**Zeitschrift:** Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmitteluntersuchung und Hygiene = Travaux de chimie alimentaire et d'hygiène

**Herausgeber:** Bundesamt für Gesundheit

**Band:** 83 (1992)

**Heft:** 6

**Artikel:** Untersuchungen von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. Teil V, Mineralstoffe: Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium, Phosphor und Magnesium = Analysis of daily rations from Swiss canteens and restaurants. Part V, Minerals: Sodium, chlor...

**Autor:** Zimmerli, B. / Sieber, R. / Tobler, L.

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-982282

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

**Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

**Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

**Download PDF:** 11.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch**

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **83**, 677–710 (1992)
Eingegangen 20. Oktober 1992. Angenommen 28. Oktober 1992

# Untersuchungen von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben

## V. Mineralstoffe: Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium, Phosphor und Magnesium

Analysis of Daily Rations from Swiss Canteens and Restaurants
V. Minerals: Sodium, Chloride, Potassium, Calcium, Phosphorus and Magnesium

*B. Zimmerli*[1], *R. Sieber*[2], *L. Tobler*[3], *S. Bajo*[3], *P. Scheffeldt*[4], *M. Stransky*[4] und *A. Wyttenbach*[3]

### Einleitung

Der Ernährungszustand der Bevölkerung, ausgewählter Bevölkerungsgruppen oder des Einzelnen wird wesentlich durch die Zufuhr der mit der täglichen Nahrung aufgenommenen essentiellen Nährstoffe beeinflusst. Zu diesen zählen neben gewissen Fett- und Aminosäuren sowie den Vitaminen auch die Mineralstoffe und die Spurenelemente. Diese letzteren haben im Organismus als Bausteine, Regulatoren in den Körperflüssigkeiten wie auch als Aktivatoren zahlreicher Enzyme verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Deshalb ist die Kenntnis über deren Zufuhr mit der Nahrung eine wichtige Kenngrösse für eine umfassende Beurteilung des Ernährungszustandes. Bei den Mineralstoffen wie auch den Spurenelementen ist aber ebenfalls deren Bioverfügbarkeit sowie deren Interaktionen, die metabolische Verfügbarkeit der Körperreserven und die homöostatische Regulation zu beachten.

Die Erfassung der Nahrungsaufnahme kann mit Hilfe verschiedener indirekter und direkter Methoden wie Nahrungsbilanzen (indirekt), 24-Stunden-Protokoll, Ernährungsgeschichte, Fragebogenmethode, Einkaufsliste (retrospektive Nahrungsaufnahme), Wiege- und Inventarmethode, Ernährungsprotokoll, Buchhal-

[1] Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern
[2] Eidg. Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, 3097 Liebefeld
[3] Paul-Scherrer-Institut (PSI), Würenlingen, vormals Eidgenössisches Institut für Reaktorforschung (EIR), 5303 Würenlingen
[4] Institut für Ernährungsforschung der Stiftung «Im Grüene», Rüschlikon
Heutige Adressen: M. Stransky, Migros Genossenschafts-Bund, Postfach, 8031 Zürich
P. Scheffeldt, Nestlé Produkte AG, Postfach 352, 1800 Vevey

tungsmethode, Tonbandaufnahme (prospektive Nahrungsaufnahme) durchgeführt werden (6). Aus diesen Daten kann mit Hilfe von Nährwerttabellen auf die Menge an verzehrten Nährstoffen umgerechnet werden, was aber genauer durch die direkte chemische Analyse von exakten Duplikaten der täglichen Nahrung erfolgen kann. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren wurden in Teil I dieser Studie dargelegt (1). Über die Zufuhr von Mineralstoffen in der schweizerischen Bevölkerung liegen neben den Angaben im Zweiten (7) und Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht (8) verschiedene Resultate für ausgewählte Bevölkerungsgruppen wie Insassen von Altersheimen (9) und Krankenhäusern (10, 11), Betagte und Jugendliche (12), Mittelschüler (13), Studenten (14) und Rekruten (15) vor. In der ersten grösseren Studie über die Ernährung und den Gesundheitszustand der schweizerischen Bergbevölkerung wurde von den Mineralstoffen nur das Calcium berücksichtigt (16). Im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht (7) wurde der Mineralstoffkonsum auf der Grundlage der Agrarstatistik und mit Hilfe von Nährwerttabellen berechnet, während im Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht (8) der angenäherte Verzehr von Mineralstoffen anhand einer Computer-Datenbank (Nährwerttabelle) ermittelt wurde. Da es sich dabei um berechnete Mittelwerte handelt und darin zahlreiche Unsicherheitsfaktoren eingeschlossen sind, wurde angeregt, weitere gezielte Untersuchungen mittels chemischer Analysen durchzuführen (7).

Aus diesen und den in der ersten einleitenden Publikation zu dieser Studie (1) dargelegten Gründen soll in der vorliegenden Arbeit aufgrund von essfertigen Tagesrationen aus vier verschiedenen Verpflegungsbetrieben die Zufuhr der für den Menschen als essentiell erkannten Mineralstoffe und in einer weiteren Publikation auch diejenige der Spurenelemente sowie weiterer potentiell lebensnotwendiger Elemente abgeschätzt werden. Eine Zusammenfassung der vorläufigen Ergebnisse über Mineralstoffe und Spurenelemente sowie die Resultate zu Blei, Cadmium, Quecksilber, Nickel und Aluminium wurden bereits an anderer Stelle publiziert (3, 5). Die hier vorliegenden Resultate wurden zur Beurteilung der Versorgung für den Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht herangezogen (17, 18).

## Methodik

### *Probenmaterial*

Aus vier verschiedenen Verpflegungsbetrieben (Betrieb A: Personalrestaurant der öffentlichen Dienste; Betrieb B: Spitalküche für das Personal und die Patienten der allgemeinen Abteilung; Betrieb C: vegetarisches Restaurant; Betrieb D: Kantine einer Rekrutenschule) wurden im Jahre 1983 (Januar/Februar) an 10 aufeinanderfolgenden Tagen je eine Tagesration, bestehend aus Frühstück, Mittagessen und Abendessen eingekauft (total 40). Getränke waren darin nur enthalten, sofern sie als Teil des Menüs abgegeben wurden (vorwiegend Kaffee, Tee und Fruchtsäfte).

Die mittlere Masse der Tagesrationen betrug 2 kg (gefriergetrocknet 0,46 kg) und der Energiegehalt 9,46 MJ (2260 kcal) (1, 2). Detailangaben über die Zusammensetzung der Tagesrationen, die Probenahme und die Probenvorbereitung sind im ersten Teil dieser Studie enthalten (1). Analysiert wurde das homogenisierte, gefriergetrocknete Probenmaterial, ausgenommen für die Ca- und P-Bestimmungen, bei denen das flüssige Homogenat Verwendung fand.

