaufnahme für gesunde Erwachsene unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Gewicht, Größe und der mit guter Gesundheit verbundenen

körperlichen Aktivität [48]. Ein zusätzlicher Bedarf durch Wachstum, Schwangerschaft und Laktation wird ebenfalls berücksichtigt.

4.7 *PRI, Population Reference Intake*

(Bevölkerungs- Referenz- Zufuhr)

Die dem RDI entsprechende europäische Definition

Mittlerer Bedarf zuzüglich der zweifachen Standardabweichung für eine ausreichende Versorgung fast aller (97,5%) gesunden Personen einer bestimmten Population [77].

4.8 *RDA, Recommended Dietary Allowance*

(Empfohlene tägliche “Zufuhr”)

Die vom Food and Nutrition Board nach aktuellem Wissensstand für die ausreichende Versorgung fast aller gesunden Personen als angemessen erachtete Menge essentieller Nährstoffe [45].

Hierbei handelt es sich um eine alte Definition, die durch RDI ersetzt wurde.

4.9 *RNI, Recommended Nutrient Intake*

(Empfohlene Nährstoff- Zufuhr)

Die dem PRI entsprechende Definition der WHO [36].

4.10 *TEE, Total Energy Expenditure*

(Totaler Energie- Aufwand)

Durchschnittlicher Energiebedarf einer Person oder einer Personengruppe für 24 Stunden eines typischen Tages (nicht der exakte Wert für jeden Tag) [38].

Das Equivalent der WHO zum EER.

4.11 BMR, Basal metabolic rate

(Grundumsatz)

Die minimale, mit dem Leben vereinbare Energiezufuhr [38].

In Rückenlage unter Standardbedingungen gemessen (Ruhe, Nahrungskarenz, temperaturneutral und geistig entspannt).

4.12 PAL, Physical activity level

(Körperlicher Aktivitäts- Level)

Ist ein Maß für die körperliche Aktivität.

Für Erwachsene (mit Ausnahme von Schwangeren und Stillenden) gilt

$TEE = BMR \cdot PAL$ [38].

Für Kinder Schwangere und Stillende müssen noch zusätzliche Faktoren wie Wachstum, Zunahme an mütterlichem Gewebe und Milchproduktion berücksichtigt werden.

4.13 Empfehlungen

Die Definition der DACH für Werte die sowohl den physiologischen Bedarf als auch den Aufbau eines Körperspeichers decken [13].

4.14 Schätzwerte

Werden von DACH definiert, wenn für Empfehlungen kein ausreichendes Datenmaterial über den menschlichen Bedarf vorliegt [13].

4.15 Richtwerte

Werden von DACH gesetzt, wenn für einen bestimmten Stoff zwar keine scharfen Grenzen angegeben werden können, eine grobe Regelung aber notwendig ist (zB. für Cholesterin und Alkohol) [13].

4.16 Definitionen für die vorliegende Arbeit

Um diese Arbeit übersichtlicher zu gestalten, wurden die Begriffe

vereinheitlicht. Gleich welche Nation gerade behandelt wird, es werden immer die Abkürzungen AR, RI, AI und UL bzw. die entsprechenden Begriffe verwendet.

5 Körpergewicht und Energiebedarf

Auf den nächsten Seiten werden die für die Zufuhrempfehlungen zu Grunde liegenden Körpergewichte und Energiebedarfsempfehlungen für die verschiedenen Altersgruppen gegenüber gestellt. Der Vergleich der Körpergewichte dient der Veranschaulichung der unterschiedlichen anthropometrischen Ausgangssituationen, und somit auch später der Erklärung von stärkeren Abweichungen in den Empfehlungen, vor Allem zwischen Asien und Europa bzw. Amerika. In den bisher vom „Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Wien“ publizierten Arbeiten von [42] [71] war ein solcher Ansatz nicht notwendig, da die verglichenen Populationen sehr ähnlich waren. Durch die, in manchen Altersgruppen doch erheblichen Abweichungen, erscheint die Berücksichtigung für diese Altersgruppe empfohlenen Energiebedarfs bzw. dem diesen zu Grunde liegendem Körpergewichts jedoch unumgänglich. Die Tabellen zum Nährstoffbedarf pro Kilogramm Körpergewicht finden sich in Anhang I, jene zur Nährstoffdichte in Anhang II.

Manche Nationen/Institutionen haben die Körpergewichte und Energiezufuhrempfehlungen nicht entsprechend der Gruppeneinteilung für die Mineralstoffe getroffen, sondern in wesentlich mehr Altersstufen bzw. auch nach Geschlecht unterteilt. In diesen Fällen wurde, zur besseren Vergleichbarkeit, ein der üblichen Gruppeneinteilung der jeweiligen Institution entsprechender Mittelwert

gebildet. Dies wird als für diese Arbeit ausreichend erachtet, da sich auch die Definitionen von EER und TEE jeweils auf einen der Bevölkerungsgruppe entsprechenden Mittelwert beziehen.

Diese Angleichung wurde auf folgende Referenzwerte angewandt:

FAO: Mittelwert Kinder und Jugendliche Interpolieren für Erwachsene.

Hier ist zu bemerken, dass die den Berechnungen zu Grunde liegenden durchschnittlichen Körpergewichte für die einzelnen Mineralstoffe von einander abweichen, so schwanken die Referenzgewichte um 2 kg was für die Gruppe der 4-6 Jährigen eine Schwankung von über 10% ausmacht. Daher wurden die aktuellen Werte nach WHO/FAO 2004 [38] berechnet. Diese Werte sind teilweise etwas höher.

Säuglinge bis (12 Monate): Die Mittelwerte für Energiezufuhr und Körpergewicht wurden aus Tabelle 3.2 Seite 14 WHO/FAO 2004 [38] gebildet (Buben und Mädchen zusammen). Für bis zu 18 Jährige wurde die Tabelle 4.1 Seite 23 [38] herangezogen (ab 10 Jahre nach Geschlecht getrennt). Die Bestimmung eines Referenzgewichtes, und damit des Durchschnittlichen Energiebedarfs für Erwachsene, gestaltete sich etwas Schwieriger, da in den aktuellen Arbeiten der FAO [36] [38] kein Referenzgewicht angegeben wird. Die erste Version des Vitamin- und Mineralstoffbedarfs [35] führt in ihrer zusammenfassenden Tabelle 1 des Anhang 1 noch entsprechende Körpergewichte an (Erwachsene männlich 65 kg, weiblich 55 kg). Diese Angaben fehlen aber in der zweiten Auflage [36]. Vermutlich haben diese Angaben zu Verwirrungen geführt, da sie oft erheblich von den im Text angeführten Tabellen der Studien zu den einzelnen Mineralstoffen abgewichen sind. Auch in der Arbeit zum Energiebedarf [38] findet sich nur ein Hinweis auf eine Software zur Ermittlung von Bevölkerungsreferenzwerten, so dass für die vorliegende Arbeit näherungsweise die Körpergewichte der 18 Jährigen verwendet wurden (gerundet 57 kg für Frauen und 68 kg für Männer). Diese wurden in

die Tabellen 5.4 bis 5.9 [38] unter Annahme eines PAL von 1,75 eingesetzt. Da die Tabellen in Fünferschritten angelegt wurden, musste noch zwischen den Werten für 55 kg und 60 kg (Frauen) bzw. 65 kg und 70 kg (Männer) interpoliert werden.

Die Ergebnisse für Männer von 19-29,9 Jahre und von 30-59,5 Jahre wurden dann für die Altersgruppe 18-65 Jahre gemittelt. Für die Gruppe 65+ wurde das Ergebnis der Tabelle 5.6 [38] übernommen. Für Frauen wurde näherungsweise das Ergebnis aus Tabelle 5.7 [38] für 19-50 Jährige, das aus Tabelle 5.8 [38] für 50-65 Jährige und das aus Tabelle 5.7 [38] für über 65 Jährige angenommen.

SCF: Die Werte für unter 18 Jährige der Tabellen 2.5 / 2.6 / 2.7 [77] wurden wie folgt gemittelt; Das Körpergewicht wurde für die Altersgruppen 1 bis 10 Jahre durch Mittelwertbildung der darin enthaltenen Altersgruppen beider Geschlechter ermittelt.

Die Altersgruppen bis 17 Jährigen wurden nach Geschlechtern getrennt gemittelt.

Beispiel: die Gruppe der 7 bis 10 Jährigen enthält die Werte für 6,5 / 7,5 / 8,5 / 9,5 und 10,5 Jahre (sowohl für Mädchen als auch für Buben) die der Gruppe der 11 bis 14 Jährigen enthalten die Werte für 10,5 / 11,5 / 12,5 / 13,5 und 14,5 Jahre nach Geschlecht getrennt. Für Erwachsene wurden aus Tabelle 2.4 [77] die Werte für das wünschenswerte Körpergewicht bei empfohlener körperlicher Betätigung herangezogen.

Belgien, Irland und Italien beziehen sich bei Körpergewicht und Energiebedarf der unter 18 Jährige auf die Tabellen des SCF[77] und geben diese im Dokument auch wieder.

Die Mittlung wurde auf die gleiche Art wie bei den Werten des SCF durchgeführt. Für die Mittelwertbildung wurden immer die in den Arbeiten der entsprechenden Nationen verwendeten Tabellen heran gezogen, nicht das Original des SCF [77]. Abweichungen kommen daher aus drei Gründen zu Stande, nämlich Abweichungen in der Unterteilung

der Altersgruppen, unterschiedliche Rundungen bzw. durch die Umrechnung von Kalorie in Joule.

Den Werten für belgische Erwachsene liegen die Ergebnisse einer belgischen Studie zu Grunde ([12]: Seite 19, Tabelle 11). Für irische Erwachsene wurden die Werte der Tabelle 4a und 4b aus [41] Seite 8 verwendet, und ebenfalls je die Angaben für 18-29 und 30-59 Jährige und die für 60-74 und 75+ Jährige miteinander gemittelt.

Für die französischen Altersgruppen bis 18 Jahren wurden ebenfalls Mittelwert errechnet. Die Werte für italienische Erwachsene wurden nach den Formeln in Tabelle 4 B im Kapitel „Tabelle Riassuntive“ [92] berechnet, mit dem entsprechenden (moderaten) PAL nach Tabelle 8 des selben Kapitels multipliziert, und wieder entsprechend der Altersgruppen der Mineralstoffempfehlungen gemittelt. Die genannten Tabellen wurden von SINU aus der Publikation der FAO von 1985 [39] entnommen..

Das NHMRC gibt für jede Altersgruppe drei Energiewerte an, hoch, mittel und niedrig. Für diesen Vergleich wurde der mittlere herangezogen.

China: Die Werte der Tabelle „Biao1.xls“ (verfügbar unter [10]) wurden wie folgt gemittelt; Das Körpergewicht wurde für die Altersgruppen 1 bis <11 Jahre durch Mittelwertbildung der darin enthaltenen Altersgruppen beider Geschlechter ermittelt.

Beispiel: die Gruppe der 1 bis < 4 Jährigen enthält die Werte für „1 bis“, „2 bis“ und „3 bis“. Der Energiebedarf für diese Altersgruppen wurde ebenso ermittelt, der für die Gruppen von 11 bis 18 Jahre ebenfalls, allerdings nur innerhalb des entsprechenden Geschlechts.

Tabelle 5.1 Vergleich der Referenzkörpergewichte

		Monate												Jahre																									
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-	
Geschlecht	Eh	m	kg	6.5	13.3	19.2	26.8	33.3-67.8												66.0													68.0						
	w	kg																	34.7-56.7	57.0	57.0												57.0						
WHO	m	kg	12.3	18.4	27.4	39.4												59.5	66.3 (63.5(y))																				
	w	kg																	42.6	52.9	57.3 (65.5(y))																		
EU	m	kg	4.9	8.4	13.3	19.2	26.7	37.5	39.2	50.8	50.3	57.0	76.0	62.0	74.0	74.0	77.0	72.0	74.0	74.0	59.0	59.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0	55.0
	w	kg																																					
DACH	m	kg	9.1	16.1	25.2	38.3	43.1	64.5	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	
	w	kg																																					
NNC	m	kg	5.9	7.7	8.9	9.8	12.6	17.8	28.3	43.1	60.9	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	66.3	
	w	kg																																					
UK	m	kg	5.9	7.7	8.8	9.7	12.9	18.4	27.4	42.1	53.8	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	
	w	kg																																					
IRL	m	kg	5.6	8.5	13.2	18.9	27.0	33.6	47.6	54.5	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	
	w	kg																																					
FR	m	kg	6.0	8.5	11.9	18.3	27.4	42.6	53.8	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	57.3	
	w	kg																																					
BE	m	kg	7-10	16-22	23-33	35-53	35-51	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	
	w	kg																																					
IT	m	kg	13.0	22.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		
	w	kg																																					
USA/CA	m	kg	13.0	22.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		
	w	kg																																					
AUS/NZ	m	kg	13.0	22.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		
	w	kg																																					
CN	m	kg	13.0	22.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0		
	w	kg																																					
JP	m	kg	11.9	16.7	23.0	28.0	35.5	50.0	58.3	63.5	68.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0		
	w	kg	6.6	8.8	11.9	16.7	23.0	28.0	35.5	50.0	58.3	63.5	68.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0		
KR	m	kg	12.2	16.3	23.8	34.5	49.6	56.3	63.8	68.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0		
	w	kg	6.5	9.1	12.2	16.3	23.8	34.5	49.6	56.3	63.8	68.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0	76.0		
MY	m	kg	12.0	18.0	26.0	36.0	53.0	59.0	61.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0		
	w	kg	6	8.0	12.0	18.0	26.0	36.0	53.0	59.0	61.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0	64.0			
PH	m	kg	11.0	18.0	25.0	37.0	49.0	52.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0	57.0		
	w	kg	6.0	9.0	13.0	19.0	24.0	34.0	50.0	58.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0	59.0		

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.
– nicht spezifiziert; (y) über 60 Jährige; (x) keine Angaben zum Körpergewicht vorhanden, daher wurde das Körpergewicht der Gruppe "Erwachsene" angenommen

COMA gibt für die Altersgruppen unter 11 Jahren Werte für die Energiezufuhr für Buben und Mädchen getrennt an, diese wurden für diese Arbeit innerhalb der Altersgruppen gemittelt da auch die Mineralstoffempfehlungen für beide Geschlechter gleichermaßen gelten. Die Gruppe der über 50 Jährigen hat bei den Mineralstoffen ebenfalls eine einheitliche Empfehlung, die Energiezufuhr wird von COMA aber in vier Gruppen unterteilt (51-59, 60-64, 65-74 und 75+), auch diese Werte wurden gemittelt. Tabelle 5.1 gibt nun einen Überblick der Altersgruppen der Nationen mit den entsprechenden Körpergewichten. Aus dieser Tabelle erkennt man auch die starken nationalen Unterschiede in der Festlegung der verschiedenen Altersgruppen, welche einen direkten Vergleich der Referenzwerte erschweren. Es zeigt sich, dass die Referenzgewichte der einzelnen Nationen für Kinder und Jugendliche bis zur Pubertät recht ähnlich sind, während sie im Erwachsenenalter variieren. So geben die philippinischen RDIs, für einen 19-30 jährigen Mann, mit 59 kg das niedrigste Referenzgewicht an, wo hingegen die DACH-Werte (exequo mit US/CA und AUS/NZ) mit 76 kg das höchste Referenzgewicht in dieser Gruppe anführen. Bei den Frauen dieser Altersgruppe sind die DACH-Werte mit 62 kg wieder Spitzenreiter, wo hingegen die weiblichen Japaner mit 50 kg das geringste Referenzgewicht aufweisen. Dies entspricht einem Unterschied von 22% bei den Männern und 19% bei den Frauen (bezogen auf den höheren DACH-Werte). Dieser Unterschied schlägt sich zwangsläufig in den Referenzwerten nieder, weshalb die Empfehlungen für die Energiezufuhr auch als MJ/kg KG angeführt werden. Die Empfehlungen für Mineralstoffe werden sowohl in Masseinheit/MJ als auch in Masseinheit/kg KG angegeben (siehe Anhang 1 und 2). Der Bezug auf das Körpergewicht erscheint für viele Mineralstoffe als sinnvoller, da hier 1.) weniger Fehler bzw. Abweichungen durch Berechnungen und Mittelwertbildungen auftreten, 2.) der direkte Bezug zu Energie liefernden Nährstoffen

nicht so direkt gegeben ist, wie bei einigen Vitaminen und 3.) der Bezug auf den Energiebedarf indirekt durch die ihm zu Grunde liegenden Berechnungsmodelle (meist eine lineare Gleichung mit dem Körpergewicht als einzige Variable) wieder auf das Körpergewicht referenziert. Einige Mineralstoffe wie zum Beispiel Jod oder Selen, sollten aufgrund Ihrer metabolischen Bedeutung über den Energiebedarf oder das metabolische Körpergewicht in Verhältnis gesetzt werden.

6 Calcium

6.1 Funktion

Knochenaufbau, Muskelkontraktion und Reizübertragung.

6.2 Referenzwerte

Die Werte des philippinischen FNRI [40] orientieren sich an den Werten der FAO für Nahrung mit geringem Anteil an tierischem Protein, weshalb sie im Folgenden nicht explizit erwähnt werden.

6.2.1 Säuglinge

Die Empfehlungen in dieser Altersgruppe schwanken sehr stark. Japan [59] gibt für das 2. Halbjahr die niedrigste (8% unter den US Werten) Empfehlung, mit einem Wert von 250 mg/d (für gestillte Säuglinge, der Wert für Formular Ernährte beträgt 400 mg/d, ist also ident mit den DACH-Werten und den meisten Empfehlungen), während Belgien [12] und Italien [92] 600mg/d angeben, allerdings finden sich hier keine Erläuterungen, wie diese hohen Werte ermittelt wurden.

DACH [13] und US/CA [44] /AUS/NZ [66] unterscheiden sich in den ersten Lebensmonaten kaum, sehrwohl aber im 2. Halbjahr, obwohl alle Empfehlungen von der über die Muttermilch zugeführten Calciummenge ausgehen. Dieser Trend zu höheren Werten bei DACH setzt sich auch in den Empfehlungen für Formula- ernährte Säuglinge fort (DACH 400 mg/d, US/CA/AUS/NZ 315 mg/d).

Die US Werte geben eine Absorptionsrate von 61% bzw. 68% für Muttermilch und 40% für Kuhmilch an. DACH bezieht sich hier auf eine niedrigere Absorptionsrate des Calcium aus Kuhmilch (unter 50%) im Vergleich zu Muttermilch (67%). Berücksichtigt man die unterschiedlichen Absorptionsraten, so ergibt sich auf Basis der von DACH angenommenen 220mg/d aus Muttermilch, nach

$$M_K = M_M \cdot A_M / A_K$$

M_K ... empfohlene Calciummenge aus Kuhmilch

M_M ... empfohlene Calciummenge aus Muttermilch

A_K ... Calciumabsorption aus Kuhmilch

A_M ... Calciumabsorption aus Muttermilch

eine empfohlene Zufuhr von ca. 295mg/d für Formula- ernährte Kinder. Wie es zu dem angegebenen DACH Wert von 400mg/d kommt, ist aus dieser Quelle nicht nachvollziehbar.

Der hohe Wert (525mg/d) der UK Empfehlungen, entsteht dadurch, dass nicht zwischen Formula-Nahrung und Muttermilch unterschieden wird. Er bezieht sich auf einen Bedarf von 400mg/d für Formula- ernährte Kinder, welcher um die zweifache Standardabweichung erhöht wurde. Irland hat diese Werte übernommen. Die asiatischen Länder verwenden eine, im Vergleich zu den US Werten (KR [53] [56] 750ml/d, US [44] 780ml/d), etwas geringere Muttermilchmenge zur Berechnung, woraus sich vermutlich auch die etwas niedrigeren Empfehlungen ergeben.

Das SCF [77] übernimmt für 0,5 – 1 Jährigen die der 1-3 Jährige. Wie die Werte für ältere Kinder ermittelt wurden, wird nicht näher ausgeführt.

6.2.2 Kinder

Irland [41], Belgien und Italien geben mit 800mg/d für 1 bis 2 jährige den höchsten Wert an, allerdings gilt diese Empfehlung bis zum Alter von 10 (BE, IRL) bzw. 7 (IT) Jahren. Alle anderen Institutionen unterteilen in dieser Lebensspanne in zu mindest drei verschiedene Empfehlungen. Mit 350mg/d (1-4 Jährige) geben die englischen Empfehlungen [11] die geringste Vorgabe, obwohl die Annahme von einer Calciumretention des Skeletts von ca.70 – 150mg/d kaum von der des NCM (70 bis 160mg/d) oder, in den unteren Altersbereichen, der des IOM (70-200mg/d) abweicht. Die Angaben des IOM basieren auf Bilanzstudien an 4-8 jährigen Mädchen, von der angenommen wird, dass sie auch für Buben gilt, und die auf die unteren Altersbereiche extrapoliert wurde. AFSSA gibt ebenfalls diese Ausgangswerte an. UK zieht eine

Retention von 35% für Calcium heran, und inkludiert noch die zweifache Standardabweichung.

In den DACH Werten findet man keinen Hinweis auf die Art der Ermittlung der Werte bzw. entsprechende Literaturquellen für diese Altersgruppe, die Höhe der Empfehlung lässt jedoch vermuten, dass die Werte für unter 1 Jährige extrapoliert wurden.

Die FAO [36] [35], deren Arbeit von den meisten anderen angeführten Institutionen verwendet wird, bezieht sich sehr detailliert auf eine Calciumretention von 120mg/d (im Alter von 2 bis 9) für das Knochenwachstum, einen durch die Wachstums- bedingte, erhöhte glomeruläre Filtration bedingten Verlust von 60mg/d über den Harn, und einen dermalen Verlust von ca. 40mg/d.

Malaysien bezieht sich ebenfalls auf die Angaben der FAO welche den IOM Werten sehr ähnlich sind, da sie teilweise das selbe Datenmaterial verwenden. Dies trifft auch auf Korea und die Philippinen zu.

6.2.3 Jugendliche

Auch in diesen Altersgruppen setzen sich die oben genannten Trends fort. Die FAO [36] empfiehlt, exequo mit IOM bzw. Australien, eine Zufuhr von 1300mg/d um eine ausreichende Calcium Versorgung während des Aufbaus der „Peak Bone Mass“ zu gewährleisten. Dies ist die höchste Empfehlung. Die Werte basieren auf Messungen der Knochenmineralisation und prospektiven Untersuchungen der zugeführten Calciummengen. Die niedrigsten Empfehlungen von 800 (weiblich) bzw. 1000mg/d (männlich) werden vom SCF [77] angegeben. Diese Werte wurden von den Angaben für Erwachsene abgeleitet, welche um den Calciumbedarf für das Knochenwachstum (250mg/d weiblich, 300mg/d männlich) und einen Sicherheitszuschlag von 30% erweitert wurden.

DACH bezieht sich auf Studien, die einen positiven Einfluss auf das Knochenwachstum bei einer Zufuhr von mehr als 1000mg/d feststellten. Ein Bedarf von 1000 bis 1500mg/d wird festgestellt, die Empfehlung von 1200mg/d dadurch begründet, dass eine sehr hohe Calciumaufnahme keinen positiven Mehreffekt bringt. Die malaysischen Werte [61] beziehen sich auf die Angaben der FAO, die laut MRNI einen Wert von 1000mg/d für Populationen mit hohem Anteil an tierischer Nahrung empfiehlt. Im entsprechenden Dokument der FAO [35] steht „Selbst unter Annahme einer hohen Calcium Absorption (+2SD), ist eine Aufnahme von 1040mg/d und während der Phase des maximalen Wachstums 1300mg/d notwendig“. Mit der Begründung einer geringen Aufnahme an tierischen Protein und der damit verbundenen geringen Calciumausscheidung über den Urin, empfehlen die MRNI eine Zufuhr von 1000mg/d. Ob damit der phasenweise erhöhte Bedarf abgedeckt wird bleibt dahingestellt.

Korea geht vom gleichen durchschnittlichen Bedarf wie die FAO aus (520mg/d), allerdings werden die Calciumverluste über Haut und Urin der Bilanzstudien geringer angesetzt, wodurch auch geringere RI erhalten werden. Generell ist aber zu beobachten, dass die Werte der asiatischen Länder wesentlich niedriger ausfallen. Das NCM wiederum, bezieht sich auf die Daten des IOM. Da die Absorptionsrate, laut NCM bis zum Alter von 24 höher liegt, werden nur 900mg/d empfohlen.

6.2.4 Erwachsene

Auch hier setzen sich die Trends der einzelnen Empfehlungen weiter fort. FAO, IOM und Australien liegen mit Ihren Empfehlungen ganz oben, während die asiatischen Länder die niedrigsten Empfehlungen geben. Einheitlich geben beinahe alle Organisationen einen erhöhten Calciumbedarf für Frauen nach der Menopause an, was sich in etwas höheren Empfehlungen für über 50 Jährige niederschlägt. Bei Männern wird, wenn überhaupt, ein erhöhter Bedarf erst ab 65 (je nach Nation ab einem Alter

von 60 bis 70 Jahren) angegeben. DACH [13] führt aus, dass erst ab 900mg/d eine maximale Knochenmineralisation auftritt. Zur Abdeckung individueller Schwankungen wurde dieser Wert auf 1000mg angehoben. Dies sollte auch den erhöhten alimentären Calciumbedarf der über 50 Jährigen decken. In den NNR [70] werden 900mg/d empfohlen, da eine Erhöhung der Calciumzufuhr auf 1500mg/d keinen Effekt zeigt.

6.2.5 Schwangere und Stillende

IOM [44] (und NNR, DACH, NHMRC) gibt für Schwangere, unter Bezug auf amerikanische Studien an, dass der Mehrbedarf an Calcium für die Fötus- Entwicklung durch eine erhöhte Absorptionsrate gedeckt wird, und darum ein zusätzlicher Bedarf nicht gegeben ist. Für Stillende wird darauf verwiesen, dass gleichgültig ob Supplemente eingenommen werden oder nicht, eine erhöhte Calciumfreisetzung aus dem Knochen und eine verstärkte Retention in der Niere initiiert werden. Nach wieder einsetzen der Menstruation wird der Calciumverlust im Knochen wieder ausgeglichen. Die FAO [36] setzt die Werte für Schwangere und Stillende genauso an, empfiehlt aber 1200mg/d für das 3. Schwangerschaftstrimester.

NCCFN [61] übernimmt für Schwangere den Wert der FAO für die ersten zwei Trimester (= Wert für nicht Schwangere), und ebenso den Wert für Stillende, ohne diese Werte an die, im Vergleich zur FAO, niedrigeren Werte für nicht Schwangere/Stillende anzugleichen.

Der erhöhte Bedarf von 550mg/d für Stillende laut COMA[11] basiert auf der Annahme, dass der Mehrbedarf für die Muttermilch allein durch die Nahrung gedeckt werden kann.

6.2.6 Upper Level

Der Upper Level bietet ein sehr einheitliches Bild. Fast alle Institutionen, welche einen UL angeben, definieren diesen auch mit 2500 mg/d, da er mehr oder weniger von der Arbeit des IOM [44] übernommen wurde. Dies gilt für AUS, MY, EFSA [20] (SCF [83]), KR und NNR.

Dieser Wert bezieht sich auf das Milch Alkali Syndrom für welches IOM einen LOAEL von 5g aus 16 Studien an 26 Personen ermittelt hat, und zur Berechnung des UL einen Sicherheitsfaktor von 2 heran zog. Zu den etwas niedrigeren japanischen Werten konnten in den vorliegenden Berichten keine Begründungen gefunden werden. Vermutlich setzt sich hier aber der Trend der niedrigeren Empfehlungen auf Grund des niedrigeren Körpergewichts und der im asiatischen Raum verbreiteten Laktoseunverträglichkeit fort.

England (EVM) [34] setzt keinen UL sondern einen Richtwert von 1500 mg/d für die Calciumzufuhr in Form von Supplementen. FAO [36] [35] gibt mit 3g einen höheren Wert an, der sich allerdings auf die selbe Studie zum Milch Alkali Syndrom wie das IOM bezieht, wie der Wert genau ermittelt ist allerdings nicht nachvollziehbar.

Tabelle 6.2 Vergleich der Upper Level für Calcium

Alter	EU mg/d	US/CA/MY g/d	AUS/NZ mg/d	KR mg/d	JP mg/d	CN mg/d	FAO g/d	NNR mg/d	UK mg/d			
0-<6 mon	<div></div>	-	-	{us}	-	-	<div></div>	<div></div>	<div></div>			
6-<7 mon		-	-	{us}	-	-						
7-<12 mon		-	-	-	-	-						
1-<2		-	-	-	-	-						
2-<4	-	2,5	2500	2500	-	2000	-	-				
4-<6	-	2,5	2500	2500	-	2000	-	-				
6-<7	-				2000							
7-<8	-				2000							
8-<9	-				2000							
9-<10	-	2,5	2500	2500	-	2000	-	-				
10-<11					-	2000						
11-<12					-	2000						
12-<14					-	2000						
14-<15	-	2,5	2500	2500	-	2000	-	-				
15-<18					-	2000						
18-<19					2300	2000				3	2500	1500{g,s}
19-<20					2300	2000						
20-<30	2300	2000										
30-<50	2300	2000										
50-<65	2500	2,5	2500	2500	2300	2000	-	-				
65-<70					2300	2000						
70-<75					2300	2000						
75-					2300	2000						
Schwangere	{a}	2,5	2500	2500	-	2000	{a}	{a}	{a}			
Stillende	{a}	2,5	2500	2500	-	2000	{a}	{a}	{a}			

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{g} Guidance Level / Richtwert

{s} gilt nur für zusätzlich aufgenommene Supplemente

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

6.2.7 Bemerkung

Generell kann festgestellt werden, dass die asiatischen Werte am niedrigsten ausfallen.

Die Gründe hierfür mögen vor allem durch zwei Sachverhalte bedingt sein:

Erstens weisen Asiaten trotz einer geringeren Knochendichte [36], welche vermutlich durch das geringere Körpergewicht bedingt ist, ein geringeres Frakturrisiko auf, und zweitens ist die Laktoseintoleranz bei Asiaten und Afrikanern stark verbreitet, so dass hohe Calciumaufnahmen durch Milchprodukt nicht möglich sind, was wiederum zu ernährungspolitisch motivierten niedrigen Werten führen kann. Die malaysischen Werte sind in sich nicht konsistent, da sie die Werte der FAO als Basis nehmen, und adaptieren, sprich absenken, die Werte für Schwangere und Stillende jedoch eins zu eins übernehmen. Auch die NNR geben, unter Bezug auf Interventionsstudien, Werte unterhalb der 1000 bis 1300mg/d der FAO und IOM an. Obwohl in den Arbeiten des NNR auf eine Studie bezug genommen wird, die besagt, dass bei einer Calciumaufnahme von 940mg/d einer von 39 Probanden keine positive Bilanz hatte, werden 800mg/d empfohlen. Die DACH Werte liegen hier mit 1000mg/d auf der sicheren Seite.

Zum Upper Level existiert eine umfassende Arbeit, nämlich die des IOM [43], die von den anderen Institutionen weitestgehend übernommen wurde.

7 Phosphor

7.1 Funktion

Knochenmineralisation, Membranbestandteil, pH Puffersystem, Energie-Speicher/Transport

7.2 Referenzwerte

Phosphor wird von allen Institutionen, verglichen mit Calcium, weniger ausführlich behandelt. FAO führt Phosphor gar nicht an, NCCFN erwähnt im Kapitel Calcium den UL des IOM für Erwachsene. Das SCF, und die diese Werte [77] als Basis verwendenden Länder, bezieht sich rein auf ein isomolares Ca/P Verhältnis, so dass sich hohe Calciumwerte, auf Grund der höheren Molmasse in etwas niedrigeren Phosphorwerten niederschlagen. Der Bezug auf das Ca/P Verhältnis ist zwar während des Wachstums sehr wichtig, verliert aber durch Änderung der Absorptionsrate (die bei Calcium mit zunehmenden Alter sinkt, während Phosphor fast unverändert aufgenommen wird), im Erwachsenenalter seine Bedeutung [66]. Dennoch beziehen sich fast alle Arbeiten rein auf dieses Verhältnis.

Trotz des geringen Datenmaterials für einzelne Personengruppen, wird auch diesbezüglich versucht die übliche Gliederung aufrecht zu erhalten. Die Werte des philippinischen FNRI [40] basieren auf den gleichen Methoden wie die des IOM, sprich der Phosphoraufnahme, die für einen konstanten Serumspiegel notwendig ist.

7.2.1 Säuglinge

Für gestillte Säuglinge ist Phosphor, bedingt durch den geringen Gehalt der Frauenmilch, der limitierende Faktor der Knochenmineralisation [13].

IOM [44] gibt, basierend auf Untersuchungen der Muttermilch an, dass die hiermit aufgenommene Phosphormenge von 102 mg für bis zu 6 Monate alte Säuglinge zu einer positiven Bilanz führen. Auch für unter 1 Jährige wurde der AI von 275 mg/d mittels Bilanzstudien erhoben. AUS / NZ [66] und AFSSA [2] übernehmen diesen Wert.

DACH [13] und SCF [77] geben für das zweite Halbjahr einen Wert von 300 mg an, der jedoch auf Teilen, der dem IOM –Wert zu Grunde liegenden Studien bzw. der Arbeit des IOM selbst basiert, so das an zu nehmen ist, dass es sich hier um Rundungsbedingte Abweichungen handelt oder aber an einer vom IOM verwendeten Studie [30, Seite 163], wonach ab einer Aufnahme von 310 mg/d die fäkale Phosphorausscheidung linear ansteigt, und daher dieser Wert als Empfehlung gewählt wurde.

Die Britische Empfehlung von 400 mg bezieht sich rein auf ein molares Verhältnis Ca/P von 1:1. Auch das SCF [77] bezieht sich auf ein sicheres molares Verhältnis allerdings im Bereich von 0,9 bis 1,7. Auch Belgien und Italien beziehen sich auf diesen Bereich. Bedingt durch die hohe Calciumempfehlung fallen auch die Werte für Phosphor hoch aus.

Die NNR beziehen sich ebenfalls auf die Arbeit des IOM, des EVM und der SCF, kommt dabei allerdings ohne nähere Ausführungen, auf den Wert von 420 mg. Die hohen Werte von Belgien [12] und Italien [92] ergeben sich ebenfalls aus dem Ca/P Verhältnis von 1 bis 1,3 und den hohen Calciumwerten. Auch die asiatischen Werte bewegen sich in diesen Bereichen. Die koreanischen Werte basieren ebenfalls auf der Zufuhrmenge über die Muttermilch [53] [54].

7.2.2 Kinder

Wenn nicht anders beschrieben, können die Aussagen des vorhergehenden Abschnittes übernommen werden.

Da keine Bilanzstudien für diese Altersgruppe vorliegen, basieren die Werte des IOM (und damit auch die des NHMRC [66]) auf Veränderungen der Körperzusammensetzung, unter Analyse von Knochen- und Muskelwachstum und Berücksichtigung der renalen Verluste bei einem Absorptionskoeffizienten von 70%. NNR, CSH, und SINU richtet sich hier, wie auch bei allen folgenden Altersgruppen nach dem Ca/P Verhältnis.

Die KNS [53] [54] verwendet das selbe Modell wie das IOM. In den anderen vorliegenden Dokumenten findet diese Altersgruppe keine besondere Erwähnung.

7.2.3 Jugendliche

Das IOM (und damit auch NHMRC) verweist auf große Mengen Cross-Section und longitudinal Daten (über 3 Jahre) für 6 bis 14 Jährige, die auf bis 18 Jährige angewendet wurden. An hand dieser Daten und des faktoriellen Models, das auch bei der vorhergehenden Gruppe zur Anwendung kam, hat IOM einen EAR von 1055mg/d ermittelt, aus welchem mittels 10 %igem Sicherheitszuschlag der RI von 1250 mg/d errechnet wurde. Auf Grund der starken, durch Wachstumsschübe bedingten Schwankungen im Bedarf, hat das IOM die Empfehlungen für der älteren Jugendlichen auf die Gruppen zwischen 9 und 18 Jahren ausgeweitet.

Die KNS wendet die gleichen Methoden wie für Kinder an. AFSSA gibt eine Absorptionsrate von 50-60% an, während IOM und KNS mit 70% rechnen. In den anderen vorliegenden Dokumenten findet auch diese Altersgruppe keine besondere Erwähnung. Für die Altersgruppen von 13 bis 18 Jahre werden generell die höchsten

Bedarfszahlen angegeben. Diese variieren zwischen den SCF geprägten Werten (m: 775 mg, w:625 mg) und dem IOM basierenden Wert von 1250 mg.

7.2.4 Erwachsene

Der Wert des IOM basiert auf einem Plasmaspiegel von 0,87mmol/l, woraus ein EAR von 580 mg/d abgeleitet wird. NHMRC verwendet den gleichen EAR wie IOM allerdings einen Variationskoeffizient von 35% statt den 10% des IOM, wodurch sich die Unterschiede in der entgültigen Empfehlung des RI ergeben.

COMA gibt, rein auf der Isomolarität mit Calcium basierend, mit 550mg/d den niedrigsten Wert an. KNS übernimmt die IOM Berechnungsmodelle. Alle anderen europäischen Institute verwenden die gleichen Modelle, die sie bereits für die vorher genannten Gruppen verwendet haben. Zu Japan, China und den Philippinen liegen keine näheren Angaben vor.

7.2.5 Schwangere und Stillende

Nur SCF, DACH, NNR, COMA und Irland geben einen Mehrbedarf für Stillende an, allerdings wird in keiner dieser Arbeiten eine Erklärung dazu abgegeben. Dieser Zuschlag deckt sich weitestgehend mit der Phosphorausscheidung über die Muttermilch. IOM (und NHMRC) stellen dazu fest, dass eine erhöhte Phosphorspeicherung im Knochen und eine verringerte renale Ausscheidung, unabhängig von einer erhöhten Phosphorzufuhr, den Mehrbedarf während der Laktation decken.

