

## Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

M. Wangemann<sup>1</sup>, A. Selzer<sup>1</sup>, C. Leitzmann<sup>1</sup>, S. Golf<sup>2</sup>, V. Graef<sup>2</sup>, N. Katz<sup>2</sup>

### Zusammenfassung

Die wissenschaftliche Literatur verfügt über umfangreiches Datenmaterial, das darauf hinweist, daß eine normal gemischte westliche Kost oft nicht ausreichend ist für die Versorgung des Menschen mit der notwendigen täglichen Dosis von Magnesium (Mg). Man schätzt, daß Millionen von Menschen in den Industrieländern mit einer negativen Bilanz im Mg-Haushalt leben (Bergmann 1989).

Die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (1991) empfohlene tägliche Mg-Zufuhr bewegt sich in einer Größenordnung von 350 mg für Männer und 300 mg für Frauen. Es ist fraglich, ob diesen Empfehlungen vermittels der normalen alltäglichen Mischkost Genüge getan wird. Außerdem bleibt ungewiß, ob diese Empfehlungen überhaupt ausreichen, um einen ausgeglichenen Mg-Haushalt beim Menschen gewährleisten zu können.

Mögliche Hinweise auf die Existenz eines Mg-Defizits beim Menschen könnten aus der Nahrungskette kommen. Im besonderen ist saurer Regen für den Magnesiummangel in den Böden verantwortlich; dazu kommt eine intensiv betriebene Landwirtschaft, bei der immer höhere Erträge dem Boden abgerungen werden. In Mitteleuropa sind heute große Flächen mit saurer Erde bedeckt. In saurem Umfeld werden die Aluminium-(Al)-Ionen – sonst in neutralem oder alkalischem Boden inert – löslich und beeinflussen auf negative Weise den Pflanzenwuchs:

1. Al-Ionen konkurrieren mit Mg, um sich an die Pflanzenwurzel zu binden
2. Al-Ionen ersetzen die Mg-Ionen in Erdpartikeln; das Mg wird ausgewaschen und gelangt in tiefere Erdschichten, wo es den Pflanzen nicht mehr zur Verfügung stehen kann (Marier 1986, Grimme und Hüttl 1990, Wilkinson und al. 1990).

Denn saurer Waldregen stellt eines der Hauptprobleme dar (Elling 1992). Erstes Indiz für Baumschäden ist die Chlorose (Marier

### Summary

There exist many data in the scientific literature indicating that a normal mixed western diet is often insufficient to supply the necessary daily amount of Magnesium (Mg) to humans. It is estimated that millions of humans living in the industrialized countries may be characterized by a negative Mg balance (Bergmann 1989).

The recommended daily allowance for Mg of the Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (1991) is located at 350 mg/d for men and 300 mg/d for women. It is questionable, whether these recommendations are fulfilled by a normal mixed diet. In addition, it remains uncertain whether these recommendations are sufficient to guarantee a normalized Mg balance in humans.

Possible evidences for the existence of a Mg deficiency in humans may be derived from the chain of nutrition. Especially acid rains are responsible for Mg deprivations in soils in addition to an intensive agriculture and high crop yields. In Central Europe large areas are covered with acidic soils. In an acidic milieu Aluminium (Al) ions, which are chemically inert in neutral or alkaline soil become soluble and thus effect negatively the growth of plants:

1. Al ions compete with Mg for binding sites at plant roots.
2. Al ions replace Mg ions from soil particles, so that Mg is washed out to lower soil layers, where it is not available to plants (Marier 1986, Grimme and Hüttl 1990, Wilkinson et al. 1990)

For forestry acid rains are one of the main problems (Elling 1992). The first indication of a damage to trees is chlorosis (Marier 1986), which is characterized by a loss of chlorophyll in the leaves which turn yellow (Wilkinson et al. 1990). Plants used for animal and human nutrition may be affected in the same way. Corresponding measurements of Mg illustrate the existence of a Mg deprivation in the soils. In several studies it was even shown that a revitalization of the plants might be possible by a specific fertilization of the soils with Mg (Marier 1986).

Additional Mg losses in the soils may arise by a decreasing supply of Mg to plants by the air. Reactions of man to air pollution not only leads to an elimination of detrimental ele-

### Résumé

La littérature scientifique dispose de dates abondantes qui indiquent que l'alimentation mélangée normale de l'homme de l'ouest est souvent insuffisante pour l'apport quotidien de Magnésium (Mg) nécessaire. On estime que des millions d'habitants des pays industrialisés peuvent être caractérisés par une balance de Mg négative (Bergmann 1989).

La Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) (1991) recommande un apport quotidien de Mg de 350 mg pour hommes et 300 mg pour femmes. C'est mal assuré que ces recommandations soient réalisées par l'alimentation normale quotidienne. En outre, c'est peu sûr si ces recommandations soient suffisantes pour garantir une balance de Mg humaine normale.

Des évidences possibles pour l'existence d'une carence en Mg peuvent être conclus de la chaîne alimentaire. Particulièrement les pluies acides sont responsables pour les manques de Mg dans les terres; de plus, une agriculture intensive et des récoltes élevées. Dans l'Europe Centrale des vastes régions sont couvertes de terres acides. Dans un milieu acide les ions Aluminium (Al), autrement inertes dans le sol neutre ou alcalin, deviennent solubles et ainsi exercent une influence négative sur la croissance des plantes:

1. Les ions Al compétent avec le Mg pour la connection aux racines des plantes;
2. Les ions Al remplacent les ions Mg dans les particules du sol, de manière que le Mg est rongé et transporté dans les strates du sol plus basses, ou il n'est plus à la disposition des plantes (Marier 1986, Grimme et Hüttl 1990, Wilkinson et al. 1990).

Les pluies forestières acides posent un des problèmes plus importants (Elling 1992). La première indication d'un dommage des arbres est la chlorose (Marier 1986) qui est caractérisée par une perte de la chlorophylle des feuilles qui deviennent jaunes (Wilkinson et al. 1990). Les plantes utilisées pour l'alimentation humaine et animale peuvent être affectées de la même manière. Des mesurages correspondants illustrent l'existence d'une manque de Mg dans les terres. Quand même des études différentes prouvent qu'une révivification des plantes pourrait être possible par voie d'une fertilisation spéciale de Mg des terres (Marier 1986).

