

Magnesium – ein wichtiges Spurenelement

A. Simonová, W. Pfannhauser

Zusammenfassung

Magnesium ist ein wichtiges Spurenelement, das zunehmendes Interesse erlangt, da nach vorliegenden Erkenntnissen eine ausreichende Versorgung in bestimmten Bevölkerungskreisen nicht gegeben ist. Es werden Faktoren aufgeführt, die zu Magnesiummangel bzw. zu einem gestörten Magnesiumstoffwechsel des Menschen führen können. Daten aus Österreich werden mit denen aus anderen Ländern verglichen. Abschließend werden Möglichkeiten erörtert, die zu einer besseren Magnesiumversorgung der Menschen beitragen.

Kennwörter:

Magnesium, Physiologie, Mangel

Summary

Magnesium is a very important essential trace element, of increasing importance. It was found that specific parts of the population are improperly supplied with Magnesium. Further factors are listed up which may induce hypomagnesaemia or a disturbed magnesium metabolism of man. Data of the uptake in Austria and other countries are compared. Finally measures are discussed which may contribute to improvement of magnesium status.

Keywords:

Magnesium, physiology, deficiency

Einleitung

Magnesium (Mg) bzw. das Magnesiumion (Mg^{2+}) spielt im Energie-ATP-, Eiweiß-, Nukleinsäure-, Fett- und Kohlenhydrat-Stoffwechsel von Pflanzen, Tier und Mensch eine wesentliche Rolle.

Magnesium als lebensnotwendiges Element für Pflanzen wurde schon von *J. v. Liebig* 1840 als solches angeführt [1].

Nach *Miller* et al. wurde Magnesium 1926 erstmals für Tier, und zwar bei Mäusen, als lebensnotwendig erkannt [2].

Magnesium erlangt zunehmend an Bedeutung in der Humanernährung und -medizin. Dieses Interesse beruht auf Erkenntnissen, wonach eine ausreichende Magnesiumversorgung in bestimmten Bevölkerungskreisen nicht gegeben oder grenzwertig ist. Eine unzureichende Magnesiumversorgung der Menschen wird mit Mangel in der Ernährung, Defizite in Lebensmitteln und mit stressbedingten Belastungen sowie einem gestörten Magnesiumstoffwechsel in Zusammenhang gebracht. Von *Holtmeier* werden diese Erkrankungen unter dem Begriff „Magnesiummangel-syndrom“ zusammengefasst [3].

Physiologie des Magnesiums (Magnesiumhaushalt)

Magnesium zählt zu den essentiellen Mineralien, die für Pflanze, Tier und Mensch exogen zugeführt wer-

den müssen und im Organismus nicht synthetisiert werden können. Magnesium ist das vierthäufigste Kation im menschlichen Körper und gehört zu den wichtigsten intrazellulären Elementen. Der Gesamtkörperbestand des Neugeborenen beträgt etwa 1 g, der des Erwachsenen 24 g (ca. 42 bzw. 1000 mmol). Etwa 95 % des Magnesiums befindet sich im Intrazellulärraum. Über die Hälfte davon (55 %) befindet sich im Knochen, 28 % im Muskel und der Rest im Weichteilgewebe. Nur 5 % sind in der extrazellulären Flüssigkeit vorhanden. Weniger als 1 % befindet sich im Serum und der interstitiellen Flüssigkeit. Die Magnesiumkonzentration im Serum bzw. Plasma bewegt sich zwischen 0,8–1,1 mmol/L. Davon sind 1/3 am Protein gebunden und 2/3 als Magnesiumionen frei gelöst. Nur das freie Magnesium ist biologisch aktiv. Der Serumspiegel ist abhängig von der Magnesiumaufnahme mit der Nahrung, der Resorption im Dünndarm, der Magnesiumverteilung in Organismus und von den Verlusten über die Niere (normalerweise 3–6 mmol/Tag) und den Darm [4].

Magnesium wird über einen carrier-vermittelten Prozess und passive Diffusion im Dünndarm aufgenommen. Die Bioverfügbarkeit hängt von zahlreichen Faktoren, wie der Aufnahmemenge, Zusammensetzung der Nahrung, Darmmotilität, Interaktionen mit anderen Elementen und dem Versorgungsstatus des Körpers ab. Von Bedeutung sind dabei auch die körperliche Aktivität, Flüssigkeitsaufnahme und das Lebensalter [5].

Wenn Erwachsene im Durchschnitt ca. 90 mg Magnesium pro Mahlzeit aufnehmen, sind 30 bis 50 % aus einer gemischten Kost verfügbar. Die intestinale Absorptionsrate ist höher, wenn die Magnesiumzufuhr niedriger ist oder ein Magnesiummangelzustand vorliegt. Zum Beispiel fanden *Fine et al.* (6), dass 65 % des Magnesiums bei einer Zufuhr von 36 mg pro Tag, absorbiert wurden, während nur 11 % bei einer Zufuhr von 973 mg Magnesium pro Tag mit der Nahrung aufgenommen werden konnten.

Magnesiumreiches Mineralwasser allein getrunken ist zu etwa 50 % verfügbar, während zusammen mit einer Mahlzeit aufgenommen die Absorptionsrate um durchschnittlich 14 % signifikant anstieg [7].