7.2.6 Upper Level

IOM ermittelt für Erwachsene, basierend auf dem Phosphatplasmaspiegel einen NOAEL von 10,2 g/d, der mit einem Unsicherheitsfaktor von 2,5 die 4 g/d ergibt. Dies ist zugleich der höchste UL. Auf Grund der im Alter abnehmenden Nierenfunktion, wurde der Wert für über 70-Jährige auf 3 g/d reduziert. Der Wert für Schwangere wurde auf Grund der erhöhten Resorption in dieser Phase ebenfalls gesenkt. Korea [53] gibt unter Bezug auf den Plasmaphosphatspiegel, einen NOAEL von 3,5 g/d an, der mit einem Unsicherheitsfaktor von 1 Verwendung als UL findet. Dieser Ansatz findet sich auch in der Arbeit des IOM [44], wird aber nicht weiter verfolgt. Auch Japan und China verwenden diesen Wert.

Die **NNR** verweisen auf den UL für Erwachsene der IOM und Malaysia erwähnt den UL der IOM für Erwachsene im Kapitel Calcium.

EMV [34] gibt mit 2400 mg/d den niedrigsten Wert an. Allerdings handelt es sich hier nur um einen Richtwert (guidance level). Er basiert auf einem NOAEL für zusätzlich zur Nahrung aufgenommene Supplemente in der Höhe von 750 mg/d. Mit einem Unsicherheitsfaktor von 3 ergibt sich so eine unbedenkliche Supplementmenge von 250 g/d. Dies in Kombination mit einer maximalen täglichen Aufnahme aus der Nahrung von 2100 mg/d führt gerundet zum obigen Wert von 2400 mg/d.

Tabelle 7.2 Vergleich der Upper Level für Phosphat

Alter	EU	US/CA/MY	AUS/NZ	KR	JP	CN	FAO	NNR	UK
	–	g/d	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d	–	mg/d	mg/d
0–<6 mon	X	–	–	{us}	–	–	X	X	X
6–<7 mon		–	–	{us}	–	–			
7–<12 mon		–	–	–	–	–			
1–<2	–	3	3000	3000	–	3000	{x}	–	X
2–<4	–	3	3000	3000	–	3000	{x}		
4–<6	–	3	3000	3000	–	3000	{x}		
6–<7	–	4	4000	3500	–	3500	–	–	–
7–<8	–				–				
8–<9	–				–				
9–<10	–	4	4000	3500	–	3500	{x}	–	–
10–<11					–				
11–<12					–				
12–<14	–	4	4000	3500	–	3500	{x}	–	–
14–<15	–				–				
15–<18	–				–				
18–<19	–	4	4000	3500	3500	3500	{x}	4000 {e}	2400{g} 250{g.s}
19–<20					–	–			
20–<30					–	–			
30–<50					–	–			
50–<65		3	4000	3500	3500	3500	–	–	–
65–<70				3500	3500	3500			
70–<75				3500	3500	3500			
75–		3	4000	3000	3500	3500	–	–	–
Schwangere	–	3,5	3500	3000	–	3000	{a}	{a}	{a}
Stillende	–	4	4000	3000	–	3500	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{d} Alter 14-18 / 19-50

{e} oder 70 mg/kg KG

{g} Guidance Level / Richtwert

{s} gilt nur für zusätzlich aufgenommene Supplemente

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

7.2.7 Bemerkung

Zum Phosphorbedarf existieren verhältnismäßig wenig Studien. Aktuell finden sich in der Literatur zwei maßgebliche Ansätze. 1.) das für die Gruppe der Erwachsenen umstrittene Ca/P Verhältnis und 2.) der Ansatz über die Beziehung zwischen aufgenommenem Phosphat und Serumphosphat. Von den neueren Arbeiten verwenden nur mehr die NNR den CA/P Quotienten für die Ermittlung der Empfehlungen für Erwachsene. Eine größere Bilanzstudie für Kinder und Jugendliche wäre von Interesse.

8 Magnesium

8.1 Funktion

Kofaktor für viele Enzyme, oxidative Phosphorylierung in den Mitochondrien, Natrium-Kalium ATPase, Knochenstoffwechsel

8.2 Referenzwerte

Italien [92] führt keine expliziten Werte an sondern beziehen sich auf einen Bedarf von 3 bis 4,5 mg/kg KG/d, was sich in etwa mit den Empfehlungen der COMA [11] deckt. Außerdem wird auf den Wert des SCF von 150 bis 550 mg/d verwiesen.

Australien verwendet die IOM Werte, weshalb es in diesem Kapitel nicht eigens angeführt wird.

DACH [13] richtet sich ebenfalls nach der Methodik des IOM, weshalb auch diese Referenzwerte im Folgenden nicht eigens beschrieben werden. Malaysia behandelt Magnesium nicht. Irland übernimmt die britischen Werte für Säuglinge, trifft aber zu den anderen Personengruppen keine Aussage.

Die KNS [53] [54] [55] verwendet ebenfalls das Modell des IOM berücksichtigt dabei aber das geringere Körpergewicht der Koreaner. Japan scheint, nach Betrachtung der Tabelle A1.3 in Anhang 1 dieser Arbeit ebenfalls diesen Weg zu verfolgen.

Für die NNR [70] wurden die gleichen Methoden des SCF bzw. des COMA angewandt.

Die FAO [35] [36] stützt sich auf Bilanzstudien, vor allem in Bezug auf Regeneration von Unterernährten, und erachtet die Werte des IOM als zu hoch. Allerdings stellt die FAO auch fest, dass noch weitere Untersuchungen notwendig sind, und ihre Werte provisorischen Charakter besitzen. Die Werte des philippinischen FNRI [40] orientieren sich an diesen Werten der FAO, weshalb sie im Folgenden nicht explizit erwähnt werden.

CSH orientiert sich an den Werten des SCF, gibt jedoch Referenzbereiche an.

8.2.1 Säuglinge

Die meisten Institutionen setzen für diese Altersgruppe einen AI bzw. Schätzwert. IOM [44] errechnet den AI auf Basis des Magnesiumgehaltes der Muttermilch für das erste Halbjahr und für das zweite Halbjahr unter zusätzlicher Berücksichtigung der Beikost. SCF [77] und COMA [11] verwenden als Grundlage ihrer Berechnungen einen EAR in mg/kg KG, der aus Bilanzstudien auf Basis der Aufnahme durch die Muttermilch für Kinder von 0 bis 6 Monate stammt. Die Werte für Kinder und Jugendliche wurden daraus, und aus den Werten für Erwachsene interpoliert und mit einem 30%igen Unsicherheitsfaktor beaufschlagt. SCF definiert diese Werte als Richtwerte (quasi- PRI genannt), während COMA sie als RNI angibt.

8.2.2 Kinder

Auf Grund geringer Daten zu dieser Altersgruppe, hat das IOM den für den EAR die Ergebnisse einer Bilanzstudie an 7 – 9 Jahre alten Kindern auf die Gruppen der Kinder und Jugendlichen angewandt. Der hier ermittelte Bedarf von 5 mg / kg KG / d wurde als EAR angenommen und zur Berechnung des RI mit einem 10%igen Variationskoeffizienten beaufschlagt.

SCF interpoliert einen Richtwerte (quasi- PRI) zwischen den Angaben für Erwachsene und Säuglinge. COMA ermittelt seine Werte auf die selbe Art, definiert sie aber als RNI (siehe Säuglinge).

8.2.3 Jugendliche

Zu den Methoden des IOM siehe vorhergehenden Abschnitt.

SCF interpoliert einen Richtwerte (quasi- PRI) zwischen den Angaben für Erwachsene und Säuglinge. COMA: ermittelt seine Werte auf die selbe Art, definiert sie aber als RNI (siehe Säuglinge).

8.2.4 Erwachsene

Das IOM ermittelte die EARs (6,4 mg/kg KG/d) an Hand von Bilanzstudien an 19 bis 30 jährigen. Diese wurden für die Festlegung der RI dann mit einem 10%igen Variationskoeffizienten beaufschlagt.

Das SCF konnte keinen PRI etablieren, und gibt einen Bereich von 150 bis 550 mg/d an. Dieser stützt sich auf einen aus einer Bilanzstudie ermittelten Wert von 3,4 mg/ kg KG/d. COMA geht genauso vor, berechnet daraus aber einen exakten Wert der unter Verwendung eines 30%igen Unsicherheitsfaktor als RNI definiert wird.

8.2.5 Schwangere und Stillende

IOM: Der Mehrbedarf für Schwangere wird mit einem Zuwachs der lean body mass von 7,5 kg begründet, was einen Mehrbedarf von 35mg entspricht. Aufgrund der erhöhten Magnesiumresorption im Knochen und einer verringerten renalen Ausscheidung besteht keine Notwendigkeit einer erhöhten Zufuhr.

Die FAO sieht dies konträr. Sie vermutet, dass der schwangerschaftsbedingte Mehrbedarf durch Adaption des Stoffwechsels ausgeglichen wird, dass aber zur Deckung der Magnesiumabgabe über die Muttermilch 50 – 55 mg/d mehr aufgenommen werden müsse. Die DACH Werte berücksichtigen beide Forderungen.

Belgien und China haben ebenfalls beide Werte höher angesetzt, während COMA, AFSSA und die Philippinen nur den Wert für Stillende angehoben haben. SCF verweist für Schwangere und Stillende auf den Bereich für Erwachsene.

8.2.6 Upper Level

IOM schließt aus Interventionsstudien mit Gaben von Magnesiumchlorid auf einen LOAEL von 360 mg/d. Als Anzeichen eines negativen Effekts dient Diarrhoe. Mit einem Unsicherheitsfaktor von 1 ergibt sich gerundet ein UL von 350 mg/d.

Der entsprechende EAR beträgt ebenso 350 mg/d, der daraus berechnete RNI liegt bei 420 mg/d. Der UL wird von einem Prozent der Amerikaner überschritten.

Der guidance level des EVM fußt auf 9 Studien, von denen 7 einen LOAEL oder NOAEL in der vom EVM [34] gewählten Größenordnung aufweisen, allerdings reichten die Daten nicht, um einen UL zu etablieren. Korea [53] [54] verwendet das Modell des IOM, bestimmt aber für jede Gruppe der Kinder und Jugendlichen einen eigenen UL. EFSA bzw. SCF [20] geben einen UL von 250 mg/d an. Dieser folgt aus einem ebenso hohen NOAEL, welcher aus Untersuchungen an Männern, Frauen und Schwangeren gefolgert wurde. Zu dem hohen chinesischen UL findet sich keine Beschreibung.

Tabelle 8.2 Vergleich der Upper Level für Magnesium

Alter	EU mg/d	US/CA/MY mg/d	AUS/NZ mg/d	KR mg/d	JP mg/d	CN mg/d	FAO mg/d	NNR mg/d	UK mg/d
0-<6 mon	X	–	–	–	–	–	X	X	X
6-<7 mon		–	–	–	–	–			
7-<12 mon		–	–	–	–	–			
1-<2	–	65	65	65	–	200	65	X	X
2-<4		–	–	86	–	–	–		
4-<6	250	110	110	120	–	300	110	–	–
6-<7		–	–	–	–	500	–		
7-<8	250	350	350	170	–	700	350	–	–
8-<9					–				
9-<10	250	350	350	250	–	700	350	–	–
10-<11					–				
11-<12	250	350	350	350	–	700	350	–	–
12-<14					–				
14-<15	250	350	350	350	–	700	350	–	–
15-<18					–				
18-<19	250	350	350	350	–	700	350	{e}	400{g,s}
19-<20					–				
20-<30	–	–	–	350	–	700	–	–	–
30-<50					–				
50-<65	–	–	–	350	–	700	–	–	–
65-<70					–				
70-<75	–	–	–	350	–	–	–	–	–
75–					–				
Schwangere	{a}	350	350	–	–	700	{a}	{a}	{a}
Stillende	{a}	350	350	–	–	700	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{e} nicht angegeben, 0,5 - 5g verursachen Diarrhoe

{g} Guidance Level / Richtwert

{s} gilt nur für zusätzlich aufgenommene Supplemente

{x} keine Angabe

8.2.7 Bemerkung

Die zwei maßgeblichen Institutionen (SCF und IOM) verwenden, zumindest teilweise, das gleiche Datenmaterial und den gleichen Ansatz. Die anderen referenzieren auf diese Arbeiten, bzw. die darin enthaltenen Studien, so dass ein recht einheitliches Bild entsteht. Abweichungen kommen durch Rundungen, anthropometrische Unterschiede und unterschiedlichen Abgrenzungen von Bevölkerungsgruppen zu Stande. Interessant ist aber die Betrachtung der FAO zur Überschätzung der IOM Werte, denn momentan sieht es doch recht eigenartig aus, wenn das IOM für Erwachsene Männer einen RI von 420 mg/d empfiehlt, der UL mit 350 mg/d aber erheblich unter der empfohlenen Zufuhr liegt bzw. gleich auf mit dem EAR dieser Altersgruppe, noch dazu wenn der UL gleich dem LOAEL ist.

Der immer wieder publizierte positive Effekt von Magnesium auf die Stressresistenz wird in der Arbeit des „Committee on Military Nutrition Research“ des IOM von 2006 über „Mineralstoffbedarf für Militärpersonen“ [49], als noch nicht ausreichend erforscht betrachtet, weshalb der Magnesiumbedarf für den Garnisonsdienst in den MRDI (Military Dietary Reference Intake – das militärische Gegenstück zu DRI) dem der über 30 jährigen Zivilbevölkerung entspricht. Die praktisch zeitgleich erschienene Arbeit des gleichen Komitees, über Nährstoffzusammensetzung von Kampfrationen [51] gibt eine Erhöhung der Muskelkraft durch eine Magnesiumaufnahme von 540 mg/d (250mg aus Supplement) an, und empfiehlt den Magnesiumgehalt der Kampfrationen zu erhöhen.

9 Eisen

9.1 Funktion

Sauerstoffübertragung (Hämoglobin, Myoglobin) und Bestandteil von Enzymen (zum Beispiel Cytochrome)

9.2 Referenzwerte

FAO/WHO [36] führt Empfehlungen für vier verschiedene Stufen der Bioverfügbarkeit von Eisen an (5%, 10%, 12%, 15%). Die in der zusammenfassenden Tabelle angeführten Werte beziehen sich auf eine, den Ernährungsgewohnheiten der Industrieländer entsprechenden Bioverfügbarkeit von 15%.

Das SCF und das malaysische NCCFN übernehmen in [77] und [61] die Werte (für 15%ige Bioverfügbarkeit) des FAO Reports von 1988 [37], dessen Ergebnisse größtenteils (abgesehen von der Berechnung menstrueller Eisenverluste) nach wie vor als Referenzwert der WHO [36] Verwendung finden.

Die philippinischen Werte beziehen sich ebenfalls auf die Angaben der FAO/WHO, berücksichtigen aber die Bioverfügbarkeit (deren Größenordnung unter [40] nicht genannt ist, den Werten nach aber zwischen 5 und 10 Prozent liegen dürfte) des Eisens in der lokalen Nahrung, während sich die in der vergleichenden Tabelle angeführten FAO-Werte auf eine für Industrieländer entsprechende Bioverfügbarkeit von 15% beziehen.

Die chinesischen und japanischen Referenzwerte müssen kommentarlos angeführt werden, da unter [10] und [59] keine näheren Angaben zur deren Ermittlung angeführt sind.

AFSSA bezieht sich auf die Arbeiten der FAO (französische Ausgabe von [37]) und eine Bioverfügbarkeit von 10%. Zur Herleitung der Werte für Säuglinge, Kinder und Jugendliche fehlen unter [2] genauere Angaben.

FSAI behält die, für die vorliegende Arbeit nicht zur Verfügung stehenden Werte von 1983 bei, weshalb unter [41] keine näheren Angaben zu deren Ermittlung angeführt sind. Für Säuglinge übernimmt FSAI die Werte der COMA.

9.2.1 Säuglinge

IOM [47] ermittelt den AI für das erste Lebenshalbjahr über das durchschnittlich aufgenommene Milchvolumen (0,78 l/d) mit einem durchschnittlichen Eisengehalt von 0,35 mg/l, während das NHMRC [66] bei gleichem Milchvolumen einen durchschnittlichen Eisengehalt von 0,26 mg/l veranschlagt.

Für das zweite Lebenshalbjahr berechnet IOM den RI auf Basis der basalen Verluste, der Hämoglobinkonzentration, der Gewichtszunahme und einer Eisenabsorption von 10%. Dieser Wert wird auch vom NHMRC übernommen.

FAO [36] gibt an, dass der Eisenspeicher des Säuglings für die ersten drei bis vier Lebensmonate ausreicht, und daher keine Probleme durch den geringen Gehalt der Muttermilch entstehen. Nach 4-6 Monaten steigt der Bedarf rapide an und beträgt bis zum Ende des ersten Lebensjahres 0,7-0,9 µg/d absorbiertes Eisen (die entsprechende Absorptionsrate ist noch zu berücksichtigen).

DACH [13] führt die Bedarfsschätzung für die ersten sechs Monate ebenfalls über den Gehalt der Muttermilch (0,58 mg/l bei einem Milchvolumen von 750ml/d). Für ältere Säuglinge wird der Berechnung ein basaler Verlust von 0,2-0,4mg/d und ein Bedarf für das Wachstum von 0,7mg/d zugrunde gelegt.

CSH [12] gibt ebenfalls, unter Bezug auf die FAO Werte von 1988 [37], für die ersten drei bis vier Lebensmonate an, dass der Eisenspeicher des Säuglings ausreicht, um den Bedarf zu decken, für die folgenden Lebensmonate des ersten Jahres reichen 0,9 mg/d absorbiertes Eisen um einen Eisenpool von 330 mg (im 6. Monat) beziehungsweise 450 mg (im 12. Monat) zu erhalten. Bei einer Absorptionsrate von 10% ergibt sich so, gerundet, die Empfehlung von 10 mg/d. Die Abweichung von den FAO Werten ist in der Absorptionsrate begründet.

KNS [97] [8] [9] ermittelt den AI für das erste Lebenshalbjahr über ein Milchvolumen von 0,75 l/d und einen Eisengehalt der Milch von 0,35 mg/l.

Für das zweite Halbjahr wird ein faktorielles Modell benutzt. Dies setzt sich aus folgenden Komponenten zusammen: Basale Verluste (0,03 mg/kg KG/d bei einem KG von 9.1 kg entspricht 0,27mg/d), Zunahme des Hämoglobin gebundenen Eisens (0,26mg/d), Zunahme des im Gewebe enthaltenen Eisens (0,006mg/d) und Zunahme des Eisenspeichers (0,036mg/d). In Summe ergibt sich ein Bedarf an absorbierten Eisen von 0,57mg/d was unter Berücksichtigung einer 12%igen Bioverfügbarkeit und des zweifachen Variationskoeffizienten (VK=15%) einen RI von 7mg/d ergibt.

COMA [11] gibt für diese Altersgruppe, außer einer 50%igen Bioverfügbarkeit von Eisen aus der Muttermilch, keine Angaben zur Herführung der Werte. Die irische FSAI [41] übernimmt die Angaben der COMA.

NCM [70] gibt für das erste Lebenshalbjahr keine Empfehlung, da bei einer adäquaten Ernährung (Muttermilch oder Formula mit einem Eisengehalt von 1,3mg/l) kein Defizit beobachtet wurde. Für das zweite Halbjahr werden die 9mg/d für die bis zu 5 jährigen Kinder übernommen, da die Bioverfügbarkeit aus der Nahrung (vorwiegend Cerealien) für die unter einjährigen geringer ist.

SINU gibt für die ersten sechs Monate, aufgrund des Eisenspeichers, ebenfalls keine Empfehlung [92]. Danach werden, bis zum zehnten Lebensjahr 7-9mg/d empfohlen, um den Bedarf während der Wachstumsschübe ab zu decken.

AFSSA gibt die Eisenverluste für Säuglinge mit 20µg/kg KG/d an, zur Herleitung der Referenzwerte fehlen unter [2] genauere Angaben.

9.2.2 Kinder

IOM [47] verwendet zur Ermittlung des EAR ein faktorieles Modell. Hier werden die basalen Verluste, der Anstieg der Hämoglobinmasse, der Zuwachs an Gewebe (mit darin enthaltenem Eisen) und der Eisenspeicher berücksichtigt. Die basalen Verluste werden über die Körperoberfläche in Bezug gesetzt, da diese die metabolischen Verhältnisse besser wieder gibt, und aus dem für Erwachsene ermittelten Wert von 0,538 mg/kg KG/d extrapoliert. Die Hämoglobinmenge ermittelt sich aus der Konzentration im Blut und dem Blutvolumen. Die Berechnung der Konzentration erfolgt nach den Formeln von Beaton et. al.:

$HG = 1,4 \text{ [g/l/a]} * A + 119$ (für Buben)	HG.... Hämoglobinkonzentration [g/l]
$HG = 1,1 \text{ [g/l/a]} * A + 121$ (für Mädchen)	A..... Alter [a]

Der Eisenanteil im Hämoglobin beträgt 3,39 mg/g.

Der Zuwachs des nicht Speichereisens wird über den Gewichtszuwachs ermittelt, während der Zuwachs des Eisenspeichers über den Anstieg des Hämoglobins, des Eisens im Gewebe und dem prozentuellen Anteil des Eisenspeichers (12%) berechnet wird. Die Summe der oben genannten Werte und des basalen Verlustes ergeben die benötigte absorbierte Eisenmenge. Hier wird nun, zur Ermittlung des EAR, eine Absorptionsrate von 18% berücksichtigt. Für die Ermittlung des RI werden die der 97,5ten Perzentile entsprechenden Einzelfaktoren des obigen Schemas verwendet, während für den EAR die 50. Perzentile Verwendung findet.

NHMRC [66] übernimmt für die Altersgruppen ab vier Jahre die Werte des IOM [47], für 1-3 Jährige verwendet das NHMRC das gleiche Rechenmodell wie IOM, benutzt aber eine Eisenabsorptionsrate von 14% anstatt der 18% des IOM.

FAO [36] veranschlagt, zusätzlich zu den basalen Verlusten einen nicht näher beschriebenen Zuschlag von (je nach Alter) 0,27 - 0,32 mg/d absorbiertes Eisen zur Deckung des Wachstums bedingten Bedarfs.

DACH [13] veranschlagt, abgesehen von der Deckung der basalen Verluste, für das Wachstum einen zusätzlichen Bedarf von 0,8mg/d absorbiertes Eisen.

CSH [12] setzt , aufgrund der Empfehlung von 10mg/d für Jugendliche und der Empfehlung für 4-6 Monate alte Säuglinge von 4-10 mg/d, auch für die dazwischen liegenden Altersgruppen einen Wert von 10 mg/d als bedarfsdeckend an.

KNS benutzt das Rechenmodell des IOM unter Verwendung der koreanischen Referenzgewichte und einer Bioverfügbarkeit von 12% [97].

COMA [11] gibt für diese Altersgruppe keine Angaben zur Herführung der Werte.

NCM [70] behält für Kinder unter 5 Jahren die bestehenden Empfehlungen von 8mg/d bei, da diese Aufnahme den Ernährungsgewohnheiten entspricht, und unter diesen Bedingungen kein Eisendefizit feststellbar ist. Für die älteren Kinder (bis 9 Jahre) werden die Empfehlungen, in Anlehnung an das IOM, auf 9mg/d gesetzt.

SINU [92] empfiehlt bis zum zehnten Lebensjahr 7-9mg/d um den Bedarf während der Wachstumsschübe abzudecken.

AFSSA gibt hier aufgrund der Wachstumsschübe, 7-10mg/d an [2].

9.2.3 Jugendliche

IOM [47] geht hier wie im Abschnitt „Kinder“ beschrieben vor. Allerdings werden bei den Mädchen zusätzlich die menstruellen Eisenverluste berücksichtigt und die Formeln für die Hämoglobinkonzentration des Blutes der 14 bis 18 Jährigen wurden adaptiert.

$HG = 3,4 \text{ [g/l/a]} * A * V + 94,3$ (für Buben)

$HG = 0,28 \text{ [g/l/a]} * A * V + 131$ (für Mädchen)

HG.... Hämoglobin [g]

A..... Alter [a]

V..... Blutvolumen [l]

Für die menstruellen Verluste der über 14 Jährigen wurden ebenfalls die 50. bzw. 97,5. Perzentile für die Berechnung des EAR bzw. RI herangezogen, obwohl angemerkt wird, dass es sich um keine Normalverteilung, sondern eine linksschiefe Verteilung handelt. So finden wir auf der 10. Perzentile 10,4 ml, auf der 50. Perzentile 30 ml und auf der 90. Perzentile 83,9 ml Blutverlust pro Zyklus. Für eventuelle menstruelle Verluste von unter 14 Jährigen müssen dem RI weitere 2,5mg/d zugerechnet werden (dies entspricht dem durchschnittlichen menstruationsbedingten Eisenverlust der über 14 Jährigen, von 0,45 mg/d, und einer Absorptionsrate von 18%).

NHMRC [66] übernimmt hier die Werte des IOM [47].

FAO [36] veranschlagt hier, zusätzlich zu den basalen Verlusten einen nicht näher beschriebenen Zuschlag von (je nach Alter und Geschlecht) 0,35 - 0,60 mg/d absorbiertes Eisen zur Deckung des Wachstums bedingten Bedarfs sowie 0,48 mg/d zur Deckung menstrueller Verluste. Die hier angeführten Werte entsprechen dem mittleren Bedarf, für den RI werden die der 95. Perzentile entsprechenden Werte verwendet, die aber unter [36] nicht vollständig dokumentiert sind. Entsprechende Angaben finden sich nur für menstruelle Verluste und den Gesamtbedarf.

DACH [13] führt hier nur an, dass die erhöhte Zufuhr geeignet ist, den wachstumsbedingt erhöhten Bedarf sowie die, durch die einsetzende Menstruation bedingte Verluste zu decken.

CSH [12] übernimmt für diese Altersgruppen die Angaben des SCF.

KNS benutzt auch hier das Rechenmodell des IOM unter Verwendung der koreanischen Referenzgewichte und einer Bioverfügbarkeit von 12% [97].

COMA [11] gibt für diese Altersgruppe keine Angaben zur Herführung der Werte.

NCM [70] setzt die Empfehlung auf Basis der 95. Perzentile, einer 15%igen

Bioverfügbarkeit, basaler Verluste von 0,014mg/kg KG/d, dem durch das Wachstum

entstehenden Bedarf (0,3-0,6mg/d, je nach Alter und Geschlecht) und eventueller menstrueller Verluste in Höhe von 1,69mg/d (95. Perzentile) an, vergleichbar den oben beschriebenen Modellen.

SINU gibt einen jährlichen Zuwachs des Körperbestandes von 300-350mg in diesem Lebensabschnitt an, und berechnet eine unter [92] nicht näher beschriebene Empfehlung von 12mg/d für Buben und nicht menstruierende Mädchen bzw. 18mg/d für menstruierende Mädchen.

AFSSA [2] übernimmt für menstruierende Mädchen den Wert für erwachsene Frauen, für Buben führt ein nicht näher definierter Aufschlag zur Deckung der wachstumsbedingten Bedürfnissen zu einer Empfehlung von 13mg/d.

9.2.4 Erwachsene

IOM [47]: Die basalen Verluste wurden mit einem Faktor von $14\mu\text{g/kg KG/d}$ (von FAO/WHO übernommen, aus Studien von Green et. al. ermittelt) veranschlagt. Das zur Berechnung verwendete Körpergewicht entspricht aber nicht dem sonst verwendeten Referenzgewicht, sondern wurde aus NHANES III (National Health and Nutrition Examination Survey 1988-1994) entnommen, da dieser genaue Angaben über die statistische Verteilung enthält. Für die Bedarfserrechnung wurden für den EAR (50. Perzentile) 77,4 kg (männlich) und 64 kg (weiblich) zu Grunde gelegt, während für den RI (97,5. Perzentile) die entsprechend höheren Körpergewichte verwendet wurden. Die RI für Männer und postmenopausale Frauen ermittelt sich über das Körpergewicht, und dem oben genannten Faktor für die basalen Verluste, sowie einer Absorptionsrate von 18%. Für menstruierende Frauen werden die durch den Blutverlust bedingten Eisenverluste, der entsprechenden Perzentile nach berücksichtigt. Dies entspricht 0,51 mg/d für den EAR und 2,32 mg/d für den RI.

NHMRC [66] übernimmt auch hier die Werte des IOM [47].

Die Angaben der FAO [36] basieren auf einem ähnlichen Rechenmodell wie die des IOM, da letzteres einiges von der FAO/WHO übernommen hat; So zum Beispiel den Faktor von $14\mu\text{g/kg KG/d}$ für die Berechnung der basalen Verluste. Abweichungen von den IOM Werten ergeben sich vor Allem durch die niedrigere Bioverfügbarkeit und die abweichenden Referenzgewichte. Aber auch die menstruellen Verluste weichen mit $0,56\text{mg/d}$ (50. Perzentile) und $2,84\text{mg/d}$ (95. Perzentile) von den IOM Werten ab.

DACH gibt hier nur an, das die basalen Verluste circa 1mg/d betragen und die Verluste durch die Menstruation bei 15mg pro Monat liegen. Allerdings liegt der menstruationsbedingte Eisenverlust bei 20% der Frauen wesentlich über 15% [13].

Leider wird unter [13] zu keiner der Personengruppen eine Angabe über die zugrunde liegende Bioverfügbarkeit gemacht, allein der Hinweis darauf, dass diese laut FAO in Industrieländern zwischen 12 und 15% liegt, ist zu finden.

CSH [12] übernimmt für diese Altersgruppen die Angaben des SCF.

KNS [97] orientiert sich ebenfalls an den Berechnungsmethoden von IOM beziehungsweise FAO. Die basalen Verluste für Männer werden ebenfalls über den Faktor von $14\mu\text{g/kg KG/d}$ und das entsprechende Referenzgewicht berechnet. Die Bioverfügbarkeit wird mit 12% veranschlagt. Für menstruierende Frauen werden zusätzlich noch $0,5\text{mg/d}$ mit einberechnet. Die so ermittelten EAR werden über den zweifachen Variationskoeffizienten ($\text{VK}=15\%$) zur Berechnung des RI herangezogen. Für postmenopausale Frauen erfolgt die Berechnung wie für Männer, es wird aber eine Bioverfügbarkeit von 10% verwendet.

COMA [11] gibt den Bedarf auf Basis der Verluste durch Darmzellen ($0,14\text{mg/d}$), Hämoglobin ($0,38\text{mg/d}$) und Galle ($0,24\text{mg/d}$) an. Für menstruierende Frauen wird der Blutverlust, aufgeteilt auf 28 Tage, zugerechnet. Hier verwendet COMA allerdings für den menstruellen Blutverlust die 75. Perzentile ($52,4\text{ml}$) und addiert den darüber

ermittelten Eisenverlust zum basalen Verlust für nicht menstruierende Frauen. Zur Berechnung des EAR wird eine 15%ige Bioverfügbarkeit verwendet. Der RI wird daraus, über den zweifachen Variationskoeffizienten ($VK=15\%$) ermittelt.

NCM [70] geht wie im Abschnitt „Jugendliche“ beschrieben vor, allerdings werden die menstruellen Verluste mit 1,9mg/d veranschlagt und natürlich fallen die Zuschläge für den wachstumsbedingten Bedarf weg.

SINU vergleicht seine bestehenden Werte mit denen des SCF und berechnet die basalen Verluste ebenfalls über die $14\mu\text{g/kg KG/d}$ und eine Variationskoeffizienten von 15% und erhält so einen Bedarf von 9,3mg/d für Männer und 7,5mg/d für Frauen [92]. Da diese Werte, laut Ansicht SINU, nahe dem alten italienischen Referenzwert von 10mg/d liegen, wurde dieser für Männer und postmenopausale Frauen beibehalten. Für menstruierende Frauen wird, mit der Begründung, dass der Wert des SCF über normale Nahrung nur schwer erreichbar ist, ebenfalls der bestehende Wert von 18mg/d beibehalten.

AFSSA [2] bezieht sich auf die Arbeiten der FAO (französische Ausgabe von [37]) mit basalen Verlusten von $14\mu\text{g/kg KG/d}$ und einer Bioverfügbarkeit von 10%, sowie einem mittleren Bedarf an absorbierten Eisen, zum Ausgleich menstrueller Verluste, in Höhe von 0,4-0,5mg/d.

9.2.5 Schwangere und Stillende

Dem IOM Wert [47] für Schwangere liegt ebenfalls ein faktorielles Modell zugrunde. Für die gesamte Schwangerschaft werden 1070 mg Eisen veranschlagt. Die basalen Verluste werden von den der Gruppe der Erwachsenen ($0,014\text{mg/kg KG/d}$ mit einem Körpergewicht von 64 kg) übernommen. Dieser Anteil bleibt über die gesamte Schwangerschaft konstant und beträgt in Summe (280 Tage) circa 250 mg.

Der Eisengehalt von Fötus und Plazenta beträgt nach den unter [47] zitierten WHO

Abgaben [37] 315 mg. Dieser wird vom IOM unterschiedlich auf die Trimester verteilt (1. Trimester 0,27mg/d, 2. 1,1 mg/d und 3. 2,0 mg/d). Als drittes fließt der Hämoglobinzuwachs durch das erhöhte Blutvolumen in die Berechnung ein. Über die gesamte Schwangerschaft wird er mit 500 mg/d veranschlagt. Da das Blutvolumen im ersten Trimester aber kaum zunimmt, wird dieses zu gleichen teilen auf 2. und 3. Trimester verteilt und entspricht dort einem Bedarf von 2,7 mg/d. Für die Empfehlungen wurden die Angaben für das 3. Trimester herangezogen. Durch Summierung der entsprechenden Faktoren ergibt sich ein Bedarf an absorbierten Eisen von 5,6 mg/d. Unter Berücksichtigung einer in der Schwangerschaft erhöhten Absorptionsrate von 25% ergibt sich der EAR von, 22 µg/d. Für den RI wurden alle Standardabweichungen berücksichtigt und so ein Variationskoeffizient von 9,4% für den Gesamtbetrag festgelegt. Aus dem EAR und dem 2fachen Variationskoeffizient ergibt sich der RI von 27mg/d.

Für Stillende (ohne Menstruation, dies wird bis zum 6. Monat angenommen) setzt sich der EAR aus den, schon zuvor angeführten, basalen Verlusten (0,896 mg/d), und dem über die Muttermilch abgegebenen Eisen (0,27 mg/d, siehe Abschnitt „Säuglinge“) zusammen.

Da aus verschiedenen Studien unterschiedliche Variationskoeffizienten vorlagen, wurde für die Berechnung des RI ein mittlerer VK von 30% angenommen.

NHMRC [66] übernimmt die Werte des IOM [47].

CSH [12] gibt auf Basis eines zusätzlichen Eisenbedarfs für Fötus, Plazenta und Erythrozyten einen Bedarf von 1g Eisen auf die gesamte Schwangerschaft gerechnet an und empfiehlt davon ausgehend eine Zufuhr von 10 mg/d. Während der letzten zwei Trimester wird eine zusätzliche, nicht näher definierte Zufuhr von Eisen in Form von

Supplementen empfohlen. Für Stillende wird ebenfalls eine nicht näher begründete Zufuhr von 10 mg empfohlen.

FAO [36] empfiehlt für die zweite Schwangerschaftshälfte eine zusätzliche Eisenaufnahme von 100 mg/d in Form von Supplementen (Eisensulfat), da der Fötus aufgrund seines exponentiellen Wachstums in den letzten sechs Schwangerschaftswochen 80% seines gesamten Eisenbedarfs benötigt. Um den dermaßen erhöhten Bedarf zu decken, müsste die Mutter über einen Eisenspeicher von 500 mg verfügen, was heutzutage sehr ungewöhnlich ist. Die Bedarfserhebung für die gesamte Schwangerschaft basiert auf den gleichen Parametern wie beim IOM, und führt auch zu einem ähnlichem Ergebnis (1040 mg für die gesamte Schwangerschaft).

Für Stillende nimmt die FAO eine tägliche Eisenabgabe über die Muttermilch an, die gemeinsam mit dem basalen Verlust circa 1.5mg/d (97,5. Perzentile) beträgt. Hier muss wieder die entsprechende Bioverfügbarkeit berücksichtigt werden

KNS berechnet den Eisenbedarf für die gesamte Schwangerschaft nach dem Modell der FAO unter Berücksichtigung des koreanischen Referenzgewichts für die basalen Verluste von 220mg (Eisenverlust 0,014 mg/kg KG/d; Schwangerschaftsdauer 280 Tage; Körpergewicht 56,3kg), während die Werte für Plazenta und Fötus (zusammen 315 mg und Hämoglobinanstieg (500 mg Eisen) ohne Adaptierung übernommen werden [97] [8] [9]. Allerdings verwendet die KNS die (von IOM und FAO zwar angeführten aber nicht zur EAR bzw. RI Berechnung herangezogenen) „Netto Kosten“. Das heißt, von dem während der Schwangerschaft vergrößerten Blutvolumen bleibt dem Körper nach der Geburt noch ein Teil erhalten, der dem Körper quasi als Speicher dient. Dieser Anteil (circa 300 mg) wird vom gesamten Eisenbedarf (1035 mg) abgezogen, wodurch sich die „Netto Kosten“ von 735 mg ergeben. Diese werden gleichmäßig auf

die 280 Schwangerschaftstage verteilt. Unter Berücksichtigung einer Bioverfügbarkeit von 14% und eines Variationskoeffizienten von 15% ergibt sich ein RI von 24 mg/d.

Für Stillende Ermittelt die KNS den EAR über die mit der Milch abgegebene

Eisenmenge (0,26 mg/d) und den basalen Verlust, wie er für Erwachsene errechnet

wird. Mit einer Bioverfügbarkeit von 12% kommt KNS auf 8.8 mg/d. Ein nicht näher

definierter Zuschlag zur Regeneration der Eisenverluste in der Schwangerschaft erhöht

den EAR auf 11mg/d, was wiederum über den zweifachen Variationskoeffizienten

(VK = 15%) einen RI von 14 mg/d ergibt.