<sup>1</sup> Institut für Ernährungswissenschaft,

<sup>2</sup> Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie, Justus-Liebig-Universität Gießen. Die vorliegende Arbeit enthält wesentliche Teile der Dissertation von M. Wangemann.

1986), ein Chlorophyllverlust des Blattes, das sich gelb färbt (Wilkinson et al. 1990). Pflanzen, die für die menschliche und tierische Ernährung genutzt werden, können in gleicher Weise betroffen sein. Diesbezügliche Messungen beweisen das Vorhandensein eines Mg-Mangels in den Böden. In verschiedenen Studien wurde sogar demonstriert, daß eine Revitalisierung der Pflanzen durch spezielle Düngung der Böden mit Mg möglich wäre (Marier 1984).

Zusätzliche Mg-Verluste können auch dadurch entstehen, daß den Pflanzen immer weniger Mg durch die Luft zugeführt wird. Die Reaktion des Menschen auf die Luftverschmutzung führt nicht nur zu einer Verminderung der schädlichen Elemente und Moleküle in der Luft, sondern auch zu einer Reduzierung des dort herrschenden Mg-Gehaltes (Hüttl 1989, Schenk 1990). Ein Mg-Mangel des Bodens hat aber auch Auswirkungen auf Tiere. Ein gut bekanntes Beispiel dafür liefert die Grastetanie, normalerweise bei Schafen und Kühen beobachtet; diese wird durch einen ungenügenden Mg-Gehalt im Gras verursacht (Grunes und Mayland 1984). Die menschliche Ernährung beruht entweder auf pflanzlicher oder tierischer Basis; ein Mg-Mangel in diesen Komponenten könnte daher mit einem entsprechenden Mg-Mangel im Menschen einhergehen.

Zusätzlich muß ernährungsbedingtes Fehlverhalten (Bergmann 1989) und eine reduzierte Absorption des Mg im Verdauungstrakt – z.B. bei Alkoholikern (Flink 1980), Diabetikern (Paolisso et al. 1990) oder bei ärztlichen Behandlungsmaßnahmen wie diuretische Therapien – zu Mg-Verlusten im Menschen führen (Paolisso et al. 1992, Wester und Dyckner 1982). Messungen des Mg-Gehaltes im Knochen und in den roten Blutkörperchen illustrieren diese Entwicklung (Golf et al. 1990, Milachowski et al. 1981).

Eine Normalisierung des Mg-Gleichgewichtes vermittels intravenöser oder oraler Mg-Therapie hat sich als wirksam erwiesen zur Verbesserung der Prognose beim akuten Herzinfarkt (Shechter und Hod 1991), bei Störungen im lipoiden Stoffwechsel (Motoyama et al. 1989), bei der Diabetes (Golf et al. 1988a), bei Schwangerschaften (Spätling et al. 1989) sowie beim Leistungssport (Golf et al. 1987 und 1988b).

ments and molecules, but also to a reduction of Mg contents in the air (Hüttl 1989, Schenk 1990).

A Mg deprivation of soils also has effects on animals. One well known example is the grass tetany, usually observed in sheep and cows and which is caused by insufficient Mg contents in the grass (Grunes and Mayland 1984). Human nutrition is composed of either plants or animals; a Mg deficiency in these components might therefore cause a corresponding Mg deficiency in man.

In addition to that, nutritional misconduct (Bergmann 1989), a reduced intestinal Mg resorption, for example in alcoholics (Flink 1980), diabetes (Paolisso et al. 1990) or medical therapy measures such as diuretics treatment must lead to Mg losses in humans (Paolisso et al. 1992, Wester and Dyckner 1982). Mg measurements in bones and red blood cells illustrate these developments (Golf et al. 1990, Milachowski et al. 1981).

A normalization of the Mg balance by an intravenous or an oral Mg therapy has been shown to be very effective in improving the prognosis in acute myocardial infarction (Shechter and Hod 1991), in disturbances in lipid metabolism (Motoyama et al. 1989) in diabetes (Golf et al. 1988a), in pregnancy (Spätling et al. 1989) and in competitive sports (Golf et al. 1987 and 1988b).

Des pertes additionnelles de Mg pourraient provenir d'un apport de Mg diminué des plantes par voie de l'air. Les réactions humaines à la pollution de l'air ne mènent pas seulement à une élimination des éléments et molécule détritiaux, mais aussi à une réduction du taux de Mg dans l'air (Hüttl 1989, Schenk 1990). Mais ce sont aussi les animaux qui sont affectés par un manque magnésique des sols. Un exemple bien connu est la tétanie végétale qu'on observe normalement chez les moutons et les vaches, et qui est causée par une présence insuffisante de Mg dans l'herbe (Grunes et Mayland 1984). L'alimentation humaine est donc composée soit par des herbes soit par des animaux; par conséquent, une carence en Mg dans ces composants pourrait causer une carence en Mg humaine. De plus, une habitude alimentaire erronée et déséquilibrée (Bergmann 1989), une résorption intestinale de Mg réduite, par exemple des alcooliques (Flink 1980), diabétiques (Paolisso et al. 1990), ou bien des thérapies médicales comme les traitements diurétiques, doivent infailliblement mener à une perte magnésique humaine (Paolisso et al. 1992, Wester et Dyckner 1982). Des mesurages dans les os et les globules sanguins rouges illustrent donc ce développement (Golf et al. 1990, Milachowski et al. 1981).

Une normalisation de la balance magnésique par voie d'une thérapie intra-véineuse ou orale a prouvé d'être bien effective pour l'amélioration de la prognoze de l'infarctus myocardique aigu (Shechter et Hod 1991), les désordres du métabolisme lipide (Motoyama et al. 1989) et chez les sportifs de compétition (Golf et al. 1987 et 1988b).