Der Hauptanteil des zugeführten Magnesiums (oft um 70 %) geht mit dem Stuhl verloren. Resorptionsprobleme treten im Darm, z. B. bei Diarrhöen auf. Die Ausscheidung von Magnesium erfolgt nach der Resorption im Darm fast ausschließlich über die Nieren. Um einen signifikanten Anstieg der Magnesiumkonzentration im Serum zu vermeiden, erfolgt die Ausscheidung dort relativ rasch (*Abb. 1*) [3].

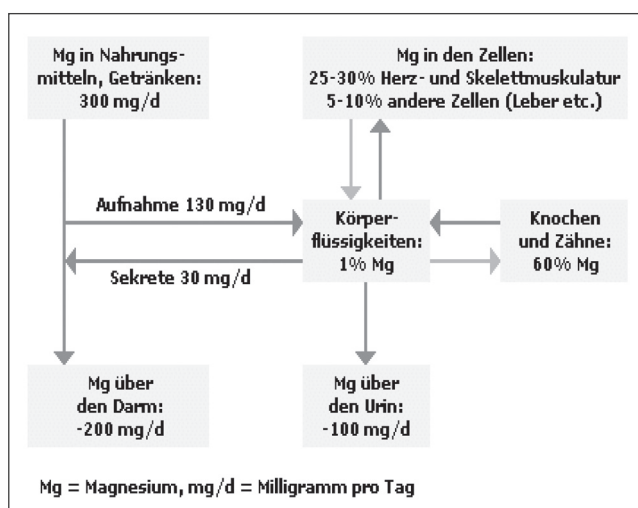


Abb.1: Der Magnesiumhaushalt des Menschen [8].

Tab. 1 gibt ein Überblick über einige Stoffe, die resorptionshemmend und -fördernd wirken können [9].

Resorptionshemmend	Resorptionsfördernd
Alkohol	Vitamin D
Fett (bei hoher Zufuhr)	Bindung des Mg mit Chelatform
Eiweiß (bei hoher Zufuhr)	
Oxal- und Benzoesäure	
Phytinsäure (im Getreide)	

Tab.1: Resorptionshemmende und -fördernde Stoffe [9].

Funktion im Körper

Die biologischen Funktionen von Magnesium-Ionen im Organismus sind vielfältig [7, 11] und umfassen u. a.:

- Beteiligung an Mineralisation und Wachstum des Knochens (Speicherfunktion)
- Aktivierung von über 300 Enzymen
- Als Cofaktor der meisten ATP-abhängigen Enzyme, insbesondere bei der oxidativen Phosphorylierung, Glykolyse, Protein- und Nukleinsäuresynthese
- Regulation der zellulären Signalübertragung (Second Messenger System) von vielen Hormonen und Neurotransmittern über die Adenylatcyclase durch das G-Protein, welches GTP und Mg^{2+} erfordert
- Epithelschutzfaktor und Pigmentstoffwechsel
- Regulation von Kaliumkanälen in den Herzmuskelzellen
- Stabilisierung des Membranpotentials und der neuromuskulären Erregung

Magnesium ist auch für den gesunden Knochen- und Zahnaufbau wichtig. Es hat eine Schlüsselrolle bei der Funktion von Herz und Kreislauf, ist an der Zusammenarbeit von Muskeln- und Nervenzellen beteiligt und damit für das gesamte Nervensystem wichtig. Es dämpft z. B. die Erregbarkeit von Nerven und Muskeln [12].

Magnesium wird durch ein noch nicht bekanntes Hormon der Nebenschilddrüse reguliert, das nicht mit Parathormon identisch ist und bei Magnesiumdefizit Magnesium und Calcium aus dem Knochen mobilisiert. Knochen weisen im Körper die höchste Konzentration an Magnesium auf.

Seit langem werden die Rolle von Calcium und Magnesium im Cholesterinstoffwechsel und Zusammenhänge zur Arteriosklerose diskutiert. Magnesium soll die Veresterung von Cholesterin steuern. Während Calcium den Cholesterinspiegel im Serum erhöht, senkt Magnesium den Cholesterinspiegel, beeinflusst den Lipidhaushalt und hemmt zumindest im Tierversuch die Entwicklung der Arteriosklerose hypercholesterinämischer Tiere [13].

Magnesiummangel

Als Ursache des Magnesiummangels im Menschen wird eine verminderte Verfügbarkeit von Magnesium im Ökosystem angenommen. Der „Saure Regen“ verursacht durch die Ansäuerung der Böden eine Freisetzung von bisher biologisch inertem Aluminium, im Austausch mit Aluminium wird Magnesium von Bodenpartikeln abgelöst und steht somit den Pflanzen nicht mehr zu Verfügung. Daraus ergibt sich eine Magnesiumdepletion der von diesen Vorgängen betroffenen Pflanzen. Durch die Nahrungskette Pflanze-Tier-Mensch kann sich trotz Düngung eine mangelhafte Magnesiumversorgung auch auf den Menschen auswirken. Zusätzliche Faktoren, wie z. B. Erkrankungen, Art

der Nahrungsmittelzubereitung und Stresssituationen können einen Magnesiummangel verstärken [11]. Bei bestimmten Personengruppen (z. B. Lehrlinge, Senioren) ist eine unzureichende Magnesiumversorgung festzustellen; ein Mangel ist aber schwierig nachweisbar. In etwa 50 % der Fälle besteht ein zellulärer Mangel, der im Blutserum nicht nachweisbar ist. Magnesiummangelerkrankungen wurden auch bei Alkoholikern festgestellt. Die beobachteten Symptome glichen denen, die sonst nur bei akutem Magnesiummangel zu finden waren [14]. Im Rahmen einer breit angelegten Studie in Österreich wurde in 21 % der Fälle eine Serumkonzentration unterhalb der unteren Grenze des Normalbereiches (0,76 mmol Mg/L) gefunden, das bedeutet klinisch Hypomagnesiämie [15].