COMA [11] gibt keine Empfehlungen für Schwangere und Stillende, nennt aber die

Eisenabgabe über die Muttermilch mit 0,25-0,34mg/d, und einen Mehrbedarf für die

gesamte Schwangerschaft von 680mg Eisen, der durch den Eisenspeicher der Mutter

und die, in der Schwangerschaft erhöhte Eisenabsorption gedeckt werden kann.

Gleichzeitig werden aber Eisensupplemente empfohlen, sollte der Eisenspeicher nicht adäquat sein.

NCM [70] gibt (unter Bezug auf SCF) keinen Referenzwert für Schwangere an, da der

Eisenspeicher zu Beginn der Schwangerschaft 500mg betragen sollte, Studien jedoch

gezeigt haben, dass einige Frauen in den letzten zwei Schwangerschaftsdrittel über die

Nahrung nicht ausreichend versorgt werden können, und daher Supplemente eingesetzt

werden müssen. Da die Eisenabgabe über die Muttermilch geringer ist als die Verluste

über die, in den ersten Monaten des Stillens noch nicht einsetzende Menstruation,

werden in den NNR für Stillende die Angaben für nicht Stillende übernommen.

Für Schwangere setzt SINU [92] anhand des Berechnungsmodells des IOM eine

Empfehlung von 30mg/d. Für Stillende wird, mit der gleichen Begründung die auch von

NCM verwendet wurde, der Bedarf der nicht Stillenden übernommen.

DACH [13] bezieht sich bei den Angaben für Schwangere auf die Daten der WHO, und ermittelt so ebenfalls einen Bedarf von 30mg/d. Für Stillende wird eine zusätzliche Zufuhr von 5mg/d empfohlen, um schwangerschaftsbedingte Verluste auszugleichen. AFSSA [2] legt für Schwangere ebenso 30mg/d fest, setzt den Bedarf für Stillende jedoch nur mit 10mg/d an, da weder der mütterliche Eisenstatus noch Supplementgaben den Muttermilchgehalt zu beeinflussen scheinen.

9.2.6 Upper Level

Das IOM [47] verwendet zur Ermittlung des UL für Erwachsene, Studien über das Auftreten gastrointestinaler Effekte (Diarrhoe, Erbrechen, Brechreiz) während Eisensupplementation. Aus einer mittleren Eisenzufuhr von 11 mg/d und einer Supplementmenge von 60 mg/d (in Form von Eisenfumarat und Häm- Eisen) ergibt sich, gerundet, eine Gesamtzufuhr von 70 mg/d. Dieser Wert wurde als LOAEL festgestellt. Zur Ermittlung des UL von 45 mg/d (hier dem NOAEL gleichgesetzt) wurde ein Unsicherheitsfaktor von 1,5 angewandt. Dieser Wert wurde auch für Schwangere und Stillende übernommen, sowie für Jugendliche. Für Säuglinge und Kinder unter 14 Jahren wurde auf Basis verschiedener Supplementationsstudien ein UL von 40 mg/d festgelegt.

NHMRC [66] und NCCFN [61] übernehmen die Upper Level des IOM [47].

EFSA [14] [20] hält die zur Verfügung stehenden Daten für nicht ausreichend, um einen UL zu definieren.

Die EVM [34] [24] etabliert für Erwachsene einen Guidance Level da sie die vorhandenen Daten ebenfalls als nicht ausreichend erachtet, um einen UL zu definieren. Der niedrigste NOAEL (NOAEL der Studien lagen zwischen 50 und 220 mg/d) ergab mit einem Unsicherheitsfaktor von 3 den Guidance Level von rund 17 mg/d.

KNS übernimmt die UL des IOM [97] [8] [9].

Der UL des NCM [70] bezieht sich auf zusätzlich zur Nahrung aufgenommene Eisensupplemente in Höhe von 10mg/d. Untersucht wurde auf den so genannten „Over Load“ (Durch zu hohe Eisenzufuhr kommt es über gastrointestinale Schäden und damit verbundener unkontrollierter Absorption zu erhöhter Eiseneinlagerung in der Leber und in der Folge zu Nekrosen. Aber auch andere Organe werden geschädigt.).

AFSSA zitiert den UL der CEDAP „Commission d'étude des produits destinés à une alimentation particulière“ von 28mg/d, die Herleitung ist aber nicht beschrieben.

Tabelle 9.2 Vergleich der Upper Level für Eisen

Alter	EU	US/CA/MY	AUS/NZ	KR	JP	CN	FAO	NNR	UK
	–	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d	–	mg/d	mg/d
0–<6 mon	X	40	20	40	–	10	X	X	X
6–<7 mon				40	–	30			
7–<12 mon		40	20	40	25/20 *	30			
1–<2	–	40	20	40	25	30	–	–	
2–<4				40	30	30			
4–<6	–	40	40	40	35	30			
6–<7				40	35	30		–	
7–<8	–			40	35	30			
8–<9				40	35	30			
9–<10		40	40	40	35	30		–	
10–<11				40	35	30			
11–<12	–			40	50/45 *	50	–		
12–<14				40	45/40 *	50		25 {e}	17{g}
14–<15		45	45	45	50/40 *	50			
15–<18	–			45	50/40 *	50	–		
18–<19		45	45	45	45/40 *	50			
19–<20				45	55/40 *				
20–<30				45	50/45 *				
30–<50				45	45/40 *				
50–<65				45	45/40 *	50			
65–<70				45	45/40 *				
70–<75		45	45	45	45/40 *				
75–				45					
Schwangere	–	45	45	45	–	60	{a}	{a}	{a}
Stillende	–	45	45	45	–	50	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

* männlich/weiblich

{a} Wert für Erwachsene

{g} Guidance Level / Richtwert

{e} inkludiert 10 mg Supplement

{x} keine Angabe

9.2.7 Bemerkung

Zum menstruellen Eisenverlust ist an zu merken, dass dieser zusätzlich auch noch von der Art des eventuell eingesetzten Verhütungsmittels abhängt. So reduzieren orale Contraceptiva den Blutverlust, während intrauterine zu einem erhöhten Blutverlust führen [47].

Bei Marathonläufen beträgt die Halbwertszeit des Körpereisens durchschnittlich 1000 Tage, während sie in der Normalbevölkerung bei 1200 bis 1300 Tagen liegt.

Vegetarier haben ebenfalls einen erhöhten Eisenbedarf, da die Bioverfügbarkeit des Eisens hier nur bei 10% liegt [47].

Zu den Werten der FAO ist anzumerken, dass die 95. Perzentile ([36] Seite 271) zur Berechnung der RNI herangezogen wurde, obwohl der RNI der FAO (so wie auch jeder RI anderer Institutionen) über die zweifache Standardabweichung beziehungsweise die 97,5. Perzentile definiert ist ([36] Seite 2). Auch in den NNR des NCM wird die 95. Perzentile mit der Begründung gewählt, dass bei Frauen mit höherem Bedarf auch eine höhere Absorptionsrate vorliegt, bzw. ein darüber hinausgehender Bedarf nicht mehr über die Nahrung gedeckt werden kann, und daher Supplemente eingesetzt werden müssen.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass sich alle Referenzwerte, direkt oder indirekt, auf die Daten der FAO beziehungsweise den diesen zugrunde liegenden Studien beziehen. Zu Abweichungen kommt es aufgrund der verwendeten, den nationalen Ernährungsgewohnheiten entsprechenden Bioverfügbarkeiten, aber auch durch die entsprechenden Referenzgewichte sowie statistischen Faktoren (Größe der Variationskoeffizienten bzw. der eingesetzten Perzentilen) und unterschiedlicher Interpretationen der FAO Angaben, wie zum Beispiel die Verwendung der „Netto

Kosten“ statt des tatsächlichen Bedarfs für die Schwangerschaft oder der abweichenden Aufteilung des Gesamtbedarfs über die Schwangerschaftstrimester.

Bezüglich der koreanischen Werte für Schwangere sei angemerkt, dass die Verwendung der „Netto Kosten“ nicht nachvollziehbar ist, da der Eisenbedarf während der Schwangerschaft gedeckt werden muss, gleich ob nach der Schwangerschaft noch etwas von diesem Eisen als Speicher im Körper verbleibt oder nicht.

Die Frage ob, und in welcher Höhe, eine Zufuhrempfehlung für Eisen abgegeben werden soll, scheint oft eher gesundheitspolitischer denn wissenschaftlicher Natur zu sein. Es stellen sich unterschiedliche Ansichten zu den folgenden Fragen dar.

Wie viel Prozent der Bevölkerung sollen durch die Empfehlungen abgedeckt werden (IOM 97,5%, WHO 95%)? Ist es sinnvoll einen Wert anzugeben, der über dem durch die Nahrung zuführbaren liegt? Sollen präventiv Supplemente empfohlen werden, und daher gar kein Referenzwert angegeben werden (WHO, NCM, u.a.) oder soll ein Wert angegeben werden, der nur den über die Nahrung deckbaren Anteil angibt, und die Supplemente zusätzlich angeführt werden (CSH)?

Erschwerend kommt noch die linksschiefe Verteilung der menstruellen Blutverluste hinzu. Dennoch ist der RI über die 97,5. Perzentile definiert. Es stellt sich also die Frage ob schiefe Verteilung diese Änderung rechtfertigt. Auch soll der entsprechende Bedarf einer bestimmten Personengruppe, und nicht eines Individuum angegeben werden, daher erscheint es belanglos, ob dieser Bedarf durch Supplemente oder durch Nahrungsmittel zu decken ist, relevant ist der effektive Bedarf.

10 Iod

10.1 Funktion

Jod trägt mit 65 und 59 Masseprozent zu den Schilddrüsenhormonen Thyroxin (T4) und Thyronin (T3) bei. Es spielt damit eine große Rolle in der cerebralen Entwicklung und dem Wachstum. Äußeres Zeichen eines Mangels ist die Strumabildung, bei Kindern führt Jodmangel zum Kretinismus.

10.2 Referenzwerte

DACH [13] gibt für die Jodzufuhr pro Personengruppe zwei verschiedene Referenzwerte an. Einerseits einen für Deutschland und Österreich, andererseits einen für die Schweiz. Dies liegt daran, dass in der Schweiz bereits seit Jahrzehnten ein Programm zur Jodanreicherung von Speisesalz für einen guten Status sorgt, so dass hier kein besonderer Zuschlag eingerechnet wurde und somit für die Schweiz die Empfehlungen der WHO/FAO übernommen wurden. Die Werte in den Tabellen dieser Arbeit beziehen sich daher immer auf die Empfehlungen für Deutschland und Österreich. Hier fließt ein unter [13] nicht näher definierter Zuschlag für den Ausgleich eines bestehenden Jodmangels mit ein.

Auch für die philippinischen Referenzwerte werden die WHO/FAO Werte übernommen [40]. Die malaysischen Referenzwerte verwenden ebenfalls die Empfehlungen der WHO. Es werden allerdings mittels der malaysischen Referenzgewichte und des Bedarfs pro Kilogramm Körpergewicht der WHO, die Angaben an die eigene Bevölkerung adaptiert [61]. Die chinesischen [10] und japanischen [59] Werte werden, aufgrund fehlender Informationen, wieder kommentarlos angeführt.

Die italienische SINU übernimmt für Erwachsene den Wert des IOM, während sie sich bei den anderen Altersgruppen auf das SCF bezieht [92]. Das belgische CSH [12]

bezieht sich ebenfalls auf die von IOM (1989) und FAO verwendeten Studien von Delange, und errechnet so die selben Werte wie die FAO.

Die irische FSAI [41] übernimmt die Werte des SCF, mit Ausnahme der Empfehlungen für Säuglinge. Diese Werte übernimmt FSAI vom britischen COMA. Die französische AFSSA [2] übernimmt die, bei Publikation der ANC bereits revidierten Werte des IOM von 1989. Besonders hervorgehoben sollen hier nur die ANC für Säuglinge, Schwangere und Stillende werden (Siehe entsprechende Abschnitte und Unterkapitel Bemerkungen) da nur diese von den aktuellen IOM Werten abweichen.

10.2.1 Säuglinge

Die Werte der FAO [36] basieren auf Bilanzstudien, welche einen Wert von $15\mu\text{g/kg KG/d}$ für Säuglinge (bzw. $30\mu\text{g/kg KG/d}$ für Frühgeborene) erbrachten. Über das Referenzgewicht von 6 kg ergibt sich die Empfehlung von $90\mu\text{g/d}$.

Das SCF [77] extrapoliert den Jodbedarf ausgehend von dem Wert für Erwachsene über das Verhältnis der Empfehlungen zur Energiezufuhr.

NHMRC [66] verwendet zur Berechnung des AI für das erste Lebenshalbjahr die Angaben der WHO. Für das zweite Lebenshalbjahr interpoliert NHMRC über die stoffwechselaktive Körpermasse ausgehend vom Wert der unter sechs Monate alten Säuglinge, wodurch der Wert etwas über dem der WHO liegt.

Das IOM zitiert zwar die gleichen Studien die den Werten der FAO zugrunde liegen, der AI des IOM [47] beruht aber auf einem täglichen Milchvolumen von 0,78 l und einem durchschnittlichen Jodgehalt von $146\mu\text{g/l}$, wobei dieser Wert stark vom der durch die Mutter aufgenommenen Jodmenge abhängt. So schwankt der Jodgehalt von $113\mu\text{g/l}$ (bei Frauen die kein jodiertes Salz verwenden) bis $270\mu\text{g/l}$ (bei starkem Konsum von jodiertem Speisesalz). Der Wert für 7 bis 12 Monate alte Säuglinge wird von dem für bis zu 6 Monate alte über das Körpergewicht extrapoliert.

KNS [55] berechnet die koreanischen AI für Säuglinge nach dem Schema des IOM, geht aber von einem Milchvolumen von 0,75 l und einem Jodgehalt der Milch von $175\mu\text{g/l}$ aus.

NCM [70] extrapolieren den Jodbedarf ausgehend von dem Wert für Erwachsene über das Verhältnis der Empfehlungen zur Energiezufuhr.

Die italienische SINU [92] bezieht sich auf die Werte des SCF.

COMA [11] setzt die Empfehlung für Säuglinge auf Basis von Untersuchungen an Säuglingen die zeigen, dass bei einem Jodgehalt der Muttermilch von $30\text{--}40\mu\text{g/l}$ keine

Mangelerscheinungen auftreten. Davon ausgehend setzt COMA einen Schätzwert von $50\mu\text{g/d}$ fest, ohne näher auf die Berechnungsweise ein zu gehen.

DACH [13] berechnet den Bedarf ebenfalls über die mit der Muttermilch durchschnittlich aufgenommene Jodmenge (Milchvolumen $0,75\text{ l/d}$ bei einem Jodgehalt von $51\mu\text{g/l}$)

AFSSA [2] übernimmt die, bei Publikation der ANC bereits revidierten Werte des IOM von 1989, weshalb die Angaben, im Vergleich zu den aktuellen IOM Werten, nur circa halb so hoch sind.

10.2.2 Kinder

FAO/WHO [36] verwendet die Ergebnisse einer mexikanischen Studie zur Absorptionsrate von Jod bei verschiedenen hohen Zufuhrmengen, woraus ein EAR von $3\mu\text{g/kg KG/d}$ abgeleitet wird. Dieser ergibt, unter Berücksichtigung der Referenzgewichte und der 2-fachen Standardabweichung ($\text{SD}=10\%$) die entsprechenden RI's.

IOM [47] bezieht sich auf zwei Studien eines Autors (Malvaux, [47] Seite 270, eine Studie an 1,5 bis 2,5 Jährigen und eine an 8 jährigen), die beide einen EAR von $65\mu\text{g/d}$ ergaben. Da dieser Wert über dem aus den Ergebnissen für Erwachsene extrapolierten lag, wurde er für die Ermittlung des RI, unter Berücksichtigung des 2-fachen Variationskoeffizienten ($\text{VK} = 20\%$) heran gezogen.

NHMRC [66] interpoliert die RI für diese Altersgruppe aus den Werten für Erwachsene über die stoffwechselaktive Körpermasse.

Das SCF [77] und NCM [70] extrapolieren den Jodbedarf ausgehend von dem Wert für Erwachsene über das Verhältnis der Empfehlungen zur Energiezufuhr.

KNS [55] berechnet die RI über die in $\mu\text{g/kg KG/d}$ angegebenen Werte der WHO unter Verwendung der koreanischen Referenzgewichte.

Die italienische SINU [92] bezieht sich auf die Werte des SCF.

Da die Extrapolation, aus den Angaben für Erwachsene, über das Körpergewicht zu Werten nahe der Zufuhrmenge in Gebieten mit hoher Kropfprävalenz führen, extrapoliert COMA [11] über den relativen Energiebedarf.

10.2.3 Jugendliche

IOM [47] extrapoliert die Angaben für Erwachsene über das metabolische Körpergewicht ($\text{KG}^{0,75}$).

NHMRC [66] geht wie bei den RI für Kinder vor.

FAO [36] übernimmt den Wert für Erwachsene.

Das SCF [77] und NCM [70] extrapolieren den Jodbedarf ausgehend von dem Wert für Erwachsene über das Verhältnis der Empfehlungen zur Energiezufuhr.

KNS [55] berechnet auch die RI dieser Altersgruppen über die in $\mu\text{g/kg KG/d}$ angegebenen Werte der WHO unter Verwendung der koreanischen Referenzgewichte.

Die italienische SINU [92] bezieht sich auf die Werte des SCF.

COMA [11] berechnet wie unter „Kinder“ beschrieben.

10.2.4 Erwachsene

FAO [36] ermittelte den RI anhand von Bilanzstudien und des Jodgehaltes im Plasma in Bezug auf die Prävalenz für Kropfbildung. Der kritische Wert hierfür scheint bei $10\mu\text{g/dl}$ zu liegen. Eine Jodausscheidung von $100\mu\text{g/l}$ Urin liegt in nicht epidemischen Gebieten vor und wird mit einer ausreichenden Versorgung verbunden, was wiederum zu einem RI von $150\mu\text{g/d}$ führt. Die genaue Ermittlung ist unter [36] (aus dem Jahr 2004) nicht angeführt. In der ersten Version dieser Arbeit von 2001 [35] findet sich allerdings noch der Verweis auf die, bereits damals veralteten Referenzwerte des IOM von 1989, was vermuten lässt, dass sich dieser Wert auf einer Jodausscheidung von

93% des aufgenommenen Jods, einem Harnvolumen von 0,9 ml/kg KG/h und einem Jodgehalt des Urin von 100µg/l beruht ([47] Seite 272).

IOM [47] setzt den EAR von 95µg/d auf Basis verschiedenster Studien (Bilanzstudien, durchschnittliche Jodaufnahme und Schilddrüsenhormonsekretion). Auch hier errechnet sich der RI über einen VK von 20%.

Anhand einer neuseeländischen Studie, welche die Jodausscheidung über den Urin in Bezug zur Schilddrüsengröße setzte (hieraus wurde ein EAR von 100µg/d abgeleitet) und dem vom IOM übernommenen Variationskoeffizienten ermittelt das NHMRC einen RI von 150 µg/d [66]. Dieser Wert entspricht den Werten des IOM bzw. der WHO.

Das SCF [77] bezieht sich darauf, dass bei einer Zufuhr von 100µg/d Jod die maximale Jodkonzentration in der Schilddrüse erreicht wird. Eine über diesen Wert liegende Zufuhr hat keine Auswirkung auf den thyroidalen Jodgehalt oder eine reduzierte Kropfprävalenz. Über den zweifachen Variationskoeffizienten (VK = 15%) ergibt sich so ein RI von 130µg/d.

COMA [11] ermittelt seinen Empfehlungen ebenfalls auf diesen Annahmen basierend, errechnet daraus aber einen RNI von 140µg/d.

Auch die NNR [70] des NCM ermitteln, unter Bezug auf die Arbeiten von IOM und SCF, anhand des EAR von 100µg/d einen RI von 150µg/d.

KNS [55] berechnet die RI dieser Altersgruppen über die in µg/kg KG/d angegebenen Werte der WHO unter Verwendung der koreanischen Referenzgewichte.

Die italienische SINU [92] bezieht sich auf die Werte des IOM.

DACH [13] folgt den WHO Richtwerten verwendet, wie bereits einführend erwähnt, für Deutschland und Österreich einen nicht näher definierten Zuschlag, um bestehende Mängel aus zu gleichen.

10.2.5 Schwangere und Stillende

Der FAO [36] Wert für Schwangere leitet sich aus Studien an Schwangeren mit subklinischer Schilddrüsenunterfunktion her. Zur Behebung des Mangels wurde mit Jod und Thyroxin supplementiert (161µg/d Gesamtjodid zusammengesetzt aus 100µg/d Thyroxin und 131µg/d Kaliumjodid). Die Herführung des Wertes ist aber auch in diesem Fall nicht näher beschrieben. Wie der Wert für Stillende zustande kommt, wird ebenfalls nicht erwähnt.

Das SCF [77] sieht aufgrund adäquater Zufuhr während einer normalen Schwangerschaft keine Notwendigkeit für eine erhöhte Zufuhr. Für Stillende wird eine Zufuhr von 160µg/d empfohlen. Dieser, im Vergleich zu anderen Referenzwerten, geringe Mehrbedarf von nur 30µg/d bezieht sich, wie unter [77] eigens festgehalten wird, auf den nicht näher ausgeführten Bedarf der Säuglinge, und nicht auf den tatsächlichen Gehalt der Muttermilch.

Die RI des IOM [47] für Schwangere fußen auf drei verschiedenen Studien (Eine Bilanzstudie, eine Supplementationsstudie und eine Studie zum Iodgehalt des Fötus), welche sehr ähnliche Ergebnisse zum EAR der Schwangeren ergaben (160µg/d). Daraus wurde der RI über den zweifachen Variationskoeffizienten ($VK = 20\%$) berechnet.

Den EAR für Stillende berechnet das IOM [47] auf Basis des EAR für Erwachsene, zuzüglich einer Jodausscheidung über die Muttermilch von 114µg/d. Unter Berücksichtigung des doppelten Variationskoeffizienten ($VK = 20\%$) ergibt sich der entsprechende RI..

Für Schwangere übernimmt NHMRC den Wert des IOM [66]. Die Verluste über die Muttermilch werden vom NHMRC mit 90µg/d angesetzt, woraus sich ein, im Vergleich zum IOM, etwas geringerer Wert für Stillende ergibt. Das zu Grunde liegende Berechnungsmodell wurde ebenfalls vom IOM übernommen.

KNS [55] schließt aus einer Bilanzstudie auf einen EAR für Schwangere von $160\mu\text{g/d}$.

Daraus errechnet sich der RI unter Verwendung des zweifachen VK ($\text{VK} = 20\%$).

Für Stillende verwendet die KNS die über die Muttermilch ausgeschiedene Jodmenge, die, ebenfalls unter Berücksichtigung eines VK von 20% , den Mehrbedarf ergibt.

Die italienische SINU [92] gibt, auf Basis der Empfehlungen für Säuglingen, einen Mehrbedarf für Stillende von $50\mu\text{g/d}$ an, während für Schwangere, zur Deckung des fötalen Bedarfs, $25\mu\text{g/d}$ aufgeschlagen werden.

DACH [13] empfiehlt für Österreich und Deutschland eine erhöhte Jodaufnahme von $230\mu\text{g/d}$ für Schwangere um den fötalen Bedarf und die, aufgrund erhöhter renaler Durchblutung, erhöhten Jodverluste aus zu gleichen. Für Stillende wird eine Erhöhung auf $260\mu\text{g/d}$ zum Ausgleich der über die Muttermilch abgegebenen Jodmenge empfohlen.

COMA [11] gibt für Schwangere und Stillende keine Empfehlungen.

AFSSA [2] setzt den Wert für Schwangere und Stillende mit $200\mu\text{g/d}$ an, führt aber, abgesehen von einem Verweis auf eine Studie zum Joddefizit in Europa (ebenfalls von Delange), keine näheren Angaben an.

10.2.6 Upper Level

Der FAO UL [36] für Säuglinge wurden aus Untersuchungen der TSH Plasma-Konzentration ermittelt. Diese wurde an Säuglingen, deren Mutter in Folge des Einsatzes jodhaltiger Desinfektionsmitteln hohe Jodbelastung aufwiesen, ermittelt. Wie die Werte der anderen Altersgruppen ermittelt wurden, ist nicht ausgeführt. Da die Angaben in $\mu\text{g/kg KG}$ angegeben sind, und weitere Informationen nicht angeführt sind, werden die Werte nicht in die vergleichende Tabelle aufgenommen, sie werden aber hier kurz wiedergegeben. Für einen 68 kg schweren Mann ergibt sich daraus ein UL von $2040\mu\text{g/d}$.

Alter	Upper Level (mg/kg/day)
Frühgeborene	100
0–6 Monate	150
7–12 Monate	140
1–6 Jahre	50
7–12 Jahre	50
Erwachsene & Jugendliche über 13 Jahre	30
Schwangere	40
Stillende	40

Tabelle 10.2 Upper Level der FAO für Iod

IOM [47] bezieht sich auf zwei Studien die aufgrund einer erhöhten TSH- (Tyroidea stimulierendes Hormon) Konzentration, einen NOAEL von 1700µg/d bzw. 1800µg/d ermittelten. Ausgehend von 1700µg/d und einem Unsicherheitsfaktor von 1,5 errechnet IOM einen UL von (gerundet) 1100µg/d für Erwachsene. Andere Altersklassen werden über die metabolisch aktive Körpermasse extrapoliert.

Das SCF [20] [81] verwendet die gleichen Ausgangswerte, setzt aber mit der Begründung einer kurzen Studiendauer einen Unsicherheitsfaktor von 3, woraus sich nach Rundung ein Wert von 600 µg/d oder ca. der Hälfte des IOM Wertes ergibt. Davon ausgehend ermittelt sich die UL der anderen Altersgruppen über das metabolische Körpergewicht ($KG^{0,75}$).

NCM [70] übernimmt den UL des SCF für Erwachsene.

NHMRC [66] übernimmt die Werte des IOM.

KNS [55] setzt den UL nur für Erwachsene. Er bezieht sich auf eine japanische Studie, welche ebenfalls auf eine erhöhte TSH Konzentration untersuchte. Diese ergab einen NOAEL von 3 mg/d, welcher mit einem Unsicherheitsfaktor von 1 einen UL von 3 mg/d ergibt.

Der britische [34] [30] UL basiert auf Supplementationsstudien die bei einer Zufuhr von 0,5 µg/d Jod zusätzlich zur Nahrung keine negativen Effekte beobachten konnte. Bei einer durchschnittlichen Jodaufnahme über die Nahrung von 0,43 µg/d und einem Unsicherheitsfaktor von 1 ergibt sich so der Guidance Level von 0,94µg/d.

Tabelle 10.2 Vergleich der Upper Level für Iod

Alter	EU µg/d	US/CA/MY µg/d	AUS/NZ µg/d	KR µg/d	JP µg/d	CN µg/d	FAO	NNR µg/d	UK mg/d
0-<6 mon		-	-	{us}	-	-			
6-<7 mon				{us}	-	-			
7-<12 mon									
1-<2		200	200	{us}	-	-			
2-<4				{us}	-			{c}	
4-<6	250	300	300			-			
6-<7				{us}	-	800			
7-<8	300				-				
8-<9					-				
9-<10		600	600	{us}					
10-<11					-				
11-<12	450				-				
12-<14					{us}	-	800		
14-<15			900	900		-	800		
15-<18	500			{us}					
18-<19	600				3000	1000		600	0,94 {g,b}
19-<20		1100	1100						
20-<30				3000					
30-<50				3000					
50-<65				3000	3000	1000			
65-<70				3000					
70-<75		1100	1100		3000				
75-				3000					
Schwangere	{a}	900/1100{d}	900/1110{d}	{us}	-	1000	{a}	{a}	{a}
Stillende	{a}	900/1100{d}	900/1100{d}	{us}	-	1000	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{b} wird erreicht, durch Einnahme von 0,5mg Iod zusätzlich zur Nahrung

{c} nicht gesetzt aber extablierten von Erwachsenen

über die Körperoberfläche wäre möglich

{d} Alter 14-18 / 19-50

{g} Guidance Level / Richtwert

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

10.2.7 **Bemerkung**

Die Referenzwerte für Kinder, Jugendliche und Erwachsene zeigen ein sehr einheitliches Bild. Die Abweichungen entstehen vor allem durch unterschiedliche Einteilung der verschiedenen Altersgruppen. Teilweise kommt es auch, trotz Verwendung der gleichen Basisdaten, aufgrund abweichender Variationskoeffizienten zu unterschiedlichen Empfehlungen (Vergleich. IOM, COMA und SCF Abschnitt „Erwachsene“). Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass den Studien von Delange in allen Arbeiten, wenn auch durch andere Studien gestützt, eine zentrale Rolle zukommt.

Teilweise werden bereits revidierte Arbeiten zitiert. So verweisen die französischen (2001), belgischen (2003) und nordischen (2004) sowie die Arbeiten der FAO (2001, zweite überarbeitete Version 2004) auf die IOM Werte von 1989, obwohl IOM die Angaben zu Jod bereits 2000 revidiert hat.

AFSSA übernimmt diese Werte. Für die Altersgruppen von Vierjährigen bis zu den Erwachsenen, bedeutet dies keine Änderung, die Werte für Säuglinge betragen aber nur circa die Hälfte der aktuellen IOM Werte. Die FAO kritisiert genau diesen Sachverhalt an den IOM Empfehlungen in beiden Versionen [35] [36] Ihrer Arbeit. Während in der Version von 2001 aber noch korrekt zitiert auf die IOM Arbeit von 1989 verwiesen wird, ist dieser Quellennachweis in der FAO- Arbeit von 2004 nicht mehr zu finden, die Kritik aber unverändert angeführt.

Die Empfehlungen von SCF und NNR für Stillende sollten ebenfalls kritisch betrachtet werden, denn der Zuschlag zu den Angaben für nicht Stillende bezieht sich auf den Bedarf des Säuglings und nicht auf die über die Muttermilch abgegebene Jodmenge.

Um den tatsächlichen Bedarf der Mütter abzudecken, sollte statt des angeführten

Wertes, der lokale bzw. nationale mittlere Jodgehalt, multipliziert mit dem durchschnittlichen Milchvolumen beaufschlagt werden.

Die stärksten Schwankungen finden sich aber im Upper Level. Dieser variiert für Erwachsene von 600µg/d (SCF), 940µg/d (UK), 1000µg/d (China) und 1100µg/d (IOM, gleiche LOAEL wie bei SCF aber anderer UF) bis zu ca. 2000µg/d (FAO) und 3000µg/d (Korea und Japan). Es ist dazu jedoch anzumerken, dass der UL für Jod offenbar schwer zu bestimmen ist, da sich der menschliche Organismus an die gewohnt Zufuhrmenge anpassen dürfte. So konnten bei Probanden mit bestehender Mangelernährung bereits bei Zufuhr von 150-200µg/d schwache temporäre Effekte beobachtet werden [11]. Die Fragen nach der Abhängigkeit des UL von Ernährungsgewohnheiten und ethnischer Herkunft bleibt noch zu beantworten.

11 Zink

11.1 Funktion

Bestandteil zahlreicher Enzyme und Hormone in Protein, Fett und Kohlenhydratstoffwechsel, wie z.B. SOD, alkalische Phosphatase und Alkoholdehydrogenase.

11.2 Referenzwerte

FAO gibt unter [36] drei Bioverfügbarkeiten an. Die hier vorliegende Diplomarbeit referenziert auf die von FAO als mittlere definierte Bioverfügbarkeit von 30%.

IZINCG hat 2004 in der „Food and Nutrition Bulletin“ der UNU eine Arbeit [52] veröffentlicht, welche Vorschläge für eine Revision der RI und UL angibt. Die in der vorliegenden Diplomarbeit zitierten Werte der IZINCG beziehen sich auf eine Mischkosternährung. Da IZINCG das Modell des IOM übernommen hat wird auf IZINCG im folgenden nicht näher eingegangen. Es werden aber die Gründe für die abweichenden Werte kurz erläutert; IZINCG hat mehr Studien einbezogen (IOM bezieht sich rein auf Studien an Europäern und Nordamerikanern) und dabei die von der WHO/FAO verwendeten Körpergewichte für die Berechnung herangezogen. Dadurch entstehen Unterschiede in den dermalen und endogenen Verlusten. Die Verluste durch Menstruation werden mit 5 µg/d angegeben, und daher vernachlässigt, die diesbezüglichen Angaben des IOM fußen auf „fehlerhaften Interpretationen“ ([52] Seite 110). Auch die Absorptionskoeffizienten unterscheiden sich mit 26% für Männer und 34% für Frauen von denen des IOM. Der Variationskoeffizient weicht mit 12,5% ebenfalls von dem des IOM ab. Für Schwangere übernimmt IZINCG den WHO-Wert für das 3. Trimester, betont aber die dadurch entstehende Überschätzung für die ersten

zwei Trimester (Die Daten von IOM und WHO hiezu basieren auf den gleichen Studien). Für Stillende wird ebenfalls das Modell des IOM herangezogen, allerdings auf Basis von in Entwicklungsländern gewonnenen Daten über Milchvolumina und Zinkkonzentrationen.

Irland [41] wird im Folgenden nicht gesondert angeführt, da es die Werte des SCF, bzw. für unter 1-jährige, jene der COMA übernommen hat.

DACH [13], Belgien [12] und Italien [92] führen ebenfalls die SCF –Werte an, bzw. verwenden dieses Modell. NCM [70] übernimmt das Modell des IOM und FNRI [40] verwendet das Modell der WHO in Kombination mit den eigenen Referenzkörpergewichten. KNS [8] [9] [55] adaptiert das Modell des IOM durch Verwendung der koreanischen Referenzkörpergewichte bzw. der koreanischen Referenzvolumina für Muttermilch. Daher wird die Herleitung der Werte der gerade angeführten Institutionen bzw. Nationen im Folgenden ebenfalls nicht eigens beschrieben.

COMA [11] verwendet bis auf eine Quelle nur Studien, die auch vom SCF verwendet werden, und kommt so, bis auf einige vermutlich Rundungs- bzw. Körpergewichtsbedingte Abweichungen, auf die gleichen Werte wie das SCF, weshalb hier auch die Referenzwerte der COMA nicht eigens ausgeführt werden.

Die chinesischen [10] und japanischen [59] Werte müssen, aufgrund fehlender Beschreibungen in den vorliegenden Quellen, wieder kommentarlos angeführt werden.

Die malaysischen MDRI [61] basieren vor allem auf der Arbeit der WHO/FAO [35], berücksichtigt aber auch jene des IOM [47] und der IZINCG [52] sowie die malaysischen Referenzkörpergewichte und einen sehr hohen Variationskoeffizienten von 25% (Vergleiche dazu Tabelle 11.1). Die Herleitung der malaysischen MDRI [61] ist jedoch nicht ganz nachvollziehbar, da zwar eine gute vergleichende Arbeit zwischen

IOM, FAO und IZINCG vorliegt, die Beschreibung der Berechnung der malaysischen Werte selbst jedoch darauf beschränkt bleibt, dass ein vom „Technical Sub-Committee on Minerals“, für die jeweilige Personen oder Altersgruppe, festgelegter Wert in mg/kg KG/d auf das jeweilige Referenzkörpergewicht angewandt, dessen Herführung jedoch nicht erläutert wird. Daher können auch die MRDI nicht näher betrachtet werden.

AFSSA gibt unter [2] Seite 157 Werte für 20%ige bzw. 30%ige Bioverfügbarkeit an, die hier in der vergleichenden Tabelle 11.1 angeführten Referenzwerte, geben den von AFSSA in der zusammenfassenden Tabelle unter [2] Seite 507 angegebenen, gerundeten Mittelwert wieder. Es wird von AFSSA öfters auf bereits zur Veröffentlichung der ANC veraltete amerikanische RDA von 1989 verwiesen, die ähnlich den alten französischen Werten von 1992 sein sollen. Eine Herleitung der aktuellen französischen Referenzwerte bleibt diese Arbeit aber schuldig. Die einzigen konkreten Angaben betreffen den Zinkgehalt der Muttermilch. Erwähnt sei noch, dass AFSSA eine vom IOM [47] ebenfalls angeführte Studie erwähnt, und die Werte für eine 30%ige Bioverfügbarkeit recht ähnlich denen des IOM sind.

11.2.1 Säuglinge

Der in Tabelle 11.1 angegebene Wert der FAO für bis zu drei Monate alte Kinder bezieht sich auf Formula ernährte Säuglinge mit einem geringen Muttermilchanteil [36]. Für ausschließlich gestillte Kinder gilt, aufgrund der angenommenen hohen Bioverfügbarkeit von 80%, ein Bedarf von 1,1mg/d. Diese Werte berücksichtigen keinen Speicheraufbau. Die basalen Verluste werden mit 20µg/kg KG/d für gestillte und mit 40µg/kg KG/d für Formula ernährte Säuglinge veranschlagt. Die entsprechenden Verluste für ältere Säuglinge berechnen sich aus einem vom Bedarf für Erwachsene abgeleiteten Faktor von 0,002 µmol/kJ des Grundumsatzes. Der Zinkbedarf für das Wachstum sinkt im ersten Lebensjahr von bis zu 140µg/kg KG/d auf 33µg/kg KG/d. Für alle RI des ersten Lebensjahres gilt ein VK von 12,5%.

IOM [47] errechnet den AI für unter 0,5 jährige über den mittleren Zinkgehalt der Muttermilch während des 2. Monats (2mg/l) und dem durchschnittlichen Milchvolumen (0,78 l/d). Für das zweite Halbjahr wird ein faktorielles Modell zur Bedarfsanalyse verwendet. Hier wurden die Verluste (Stuhl, Urin, Haut; in Summe 64µg/kg KG/d) und der wachstumsbedingte Bedarf (20µg/g KG bei einer Wachstumsrate von 13g/d) ermittelt. Hieraus ergibt sich ein Bedarf an absorbiertem Zink von 836µg/d. Unter der Annahme, dass die Kinder weiterhin Muttermilch erhalten (entsprechend 500mg/d bei einer Absorptionsrate von 50%), werden diese 250µg/d absorbiertes Zink zum Abzug gebracht, woraus sich ein Bedarf an über die Beikost absorbiertes Zink von $836\mu\text{g/d} - 250\mu\text{g/d} = 586\mu\text{g/d}$ ergibt. Hierfür wird eine Absorptionsrate von 30% angenommen, woraus sich eine Zufuhr über die Beikost von 1,95 mg/d, bzw. eine Gesamtzufuhr von ca. 2,5 mg/d (inklusive Zink aus Muttermilch) ergibt. Über den zweifachen Variationskoeffizienten (VK=10%) ergibt sich ein RI von 3mg/d.