## *Analytik*

### *Natrium, Chlorid, Kalium und Magnesium*

Die Elemente Natrium, Chlorid, Kalium und Magnesium wurden (zusammen mit den hier nicht zu diskutierenden Spurenelementen) durch instrumentelle Aktivierungsanalyse mit thermischen Neutronen bestimmt. Die Probeneinwaagen betrugen 100–250 mg. Nach der Aktivierung wurde die induzierte Aktivität durch Gammaspektrometrie mit Ge-(Li-)Detektoren ermittelt, wobei die Spektren durch Computerprogramme ausgewertet wurden. Für Details des Verfahrens wird auf die Literatur verwiesen (5).

Korrekturen für Blindwerte durch die teilweise verwendeten Bestrahlungsgefässe (Suprasil) mussten für Mineralstoffe nicht angebracht werden. Die Reproduzierbarkeit der Bestimmungen wurde für die meisten Elemente durch Doppelanalyse von 10 Proben ermittelt. Die resultierenden Variationskoeffizienten *(VK)* sind im Anhang 1 aufgeführt. Abgesehen von Fällen, in denen die Zählstatistik den begrenzenden Faktor darstellte *(VK* = 10–30%), ergab sich eine Reproduzierbarkeit von etwa 5%. Die Richtigkeit wurde durch die Analyse des Standardreferenzmaterials (NBS 1571, ochard leaves) geprüft.

### *Phosphor und Calcium*

Phosphor: Im mit $HNO_3/H_2SO_4$ nass aufgeschlossenen Homogenat wurde das Phosphat photometrisch als Phosphormolybdänblau bestimmt (10).

Calcium: Das Homogenat wurde trocken verascht (550 °C/5 h). Die Asche wurde in einer $HCl/HNO_3$-Mischung gelöst und das Calcium mittels Atomabsorption (Lachgas-Acetylenflamme) gemessen (10).

Zur analytischen Qualitätssicherung wurden verschiedene NBS-Standardreferenzmaterialien mit unterschiedlichen Calcium- und Phosphorgehalten mit befriedigenden Ergebnissen auf diese Elemente analysiert [1575 (pine needles), 1573 (tomato leaves), 1572 (citrus leaves), 1567 (wheat flour), 1566 (oyster tissue)].

## Resultate und Diskussion

### *Übersicht*

In der bereits publizierten Arbeit wurden insbesondere die Verteilungsfunktionen der Konzentrationswerte der einzelnen Elemente, die Unterschiede der Konzentrationsmittelwerte zwischen den einzelnen Betrieben sowie Korrelationen zwischen verschiedenen Elementen untersucht (5): Die auf die Trockenmasse bezogenen Konzentrationseinzelwerte der verschiedenen, in dieser Arbeit behandelten Elemente sind annähernd normal verteilt. Es lassen sich, rein statistisch gesehen, keine extremen Ausreisser (zwei- bis dreimal höher als Mittelwert) identifizieren (Pearson-Test, 99% Signifikanzniveau).

Die Konzentrationseinzelwerte sowie die daraus berechneten täglichen Zufuhrmengen aller Proben sind im Anhang 1 zusammen mit den entsprechenden Angaben über Erfassungsgrenzen und Reproduzierbarkeit aufgeführt. In Tabelle 1 sind die berechneten arithmetischen Mittelwerte der täglichen Zufuhrmengen aufgeführt. Trotz gewissen Unterschieden zwischen den Betrieben wurden auch Gesamtmittelwerte gebildet und den empfohlenen (RDA) bzw. den geschätzten minimalen Zufuhrmengen gegenübergestellt, dies im Hinblick auf die Schätzung einer für die Bevölkerung typischen Grundzufuhr über einen längeren Zeitraum sowie zum besseren Vergleich mit ausländischen Erhebungen. Infolge der zum Teil unterschiedlichen Berechnungsarten entsprechen die in Tabelle 1 aufgeführten Werte für die durchschnittliche Zufuhr nicht notwendigerweise exakt den früher publizierten Werten (5).

### *Natrium*

#### *Allgemeines*

Natrium ist ein lebensnotwendiges Element, das eng mit dem Wasserhaushalt des menschlichen Organismus verknüpft ist. Erwachsene enthalten insgesamt etwa 100 g Natrium, davon finden sich schätzungsweise ⅔ im Weichgewebe und ⅓ im Skelett. Mengenmässig ist Natrium, zusammen mit dem Chlorid, das dominierende Ion der Extrazellulärflüssigkeit. Dort sorgt es in erster Linie für einen genügenden osmotischen Druck. Die Konzentrationen betragen im Blut etwa 140 mMol/l, entsprechend 3,2 g Natrium/l. Sie werden, auch bei stark wechselnder Natriumzufuhr (Absorption > 90%!), durch die Nieren über komplexe Regelmechanismen konstant gehalten (Renin-Angiotensin-Aldosteron-, Kallikrein-Kinin- und Prostaglandinsystem). Dabei ist, wohl entwicklungsgeschichtlich bedingt, die Fähigkeit, Natrium zurückzuhalten, wesentlich besser ausgeprägt als diejenige, einen Überschuss auszuscheiden! Die in der extrazellulären Flüssigkeit enthaltene Natriummenge bestimmt normalerweise weitgehend deren Volumen, wobei rund 3 g Natrium einen Liter Wasser binden können (19–22).