### Einleitung

In der Literatur finden sich viele Hinweise darauf, daß es kaum möglich ist, den Magnesium (Mg)-Bedarf durch die übliche Mischkost zu decken. Es wird vermutet, daß Millionen Menschen in den westlichen Industrieländern nur suboptimal bzw. mangelhaft mit Mg versorgt sind (Bergmann 1989).

Die Zufuhrempfehlungen für Mg der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) (1991) liegen derzeit bei 350 mg/d für Männer bzw. 300 mg/d für Frauen. Ob diese Zufuhrempfehlungen von Mischköstlern erreicht werden bzw. ausreichend sind, die Mg-Bilanz im Körper aufrechtzuerhalten, ist fraglich. Mögliche Ursachen und Beweise für die Existenz eines Mg-Mangels lassen

sich anhand der Nahrungskette verdeutlichen. Für die Mg-Verluste in Böden wird neben der intensiven Bodennutzung und dem hohen Erntenniveau besonders der saure Regen verantwortlich gemacht. Weite Gebiete in Zentraleuropa sind mit sauren Böden bedeckt. In sauren Böden werden Al-Ionen, die in neutralem und alkalischem Milieu wasserunlöslich sind, lös-

# Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

lich und beeinflussen das Pflanzenwachstum negativ:

1. Al-Ionen konkurrieren mit Mg an der Pflanzenwurzel um die gleichen Bindungsstellen.
2. Al-Ionen verdrängen Mg-Ionen von Partikeln im Boden, wodurch das Mg in tiefere Schichten ausgewaschen wird und für die Pflanzen nicht mehr zu erreichen ist (Marier 1986, Grimme und Hüttl 1990, Wilkinson et al. 1990).

Für die Forstwirtschaft stellt der saure Regen eines der Hauptprobleme dar (Elling 1992). Erstes Anzeichen einer Schädigung von Waldbestand ist die sogenannte Chlorose (Marier 1986), eine durch den Verlust von Chlorophyll bedingte Gelbfärbung der Blätter (Wilkinson et al. 1990). Auch Nahrungspflanzen können davon betroffen sein. Entsprechende Messungen der betroffenen Böden belegten das Vorliegen eines Mg-Mangels. In verschiedenen Studien konnte sogar gezeigt werden, daß eine Revitalisierung der Bäume durch gezielte Mg-Düngung möglich war (Marier 1986).

Mg-Verluste entstehen auch durch abnehmende Versorgung der Pflanzen mit Mg durch die Luft. Die Anwendung von Emissionsschutzgesetzen als Reaktion des Menschen auf die Luftverschmutzung hat dazu geführt, daß nicht nur schädliche, sondern auch nützliche Elemente und Moleküle eliminiert wurden (Hüttl 1989, Schenk 1990).

Mg-Verluste in Böden und Pflanzen haben Auswirkungen auf die Tiere. Ein Beispiel dafür bietet die Weidetetanie, die bei Rindern, Milchkühen und Schafen auftritt und durch unzureichende Mg-Gehalte des Weidegrases verursacht wird (Grunes und Mayland 1984). Da der Mensch sich sowohl von den Pflanzen als auch vom Tier ernährt, kann ein dort auftretender Mg-Mangel dazu führen, daß bei ungünstiger Ernährungsweise nicht genügend Mg aufgenommen wird.

Weiterhin können bei Menschen Fehlernährung (Bergmann 1989), verminderte Resorption, wie es bei Alkoholikern der Fall ist (Flink 1980), Diabetes (Paolisso et al. 1990) oder verschiedene medizinische Therapieverfahren wie z.B. die Einnahme von Diuretika zu

Mg-Verlusten des Körpers führen (Paolisso et al. 1992, Wester und Dyckner 1982). Mg-Messungen in Knochen und Erythrozyten machen diese Verluste deutlich (Golf et al. 1990, Milachowski et al. 1981).

Zusätzlich konnte die Wirksamkeit von Mg-Gaben, wie z.B. bei Herzinfarktpatienten (Shechter und Hod 1991), Patienten mit Fettstoffwechselstörungen (Motoyama et al. 1989) und Diabetes (Golf et al. 1988a), schwangeren Frauen (Spätling et al. 1989) und Sportlern (Golf et al. 1987 und 1988b) in klinischen Studien nachgewiesen werden (Abb. 1).

## Ziel

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, den Mg-Status und die Mg-Bilanzen von Mischköstlern zu erfassen.

## Probanden und Methoden

In die Studie wurden 55 Probanden (37 Frauen, 18 Männer) mit einem mittleren Alter von  $32 \pm 12$  Jahren aufgenommen und doppelt blind in Verum- und Placebogruppe aufgeteilt. Leistungssportler, schwangere Frauen und Personen, die sich vollwertig ernährten, wurden von vorneherein

aus der Studie ausgeschlossen. Die Verumgruppe enthielt 24, die Placebogruppe 31 Probanden. Die Verumgruppe erhielt 15 mmol Mg-Aspartat-Hydrochlorid/Tag über 4 Monate. Zur Berechnung von Mg-Zuführen und Mg-Bilanzen wurden an 2 Zeitpunkten und zwar in der 4. und 12. Studienwoche Nahrungsmittel-, Stuhl- und Urinproben von ganzen Tagen gesammelt.

## Ergebnisse

### Mg-Zufuhr

Der Vergleich zwischen der Mg-Zufuhr berechnet aus Nährwerttabellen und aus Analysenwerten ergab, daß die Analysenwerte signifikant und zwar um 18% niedriger lagen im Vergleich zu der aus Nährwerttabellen berechneten Mg-Zufuhr. Die Mg-Zufuhr aus Tabellenwerten betrug etwa 350 mg/d, die aus Analysenwerten ca. 290 mg/d für das gesamte Kollektiv (Abb. 2).