Primäres Magnesiummangelsyndrom durch:
• angeborene Resorptionsstörungen (Enzym-Fermentdefekte?)
Sekundäres Magnesiummangelsyndrom durch:
• <i>Magen-Darm-Krankheiten</i> (Zwölffingerdarm- und Magengeschwüre, Dünndarmresektion, Diarrhöe, Glutenenteropathie, Dünndarm-, Magen- und Gallen fisteln, naso-gastrale Absaugung)
• <i>Leber-Galle-Krankheiten</i> (akute und chronische Leberkrankheiten, alkoholische Zirrhose, Aszites, Abflussstörungen von Gallensekreten)
• <i>Nierenkrankheiten</i> (Salzverlustniere, Niereninsuffizienz mit Magnesiumverlustsyndrom, Dialyse)
• <i>Herzkrankheiten</i> (Herzinfarkt, Herzinsuffizienz mit Ödembildung, Herzrhythmusstörungen, Angina pectoris)
• <i>Infektionskrankheiten</i> (Magnesiumverluste infolge von Fieber und Schwitzen, Pneumonie)
• <i>Frauenkrankheiten</i> und Schwangerschaft (vorzeitige Wehentätigkeit, drohender Abort, spätes Auftreten der ersten Menstruation, Regelschmerzen, starke Regelblutungen)
• <i>Erkrankungen im Kindesalter</i> (Krampfstörungen in verschiedenen Organbereichen, neuromuskuläre erhöhte Erregbarkeit, Krampfstörungen und Spasmophilie bei Neugeborenen und Kleinkinder)
• <i>Hals-Nasen-Ohren-Krankheiten</i> (Hörsturz, Ohrengeräusche, Durchblutungsstörungen und Folgen)
• <i>Augenkrankheiten</i> (gestörte retinale Mikrozirkulation)
• <i>Neurologische und psychiatrische Erkrankungen</i> (erhöhte neuromuskuläre Erregbarkeit, unklare Depressionen, Epilepsie, Migräne)
• <i>Verschiedenes</i> (Sport, Sauna – Magnesiumverluste durch Schwitzen, durch intrazelluläre Verschiebungen)

Tab. 2: Mögliche Ursachen und Folgen von Magnesiummangelzustände [3].

Die Möglichkeit von Magnesiummangel als Ursache betrifft eine große Zahl von Krankheiten, die in Tab. 2 angeführt werden. Offensichtlich gibt es für Magnesium beim sonst „gesunden“ Menschen angeborene Resorptionsstörungen und keine normale (d. h. ausreichende) Aufnahme. Man spricht dann von einem „Primären Magnesiummangelsyndrom“, in dessen Folgen durchaus Krankheitserscheinungen auftreten können. Viele Krankheiten entstehen durch Magnesiummangel, können aber ebenso einen Magnesiummangel hervorrufen. Ein generell auftretendes Symptom ist die Neigung zu Krämpfen. Häufig finden sich folgende Symptome: nervöse Störungen, Schwindelzustände, Unruhe, Zittern, Herzkrämpfe, Durchfälle und Wadenkrämpfe. Die unterschiedliche Beeinträchtigung der Organe erklärt sich dadurch, dass unterschiedliche nervöse vegetative Zentren beeinflusst werden und zeitlich in unterschiedlicher Weise Störungen in Organen auftreten. Die Symptome einer Unterversorgung bzw. eines Mangels an Magnesium treten im ganzen Körper auf. Es können migräneartige Kopfschmerzen entstehen, Stresstoleranz und Belastungsfähigkeit können sinken, oder es stellt sich erhöhte Müdigkeit ein. Weiters besteht häufig ein verborgener Mangel an Magnesium bei Durchblutungsstörungen, Arteriosklerose, Muskelschwächen, Leistungsschwächen, Nervosität und Depressionen [13]. Tab.3 zeigt Magnesiummangel als Folge von Versorgungsschwierigkeiten durch Mangel und Fehlernährung sowie fehlerhafte landwirtschaftliche Praxis [3].

• Unzureichende Aufnahme geeigneter Kohlenhydratträger als Mg-Lieferanten (Brot, ...)
• Genuss magnesiumverarmter Nahrungsmittel (Konservennahrung, Tiefkühlkost, ...)
• Einseitige Ernährung
• Hungerkuren
• Erhöhte Eiweißzufuhr
• Übermaß an Oxalsäure und Konservierungsstoffen
• Alkoholabusus
• Getränkeabusus ohne ausreichende Magnesiumzufuhr
• Vitamin-B ₆ -Mangel
• Wachstum, Schwangerschaft, Laktation
• Fehlerhafte landwirtschaftliche und nahrungstechnische Methoden
• Fehlerhafte Stickstoffdüngung
• Unzureichende Bodenkalkung
• Fehlerhafte Düngemethoden (unzureichende Magnesiumzufuhr)
• „Veredlung“ von Nahrungsmitteln (Blanchieren)

Tab. 3: Mögliche Ursachen einer Unterversorgung mit Magnesium [3].