*Tabelle 1.* Übersicht über die tägliche Zufuhr an Mineralstoffen

| Element | Parameter[1] | Einheit | Betriebe | | | | Alle Betriebe | Empfehlungen | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | A (Personal-restaurant) | B (Spital) | C (ovo-lacto-vegetarisch) | D (Rekruten-schule) | | DGE[2] | NRC[3] |
| Natrium | $\bar{x}$ | g/Tag | 5,33 | 4,05 | 3,56 | 6,47 | 4,85 | 0,55[4] | 0,5[5] |
| | *s (VK)* | g/Tag (%) | 1,06 (19,9) | 0,65 (16,0) | 1,22 (34,3) | 1,56 (24,1) | 1,61 (33,2) | | |
| | B | g/Tag | 4,07–7,46 | 2,95–4,89 | 1,90–5,78 | 4,62–9,68 | 1,90–9,68 | | |
| | ND | g/MJ | 0,56 | 0,45 | 0,41 | 0,60 | 0,51 | | |
| Chlorid | $\bar{x}$ | g/Tag | 8,09 | 6,47 | 5,68 | 10,06 | 7,58 | 0,83[4] | 0,75[5] |
| | *s (VK)* | g/Tag (%) | 1,42 (17,6) | 0,86 (13,3) | 1,84 (32,4) | 2,49 (24,8) | 2,40 (31,7) | | |
| | B | g/Tag | 6,38–10,85 | 5,16–7,71 | 3,17–9,32 | 7,48–15,43 | 3,17–15,43 | | |
| | ND | g/MJ | 0,85 | 0,73 | 0,66 | 0,94 | 0,80 | | |
| Kalium | $\bar{x}$ | g/Tag | 2,62 | 2,94 | 3,38 | 2,36 | 2,83 | 2,0[5] | 1,6–2,0[5, 6] |
| | *s (VK)* | g/Tag (%) | 0,54 (20,6) | 0,52 (14,3) | 0,56 (16,6) | 0,26 (11,0) | 0,59 (20,8) | | |
| | B | g/Tag | 1,79–3,54 | 2,36–3,66 | 2,80–4,24 | 1,88–2,69 | 1,79–4,24 | | |
| | ND | g/MJ | 0,27 | 0,33 | 0,39 | 0,22 | 0,30 | | |
| Calcium | $\bar{x}$ | g/Tag | 0,83 | 1,43 | 1,11 | 1,27 | 1,16 | 1,0 (19–25 J.) | 1,20 (11–24 J.) |
| | *s (VK)* | g/Tag (%) | 0,34 (41,0) | 0,16 (11,2) | 0,40 (36,0) | 0,37 (29,1) | 0,39 (33,6) | 0,9 (25–52 J.) | 0,80 (ab 24 J.) |
| | B | g/Tag | 0,56–1,60 | 1,25–1,66 | 0,59–1,84 | 0,94–2,16 | 0,56–2,16 | 0,8 (ab 51 J.) | |
| | ND | g/MJ | 0,09 | 0,16 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | | |
| Phosphor | $\bar{x}$ | g/Tag | 1,12 | 1,48 | 1,20 | 1,59 | 1,35 | 1,5 (19–25 J.)[7] | 1,20 (11–24 J.) |
| | *s (VK)* | g/Tag (%) | 0,24 (21,4) | 0,12 (8,1) | 0,25 (20,8) | 0,32 (20,1) | 0,31 (23,0) | 1,4 (25–51 J.) | 0,80 (ab 24 J.) |
| | B | g/Tag | 0,83–1,24 | 1,30–1,69 | 0,82–1,59 | 1,22–2,31 | 0,82–2,31 | 1,2 (ab 51 J.) | |
| | ND | g/MJ | 0,12 | 0,17 | 0,14 | 0,15 | 0,14 | | |
| Magnesium | $\bar{x}$ | mg/Tag | 245 | 271 | 319 | 326 | 290 | 400 (15–18 J., m) | 400 (15–18 J., m) |
| | *s (VK)* | mg/Tag (%) | 68 (27,8) | 80 (29,5) | 68 (21,3) | 73 (22,4) | 77 (26,6) | 350 (15–18 J., w) | 300 (15–18 J., w) |
| | B | mg/Tag | 111–352 | 176–399 | 217–448 | 238–475 | 111–475 | 350 (ab 19 J., m) | 350 (ab 19 J., m) |
| | ND | mg/MJ | 25,6 | 30,4 | 37,1 | 30,3 | 30,7 | 300 (ab 19 J., w) | 280 (ab 19 J., w) |

1 $\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert; *s* = Standardabweichung; *VK* = Variationskoeffizient ($s \cdot 100/\bar{x}$); B = Bereich (Minimum – Maximum); ND = Nährstoffdichte, berechnet mit den Einzelmittelwerten in Referenz 2

2 Deutsche Gesellschaft für Ernährung: Empfehlung 1991 für Jugendliche und Erwachsene, ohne Schwangere (21).

3 National Research Council, USA (NRC): Recommended Dietary Allowances (RDA) 1989 für Jugendliche und Erwachsene, ohne Schwangere (20).

4 Seit 1985 wird auf Angabe eines Richtwertes verzichtet; als geschätzter täglicher Mindestbedarf angegeben.

5 Geschätzter minimaler Bedarf (keine RDA).

6 Wünschenswerte Aufnahme: 3,5 g/Tag für Erwachsene.

7 Als obligate Zufuhr bezeichnet.

Der Mindestnatriumbedarf der Erwachsenen wird auf 0,5 bzw. 0,55 bzw. 0,575 g/Tag geschätzt (20, 21, 23), nach einer anderen Quelle liegt er vermutlich bei etwa 0,2 g/Tag (24). Von einer WHO-Arbeitsgruppe wurde demgegenüber ein Wert von rund 0,05 g (entsprechend 0,12 g Kochsalz) zitiert (25). Es wird angenommen, dass der steinzeitliche Mensch täglich 0,7 g Natrium zu sich nahm (26). Eine tägliche Natriumzufuhr im Bereich von 0,2 bis 1,4 (24, 27) bzw. 2 g (28) wird unter üblichen Lebensbedingungen von verschiedenen Seiten als adäquat und sicher betrachtet. Das englische Committee on Medical Aspects of Food Policy (COMA) (23) gibt für Natrium einen Referenzwert (Dietary Reference Value, DRV) von 1,6 g/Tag und erwachsene Person an. Akut toxische Effekte können bei einer oralen Zufuhr von 14–16 g pro Tag (entsprechend 35–40 g Natriumchlorid/Tag) auftreten (27).

Die Natrium- bzw. Kochsalzzufuhr wird seit langem im Zusammenhang mit der essentiellen (primären) Hypertonie diskutiert (28–33). Epidemiologische Untersuchungen deuten zudem auf einen Zusammenhang zwischen Magenkrebssterblichkeit und der Natriumzufuhr hin (34).

Die Häufigkeit der essentiellen Hypertonie beträgt in der Bevölkerung der Industrieländer und scheinbar auch in afrikanischen Populationen 10 bis 20% (28). Obwohl ein ursächlicher Zusammenhang zwischen der Manifestierung der Hypertonie und einer erhöhten Natriumzufuhr derzeit wissenschaftlich nicht einwandfrei belegt ist, scheint der Natriumzufuhr neben anderen Faktoren wie Kalium-, Calcium-, Chlorid-, Alkohol- und Energiezufuhr, Übergewicht, physische Aktivität, Erbfaktoren, Ausbildung eine gewisse Bedeutung zuzukommen (28, 35–39). Die INTERSALT-Studie, die in 32 Ländern durchgeführt wurde, hat in 33 Zentren eine positive Beziehung zwischen der 24-h-Natriumausscheidung und dem systolischen Blutdruck und in 19 Zentren eine negative festgestellt; für den diastolischen Blutdruck waren es 1 negative und 4 positive Korrelationen (40, 41). Aus der Sicht des präventiven Gesundheitsschutzes wird daher empfohlen, die Natriumzufuhr auf etwa 2 g/Erwachsener und Tag (entsprechend etwa 5 g Kochsalz) zu reduzieren (21, 28, 30, 31, 42, 43). Eine erfolgreiche Strategie wird darin gesehen, den Kochsalzgehalt in verarbeiteten Lebensmitteln zu vermindern (44). Dabei ist jedoch auf eine genügende Jodzufuhr durch das Kochsalz zu achten, da die Kochsalzjodierung eine der wirksamsten präventivmedizinischen Massnahmen darstellt (45). Demgegenüber wird von *Heagerty* (46) und *Hense* (47) aufgrund der INTERSALT-Studie eine Salzrestriktion als Präventionsstrategie für die ganze Bevölkerung in Frage gestellt.