Die Mg-Zufuhr der Frauen belief sich in Verum- und Placebogruppe, berechnet anhand von Analysenwerten auf durchschnittlich 280 mg/d, wobei knapp 60% aller Frauen die Zufuhrempfehlungen für Mg nicht erreichten (Abb. 3). Die Mg-Zufuhr der Männer betrug durchschnittlich 310 mg/d. Auch hier wurde die Zufuhrempfeh-

## Evolution des Magnesiummangels

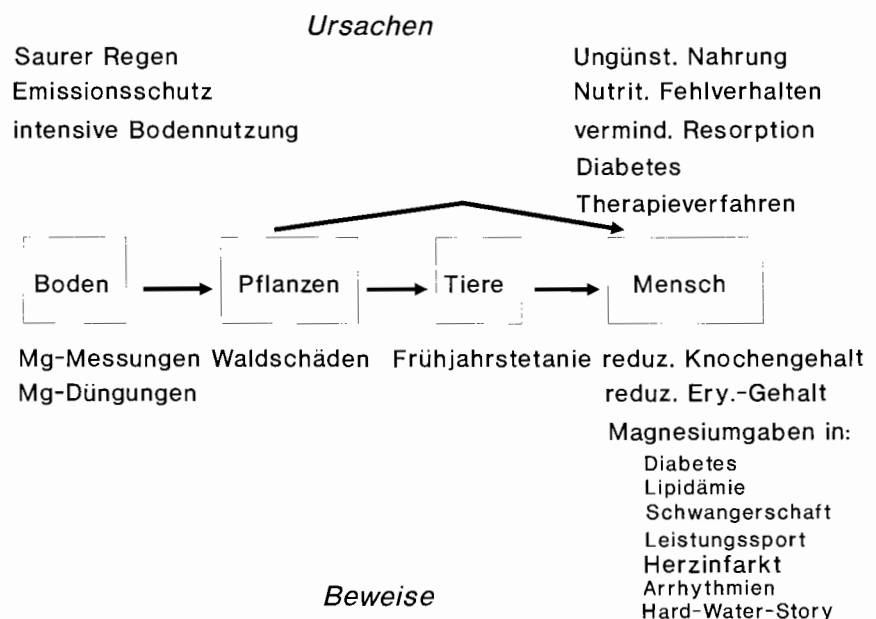


Abb. 1: Evolution des Magnesiummangels.

## Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

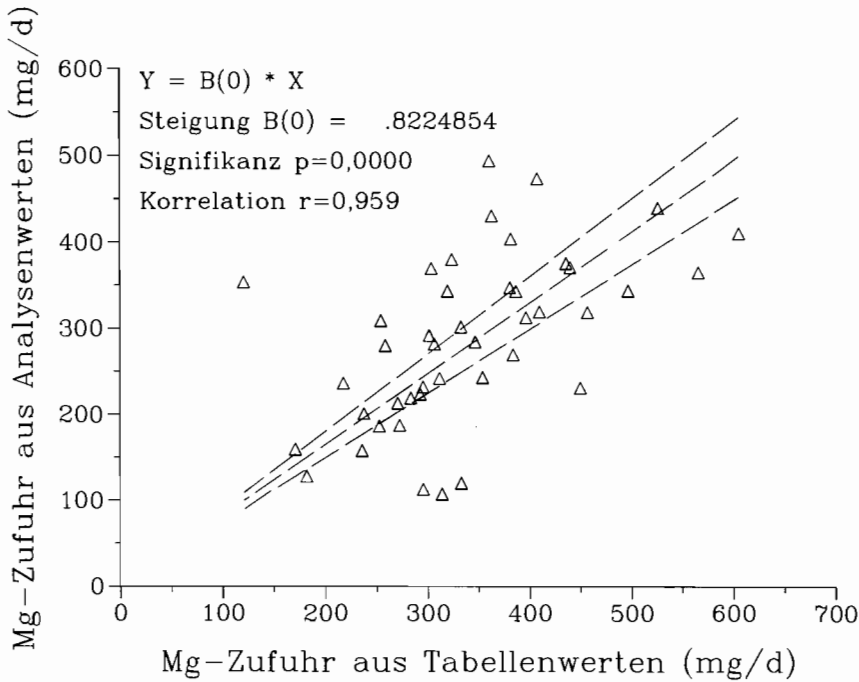


Abb. 2: Korrelation zwischen der aus Tabellen berechneten mit der anhand von Meßwerten ermittelten Mg-Zufuhr aus vollständig abgegebenen Nahrungsmittelpuben an den 2 Terminen der Nahrungsmittelpuben-Sammlung (4. und 12. Woche)

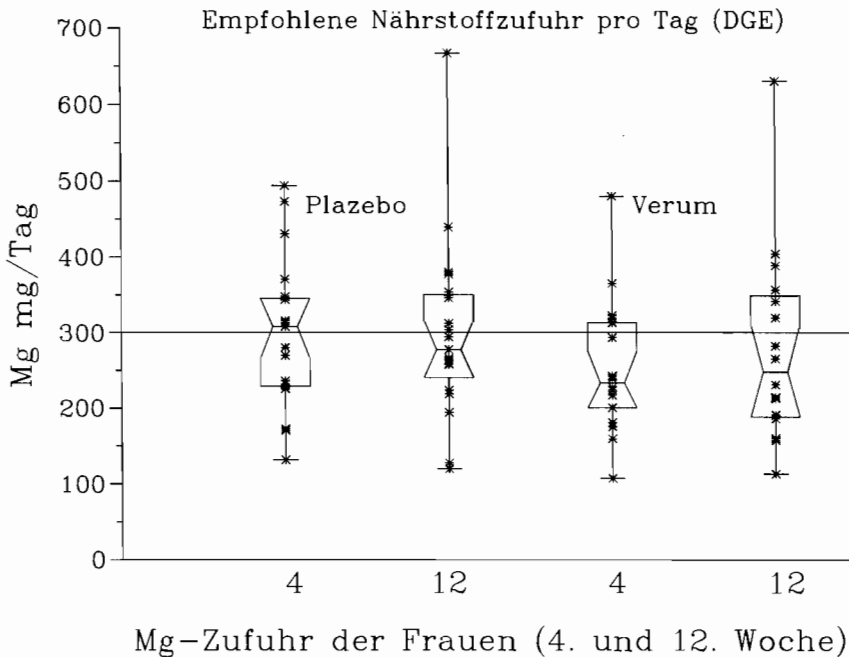


Abb. 3: Mg-Zufuhr der Frauen berechnet aufgrund von Analysenwerten im Vergleich mit den DGE-Empfehlungen an den zwei Terminen der Nahrungsmittelpuben-Sammlung (4. und 12. Woche)

lung von 66% der Männer in Plazebo- und Verumgruppe nicht erreicht.