Hypermagnesiämie und Toxizität von Magnesium

Eine Hypermagnesiämie kommt nur in Ausnahmezuständen vor, etwa bei Ausscheidungsstörungen für Elektrolyte in der Niere.

Hypermagnesiämien treten auf bei:

- Exzessiver Magnesiumzufuhr (intravenös, parenteral, peroral)
- Austritt von intrazellulärem Magnesium (Hungern, Azidose – diabetische Ketoazidose)
- Renaler Magnesiumretention (fortgeschrittene Niereninsuffizienz)

Magnesium ist relativ untoxisch. Oral kann, hochkonzentriert verabreichtes Magnesiumsulfat ab ca. 30 g toxisch und ab ca. 50 g tödlich wirken [14]. Als Gegenmittel bei einer „Magnesiumvergiftung“ kann Calciumgluconat dienen. Im Normalfall tritt durch erhöhte Nahrungszufuhr an Magnesium keine Hypermagnesiämie auf [3].

Magnesiumbedarf – DACH-Empfehlungen

Die empfohlene tägliche Zufuhr an Magnesium für einen Erwachsenen beträgt ca. 300 bis 400 mg Magnesium [16, 17]. Die DACH-Empfehlungen wurden von den Ernährungsgesellschaften Deutschlands (D), Österreichs (A) und der Schweiz (CH) ausgearbeitet [17]. Bei den Referenzwerten handelt es sich um Mengen, von denen angenommen wird, dass sie nahezu alle Personen der jeweils angegebenen Bevölkerungsgruppe vor ernährungsbedingten Gesundheitsschäden schützen und für volle Leistungsfähigkeit sorgen. Darüber hinaus sind sie dazu bestimmt, eine gewisse Körperreserve zu schaffen, die bei unvermittelten Bedarfssteigerungen sofort und ohne gesundheitliche Beeinträchtigung verfügbar ist. Die Erfahrungen zeigen, dass dies mit den gegebenen Referenzwerten für Personen in Mitteleuropa zutrifft (Tab. 4).

Alter	männlich Mg [mg]	weiblich Mg [mg]
Säuglinge ¹ 0 bis unter 4 Monate	24	24
4 bis unter 12 Monate	60	60
Kinder 1 bis unter 4 Jahre	80	80
4 bis unter 7 Jahre	120	120
7 bis unter 10 Jahre	170	170
10 bis unter 13 Jahre	230	250
13 bis unter 15 Jahre	310	310
Jugendliche und Erwachsene 15 bis unter 19 Jahre	400	350
19 bis unter 25 Jahre	400	310
25 bis unter 51 Jahre	350	300
51 bis unter 65 Jahre	350	300
65 Jahre und älter	350	300
Schwangere		310 ²
Stillende		390

¹ Schätzwert

² Schwangere <19 Jahre 350 mg

Tab.4: Magnesiumbedarf unterschiedlicher Bevölkerungsgruppen nach D-A-CH (17)

Die Werte beziehen sich nicht auf die Versorgung von Kranken, Rekonvaleszente, Personen mit Verdauungs- und Stoffwechselstörungen sowie für Personen, die eine regelmäßige Medikamenteneinnahme belastet. Dieser Personenkreis bedarf der individuellen ernährungsmedizinischen Beratung und Betreuung. Die Referenzwerte sind ferner die Basis für die Ernährungsinformation und -erziehung. Sie können und müssen nicht an jedem einzelnen Tag und schon gar nicht anteilig durch eine einzelne Mahlzeit erfüllt werden. Wegen der Abnahme der Absorptionsrate mit zunehmender Dosierung sollte die empfohlene Zufuhr möglichst gleichmäßig und nicht in wenigen, hohen Dosen erfolgen [17].

Die WHO empfiehlt eine tägliche Magnesiumaufnahme von 306–324 mg Mg. Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschluss der EU (SCF, 1993) hatte für Erwachsene einen annehmbaren Bereich der Magnesiumaufnahme von 150–500 mg/Tag angegeben. Die Empfehlung basiert auf Bilanzstudien und bezieht sich auf gesunde Menschen mit normaler körperlicher Belastung. Die RDA-Werte lauten für Frauen 280 mg Mg/Tag und für Männer 350 mg Mg/Tag. Die DACH-Werte sind den RDA-Werten sehr ähnlich, allerdings besteht eine fein gegliederte Staffelung nach Altersgruppen und Geschlecht.

Alter	Mg-EAR (mg/d)		Mg-RDA (mg/d)		Mg-UL (mg/d)	
	m	w	m	w	m	w
0–6 Monate			30 ¹	30 ¹	?	?
7–12 Monate			75 ¹	75 ¹	?	?
1–3 Jahre	65	65	80	80	65	65
4–8 Jahre	110	110	130	130	110	110
9–13 Jahre	200	200	240	240	350	350
14–18 Jahre	340	300	410	360	350	350
19–30 Jahre	330	255	400	310	350	350
31–50 Jahre	350	265	420	320	350	350
51–70 Jahre	350	265	420	320	350	350
>70 Jahre	350	265	420	320	350	350
Schwangere						
≤18 Jahre		335		400	350	350
19–30 Jahre		290		350	350	350
31–50 Jahre		300		360	350	350
Stillende						
≤18 Jahre		300		360	350	350
19–30 Jahre		255		310	350	350
31–50 Jahre		265		320	350	350

¹ Hierbei handelt es sich um AI-Werte („Schätzwerte“)

Tab.5: Empfohlene Magnesium Zufuhr nach DRI und die tägliche, tolerierbare Maximalmenge an Magnesium (Mg-Präparat) [18].