Die Wissenschaftliche Subkommission der Eidgenössischen Ernährungskommission hat sich in den letzten Jahren verschiedentlich mit der Natriumzufuhr beschäftigt. Sie stellte 1986 fest (29): «Sicher ist, dass Bluthochdruck und Übergewicht deutlicher zusammenhängen als die Natriumzufuhr. Schätzungen lassen vermuten, dass in der Schweiz ca. 150 000 Hypertoniker aus einem drastischen Minderkonsum von Natrium gesundheitlichen Nutzen zögen. Man glaubt jedoch mehrheitlich, mit Empfehlungen und Massnahmen zur deutlichen Reduktion der Natriumzufuhr zurückhaltend sein zu müssen, denn mit einer allgemeinen Gewichtsreduktion wäre wohl der Volksgesundheit, und somit auch dem Hypertoniker, sicher besser gedient.»

*Zufuhr*

Aus der vorliegenden Untersuchung berechnet sich eine mittlere tägliche Natriumzufuhr von 4,85 g (Median: 4,65 g; 98-Perzentile: 7,8 g; Bereich: 1,90–9,68 g). Bezüglich steigender mittlerer Zufuhrmengen ergibt sich für die Betriebe folgende Reihenfolge: D > A > B > C (Tabelle 1). Diese Reihenfolge ändert sich auch bei einem Bezug der Zufuhrmengen auf die mittleren Energieinhalte (Natriumdichte) nicht.

Wird die ermittelte Natriumzufuhr auf Kochsalz umgerechnet, müssten im Mittel 7,48 g Chlorid zugeführt werden. Der analytisch bestimmte Wert für die Chloridzufuhr (Tabelle 1) liegt nur rund 5% über dem stöchiometrisch berechneten Wert. Dies sowie die hochsignifikante Korrelation ($p < 0{,}001$) zwischen den Natrium- und Chloridkonzentrationen in den Trockenmassen der Tagesrationen (5) legen den Schluss nahe, dass die Natrium- und Chloridgehalte der Tagesrationen fast ausschliesslich durch das bei der Zubereitung verwendete Kochsalz bedingt sind. Tabelle 2 gibt eine Übersicht über schweizerische Untersuchungen zur Natriumbelastung der erwachsenen Bevölkerung. Die in der vorliegenden Arbeit bestimmte mittlere Natriumzufuhr von rund 4,9 g/Tag (= 12,5 g Kochsalz) liegt im Bereich von anderen Nahrungsuntersuchungen und stimmt erstaunlich gut überein mit dem für den Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht berechneten Wert von 4,7 g für die pro Person und Tag zur Verfügung stehende Natriummenge (7). Der für den Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht ermittelte angenäherte Verzehr für Natrium liegt dagegen bei 3,8 g/Tag, wobei aber die über Suppen, Saucen und Würzen zugeführten Natriummengen unberücksichtigt blieben (8). In einer anderen schweizerischen Studie wurde ein entsprechender Wert von 5,9 g geschätzt (53). Für die Bewertung der Jodzufuhr durch jodiertes Kochsalz wird von einer Natriumzufuhr von 4 g/Person und Tag ausgegangen (54).

Die vorliegenden Daten geben keine Hinweise, dass die Natriumzufuhr der Bevölkerung in den letzten 15 Jahren (bis 1985) abgenommen hat. Die Verkäufe an Speisesalz pro Kopf der Bevölkerung sind in diesem Zeitraum vergleichsweise um etwa 10% zurückgegangen. Gegenüber den 20er Jahren dieses Jahrhunderts haben sie aber um etwa 40% abgenommen (55)*).

Die zuverlässigsten Informationen über die Natriumzufuhr der Bevölkerung ergeben Messungen der renalen Natriumausscheidung mittels 24-h-Urinproben. Für grössere Kollektive gestattet auch die Untersuchung von Einzelurinproben eine gewisse Aussage (51). Die diesbezüglichen schweizerischen Untersuchungen sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Wird von einem Gesamtmittelwert der täglichen Natriumausscheidung von rund 4,1 g/Person ausgegangen (51) (vergleiche dazu die Anmerkungen 9 und 10 in Tabelle 2), ergibt sich rund 15% weniger als die vorliegenden Analysenresultate erwarten lassen. Maximal etwa 7% lassen sich

* Ähnliche Abnahmen traten in der ganzen industrialisierten Welt auf und werden drei Faktoren zugeschrieben: verminderter Konsum von Kartoffeln und Getreide sowie deren Ersatz durch weniger oder nicht gesalzene Lebensmittel wie Fette und Zucker, die Verwendung des Kühlschrankes, wodurch sich die Salzzugabe zu Konservierungszwecken erübrigte, und der Volksaufklärung über die Risiken eines zu hohen Kochsalzkonsums (34).

*Tabelle 2.* Schweizerische Untersuchungen zur Natriumzufuhr und -ausscheidung von Schulkindern und erwachsenen Personen

| Jahr[1] | Art der Studie[2] | *n*[3] | Zufuhr: Mittelwert[4] (g/Tag) m | Zufuhr: Mittelwert[4] (g/Tag) w | Zufuhr: Mittlere Dichte[5] (g/MJ) m | Zufuhr: Mittlere Dichte[5] (g/MJ) w | Zufuhr: Bereich[6] (g/Tag) | Ausscheidung: Mittelwert[4] (g/Tag) m | Ausscheidung: Mittelwert[4] (g/Tag) w | Ausscheidung: Bereich[6] (g/Tag) | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1969/70 | Duplikat-24 h: Altersheime | | | | | | | | | | |
| | Heim A 10 m / 10 w | 70 m/70 w | 4,95 | 4,14 | | | | | | | 9 |
| | | | 4,55 | | 0,55[8] | | 1,18–8,66 | | | | |
| | Heim B 4 m / 4 w | 28 m/69 w | 2,84 | 2,87 | | | | | | | |
| | | | 2,87 | | 0,38[8] | | 1,67–3,94 | | | | |
| | Heim C 10 m | 69 | 5,14 | | 0,61[8] | | 0,98–10,49 | | | | |
| | Familien 5 m / 6 w | 20 m/22 w | 8,04 | 4,74 | | | | | | | |
| | | | 6,31 | | | | 2,13–14,23 | | | | |
| 1977/79 | Urin-Einzelproben (ganze Schweiz) | 370 m/400 w | | | | | | 4,97[7] | 3,35[7] | | 48 |
| | | | | | 0,58 | | | 4,13[7] | | | |
| 1979 | Duplikate: Rekrutenschule | 21 | 5,06 | | | | 0,69–7,36 | | | | 15 |
| 1981 | 24-h-Urin | 25 | | | 0,51 | | | 2,34[11] | | | 49 |
| 1983 | Duplikate | 40 | 4,85 | | | | 1,97–9,68 | | | | diese Arbeit |
| 1984 | Nachturinproben (Tessin)[9] | 25 m/32 w | | | | | | 2,40[9] | 1,56[9] | | 50 |
| | | | | | | | | 1,93[9] | | | |
| 1984a | Urin-Einzelproben[10] (ganze Schweiz) | 556 m/410 w | | | | | | 4,46 | 3,51 | ca. 0,5–10 | 51 |
| | | | | | | | | 4,06[10] | | | |
| 1984a | 24-h-Urin[10] (ganze Schweiz) | 52 m/95 w | | | | | | 4,10 | 2,85 | ca. 0,5– 8 | 51 |
| | | | | | 0,61 | | | 3,29[10] | | | |
| 1984/85 | Duplikate (Krankenhäuser des Kantons Zürich) | 77 | 4,81 | | | | 2,88–7,00 | | | | 10 |
| 1988 | Urin-Einzelproben (Kanton Bern) Schulkinder | 245 | | | | | | 3,48[11] | | | 45 |