NHMRC [66] übernimmt die Modelle und Studien des IOM, und erhält so auch die gleichen Werte.

SCF [77] gibt keine Angaben für das erste Lebenshalbjahr. Den Bedarf für das zweite Lebenshalbjahr errechnet SCF auf nicht näher beschriebene Weise, über einen Wert von 0,1 mg/kg KG/d für basale Verluste, einem Zinkgehalt von 30mg/kg neu gebildeter mageren Körpermasse, einem Absorptionskoeffizient von 30% und einem Zuschlag von ebenfalls 30% für interindividuelle Schwankungen.

Die hohen französischen Werte der AFSSA [2] kommen dadurch zustande, dass sie die Empfehlung auf Formulanahrung, die eine wesentlich geringere Bioverfügbarkeit als Muttermilch aufweist, bezieht.

11.2.2 Kinder

FAO [36] berechnet den Bedarf für die basalen Verluste ebenfalls über den Faktor von 0,002 $\mu\text{mol/kJ}$ des Grundumsatzes. Der Bedarf für den Gewebezuwachs beträgt 30 $\mu\text{g/g}$ Gewichtszuwachs. Werte zur Wachstumsrate finden sich unter [36] nicht.

IOM [47] geht für Kinder bis 3 Jahre, mit Ausnahme der Muttermilchaufnahme, die natürlich weg fällt, ähnlich vor wie bei den älteren Säuglingen. Die Verluste werden hier mit 48 $\mu\text{g/kg KG/d}$ angesetzt, und die Wachstumsrate beträgt nur mehr 6 g/d.

Für über 3 Jährige werden die Verluste von den Werten für Erwachsene mit 34 $\mu\text{g/kg KG/d}$ extrapoliert. Die Wachstumsrate für Kinder bis zu 8 Jahren beträgt 7 g/d die für bis zu 13 Jährige 10 g/d.

Hier übernimmt NHMRC [66] das Modell der IOM mit den entsprechenden Körpergewichten und einen Variationskoeffizient von 10% aber etwas abweichenden Absorptionskoeffizienten (24% für männliche und 31% für weibliche Personen – diese Werte wurden von IZINCG [52] übernommen, und beziehen sich auf amerikanische Ernährungsgewohnheiten).

SCF [77] ermittelt die Werte für diese Altersgruppen auf nicht näher beschriebene Weise, durch Interpolieren der basalen Verluste zwischen denen der Säuglinge und der Erwachsenen, und berücksichtigt den Zinkgehalt der neu gebildeten Körpermasse sowie einen Absorptionskoeffizient von 30%.

11.2.3 Jugendliche

FAO [36] berechnet den Bedarf für die basalen Verluste ebenfalls über den Faktor von $0,002 \mu\text{mol/kJ}$ des Grundumsatzes. Der Bedarf für den Gewebezuwachs beträgt $23 \mu\text{g/g}$ Gewichtszuwachs. Werte zur Wachstumsrate finden sich unter [36] nicht.

IOM [47] geht nach dem oben beschriebenen Schema vor. Die Wachstumsraten betragen 10g/d für Buben und 5g/d für Mädchen. Zusätzlich werden $100 \mu\text{g/d}$ absorbiertes Zink für menstruelle Verluste beziehungsweise für Spermienproduktion veranschlagt. Ein 40%iger Absorptionskoeffizient wird berücksichtigt. Der Variationskoeffizient liegt wie bei den vorhergehenden Altersgruppen bei 10%.

NHMRC [66] geht wie oben im Abschnitt „Kinder“ beschrieben vor, erhält dadurch aber für über 14-jährige, wesentlich höhere Werte als das IOM.

SCF [77] geht wie im Abschnitt „Kinder“ beschrieben vor.

11.2.4 Erwachsene

FAO [36] setzt den Bedarf an absorbierten Zink auf $1,4\text{mg/d}$ (Männer) und $1,0\text{mg/d}$ (Frauen) fest. Dies bezieht sich auf experimentelle Untersuchungen zur Zinkausscheidung, welche auch eine Adaption an eine geringere Zufuhr, über eine verminderte Ausscheidung zeigten. Die oben genannten Werte wurden anhand der Verluste vor erfolgter Adaption festgelegt. Zur Ermittlung des RI wird ein Variationskoeffizient von 25% angenommen.

IOM [47] berechnet den Bedarf auch hier anhand eines faktoriellen Modells. Dies beinhaltet renale Verluste (0,63mg/d für Männer, 0,44mg für Frauen), und Zinkausscheidung über Schweiß (0,53mg/d für Männer) und Sperma bzw. durch Menstruation (je 0,1mg/d). Für Männer ergibt sich so ein täglicher Gesamtverlust von 1,27 mg. Da für Verluste über die Haut Studien an Männern herangezogen wurden, ermittelte IOM die für Frauen durch Multiplikation mit einem Faktor von 0,86 um die Unterschiede der durchschnittlichen Körperoberfläche zu berücksichtigen woraus sich ein Gesamtverlust von 1mg/d ergibt. Diese Werte scheinen recht konstant, während die intestinale Ausscheidung von der aufgenommenen Zinkmenge abhängt. Im Bereich von 0,8 bis 5,5 mg/d absorbierten Zink beträgt die endogene Ausscheidung 0,6 mg pro 1mg absorbierten Zink. Zu dieser linearen Funktion wurden die zuvor beschriebenen konstanten Verluste hinzugerechnet, wodurch sich je eine Gerade für Männer und Frauen ergibt. Der minimale Bedarf an absorbierten Zink wurde ermittelt, indem diese Geraden mit einer Geraden, auf der die Verluste gleich der aufgenommenen Menge sind, geschnitten wurden. Die Schnittpunkte geben den minimalen Bedarf von 3,84 mg/d (Männer) und 3,3 mg/d (Frauen) an. In den diesen Daten zugrunde liegenden Studien, wurde auch das Verhältnis von eingenommenem zu adsorbierten Zink untersucht, woraus sich die EAR für Männer und Frauen von 9,4 und 6,8 mg/d ergeben. Da keine Informationen über die Standardabweichungen vorliegen, fand zur Ermittlung der RI (Männer 11 und Frauen 8 mg/d) der zweifache Variationskoeffizient ($VK=10\%$) Verwendung.

NHMRC [66] bringt auch hier die für die oben beschriebenen Altersgruppen verwendete Vorgehensweise zur Anwendung.

SCF [77] errechnet die basalen Verluste aus in Mangelstudien ermittelten Ausscheidungsraten und den Verlusten durch Sperma bzw. Menstruation. Über einen

Absorptionskoeffizient von 30% ergibt sich so, aufgerundet, ein mittlerer Bedarf von 7,5 bzw. 5,5 mg/d für Männer bzw. Frauen. Unter Annahme einer Normalverteilung ergibt sich daraus der RI von 9,5 mg/d und 7 mg/d für Männer und Frauen.

11.2.5 Schwangere und Stillende

FAO geht von einem Bedarf von 100mg für die gesamte Schwangerschaft aus. Wie die unter [36] angeführten Werte der einzelnen Trimester zustande kommen, wird aber nicht explizit ausgeführt. Die RI für Stillende beziehen sich auf die über die Milch abgegebene Zinkmenge, wobei der Gehalt der Milch mit bis zu 1,4mg/l im ersten Monat und mit 0,9mg/l nach dem dritten Monat angegeben wird. Die zugrunde liegenden Volumina werden nicht angeführt.

IOM [47] verwendet die vom maternalen und embryonalen Gewebe im 4. Schwangerschaftsquartal akkumulierte Zinkmenge (0,73mg/d) und einen Absorptionskoeffizienten von 27% zur Ermittlung des Mehrbedarfs in der Schwangerschaft. Die so erhaltenen 2,7mg/d werden dem EAR für nicht Schwangere hinzu addiert, und für die Ermittlung des RI, gleich den Empfehlungen für Erwachsene, mit dem zweifachen VK (VK=10%) beaufschlagt.

Der Zinkgehalt der Muttermilch sinkt laut IOM [47] von 3 mg/l in der vierten Woche nach der Entbindung, auf 1,2 mg/d nach 24 Wochen. Bei einem durchschnittlichen Milchvolumen von 0,78 l/d entspricht dies 2,15 bzw. 0,94 mg/d Zink. Es wird angenommen dass durch das erhöhte Blutvolumen und das maternale Gewebe gespeicherte Zink (ca. 30 mg) vom Körper innerhalb des ersten Monats nach der Entbindung reutilisiert wird, weshalb 1mg/d vom oben errechneten Mehrbedarf für die Muttermilch abgezogen wird. Der EAR (3,6 mg/d) berechnet sich über einen, während der Laktation erhöhten Absorptionskoeffizient von 71,6% aus dem mittleren

Mehrbedarf von 1,35 mg/d und dem EAR für Erwachsene. Die RI ermitteln sich aus den EAR über den zweifachen Variationskoeffizient ($VK=10\%$).

NHMRC [66] verwendet für Schwangere und Stillende die Werte des IOM.

SCF [77] empfiehlt keine erhöhte Zinkzufuhr in der Schwangerschaft, da gesunde Frauen scheinbar den Metabolismus soweit adaptieren können, dass eine ausreichende Versorgung des Föten gewährleistet ist. Für Stillende liegt dem SCF [77] kein Hinweis auf einen erhöhten Absorptionskoeffizient vor. Eine nicht näher begründete Mehrzufuhr von 5mg/d wird empfohlen.

NCM [70] geht von einem physiologischen Mehrbedarf von 0,7 mg/d für den Massezuwachs von Föten und Mutter aus. Für Stillende basiert die Empfehlung auf einem Zinkgehalt der Muttermilch von 2,5mg/l im ersten Monat, der allerdings später auf 0,7mg/l sinkt. Der dadurch beinahe verdoppelte physiologische Bedarf wird weitgehend durch eine erhöhten Absorptionskoeffizienten (75-80%) abgefangen.

DACH [13] verweist darauf, dass zur Zeit eine Adaption der Absorption während Schwangerschaft und Stillzeit in Diskussion ist, empfiehlt aber eine nicht näher begründete Mehrzufuhr von 3mg/d in der Schwangerschaft und 4mg/d für Stillende.

11.2.6 Upper Level

FAO [36] setzt den UL für männliche Erwachsene auf nicht näher bestimmte Weise, anhand der Beeinflussung von Ceruloplasmin- und Kupferspiegel, bzw. der Kupfer Zink Superoxyd Dismutase (SOD), auf 45mg/d fest und extrapoliert über den Grundumsatz auf andere Altersgruppen.

IOM [47] gibt an, dass in Nahrungsmittel enthaltenes Zink keine negativen Auswirkungen hat, sehrwohl aber eine hohe Dosis an Supplement. Zur Bestimmung des UL wird vom IOM ebenfalls die Auswirkung auf den Kupferspiegel über die erythrozytere SOD Aktivität ermittelt. Anhand einer 10-wöchigen Studie mit Gaben von 50mg Zink/d (in Form von Zinkgluconat) konnte eine signifikante Verringerung der erythrozytere SOD Aktivität festgestellt werden. Da die über die Nahrung zugeführte Zinkmenge nicht ermittelt wurde, wird diese mit 10mg/d angenommen, woraus sich ein LOAEL von 60mg/d ergibt. Nach Division durch einen Unsicherheitsfaktor von 1,5 ergibt sich so ein UL von 40 mg/d für Erwachsene. Für Säuglinge wurde anhand einer 6-monatigen Studie an formulaernährten Kindern ein NOAEL von 4,5 mg/d ermittelt. Aufgrund des großen Samples kommt ein Unsicherheitsfaktor von 1 zur Anwendung der Wert wird auf 4 mg/d abgerundet. Aufgrund fehlender Daten für Kinder und Jugendliche wird dieser Wert, für diese Altersgruppen, über das Körpergewicht extrapoliert. Für Schwangere und Stillende wird der Wert für Jugendliche bzw. Erwachsene übernommen, da dem UL die Auswirkungen auf den Kupfer-Plasmaspiegel zugrunde liegen, und es keine spezifischen Studien für diese Personengruppen gibt.

NHMRC [66] übernimmt auch hier die Angaben des IOM, rundet aber scheinbar die Werte für 9- bis 19-jährige auf.

SCF [82] [20] untersucht unter anderem auch die Auswirkungen auf die SOD – Aktivität, und zieht Studien heran, die einen LOAEL von 50mg/d ergeben. Da hier ein kleines Sample untersucht wurde, kam ein Unsicherheitsfaktor von 2 zum Einsatz, woraus der UL von 25 mg/d errechnet wird. Dieser Wert wird für Kinder und Jugendliche, über die Körperoberfläche ($\text{kg KG}^{0,75}$) extrapoliert. Für Schwangere und Stillende wird der Wert der Erwachsenen übernommen, da keine Hinweise für eine Adaption vorliegen.

EMV [33] [34] kommt auf Basis der (teilweise) gleichen Studien wie das SCF und der gleichen Vorgehensweise ebenfalls auf einen UL von 25mg/d für Erwachsene. Der Unsicherheitsfaktor von 2 wird mit der Abschätzung des NOAEL aus dem LOAEL begründet. NCM [70] übernimmt ebenfalls die angaben des SCF.

DACH [13] verweist ebenfalls auf diese Studien, und empfiehlt 30mg/d nicht zu überschreiten.

Tabelle 12.2 Vergleich der Upper Level für Zink

Alter	EU mg/d	US/CA/MY mg/d	AUS/NZ mg/d	KR mg/d	JP mg/d	CN mg/d	FAO mg/d	NNR mg/d	UK mg/d
0-<6 mon		4	4	{us}	–	–			
6-<7 mon				{us}	–	13			
7-<12 mon		5	5		–	23	–		
1-<2	7	7	7	6	–				
2-<4				8	–				
4-<6	10	12	12		–	23	23-28	12,5 {e}	
6-<7				13	–				
7-<8	13				–	28			
8-<9					–				
9-<10		23	25	18	–				
10-<11					–				
11-<12	18				–	37/34	–		
12-<14		34	35	26	–	42/35			
14-<15					–				
15-<18	22			34	–				
18-<19	25				30	45/37	45	25	25
19-<20		40	40						
20-<30				35					
30-<50				35	30				
50-<65				35	30	37/37			
65-<70				35					
70-<75		40	40		30				
75–				35					
Schwangere	{a}	34/40{d}	35/40{d}	35	–	35	{a}	{a}	{a}
Stillende	{a}	34/40{d}	35/40{d}	35	–	35	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{d} Alter 14-18 / 19-50

{e} extaboliert von Erwachsenen nach Körperoberfläche

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

11.2.7 **Bemerkung**

Auch für Zink zeigt sich wieder, dass viele Referenzwerte auf die Angaben der FAO/WHO des SCF oder des IOM zurückgreifen. Neuere Arbeiten berücksichtigen zusätzlich die Angaben der IZINCG. Abweichungen von diesen Werten entstehen hauptsächlich durch die Verwendung der nationalen Referenzkörpergewichte oder unterschiedlicher Absorptions- bzw. Variationskoeffizienten. Diese zitierten Werke unterscheiden sich untereinander jedoch, trotz teilweise gleichen zugrunde liegenden Studien stark in einzelnen Faktoren (Siehe dazu Tabelle 11.3).

Die Variation der Absorptionskoeffizienten entsteht durch Berücksichtigung der lokalen Kostformen, da die Absorption aus Fleischprodukten höher ist als aus Milchprodukten (Hemmung durch Casein und Calcium) oder pflanzlichen Lebensmitteln (Hemmung durch Phytinsäure).

Zum Upper Level sei angemerkt, dass hier Werte von 40 oder 45 mg/d, unter Bedachtnahme der Tatsache, dass pharmazeutisch wirksame Dosen von 75mg/d als effektives Mittel zur Senkung des Kupfer – Körperpools von Morbus Wilson Patienten eingesetzt werden, relativ hoch erscheinen.

Tabelle 11.3 Schätzung des Bedarfs an absorbierten Zink anhand endogener Verluste durch FAO/WHO [35], IOM [47] und IZINCG [52]

Art des Verlustes (mg/day)	FAO/WHO	IOM	IZINCG
Männer			
Referenz Körpergewicht (kg)	65	75	65
Renale Ausscheidung	0,30	0,63	0,63
Dermale Verluste	0,30	0,54	0,42
Verlust über Sperma	-	0,10	0,10
<i>Summe nicht -intestinal endogener Verluste</i>	<i>0,60</i>	<i>1,27</i>	<i>1,15</i>
intestinal endogener Zinkausscheidung	0,80	2,57	1,54
Summe endogener Verluste	1,40	3,84	2,69
Frauen			
Referenz Körpergewicht (kg)	55	65	55
Renale Ausscheidung	0,30	0,44	0,44
Dermale Verluste	0,20	0,46	0,36
Verluste durch Menstruation	-	0,10	0
<i>Summe nicht -intestinal endogener Verluste</i>	<i>0,50</i>	<i>1,00</i>	<i>0,80</i>
intestinal endogener Zinkausscheidung	0,50	2,30	1,06
Summe endogener Verluste	1,00	3,30	1,86
Zusätzlicher Bedarf für Schwangere (1. / 2. / 3. Trimester)	0,1 / 0,3 / 0,7	0,16 / 0,39 / 0,63	0,70
Zusätzlicher Bedarf für Stillende (0-3 / 3-6 / > 6 Monate)	1,4 / 0,8 / 0,5	1,35	1,0
Absorptionskoeffizient {a}	30%	40%	26% {M} 34% {F}
Variationskoeffizient	12,5%	10%	12,5%

Modifiziert nach IZiNCG [52], {M} .Männer, {F} Frauen, {a} FAO/WHO und IZINCG geben, je nach Art der Kost, verschiedene Absorptionskoeffizienten an. Hier wurden jene gelistet, die den in dieser Arbeit angeführten Werten für Mischkost entsprechen.

12 Selen

12.1 Funktion

Selen ist Bestandteil der Glutathionperoxidasen (GPx) und damit wichtig für die antioxidative Kapazität und das Immunsystem, außerdem ist es an der Aktivierung von T₄ zur aktiven Form des Schilddrüsenhormons T₃ beteiligt.

12.2 Referenzwerte

Die Werte der WHO/FAO [36] für alle anderen Altersgruppen wurden aus den Angaben für Erwachsene (siehe dort) über Körpergewicht und Grundumsatz extrapoliert.

Die Angaben des SCF [77] und der NNR [70] für alle anderen Altersgruppen wurden aus den Angaben für Erwachsene (siehe dort) über das Körpergewicht extrapoliert.

SINU [92] übernimmt die Angaben des SCF.

Die philippinischen RENI [40] basieren auf den Werten der WHO [36] wobei aber für beide Geschlechter einer Altersgruppe nur ein Referenzwert angegeben wird. Zur Ermittlung der chinesischen Werte [10] liegen keine näheren Angaben vor und unter [59] führt das japanische MHW nur die entsprechenden EAR, AI bzw. RI und UL an, aber keine genauere Erklärung zu deren Herführung.

DACH [13] bezieht sich auf die Arbeiten der WHO und des IOM, und gibt einen Bereich zwischen den niedrigeren Werten der WHO und den Höheren des IOM als Schätzwert an. Daher werden die DACH- Werte im folgendem nicht eigens angeführt.

12.2.1 Säuglinge

Auch für den Selenbedarf dieser Altersgruppe (als AI angegeben) zieht IOM [46] die durchschnittliche Aufnahme über die Muttermilch heran (Ein durchschnittliches Milchvolumen von 0,78 l/d multipliziert mit einem Selengehalt von 18 µg/l). NHMRC [66] geht genauso vor verwendet aber einen Selengehalt der Muttermilch von 15µg/l, welcher in australischen und neuseeländischen Studien ermittelt wurde.

COMA [11] extrapoliert die Empfehlungen, ausgehend von jenen für Erwachsene, über das Körpergewicht plus einem Zuschlag von 0,2µg/kg Gewichtszunahme.

Das belgische CSH [12] übernimmt die Werte des IOM [46]. Das malaysische NCCFN [61] übernimmt die Werte der WHO. KNS [8] [10] berechnet den Selenbedarf ebenfalls über den Gehalt der Muttermilch (11µg/l) und das Milchvolumen (0,75 l/d).

Die Herleitung der Werte der AFSSA für diese Altersgruppe wird in den ANC [2] nicht beschrieben, sie decken sich aber mit den Werten des IOM.

12.2.2 Kinder

IOM [46] extrapoliert die RI aus den Angaben für Erwachsene über die metabolisch aktive Körpermasse ($KG^{0,75}$) da die Absorption über ähnliche Mechanismen wie bei Methionin erfolgen. NHMRC [66] verwendet das selbe Rechenmodell, und auch die KNS [8] [10] extrapoliert die RI für diese Altersgruppen über die metabolisch aktive Körpermasse aus den Empfehlungen für Erwachsene.

COMA [11] extrapoliert die Empfehlungen wie im Abschnitt Säuglinge beschrieben.

Das belgische CSH [12] übernimmt die Werte des IOM [46].

NCCFN [61] adaptiert die Werte der WHO [35] an die eigenen Referenzkörpergewichte.

Die Herleitung der Werte der AFSSA für diese Altersgruppe wird in den ANC [2] nicht beschrieben, sie decken sich aber mit den Werten des IOM.

12.2.3 Jugendliche

IOM [46], KNS [8] [10] und NHMRC [66] extrapoliert auch hier, wie im Abschnitt Kinder ausgeführt.

Das belgische CSH [12] übernimmt die Werte des IOM [46].

NCCFN [61] adaptiert die Werte der WHO [35] an die eigenen Referenzkörpergewichte.

AFSSA [2] geht hier genauso vor, wie bei den Referenzwerten für Erwachsene.

12.2.4 Erwachsene

Die Werte der WHO/FAO [36] wurden, da Bilanzstudien aufgrund einer adaptierten Absorption nicht zielführend sind, anhand epidemischer Untersuchungen in China ermittelt. Hier wurde die Selenaufnahme in Gebieten mit und ohne Selenmangelerkrankungen, namentlich der bei Kindern auftretenden Keshan - Erkrankung, untersucht. Es wurde festgestellt, dass in Regionen mit einer Selenzufuhr von über 19,1 µg/d (männliche Erwachsene) bzw. 13,3 µg/d (weibliche Erwachsene) keine Symptome der Keshan- Krankheit zu beobachten sind. Bei diesen Werten konnte die GPxin Erythrocyten und Plasma nicht normalisiert werden. Dies erfolgt erst bei einer Zufuhr von 27 µg/d. Hinzu kommt noch die zweifache Standardabweichung (25%).

Laut IOM [46] zeigen neuere Studien keinen Unterschied im Bedarf von Frauen und Männer. Ältere Arbeiten zeigen aber einen höhere Prävalenz für Frauen an Keshan zu erkranken. Den RI werden zum Ausgleich daher die höheren Körpergewichte der Männer zu Grunde gelegt und für beide Geschlechter die gleichen Werte verwendet.

Der IOM Wert für Erwachsene wurde auf Basis zweier Interventionsstudien ermittelt. Ausgehend von einer Population mit einer durchschnittlichen täglichen Aufnahme von 11 µg und unterschiedlichen Supplementdosen wurde bei einer Gesamtaufnahme von 41 µg/d nach 4 Monaten ein Plateau an Glutathionperoxidasenaktivität (Autor der Studie: Yang G) erreicht (chinesische Männer mit ~60 kg KG). Auf die amerikanische Bevölkerung (Männer: 76 kg KG) umgerechnet ergibt dies einen Wert von 52 µg/d. Die zweite (neuseeländische) Arbeit mit ähnlichem Studienmodell, aber ausgehend von einer Population mit einer Aufnahme von 28 µg/d. Hier wurde kein signifikanter Unterschied zwischen Supplementation in Höhe von 10 und 40 µg/d festgestellt. Daher wurde der niedrigste Wert von in Summe 38 µg/d gewählt. Aus diesen zwei Studien mittelt IOM [46] den EAR von 45 µg/d. Unter Berücksichtigung eines zweifachen Variationskoeffizienten von (gesamt) 20% ergibt sich gerundet ein RI von 55 µg/g. Das SCF [77] bezieht sich ebenfalls auf Arbeiten von Yang G, und kommt über einen EAR von 40µg/d auf einen PRI von 50µg/d.

COMA [11] geht von der gleichen Arbeit und somit dem gleichen EAR aus, kommt aber auf einen RNI von 70µg/d. In beiden Arbeiten, werden jedoch keine Angaben darüber gemacht, welche Faktoren in die Berechnung des RI aus dem EAR einfließen, so dass die Abweichung von einander hier nicht geklärt werden kann.

Auch die NNR [70] beziehen sich auf die Ergebnisse der Studie aus China, berechnet aber über das entsprechende Referenzkörpergewicht eigene Werte für Frauen und Männer.

Das NHMRC übernimmt hier nicht die Annahmen des IOM, da es die zu Grunde liegenden Studien als nicht besonders qualitativ ansieht, was unter [67] Seite 162 ausgeführt wird. Daher verwendet NHMRC eine chinesische Studie von 2005 und eine (auch vom IOM verwendete) neuseeländische Studie. Hier wurde über die GPx im

Plasma ein EAR von, 60 $\mu\text{g/d}$ für Männer und 50 $\mu\text{g/d}$ für Frauen ermittelt. Über einen Variationskoeffizienten von 10% ergeben sich die entsprechenden RI.

Das belgische CSH [12] übernimmt für alle Gruppen der Erwachsenen die höchsten Werte (70 $\mu\text{g/d}$ für Stillende) des SCF [77].

NCCFN [61] adaptiert die Werte der WHO [35] an die eigenen Referenzkörpergewichte.

Das japanische MHW [59] leitet seine RI für unter 30 jährige Erwachsene von einem EAR von 25 $\mu\text{g/d}$ (männlich) und 20 $\mu\text{g/d}$ (weiblich) ab, woraus sich ein RI von 30 $\mu\text{g/d}$ und 25 $\mu\text{g/d}$ ergibt. Genauere Angaben zur Herleitung fehlen unter [59] jedoch.

Die KNS gibt die dem Referenzgewicht für Koreaner entsprechend Selenzufuhr (EAR), ebenfalls unter Bezug auf die maximale GPx- Aktivität, mit 42 $\mu\text{g/d}$ an [8] [10].

Abgesehen davon verwendet KNS das Rechenmodell des IOM mit einem VK von 10%, woraus sich ein RI von 120% des EAR ergibt. Der einheitliche RI für beide Geschlechter wird ebenfalls mit der, auch vom IOM zitierten Studie begründet.

AFSSA [2] übernahm in den Referenzwerten von 1992 die (mittlerweile nicht mehr aktuellen und durch [46] abgelösten) Referenzwerte des IOM von 1989, gibt aber in den aktuellen ANC, auf Basis der Empfehlungen des SCF [77] und anderer europäische Institutionen, für Jugendliche und Erwachsene einen Wert von 1 $\mu\text{g/kg KG/d}$ als adäquat an. Unter [2] wird aber nicht näher ausgeführt, wie dieser Wert zu Stande kommt.

Ferner deckt sich diese Angabe nicht mit den tatsächlich angeführten Empfehlungen von 60 $\mu\text{g/d}$ für Männer (Referenzgewicht 70kg) und 50 $\mu\text{g/d}$ für Frauen (Referenzgewicht 60kg). Die Herleitung der effektiven Referenzwerte wird nicht beschrieben.

12.2.5 Schwangere und Stillende

Für Stillende berechnet die WHO [36] den Bedarf über die mit der Milch abgegebene Selenmenge unter Berücksichtigung einer 80%igen Absorption und einem Variationskoeffizienten von 12,5%. Der Mehrbedarf in der Schwangerschaft wird mit den gleichen Variations- und Absorptionskoeffizienten berechnet. Hier basiert die Empfehlung auf einem Zuwachs der mageren Körpermasse bei 4,6-6 kg und dem Bedarf des Föten. NCCFN [61] übernimmt die Zuschläge der WHO [35] für Schwangere und Stillende.

Basierend auf dem Selengehalt des embryonalen Körpers, gibt das IOM einen um $4\mu\text{g/d}$ erhöhten EAR an. Der RI wird daraus, wie im Abschnitt Erwachsene beschrieben, ermittelt. Der Mehrbedarf ($14\mu\text{g/d}$) von Schwangeren wird über den Selengehalt der Muttermilch ($18\mu\text{g/l}$) und dem durchschnittlichem Milchvolumen ($0,78\text{ l/d}$) errechnet, dem EAR hinzugefügt und daraus, wie oben ausgeführt, der RI errechnet. NHMRC [66] [67] verweist auf verschiedene internationale Studien, welche einen Selenbedarf von $1\text{-}2\mu\text{g/d}$ für den Föten ermitteln, während nur eine Studie den Wert des IOM stützt, so dass das NHMRC $2\mu\text{g}$ zum EAR nicht schwangerer Frauen addiert und über einen Variationskoeffizienten von 10% den RI für Schwangere berechnet. Für Stillende wird eine Selenabgabe über die Muttermilch von $12\mu\text{g/d}$ angenommen ($0,78\text{ l/d}$ Muttermilch mit einem Gehalt von $15\mu\text{g/l}$, gerundet), dem EAR hinzu gerechnet und der RI über einen VK von 10% berechnet.

SCF [77] und COMA [11] nehmen an, dass der Mehrbedarf während der Schwangerschaft durch eine adaptierte Absorption gedeckt wird, so dass für Schwangere keine erhöhte Zufuhr empfohlen wird. Für Stillende wird von beiden Institutionen der Mehrbedarf von $15\mu\text{g/d}$ über einen Selengehalt der Muttermilch von $12\mu\text{g/l}$, einem Milchvolumen von $0,75\text{ l/d}$ und einer 60%igen Absorption berechnet.

Das belgische CSH [12] übernimmt für alle Schwangeren und Stillenden die Werte des SCF [77]. für Stillende).

KNS [8] geht davon aus, dass bei einem Geburtsgewicht von 3,4kg 850µg Selen akkumuliert wurden. Bei einer Schwangerschaftsdauer von 280 Tagen ergibt sich für den Fötus ein Bedarf von ca. 3µg/d, der durch die maternale Nahrungsaufnahme gedeckt werden muss. Unter Anwendung eines VK von 10% ergibt sich so ein Mehrbedarf für Schwangere, wie auch vom IOM berechnet, von gerundeten 4µg/d ($\text{EAR} + 2 \text{ VK oder } 3\mu\text{g/d} \cdot 1,2 = 3,6\mu\text{g/d} \approx 4\mu\text{g/d}$). Für Stillende berechnet sich der Mehrbedarf der KNS aus dem Selengehalt der Muttermilch (11µg/l) und dem täglichen Milchvolumen (0,75 l/d), woraus sich ein Mehrbedarf (EAR) von (stark aufgerundet) 9µg/d ableitet, der ebenfalls mit einem Faktor 1,2 (zur Berücksichtigung des zweifachen VK) multipliziert, den RI von zusätzlichen 11µg/d für Stillende ergibt.

12.2.6 Upper Level

WHO [36] stellt einen Dystrophie der Fingernägel bei einer täglichen Selenzufuhr von 900 µg fest, und setzt einen provisorischen UL von 400 µg/d. Der UL des IOM basiert auf der von WHO verwendeten Studie und anderen Arbeiten des gleichen Autors, so dass das IOM den gleichen Wert wie die WHO anführt. In dieser (chinesischen) Arbeit wurde ein LOAEL von 913 µg/d und ein NOAEL von 800 µg/d ermittelt. Der NOAEL ergibt mit einem Unsicherheitsfaktor von 2 den UL von 400 µg/d.

NHMRC übernimmt die Werte des IOM, verweist aber darauf, dass bei Personen mit hohem Hautkrebsrisiko bereits die Hälfte (200µg) des UL zu einem weiteren Anstieg des Erkrankungsrisikos führt. Ob dies auch für die Normalpopulation zutrifft ist noch zu klären. NCCFN übernimmt ebenfalls die Werte des IOM.

Der „Maximum Safe Intake“ des SCF von 1993 (450µg/d [77]) wurde in [79] bzw. [20] revidiert. Hier wurde aus einer follow up Studie (ebenfalls von Yang G), der vom

IOM verwendeten Studie von Yang G ein NOAEL von 850µg/d ermittelt. Dieser ergibt, über einen Unsicherheitsfaktor von 3, gerundet den UL von 300µg/d für Erwachsene.

Alle anderen Altersgruppen wurden über das Körpergewicht extrapoliert.

In den NNR wird auf den UL des SCF [79] für Erwachsene verwiesen.

Die UK- Werte (COMA [11], 1991 und EVM [34], 2003) gehen ebenfalls von Arbeiten Yang G's aus, und geben (ausgehend von einem NOAEL von 910 µg/d und einem Unsicherheitsfaktor von 2) somit den gleichen Wert an, den auch das SCF 1993 angegeben hat, und der in [77] und [79] revidiert wurde.

Das japanische MHW [59] gibt als einzige Institution getrennte UL für Frauen und Männer an. KNS [8] [10] verwendet auch hier das Rechenmodell des IOM, bzw.

werden die UL für Säuglinge und Erwachsene vom IOM übernommen. Die dazwischen liegenden Altersgruppen werden, ausgehend von den Werten für Erwachsene, über das Körpergewicht extrapoliert.

Tabelle 11.2 Vergleich der Upper Level für Selen

Alter	EU µg/d	US/CA/MY µg/d	AUS/NZ µg/d	KR µg/d	JP µg/d	CN µg/d	FAO µg/d	NNR µg/d	UK mg/d
0-<6 mon	X	45	45	45	–	55	X	X	X
6-<7 mon				60	–	80			
7-<12 mon	60	60	60				–	–	–
1-<2		90	90	85	100/50 *	120			
2-<4	90			100	100		–	–	–
4-<6		150	150			180			
6-<7	130			150	150		–	–	–
7-<8						240			
8-<9					200		–	–	–
9-<10		280	280	200					
10-<11	200				250		–	–	–
11-<12						300			
12-<14	250	400	400	250	350/300 *		–	–	–
14-<15						360			
15-<18	300			300	400/350 *		400	300	0,45
18-<19					450/350 *	400			
19-<20		400	400				400	400	400
20-<30				400					
30-<50				400	450/350 *		400	400	400
50-<65				400	450/350 *				
65-<70				400			400	400	400
70-<75		400	400		400/350 *				
75–				400					
Schwangere	{a}	400	400	400	–	400	{a}	{a}	{a}
Stillende	{a}	400	400	400	–	400	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{x} keine Angabe

* männlich/weiblich

12.2.7 Bemerkung

Eine Studie des IOM, aus der Arbeit zu den MDRI von 2006 ([50] Seite 3-73) an einer Gruppe Navy SEALs während der „Hell Week“ (Ein fünftägiges militärisches Auswahlverfahren unter massiver physischer und psychischer Belastung) zeigt trotz um 50% erhöhter Selenzufuhr einen Abfall des durch Mangelernährung bedingten niedrigen Selenplasmaspiegel, welcher bei Gaben von 61 µg/d Selenmethionien über 20 Wochen nicht optimiert werden konnte.

Es wird hier keine, im Bezug auf die Zivilbevölkerung, erhöhte Gabe für Militärpersonen im Garnisonsdienst empfohlen, der Selengehalt für Kampfrationen sollte aber zwischen 55 und 230 µg liegen, da noch keine genauen Aussagen zum Selenbedarf unter Belastung vorliegen.

International weichen auch die Extrapolationsmethoden von einander ab, da teilweise über Aktive Körpermasse und teilweise über Gesamtkörpergewicht extrapoliert wird. Aber auch andere Annahmen weichen von einander ab; So basieren zum Beispiel die Werte der WHO/FAO auf einer 2/3 Sättigung der GPx, während den IOM Werten eine vollständige Sättigung zugrunde liegt [13].

Generell ist fest zu halten, dass de facto alle Referenzwerte für Selen auf Studien von Yang G basieren, welche vom australischen NHMRC als nicht besonders hochqualitativ eingestuft werden.

13 Fluor

13.1 Funktion

Mineralisation und Remineralisation der Zähne - kariostatische Wirkung, Förderung der Zahneruption, Förderung der Knochenmineralisation und des Knochenwachstums.

13.2 Referenzwerte

Die EU (SCF [77], 1993) sieht zwar positive Auswirkungen des Fluors auf die Zahnentwicklung, bewertet dieses Element aber als nicht essentiell. Daher werden keine Zufuhrempfehlungen gegeben. EFSA [16] & [20] bestätigt diese Aussage 2003 in ihren Arbeiten zum Upper Level nochmals. Das belgische CSH und das NCM beziehen sich bei ihren Referenzwerten auf diese Aussage und geben ebenfalls keine Empfehlung ab. In den malaysischen und irischen Arbeiten wird Fluor nicht erwähnt. Das japanische MHW gibt ebenfalls keine Empfehlungen zur Fluorzufuhr ab. Die Werte der CNS müssen kommentarlos angeführt werden, da unter [10] nähere Informationen zur Ermittlung der Werte fehlen. COMA [11] gibt ebenfalls keine Empfehlungen, nennt aber Werte für eine sichere Zufuhr. Das philippinische FNRI [40] gibt an, seine Werte auf Basis der Arbeit des IOM [44] ermittelt zu haben. Die Abweichungen der Werte erklären sich durch die wesentlich geringeren Körpergewichte der philippinischen Bevölkerung. Gleiches gilt auch für die koreanischen [55] [8] [9] Werte. Australien/Neuseeland [66] übernehmen die Werte des IOM. Mit Ausnahme der unter 6 Monate alten Säuglinge verwenden DACH und IOM das selbe Rechenmodell [13] [16] [20] [44]. Daher ergibt sich international ein sehr einheitliches Bild, das auf einem Richtwert von 0,05 mg/kg KG/d fußt (siehe dazu auch Anhang, Tabelle Fluor/kg).