1997 wurde in den USA und Kanada das über 50 jährige System der RDA geändert und die DRIs [18] eingeführt wurden. Es werden vier Referenzwerte unterschieden:

1. Recommended Dietary Allowance (RDA): sind mit DACH-Empfehlungen in etwa vergleichbar, nur etwas höher (siehe Tab. 5)
2. Adequate Intake (AI): diese Werte werden bei nicht eindeutig feststellbaren RDA-Werte angewandt, sie sind Schätzungen des täglichen Bedarfs einer Gruppe
3. Estimated Average Requirement (EAR): decken den minimalen Bedarf von 50 % einer definierten Gruppe der gesunden Bevölkerung
4. Tolerable Upper Intake Level (UL): ist die tägliche Maximalmenge, die ohne Risiken einer Gesundheitsgefährdung von der allgemeinen Bevölkerung aufgenommen werden kann (Tab. 5).

Tab. 6 führt typische Gruppen für einen Mehrbedarf an Magnesium an. Dieser Personenkreis bedarf der individuellen ernährungsmedizinischen Beratung und Betreuung.

• schwangere Frauen (350 bis 400 mg Magnesium täglich)
• dauerhafter Leistungssport bzw. schwere körperliche Arbeiten
• bei erhöhten Belastungen und Stress
• bei Bluthochdruck und Herzkrankheiten
• bei Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit)
• bei metabolischem Syndrom und allen Magen-Darmerkrankungen
• bei Migräne
• bei länger dauernden Abmagerungsdiäten oder Untergewicht
• bei Calciummangel
• bei Einnahme bestimmter Medikamente, z. B. "Pille", Diuretika, Arrhythmika
• bei Muskelkrämpfen, z. B. an Waden, Zehen etc.
• bei hohem Alkoholkonsum

Tab. 6: Personen mit einem Mehrbedarf an Magnesium [12].

Magnesiumversorgung der Bevölkerung

Aus der Tab. 7 geht hervor, dass die Versorgung mit Magnesium in der Schweiz an der unteren Grenze des RDA-Wertes liegt. Dies wurde anhand von Ernährungsbilanzen ermittelt. Die durchschnittliche tägliche Magnesiumaufnahme für Männer in Großbritannien liegt mit 310 mg unter der RDA-Empfehlung. In dieser Studie fand man heraus, dass die tägliche Aufnahmemenge an Magnesium bei Personen mit Herzerkrankung im Durchschnitt um 12 % niedriger war als bei der übrigen Bevölkerung. Laut dem Ernährungsbericht der DGE aus dem Jahre 1996 erreichte keine Altersgruppe ab 15 Jahren die

empfohlene Aufnahme von Magnesium zu über 95 %. Die weibliche Bevölkerung in der Altersgruppe von 15–19 Jahren wies sogar nur eine 75 %-ige Aufnahme auf. In den USA wurde über die letzten 90 Jahre hinweg ein deutlicher Abfall in der Magnesiumaufnahme festgestellt [14].

Land	Mg-Aufnahme in mg/Tag
Deutschland	337,4 (Männer); 274,0 (Frauen)
Schweiz	240–440
Belgien	214–258 (Universitätsklinik)
Schweden	200 (Erwachsene im Arbeitsalter)
USA	230
Japan	200–300
Großbritannien	310 (Männer)

Tab.7: Durchschnittliche Magnesiumaufnahme in verschiedenen Ländern (1989–1996) [14].

Der Wissenschaftliche Lebensmittelausschuss der EU (SCF, 2001) hatte die durchschnittliche Aufnahme von Magnesium über Lebensmittel für europäische Verbraucher mit Werten zwischen ca. 200 mg/Tag (Italien) und ca. 350 mg/Tag (Deutschland) angegeben. Für die USA liegen die Werte mit 323 mg/Tag für Männer und 228 mg/Tag für Frauen ähnlich. Die Angaben für europäische Verbraucher (97,5. Perzentile) und für die USA (95. Perzentile) liegen zwischen ca. 350 mg/Tag und 600 mg/Tag (Tab. 8) [20].

Land	Mg-Aufnahme in mg/Tag	2.5 th Perzentile	97.5 th Perzentile
Österreich	319	116	628
Deutschland m/w	327 353/288	148 188/134	558 618/499
Italien	208	117	350
Holland	312	139	558
USA m/w	323/228	177/134 (5 th P)	516/342 (95 th P)

Tab. 8: Durchschnittliche Mg-Aufnahme in verschiedenen Ländern laut SCF der EU (2001) [20].

Laut dem deutschen Ernährungsbericht (2004) hat sich die Situation bei der Versorgung mit Magnesium im Vergleich zum Ernährungsbericht (1996) deutlich verbessert. Die mittlere tägliche Zufuhr an Magnesium betrug bei Frauen im Durchschnitt 400 mg, bei Männern 381 mg. Die Magnesiumzufuhr entspricht in fast allen Altersgruppen den DACH-Werten. Eine Ausnahme bilden die Jugendlichen im Alter von 15–19 Jahren: Bei ihnen liegt mit 315 mg (w) und 346 mg (m) die Aufnahme unter den Empfehlungen [21].