Legende zu Tabelle 2

[1] Jahr der Probenerhebung bzw. Jahr der Publikation: a

[2] – Duplikat 24 h: 24-Stunden-Duplikate einzelner Individuen:
Duplikate: essfertige Tagesrationen (Frühstück, Mittagessen, Abendessen);
Total Diät: typische Verzehrsmengen eingekauft, essfertig zubereitet und analysiert.
Eine ausführliche Diskussion der verschiedenen Erhebungsmethoden findet sich in Kapitel I (1).
– 24-h-Urin, Einzelproben: 24-h-Ausscheidung aus dem Quotienten Natrium/Kreatinin der Einzelproben berechnet.

[3] Anzahl analysierte Tagesrationen bzw. untersuchte Individuen.

[4] Gesamtmittelwerte wurden mit Anzahl Frauen (w) und Männern (m) gewichtet.

[5] g Natrium (Gesamtmittelwert) pro Energieinhalt in MJ (= Natriumdichte)

[6] Männer und Frauen

[7] Von uns berechnet: aus dem Quotienten Natrium/Kreatinin (m 1,5 g und w 1 g Kreatinin/24 h).

[8] Berechnet mit Energieangaben aus Ref. 52.

[9] Die angewandte Methodik dürfte die effektive tägliche Natriumausscheidung unterschätzen.

[10] Das grosse Kollektiv darf als eher repräsentativ für die Durchschnittsbevölkerung gelten. Beim kleineren Kollektiv (24-h-Urin) überwiegen jüngere Frauen, und die Probanden sind im Mittel um 6 kg leichter.

[11] Als g Natrium/g Kreatinin angegeben.

allenfalls durch Natriumverluste via Kot und Schweiss erklären (56). Wird davon ausgegangen, dass via Urin nur rund 90% des zugeführten Natriums erfasst wird (57, 58), berechnet sich aus der mittleren Natriumausscheidung, in guter Übereinstimmung mit unseren Daten, für die Zufuhr ein Wert von 4,6 g/Person und Tag. Die in den Urinstudien (48, 51) erhaltenen Standardabweichungen sind zwei- bis dreimal grösser als die bei den Analysen von Tagesrationen gefundenen. Dies dürfte darauf zurückzuführen sein, dass sich in jenen Untersuchungen auch die individuellen Ernährungsgewohnheiten widerspiegeln.

Anhand der in Tabelle 2 vorliegenden Daten (9, 48–51) errechnet sich die Natriumbelastung der Männer im Mittel zu rund 1,4mal höher als die der Frauen, was wohl durch die unterschiedlichen Nahrungsmengen erklärt werden kann. In ausländischen Untersuchungen, in denen entweder die Natriumzufuhr oder -ausscheidung analytisch bestimmt wurden, ergaben sich mit unseren Daten etwa vergleichbare Ergebnisse (Tabelle 3). Zum Vergleich kann angeführt werden, dass anhand von Tabellenwerken die Natriumzufuhr in Spitaltagesrationen zu 3,16 g/Tag berechnet, chemisch-analytisch hingegen zu 5,2 g/Tag bestimmt wurde (81). In einer anderen Studie wurde demgegenüber eine recht gute Übereinstimmung zwischen den anhand der Rezepturen und Tabellenwerken berechneten und den analysierten Natriumgehalten festgestellt (67, 82).

Die Natriumzufuhr allein durch Brot und Gebäck wurde in der Bundesrepublik Deutschland (83) sowie in Grossbritannien (71) auf rund 1,3 und in Finnland (67) auf 0,84 g/Person und Tag geschätzt. Die von uns untersuchten Tagesrationen

*Tabelle 3.* Mittlere Zufuhr bzw. Ausscheidung von Natrium, Kalium und Magnesium in verschiedenen Studien