### Mg-Retention von Frauen und Männern der Plazebogruppe

Die Retention ist die Differenz zwischen Mg-Aufnahme und Mg-Aus-

scheidung. Die Bilanz ist ausgeglichen, wenn die Aufnahme der Ausscheidung entspricht. In der Plazebogruppe hatten 64% aller Frauen in der 4. Woche negative Mg-Bilanzen (Abb. 4). Von den Männern der Plazebogruppe wiesen 70% negative Mg-Bilanzen auf.

### Mg-Retention in Plazebo- und Verumgruppe

In der Plazebogruppe hatten 67% der Probanden negative Mg-Bilanzen. In der Verumgruppe führte die zusätzliche Zufuhr von 15 mmol Mg im Vergleich zur Plazebogruppe zwar zu einer höheren Mg-Ausscheidung in Stuhl und Urin; aber trotzdem waren hier die Mg-Bilanzen nur bei 2 Probanden negativ. Mg-Aufnahme und -Ausscheidung waren ausgeglichen bei einer täglichen Mg-Zufuhr von 374 mg in der Plazebogruppe und 518 mg in der Verumgruppe (Abb. 5).

### Mg-Absorption

Für die Absorption von Mg werden in der Literatur zwei Mechanismen beschrieben: Ein aktiver Transport in Stadien eines Mg-Mangels und bei ausreichender Zufuhr von Mg mit der Nahrung den aktiven Transport plus einer passiven Diffusion.

In der vorliegenden Untersuchung ließen sich diese Mechanismen bestätigen. Die niedrige Mg-Zufuhr der Plazebogruppe läßt eine aktive Transportkomponente erkennen, welche nach Anhebung der Mg-Zufuhr in einen gesättigten Transport mit einer parallel dazu verlaufenden passiven Diffusion übergeht (Abb. 6).

## Diskussion

### Mg-Zufuhr

In den meisten westlichen Ländern scheint die Mg-Versorgung durch die Ernährung nicht ausreichend zu sein. In verschiedenen Studien erreichte die Mg-Zufuhr für eine Mehrzahl beider Geschlechter nicht die empfohlene Zufuhrmenge von 300 bzw. 350 mg/d. Zu diesem Ergebnis kam eine Arbeitsgruppe nach Auswertung einwöchiger Ernährungsprotokolle; nur 5 von 44 Probanden erreichten die für Mg empfohlene Nährstoffzufuhr (Lasserre et al. 1991). Die aufgrund von Tabellen berechnete Nährstoffzufuhr wird außerdem im Vergleich zu den chemisch analysierten Werten häufig überschätzt (Dobs et al. 1991). Glei et al. (1993) ermittelten anhand der Duplikatmethode in der deutschen Bevölkerung eine im Vergleich mit den DGE-Empfehlungen zu niedrige Mg-Zufuhr

## Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

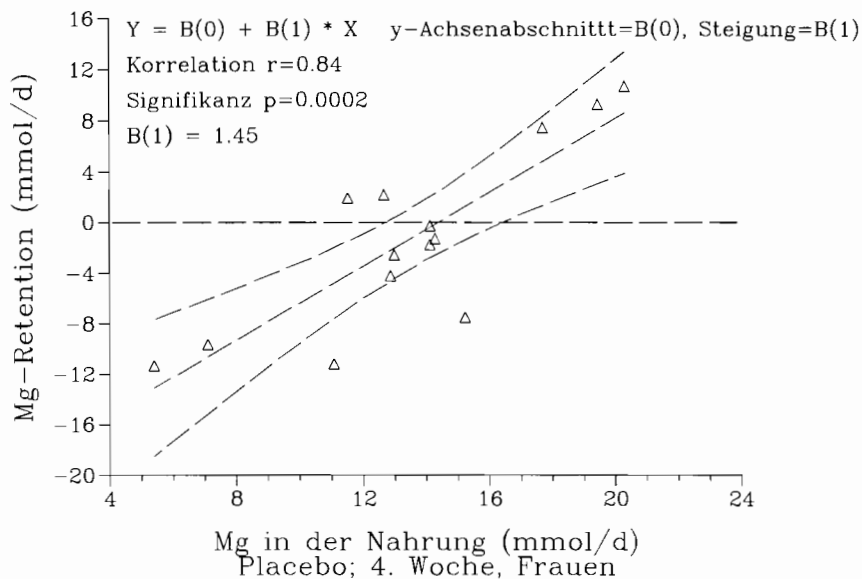


Abb. 4: Mg-Retention der Frauen in der Placebogruppe zum Zeitpunkt der ersten Nahrungsmittelproben-Sammlung (4. Woche)

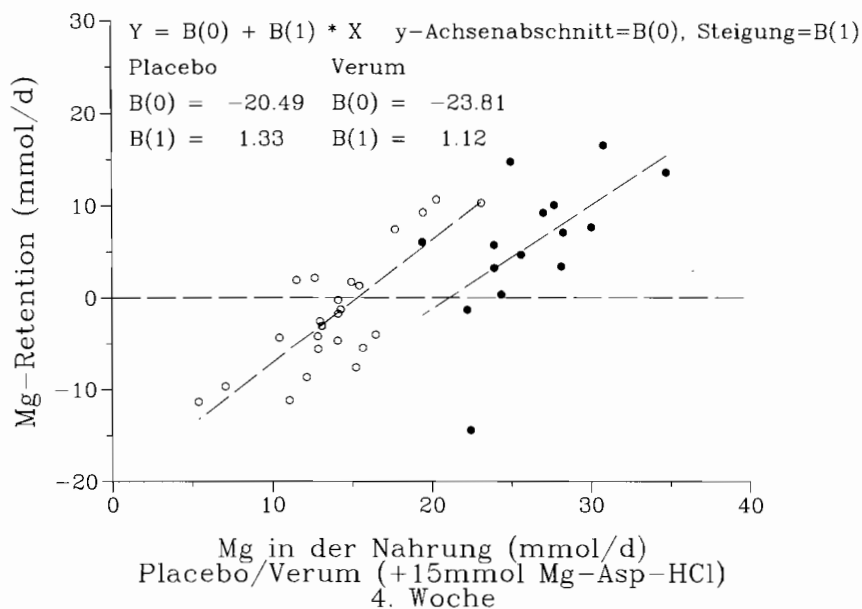


Abb. 5: Mg-Retention der Verum-(●-●) und Placebogruppe (○-○) zum Zeitpunkt der 1. Nahrungsmittelproben-Sammlung (4. Woche)