Das Magnesiumforum Bad Radkersburg – Graz hat in den Jahren 1994–1995 erstmals mehr als 3000 Menschen aus ganz Österreich untersucht, wobei bei 20 % der Österreicher ein Magnesiummangel und bei wei-

teren 16 % der Österreicher ein grenzwertiger Magnesiumhaushalt festgestellt wurde.

Tab. 9 zeigt die bisher veröffentlichten Ernährungsstudien in Österreich betreffend Magnesiumversorgung der Bevölkerung. Es ist ersichtlich, dass in bestimmten Gruppen die Versorgung unter den Empfehlungen liegt (fett hervorgehoben).

Jahr	Probentechnik	Bemerkungen	Tägl. Aufnahme (mg/Tag) MW±SD (DACH mg/Tag)
1993 [18]	analysiert berechnet	Tagesverpflegung (Kur)	250±35 (300–350) 322±48 (300–350)
1998 [19]	7-Tage Wiegeprotokoll	6 Jahre (w) 6 Jahre (m) 7–9 Jahre (w) 7–9 Jahre (m) 10–12 Jahre (w) 10–12 Jahre (m) 13–14 Jahre (w) 13–14 Jahre (m) 15–18 Jahre (w) 15–18 Jahre (m)	191±42 (120) 190±41 (120) 219±46 (170) 243±49 (170) 233±50 (250) 271±60 (230) 267±62 (310) 304±78 (310) 298±70 (350) 388±140 (400)
1998 [19]	Fragebogen 24 Stunden Erwachsene (n=3059)	19–25 Jahre (w) 19–25 Jahre (m) 26–35 Jahre (w) 26–35 Jahre (m) 36–45 Jahre (w) 36–45 Jahre (m) 46–55 Jahre (w) 46–55 Jahre (m) 56–65 Jahre (w) 56–65 Jahre (m)	275±99 (310) 367±183 (400) 307±191 (300) 352±139 (350) 293±108 (300) 341±124 (350) 283±111 (300) 342±177 (350) 289±126 (300) 306±17 (350)
1998 [19]	Fragebogen 24 Stunden	66–74 Jahre 75–84 Jahre >85 Jahre	213–298 231–315 (je 300–350) 222–298
2001 [11]	Duplikatmethode Soldaten	17–35 Jahre Durchschnitt: 20 Jahre	236 bzw. 240 (350–400)
2004 [21]	Convenience-Produkte 7-Tage Speiseplan	>18 Jahre (w) >18 Jahre (m)	265–479,5 (300) 314–559,8 (350)

Tab. 9: Bisherige Ernährungsstudien in Österreich betreffend Magnesiumversorgung der Bevölkerung [23].

Weitere österreichische Studien stammen aus den Österreichischen Ernährungsberichten und sind rein rechnerische Erfassungen, die allerdings auch nicht ganz den DACH-Wert erreichen.

Im Österreichischen Ernährungsbericht (2003) wurden aktuelle Erhebungen an 3–6-jährigen Vorschulkindern (erstmals bundesweit), Schulkinder, Lehrlinge (erstmals erhoben), Erwachsenen, Breitensportler (erstmals erhoben), Senioren und Schwangeren durchgeführt. Aus dem Bericht geht vor, dass die Magnesiumzufuhr von Vorschulkindern zufrieden stellend ist. Die durchschnittliche Magnesiumzufuhr lag bei Buben 200 mg/Tag und bei Mädchen bei 193 mg/Tag deutlich über den DACH-Wert. Die durchschnittliche

Magnesiumzufuhr der 10–14-jährigen Schulkinder beträgt 253/256 (w/m) mg/Tag. Dieser Wert liegt unter der Empfehlung und weist auf eine unzureichende Magnesiumversorgung hin. Auch die durchschnittliche Magnesiumzufuhr bei w/m Lehrlingen (245/289) mg/Tag lag deutlich unter der DACH-Empfehlung (350/400) mg/Tag. Es besteht auch in dieser Gruppe die Gefahr einer Unterversorgung. Die durchschnittliche Magnesiumzufuhr beim Erwachsenen lag zwar im Bereich der Empfehlung, jedoch wäre eine Verbesserung der Aufnahme wünschenswert. Weiters geht aus dem Bericht vor, dass auch bei den Senioren, und Breitensportlern eine unzureichende Magnesiumzufuhr vorlag und diese Bevölkerungsgruppen die DACH-Empfehlungen nicht erreichten [22].

Im Rahmen einer Studie wurde zur Erstellung einer Magnesiumbilanz gemeinsam mit einer Diätassistentin jeweils exemplarisch ein Wochenplan für einen erwachsenen Mann und eine erwachsene Frau erstellt. Die Speisepläne wurden in Anlehnung an die Empfehlungen für eine gesunde Ernährung zusammengestellt, wobei auch typisch verbreitete Ernährungsgewohnheiten (Alkohol, Wurstsemmel ...) berücksichtigt wurden. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass die Magnesiumversorgung durch einen einigermaßen ausgewogenen Ernährungsplan größtenteils gesichert ist [23].

Es scheint daher notwendig, die Magnesiumversorgung von Personengruppen genau zu erfassen, um eine mögliche diätetische Adaptierung bei speziellen Personengruppen zu begründen und empfehlen zu können.