| Land | Kollektiv | Art der Studie* | Natrium (g/Tag) | | Na-Dichte (g/MJ) | | Kalium (g/Tag) | | K-Dichte (g/MJ) | | Magnesium (mg/Tag) | | Mg-Dichte (mg/MJ) | | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m | w | m | w | m | w | m | w | m | w | m | w | |
| CH | 7 Krankenhäuser | Duplikat | siehe Tab. 2 | | siehe Tab. 2 | | 2,8 | | 0,35 | | 219 | | 28 | | 10 |
| | Rekrutenschule | Duplikat | siehe Tab. 2 | | siehe Tab. 2 | | 2,5 | | 0,29 | | 289 | | 33 | | 15 |
| | 2 Altersheime | Duplikat | siehe Tab. 2 | | siehe Tab. 2 | | ~1,0 | | 0,26 | | 239 | 258 | 31 | 33 | 9,52 |
| BRD | 24 Frauen | 24-h-Duplikat | | 3,27 | | 0,36 | | 2,78 (0,7–5,4) | | 0,31 | | 308 | | | 59 |
| | Heidelberger Studie | Urinausscheid. | 4,53 | 3,54 | | | | | | | | | | | 60 |
| NL | | Total-Diät | 4,2 | | 0,32 | | | | | | | | | | 61 |
| | Alter 18 Jahre | Total-Diät | 4,42 | | | | 4,37 | | | | 433 | | | | 62 |
| | | 24-h-Duplikat | | | | | 3,0 (0,9–8,1) | | | | 289 (127–653) | | | | 63 |
| | | 24-h-Duplikat | 3,14 (0,15–9,9) | | | | | | | | | | | | 64 |
| S | Pensionäre | 24-h-Duplikat | 2,02 | 1,77 | 0,24 | 0,26 | 2,42 | 1,84 | | | 209[a] | 170[a] | 25 | | 65 |
| | 6 Laktovegetarier | 24-h-Duplikat | 2,39 | 2,02 | 0,22 | 0,25 | 4,89 | 3,40 | 0,45 | 0,43 | 505 | 350 | 47 | 44 | 66 |
| SF | | Urinausscheid. | 4,23 | 3,17 | 0,43 | | 3,9 | 3,1 | | | | | | | 67 |
| | | Tagebücher | | | | | 4,7 | 3,5 | 0,43 | 0,38 | | | | | 67 |
| | | Warenkorb | | | | | 4,5 | | | | 440 | | | | 68 |
| | 40 Männer | 24-h-Duplikat | | | | | | | | | 498 | | | | 69 |
| | 11 Spitäler | Duplikat | 3,8 | | 0,45 | | 4,2 | | 0,49 | | 360 | | 42 | | 70 |
| GB | | Nahrungsanal. | 4,4 | | | | 2,5 | | | | 249 | | | | 71/72 |
| | | Urinausscheid. | 4,2 (3,8–6,2) | 3,1 (2,6–4,0) | | | | | | | | | | | 56 |
| | | Warenkorb | | | | | 2,69 | | | | 247 | | | | 73 |
| IRL | 46 m, 48 w | Urinausscheid. | 3,81 | 3,08 | | | 3,08 | 2,34 | | | | | | | 74 |
| USA | | Total-Diät | 6,75 | | 0,41 | | | | | | | | | | 75 |
| | Alter 25–65 Jahre | Total-Diät | | | | | 2,53 | | | | 267 | 185 | | | 76 |
| | | Total-Diät | | | | | 4,73 | | | | | | | | 77 |
| | 14–16 J. 1982–86 | Total-Diät | 3,32 | 2,19 | | | 3,01 | 2,03 | | | 299 | 195 | | | 78 |
| | 25–30 J. 1982–86 | Total-Diät | 3,01 | 2,00 | | | 2,95 | 1,98 | | | 295 | 190 | | | 78 |
| | 60–65 J. 1982–86 | Total-Diät | 2,63 | 1,90 | | | 2,58 | 2,00 | | | 251 | 188 | | | 78 |
| | 14–16 J. 1982–89 | Total-Diät | 3,27 | 2,16 | | | 3,03 | 2,04 | | | 302 | 197 | | | 79 |
| | 25–30 J. 1982–89 | Total-Diät | 3,04 | 1,98 | | | 3,00 | 2,02 | | | 301 | 195 | | | 79 |
| | 60–65 J. 1982–89 | Total-Diät | 2,60 | 1,88 | | | 2,64 | 2,06 | | | 259 | 195 | | | 79 |
| JAP | Erwachsene | Duplikat | 4,46 | | | | 1,88 | | | | 196 | | | | 80 |

[a] Medianwerte
* Erklärungen siehe Tabelle 2, Fussnote 2

enthielten im Mittel 162 g Brot (inbegriffen das zum Kochen verwendete) (1). Daraus berechnet sich unter Verwendung der Gehaltsangaben in der Literatur (84) eine mittlere Natriumzufuhr durch Brot von 1,14 g/Person und Tag, was rund 24% der von uns gemessenen Gesamtzufuhr entspricht.

Der Vergleich der in den schweizerischen Nahrungsuntersuchungen bestimmten Natriumdichten (Tabelle 2) mit ausländischen Daten (Tabelle 3) erweckt den Eindruck, dass unsere Nahrung, bezogen auf den Energieinhalt, etwas höhere Natriumkonzentrationen aufweist als in anderen Industrieländern. Eine grobe Schätzung lässt vermuten, dass in der Schweiz rund 70% der Kochsalzzufuhr durch industriell und gewerblich verarbeitete Lebensmittel erfolgt (53). In diesbezüglich an der DGE umfangreicheren ausländischen Studien wurden etwa vergleichbare Anteile ermittelt (20, 56–58).

Die durchschnittliche tägliche Natriumzufuhr der Bevölkerung von rund 5 g (Tabelle 1) liegt 10- bis 20mal über dem vermuteten, rein physiologischen Minimalbedarf und zwei- bis dreimal über der unter üblichen Lebensbedingungen als ausreichend betrachteten Menge von rund 2 g (21). Im Hinblick auf die z.T. sektiererischen öffentlichen Diskussionen über eine Gesundheitsgefährdung durch Fremdstoffe in der Nahrung würde allein der Vergleich der aktuellen Zufuhrmenge mit dem täglichen Natriumbedarf sowie mit der Menge, die zu akut toxischen Effekten führen kann, entsprechende Massnahmen zur Reduktion der Natriumzufuhr rechtfertigen. Bestrebungen der Lebensmittelindustrie, den Natriumgehalt verarbeiteter Lebensmittel zu reduzieren, sind vorhanden (85). Auch werden neuerdings im Handel nicht gesalzene Gemüsekonserven angeboten. Andererseits enthalten beispielsweise in Frankreich hergestellte Beutelsuppen der gleichen Marke weniger Natrium als die in der Schweiz vom gleichen Konzern hergestellten Produkte.

## *Chlorid*

### *Allgemeines*

Chlorid ist als Gegenion zu Natrium das wichtigste Anion des Extrazellulärraumes (osmotischer Druck, Elektroneutralität). Der Mensch enthält insgesamt etwa 1200 g Chlorid, wovon etwa ¾ austauschbar sind. Die Absorption von Chlorid im Magen-Darm-Trakt beträgt über 90%. Die Konzentration im Plasma liegt bei 3,6 g/l (ca. 100 mMol/l). In höheren Konzentrationen findet sich Chlorid in den im Magen-Darm-Trakt abgesonderten Sekreten und in der Gehirn-Rückenmark-Flüssigkeit. Relativ geringe Konzentrationen liegen im Muskel- und Nervengewebe vor. Die Eigenschaft von Chlorid, leicht aus den Erythrozyten ins Blutplasma überzutreten, verstärkt die Fähigkeit des Blutes zum Transport von grossen Mengen Kohlendioxid in die Lungen. Die Chloridverluste (90–95% über den Urin, 4–8% im Kot und 2% über den Schweiss) gehen weitgehend parallel zu denjenigen von Natrium. Beim Erbrechen übersteigt hingegen der Chloridverlust jenen von Natrium (19–22).

Die Chloridzufuhr von erwachsenen Personen wird praktisch ausschliesslich durch den Kochsalzkonsum bestimmt (vergleiche Abschnitt über Natrium). Säuglinge erhalten durch die Muttermilch molmässig rund 1,6mal mehr Chlorid zugeführt als Natrium*). Es liegen Hinweise an Tieren und Menschen vor, dass auch die Chloridzufuhr als solche mit der essentiellen Hypertonie verknüpft sein könnte (35, 86, 87). Bei einer kochsalzfreien Diät beträgt die tägliche Chloridzufuhr etwa 0,6 g (28). Der minimale Chloridbedarf wurde auf der Basis der obligaten Verluste für Erwachsene auf 9 mg/kg Körpergewicht/Tag geschätzt, was 0,5–0,6 (88) bzw. 0,75 oder 0,83 g/Tag (20, 21) entspricht. Nach der COMA beträgt der Referenzwert für Chlorid 2,5 g/Tag (23). Zur Aufrechterhaltung eines guten Säure-Basen-Haushalts bei Säuglingen und Kleinkindern wurde vorgeschlagen, dass für die Zufuhr das Verhältnis der Summe von Natrium und Kalium zu Chlorid im Bereich von 1,5–2,0 (molare Basis) liegen sollte (20, 21).