von 210–280 mg/d. Die aufgrund von Tabellenwerten berechnete Zufuhr dagegen entsprach den Empfehlungen. Untersuchungen von Stehle et al. (1991) führten zu dem Ergebnis, daß die berechneten Werte immer höher lagen als die Analysenwerte. Die berechnete Mg-Zufuhr von 108 protokollierten Mittagessen und der Vergleich mit den DGE-Empfehlungen wies bei Mg auf eine Bedarfsdeckung hin. Bei Verwendung der signifikant niedrigeren Analysendaten zeigte sich eine deutliche Mg-Unterversorgung.

In der vorliegenden Untersuchung war die aus Nährwerttabellen berechnete Mg-Zufuhr mit durchschnittlich 18% signifikant höher als die anhand von Analysenwerten berechnete Zufuhr. In Placebo- und Verumgruppe erreichten daher nach dem Meßverfahren 66% der Männer und 60% der Frauen nicht die Empfehlungen der DGE für die tägliche Mg-Zufuhr. Diese Ergebnisse entsprechen den Befunden aus Mineralstoff-Analysen 70 täglicher Mahlzeiten, aus denen sich eine mit 240 mg ungenügende Mg-Zufuhr ergab (Coc-

chioni et al. 1989). In einer Studie von Greger et al. (1978) ergab die aus Analysenwerten ermittelte Mg-Zufuhr zwölf- bis vierzehnjähriger Mädchen  $196 \pm 17$  mg/d. Die Auswertung von Ernährungsprotokollen mit Hilfe von Nährwerttabellen ermöglicht keine genauen Angaben über die Zufuhr von Mineralstoffen in Nahrungsmitteln (Bognar et al. 1979).

### Mg-Absorption und -bilanz

In den Prozess der Mg-Absorption aus dem Dünndarm sind 2 Mechanismen involviert. In Stadien unzureichender Mg-Versorgung liegt vorwiegend ein aktiver Transport vor. Bei höherer Mg-Zufuhr läßt sich neben dem aktiven Transport eine diffusive Komponente erkennen (Classen 1984). Der aktive Transport ist ein wichtiger Mechanismus zur Sicherstellung einer Mg-Versorgung bei niedrigen Mg-Gehalten in der Nahrung. Der passive Transport, welcher durch eine lineare Funktion beschrieben wird, ist aber sicherlich der für den Menschen bedeutendere Mechanismus. Bei eingeschränkter Nierenfunktion sind demzufolge durchaus Mg-Intoxikationen nach oralen Mg-Gaben möglich, die für die betroffenen Personen sogar lebensbedrohlich sein können (Alison und Bulugahapitiya 1990). Erwachsene Personen, welche sich durch eine selbstgewählte Kost ernährten, verzeichneten in einer Studie von Lakshmanan et al. (1984) prozentuale Mg-Absorptionsraten von 21% für Männer und 27% für Frauen. In der vorliegenden Untersuchung betragen die Absorptionsraten von Mg der Placeboprobanden in der 4. und 12. Woche jeweils  $12 \pm 45$  bzw.  $25 \pm 38\%$ . Diese Ergebnisse stimmen mit denen von Lakshmanan et al. (1984) überein. Classen (1984) hält dagegen eine Netto-Mg-Absorption von etwa 30–40% und eine wahre Mg-Absorption, welches das Mg der Verdauungssäfte einschließt, von 40–50% bei Erwachsenen wahrscheinlich.

Es ist fraglich, inwieweit die von der DGE empfohlenen Zufuhrmengen für Mg ausreichend sind, die Mg-Bilanzen zu erhalten. Analysen der Mg-Konzentration in Serum, Stuhl und Urin sind zur Ermittlung eines adäquaten

## Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

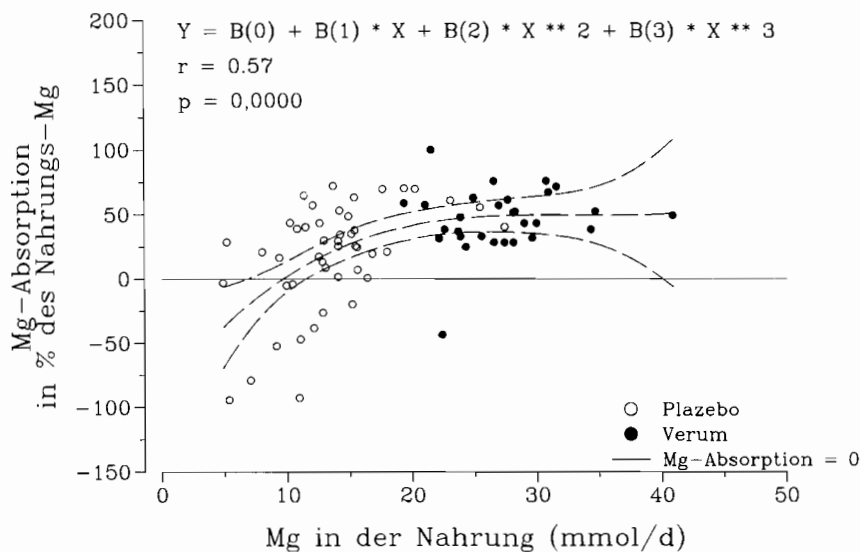


Abb. 6: Prozentuale Mg-Absorption in Verum- und Plazebogruppe an den 2 Terminen der Nahrungsmittelproben-Sammlung (4. und 12. Woche)