Wie aus den vorliegenden Studien hervorgeht, besteht bei der österreichischen Bevölkerung tendenziell eine zu geringe Aufnahme an Magnesium. Um die Zufuhrmenge zu verbessern, müsste die Bevölkerung verstärkt informiert werden, wie die Magnesiumaufnahme verbessert werden kann.

Zufuhr von Magnesium durch Nahrungsmittel

Die Versorgung des Organismus mit Magnesium erfolgt größtenteils über die tägliche Nahrungszufuhr und hängt natürlich von der Lebensmittelauswahl ab. Bei einseitiger Ernährungsweise wird der durchschnittliche tägliche Magnesiumbedarf (300–400 mg) häufig nicht gedeckt. Je nach Alter und in bestimmten Lebensphasen, die mit chronischem Stress oder hoher Leistungsanforderung, psychischer oder physischer Natur verbunden sind, braucht der Körper mehr Magnesium.

In der Tab. 10 sind Lebensmittel angeführt, die einen hohen Magnesiumgehalt aufweisen. Um eine ausreichende Versorgung mit Magnesium zu gewährleisten, wird generell eine gesunde Mischkost empfohlen.

Nach Untersuchungen von *Glei* und *Anke* [25] tragen die Lebensmittel Vollmilch, Kartoffeln, Vollkornbrot, Obst und Gemüse sowie Getränke Wein, Bier, Tee, Kaffee und Mineralwasser zur Magnesiumbedarfsdeckung bei, während Milchprodukte, Fett, Kuchen, Fleisch, Mehl und destillierte Getränke wenig beitragen. Mit einer gezielten Brot-, Gemüse- und Obstauswahl sowie dem täglichen Konsum von Milch und ev. einer Handvoll Nüssen lässt sich der Magnesiumbedarf decken.

Lebensmittel	Mg-Gehalt (mg/kg)
Kakao, Schokolade, Soja	1500–4500
Nüsse	1300–4100
Vollkornprodukte	1000–2000
Dunkelgrüne, blättrige Gemüse, Marillen, Datteln, Muscheln, Shrimps	500–1000
Fisch, Gemüse, Bananen, Getreide, Käse, Kartoffeln	250–500
Fleisch	160–250
Eier, Milch	120–140
Salate, Obst	<110

Tab. 10: Magnesiumgehalte von Lebensmitteln [24].

Der hohe Industrialisierungsgrad bei der Herstellung mancher Lebensmittel (z. B. Fertiggerichte, Konserven, weiße Mehle) führt vereinzelt zu Mineralstoffverlusten. Gering verarbeitete Lebensmittel haben im Allgemeinen höhere Mineralstoffgehalte. Da Mineralstoffe meist wasserlöslich sind, sollten Lebensmittel nicht lange gewässert werden. Blanchieren führt bei Blattgemüse zu erheblichen Verringerungen des Magnesiumgehaltes. Besonders betroffen sind Lebensmittel mit einer großen Oberfläche. Dünsten und Dämpfen ist für die Erhaltung von Magnesium am günstigsten. (Tab. 11) Zur Zubereitung von Fleisch ist das Braten und Grillen geeignet. Der Magnesiumverlust beträgt bei diesen Verfahren nur 10 %, beim Kochen 40 %.

Lebensmittel	Garverfahren	Mg-Verlust %
Blumenkohl	Kochen	34
	Mikrowellengaren	9
Chicoree	Kochen	22
	Mikrowellengaren	24
Grüne Bohnen	Kochen	28
	Druckdämpfen	10
Kartoffeln	Dünsten	1
	Druckdämpfen	0
Rotkohl	Kochen	36
	Mikrowellengaren	15
Spinat	Kochen	40
	Dünsten	12
	Druckdämpfen	13
Wirsing	Kochen	53
	Druckdämpfen	3

Tab. 11: Mittlere Magnesiumverluste % beim Garen pflanzlicher Lebensmittel [26].

Viele pflanzliche Lebensmittel besitzen in den Randschichten die meisten Mineralstoffe, die aber beim Schälen und der müllereitechnischen Verarbeitung verloren gehen. Getreideprodukte sollten deswegen möglichst gering vermahlen als Vollkorngetreide verzehrt werden, da in diesen Produkten wesentlich mehr Nährstoffe enthalten sind. Welches Ausmaß der Magnesiumverluste bei dieser Verarbeitung angenommen werden kann, ist in der Tab. 12 aufgelistet.

Lebensmittel	Mg-Verlust in % des Ausgangswertes
Weizen, Weizenmehl	82
Reis unpoliert, Reis poliert	83
Getreide, Stärke	97

Tab. 12: Magnesiumverluste bei Getreideverarbeitung [24].

Zu den nährstoffschonenden Lebensmittelverarbeitungsprozessen zählt das Tieffrieren. Mineralstoffe gehen größtenteils schon beim vorhergehenden Blanchieren verloren. Generell gilt: je kühler und luftdichter die Lebensmittel gelagert werden, desto geringer sind die Magnesiumverluste [26] (Tab. 13).

Lebensmittel	Mg in der Konserve	Mg b. Gefrieren	% Abweichung
Erbsen	83,68±7,71	112,33±7,68	25,51
Möhren	85,25±17,43	96,80±6,22	11,95

Tab. 13: Vergleich der Magnesiumverluste bei Konservieren gegenüber Gefrieren in mg/100g [3].