Dieser Wert wurde aus epidemischen Studien an Kindern ermittelt, die den Fluoridgehalt des Trinkwassers und die Zahngesundheit der Bevölkerung in Relation setzten. Dabei wurde ein mittlerer Fluoridgehalt von 1 mg/l (0,7 – 1,2 mg/l) als besonders günstig ermittelt, da bereits die Kariesprävalenz den Minimalwert erreicht hatte, aber noch keine negativen Effekte wie dentale Fluorose beobachtet wurde. (diese tritt bei Werten von 1,6-1,8mg/l auf IOM [44]). Die durchschnittliche Fluoridaufnahme von Kindern in Regionen mit einem „optimalen“ Trinkwasserfluoridgehalt von 1 mg/l lag bei 0,05 mg/kg KG/d, was im Weiteren für die Ermittlung der Zufuhrempfehlungen in Form von Schätzwerte bzw. AI herangezogen wurde.

13.2.1 Säuglinge

IOM [44] errechnet den AI für unter 6 Monate alte Säuglinge anhand der über die Muttermilch aufgenommenen Fluoridmenge (780 ml/d mit einer Konzentration von 0,0013 ml/l). Der AI für ältere Säuglinge fußt auf den oben beschriebenen Daten, die zu einer günstigen Zufuhr von 0,05 mg/kg KG/d führten.

DACH [13] errechnet auch die Schätzwerten für die Gruppe der jüngeren Säuglinge über den Wert von 0,05 mg/kg KG/d, wodurch diese Angaben wesentlich höher ausfallen, da der Fluoridgehalt der Muttermilch sehr gering ist.

COMA [11] gibt für unter 6 Monate alte Säuglinge, auf Basis der zugeführten Fluormenge bei Formula ernährten Kindern, einen Wert von bis zu 0,22 mg/kg KG/d als sicher an, gibt aber keine Zufuhrempfehlung ab.

AFSSA [2] verweist ebenfalls auf den Wert von 0,05 mg/kg KG/d während der Zahnung.

Tabelle 13.1 Vergleich der Referenzwerte für Fluor

		Monate												Jahre												Schwangere	Stillende													
		0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19				19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75
Geschlecht	Alter	WHO		EU		DACH		NINC		UK		IRL		FR		BE		IT		USA/CA		AUS/NZ		CN		JP		KR		MY		PH								
		m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w	m	w							
	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														

- nicht spezifiziert; {} für 19-30-Jährige

13.2.2 Kinder

DACH und IOM verwenden wiederum den oben genannten Wert von 0,05mg/kg KG/d. COMA [11] gibt für bis zu 6 Jahre alte Kinder einen Wert von bis zu 0,12 mg/kg KG/d als sicher an, da diese Menge in einigen Gebieten mit fluoriertem Wasser erreicht wird und keine negativen Veränderungen (z.B. Zahnverfärbungen) damit verbunden sind, gibt aber keine Zufuhrempfehlung ab. Über 6 Jahren gelten die Angaben für Erwachsene.

AFSSA [2] verweist ebenfalls auf den Wert von 0,05 mg/kg KG/d während der Zahnung.

13.2.3 Jugendliche

Hier gelten die Angaben der COMA [11] für Erwachsene.

DACH, IOM und daran gebundene Referenzwerte basieren wiederum auf den 0,05 mg/kg KG/d. Ebenso die Empfehlung der AFSSA [2].

13.2.4 Erwachsene

Auch für Erwachsenen gilt bei DACH, IOM und darauf verweisende Referenzwerte der Wert von 0,05 mg/kg KG/d als Basis der Schätzwerte.

SINU [92] gibt einen sicheren Zufuhrbereich von 1,5 bis 4 mg/d an.

COMA [11] gibt einen Wert von 0,05 mg/kg KG/d (oder 3mg/d) als sicher an, verweist aber darauf, dass in Gebieten mit hohem Fluoridgehalt im Wasser bei hohem Teekonsum bis zu 12mg/d ohne negativen Effekten erreicht werden.

In den ANC werden ([2] Seite 171f) Angaben zu Absorption und Retention gemacht, welche niedriger ausfallen als bei IOM. Dennoch kommt AFSSA zu niedrigeren

Empfehlungen. Leider wird hier keine ausführliche Erklärung zum Zustandekommen der Werte für Erwachsene abgegeben.

13.2.5 Schwangere und Stillende

IOM [44] hat keine Hinweise auf einen erhöhten Bedarf in der Schwangerschaft und setzt den entsprechenden AI daher gleich dem nicht schwangerer Frauen.

Da sich der Fluoridgehalt der mütterlichen Nahrung nicht signifikant auf den Fluoridgehalt der Muttermilch auswirkt, und der Fluoridgehalt der Milch auch sehr gering ist, wird vom IOM auch für Stillende keine erhöhte Fluoridzufuhr empfohlen. Gleiches gilt bei DACH. Auch in den übrigen Referenzwerten wird entweder keine erhöhte Zufuhr empfohlen, oder Fluorid wird in Bezug auf Schwangere und Stillende nicht erwähnt.

13.2.6 Upper Level

In den NNR [70] wird ein UL nicht ausdrücklich definiert, es wird aber empfohlen, das 0-6 Jährige einen Wert von 0,75mg/d und 6-12 Jährige einen Wert von 1 mg/d nicht überschreiten sollten.

Die EVM [34] sieht Fluor als gesundheitspolitisches Thema, welches nicht Teil ihrer Arbeit zum UL ist. Außerdem fallen Fluorsupplemente in Großbritannien unter medizinische bzw. kosmetische Präparate und zählen daher nicht zu den Nahrungsergänzungen oder Lebensmittel. Abweichend von unserer Definition fällt auch Wasser nicht unter den Begriff Lebensmittel (Food). Um dennoch britische Vergleichswerte anführen zu können, sei hier aber nochmals auf die sichere Zufuhr der COMA verwiesen (0-6 Monate 0,22 mg/kg KG/d; bis 6 Jahre 0,12 mg/kg KG/d; darüber 0,05 mg/kg KG/d).

Die UL des IOM [44] für bis zu 8 jährige Kinder, basieren ebenfalls auf den epidemiologischen Studien die auch für die AI verwendet wurden. Hier zeigen sich bei einem Fluoridgehalt des Trinkwassers von 2 mg/l erste Symptome einer dentalen Fluorose. Dies entspricht einer durchschnittlichen Aufnahme von 1 mg/kg KG/d. Da dies zur Verfärbung der Zähne führt, wurde dieser Wert als LOAEL festgelegt. Da es sich nur um kosmetische Auswirkungen handelt und der Wert aus Humanstudien ermittelt wurde, konnte der LOAEL mit einem Unsicherheitsfaktor von 1 als UL übernommen werden indem er mit dem Referenzkörpergewicht multipliziert wurde. Für ältere Kinder und Erwachsene setzt das IOM auf Basis einer Untersuchung die bei 10 mg/d über einen Zeitraum von 10 Jahren präklinische Symptome einer Skelett-Fluorose beobachtete, einen NOAEL von 10 mg/d der ebenfalls mit einem Unsicherheitsfaktor von 1 verrechnet wurde.

AFSSA [2] zitiert einerseits auch einen UL von 10 mg/d, verweist aber andererseits auch auf einen zweiten Wert von 4 mg/d aus einer französischen Arbeit, und verwendet diesen niedrigeren Wert für ihre Referenzwerte, da bei dem vom IOM verwendeten UL (laut IOM) bereits präklinische Symptome einer Skelett- Fluorose beobachtete werden können (IOM [44] Seite 307 & 310f, AFSSA [2] Seite 172).

Tabelle 13.2 Vergleich der Upper Level für Fluor

Alter	EU mg/d	US/CAM/Y mg/d	AUS/NZ mg/d	KR mg/d	JP	CN mg/d	FAO	NNR	UK	FR mg/d
0-<6 mon			0,7	0,6	{x}	0,4				0,4
6-<7 mon				0,9	{x}	0,8				0,5
7-<12 mon										
1-<2	1,5	0,9	0,9	1,2	{x}	1,2	{x}			0,7
2-<3		1,3	1,3	1,6	{x}					
3-<4										
4-<6	2,5	2,2	2,2			1,6	{x}	{x}		2,2
6-<7				2,2	{x}					
7-<8	5					2				4
8-<9					{x}					
9-<10		10	10	10	{x}					
10-<11										
11-<12	7				{x}					
12-<14				10	{x}	2,4	{x}			
14-<15		10	10			2,8				
15-<18	7			10	{x}					
18-<19					{x}	3	{x}	{x}	{x}	
19-<20		10	10							
20-<30				10						
30-<50				10	{x}					
50-<65				10	{x}	3				
65-<70				10						
70-<75		10	10		{x}					
75-				10						
Schwangere	{a}	10	10	10	{x}	-	{a}	{a}	{a}	{a}
Stillende	{a}	10	10	10	{x}	-	{a}	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{x} keine Angabe

13.2.7 **Bemerkung**

Allgemein zeigt sich bei den Empfehlungen zur Fluoridzufuhr international ein recht einheitliches Bild, dass allerdings dadurch zu Stande kommt, dass praktisch alle Daten auf einer empirischen Erhebung von 1942 (Dean HT. The investigation of physiological effects by the epidemiological method. In: Moulton FR, ed. Fluorine and dental health. Washington, DC: American Association for the Advancement of Science, 1942. Seite 23-31) und dem damit ermittelten Wert von 0,05 mg/kg KG/d basieren.

Nur die Empfehlungen für Säuglinge sind unterschiedlich, da hier zwei verschiedene Ansichten auftreten. Zum einen die Meinung dass die natürliche Zufuhrmenge durch die Muttermilch ausreichend sei, und zum anderen die Ansicht, dass die Zufuhr von 0,05 mg/kg KG/d auch auf Säuglinge anwendbar ist.

Dies schlägt sich auch in den Empfehlungen zur Supplementation nieder, IOM empfiehlt eine Supplementaufnahme erst ab dem 6. Lebensmonat während DACH und AFSSA, abhängig vom Fluorgehalt des Trinkwassers, bereits in den ersten 6 Lebensmonaten die Supplementation empfehlen. Letzteres scheint empfehlenswert, da auch IOM einen positiven Effekt auf die Milchzähne feststellt.

Die einzige vom IOM abweichende Meinung zum Fluorbedarf der Erwachsenen (AFSSA [2]) ist nicht gut dokumentiert, sodass keine näheren Angaben gemacht werden können.

Bezüglich des UL sind die Aussagen des IOM widersprüchlich. Erst schreibt das IOM von negativen Auswirkungen bei einer Zufuhr von 10 mg/d auf 5% der untersuchten Personen, setzt diesen Wert dann aber als UL. Es ist zwar per Definition die Verwendung des LOAEL für die Berechnung des UL zulässig, ein Unsicherheitsfaktor von 1 bei einem (wenn auch geringen) negativen Effekt auf 5% des untersuchten Sample erscheint aber etwas knapp bemessen.

14 Kupfer

14.1 Funktion

Bestandteil von Metalloenzymen des antioxidativen Systems, Cytochrom Oxidase, SOD (Superoxyd Dismutase) Bestandteil von Coeruloplasmin (Transportprotein für Kupfer und Katalyse von zweiwertigem zu dreiwertigem Eisen)

14.2 Referenzwerte

COMA [11], Irland sowie die belgischen und italienischen Institute (CSH [12] und SINU [92]) übernehmen die Werte bzw. die Ermittlungsmethodik des SCF, weshalb sie in den folgenden Kapiteln nicht explizit erwähnt werden. CSH gibt aber keine exakten Werte an, sondern so wie auch DACH, Bereiche. NCM [70] übernimmt die Empfehlungen des IOM und den UL des SCF.

Unter [10], [59] finden sich keine näheren Angaben zur Ermittlung der Referenzwerte, so dass die chinesischen und japanischen Werte kommentarlos angeführt werden..

DACH [13] bezieht sich bei der Ermittlung der Schätzwerte auf Werte der WHO und des SCF, gibt aber keine näheren Angaben darüber an, wie die Werte für andere Personengruppen als die der Erwachsenen bestimmt wurden. AFSSA [2] errechnet generell hohe Werte, da sie von einer wesentlich geringeren Absorptionsrate ausgehen. Während diese von den anderen hier angeführten Institutionen mit 50 bzw. 65% veranschlagt wird, verwendet AFSSA eine Absorption von 30%.

Tabelle 14.1 Vergleich der Referenzwerte für Kupfer

	Geschlecht	Monate												Jahre												Schwangere	Stillende													
		Alter		0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16			16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-55	55-60	60-65	65-70	70-75	75-
WHO	m	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EU	m	mg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DACH	m	mg	0,2-0,6	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7	0,6-0,7
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NINC	m	mg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UK	m	mg	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IRL	m	mg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FR	m	mg	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	m	mg	0,2	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7	0,3-0,7
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IT	m	mg	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
USA/CA	m	µg	200	340	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AUS/NZ	m	mg	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CN	m	mg	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
JP	m	mg	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al	0,3 Al
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KR	m	µg	225 (Al)	300	380	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MY	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-														

- nicht spezifiziert; (s) während der ersten 6 Monate; (t) für 19-30-Jährige; (i) zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie; (p) 2. Schwangerschaftshälfte

14.2.1 Säuglinge

IOM [47] ermittelt die AI über die durchschnittliche Kupferaufnahme über die Muttermilch (200 µg/l, 780 ml/d) , bzw. für über 6 Monate alte Säuglinge über Muttermilch und Beikost.

Das NHMRC [66] übernimmt für diese Altersgruppen die Werte des IOM [47].

SCF [77] errechnet den Bedarf über den Kupfergehalt des Gewebes, zuzüglich der endogenen Verluste und mit einer Absorptionsrate von 50%.

KNS [7], [8] setzt den AI für bis 6 Monate alte Kinder über den Gehalt der Muttermilch (300 µg/l) und einer durchschnittlichen Aufnahme von 750 ml/d. Jener für ältere Säuglinge wurde über das Körpergewicht extrapoliert.

14.2.2 Kinder

IOM [47] extrapoliert auf Grund der für diese Altersgruppe fehlenden Daten die EARs über das relative $KG^{0,75}$. Dies wurde nicht gewählt um einen Bezug zur Energiezufuhr her zu stellen, sondern um höhere Werte zu erhalten, und die Rolle für verschiedene Enzyme zu berücksichtigen. Diese EARs ergeben, mit einem Variationskoeffizienten von 15 die entsprechenden RIs.

Da keine EARs errechnet werden konnten wurden die AIs des NHMRC [66] unter Verwendung der in den australischen und neuseeländischen Ernährungsberichten (von 1998 bzw. 1999 und 2003) ermittelten durchschnittlichen Aufnahme erstellt.

SCF [77] interpoliert ihre Empfehlungen über das Körpergewicht aus den Werten für neun Monate alte Säuglinge.

KNS [7], [8] extrapoliert die RIs aus den Angaben für Erwachsene über das Körpergewicht.

14.2.3 Jugendliche

Sofern nicht anders angeführt, siehe Kinder.

KNS [7], [8] extrapoliert die RIs aus den Angaben für Erwachsene über das Körpergewicht.

14.2.4 Erwachsene

IOM [47] zog zur Ermittlung der Daten Analysen der Kupferverluste über Fezes, Urin Haut und sonstiges (Haare, Nägel usw.) heran, woraus sich ein EAR von 510 µg/d ergab. Aus biochemischen Indikatoren wie Kupfer- Plasmakonzentration, Ceruloplasmin-Konzentration und erythrozytärer SOD (Superoxyd Dismutase)- Aktivität ergab sich ein EAR von 700 mg/d welcher auch, unter Berücksichtigung eines Variationskoeffizienten von 15% zur Ermittlung des RI herangezogen wurde.

Die AIs des NHMRC [66] wurden unter Verwendung der in den australischen und neuseeländischen Ernährungsberichten (von 1998 und 1999) ermittelten durchschnittlichen Aufnahme erstellt.

Laut COMA [11], SCF [77] sind bei einer Aufnahme von 0,8 bis 1 mg/d bereits Veränderungen im encephalen Metabolismus zu beobachten. Aus Bilanzstudien wird eine ausreichende Versorgung bei 1,2 mg/d abgeleitet. KNS [7], [8] leitet die RI auf die selbe Weise her wie das IOM, verwendet aber einen etwas niedrigeren EAR von 600 µg/d.

AFSSA [2] verwendet zur Erhebung eine Faktoranalyse, bei der die Kupferverluste über Haut, Urin und Fezes die, ähnlich wie der erste Ansatz des IOM, einen Verlust von 400 bis 500 µg/d ergab. Unter Berücksichtigung einer 30%igen Absorptionsrate und des Faktors 1,3 zur Abdeckung der Schwankungen innerhalb der Art ergeben sich die angeführten Werte. Die niedrigeren Werte für Frauen erklären sich durch das niedrigere Körpergewicht und das Runden auf halbgerade Zahlen. DACH [13] bezieht sich auf den

Wert des SCF von 1,1 mg/d und eine weitere Studie (Klevay L.M. et al, 1980, The human requirement for copper, Am. J. Clin. Nutr. 33, 45-50), die eine Deckung der Verluste bei einer Zufuhr von ca. 1,25 mg/d angibt.

14.2.5 Schwangere und Stillende

IOM [47], NHMRC [66]: Da keine erhöhte Kupferabsorption in der Schwangerschaft festgestellt werden konnte, wurde für Schwangere ein Aufschlag von 0,1 mg/d für den Zuwachs an mütterlicher Körpermasse und des Fötus berücksichtigt. Für Stillende wurde die über die Muttermilch abgegebene Kupfermenge zu der Empfehlung für nicht Schwangere addiert.

SCF [77] geht von einer adaptierten Kupferabsorption in der Schwangerschaft aus, und empfiehlt daher die gleiche Zufuhrmenge wie für nicht Schwangere. Die Empfehlungen für Schwangere berücksichtigen die Kupferabgabe über die Muttermilch und eine Absorptionsrate von 50%. COMA [11] geht genauso vor, verwendet aber eine tägliche Milchproduktion von 850 ml (statt 750 ml nach SCF).

KNS [7], [8] verwendet das amerikanische Modell, allerdings wird der Zuschlag nicht so stark gerundet (IOM rundet auf 100) und ein mit 750 ml/d um 30 ml niedrigeres Milchvolumen für Stillende angenommen.

AFSSA [2] veranschlagt gerundete 0,5 mg/d zusätzlich zur normalen Empfehlung, zum Ausgleich für den Bedarf des Fötus während des dritten Schwangerschaftstrimester, bzw. der Kupferabgabe über die Muttermilch.

14.2.6 Upper Level

IOM [47] setzt auf Basis einer Humanstudie mit einer Gabe von bis zu 10 mg/d (NOAEL) Kupfer in Form von Supplementen bei der keine negativen Effekte beobachtet werden konnten, einen UL für Erwachsene von 10 mg/d (Unsicherheitsfaktor: 1). Die Upper Level für die anderen Altersgruppen wurden über das relative Körpergewicht extrapoliert.

Das NHMRC [66] und KNS [7], [8] übernahmen die Upper Level des IOM [47].

Die EMV [34] setzt auf Basis der den IOM-Werten zu Grunde liegenden Humanstudie und einer zweiten Arbeit an Ratten ebenfalls einen UL von 10 mg/d für Erwachsene oder 0,16 mg/kg KG/d. Auch das NCM [70] übernimmt den UL des IOM.

SCF setzte 1993 [77] den UL für Kupfer ebenfalls mit 10 mg/d an, senkt in aber in der Folge 2003 [86], [20] auf 5 mg/d für Erwachsene. SCF verwendet zwar das gleiche Datenmaterial wie die oben angeführten Institutionen, beurteilt diese Ergebnisse aber vorsichtiger und setzt daher einen Unsicherheitsfaktor von 2 ein. Die UL für andere Altersgruppen wurden über das Körpergewicht extrapoliert.

Tabelle 14.2 Vergleich der Upper Level für Kupfer

Alter	EU mg/d	US/CA/MY mg/d	AUS/NZ mg/d	KR mg/d	JP mg/d	CN mg/d	FAO –	NNR mg/d	UK mg/d
0–<6 mon	X	–	–	{us}	–	–	X	X	X
6–<7 mon		–	–	{us}	–	–			
7–<12 mon		–	–	–	–	–			
1–<2	1	1	1	2	–	1,5	{x}	–	–
2–<4				2	–				
4–<6	2	3	3	3	–	2	{x}		
6–<7	3			3	–	3,5			
7–<8					–				
8–<9					–				
9–<10	4	5	5	5	–		{x}		
10–<11					–				
11–<12					–				
12–<14	4	8	8	7	–	5			
14–<15					–				
15–<18					–	7			
18–<19	5	10	10	10	10	8	{x}	5	10
19–<20									
20–<30				10					
30–<50				10	10				
50–<65				10	10				
65–<70				10	10				
70–<75		10	10	10	10				
75–									
75–									
Schwangere	–	8/10{d}	8/10{d}	10	–	–	{a}	{a}	{a}
Stillende	–	8/10{d}	8/10{d}	10	–	–	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{d} Alter 14-18 / 19-50

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

14.2.7 Bemerkung

Für die Kupferaufnahme sind die ermittelten EAR bzw. NOAEL Werte recht ähnlich. Zu starken Abweichungen kommt es erst durch unterschiedliche Absorptionsraten und Unsicherheits- bzw. Variationskoeffizienten. Eine Abklärung der tatsächlichen Absorptionsrate an Hand von Bilanzstudien, und zwar sowohl für Frauen als auch für Männer, scheint hier als erster Schritt für angebracht. Auch wären Untersuchungen an Kindern und Jugendlichen hilfreich, da die Extrapolation der Werte für Erwachsene hin zu den Phasen starken Wachstums gerade für Kupfer, dass eine wichtige Rolle im antioxidativen System spielt, unter Umständen zu unterschätzten Werten führen kann.

15 Mangan

15.1 Funktion

Mangan- Metalloenzyme wie Pyrovat-Carboxylase, MnSOD – Manganabhängige Super Oxid Dismutase oder Glykosyltransferase für Knorpel und Knochenwachstum.

15.2 Referenzwerte

Referenzwerte für dieses Element werden nur von folgenden Institutionen angegeben:

DACH , IOM, SCF, NHMRC, KNS, FNRI (PH), MHW (JP) und dem CSH.(BE).

Das philippinische FNRI [40] übernimmt die Werte des IOM, weshalb diese Werte im Folgenden nicht explizit erwähnt werden.

Die britische EVM behandelt Mangan in ihrer Arbeit zum Upper Level [34].

COMA [11] geht davon aus, dass eine ausreichende Zufuhr bei Kindern und Säuglingen ab 16 µg/kg KG/d und für Jugendliche und Erwachsene ab 1,4 mg/d gewährleistet ist.

Das NCM [70] zitieren zwar die amerikanischen und britischen Arbeiten, gibt aber auf Grund des geringen Datenmaterials selbst keine Empfehlungen.

Das IOM [47] kann keinen EAR für Mangan definieren, da die ihm vorliegenden Bilanzstudien stark von einander abweichende Ergebnisse liefern, und setzt daher einen AI. Dem SCF [77] liegen ebenfalls zu wenig Daten für RIs vor, so das ein akzeptabler Bereich der Zufuhr von 1-10 mg/d gesetzt wurde. CSH bezieht sich auf die IOM Werte, gibt aber keine näheren Informationen über die Ermittlung ihrer Empfehlungen.

Tabelle 15.1 Vergleich der Referenzwerte für Mangan

	Geschlecht	Monate												Jahre												Schwangere	Stillende																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18			18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
WHO	m	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- nicht spezifiziert; (i) für 19-30-Jährige; (t) zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie

15.2.1 Säuglinge

Der Bedarf vom IOM für diese Altersgruppe wird über den Mangangehalt der Muttermilch errechnet. Für Säuglinge bis 6 Monate ergibt sich so bei einer durchschnittlichen Mangankonzentration von $3,5\mu\text{g/l}$ und einem Milchvolumen von $0,78\text{ l/d}$ nach Rundung eine Manganausscheidung von $3\mu\text{g/d}$. Für das zweite Lebenshalbjahr ermittelt sich der Referenzwert aus der Extrapolation des Wertes für Erwachsene über das Körpergewicht.

Das NHMRC übernimmt für diese Altersgruppen die Werte des IOM.

KNC [55] [8] [9] bezieht sich ebenfalls auf den Mangangehalt der Muttermilch (für das erste Halbjahr). Für Säuglinge über 6 Monate wird der Manganbedarf über das Körpergewicht vom Bedarf der Erwachsenen extrapoliert. Die DACH- Schätzwerte [13] für diese Altersgruppe basieren auf einer kanadischen Studie, welche eine Aufnahme von 71 bzw. $80\mu\text{g/kg KG/d}$ für 6 bzw. 12 Monate alte Säuglinge angibt.

15.2.2 Kinder

Auf Grund der geringen Anzahl an Studien wurde der AI vom IOM für diese Altersgruppen auf Basis der durchschnittlichen Aufnahme ermittelt

Da nur unzureichend Daten für einen RI zur Verfügung stehen, wurde vom NHMRC die mittlere Aufnahme aus dem australischen und dem neuseeländischen Ernährungsbericht für die Festlegung eines AI herangezogen. KNC verwendet als Basis für ihre Empfehlungen (AI) die im koreanischen Ernährungsbericht 2001 ermittelte durchschnittliche Aufnahme.

DACH extrapoliert die Werte für Säuglinge.

15.2.3 Jugendliche

Auch für diese Altersgruppe schließt das IOM den AI aus der durchschnittlichen Aufnahme. Nach IOM [47] scheint es aber einen umgekehrt proportionalen Zusammenhang zwischen Plasmaferritinkonzentration und Manganabsorption zu geben, weshalb männliche Jugendliche einen höheren Bedarf aufweisen.

Da nur unzureichend Daten für einen RI zur Verfügung stehen, wurde vom NHMRC die mittlere Aufnahme aus dem australischen und dem neuseeländischen Ernährungsbericht für die Festlegung eines AI herangezogen.

Der AI der KNS wird auch hier wie in der Gruppe der Kinder ermittelt.

DACH extrapoliert die Werte für Säuglinge.

15.2.4 Erwachsene

Laut IOM [47] lässt sich aus Bilanzstudien ein RDA von 2,5-3 mg/d ableiten. Da die Ergebnisse aus Bilanzstudien aber meist überhöhte Werte liefern und in Nordamerika kein manifester Manganmangel auftritt, wurden AI auf Basis der mittleren Aufnahme (m: 2,1-2,3 mg/d, w: 1,6-1,8 mg/d) ermittelt.

Auch für Erwachsene wurde vom NHMRC die mittlere Aufnahme aus dem australischen und dem neuseeländischen Ernährungsbericht für die Festlegung eines AI herangezogen.

Auch hier setzt die KNC ihren AI auf Basis der im koreanischen Ernährungsbericht 2001 ermittelte, durchschnittliche Aufnahme.

AFSSA [2] gibt keine Empfehlung, erachtet aber auf Basis amerikanischer Studien eine Zufuhr von 2 – 3 mg für Erwachsene als bedarfsdeckend. DACH stützt sich auch hier auf die durchschnittliche Manganaufnahme in Deutschland und den USA.

15.2.5 Schwangere und Stillende

Das IOM extrapoliert den AI für Schwangere aus den Daten für jugendliche und erwachsene Frauen über das Körpergewicht, welches in der Schwangerschaft um durchschnittlich 16 kg steigt. Der AI von 2,6 mg/d basiert auf der mittleren Aufnahme, die bei Schwangeren im Vergleich zu nicht Schwangeren erhöht ist.

Auf Grund des geringen Datenmaterials für Schwangere setzt das NHMRC den Wert gleich dem für nicht Schwangere. Der AI für Stillende wird, da über die Muttermilch nur 3 µg/d abgegeben werden, ebenfalls mit dem für nicht Stillende gleich gesetzt.

Von der KNS wird der AI für Erwachsene übernommen, wobei darauf verwiesen wird, dass die Gewichtszunahme in der Schwangerschaft bzw. die Manganabgabe durch die Muttermilch noch zu diskutieren ist [9].

15.2.6 Upper Level

Das IOM [47] setzt den UL für Erwachsene über einen NOAEL von 11mg/d, basierend auf zwei Studien, die bei einer Manganaufnahme von 11mg/d bzw. 13-20 mg/d keine negativen Effekte zeigten. Eine weitere Studie setzt auf Grund eines Anstiegs der Serum- Mangankonzentration und der Mangan abhängigen Superoxyd Dismutase einen LOAEL von 15 mg/d. Der UL berechnet sich aus dem obigen NOAEL und einem Unsicherheitsfaktor von 1.

Die entsprechenden Organisationen der EU (EFSA [20], SCF [84]) setzen auf Grund mangelnder Daten aus Humanstudien und fehlender NOAEL – Werten keinen UL. NHMRC orientiert sich an den Studien der EU und setzt daher ebenfalls keinen UL. Der EVM [34] [26] liegen ebenfalls zwei widersprüchliche retrospektive Studien vor, die zwar den Mangangehalt des Trinkwassers angeben, aber die tatsächlich aufgenommene Trinkwassermenge nicht berücksichtigen.

Daher setzt die EVM einen Guidance Level von 8,7 mg/d bezogen auf 60 kg Körpergewicht. Dabei wird von einer täglichen Manganaufnahme von 12,2mg für Erwachsene bzw. 8,7 mg für ältere durch die Nahrung ausgegangen, welche 0,5 mg/d in Form von Supplementen berücksichtigt.

KNS setzt den UL auf Basis eines NOAEL von 1 mg/d (Unsicherheitsfaktor 1) welcher unter Berücksichtigung der Gesamtaufnahme an Mangan durch Nahrung, Trinkwasser und Supplementen ermittelt wurde.

AFSSA [2] liegen Daten vor, nach denen der UL zwischen 4,2 und 10 mg/d variiert.

15.2.7 Bemerkung

Es existieren nur wenige Daten zur oralen Manganaufnahme. Empfehlungen werden meist auf Grund von Verzehrsstudien gegeben. Daten zu physiologisch notwendigen Mengen (etwa für MnSOD – Mangan abhängige Super Oxid Dismutase) oder negativen Effekten einer hohen Aufnahme, die scheinbar zu Parkinson artigen Erkrankungen führen, sind nur beschränkt oder gar nicht vorhanden, so dass hier wie, auch im Bereich der Bilanzstudien, einige Lücken zu schließen sind.

Tabelle 15.2 Vergleich der Upper Level für Mangan

Alter	EU	US/CA/MY mg/d	AUS/NZ	KR mg/d	JP mg/d	CN mg/d	FAO	NNR	UK mg/d
0-<6 mon	–	–	–	{us}	–	–			
6-<7 mon		–	–	{us}	–	–			
7-<12 mon		–	–	2	–	–	{x}		
1-<2	–	2	–	3	–	–			
2-<4				4	–	–	{x}		
4-<6	–	3	–	5	–	–			
6-<7				7	–	–			
7-<8	–			9	–	–			
8-<9		6	–		–	–			
9-<10					–	–			
10-<11					–	–			
11-<12	–				–	–			
12-<14		9	–		–	–			
14-<15					–	–			
15-<18	–				–	–			
18-<19		11	–		11	10	{x}		12,2,8,7 {b,g}
19-<20				11					
20-<30				11	11				
30-<50				11	11	10			
50-<65				11	11				
65-<70				11	11				
70-<75		11	–	11	11				
75–									
Schwangere	–	9/11{d}	–	{us}	–	–	{a}	{a}	{a}
Stillende	–	9/11{d}	–	{us}	–	–	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{d} Alter 14-18 / 19-50

{a} Wert für Erwachsene

{us} IOM Werte übernommen

{b} Erwachsene/Alte

{x} keine Angabe

16 Chrom

16.1 Funktion

Chrom spielt eine noch nicht aufgeklärte Rolle als Glukosetoleranzfaktor.

16.2 Referenzwerte

Referenzwerte für dieses Element werden nur von folgenden 6 Institutionen angegeben:

DACH , IOM, NHMRC, AFSSA, CNS und dem japanischem MHW.

Das NCM [70] zitiert zwar die amerikanischen und britischen Arbeiten, gibt aber auf Grund des geringen Datenmaterials selbst keine Empfehlungen. Auch das SCF widmet Chrom ein eigenes Kapitel, kann aber aus dem selben Grund keine Empfehlung aussprechen.

Die britische EVM behandelt Chrom in ihrer Arbeit zum Upper Level [34].

Das NHMRC übernimmt die Methodik des IOM und weicht nur bei über 50 jährigen von dessen Werten ab, weshalb die australischen AIs nur im Abschnitt „Erwachsene“ explizit angeführt werden. Zu den Angaben der CNS können leider keine Erklärungen abgegeben werden, da sich unter [10] keine Angaben über deren Ermittlung finden.

AFSSA [2] ermittelt seine Werte entsprechend der Methoden des IOM, verwendet aber einen Absorptionskoeffizienten von 0,5%, wo hingegen IOM und NHMRC 1% annehmen.

Vergleich der Referenzwerte für Chrom

– nicht spezifiziert; {t} für 19-30-Jährige; {j} zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie

16.2.1 Säuglinge

IOM [47] (und damit auch NHMRC [66]) errechnet den Bedarf für diese Altersgruppe über den Chromgehalt der Muttermilch. Für Säuglinge bis 6 Monate ergibt sich so bei einer durchschnittlichen Chromkonzentration von $0,25 \mu\text{g/l}$ und einem Milchvolumen von $0,78 \text{ l/d}$ nach Rundung eine Chromausscheidung von $0,2 \mu\text{g/d}$. Für das zweite Lebenshalbjahr basiert der AI von $5,5 \mu\text{g/d}$ auf der durchschnittlichen Aufnahme über Muttermilch und Beikost. Der Chromgehalt der Beikost wurde an Hand der Werte für Erwachsene (siehe dort) und einer Energieaufnahme, über die Beikost, von 400 kcal ermittelt

16.2.2 Kinder

Für diese Altersgruppe ermittelt das IOM [47] (und damit auch das NHMRC [66]) seine AI durch die Extrapolation der Werte für Erwachsene über das relative Körpergewicht. COMA [11] gibt auf Grund mangelnder Daten keine Empfehlung, nimmt aber eine Zufuhr von $0,1$ bis $1,0 \text{ mg/kg KG/d}$ als sicher an. DACH [13] extrapoliert die Schätzwerte für diese Altersgruppen über das Körpergewicht aus den Angaben für Erwachsene.

16.2.3 Jugendliche

Für diese Altersgruppe ermittelt das IOM [47] (und damit auch das NHMRC [66]) seine AI ebenfalls durch die Extrapolation der Werte für Erwachsene über das relative Körpergewicht. COMA [11] gibt keine Empfehlung, nimmt aber eine Zufuhr von $0,1$ bis $1,0 \text{ mg/kg KG/d}$ als sicher an.

DACH [13] extrapoliert die Schätzwerte für diese Altersgruppen über das Körpergewicht aus den Angaben für Erwachsene.

16.2.4 Erwachsene

Da es keine Daten in den Ernährungsberichten gibt, wurde der mittlere Chromgehalt ($13,4\mu\text{g}/1000\text{ kcal}$) von 22 gut ausgewogenen, von Ernährungswissenschaftlern berechneten Diäten ermittelt. Über die mittlere Energieaufnahme wurde so der AI für diese Alters- und Geschlechtsgruppen ermittelt.

Das NHMRC [66] errechnet für die Altersgruppe der Erwachsenen (nach Geschlecht getrennt) mit dem höchsten Energiebedarf (aus den AUS und NZ Ernährungsberichten ermittelt) die durchschnittliche Chromaufnahme und setzt diese als AI für alle adulten Altersgruppen des entsprechenden Geschlechts. Darum kommt es bei den über 50 jährigen zu Werten über jenen des IOM, da die verringerte Energieaufnahme nicht einfließt. DACH [13] beziehen sich bei ihren Schätzwerten auf die Angaben der WHO, denen einem Zuschlag für den Speicherbedarf zugerechnet wurde. Alle anderen Altersgruppen wurden über das Körpergewicht extrapoliert.

Das MHW gibt nur für die Altersgruppen der Erwachsenen einen RI 30 bzw. $40\mu\text{g}/\text{d}$, basierend auf einem EAR von 25 bzw. $35\mu\text{g}/\text{d}$ für weibliche bzw. männliche Japaner an. COMA [11] gibt auf Grund mangelnder Daten keine Empfehlung, nimmt aber an, dass eine adäquate Zufuhr bei über $25\mu\text{g}/\text{d}$ gesichert ist.

AFSSA [2] gibt eine ausreichende Versorgung ab $50\mu\text{g}/\text{d}$ und eine unbedenkliche Zufuhr bis $200\mu\text{g}/\text{d}$ an.

16.2.5 Schwangere und Stillende

Das IOM (und damit auch das NHMRC [66]) extrapoliert den AI für Schwangere aus den Daten für jugendliche und erwachsene Frauen über das Körpergewicht, welches in der Schwangerschaft um durchschnittlich 16 kg steigt. Für Stillende wird zusätzlich der Gehalt der Muttermilch ($0,252\mu\text{g/l}$) berücksichtigt. Bei $0,78\text{ l/d}$ und einer Absorption von 1 % ergibt sich ein Mehrbedarf von $20\mu\text{g/d}$.

16.2.6 Upper Level

Das IOM (und NHMRC) setzt keinen UL, da zu wenig Daten vorliegen, und keine negativen Effekte bei exzessivem Chromkonsum beobachtet wurden.

CNS ist die einzige Organisation, die Upper Level für Chrom angibt, leider finden sich aber unter [10] keine Angaben über deren Ermittlung. EVM [34] gibt ebenfalls keinen UL an. Eine Zufuhr von 10 mg/d an dreiwertigen Chrom wird aber als sicher erachtet und als Guidance Level gesetzt. Das vor allem in der Stahlindustrie verwendete sechswertige Chrom ist, da es eine starke oxidative Wirkung aufweist, wesentlich giftiger und DNA schädigend [47]. Hier wurden bei Menschen tödliche akute Dosen von ca. 4 mg berichtet [34]. Da es aber für normale Nahrungszufuhr keine Bedeutung hat, werden hierfür keine UL gesetzt.