*Zufuhr*

Die vorliegenden Untersuchungen (Tabelle 1) ergeben, je nach Betrieb und Natriumgehalt, mittlere Chloridzufuhren im Bereich von rund 5,7–10,1 g/Tag; der Gesamtmittelwert liegt mit rund 7,6 g/Tag (Bereich: 3,17–15,43 g/Tag; Chloriddichte: 0,80 g/MJ) etwas über der im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht rechnerisch aus dem Kochsalzabsatz ermittelten Menge von 6,9 g/Person und Tag (7) und deutlich höher als der im Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht ermittelte angenäherte Verzehr von 5,9 g/Person und Tag (8). Die mittlere Chloridzufuhr liegt in allen Betrieben etwa 10mal über dem geschätzten Minimalbedarf.

Experimentelle Untersuchungen zur Chloridzufuhr sind in der Literatur relativ selten. In einer 24-h-Duplikatstudie an 26 Frauen (BRD) wurde eine mittlere Zufuhr von 4,7 (Bereich: 1,7–6,9) g/Person und Tag erhalten, die mittlere Chloriddichte betrug 0,53 g/MJ (59). In einer analogen Studie an vier Männern wurde über sieben Tage eine mittlere tägliche Chloridzufuhr von 6,0 (Bereich: 2,6–11,0) g/Person gefunden (89). Total-Diät-Studien ergaben in Grossbritannien eine Chloridzufuhr von ungefähr 5,4 (72) und in den USA von 6,5 g/Person und Tag (77). Dabei trugen Getreideprodukte annähernd 40%, Fleisch sowie Milch und Milchprodukte je etwa 22%, Gemüse rund 10% und Früchte ungefähr 6% zur Gesamtzufuhr bei (77).

## *Kalium*

*Allgemeines*

Kalium ist ein essentieller Bestandteil aller lebenden Zellen. Der erwachsene Mensch enthält insgesamt etwa 140 g Kalium (im Mittel rund 2 g/kg Körpergewicht), wovon mindestens 98% austauschbar sind. Im Körpergewebe beträgt die

* Die Konzentration von Chlorid in der Muttermilch beträgt etwa 11 mMol/l, entsprechend rund 0,4 g/l, jene von Natrium etwa 7 mMol/l, entsprechend rund 0,15 g/l (20).

Kaliumkonzentration konstant rund 3 mMol/g Protein-Stickstoff. Die Kaliummenge pro kg Körpergewicht scheint ab etwa dem zwanzigsten Lebensjahr um rund 0,5% pro Jahr abzunehmen (19, 24).

Kalium ist insbesondere in der intrazellulären Flüssigkeit enthalten. Dort beträgt seine Konzentration rund 145 mMol/l (= rund 5,75 g/l). In der extrazellulären Flüssigkeit ist die Kaliumkonzentration mit 0,15–0,20 g/l gegen 40mal geringer. Trotzdem spielt es eine wichtige Rolle bei der Kontrolle der Skelettmuskulatur sowie des Blutdruckes. In der intrazellulären Flüssigkeit bewirkt Kalium als wichtigstes Kation vor allem den osmotischen Druck und bestimmt zusammen mit Natrium das elektrophysiologische Verhalten der Zelle. Kalium ist auch zur Aktivierung verschiedener Enzymsysteme notwendig (z. B. Glykolyse, oxidative Phosphorylierung) (20–22).

Mehr als 90% des zugeführten Kaliums wird absorbiert. Verknüpft mit der Natriumhomöostase regelt die Niere das Kaliumgleichgewicht des Körpers. Dabei ist die Fähigkeit, Kalium zurückzubehalten, bedeutend schwächer ausgebildet als im Falle des Natriums. Dies führt dazu, dass auch bei Kaliummangel (z. B. ungenügende Zufuhr, Erbrechen, Durchfall, Stresszustände) noch erhebliche Mengen ausgeschieden werden (20–22).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) betrachtet für Jugendliche über 15 Jahren und Erwachsene eine tägliche Zufuhr von 2 g (21) und eine amerikanische Expertengruppe eine solche von 1,6 bis 2 g (20) als Mindestmenge. Eine Kaliumzufuhr von 2–4 g/Tag wird von der DGE für Erwachsene unter üblichen Lebensbedingungen als ausreichend angesehen (21), und die COMA gibt als Referenzwert 3,5 g/Tag an (23). Demgegenüber nahm der prähistorische Mensch als Jäger und Sammler vermutlich täglich 11 g zu sich (26). Mangels Grundlagen konnte bisher keine empfohlene Zufuhr (RDA) evaluiert werden.

Kaliummangel verursacht in erster Linie neuromuskuläre Symptome (Muskelschwäche, Apathie, Müdigkeit, Funktionsstörungen des Herzens) (20–22, 24, 27). Eine im Verhältnis zum Natrium geringe Kaliumzufuhr wird auch im Zusammenhang mit der Hypertonie diskutiert (38, 41, 90); zusätzliche Kaliumgaben können die Hypertonie in gewissen Fällen günstig beeinflussen (25, 27, 90).

Akute Intoxikationen können bei Erwachsenen nach oralen Gaben von etwa 18 g Kalium auftreten oder bei Niereninsuffizienz mit gestörter Kaliumausscheidung sowie insbesondere bei zusätzlichen Gaben von kaliumsparenden Diuretika. Der erhöhte Kaliumspiegel im Blut führt dann zu Störungen der Herzaktion und zum Herzstillstand (20–22, 27).

Kalium ist in den üblichen Lebensmitteln, vorwiegend in pflanzlichen, in ausreichender Menge enthalten. Zu Kaliumverlusten kann der Übergang des Kaliums ins Kochwasser führen. Diese können je nach Art der Speisen und Art des Garens im Mittel auf 8–40% geschätzt werden (81, 82). Beispielsweise verringerte sich die Kaliummenge beim Garen geschälter Kartoffeln um etwa 20%, in Pellkartoffeln blieb sie unverändert (91, 92). Wasserzusatz beim Garen sowie eine starke Verkleinerung des Lebensmittels erhöhten die Verluste (93, 94). Spinatportionen von 300 g enthielten beispielsweise, falls ohne Wasserzusatz gegart, rund 1,5mal mehr Kalium als nach dem Zusatz von 300 ml Wasser (93). Nach dem Dampf- und Mikrowel-

lenblanchieren waren die Verluste bei Gemüsen geringer als nach dem Wasserblanchieren (95). Bei Fleisch zeigten schon geringe Mengen an Kochwasser Verluste von gegen 80% (94).