Schlussfolgerung

Magnesium zählt nicht zu den Risikonährstoffen wie Folsäure, Vitamin D oder Calcium. Dennoch sind einzelne Personengruppen (Lehrlinge, Schwangere, Senioren) mit Magnesium unzureichend versorgt. Die Verarbeitung von Lebensmitteln führt in vielen Fällen zu einer deutlichen Verringerung des Magnesiumgehaltes. Weitverbreitete Lebensgewohnheiten wie der Verzehr von stark be- und verarbeiteten Lebensmittel, Stress und Alkoholkonsum können zu Magnesiumdefiziten führen.

Angesichts der Daten sind zielgruppengerechte Informationen über Empfehlungen, diätetische Maßnahmen und gegebenenfalls Supplementierungen zur Verbesserung der Magnesiumaufnahme wünschenswert.

Literatur

- [01] *Liebig, J.v.*: Die Organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultu und Physiologie. Vieweg Verlag, Braunschweig 1841.

- [02] *Miller et al.*: Magnesium in life stock nutrition. In: Magnesium in the environment – soils, crops, animal and man. Publ. Div. of Agric., Fort Valley State College, Georgie, USA, 1972; 109-130.
- [03] *Holtmeier, H.J.*: Das Magnesiummangelsyndrom: Bedeutung für Mensch, Tier und Pflanze. Hippokrates Verlag, Stuttgart (1988).
- [04] *Martini L.A., Mayer J.*: Magnesium supplementation and bone turnover. *Nutr. Rev.* 1999; 57: 227–229.
- [05] *Benech H., Gronet J.M.*: Recent data on the evaluation of magnesium bioavailability in humans. *Magnes. Res.* 8: 1995; 277–284.
- [06] *Fine K.D. et al.*: Intestinal absorption of magnesium from food and supplements. *J. Clin. Invest.* 1991a; 88: 396–402.
- [07] Bundesinstitut für Risikobewertung: Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln. Teil II, 2004.
- [08] Der Magnesiumhaushalt des Menschen: www.magnosanol.de/01/haushalt.htm (bezogen 11.10.07).
- [09] Ratgeber Vitamine und Mineralstoffe, Deutscher Reform-Verlag GmbH, 2003; 36–38.
- [10] www.sfsn.ethz.ch (bezogen 11.10.07).
- [11] *Holtmeier H.J.*: Magnesium und Calcium: Analytik, Physiologie, Pathophysiologie und Klinik, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 1995.
- [12] Mineralstoffe in: www.novamex.de/2001, (bezogen 11.10.07) Novamex-Dr. Neumeyer GmbH, Hamburg.
- [13] *Riediger K.*: Mineralstoffversorgung bei Jugendlichen – Besteht die Gefahr einer Unterversorgung? Diplomarbeit, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und -technologie, 2001.
- [14] *Wilplinger M., Pfannhauser W.*: Fragenstellungen zur Magnesiumversorgung, *Ernährung/Nutrition*, 1997; 21 (7/8): 321–323.
- [15] *Riediger K.*: Mineralstoffversorgung bei Jugendlichen – Besteht die Gefahr einer Unterversorgung?, Diplomarbeit, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und -technologie, 2001.
- [16] *Bernstein, L.*: Magnesium Absorption and Bioavailability, *Geriatric Times*, 1/ 2 2002; Vol. III, Issue 1.
- [17] DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Herausgeber: DGE, ÖGE und SVE, 1. Auflage, 2000.
- [18] DRI – Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D and Fluoride, <http://nap.edu>, (bezogen 11.10.07) Copyright 2000, The National Academy Press, Washington, D.C.
- [19] *Liebscher D.H.*: Zum individuellen Bedarf an essentiellen Stoffen am Beispiel des Magnesiums, Poster zur 21. Jahrestagung Mengen- und Spurenelemente, 18.–19.10.2002, Jena (D).
- [20] SCF (2001): Opinion of the Scientific Committee on Food on the Tolerable upper Intake Level of Magnesium. SCF/CS/NUT/UPPLEV/54. Final, 11.10.2001.
- [21] Ernährungsbericht 2000, ed. DGE, Frankfurt am Main.
- [22] *Elmadfa I., Burger P.*: Österreichischer Ernährungsbericht 2003. Herausg. vom Institut für Ernährungswissenschaft der Universität Wien.
- [23] *Breitschädel R.*: Magnesiumversorgung durch Convenience-Produkte, Diplomarbeit, TU Graz, Institut für Lebensmittelchemie und -technologie, 2004.
- [24] *Markt, W.*: Bedeutung des Magnesiums in der Ernährung. *Ernährung/Nutrition* 1996; 20 (4): 217–219.
- [25] *Glei M., Anke M.*: Der Magnesiumgehalt der Lebensmittel und Getränke und die Magnesiumaufnahme Erwachsener in Deutschland. *Magn. Bull.* 1995, 17: 22–28.
- [26] *Elmadfa I., Leitzmann,*: Ernährung des Menschen, Ulmer Verlag, 1998.

Anschrift der Autoren:

*Dr.tech. Ing. Alena Simonová
o. Univ.-Prof. Dr. Werner Pfannhauser
Institut für Lebensmittelchemie und -technologie
Technische Universität Graz
Petersgasse 12/II
8010 Graz
alena.simonova@tugraz.at
werner.pfannhauser@tugraz.at*