Tabelle 16.2 Vergleich der Upper Level für Chrom

Alter	EU	US/CA/MY	AUS/NZ	KR	JP µg/d	CN µg/d	FAO	NNR	UK mg/d
0-<6 mon	-	-	-	{x}	-	-			
6-<7 mon		-	-	{x}	-	-			
7-<12 mon		-	-	{x}	-	200	{x}		
1-<2	-	-	-	{x}	-	300	{x}		
2-<4	-	-	-	{x}	-	300			
4-<6	-	-	-	{x}	-	300			
6-<7	-	-	-		-				
7-<8	-	-	-		-				
8-<9	-	-	-		-				
9-<10	-	-	-	{x}	-				
10-<11	-	-	-		-	400	{x}		
11-<12	-	-	-	{x}	-	400			
12-<14	-	-	-		-				
14-<15	-	-	-	{x}	-				
15-<18	-	-	-	{x}	-	500	{x}		10{g}
18-<19	-	-	-		-				
19-<20	-	-	-		-				
20-<30	-	-	-	{x}	-				
30-<50	-	-	-	{x}	-				
50-<65	-	-	-	{x}	-	500			
65-<70	-	-	-	{x}	-				
70-<75	-	-	-	{x}	-				
75-	-	-	-		-				
Schwangere	-	-	-	{x}	-	-	{a}	{a}	{a}
Stillende	-	-	-	{x}	-	-	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{us} IOM Werte übernommen

{x} keine Angabe

{a} Wert für Erwachsene

{g} Guidance Level / Richtwert

16.2.7 Bemerkung

Die Bestimmung von Chrom im Plasma ist schwierig, da die Konzentration an der Nachweisgrenze liegt. Es ist bekannt, dass eine Chromzufuhr unter 20 µg/d zu einer gestörten Glukosetoleranz (Insulinresistente Hyperglykämie) führt, die sich allerdings durch Chromgaben wieder bessert. Wie Chrom hier genau eingebunden ist, wurde bisher noch nicht geklärt. Bei Chrom wird daher die Aufklärung der genauen Funktion für die Glukosetoleranz zukünftig im Vordergrund stehen müssen, um genauere Angaben über den Bedarf treffen zu können.

17 Molybdän

17.1 Funktion

Bestandteil verschiedener Oxidase (Xantin-, Sulfit- und Aldehydoxidase)

17.2 Referenzwerte

Referenzwerte für dieses Element werden nur von folgenden 5 Institutionen angegeben:

DACH, IOM, NHMRC, CNS, MHW und dem belgischen CSH.

Das NCM [70] zitiert zwar die amerikanischen und britischen Arbeiten, gibt aber auf Grund des geringen Datenmaterials selbst keine Empfehlungen. Auch das SCF widmet Molybdän ein eigenes Kapitel, kann aber aus demselben Grund keine Empfehlung aussprechen.

Die britische EVM behandelt Molybdän in ihrer Arbeit zum Upper Level [34].

Das NHMRC [66] übernimmt die Werte des IOM. Die Werte von CNS und MHW müssen kommentarlos angeführt werden, da sich unter [10] und [59] keine näheren Informationen zur Ermittlung der Werte finden. Das SCF [77] gibt einige Informationen zur physiologischen Bedeutung (die sich fast wörtlich übersetzt in den Arbeiten von DACH und CSH wiederfinden) und macht Angaben über damals aktuelle Werte aus USA, Neu Seeland Großbritannien und Finnland, sieht sich aber außer Stande selbst eine Empfehlung ab zu geben. COMA [11] setzt ebenfalls keinen RI, geht aber von einem sicheren Zufuhrbereich von 50 bis 400 µg/d aus. Die durchschnittliche Aufnahme in Großbritannien liegt mit 0,23mg/d (EMV [34]) in diesem Bereich.

17.2.1 Säuglinge

IOM [47] errechnet den Bedarf für diese Altersgruppe über den Molybdängehalt der Muttermilch. Für Säuglinge bis 6 Monate ergibt sich so bei einer durchschnittlichen Molybdänskonzentration von $2\mu\text{g/l}$ und einem Milchvolumen von $0,78\text{ l/d}$ nach Rundung eine Molybdänausscheidung von $2\mu\text{g/d}$. Für das zweite Lebenshalbjahr ermittelt sich der Referenzwert aus der Extrapolation des Wertes für 6 Monate alte Säuglinge über das Körpergewicht.

Auch DACH [13] schätzt den Bedarf für unter 6 Monate alte Säuglinge über den Gehalt der Muttermilch, der für das zweite Halbjahr wird aus diesen Werten über die relative Energiezufuhr extrapoliert.

AFSSA [2] zitiert hier die Angaben der COMA [11] von $0,5$ bis $1,5\text{ }\mu\text{g/kg KG/d}$ als vermutlich entsprechend. Beide Institutionen geben aber keine Empfehlung.

17.2.2 Kinder

Für diese Altersgruppe ermittelt das IOM [47] seine RI durch die Extrapolation der Werte für Erwachsene über die stoffwechselaktive Körpermasse ($\text{KG}^{0.75}$).

DACH [13] extrapoliert seine Schätzwerte auch hier über die relative Energiezufuhr aus dem Bedarf der unter 6 Monate alte Säuglinge.

17.2.3 Jugendliche

Auch für Jugendliche ermittelt das IOM [47] seine RI durch die Extrapolation der Werte für Erwachsene über die stoffwechselaktive Körpermasse ($\text{KG}^{0.75}$).

Der DACH-Wert für Jugendliche wurde von den Erwachsenen übernommen.

17.2.4 Erwachsene

IOM fixiert auf Grund einer Bilanzstudien an 4 jungen Männern einen Bedarf von 22 µg/d. Daraus ergibt sich bei einer Bioverfügbarkeit von 75% ein EAR von 34 µg/d was wiederum mit einem Variationskoeffizienten von 15 einen RI von 45 µg/d ergibt. Dieser Wert wird auch für Frauen übernommen.

AFSSA [2] gibt keine Empfehlung, erachtet aber auf Basis amerikanischer Studien eine Zufuhr von 30 – 50 µg für Erwachsene als bedarfsdeckend.

Der Bereich der DACH- Schätzwerten basiert einerseits auf den gleichen Daten, die auch vom IOM herangezogen wurden, und andererseits auf der durchschnittlichen Aufnahme in Deutschland.

17.2.5 Schwangere und Stillende

Das IOM (und damit auch NHMRC) übernimmt auf Grund fehlender Daten für beide Gruppen die Werte für Erwachsene. Auch in den anderen Arbeiten finden sich keine expliziten Angaben für diese Gruppen.

17.2.6 Upper Level

Dem IOM liegen nur unzureichende Daten aus Humanstudien vor, weshalb Studien an Ratten und Mäusen heran gezogen wurden. Hieraus ergab sich ein NOAEL von 0,9 mg/kg KG/d bzw. ein LOAEL von 1,6 mg/kg KG/d. Der NOAEL wird mit einem Unsicherheitsfaktor von 10 für die Übertragung der Werte vom Tier auf den Menschen, und einem Unsicherheitsfaktor von 3 für Variationen innerhalb der Art beaufschlagt. Daraus ergibt sich gerundet ein UL von 2 mg/d für Erwachsene. Dieser wird über das relative Körpergewicht auf die anderen Altersgruppen übertragen.

Das NHMRC [66] übernimmt die Werte des IOM

Das SCF [85] [20] setzt seinen UL für Erwachsene auf Basis einer 9 wöchigen Studie an Ratten (NOAEL: 0,9mg/kg KG/d, Unsicherheitsfaktor: 100, mittleres KG: 60 kg), woraus sich ein UL von gerundet 0,06 mg/d ergibt. Daraus wird für die anderen Altersgruppen der UL über das relative Körpergewicht extrapoliert. EMV setzt keinen UL, stellt aber fest, dass bei der in Großbritannien durchschnittlichen Molybdänzufuhr von 0,23 mg/d keine Gefahr besteht. AFSSA schlägt einen UL von 350 µg/d vor.

17.2.7 Bemerkung

Molybdän gehört zu den Elementen, deren Bedarfsmenge wohl noch am wenigsten erforscht ist. Einerseits sind Mangelercheinungen nur bei totaler parenteraler Ernährung beobachtet worden, andererseits ist auch die Giftigkeit nicht eindeutig geklärt. Es existieren Studien, die bei einer Zufuhr von über 1 mg/kg KG/d Gicht ähnliche Zustände beobachten lassen, aber auch wiederum welche, die an Ratten bei einer Tagesdosis von 500 mg keine negativen Effekte feststellen. Außerdem scheint dreiwertiges Molybdän, im Vergleich zu sechswertigem, wesentlich toxischer zu sein. Bei normaler Zufuhr über die Nahrung ist mit einer ausreichenden Versorgung zu rechnen und eine Vergiftung nicht zu erwarten. Es besteht also, wenn auch auf Grund der ausreichenden Versorgung und der Ungiftigkeit nicht gerade vorrangig, Bedarf an weiteren aussagekräftigen Studien, um sowohl einen UL als auch Zufuhrempfehlungen angeben zu können.

Tabelle 17.2 Vergleich der Upper Level für Molybdän

Alter	EU	US/CAM/My	AUS/NZ	KR	JP	CN	FAO	NNR	UK	
	mg/d	µg/d	µg/d	—	µg/d	µg/d	—	—	—	
0-<6 mon		—	—	{x}	—	—				
6-<7 mon				{x}	—	—				
7-<12 mon				{x}	—	—				
1-<2				{x}	—	80				
2-<4	0,1	300	300	{x}	—	110	{x}	{x}		
4-<6				{x}	—	160				
6-<7				{x}	—					
7-<8				{x}	—					
8-<9	0,25	1100	1100	{x}	—	280	{x}			
9-<10					—	280				
10-<11					—					
11-<12					—					
12-<14	0,4	1700	1700	{x}	—		{x}			
14-<15					—					
15-<18					—					
18-<19					—					
19-<20	0,6	2000	2000	{x}	300/240 *	350	{x}	{x}	{f}	
20-<30										
30-<50					{x}	320/250 *				
50-<65					{x}	300/250 *				350
65-<70				{x}						
70-<75				{x}	2000	2000				
75-										
Schwangere				{a}	1700/2000{d}	1700/2000{d}				{x}
Stillende	{a}	1700/2000{d}	1700/2000{d}	{x}	—	—	{a}	{a}	{a}	

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{d} Alter 14-18 / 19-50

* männlich/weiblich

{f} keine Angabe da keine Gefahr der Überschreitung

{x} keine Angabe

18 Elektrolyte

Der Vollständigkeit halber werden hier Natrium, Kalium und Chlor angeführt.

Die explizite Behandlung dieser Elemente würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen, nicht nur aufgrund des umfangreichen Materials, auch der Bezug zum Wasserhaushalt wäre von Nöten, woraus sich ein Umfang ergäbe, der allein mit diesen drei Elementen für eine eigene Arbeit genügen würde. Es sollen hier aber dennoch die vergleichenden Tabellen für diese Element angeführt werden, denn bedingt durch Algen, Sojasauce und Miso-Suppe ist der Speisesalzkonsum in den asiatischen Ländern, vor allem in Japan, wesentlich höher. So gibt Japan einen Zielwert für Männer von „<10g/d“ für Speisesalz an. Dies entspricht ca. 4g/d Natrium und beträgt somit mehr als das siebenfache der DACH Referenzwertes. Und dies ist eines der besten Beispiele dafür, dass Referenzwerte nicht unbedingt rein sachlich erarbeitet werden können, sondern auch der lokale bzw. regionale Lebensstil berücksichtigt werden muss, und es auch so zu stark abweichenden Werten kommen kann.

Tabelle 18.2 Vergleich der Upper Level für Natrium

Alter	EU	US/CAMY	AUS/NZ	KR	JP {v}		CN	FAO	NNR	UK
					M	W				
	–	g/d	mg/d	g/d	g/d	g/d	–	–	–	–
0–<6 mon		–	–	{us}	(0,25)	(0,25)	{x}			
6–<7 mon		–	–	{us}	(1,5)	(1,5)	{x}			
7–<12 mon		–	–							
1–<2	–	1,5	1000	{us}	(<4)	(<3)	{x}	{x}		
2–<4				{us}	(<5)	(<5)				
4–<6	–	1,9	1400				{x}	{x}	{x}	
6–<7					(<6)	(<6)				
7–<8	–			{us}			{x}			
8–<9					(<7)	(<7)				
9–<10		2,2	2000	2	(<9)	(<8)				
10–<11										
11–<12	–						{x}	{x}		
12–<14				2	(<10)	(<8)				
14–<15		2,3	2300				{x}			
15–<18	–			2	(<10)	(<8)				
18–<19					(<10)	(<8)	{x}	{x}	{x}	{x}
19–<20		2,3	2300	2						
20–<30				2						
30–<50				2	(<10)	(<8)				
50–<65				2	(<10)	(<8)				
65–<70				2						
70–<75		2,3	2300		(<10)	(<8)				
75–				2						
Schwangere	–	2,3	2300	2		–	{x}	{a}	{a}	{a}
Stillende	–	2,3	2300	2		–	{x}	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist
 – nicht definiert
 {a} Wert für Erwachsene
 {v} Werte in Klammer () entsprechen der NaCl Menge in Gramm

{x} keine Angabe
 M männlich
 W weiblich

Tabelle 18.5 Vergleich der Referenzwerte für Kalium

Geschlecht		Monate												Jahre												Schwangere	Stillende																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
		Alter	0<3	3<4	4<5	5<6	6<7	7<9	9<10	10<12	1-2	2<3	3<4	4<6	6<7	7<8	8<9	9<10	10<11	11<12	12<13	13<14	14<15	15<16	16<18			18<19	19<20	20<25	25<30	30<31	31<50	50<51	51<55	55<60	60<61	61<65	65<70	70<75	75<																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
WHO	m	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
EU	m	mg	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800

- nicht spezifiziert; (i) für 19-30-Jährige; (j) pro [kg] Körpergewicht; (z) UK Empfehlungen übernommen

Tabelle 18.4 Vergleich der Upper Level für Kalium

Alter	EU	US/CA/MY	AUS/NZ	KR	JP	CN	FAO	NNR	UK
	–	–	–	–	–	–	–	g/d	mg/d
0-<6 mon		–	–	–	–	{x}			
6-<7 mon		–	–	–	–	{x}			
7-<12 mon		–	–	–	–	{x}			
1-<2		–	–	–	–	{x}			
2-<4	–	–	–	–	–	{x}	{x}	–	–
4-<6	–	–	–	–	{x}				
6-<7	–	–	–	–	{x}				
7-<8	–	–	–	–	{x}				
8-<9	–	–	–	–	–	{x}	{x}	–	–
9-<10		–	–	–	–				
10-<11		–	–	–	–				
11-<12	–	–	–	–	–	{x}	{x}	3,7 {s}	3700{g}
12-<14	–	–	–	–	{x}				
14-<15	–	–	–	–	{x}				
15-<18	–	–	–	–	{x}				
18-<19	–	–	–	–	–	{x}	{x}	–	–
19-<20		–	–	–	–				
20-<30		–	–	–	–				
30-<50		–	–	–	–				
50-<65		–	–	–	–				
65-<70		–	–	–	–				
70-<75		–	–	–	–				
75–		–	–	–	–				
Schwangere	–	–	–	–	–	{x}	{x}	{a}	{a}
Stillende	–	–	–	–	–	{x}	{x}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

– nicht definiert

{a} Wert für Erwachsene

{g} Guidance Level / Richtwert

{s} gilt nur für zusätzlich aufgenommene Supplemente

{x} keine Angabe

Tabelle 18.6 Vergleich der Upper Level für Chlorid

Alter	EU	US/CA/MY g/d	AUS/NZ	KR	JP	CN	FAO	NNR	UK
0-<6 mon	-	-	{x}	{x}	{x}	{x}			
6-<7 mon		-		{x}	{x}	{x}			
7-<12 mon		-	{x}						
1-<2	-	2,3	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}		
2-<4				{x}	{x}				
4-<6	-	2,9	{x}	{x}		{x}	{x}	{x}	
6-<7					{x}				
7-<8	-					{x}			
8-<9					{x}				
9-<10		3,4							
10-<11			{x}	{x}					
11-<12	-					{x}			
12-<14				{x}					
14-<15		3,6	{x}						
15-<18	-			{x}					
18-<19	-								
19-<20		3,6	{x}						
20-<30									
30-<50									
50-<65									
65-<70									
70-<75		3,6	{x}						
75-									
Schwangere	-	3,6	{x}	{x}	{x}	{x}	{a}	{a}	{a}
Stillende	-	3,6	{x}	{x}	{x}	{x}	{a}	{a}	{a}

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

- nicht definiert

{x} keine Angabe

19 Conclusio

Bei der Betrachtung der einzelnen Minerealstoffe ergibt sich ein sehr differenziertes Bild. Einerseits divergieren die scheinbaren Zielsetzungen der Arbeiten der einzelnen Institutionen und damit deren Informationsgehalt; teilweise gibt es auch qualitative Schwankungen zwischen den Kapiteln einzelner Werke. Andererseits sind auch die Mineralstoffe unterschiedlich gut erforscht.

Die Arbeiten des IOM dokumentieren wohl am umfangreichsten. Die einzelnen zugrunde liegenden Studien werden kurz beschrieben, und die Berechnungen der Referenzwerte werden Schritt für Schritt angeführt. Viele der anderen Institutionen referenzieren auf diese Arbeiten, sowie auf die der FAO/WHO und des SCF. Leider sind die Herleitungen der Referenzwerte aber oft ohne Kenntnis der ihnen zugrunde liegenden Studien nicht nachvollziehbar.

Die Arbeit des SCF gibt, nach der von COMA, die zweitältesten noch gültigen Referenzwerte an. Aktuelle Empfehlungen durch die EFSA für den EU Raum sind gerade in Arbeit. Für Makronährstoffe war der Abschluss für Ende 2007 geplant. Diese waren bei Veröffentlichung der vorliegenden Arbeit noch nicht publiziert.

Oft werden von kleineren Nationen (zB. Phillipinien und Malaysia) die Werte der WHO/FAO adaptiert. Korea und Australien/Neuseeland orientieren sich eher an den IOM Werten.

Auch die Zielsetzung der Arbeiten ist oft nicht eindeutig, da sie für die wissenschaftliche Nachvollziehbarkeit zu große Lücken aufweisen, so dass selbst unter der Annahme die entsprechenden Basisstudien zu kennen, die Herführung der Werte nicht eindeutig ist. Andererseits sind aber keine konsumentengerechten „food-based

dietary guidelines“ enthalten, so dass sie für den interessierten Laien keine adäquate Information bietet.

Auch die FAO/WHO Arbeit über Vitamine und Mineralstoffe zählt zu dieser Kategorie. Die Arbeit der AFFSA zeigt wiederum Schwankungen zwischen den Kapiteln. So sind einige Mineralstoffwerte sehr ausführlich beschrieben, andere wiederum kaum nachvollziehbar.

Oft beziehen sich auch verschiedene Arbeiten auf dieselben Studien, verwenden aber unterschiedliche Sicherheitszuschläge, wodurch Abweichungen von zweistelligen Prozentbeträgen zustande kommen können.

Nicht alle Arbeiten verfolgen die gleichen Ziele. So sollen die Zufuhrempfehlungen nach DACH nicht nur die physiologischen Funktionen sicherstellen, sondern auch einen adäquaten Speicher im Körper bereitstellen, wo hingegen sich die FAO auf ersteres konzentriert.

Bei den Empfehlungen wirken sich aber natürlich auch regionale Ernährungsgewohnheiten und genetische Präposition aus. So sind z.B. in Korea und Japan die Empfehlungen für die Calciumzufuhr wesentlich niedriger als bei uns. Dies liegt vermutlich in zwei Punkten begründet: einerseits ist in Asien die Laktoseintoleranz im Erwachsenenalter stark verbreitet, um nicht zu sagen die Regel, zweitens scheint die Calciumversorgung auch bei, im Vergleich zum Westen, geringerer Zufuhr ausreichend, da das Frakturrisiko signifikant niedriger ist.

Natürlich sind auch nicht alle Mineralstoffe gleich gut erforscht. Selbst bei den Mengenelementen, insbesondere Phosphor, dessen Bedarf bisher praktisch nur über das Verhältnis zu Calcium ermittelt wurde (dieses Verhältnis ist aber nur während des Wachstums von Bedeutung), gibt es noch Forschungsbedarf.

Interessant wäre eine weltweite Vereinheitlichung der Referenzwerte, in Form global gültiger, auf kg Körpergewicht bezogener ARs, welche dann über Körpergewicht, ethnologisch ermittelte Standardabweichungen und regionale Korrekturfaktoren in RIs übergeführt werden könnten.

Dies wäre aber bei den aktuell gültigen Referenzwerten, deren Abweichungen in erster Linie durch unterschiedliche Interpretation der vorhandenen Studienergebnissen, den damit verbundenen unterschiedlichen Sicherheitsfaktoren und verschiedener Zielsetzungen der einzelnen Arbeiten, und in zweiter Linie durch regional bzw. national schwankender anthropometrischer Daten zustande kommen, kaum umsetzbar.

Literaturverzeichnis

- [1] AFFSA, Apports Nutritionnels Conseillés,
<http://www.afssa.fr/Object.asp?IdObj=15955&Pge=0&CCH=060412164902:26:4&cwSID=07E769F4A06B4CD8B431FBB0E7322C34&AID=0> (französisch), Stand 28.11.2005
- [2] AFFSA., Apports nutritionnels conseillés pour la population française 3e édition, Paris, Tec & Doc, 2001
- [3] Barba C., Dietary Allowances Harmonization in Southeast Asia, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju,
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Sym2_Dr.Barba.pdf (Stand 20.04.06)
- [4] Chang N., Tolerable upper intake levels of nutrients, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju,
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Sym1_Dr.Chang.pdf (Stand 20.04.06)
- [5] Cho S.H. , KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Energie und Makronährstoffe
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRI/050718_3.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [6] Cho S.H., Energy and macronutrients, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju,
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS1_Dr.ChoSH.pdf (Stand 20.04.06, koreanisch)
- [7] Cho Y.O., KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Wasserlösliche Vitamine
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRI/050718_6.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [8] Chyun J.H., KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Spurenelemente
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRI/050718_5.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [9] Chyun J.H., Trace elements, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju,
http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS1_Dr.Chyun.pdf (Stand 20.04.06, koreanisch)
- [10] CNS (2005), Dietary Reference Intakes <http://www.cnsoc.org/asp-bin/GB/?page=8&class=38&id=61> (chinesisch), (Stand 13.04.06)
- [11] COMA (1991), Dietary Reference Values for Food, Energy and Nutrients for the United Kingdom 14th impression 2005, The Stationery Office, Norwich
- [12] Conseil Supérieur d'Hygiène (2003), Recommandations nutritionnelles pour la Belgique, Révision 2003
http://www.health.fgov.be/CSH_HGR/English/Brochures/recommandations_nutritionnelles_V2003.htm (französisch), Stand 28.11.2005

- [13] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2000). D.A.CH. Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Umschau/Brause GmbH, Frankfurt am Main
- [14] EFSA 2004 Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Iron The EFSA Journal (2004) 125, 1-34
- [15] EFSA 2005, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Chloride, The EFSA Journal (2005) 210, 1-9
- [16] EFSA 2005, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Fluoride, The EFSA Journal (2005) 192, 1-65
- [17] EFSA 2005, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Phosphorus, The EFSA Journal (2005) 233, 1-19
- [18] EFSA 2005, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Potassium, The EFSA Journal (2005) 193, 1-19
- [19] EFSA 2005, Opinion of the Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies on a request from the Commission related to the Tolerable Upper Intake Level of Sodium, The EFSA Journal (2005) 209, 1-26
- [20] EFSA 2006, Tolerable Upper Intake Levels For Vitamins And Minerals, EFSA, Brüssel
- [21] EVM (2002), DRAFT REVIEW OF COPPER, EVM/99/19, London
- [22] EVM (2002), REVIEW OF CALCIUM, EVM/01/12, London
- [23] EVM (2002), REVIEW OF CHROMIUM, EVM/99/26, London
- [24] EVM (2002), REVIEW OF IRON – REVISED VERSION, EVM/00/12, London
- [25] EVM (2002), REVIEW OF MAGNESIUM, EVM/01/13, London
- [26] EVM (2002), REVIEW OF MANGANESE - REVISED VERSION, EVM/99/22, London
- [27] EVM (2002), REVIEW OF MOLYBDENUM, EVM/00/09, London
- [28] EVM (2002), REVIEW OF PHOSPHORUS, EVM/01/15, London
- [29] EVM (2002), REVIEW OF SODIUM CHLORIDE, EVM/01/08, London
- [30] EVM (2002), REVISED REVIEW OF IODINE, EVM/00/06, London
- [31] EVM (2002), REVISED REVIEW OF POTASSIUM, EVM/01/04, London
- [32] EVM (2002), REVISED REVIEW OF SELENIUM, EVM/99/17, London
- [33] EVM (2002), REVISED REVIEW OF ZINC, EVM/99/18, London
- [34] EVM (Expert Group on Vitamins and Minerals) (2003), Safe Upper Levels for Vitamins and Minerals, Food Standards Agency, London
- [35] FAO (2001/2002), Human Vitamin and Mineral Requirements (Report of a joint FAO/WHO expert consultation. Bangkok, Thailand 1998), Rom
- [36] FAO/WHO (2004), Vitamin and mineral requirements in human nutrition Second edition, Geneva
- [37] FAO/WHO, (1988). Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation (FAO Food and Nutrition Series, No. 23), Rome
- [38] FAO/WHO/UNU (2004), Report of a Joint Expert Consultation 2001, Human energy requirements, UNU, Rome
- [39] FAO/WHO/UNU, 1985, Energy and protein requirements, World Health Organization Technical Report Series 724, Geneva

- [40] FNRI, RECOMMENDED ENERGY AND NUTRIENT INTAKES (RENI) Philippines, 2002 Edition, <http://www.fnri.dost.gov.ph/reni/reni.htm> , Stand 19.12.2005
- [41] Food Safety Authority of Ireland (1999), Recommended Dietary Allowances for Ireland, Dublin
- [42] Freisling, 2002, Vergleichende Betrachtung nationaler und internationaler nutritiver Referenzwerte, Diplomarbeit, Universität Wien
- [43] Hoare J. et. al. The National Diet & Nutrition Survey: adults aged 19 to 64 years (2003) The Stationery Office, Norwich
- [44] IOM (1997), Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorous, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride, National Academy Press, Washington D.C.
- [45] IOM (1998),. Dietary reference intakes: A Risk Assessment Model for Establishing Upper Intake Levels for Nutrients. Washington DC: The National Academy Press
- [46] IOM (2000), Dietary Reference Intakes for Vitamin C, Vitamin E, Selenium, and Carotenoids, National Academy Press, Washington D.C.
- [47] IOM (2001), Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc, National Academy Press, Washington D.C.
- [48] IOM (2002), Dietary reference intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and amino acids. Washington D.C: The National Academies Press, 2002
- [49] IOM (2004), Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate, National Academy Press, Washington D.C.
- [50] IOM (2006), Mineral Requirements for Military Personnel, National Academy Press, Washington D.C.
- [51] IOM (2006), Nutrient Composition of Rations for Short-Term, High Intensity Combat Operations, National Academy Press, Washington D.C.
- [52] IZiNCG (International Zinc Nutrition Consultative Group). Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Food and Nutrition Bulletin 25: S91-S202, 2004. United Nations University (UNU) Press (2004)
- [53] Kim S.H., KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Mengenelement http://image.campushompage.com/users/knsweb/ssugi513/DRIs/050718_4.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [54] Kim S.H., Minerals, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushompage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS1_Dr.KimSH.pdf (Stand 20.04.06)
- [55] KNS, Dietary Reference Intakes for Koreans 2005, Summery, [http://image.campushompage.com/users/knsweb/ssugi513/DRIs/0603_K DRIs_Sum\(Eng\).pdf](http://image.campushompage.com/users/knsweb/ssugi513/DRIs/0603_K DRIs_Sum(Eng).pdf) (Stand 20.04.06)
- [56] Lee Y.S., Calcium, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushompage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS2_Dr.LeeYS.pdf (Stand 20.04.06)

- [57] Lim H.J., Sodium, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS2_Dr.LimHJ.pdf (Stand 20.04.06, koreanisch)
- [58] Meyers L. Basis and framework of development of DRIs: EAR, RDA and AI, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Sym1_Dr.Meyers.pdf (Stand 20.04.06)
- [59] Ministry of Health and Welfare, Dietary Reference Intakes for the Japanese (edition 2005), <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2004/11/h1122-2.html> (japanisch), (Stand 13.04.2006)
- [60] Moon H.G., KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Alter und Antropometrie http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRIs/050718_2.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [61] NCCFN, Ministry of Health Malaysia (2005) Recommended Nutrient Intakes for Malaysia, YKL Print, Shah Alam Auch als pdf downloadbar: <http://www.moh.gov.my/rni.htm> 19.12.2005
- [62] NHMRC (1991), Recommended Dietary Intakes for Use in Australia, AGPS Press, Canberra
- [63] NHMRC (2004), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes Draft, NHMRC, Canberra
- [64] NHMRC (2004), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes; Evidence Appendix Draft, NHMRC, Canberra
- [65] NHMRC (2004), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes; Executive Summary Draft, NHMRC, Canberra
- [66] NHMRC (2006), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes, NHMRC, Canberra
- [67] NHMRC (2006), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes; Evidence Appendix, NHMRC, Canberra
- [68] NHMRC (2006), Nutrient Reference Values for Australia and New Zealand including Recommended Dietary Intakes; Executive Summary, NHMRC, Canberra
- [69] NICUS, DRIs Dietary Reference Intakes, NICUS, Stellenbosch, 2003 (auch als pdf unter www.sun.ac.za/nicus erhältlich [Stand 06.10.05])
- [70] Nordic Council of Ministers, Nordic Nutrition Recommendations 2004, 4th edition, Copenhagen, Nordic Council of Ministers 2004
- [71] Oberbuecher, 1996, Vergleich der aktuellen deutschen, europäischen und amerikanischen Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr, Diplomarbeit, Universität Wien
- [72] Paik H.Y., International Perspectives of Reference Levels of Nutrient Intakes - KOREA, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Sym2_Dr.Paik.pdf (Stand 20.04.06)

- [73] SACN (2002), SACN/02/26: Paper for information: Key dietary recommendations, <http://www.sacn.gov.uk/> (Stand: 04.05.2006)
- [74] SACN (2003), Salt and Health, The Stationery Office, Norwich
- [75] SACN (2005), Paper for Discussion: Selenium, SACN/05/16
- [76] Sasaki S., Evidence-based methods for establishing DRIs: Japanese experience - Use of systematic review process, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Sym1_Dr.Sasaki.pdf (Stand 20.04.06)
- [77] SCF (1993) Reports of the Scientific Committee on Food, Büssel
- [78] SCF (2000), Guidelines of the Scientific Committee on Food for the development of tolerable upper intake levels for vitamins and minerals, SCF/CS/NUT/UPPLEV/11 Final, Brüssel
- [79] SCF (2000). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of selenium. SCF/CS/NUT/UPPLEV/25 Final, Büssel
- [80] SCF (2001). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of magnesium. SCF/CS/NUT/UPPLEV/54 Final, Büssel
- [81] SCF (2002). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of iodine. SCF/CS/NUT/UPPLEV/26 Final, Büssel
- [82] SCF (2003). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of zinc. SCF/CS/NUT/UPPLEV/62 Final, Büssel
- [83] SCF (2003). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of calcium SCF/CS/NUT/UPPLEV/64 Final, Büssel
- [84] SCF, Büssel, (2000). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Manganese SCF/CS/NUT/UPPLEV/21 Final
- [85] SCF, Büssel, (2000). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Molybdenum SCF/CS/NUT/UPPLEV/22 Final
- [86] SCF, Büssel, (2003). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Copper SCF/CS/NUT/UPPLEV/57 Final
- [87] SCF, Büssel, (2003). Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable Upper Intake Level of Trivalent Chromium SCF/CS/NUT/UPPLEV/67 Final
- [88] Seo J.S. , KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Fettlösliche Vitamine http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRIs/050718_7.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [89] Seo J.S., Fat-soluble vitamins (Vit A,D,E,K) , KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS1_Dr.Seo.pdf (Stand 20.04.06)
- [90] Shetty P., Harmonization of Reference Levels of Nutrient Intakes for Global Use: What Role for International Agencies? KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_Plenary3_Dr.Shetty.pdf (Stand 20.04.06)

- [91] Shin D.S., Iodine, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS2_Dr.Shin.pdf (Stand 20.04.06, koreanisch)
- [92] Società Italiana di Nutrizione Umana (1996), Livelli di Assunzione Raccomandati di Energia e Nutrienti per la Popolazione Italiana, così come appaiono nella revisione <http://www.sinu.it/larn.asp> (italienisch), Stand 13.04.2006)
- [93] The Japanese Society of Nutrition and Food Science (2000) , 6th REVISION OF RECOMMEDED DIETARY ALLOWANCES (RDA) FOR THE JAPANESE, <http://humpty.nih.go.jp/eishoku/topicsfig/tipics001.html> (Stand 24.10.2005)
- [94] USDA, Dietary Guidelines for Americans 2005 U.S. Government Printing Office, Washington, DC
- [95] Yoon J.S. , KDRI public hearing (18.07.2005, Chunggang), Koreanische DRI Grundlagen und Design http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/DRI/050718_1.pdf (koreanisch, Stand 06.05.2006)
- [96] Yoon J.S., Overview of DRIs for Korean, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes -National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS1_Dr.YoonJS.pdf (Stand 20.04.06, koreanisch)
- [97] Yu K., Iron, KNS International Symposium, Dietary Reference Intakes - National and International Perspectives 3-5.11.2005, Gyeongju, http://image.campushomepage.com/users/knsweb/ssugi513/news/05_fall_SS2_Dr.Yu.pdf (Stand 20.04.06, englisch/koreanisch)

Anhang I

Referenzwerte pro Kilogramm Körpergewicht

Tabelle AI.1 Vergleich der Referenzwerte für Calcium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

		Monate			Jahre																																	
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-
Geschlecht	Eh						45,3			37,7		31,3	26,1						19,2-39,0							14,7											19,1	
	m	46,3									32,7	24,4	20,1					22,9-37,5	25,4	18,8				16,8	10,6		17,5								22,8			
WHO	w																																					
	m																																					
EU	w																																					
	m																																					
DACH	w	45,0	48,0									45,0	37,0	34,0					29,0	24,0	24,0	24,0	18,0	21,0	15,1	12,2	14,0	14,0	17,0	18,0	14,0	14,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	
	m																																					
NNC	w																																					
	m																																					
UK	w	89,0	68,2					59,0	53,6	27,8	25,3	19,4					23,2	18,3	23,5	16,8	10,5	12,9	9,5	15,5	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
	m																																					
IRL	w	89,0	68,2					59,7	54,1	62,1	43,4	29,3					28,5	28,2	28,2	22,7	14,0	12,1	11,3	20,2	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
FR	w	71,4					58,8					37,9	37,0	33,3	35,7					25,2	24,3	22,0	11,3	19,8	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
BE	w	160					67,0					63,0	43,0	29,0	24,0					24,0	23,0	22,0	11,3	20,0	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m	167					71,0					67,0	44,0	29,0	23,0					23,0	22,0	22,0	11,3	20,0	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
IT	w									70,6					64,0	42,1	35,7					27,3	27,9	22,4	17,9	19,8	22,7	14,0	11,3	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
USA/CA	w	30,0					30,0					38,5	36,4					32,5	32,5	32,5	23,8	24,4	14,3	20,0	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
AUS/NZ	w	30,0					30,0					38,5	31,8					32,5	32,5	32,5	23,8	24,4	14,3	20,0	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
CN	w	50,0					44,4					46,2	42,7	29,6					32,5	32,5	32,5	23,8	24,4	14,3	20,0	22,7	14,0	11,7	9,9	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	
	m																																					
JP	w	30,3	35,9	26,1	25,0	26,8					20,0	20,0	18,9	14,2					18,9	14,2	14,0	13,2	11,4	9,6	10,9	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	
	m	32,8	34,4	30,1	29,4	26,6					18,6	18,6	17,0	14,0					17,0	14,0	14,0	13,2	11,4	9,6	10,9	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	13,1	
KR	w	30,8	36,8	29,4	23,2	20,2					20,2	20,2	15,7	12,4					15,7	12,4	12,4	11,6	11,0	10,6	11,6	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	
	m																																					
MY	w	50,0	50,0	44,4	44,4	44,4					41,7	33,3	26,9	27,8					18,9	16,9	13,1	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	
	m	50,0	50,0	44,4	44,4	44,4					45,5	33,3	28,0	27,0					20,4	19,2	15,4	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0		
PH	w	33,3	38,5	28,9	29,2	29,4					38,5	28,9	29,2	29,4					20,4	20,4	17,2	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	12,7	
	m																																					

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.2 Vergleich der Referenzwerte für Phosphat, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

		Alter		Monate					Jahre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
				0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Geschlecht	Eh																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	m	w																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
WHO	m	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
	w	-																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
EU	m	mg/kg	24,5	19,0	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3	24,5	19,0	19,0	19,0	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.3 Vergleich der Referenzwerte für Magnesium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