Mg-Bedarfs unerlässlich (Shils 1988). Probanden, welche ihre Kost selbst wählten, hatten nach einer täglichen Mg-Zufuhr zwischen 100 und 300 mg zu 82% negative Mg-Bilanzen. Positive Mg-Bilanzen ließen sich bei einer durchschnittlichen Mg-Zufuhr zwischen 950 und 1020 mg/d ermitteln (Scouler et al. 1957). Auch die Mg-Zufuhr von 300 mg/d führte in einer Studie von Kelsay et al. (1983) zu negativen Mg-Bilanzen. Obwohl die Mg-Zufuhr durch eine ballaststoffreiche Diät bei den Männern von ursprünglich 241 auf 393 mg/d und die der Frauen von 183 auf 295 mg/d angehoben werden konnte, blieben die Mg-Bilanzen in beiden Gruppen negativ (Hallfrisch et al. 1987). Auch bei Wisker et al. (1991) wurden die Mg-Bilanzen durch eine geringfügige Erhöhung des Stuhl-Mg negativ, nachdem die Probanden im Anschluß an eine Kontrollkost mit 20 g Ballaststoffen eine Versuchskost mit zusätzlich 15 g Gerstenballaststoffen verabreicht bekamen. In der vorliegenden Untersuchung waren die Mg-Bilanzen von Männern/Frauen der Plazebogruppe in der 4. Woche zu 70/64% negativ.

Hardwick et al. (1990) stellte trotz angestiegener Mg-Ausscheidung in Stuhl und Urin eine signifikant verbesserte Mg-Bilanz nach Erhöhung der Mg-Zufuhr fest. Dieses Resultat entspricht den Ergebnissen der vorliegenden Studie. In der Verumgruppe betrug die

Mg-Zufuhr der Männer nach 4 Wochen 632 mg, die der Frauen 608 mg/d. Trotz einer im Vergleich zur Plazebogruppe höheren Mg-Ausscheidung in Stuhl und Urin von 437 (Männer) und 510 mg (Frauen) konnten die Mg-Bilanzen bei fast allen Probanden signifikant verbessert werden.

### Schlußfolgerungen

1. Ein signifikanter Unterschied besteht zwischen der aus Nährwerttabellen und der aus Analysenwerten ermittelten Mg-Zufuhr.
2. Es ist offensichtlich kaum möglich, den täglichen Mg-Bedarf durch eine übliche Mischkost zu decken.
3. Der Mg-Gehalt einer gemischten Kost wird komplett in Stuhl und Urin ausgeschieden. Die Mg-Bilanzen werden negativ.
4. Nur die zusätzliche Zufuhr von Mg mit der Nahrung (z.B. in Form von Supplementen) tragen zu einer Verbesserung der Mg-Speicher im Körper bei.
5. Die derzeitigen Zufuhrempfehlungen der DGE von 350 mg/d für Männer und 300 mg/d für Frauen sind zur Aufrechterhaltung der Mg-Bilanz nicht ausreichend. Die Anhebung der Empfehlungen auf 375 mg/d für Männer und Frauen wäre sinnvoll.

Diese 375 mg Mg waren in der vorliegenden Untersuchung genau der Wert,

bei dem die Mg-Bilanzen gerade ausgeglichen waren. Allerdings kann mit dieser Mg-Menge ein bestehender Mg-Mangel in Menschen nicht ausgeglichen werden und ein erhöhter Mg-Bedarf während Stresssituationen wird nicht berücksichtigt.

### Literatur

- Alison, L. H.; Bulugahapitiya, D.: Laxative induced magnesium poisoning in a 6 week old infant. *Br. Med. J.* **300** (1990) 125.
- Bergmann, W.: Die Bedeutung des Magnesiums in der Humanernährung sowie Beispiele einer erfolgreichen Magnesium-Therapie. I. Humanernährung. *Vita Min. Spur.* **4** (1989) 66-72.
- Bognár, A.; Frahm, A.; Teuber, M.: Magnesiumgehalt in Fertigspeisen. *Mag.-Bull.* **3** (1979) 160-164.
- Cocchioni, M.; Pellegrini, M. G.; Grappasonni, I.; Vitali, C.: Daily intake of macro and trace elements in the diet. 4. Sodium, potassium, calcium, magnesium. *Ann. Ig.* **1** (1989) 923-942.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 5. Überarbeitung 1991.
- Dobs, A. S.; Sarma, P. S.; Wilder, L.: Lipid-lowering diets in patients taking pravastatin, a new HMG-CoA reductase inhibitor: compliance and adequacy. *Am. J. Clin. Nutr.* **54** (1991) 696-700.
- Classen, H. G.: Magnesium and potassium deprivation and supplementation in animals and man: aspects in view of intestinal absorption. *Magnesium* **3** (1984) 257-264.
- Elling, W.: Waldschäden und Waldschadensforschung. *Naturwiss. Rundschau* **45** (5) (1992) 184-189.
- Flink, E. B.: Nutritional aspects of magnesium metabolism. *West. J. Med.* **133** (1980a) 304-312.
- Glei, M.; Anke, M.; Angelow, L.: Magnesium in the food chain. Eighth International Symposium on Trace Elements in Man and Animals, Abstractbuch, 73, 16.-21. Mai, Dresden 1993.
- Golf, S. W.; Classen, H. G.; Stein, C.: Die Bedeutung einer ausreichenden Versorgung mit Magnesium im Alter. *Z. Geriatrie* **1** (1988a) 258-263.
- Golf, S. W.; Graef, V.; Riediger, H.; Bertschat, F.: Schutzeffekt von Magnesium für die Membran der Muskelzelle beim Marathonläufer. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* **38** (1987) 51-59.
- Golf, S. W.; Münch, J.; Graef, V.; Temme, H.; Brüstle, A.; Röka, L.; Beuther, G.; Heinz, N.; Buhl, C.; Nowacki, P. E.: Einfluß einer vierwöchigen Magnesiumsupplementierung auf die Laktateliminierung von Leistungsruderern bei einem erschöpfenden, wettkampfspezifischen Leistungstest. *Mag.-Bull.* **10** (1988b) 124-130.