		Alter		Monate						Jahre																																		
	Geschlecht			0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-			
		Eh	mg/kg	4,0		4,5								4,0	3,7						3,4-6,9 3,9-6,3	3,8 3,9																						
WHO	m		mg/kg			6,1						6,9	6,5	7,3							7,1 6,6	5,0 5,7	2,3-7,5 2,6-8,7																					
EU	m		mg/kg			9,1																																						
	w		mg/kg																																									
DACH	m		mg/kg	4,9	7,1							6,0	6,3	6,4							6,1 6,4	6,0 6,2	5,4 5,2	4,7 5,1																				
	w		mg/kg			8,8						7,3	7,5	7,9							7,5 7,3	6,1 5,2	4,6 4,5																					
NNC	m		mg/kg																																									
	w		mg/kg																																									
UK	m		mg/kg	9,3	7,8				8,2			6,7	6,7	7,1							6,5 6,4	4,7 4,5	4,1 4,4																					
	w		mg/kg																																									
IRL	m		mg/kg	9,3	7,8				8,2																																			
	w		mg/kg																																									
FR	m		mg/kg	7,1				8,8				6,1	6,9	7,4							8,3 7,5	6,8 6,8	6,0 6,0																					
	w		mg/kg																																									
BE	m		mg/kg	16-24				7-9				6-7	6-9	6-7							6-7 6-7	4-5 5-6	6-6 6-6																					
	w		mg/kg	17-25				7-9				7-7	7-9	6-7																														
IT	m		-					-				-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w		-																																									
USA/CA	m		mg/kg	4,3					8,3			6,2	5,9								6,0 6,0	6,4 6,3	5,3 5,1																					
	w		mg/kg																																									
AUS/NZ	m		mg/kg	4,3					8,3			6,2	5,9								6,0 6,0	6,4 6,3	5,3 5,1																					
	w		mg/kg																																									
CN	m		mg/kg	5,0				7,8				7,7	8,0	9,3							8,3 8,5	6,2 7,0	5,6 6,3																					
	w		mg/kg																																									
JP	m		mg/kg	3,2				3,6				5,9	6,0	6,1							5,9 5,9	6,0 5,9	5,4 5,4																					
	w		mg/kg	3,4				3,9				6,4	6,3	6,0																														
KR	m		mg/kg	4,6				6,0				6,1	6,1	5,9							5,8 6,1	6,0 6,0	5,2 5,0																					
	w		mg/kg																																									
MY	m		-					-				-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w		-									-	-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PH	m		mg/kg	4,3				6,0				5,0	4,0	4,2							4,6 4,6	4,5 4,5	4,0 4,0																					
	w		mg/kg																																									

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.5 Vergleich der Referenzwerte für Iod, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Alter	Monate								Jahre																													
			0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-	
WHO	m	Eh	13,9							10,2	5,9			4,9	3,7						2,6	2,8	2,2		2,6	2,2											2,2	2,2		
	w	µg/kg																																					2,6	2,6
EU	m	µg/kg								5,7	5,7		4,9							3,0			2,2	2,0											2,0					
	w	µg/kg											6,3	5,2				4,8	2,8			2,5	2,3										2,3							
DACH	m	µg/kg	8,2		9,5						7,5							4,6			3,9	3,0	3,0	2,7	2,7	2,5	2,6									2,6				
	w	µg/kg																4,6	4,0		4,0	3,4	3,3	3,4	3,2	3,3														
NNC	m	µg/kg								5,5	6,0	5,6		4,8				4,0				2,6	2,0		1,9	2,0										2,0		2,1		
	w	µg/kg															3,9				2,8	2,4		2,4	2,4									2,4	2,4		2,4			
UK	m	µg/kg	8,5	7,8			6,7		6,1		5,6		5,6			3,9				3,0		2,2	1,9			2,0														
	w	µg/kg																																						
IRL	m	µg/kg	8,5	7,8			6,8		6,2		5,4		4,9	3,7						2,9	2,2	2,2	2,0			2,0										2,0		2,0		
	w	µg/kg																		2,8	2,5	2,5	2,3			2,3										2,3	2,3			
FR	m	µg/kg	7,1				5,9				6,1		4,8	4,4				4,5			3,2	2,5	2,1			2,1										2,1	2,1			
	w	µg/kg																		3,0		2,8												2,5			2,5			
BE	m	µg/kg	36-41	31			10				7		5	4				4				2																		
	w	µg/kg	38-43	33			11				8		5	4				4				3														2		3		
IT	m	µg/kg					5,9				5,6		4,7	4,3				3,4				2,5	2,3			2,3								2,3						
	w	µg/kg																3,5				2,8	2,7			2,7														
USA/CA	m	µg/kg	15,7					14,4			6,9		4,1					3,0			2,3		2,0		2,0	2,0									2,0		2,0			
	w	µg/kg																3,0			2,6		2,5		2,5	2,5										2,5				
AUS/NZ	m	µg/kg	12,9					12,2			6,9		4,1					3,0			2,3		2,0		2,0	2,0										2,0		2,0		
	w	µg/kg																3,0			2,6		2,5		2,5	2,5											2,5			
CN	m	µg/kg	8,3				5,6				3,8		4,8	3,3						2,9	2,7	2,4			2,5															
	w	µg/kg																			3,0		2,7																	
JP	m	µg/kg	19,7				19,3				5,0		4,2	3,5		3,6		3,4			2,8		2,4		2,2	2,3											2,6			
	w	µg/kg	21,3				20,7				5,5		4,4	3,7		3,7		3,4		3,1		2,8	3,0		2,8	2,8											3,0			
KR	m	µg/kg	20,0				18,7				6,6		5,5	4,2		3,5				2,6		2,2			2,3	2,4	2,5									2,5	2,5			
	w	µg/kg																				2,6	2,6																	
MY	m	µg/kg	15,0				15,0				6,0		6,0	4,0				4,0					2,0	2,0		1,9										2,0		2,0		
	w	µg/kg	15,0				15,0				6,5		6,0	4,2				4,0				2,0	2,0	2,1	1,9										2,2	2,2				
PH	m	µg/kg	15,0				10,0				6,9		4,7	5,0				3,5			3,0	2,6	2,5		2,5											2,5				
	w	µg/kg																3,4		3,1		3,0	2,9		2,9											2,9				

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.6 Vergleich der Referenzwerte für Zink, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Alter	Monate												Jahre																															
			0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75+								
WHO	m	mg/kg	0,43				0,46			0,31	0,25	0,21	0,13-0,26 0,13-0,21			0,10			0,09	0,10																										
	w								0,33	0,33	0,26			0,23 0,21			0,15 0,13			0,14	0,15 0,13																									
EU	m	mg/kg				0,46																																								
	w													0,24			0,14			0,12	0,14			0,14			0,15			0,13																
DACH	m	mg/kg	0,20		0,24				0,23	0,26	0,26	0,28			0,21			0,18			0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12					
	w								0,43	0,37						0,29			0,21	0,21			0,17	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11					
NNC	m	mg/kg				0,55										0,21			0,15			0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13					
	w								0,68	0,52	0,40	0,37	0,25				0,21			0,21	0,21	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12					
UK	m	mg/kg	0,68		0,52		0,56	0,51		0,40	0,37	0,25				0,21			0,15			0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13					
	w															0,21			0,21	0,21	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12					
IRL	m	mg/kg	0,68		0,52		0,57	0,52		0,31	0,33	0,26				0,21			0,15			0,14	0,14			0,14			0,14			0,14			0,14			0,14			0,14					
	w															0,21			0,21	0,21	0,13	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12				
FR	m	mg/kg	0,89				0,59			0,45	0,37	0,30				0,36			0,27			0,20	0,18	0,17	0,18			0,18			0,18			0,18			0,18			0,18						
	w															0,20			0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10			0,10			0,10			0,10			0,10			0,10							
BE	m	mg/kg					0,40			0,30	0,30	0,30				0,20			0,10			0,10	0,10			0,10			0,10			0,10			0,10			0,10			0,10					
	w									0,30	0,30	0,30				0,20			0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10			0,10			0,10			0,10			0,10			0,10							
IT	m	mg/kg				0,47				0,32	0,32	0,25				0,20			0,15			0,15	0,13	0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13						
	w																0,21			0,21	0,21	0,13	0,13	0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13						
USA/CA	m	mg/kg	0,29				0,33			0,23	0,23				0,20			0,17			0,14	0,14	0,14	0,14			0,14			0,14			0,14			0,14			0,14							
	w															0,20			0,20	0,20	0,13	0,13	0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13							
AUS/NZ	m	mg/kg	0,29				0,33			0,23	0,18				0,15			0,20			0,18	0,18	0,18	0,18			0,18			0,18			0,18			0,18			0,18							
	w															0,15			0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13							
CN	m	mg/kg	0,25				0,89			0,69	0,64	0,50				0,43			0,34			0,24	0,19			0,21			0,21			0,21			0,21			0,21			0,21					
	w															0,37			0,31	0,31	0,21	0,21	0,21	0,21			0,21			0,21			0,21			0,21			0,21							
JP	m	mg/kg	0,30				0,34			0,34	0,36	0,26				0,23			0,17			0,14	0,14	0,14			0,14			0,14			0,14			0,14			0,14							
	w									0,36	0,38	0,28	0,22	0,20			0,15			0,14	0,14	0,14	0,13			0,13			0,13			0,13			0,13			0,13								
KR	m	mg/kg	0,31				0,27			0,25	0,25	0,21				0,20			0,16			0,15	0,15	0,15	0,15			0,15			0,15			0,15			0,15			0,15						
	w															0,21			0,17	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15			0,15			0,15			0,15			0,15			0,15						
MY	m	mg/kg	0,18				0,46			0,34	0,28	0,22				0,25			0,17			0,15	0,15	0,15	0,15			0,15			0,15			0,15			0,15			0,15						
	w									0,37	0,28	0,23				0,20			0,15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14			0,14			0,14			0,14			0,14			0,14						
PH	m	mg/kg	0,23				0,47			0,35	0,28	0,23				0,20			0,18			0,18	0,18	0,18	0,18			0,18			0,18			0,18			0,18			0,18						
	w															0,17			0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15			0,15			0,15			0,15			0,15			0,15							

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.7 Vergleich der Referenzwerte für Selen, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

		Alter	Monate					Jahre																															
	Geschlecht		0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-
	WHO	m	µg/kg	0,93				1,13			1,28			1,15	0,78					0,47-0,96 0,46-0,75							0,50											0,49	
		w	µg/kg								0,82			0,81	0,91					0,89	0,82				0,76	0,83		0,46							0,87		0,44		
	EU	m	µg/kg					0,91																															
		w	µg/kg																						0,85	0,96									0,99				
	DACH	m	µg/kg	1,02-3,06	0,83-3,57						0,75-3,02			0,78-2,35	0,75-1,87					0,67-1,6	0,49-1,18	0,45-1,04				0,41-0,95	0,41-0,95							0,42-0,97		0,44-1,03			
		w	µg/kg																0,64-1,53	0,5-1,19	0,52-1,21				0,5-1,17	0,51-1,19							0,53-1,23		0,55-1,27				
	NNC	m	µg/kg					1,65			1,72	1,55			1,19				1,07						0,88	0,66							0,65		0,68		0,68		
		w	µg/kg								1,04								1,04					0,75	0,65		0,63					0,63		0,63		0,65			
	UK	m	µg/kg	1,69		1,69		1,12		1,02	1,19			1,12	1,06					1,04					1,09	1,01										1,06			
		w	µg/kg																	1,03				1,08	1,00														
	IRL	m	µg/kg	1,69		1,69		1,14		1,03	0,78			0,81	0,91					0,83				0,76	0,83											0,87			
		w	µg/kg																	0,82				0,85	0,96											0,99			
	FR	m	µg/kg	2,68				2,35			1,52			1,59	1,48				1,34					1,05	0,82		0,86								1,00		1,14		
		w	µg/kg																1,01				1,01		0,92	0,83							1,00		1,33		1,33		
	BE	m	µg/kg	4,0-4,5	4,5		1,7				1,6			1,1	1,1				1,0						0,8										1,1		1,1		
		w	µg/kg	4,2-4,8	4,8		1,8				1,7			1,1	1,1				1,1					0,9									1,2		1,3				
	IT	m	µg/kg					0,94			0,80			0,79	0,89					0,80				0,74	0,85		0,85						0,85	0,98		0,85			
		w	µg/kg																0,81					0,84	0,98														
	USA/CA	m	µg/kg	2,14				2,22			1,54			1,36				1,00						0,86	0,72		0,72							0,72		0,72			
		w	µg/kg															1,00					0,96	0,90		0,90							0,90		0,90		0,90		
	AUS/NZ	m	µg/kg	1,71				1,67			1,92			1,36				1,25					1,02			0,86								0,86	0,86		0,86		0,86
		w	µg/kg															1,25					1,14			0,90							0,90		0,90		0,90		
	CN	m	µg/kg	2,50				2,22			1,54			1,33	1,30					1,07				0,88		0,79							0,82						
		w	µg/kg																1,10				1,00		0,89								0,93						
	JP	m	µg/kg	2,42				2,16			0,76			0,60	0,65				0,56						0,51		0,47						0,51		0,47		0,52		
		w	µg/kg	2,62				2,32			0,73			0,63	0,69	0,55			0,56					0,55		0,50		0,47					0,47		0,47		0,50		
	KR	m	µg/kg	1,31				1,21			1,64			1,53	1,26				1,16					0,94								0,76	0,79	0,83		0,84	0,84		
		w	µg/kg												1,31				1,23					1,13								0,89	0,92	0,96		1,00	1,00		
	MY	m	µg/kg	1,00				1,13			1,42			1,17	0,85				0,78						0,53	0,47		0,54					0,52		0,52		0,58	0,51	
		w	µg/kg	1,00				1,13			1,55			1,17	0,88				0,62					0,47	0,44		0,48					0,44		0,44		0,51		0,47	
	PH	m	µg/kg	1,00				1,11			1,23			1,16	0,83				0,62					0,62		0,53		0,53					0,53		0,53		0,53		
		w	µg/kg																0,60					0,63		0,72		0,61				0,61		0,61		0,61		0,61	

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle A1.8 Vergleich der Referenzwerte für Fluor, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

[illegible]

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.10 Vergleich der Referenzwerte für Mangan, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Monate								Jahre																														
		Alter	0-<3	3-<4	4-<5	5-<6	6-<7	7-<9	9-<10	10-<12	1-<2	2-<3	3-<4	4-<6	6-<7	7-<8	8-<9	9-<10	10-<11	11-<12	12-<13	13-<14	14-<15	15-<16	16-<18	18-<19	19-<20	20-<25	25-<30	30-<31	31-<50	50-<51	51-<55	55-<60	60-<61	61-<65	65-<70	70-<75	75-<	
WHO	m	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EU	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DACH	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NNC	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UK	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IRL	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IT	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
USA/CA	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
AUS/NZ	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
CN	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
JP	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
MY	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PH	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle A1.13 Vergleich der Referenzwerte für Natrium, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Alter	Monate												Jahre																									
			0-<3	3-<4	4-<5	5-<6	6-<7	7-<9	9-<10	10-<12	1-<2	2-<3	3-<4	4-<6	6-<7	7-<8	8-<9	9-<10	10-<11	11-<12	12-<13	13-<14	14-<15	15-<16	16-<18	18-<19	19-<20	20-<25	25-<30	30-<31	31-<50	50-<51	51-<55	55-<60	60-<61	61-<65	65-<70	70-<75	75-	
WHO	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EU	m	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DACH	m	20	21	-	-	-	-	-	-	-	23	21	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	mg/kg	20	21	-	-	-	-	-	-	23	21	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NNC	m	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	mg/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
UK	m	mg/kg	36	36	36	36	36	36	36	40	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	mg/kg	36	36	36	36	36	36	36	40	39	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IRL	m	mg/kg	36	36	36	36	36	36	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	mg/kg	36	36	36	36	36	36	36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
FR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BE	m	9-18	10-19	3-5	3-5	3-5	3-5	16-38	15-44	18-40	16-38	15-44	16-38	15-44	12-38	12-38	8-26	9-53	10-61	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	
	w	mg/kg	10-19	3-5	3-5	3-5	3-5	16-38	15-44	18-40	16-38	15-44	16-38	15-44	12-38	12-38	8-26	9-53	10-61	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	10-63	9-55	
IT	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
USA/CA	m	mg/kg	17	41	19	19	19	55	77	77	55	38	38	23	26	20	25	21	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
	w	mg/kg	17	41	19	19	19	55	77	77	55	38	38	23	26	20	25	21	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	
AUS/NZ	m	mg/kg	17	19	19	19	19	14-27	15-31	15-31	14-27	10-20	10-20	7-14	8-16	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	
	w	mg/kg	17	19	19	19	19	14-27	15-31	15-31	14-27	10-20	10-20	7-14	8-16	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	
CN	m	33	56	56	56	56	56	48	50	50	48	37	37	32	35	35	39	41	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
	w	mg/kg	33	56	56	56	56	48	50	50	48	37	37	32	35	35	39	41	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36	
JP	m	15	68	73	73	73	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	mg/kg	15	68	73	73	73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KR	m	18	41	41	41	41	41	61	66	66	61	50	52	52	52	52	24	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
	w	mg/kg	18	41	41	41	41	61	66	66	61	50	52	52	52	52	24	23	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24		
MY	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PH	m	27	22	22	22	22	22	16	20	20	19	16	16	16	16	16	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		
	w	mg/kg	27	22	22	22	22	16	20	20	19	16	16	16	16	16	10	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7		

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle A1.15 Vergleich der Referenzwerte für Chlorid, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Monate												Jahre																											
		Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-		
WHO	m	Eh	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
EU	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DACH	m	mg/kg	41	32	32	32	32	32	34	32	32	32	26	26	21	20	21	20	16	17	12	14	12	11	11	14	14	15	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
	w	/kg	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NNC	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
UK	m	mg/kg	54	52	52	56	51	51	63	62	62	64	64	58	57	58	57	39	45	34	42	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40	35	40
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
IRL	m	mg/kg	54	52	52	57	52	52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
FR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BE	m	mg/kg	14-28	15-30	15-30	4-8	4-8	4-8	28-63	32-59	32-59	22-73	22-73	18-74	18-73	18-73	18-73	12-51	14-58	11-69	11-69	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72	12-72
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IT	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
USA/CA	m	mg/kg	26	63	63	63	63	63	115	86	86	86	86	58	58	58	58	36	40	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38	30	38
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
AUS/NZ	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CN	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
JP	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
KR	m	mg/kg	28	62	62	62	62	62	98	92	92	80	80	67	71	67	71	46	49	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43	36	43
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MY	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
PH	m	mg/kg	40	34	34	34	34	34	32	31	31	24	24	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AI.16 Vergleich der empfohlenen Energiezufuhr, bezogen auf ein Kilogramm Körpergewicht

	Geschlecht	Alter	Monate								Jahre																														
			0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75+		
WHO	m	MJ/kg	0,37				0,33				0,32-0,34	0,28-0,31	0,27-0,28					0,21-0,27	0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,17											0,15		
	w	MJ/kg																0,19-0,24	0,22	0,24	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,16		0,17								0,14		0,15		
EU	m	MJ/kg					0,40				0,40	0,36	0,29																												
	w	MJ/kg																																					0,14	0,14	
DACH	m	MJ/kg	0,40				0,35				0,34	0,32	0,28					0,25	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,14	0,14					
	w	MJ/kg																0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,17	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14								
NNC	m	MJ/kg	-					0,35			0,35	0,33	0,31					0,26	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
	w	MJ/kg																0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
UK	m	MJ/kg	0,38	0,36	0,37	0,38					0,40	0,38	0,27						0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,18	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	w	MJ/kg																	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14		
IRL	m	MJ/kg	0,38	0,36	0,38	0,38					0,40	0,36	0,29					0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,19	0,19	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	
	w	MJ/kg																0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21		
FR	m	MJ/kg	0,38				0,39				0,36	0,32	0,30					0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,24	0,22	0,22	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	
	w	MJ/kg																	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,20	0,20	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15		
BE	m	MJ/kg	2,40	2,27	2,41	0,40					0,40	0,37	0,30						0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16		
	w	MJ/kg	2,36	2,26	2,41	0,40					0,40	0,35	0,27						0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16		
IT	m	MJ/kg									0,41	0,37	0,29						0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,16	0,16	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14		
	w	MJ/kg																	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16			
USA/CA	m	MJ/kg	0,34				0,35				0,34	0,33		0,33				0,24	0,22	0,22	0,22	0,22	0,21	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	w	MJ/kg																0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17			
AUS/NZ	m	MJ/kg	0,32				0,33				0,33	0,29		0,29				0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18		
	w	MJ/kg																0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17			
CN	m	MJ/kg	0,40				0,40				0,38	0,34	0,29					0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,21	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18		
	w	MJ/kg																0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,19	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17			
JP	m	MJ/kg	0,38				0,33				0,37	0,35	0,30	0,29				0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,22	0,20	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	w	MJ/kg	0,38				0,33				0,36	0,33	0,28	0,28				0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,21	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17			
KR	m	MJ/kg	0,39				0,34				0,34	0,36	0,28	0,28				0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,20	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17			
	w	MJ/kg																0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,18	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16			
MY	m	MJ/kg	0,39				0,33				0,34	0,31	0,29					0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,21	0,21	0,20	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	w	MJ/kg	0,38				0,33				0,35	0,30	0,27					0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,19	0,19	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16			
PH	m	MJ/kg	0,39				0,33				0,34	0,28-0,31	0,28					0,26	0,26	0,26	0,26	0,26	0,23	0,20	0,18	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17		
	w	MJ/kg																0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,19	0,17	0,17	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15			

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Anhang II

Referenzwerte als Energiedichte

Tabelle All.1 Empfohlene Nährstoffdichte für Calcium im internationalen Vergleich

		Monate												Jahre																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
Geschlecht	Eh																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AII.7 Empfohlene Nährstoffdichte für Selen im internationalen Vergleich

		Monate				Jahre																																	
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-	
Geschlecht	Eh									3,8	3,8		3,8	2,8				2,2-3,6 2,5-3,1							2,7	2,7										3,3			
	m	2,5					3,4																																
	WHO	µg/MJ																																					
		w																																					
	EU	µg/MJ					2,3			2,0	2,3		2,3	3,2				3,7	4,2																				
	m																																						
	DACH	µg/MJ																																					
		m	2,6-7,7	2,4-10,2						2,2-8,8	2,5-7,4	2,7-6,7						2,7-6,4	2,3-5,4	2,4-5,6	2,5-5,8	3,2-7,4	3,5-8,2	3,2-7,4	3,5-8,2	2,7-6,7	2,4-5,6	3,2-7,4	3,5-8,2	2,7-6,7	2,4-5,6	3,2-7,4	3,5-8,2	2,7-6,7	2,4-5,6	3,2-7,4	3,5-8,2	2,7-6,7	2,4-5,6
		w																																					
	NNC	µg/MJ																																					
	m																																						
		w																																					
	UK	µg/MJ																																					
	m	4,5	4,7				3,0		2,7	3,0	2,9		2,9	3,9				4,9	6,1	7,1	7,4	7,6																	
		w																																					
	IRL	µg/MJ																																					
	m	4,5	4,7				3,0		2,7	1,9	2,3		2,3	3,2				3,6	3,9	4,6	6,2																		
		w																																					
	FR	µg/MJ																																					
	m	7,1					6,1			4,2	4,9		4,9	5,0				4,8	3,8	5,4	6,6																		
		w																																					
	BE	µg/MJ																																					
	m	1,7-2,0	1,9				4,2			4,0	2,9		2,9	3,6				4,1	4,3	5,5	7,0																		
		w																																					
	IT	µg/MJ																																					
	m	1,8-2,1	2,0				4,4			4,2	3,1		3,1	4,0				5,3	5,6	7,7	9,1																		
		w																																					
	USA/CA	µg/MJ																																					
	m	6,3					6,4			4,6	4,1		4,1					4,2	4,2	4,3	6,1																		
		w																																					
	AUS/NZ	µg/MJ																																					
	m	5,3					5,0			5,7	4,7		4,7					5,6	5,6	5,5	6,0																		
		w																																					
	CN	µg/MJ																																					
	m	6,3					5,6			4,0	3,9		3,9	4,4				4,2	4,2	4,4	5,4																		
		w																																					
	JP	µg/MJ																																					
	m	6,4					6,5			2,0	1,7		2,2	1,8				2,1	2,3	2,6	2,7																		
		w					7,0			2,0	1,9		2,5	2,0				2,2	2,6	2,7	2,9																		
	KR	µg/MJ																																					
	m	3,4					3,6			4,8	4,3		4,5	5,0				5,0	5,3	4,6	5,0																		
		w																																					
	MY	µg/MJ																																					
	m	2,6					3,4			4,1	3,7		3,7	3,0				3,1	2,5	3,2	3,2																		
		w																																					
	PH	µg/MJ																																					
	m	2,6					3,3			3,6			3,7	3,0				2,3	2,6	3,0	3,4																		
		w																																					

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AII.8 Empfohlene Nährstoffdichte für Fluor im internationalen Vergleich

		Monate												Jahre																									
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-	
Geschlecht	Eh																																						
WHO	m	-																																					
	w	-																																					
EU	m	-																																					
	w	-																																					
DACH	m	mg/MJ	0,13	0,17						0,15	0,18	0,15						0,21	0,24		0,29	0,31	0,25	0,30	0,32	0,36	0,39	0,40	0,45										
	w	-																																					
NNC	m	-																																					
	w	-																																					
UK	m	-																																					
	w	-																																					
IRL	m	-																																					
	w	-																																					
FR	m	mg/MJ	0,05			0,06				0,10	0,13	0,15						0,16		0,17	0,19	0,15	0,18	0,23	0,23	0,22	0,24	0,24	0,24	0,24	0,22						0,19	0,22	
	w	-																																					
BE	m	-																																					
	w	-																																					
IT	m	-																																					
	w	-																																					
USA/CA	m	mg/MJ	0,004			0,16				0,16	0,14						0,21	0,23	0,23	0,30	0,30	0,23	0,31	0,31	0,31	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31	0,31
	w	-																																					
AUS/NZ	m	mg/MJ	0,004			0,17				0,16	0,16						0,22	0,25	0,26	0,32	0,34	0,22	0,31	0,34	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
	w	-																																					
CN	m	mg/MJ	0,04			0,11				0,12	0,12	0,13					0,12	0,13	0,12	0,13	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16
	w	-																																					
JP	m	-																																					
	w	-																																					
KR	m	mg/MJ	0,004			0,16				0,14	0,15						0,25	0,28	0,25	0,30	0,25	0,30	0,27	0,30	0,32	0,35	0,33	0,33	0,35	0,31	0,33	0,33	0,33	0,36	0,36	0,37	0,37	0,36	0,36
	w	-																																					
MY	m	-																																					
	w	-																																					
PH	m	mg/MJ	0,004			0,17				0,16	0,17	0,18					0,19	0,22	0,21	0,27	0,21	0,24	0,29	0,30	0,29	0,30	0,32	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,38	0,42	0,42	0,42	0,42
	w	-																																					

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AII.9 Empfohlene Nährstoffdichte für Kupfer im internationalen Vergleich

		Alter		Monate						Jahre																																	
	Geschlecht	Eh		0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12	1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-			
WHO	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
EU	m	mg/MJ						0,09				0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,14														
	w	mg/MJ										0,11-0,22	0,08-0,16	0,13-0,2	0,08-0,16	0,09-0,13	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,07	0,09	0,11-0,16	0,09-0,13	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2		
DACH	m	mg/MJ										0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,09	0,11-0,16	0,12-0,18	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2		
	w	mg/MJ										0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,09	0,11-0,16	0,12-0,18	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2		
NNC	m	mg/MJ										0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08	0,07	0,09	0,11-0,16	0,12-0,18	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2		
	w	mg/MJ										0,07	0,08	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,08	0,10	0,08	0,09	0,11-0,16	0,12-0,18	0,08-0,12	0,08-0,12	0,08-0,12	0,11-0,16	0,12-0,18	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2	0,11-0,16	0,13-0,2		
UK	m	mg/MJ										0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,15															
	w	mg/MJ										0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,15																
IRL	m	mg/MJ										0,14	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,15															
	w	mg/MJ										0,14	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,08	0,10	0,08	0,09	0,11	0,12	0,09	0,12	0,15																
FR	m	mg/MJ										0,19	0,12	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,14	0,13	0,14	0,11	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	
	w	mg/MJ										0,19	0,12	0,12	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,13	0,14	0,13	0,14	0,11	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	
BE	m	mg/MJ										0,03-0,04	0,04-0,1	0,08-0,19	0,08-0,2	0,09-0,22	0,08-0,24	0,08-0,24	0,08-0,24	0,08-0,26	0,08-0,26	0,08-0,26	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22	0,09-0,22
	w	mg/MJ										0,04	0,05-0,11	0,09-0,21	0,08-0,21	0,09-0,23	0,09-0,27	0,09-0,27	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	0,09-0,29	
IT	m	mg/MJ										0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
	w	mg/MJ										0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,10	0,08	0,09	0,10	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	
USA/CA	m	µg/MJ	84					70			77	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	67	89	89	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	
	w	µg/MJ										80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	89	
AUS/NZ	m	mg/MJ	0,09					0,07			0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,15	0,15	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13
	w	mg/MJ										0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
CN	m	mg/MJ	0,17					0,17			0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,18	0,18	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	
	w	mg/MJ										0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21		
JP	m	mg/MJ	0,12					0,10			0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
	w	mg/MJ	0,13					0,11			0,08	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	
KR	m	µg/MJ	90					95			72	65	65	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	
	w	µg/MJ										72	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	65	
MY	m	-	-					-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-					-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PH	m	-	-					-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-					-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle All.12 Empfohlene Nährstoffdichte für Molybdän im internationalen Vergleich

		Monate												Jahre																									
	Alter	0-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-9	9-10	10-12																														
		Eh									1-2	2-3	3-4	4-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-18	18-19	19-20	20-25	25-30	30-31	31-50	50-51	51-55	55-60	60-61	61-65	65-70	70-75	75-
Geschlecht	WHO	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	EU	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
DACH	m	µg/MJ	3,6	6,8-13,6	5,5-11,0	4,9-12,3	5,3-10,7	5,3-10,6	4,5-8,9	3,9-7,7	4,8-9,5	4,8	4,2-8,3	5,3-10,5	4,8-9,5	5,9-11,8	5,3-10,5	5,3-10,6	5,9-11,8	5,3-10,6	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	5,3-10,5	
	w	µg/MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
NNC	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
UK	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
IRL	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
FR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
BE	m	µg/MJ	3-6	2-4	6-11	5-10	4-11	6-18	8-26	6-22	8-28	6-20	8-27	6-20	8-25	10-32	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	
	w	µg/MJ	3-6	2-5	6-12	5-11	5-12	7-20	9-29	8-28	8-28	8-27	8-27	8-27	8-25	10-32	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	8-27	6-20	
IT	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
USA/CA	m	µg/MJ	0,8	1,0	3,9	3,0	3,0	3,6	3,2	3,2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	
	w	µg/MJ	0,8	1,0	3,9	3,0	3,0	3,9	4,3	4,3	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	
AUS/NZ	m	µg/MJ	0,9	1,0	3,9	3,4	3,4	3,8	3,7	3,7	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	
	w	µg/MJ	0,9	1,0	3,9	3,4	3,4	4,2	4,6	4,6	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	
CN	m	µg/MJ	-	-	3,0	3,1	3,8	5,0	4,2	5,3	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	6,2	
	w	µg/MJ	-	-	-	-	-	5,4	5,2	6,2	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	7,7	
JP	m	µg/MJ	-	-	-	-	-	-	-	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	
	w	µg/MJ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
KR	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
MY	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
PH	m	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	w	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

[illegible]

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle All.15
Empfohlene Nährstoffdichte für Chlorid im internationalen Vergleich

[illegible]

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf von WHO, EU, BE, IRL, IT und CN wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Anhang III

Referenzwerte pro Nation

Tabelle AIII.1 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FAO/WHO

Alter	KG	Energie	Ca	Mg	Fe	I	Zn	Se
	kg	MJ	mg	mg	(15%biover)	mg	(mittlere Biover)	µg
0–6 mon	6,5	2,4	300(400{c})	26(36{a})	{b}	90	2,8	6
7–12 mon	8,8	2,9	400	54	6,2	90	4,1	10
1–3	13,3	4,5	500	60	3,9	90	4,1	17
4–6	19,2	5,9	600	76	4,2	90	4,8	22
7–9	26,8	7,4	700	100	5,9	120 (6–12a)	5,6	21
Männlich								
10–18	33,3–67,8	9–14,3	1300{f}	230	9,7 (11–14a) 12,5 (15–18a)	150 (13–18a)	8,6	32
19–65	68	12,4	1000	260	9,1	150	7	34
65+	68	10,1	1300	224	9,1	150	7	33
Weiblich								
10–18	34,7–56,7	8,4–10,5	1300{f}	220	9,3{e} 21,8 (11–14a) 20,7 (15–18a)	150 (13–18a)	7,2	26
19–50	57	9,7	1000	220	19,6	150	4,9	26
51–65	57	9,6	1300	220	7,5	150	4,9	26
65+	57	8,6	1300	190	7,5	150	4,9	25
Schwangere								
1. Trimester		+0,3	–	220	{g}	200	5,5	–
2. Trimester		+1,1	–	220	{g}	200	7	28
3. Trimester		+2,1	1200	220	{g}	200	10	30
Stillende								
0–3 mon		+2,1	1000	270	10	200	9,5	35
3–6 mon		+2,1	1000	270	10	200	8,8	35
7–12 mon		–	1000	270	10	200	7,2	42

Quelle: [36], [38] Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

{b} Durch neonatalen Eisenspeicher abgedeckt

{c} Kuhmilch Nahrung

{d} Formula-Nahrung

{e} nicht menstruierend

{f} während Wachstumsschüben

{g} Supplemente (100mg)

– nicht spezifiziert

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Tabelle All.2 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach SCF (EU)

	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	Cu	Na	K
Alter	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	mg
6–11 mon		8,8	3,50	400	300	80	6	50	4	8	0,3	-
1–3		12,3	4,90	400	300	85	4	70	4	10	0,4	-
4–6		18,4	6,63	450	350	120	4	90	6	15	0,6	-
7–10		27,4	7,83	550	450	200	6	100	7	25	0,7	-
Männlich												
11–14		39,4	9,59	1000	775	280	10	120	9	35	0,8	-
15–17		59,5	11,56	1000	775	300	13	130	9	45	1	-
18+	66,3 (63,5{#})	12 (8,85{#})	700	550	150–500		9	130	9,5	55	1,1	575–3500
Weiblich												
11–14		42,6	8,37	800	625	280	22	120	9	35	0,8	-
15–17		52,9	8,89	800	625	300	21	130	7	45	1	-
18+	57,3 (55,5{#})	9 (7,7{#})	700	550	150–500	20 (8{e})	130	130	7	55	1,1	575–3500
Schwangere			0,75	700	550	150–500	{g}	130	7	55	1,1	3100
Stillende			1,73	1200	950	150–500	10	160	12	70	1,4	3100

Quelle: [77] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

{#} über 60a

{e} nicht menstruiierend

{g} durch Supplemente zu decken

Tabelle All.3 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach DACH (D, A, CH)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	I	Zn	Se	F	Cu	Mn	Cr	Mo	Na	Cl	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	µg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	mg	mg
Säuglinge							AD	CH										
0- <4 mon	4,9	1,95	220	120	24	0,5	40	50	1	5-15	0,25	0,2-0,6		1-10	7	100	200	400
4- <12 mon	8,4	2,95	400	300	60	8	80	50	2	7-30	0,5	0,6-0,7	0,6-1	20-40	20-40	180	270	650
Kinder																		
1- <4	13,25	4,55	600	500	80	8	100	90	3	10-40	0,7	0,5-1	1-1,5	20-60	25-50	300	450	1000
4- <7	19,15	6,1	700	600	120	8	120	90	5	15-45	1,1	0,5-1	1,5-2	20-80	30-75	410	620	1400
7- <10	26,7	7,5	900	800	170	10	140	120	7	20-50	1,1	1-1,5	2-3	20-100	40-80	460	690	1600
Männlich																		
10- <13	37,5	9,4	1100	1250	230	12	180	120	9	25-60	2,0	1-1,5	2-5	20-100	50-100	510	770	1700
13- <15	50,8	11,2	1200	1250	310	12	200	150	9	25-60	3,2	1-1,5	2-5	20-100	50-100	550	830	1900
15- <19	67	13,0	1200	1250	400	12	200	150	10	30-70	3,2	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
19- <25	74	12,5	1000	700	400	10	200	150	10	30-70	3,8	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
25- <51	74	12,0	1000	700	350	10	200	150	10	30-70	3,8	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
51- <65	72	10,5	1000	700	350	10	180	150	10	30-70	3,8	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
65 +	68	9,5	1000	700	350	10	180	150	10	30-70	3,8	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
Weiblich																		
10- <13	39,2	8,5	1100	1250	250	15	180	120	7	25-60	2,0	1-1,5	2-5	20-100	50-100	510	770	1700
13- <15	50,3	9,4	1200	1250	310	15	200	150	7	25-60	2,9	1-1,5	2-5	20-100	50-100	550	830	1900
15- <19	58	10,5	1200	1250	350	15	200	150	7	30-70	2,9	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
19- <25	60	10,0	1000	700	310	15	200	150	7	30-70	3,1	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
25- <51	59	9,5	1000	700	300	15	200	150	7	30-70	3,2	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
51- <65	57	8,5	1000	700	300	10	180	150	7	30-70	3,3	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
65 +	55	7,5	1000	700	300	10	180	150	7	30-70	3,4	1-1,5	2-5	30-100	50-100	550	830	2000
Schwangere		1,1	1000	800	310	30	230	200	10	30-70	3,5	1-1,5	2-5	30-100	50-100			
Stillende		2,7	1000	900	390	20	260	200	11	30-70	3,6	1-1,5	2-5	30-100	50-100			

Quelle: [13] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Tabelle AIII.4 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NCM (DK, FI, IS, NO, SE)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	Cu	Na {k}	K
	kg	MJ/d	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	g	g
<6 mon	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
6–11 mon	9,1	3,2	540	420	80	8	50	5	15	0,3		1,1
12–23 mon	11,6	4,1	600	470	85	8	70	5	20	0,3		1,4
2–5 y	16,1	5,3	600	470	120	8	90	6	25	0,4		1,8
6–9 y	25,2	7,7	700	540	200	9	120	7	30	0,5		2,0
Männlich												
10–13	37,5	9,8	900	700	280	11	150	11	40	0,7		3,3
14–17	57	12,3	900	700	350	11	150	12	50	0,9		3,5
18–30	76	13,8	800	600	350	9	150	9	50	0,9	2,8	3,5
31–60	77	13,3	800	600	350	9	150	9	50	0,9		3,5
61–74	74	12	800	600	350	9	150	9	50	0,9		3,5
>75	73	10,8	800	600	350	9	150	9	50	0,9		3,5
Weiblich												
10–13	38,3	8,6	900	700	280	11	150	8	40	0,7		2,9
14–17	53,5	9,6	900	700	280	15	150	9	40	0,9		3,1
18–30	62	10,7	800	600	280	15	150	7	40	0,9	2,4	3,1
31–60	63	10,4	800	600	280	9	150	7	40	0,9		3,1
61–74	63	9,5	800	600	280	9	150	7	40	0,9		3,1
>75	62	9,3	800	600	280	9	150	7	40	0,9		3,1
Schwangere		+1,5/+2,0 {o}	900	700	280	{g}	175	9	55	1,0		3,1
Stillende		+1,8-2,2	900	900	280	15	200	11	55	1,3		3,1

Quelle: [70] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

{g} durch Supplemente zu decken
{k} Zielwert
{o} 1/2. Schwangerschaftshälfte

Tabelle AIII.5 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach COMA (UK)

Alter	KG kg	Energie MJ	Ca mg	P mg	Mg mg	Fe mg	I µg	Zn mg	Se µg	Cu mg	Na {u} g	Cl g	K g
0-3mon		5,9	2,2	525	400	55	1,7	50	4	10	0,2	0,21	0,32
4-6mon		7,7	2,8	525	400	60	4,3	60	4	13	0,3	0,28	0,4
7-8mon		8,9	3,3	525	400	75	7,8	60	5	10	0,3	0,32	0,5
10-12mon		9,8	3,7	525	400	80	7,8	60	5	10	0,3	0,35	0,5
1-3		12,6	5,0	350	270	85	6,9	70	5	15	0,4	0,5	0,8
4-6		17,8	6,8	450	350	120	6,1	100	6,5	20	0,6	0,7	1,1
7-10		28,3	7,8	550	450	200	8,7	110	7	30	0,7	1,2	1,8
Männlich													
11-14		43,1	9,3	1000	775	280	11,3	130	9	45	0,8	1,6	2,5
15-18		64,5	11,5	1000	775	300	11,3	140	9,5	70	1	1,6	2,5
19-50		74	10,6	700	550	300	8,7	140	9,5	75	1,2	1,6	2,5
50+		71	9,8	700	550	300	8,7	140	9,5	75	1,2	1,6	2,5
Weiblich													
11-14		43,8	7,7	800	625	280	14,8	130	9	45	0,8	1,6	2,5
15-18		55,5	8,8	800	625	300	14,8	140	7	60	1	1,6	2,5
19-50		60	8,1	700	550	270	14,8	140	7	60	1,2	1,6	2,5
50+		62	7,9	700	550	270	8,7	140	7	60	1,2	1,6	2,5
Schwangere {i}			0,8										
16-50													
Stillende {i}													
0-4 mon			2,2	550	440	50			6	15	0,3		
4+ mon			2,4	550	440	50			2,5	15	0,3		

Quelle: [11] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

{u} bezieht sich auf die Werte von COMA 1991 ohne Berücksichtigung der der Empfehlung, nicht mehr als 6g Salz/Tag
{i} zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie

Tabelle AIII.6 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FSAI (IRL)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	Cu	Na	Cl	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	mg	mg
					{z}						{z}	{z}	
0–3 mon	5,9	2,22	525			55	1,7	50	4	10	0,3	210	320
4–6 mon	7,7	2,79	525			60	4,3	60	4	13	0,3	280	400
7–9 mon	8,8	3,32	525			75	7,8	60	5	10	0,3	320	500
10–12 mon	9,7	3,73	525			80	7,8	60	5	10	0,3	350	500
1–3	12,9	5,15	800	300	–		8	70	4	10	0,4	–	800
4–6	18,4	6,65	800	350	–		9	90	6	15	0,6	–	1100
7–10	27,4	7,83	800	450	–		10	100	7	25	0,7	–	2000
Männlich													
11–14	42,1	9,85	1200	775	–		13	120	9	35	0,8	–	3100
15–17	59,5	11,56	1200	775	–		14	130	9	45	1	–	3100
18–64	57,3	9,00	800	550	–		10	130	9,5	55	1,1	–	3100
65+	55,5	7,70	800	550	–		10	130	9,5	55	1,1	–	3100
Weiblich													
11–14	42,6	8,37	1200	625	–		14	120	9	35	0,8	–	3100
15–17	52,9	8,89	1200	625	–		14	130	7	45	1	–	3100
18–64	66,3	12,00	800	550	–		14	130	7	55	1,1	–	3100
65+	63,5	8,90	800	550	–		9	130	7	55	1,1	–	3100
Schwangere {p}		+1,7/+1,5/+1,0 {t}	1200	550	–		15	130	7	55	1,1	–	3100
Stillende {\$}		+1,5/+1,8/+1,92 {\$}	1200	950	–		15	160	12	75	1,4	–	3100

Quelle: [41] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

{p} 2. Schwangerschaftshälfte

{t} BMI vor Schwangerschaft 18,5-19,9 / 20,0-25,9 / >25,9 (kg/m2)

{z} UK Empfehlungen übernommen

{t} während der ersten 6 Monate

{s} 1./2./3. Monat

Tabelle AIII.7 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach AFFSA (FR)

	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Cu	Cr
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	µg
1–6mon	5,6	2,1										
7–12mon	8,7	3,4										
1–3	13	4,8	500	360	80	7	80	6	20	0,5	0,8	25
4–6	19	6,1	700	450	130	7	90	7	30	0,8	1	35
7–9	27	8,0	900	600	200	8	120	8	40	1,2	1,2	40
10–12	34	9,4	1200	830	280	10	150	12	45	1,5	1,5	45
Männlich												
(13–15)	48	11,6	1200	830	410	13	150	13	50	2	1,5	50
(16–19)	61	13,2	1200	830	410	13	150	13	50	2	1,5	50
Erwachsene	70	11,1	900	750	420	9	150	12	60	2,5	2	65
> 65 {x}{y}	70	10,5	1200	750	420	9	150	11	70	2,5	1,5	70
>75 {x}{y}	70	10,5	1200	800	400	10	150	12	80	2	1,5	?
Weiblich												
(13–15)	49	10,6	1200	830	370	16	150	10	50	2	1,5	50
(16–19)	55	11,0	1200	830	370	16	150	10	50	2	1,5	50
Erwachsene	60	8,8	900	750	360	16	150	10	50	2	1,5	55
> 55 {x}{y}	60	9,0	1200	800	360	9	150	11	60	2	1,5	60
>75 {x}{y}	60	9,0	1200	800	400	10	150	12	80	2	1,5	?
Schwangere												
7–9 mon		1,5	1000	800	400	30	200	14	60	2	2	60
Stillende		1,9	1000	850	390	10	200	19	60	2	2	55

Quelle: [2] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

{x} keine Angaben zum Körpergewicht vorhanden, daher wurde das Körpergewicht der Gruppe

"Erwachsene" angenommen

{y} Empfehlung von 36kJ/kg Körpergewicht

Tabelle All.8 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach CSH (BE)

Alter	KG m kg	KG w kg	Energie m MJ/d	Energie w MJ/d	Ca mg/d	P mg/d	Mg mg/d	Fe mg/d
0-6 mon	2,5	2,4	6,0	5,7	400	300	40-60	
0-3 mon	2,2	2,1	5,0	4,8				1,7
4-5 mon	2,9	2,7	7	6,5				4,3-10
6-11 mon	9,0	8,5	3,6	3,4	600	600	60-80	10
1-3	12,6	11,9	5,0	4,8	800	700	80-86	10
4-6	18,6	18,3	6,8	6,4	800	700	120-160	10
7-10	27,3	27,4	8,3	7,4	800	700	160-200	10
11-14	42,1	42,6	9,8	8,5	1000	900	250-300	10 / 22{d}
15-18	60,9	53,8	11,6	8,9	1200	1000	250-300	13{m}/9{e}/20{d}
Erwachsene	66,3	57,3	12,8	9,1	900	800	420{m}/330{w}	9{m}/8{e}/20{d}
>60	63,5	55,5	10,0	7,7	1200{h}	1000{h}	480{h}	10{h}
Schwangere				0,8	1200	1000	480	10
Stillende				1,7	1200	1000	480	10

Alter	I µg/d	Zn mg/d	Se µg/d	Cu mg/d	Mn mg/d	Mo µg/d	Na mg/d	Cl mg/d	K mg/d
0-6 mon							23-46{j}	35-71{j}	39-78{j}
0-3 mon	90	-	10	0,2	0,3-0,6	15-30			
4-5 mon	90	-	13	0,3-0,7	0,3-0,6	15-30			
6-11 mon	90	4	15	0,3-0,7	0,6-1,0	21-40	23-46{j}	35-71{j}	39-78{j}
1-3	90	4	20	0,4-1	1,0-1,5	25-50	225-500	350-800	800-1000
4-6	90	6	20	0,6-1,5	1,5-2,0	30-75	300-700	600-1100	1100-1400
7-10	120	7	30	0,7-2	2,0-3,0	50-150	400-1200	600-2000	1600-2000
11-14	150	9	40{m}/45{w}	0,8-2,5	2,0-5,0	75-250	500-1600	750-3100	2000-3100
15-18	150	9{m}/7{w}	50	1,0-2,5	2,0-5,0	75-250	500-1600	750-3100	2000-3100
Erwachsene	150	9,5{m}/7{w}	70	1,1	2,0-5,0	75-250	575-3500	750-4600	2000-4000
>60	150	-	70	1,1	2,0-5,0	75-250	575-3500	750-4600	2000-4000
Schwangere	200	7	70	1,1	2,0-5,0	75-250	575-3500	750-4600	2000-4000
Stillende	200	12	70	1,4	2,0-5,0	75-250	575-3500	750-4600	2000-4000

Quelle: [12] Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.
{d} menstruierte Frauen; {e} nicht menstruierte Mädchen/Frauen; {h} gilt auch für Frauen nach der Menopause;
{j} pro [kg] Körpergewicht; {m} männlich; {w} weiblich; Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Tabelle All.10 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach IOM (US, CA)

Alter	KG	Energie MJ		Ca mg	P mg	Mg mg	Fe mg	I µg	Zn mg	Se µg	F mg	Cu µg	Mn mg	Cr µg	Mo µg	Na g	Cl g	K g	
	kg																		
0-6 mon	7			2,39	210	100	30	0,27	110	2	15	0,01	200	0,003	0,2	2	0,12	0,18	0,4
7-12 mon	9			3,12	270	275	75	11	130	3	20	0,5	220	0,6	5,5	3	0,37	0,57	0,7
1-3	13			4,39	500	460	80	7	90	3	20	0,7	340	1,2	11	17	1	1,5	3
4-8	22			7,32	800	500	130	10	90	5	30	1	440	1,5	15	22	1,2	1,9	3,8
Männlich																			
9-13	40			9,57	1300	1250	240	8	120	8	40	2	700	1,9	25	34	1,5	2,3	4,5
14-18	64			13,24	1300	1250	410	11	150	11	55	3	890	2,2	35	43	1,5	2,3	4,7
19-30	76			12,88	1000	700	400	8	150	11	55	4	900	2,3	35	45	1,5	2,3	4,7
31-50	76			12,88	1000	700	420	8	150	11	55	4	900	2,3	35	45	1,5	2,3	4,7
51-70	76			12,88	1200	700	420	8	150	11	55	4	900	2,3	30	45	1,3	2	4,7
> 70	76			12,88	1200	700	420	8	150	11	55	4	900	2,3	30	45	1,2	1,8	4,7
Weiblich																			
9-13	40			8,70	1300	1250	240	8	120	8	40	2	700	1,6	21	34	1,5	2,3	4,5
14-18	57			9,95	1300	1250	360	15	150	9	55	3	890	1,6	24	43	1,5	2,3	4,7
19-30	61			10,09	1000	700	310	18	150	8	55	3	900	1,8	25	45	1,5	2,3	4,7
31-50	61			10,09	1000	700	320	18	150	8	55	3	900	1,8	25	45	1,5	2,3	4,7
51-70	61			10,09	1200	700	320	8	150	8	55	3	900	1,8	20	45	1,3	2	4,7
> 70	61			10,09	1200	700	320	8	150	8	55	3	900	1,8	20	45	1,2	1,8	4,7
Schwangere		Trimester																	
	1.	2.	3.																
14-18		9,9	11,4	11,84	1300	1250	400	27	220	13	60	3	1000	2	29	50	1,5	2,3	4,7
19-30		10,1	11,5	11,99	1000	700	350	27	220	11	60	3	1000	2	30	50	1,5	2,3	4,7
31-50		10,1	11,5	11,99	1000	700	360	27	220	11	60	3	1000	2	30	50	1,5	2,3	4,7
Stillende		1-6 mon	7-12 mon																
14-18		11,3	11,6		1300	1250	360	10	290	14	70	3	1300	2,6	44	50	1,5	2,3	5,1
19-30		11,5	11,8		1000	700	310	9	290	12	70	3	1300	2,6	45	50	1,5	2,3	5,1
31-50		11,5	11,8		1000	700	320	9	290	12	70	3	1300	2,6	45	50	1,5	2,3	5,1

Quelle: [44], [46]-[49] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Tabelle All.11 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NHMRC (AU, NZ)																
Alter	KG	Energie {}}	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Cu	Mn	Cr	Mo	Na	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	mg
0-6 mon	7	2,25	210	100	30	2,75	90	2	12	0,01	0,2	0	0,2	2	120	400
7-12 mon	9	3,00	270	275	75	11	110	3	15	0,5	0,22	0,6	5,5	3	170	700
			RDI	RDI	RDI	RDI	RDI	RDI	RDI					RDI		
1-3	13	4,35	500	460	80	9	90	3	25	0,7	0,7	2	11	17	200-400	3000
4-8	22	6,45	700	500	130	10	90	4	30	1	1	2,5	15	22	300-600	3700
Männlich																
9-13	40	8,90	1300	1250	240	8	120	6	50	2	1,3	3	25	34	400-800	4400
14-18	64	11,55	1300	1250	410	11	150	13	65	3	1,5	3,5	35	43	460-920	4700
19-30	76	11,90	1000	1000	400	8	150	14	65	4	1,7	5,5	35	45	460-920	4700
31-50		11,40	1000	1000	420	8	150	14	65	4	1,7	5,5	35	45	460-920	4700
51-70		11,40	1000	1000	420	8	150	14	65	4	1,7	5,5	35	45	460-920	4700
>70		9,55	1300	1000	420	8	150	14	65	4	1,7	5,5	35	45	460-920	4700
Weiblich																
9-13	40	8,10	1300	1250	240	8	120	6	50	2	1,1	2,5	21	34	400-800	4400
14-18	57	9,45	1300	1250	360	15	150	7	65	3	1,1	3	24	43	460-920	4700
19-30	61	9,65	1000	1000	310	18	150	8	55	3	1,2	5	25	45	460-920	4700
31-50		9,20	1000	1000	320	18	150	8	55	3	1,2	5	25	45	460-920	4700
51-70		9,20	1300	1000	320	8	150	8	55	3	1,2	5	25	45	460-920	4700
>70		8,30	1300	1000	320	8	150	8	55	3	1,2	5	25	45	460-920	4700
Schwangere																
14-18		+1,4 / - / +1,9{n}	1300	1250	400	27	220	10	57	3	1,2	5	30	50	460-920	4700
19-30		+1,4 / - / +1,9{n}	1000	1000	350	27	220	11	57	3	1,3	5	30	50	460-920	4700
31-50		+1,4 / - / +1,9{n}	1000	1000	360	27	220	11	57	3	1,3	5	30	50	460-920	4700
Stillende																
14-18		+ 2.0-2.1MJ	1300	1250	360	10	270	11	65	3	1,4	5	45	50	460-920	4700
19-30			1000	1000	310	9	270	12	65	3	1,5	5	45	50	460-920	4700
31-50			1000	1000	320	9	270	12	65	3	1,5	5	45	50	460-920	4700

Quelle: [66]

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

{n} Mittelwert der in den Referenzwerten angegebenen unteren und oberen Werte {n} 1./2./3. Triemester

Tabelle AIII.12 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach CNS (CN)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Cu	Mn	Cr	Mo	Na	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	mg	µg	µg	mg	mg
0-	6	2,40	300	150	30	0,3	50	1,5	15(Al)	0,1	0,4		10		200	500
0,5-	9	3,60	400	300	70	10	50	8,0	20(Al)	0,4	0,6		15		500	700
1-	13	4,98	600	450	100	12	50	9,0	20	0,6	0,8		20	15	650	1000
4-	18,8	6,44	800	500	150	12	90	12,0	25	0,8	1,0		30	20	900	1500
7-	27	7,95	800	700	250	12	90	13,5	35	1,0	1,2		30	30	1000	1500
Männlich																
11-	42	10,04	1000	1000	350	16	120	18,0	45	1,2	1,8		40	50	1200	1500
14-	56,5	12,00	1000	1000	350	20	150	19,0	50	1,4	2,0		40	50	1800	2000
18-	63	11,29	800	700	350	15	150	15,0	50	1,5	2,0	3,5	50	60	2200	2000
50-	57-65	7,7-10,9	1000	700	350	15	150	11,5	50	1,5	2,0	3,5	50	60	2200	2000
Weiblich																
11-	41	9,20	1000	1000	350	18	120	15,0	45	1,2	1,8		40	50	1200	1500
14-	50	9,62	1000	1000	350	25	150	15,5	50	1,4	2,0		40	50	1800	2000
18-	56	9,62	800	700	350	20	150	11,5	50	1,5	2,0	3,5	50	60	2200	2000
50-	50-58	7,1-8,4	1000	700	350	15	150	11,5	50	1,5	2,0	3,5	50	60	2200	2000
Schwangere																
1. Trimester			800	700	400	15	200	11,5	50						2200	2500
2. Trimester		+ 0,84	1000	700	400	25	200	16,5	50						2200	2500
3. Trimester			1200	700	400	35	200	16,5	50						2200	2500
Stillende		+ 2,09	1200	700	400	25	200	21,5	65						2200	2500

Quelle: [10]

Die Werte für Körpergewicht und Energiebedarf wurden wie in Kapitel 5 beschrieben gemittelt bzw. interpoliert.

Tabelle AIII.13 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach MHW (JP)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	Cu	Mn	Cr	Mo	Na	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg	µg	µg	mg	mg
			AI	AI	RDA	RDA	RDA	RDA	RDA	RDA	AI	RDA	RDA	{k}{v}	AI
Männlich															
0–5 mon	6,6	2,51 (2,72{a})	200 (300{a})	130	21 AI	0,4 (7,7{a}) AI	130 AI	2 (3{a}) AI	16 AI	0,3 AI	0,001	–	–	100 AI (0,25)	400
6–11 mon	8,8	2,93	250 (400{a})	280	32 AI	–	6 170 AI	3 AI	19 AI	0,3 AI	1,2	–	–	600 AI (1,5)	800
1–2	11,9	4,39	450	650	70	–	5,5	60	4	9	0,3	1,5	–	–	800
3–5	16,7	5,86	600	800	100	–	5	70	6	10	0,4	1,7	–	–	800
6–7	23	6,91	600	1000	140	–	6,5	80	6	15	0,4	2	–	–	1100
8–9	28	8,16	700	1100	170	–	9	100	7	15	0,5	2,5	–	–	1200
10–11	35,5	9,63	950	1150	210	–	10	120	8	20	0,6	3	–	–	1500
12–14	50	11,09	1000	1350	300	–	11,5	140	9	25	0,8	4	–	–	1900
15–17	58,3	11,51	1100	1250	350	–	10,5	140	10	30	0,9	4	–	–	2200
18–29	63,5	11,09	900	1050	340	–	7,53	150	9	30	0,8	4	40	25	2000
30–49	68	11,09	650	1050	370	–	7,5	150	9	35	0,81	4	40	25	2000
50–69	64	10,04	700	1050	350	–	7,5	150	9	30	0,8	4	35	25	2000
70 –	57,2	7,74	750	1000	310	–	6,5	150	8	30	0,8	4	30	25	2000
Weiblich															
0–5 mon	6,1	2,30 (2,51{a})	200 (300{a})	130	21 AI	0,4 (7,7{a}) AI	130 AI	2 (3{a}) AI	16 AI	0,3 AI	0,001	–	–	100 AI (0,25)	400
6–11 mon	8,2	2,72	250 (400{a})	280	32 AI	–	5,5 170 AI	3 AI	19 AI	0,3 AI	1,2	–	–	600 AI (1,5)	800
1–2	11	3,98	400	600	70	–	5	60	4	8	0,3	1,5	–	–	800
3–5	16	5,23	550	800	100	–	5	70	6	10	0,3	1,7	–	–	800
6–7	21,6	6,07	650	900	130	–	6	80	6	15	0,4	2	–	–	1000
8–9	27,2	7,53	800	1000	160	–	8,5	100	6	15	0,5	2,5	–	–	1200
10–11	35,7	9,00	950	1050	210	–	9 (13{d})	120	7	20	0,6	3	–	–	1400
12–14	45,6	9,63	850	1100	270	–	9 (13,5{d})	140	7	25	0,7	3,5	–	–	1700
15–17	50	9,21	850	1000	300	–	7,5 (11{d})	140	7	25	0,7	3,5	–	–	1600
18–29	50	8,58	700	900	270	–	6,5 (10,5{d})	150	7	25	0,7	3,5	–	–	1600
30–49	52,7	8,37	600	900	280	–	6,5 (10,5{d})	150	7	25	0,7	3,5	30	20	1600
50–69	53,2	8,16	700	900	290	–	6,5 (10,5{d})	150	7	25	0,7	3,5	30	20	1600
70 –	49,7	6,49	650	900	270	–	6	150	7	25	0,7	3,5	25	20	1600
Schwangere{}		0,21/1,05/2,09 {n}		0	40	–	13	110	3	4	0,1	0	–	–	0
Stillende{}		1,88		0	0	–	2,5	190	3	20	0,6	0	–	–	370

Quelle: [59] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

AI Adequat Intake

{a} Formula-Nahrung; {d} menstruierende Frauen; {} zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie; {k} Zielwerte;

{n} 1./2./3. Trimester; {} Werte in Klammer () entsprechen der NaCl Menge in [g]

Tabelle All.14 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach KNS (KR)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Cu	Mn	Na	CL	K
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	µg	mg	g	g	g
0-5 mon	6,5	2,51	200	100	30	0,26 (AI)	130	2 (AI)	8,5	0	225 (AI)	0	0,12	0,18	0,4
6-11 mon	9,1	3,05	300	300	55	7	170	2,5	11	1	290 (AI)	1	0,37	0,56	0,7
			RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
1-2	12,2	4,18	500	500	75	7	80	3	20	1	300	1	0,8	1,2	2,5
3-5	16,3	5,86	600	500	100	7	90	4	25	1	380	2	1,0	1,5	3,0
Männlich															
6-8	23,8	6,69	700	700	140	9	100	5	30	1	440	3	1,2	1,9	3,8
9-11	34,5	7,95	800	1000	200	12	120	7	40	2	570	3	1,5	2,3	4,7
12-14	49,6	10,04	1000	1000	300	12	130	8	50	3	750	3	1,5	2,3	4,7
15-19	63,8	11,30	1000	1000	400	16	140	10	60	3	870	4	1,5	2,3	4,7
20-29	65,8	10,88	700	700	340	10	150	10	50	4	800	4	1,5	2,3	4,7
30-49	63,6	10,04	700	700	350	10	150	10	50	4	800	4	1,5	2,3	4,7
50-64	60,6	9,21	700	700	350	10	150	9	50	3	800	4	1,3	2,0	4,7
65-74	59,2	8,37	700	700	350	10	150	9	50	3	800	4	1,2	1,8	4,7
75 ↑	59,2	8,37	700	700	350	10	150	8	50	3	800	4	1,1	1,6	4,7
Weiblich															
6-8	22,9	6,28	700	600	140	9	100	5	30	1	440	2	1,2	1,9	3,8
9-11	32,6	7,11	800	900	200	12	120	7	40	2	570	3	1,5	2,3	4,7
12-14	46,5	8,37	900	900	280	12	130	7	50	3	750	3	1,5	2,3	4,7
15-19	53,0	8,37	900	800	340	16	140	9	60	3	870	3	1,5	2,3	4,7
20-29	56,3	8,79	700	700	280	14	150	8	50	3	800	3	1,5	2,3	4,7
30-49	54,2	7,95	700	700	280	14	150	8	50	3	800	3	1,5	2,3	4,7
50-64	52,2	7,53	800	700	280	9	150	8	50	3	800	3	1,3	2,0	4,7
65-74	50,2	6,70	800	700	280	9	150	7	50	3	800	3	1,2	1,8	4,7
75 ↑	50,2	6,70	800	700	280	9	150	7	50	3	800	3	1,1	1,6	4,7
Schwangere{}		+0/+1,42/+1,88{n}	+300	+0	+40	+10	+90	+2,5	+4	+0	+130	+0	+0	+0	+0
Stillende{}		+1,34	+400	+0	+0	+0	+180	+5,0	+11	+0	+450	+0	+0	+0	+0,4

Quelle: [5], [8], [53] Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist
 {} zusätzlich zur Empfehlung für Frauen der entsprechenden Alterskategorie {n} 1./2./3. Trimester

Tabelle AIII.15 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach NCCFN (MY)

Alter	KG kg	Energie MJ	Ca mg	Fe (15%) mg	I µg	Zn mg	Se µg
Männlich							
0 – 5 mon	6	2,34	300(400{a})	{b}	90	1,1	6
6 – 11 mon	8	2,68	400	6	120	3,7	9
1 – 3	12	4,10	500	4	72	4,1	17
4 – 6	18	5,61	600	4	108	5,1	21
7 – 9	26	7,45	700	6	104	5,8	22
10 – 12	36	9,12	1000	10	144	9	28
13 – 14	53	11,26	1000	10	106	9	28
15	53	11,26	1000	12	106	9	28
16 – 18	59	11,89	1000	12	118	9	28
19 – 29	61	10,21	800	9	124	6,7	33
30 – 50	64	10,30	800	9	124	6,7	33
51 – 59	64	10,30	800	9	124	6,7	33
60 – 65	57	8,41	800	9	124	6,7	33
> 65	57	8,41	1000	9	114	6,2	29
Weiblich							
0 – 5 mon	6	2,30	300(400{a})	{b}	90	1,1	6
6 – 11 mon	8	2,64	400	6	120	3,7	9
1 – 3	11	3,81	500	4	72	4,1	17
4 – 6	18	5,40	600	4	108	5,1	21
7 – 9	25	6,65	700	6	104	5,8	22
10 – 12	37	8,33	1000	9(22{d})	148	7,5	23
13 – 14	49	9,12	1000	9(22{d})	98	7,5	23
15	49	9,12	1000	21	98	7,5	23
16 – 18	52	8,58	1000	21	104	7,5	23
19 – 29	52	8,37	800	20	110	4,9	25
30 – 50	57	9,12	800	20	110	4,9	25
51 – 59	57	9,12	1000	8	110	4,9	25
60 – 65	49	7,45	1000	8	110	4,9	25
> 65	49	7,45	1000	8	98	4,3	23
Schwangere							
1. Trimester		+0	1000	20	200	5,5	25
2. Trimester		+1,51	1000	{g}	200	7	27
3. Trimester		+1,97	1000	{g}	200	10	29
Stillende							
1– 5 mon		+2,10	1000	10	200	9,5/8,8 {q}	34
6– 12 mon		–	1000	10 (21{d})	200	7,2	39

Quelle: [61]

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

{a} Formula Nahrung

{b} Durch neonatalen Eisenspeicher abgedeckt

{d} menstruiierend

{g} Supplemente

{q} 9,5 vom 1-3 Monat und 8,8 vom 4-6 Monat

Tabelle All.16 Übersicht der Referenzwerte für Körpergewicht Energie- und Mineralstoffzufuhr nach FNRI (PH)

Alter	KG	Energie	Ca	P	Mg	Fe	I	Zn	Se	F	Mn
	kg	MJ	mg	mg	mg	mg	µg	mg	µg	mg	mg
0-<6 mon	6	2,34	200	90	26	0,38	90	1,4	6	0,01	0,003
6-<12 mon	9	3,01	400	275	54	10	90	4,2	10	0,5	0,6
1-3	13	4,48	500	460	65	8	90	4,5	16	0,7	1,2
4-6	19	5,90	550	500	76	9	90	5,4	22	1,0	1,5
7-9	24	6,70	700	500	100	11	120	5,4	20	1,2	1,7
Männlich											
10-12	34	8,96	1000	1250	155	13	120	6,8	21	1,7	1,9
13-15	50	11,72	1000	1250	225	20	150	9,0	31	2,5	2,2
16-18	58	11,89	1000	1250	260	14	150	8,9	36	2,9	2,2
19-29	59	10,42	750	700	235	12	150	6,4	31	3,0	2,3
30-49	59	10,13	750	700	235	12	150	6,4	31	3,0	2,3
50-64	59	9,08	750	700	235	12	150	6,4	31	3,0	2,3
65+	59	7,91	800	700	235	12	150	6,4	31	3,0	2,3
Weiblich											
10-12	35	8,04	1000	1250	160	19	120	6,0	21	1,8	1,6
13-15	49	9,42	1000	1250	220	21	150	7,9	31	2,5	1,6
16-18	50	8,58	1000	1250	240	27	150	7,6	36	2,5	1,6
19-29	51	7,78	750	700	205	27	150	4,5	31	2,5	1,8
30-49	51	7,57	750	700	205	27	150	4,5	31	2,5	1,8
50-64	51	6,78	800	700	205	27	150	4,5	31	2,5	1,8
65+	51	5,90	800	700	205	10	150	4,5	31	2,5	1,8
Schwangere											
1. Trimester			800	700	205	27	200	5,1	35	2,5	2,0
2. Trimester		+1,26	800	700	205	34	200	6,6	35	2,5	2,0
3. Trimester		+1,26	800	700	205	38	200	9,6	35	2,5	2,0
Stillende											
0-5 mon		+2,09	750	700	250	27	200	11,5	40	2,5	2,6
6-12 mon		+2,09	750	700	250	30	200	11,5	40	2,5	2,6

Alter	KG	Na	Cl	K
	kg	mg	mg	mg
0-5 mon		4,5	120	180
6-11 mon		8,9	200	300
1		11	225	350
2-5		16	300	500
6-9		25	400	600
10-18		50	500	750
>18		70	500	2000

Alter in Jahren wenn nicht explizit mon für Monate angeführt ist

Quelle: [40]

Anhang IV, Internetseiten internationaler Institute

Nation	Organisation	Internetseite
WHO	World Health Organization	http://www.who.int
	Food and Agriculture Organization of the United Nations	http://www.fao.org
	United Nations University	http://www.unu.edu
	International Zinc Nutrition Consultative Group	http://www.izincg.org
EU	European Food Safety Authority	http://www.efsa.europa.eu
	DG Health and Consumer Protection / Food Safety	http://ec.europa.eu/food/index_en.htm
	Scientific Committee on Food	http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/index_en.html
DACH	Deutsche Gesellschaft für Ernährung	http://www.dge.de
	Österreichische Gesellschaft für Ernährung	http://www.oenge.at
	Schweizerische Gesellschaft für Ernährung SGE	http://www.sge-ssn.ch
Norden	Nordic Council of Ministers	http://www.norden.org
FR	Agence Francaise de securite sanitaire des Aliments	http://www.afssa.fr
UK	Scientific Advisory Committee on Nutrition	http://www.sacn.gov.uk
	Food Standards Agency	http://www.food.gov.uk
IRL	Food Safety Authority of Ireland	http://www.fsai.ie
BE	Conseil Supérieur d'Hygiène	http://www.health.fgov.be/CSH_HGR
IT	Società Italiana di Nutrizione Umana	http://www.sinu.it
NZ	New Zealand Ministry of Health	http://www.moh.govt.nz
AUS	National Health and Medical Research Council	http://www.nhmrc.gov.au
ZA	Nutrition Information Centre University of Stellenbosch	http://www.sun.ac.za/nicus
US	Institute of Medicine	http://www.iom.edu
	National Academies Press	http://www.nap.edu
	U. S. Food and Drug Administration	http://www.fda.gov
	Centers for Disease Control and Prevention	http://www.cdc.gov
JP	Ministry of Health, Labour and Welfare	http://www.mhlw.go.jp
KR	Korean Nutrition Society	http://www.kns.or.kr
MY	Ministry of Health Malaysia	http://www.moh.gov.my/rni.htm
PH	Food and Nutrition Research Institute	http://www.fnri.dost.gov.ph/reni/reni.htm
CN	Chineses Nutrition Society	http://www.cnsoc.org
-	International Union of Nutritional Siences	http://www.iuns.org

Abstrakt (Deutsch)

Diese Arbeit vergleicht die Empfehlungen und Upper Level von 16 Institutionen für 15 Mineralstoffe. Im Detail handelt es sich um Calcium, Phosphor, Magnesium, Eisen, Iod, Zink, Selen, Fluor, Kupfer, Mangan, Chrom, Molybdän, Natrium, Kalium und Chlor.

Herangezogen wurden die Empfehlungen der Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), der Europäischen Union, der D.A.CH. (Deutsche, Österreichische und Schweizerische Ernährungsgesellschaften), des Nordic Council of Ministers (eine Gemeinschaftsarbeit von Dänemark, Finnland, Island, Norwegen und Schweden), des US-amerikanischen Institute of Medicine (IOM), des australischen National Health and Medical Research Council, des britischen Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy, der Food Safety Authority of Ireland, der französischen Agence Française de sécurité sanitaire des Aliments, des belgischen Conseil Supérieur d'Hygiène, der italienischen Società Italiana di Nutrizione Umana, der Chinese Nutrition Society, des japanischen Ministry of Health and Welfare, der Korean Nutrition Society, des philippinischen Food and Nutrition Research Institute und des malaysischen National Coordinating Committee on Food and Nutrition.

Hiezu wurden vergleichende Tabellen der Mineralstoffempfehlungen, der Empfehlung pro Kilogramm Körpergewicht und der Energiedichte bezogen auf die empfohlene tägliche Energiezufuhr erstellt.

Die Arbeiten des IOM dokumentieren wohl am umfangreichsten und werden, wie auch die der FAO, oft in anderen Publikationen zitiert.

Bei der Betrachtung der einzelnen Empfehlungen ergibt sich ein sehr differenziertes Bild. Einerseits divergieren die scheinbaren Zielsetzungen der Arbeiten der einzelnen Institutionen, andererseits sind auch die Mineralstoffe unterschiedlich gut erforscht.

Die teilweise recht starken Schwankungen der Empfehlungen können auf unterschiedliche Zielsetzungen, abweichende Referenzkörpergewichte, abweichende Sicherheitsfaktoren, und Einbeziehung der nationalen Gewohnheiten sowie genetischer Faktoren zurückgeführt werden.

Abstract (English)

This thesis scrutinizes the recommendations and the “upper level” of 15 minerals (calcium, phosphorus, magnesium, iron, iodine, zinc, selenium, fluorine, copper, manganese, chrome, molybdenum, sodium, potassium and chlorine) published by 16 different institutions given below:

The Food and Agriculture Organization of the United Nation (FAO), the European Union Commission (EC), the D.A.CH. (German, Austrian and Swiss Nutrition Societies), the Nordic Council of Minister (a joint venture work of Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden), the US American Institutes of Medicine (IOM), the Australian National Health and Medical Research Council, British Committee on Medical Aspects of Food and Nutrition Policy, the Food Safety Authority of Ireland, the French Agence Francaise de Securite Sanitaire des Aliments, the Belgian Conseil Supérieur d' Hygiène, the Italian Società Italiana di Nutrizione Umana, the Chinese Nutrition Society, the Japanese Ministry of Health and Welfare, the Korean Nutrition Society, the Philippine Food and Nutrition Research Institute and the Malaysian National Coordinating Committee on Food and Nutrition.

On the basis of these studies comparative schedules have been developed to compare the mineral recommendations, the recommendations per kilogram body weight and the energy density in relation to the daily estimated energy requirement.

The records published by the IOM are the most substantial and therefore are, together with those of the FAO, frequently referred to.

Comparing individual recommendations in detail, some divergences become obvious. On one hand the apparent objectives diverge, on the other some minerals are investigated better than others.

The reason for the partially significant inconsistencies between several recommendations might result from different goals of the studies, as well as from varying reference body weights, safety factors, national habits and genetic factors.

Curriculum Vitae

Name: Ing. Alexander-Gregor Keller
 Geboren am: 21.08.1973
 Geburtsort: Wien, Österreich

Bildungsweg:
 Seit 1994 Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien
 24. Mai 1993 ablegen der Reifeprüfung.
 1988 bis 1993 HTL für Silikattechnik und anorganische Werkstoffe am Technologischen Gewerbemuseum, 1200 Wien.
 1987 bis 1988 HTL für Nachrichtentechnik am Technologischen Gewerbemuseum, 1200 Wien.
 1983 bis 1987 Hauptschule Alfred Wegener- Gasse 10 - 12, 1190 Wien.
 1979 bis 1983 Volksschule Grinzingenstr. 88, 1190 Wien.

Präsenzdienst:
 1993/94 2. AusbKp des LWSR 34.

Ferialpraxen:
 08 1994 Herberts, Baufarben Vertriebsges.m.b.H., Attemsg. 11, 1222
 08 1992 Herberts, Baufarben Vertriebsges.m.b.H., Attemsg. 11, 1222 Wien
 07 1990 Baumeister Friedrich Steinbach, Heiligenstädterstr. 29, 1190

Beschäftigungen
 Seit 2004 Herz Jesu Krankenhaus GmbH, Baumgasse 20A, 1030 Wien
 IT-Verantwortlicher
 1999 bis 2003 Baxter BioScience, Industriestr. 67, 1221 Wien
 Administrator der Labor-EDV
 1996 bis 1999 AllSystems GmbH, Pfeiffergasse 2, 1150 Wien
 Benutzerservice
 1995 bis 1996 Shell Austria AG, Rennweg 12, 1030 Wien, Abteilung Chemie,
 Bereich HSE (healthy, safety and environment).

Sonstiges:
 staatlich geprüfter Lehrwart für Taekwondo

Autor der Sporternährungskolumne "Vitaman" des „Shogun - austrian martial arts sportmagazin“ im Jahrgang 2000