## Empfehlungen zur Magnesium-Zufuhr

- Golf, S. W.; Riediger, H.; Matthes, S.; Kuhn, D.; Graef, V.; Temme, H.; Katz, N.; Róka, L.:* Homeostasis of magnesium in man after oral supplementation: results of a placebo controlled blind study. *Mag.-Bull.* **12** (1990) 144-148.
- Greger, J. L.; Baligar, P.; Abernathy, R. P.; Bennett, O. A.; Peterson, T.:* Calcium, magnesium, phosphorus, copper, and manganese balance in adolescent females. *Am. J. Clin. Nutr.* **31** (1978) 117-121.
- Grimme, H.; Hüttl, R. F.:* Magnesium in agricultural and forest ecosystems, S. 9-20. In: *Lasserre, B.; Durlach, J.* (eds.) *Magnesium - a relevant ion.* John Libbey, London 1990.
- Grunes, D. L.; Mayland, H. F.:* Controlling grass tetany. United States Department of Agriculture, Agricultural research service and extension service, number 561, 1984.
- Hallfrisch, J.; Powell, A.; Carafelli, C.; Reiser, S.; Prather, E. S.:* Mineral balances of men and women consuming high fiber diets with complex or simple carbohydrate. *J. Nutr.* **117** (1987) 48-55.
- Hardwick, L. L.; Jones, M. R.; Buddington, R. K.; Clemens, R. A.; Lee, D. B. N.:* Comparison of calcium and magnesium absorption: in vivo and in vitro studies. *Am. J. Physiol.* **246** (1990b) G720-G726.
- Hüttl, R. F.:* „Neuartige“ Waldschäden und die Mg-Ernährung. *Mag.-Bull.* **11** (1989) 185.
- Kelsay, J. L.; Prather, E. S.:* Mineral balances of human subjects consuming spinach in a low-fiber diet and in diet containing fruits and vegetables. *Am. J. Clin. Nutr.* **38** (1983) 12-19.
- Lakshmanan, F. L.; Rao, R. B.; Kim, W. W.; Kelsay, J. L.:* Magnesium intakes, balances and blood levels of adults consuming self-selected diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **40** (1984b) 1380-1389.
- Lasserre, B.; Theubet, M. P.; Spoerri, M.; Luccarini, Y.:* Marginal magnesium deficiency, cross-sectional and follow-up study in an outpatient setting, S. 59-71. In: *Lasserre, B.; Durlach, J.* (eds.) *Magnesium - a relevant ion.* John Libbey, London 1991.
- Marier, J. R.:* Role of Magnesium in the "hard-water story". *Mag.-Bull.* **8** (1986) 194-197.
- Milachowski, K.; Moschinski, D.; Jaeschock, R. R.:* Die Bedeutung des Magnesiums bei der medialen Schenkelhalsfraktur des alten Menschen. *Mag.-Bull.* **3** (1981) 90-92.
- Motoyama, T.; Sano, H.; Fukuzaki, H.:* Oral magnesium supplementation in patients with essential hypertension. *Hypertension* **13** (1989) 227-232.
- Paolisso, G.; Scheen, A.; D'Onofrio, F. D.; Lefebvre, P.:* Magnesium and glucose homeostasis. *Diabetologia* **33** (1990) 511-514.
- Paolisso, G.; Sgambato, S.; Gambardella, A.; Pizza, G.; Tesauero, P.; Varricchio, M.; D'Onofrio, F. D.:* Daily magnesium supplements improve glucose handling in elderly subjects. *Am. J. Clin. Nutr.* **55** (1992) 1161-1167.
- Schenk, G. O.:* Kann der Umweltschutz der Umwelthygiene schaden - unorthodoxe Gedanken zu Umwelt und Waldsterben. *Naturwiss. Rundschau* **3** (1990) 52.
- Scoular, F. I.; Kelsay, J. P.; Davis, A. N.:* The calcium, phosphorus and magnesium balances of young college women consuming self-selected diets. *J. Nutr.* **62** (1957) 489-501.
- Shechter, M.; Hod, H.:* Magnesium therapy in aged patients with acute myocardial infarction. *Mag.-Bull.* **13** (1) (1991) 7-9.
- Shils, M. E.:* Magnesium, S. 224-32. In: *Brown, M. L.* (ed.) *Present knowledge in nutrition.*
- Spätling, L.; Disch, G.; Classen, H. G.:* Magnesium in pregnant women and the newborn. *Magnesium Research* **2** (1989) 71-80.
- Stehle, P.; Schindler, B.; Wolf, H.; Schimatschek, H. F.; Classen, H. G.; Fürst, P.:* Ernährungsphysiologische Beurteilung des Mensaessens der Universität Hohenheim: Vergleich der Nährstoffaufnahme mit den Zufuhrempfehlungen. *Akt. Ernähr. Med.* **16** (1991) 224-23.
- Wester, P. O.; Dyckner, T.:* The importance of the magnesium ion. Magnesium deficiency-symptomatology and occurrence. *Acta Med. Scand.* (Suppl) **661** (1982) 3-4.
- Wilkinson, S. R.; Welch, R. M.; Mayland, H. F.; Grunes, D. L.:* Magnesium in plants: uptake, distribution, function and utilization by man and animals, S 33-56. In: *Compendium on magnesium and its role in biology, nutrition and physiology.* Metal ions in biological systems. Vol **26**, New York 1990.
- Wisker, E.; Schweizer, T. F.; Feldheim, W.:* Einfluß unterschiedlicher Ballaststoffträger auf die Bilanzen von Eisen, Zink, Kalzium und Magnesium bei jungen Frauen. *Akt. Ernähr. Med.* **16** (1991) 286-295.

Korrespondenz an:  
Dr. Sighart Golf, Institut für Klinische Chemie, Klinikum der Justus-Liebig-Universität, Friedrichstraße 24, D-35392 Gießen.