Durch die Zubereitung bzw. die lebensmitteltechnologische Verarbeitung nimmt in der Regel der Kaliumgehalt von frischem Gemüse ab, der Natriumgehalt kann hingegen zunehmen. Beispielsweise betrug der Gehalt frischer Erbsen an Natrium rund 0,009 g/kg und derjenige von Kalium 3,8 g/kg. In tiefgefrorenen Erbsen bzw. in Dosenkonserven (ohne Begleitflüssigkeit) wurden hingegen folgende Werte gemessen (in g/kg): Na 1,0, K 1,6 bzw. Na 2,3 und K 1,8 (27). Der Kaliumgehalt hat bei der Konservierung der Erbsen auf etwa die Hälfte abgenommen, und der Natriumgehalt ist um einen Faktor von 100 bis 200 angestiegen.

*Zufuhr*

Aus unseren Daten berechnet sich eine mittlere tägliche Kaliumzufuhr von rund 2,8 (Bereich: 1,79–4,24) g/Person bzw. eine mittlere Kaliumdichte von 0,30 g/MJ (Tabelle 1). Dies ist deutlich weniger als die im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht berechnete, zur Verfügung stehende Menge von 3,7 g/Person und Tag (7) wie auch als der im Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht aufgeführte angenäherte Verzehr von 3,9 g/Person und Tag (8). Bezüglich steigender Zufuhrmengen ergibt sich für Kalium in den verschiedenen Betrieben eine im Vergleich zu Natrium umgekehrte Reihenfolge: D <A <B <C (gilt auch beim Bezug auf den Energiegehalt). Für die einzelnen Betriebe berechnen sich für die Zufuhr folgende Natrium-/Kalium-Verhältnisse [g/g, ± Standardfehler ($s/\sqrt{n}$)]: D 2,74 ± 0,21, A 2,03 ± 0,19, B 1,38 ± 0,09, C 1,05 ± 0,13, im Mittel rund 1,7*. In der Verpflegung der Rekrutenschule ist die auf die Kaliumzufuhr bezogene Natriumzufuhr gegen dreimal grösser als im Fall des vegetarischen Restaurants, bei welchem mit einem mittleren Gehalt von rund 3,4 g, nicht unerwartet, die höchste mittlere tägliche Kaliumzufuhr gefunden wurde (Tabelle 1).

Der Vergleich mit anderen Studien (Tabelle 3) zeigt für Krankenhäuser des Kantons Zürich eine sehr gute Übereinstimmung, nicht aber mit einer älteren Duplikatstudie in zwei Altersheimen. In ausländischen Studien wurden mit unseren Ergebnissen etwa vergleichbare Zufuhrmengen ermittelt. Die einzelnen Nahrungsmittel tragen zur Kaliumzufuhr in unterschiedlichem Mass bei: in Grossbritannien (71) je etwa 20% durch Milch und Wurzelgemüse, je etwa 15% durch Getreideprodukte und Fleisch, nach einer anderen Studie (73) etwa 35% durch Kartoffeln und Gemüse, 20% durch Milch und Milchprodukte, knapp 15% durch Getreideprodukte, 10% durch Fleisch; in Finnland (68) je 35% durch Gemüse sowie Milch und Milchprodukte, je 10% durch Getreideprodukte und Fleisch; in den USA (77) je etwa einen Viertel durch Milch und Milchprodukte, Kartoffeln und Getreideprodukte.

* Beim steinzeitlichen Menschen lag das Verhältnis (g/g) von Natrium zu Kalium vermutlich bei 0,06 (26), d. h. etwa 25mal tiefer als in der vorliegenden Studie, und rund 10mal tiefer als heute in der Muttermilch (24).

Den Zufuhrrichtwert der DGE (21) von 3–4 g Kalium/Erwachsener und Tag erreicht in unseren Untersuchungen nur gerade das vegetarische Restaurant. Den minimalen Bedarf von 2 g/Tag (14) enthalten praktisch alle Tagesrationen. Eine massive Unterversorgung der Bevölkerung mit Kalium ist langfristig kaum zu erwarten. Die Kaliumgehalte einiger Pflanzen scheinen infolge Düngung in den letzten 100 Jahren eher zugenommen zu haben (96). Immerhin sollte im Hinblick auf das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen das Na-/K-Verhältnis im Auge behalten werden.

## *Calcium*

### *Allgemeines*

Die Funktionen von Calcium im Organismus sind sehr vielfältig und vital. Der Calciumbestand von erwachsenen Personen beträgt etwa 1000 g (Männer 1000–1200, Frauen 750–850 g). Davon befinden sich rund 99% in den Knochen (und Zähnen), in denen es vorwiegend in Form von kristallisiertem (neben amorphem) Calciumphosphat (ähnlich dem Mineral Hydroxiapatit) vorkommt. Im Weichgewebe und im Extrazellulärraum finden sich beim Erwachsenen maximal etwa 10 g Calcium vor, welche u.a. bei folgenden Vorgängen eine Rolle spielen: Stabilisierung von Zellmembranen, Reizübertragung im Nervensystem, Skelett- und Herzmuskelkontraktion, Blutgerinnung, Aktivierung von Enzymen. Die Calciumkonzentration im Blutplasma von 0,1–0,12 g/l (ca. 50% ionisiert, ca. 35% proteingebunden, 1–10% komplex gebunden) wird durch homöostatische Mechanismen unter hormoneller Kontrolle (Parathormon in der Nebenschilddrüse, Calcitonin in der Schilddrüse) äusserst konstant gehalten (± 3%). Die Knochen, die lebenslang dauernd ab- und aufgebaut werden, dienen als Calciumspeicher. Für Erwachsene wurde geschätzt, dass auf diese Art pro Tag 0,4–0,7 g Calcium, entsprechend etwa 0,6‰ des Körperbestandes, umgesetzt werden (20–22, 97).

Die Absorption aus dem Magen-Darm-Trakt liegt bei Erwachsenen im Bereich von 10–30% (bei Säuglingen bis über 30%) (59). Dabei ist die Bioverfügbarkeit des Calciums je nach Lebensmittel unterschiedlich (97). Oxal- und Phytinsäure, grosse Mengen an Phosphat sowie Nahrungsfasern in der Nahrung hemmen, Lactose, Casein sowie Proteine im allgemeinen fördern die Calciumabsorption aus dem Magen-Darm-Trakt (71, 97). Daneben scheinen auch andere Elemente wie Kupfer, Zink, Mangan, Fluor, Silicium und Bor für die Verwertung wichtig zu sein (20). In Gegenwart von Vitamin D bzw. seines unter dem Einfluss von Parathormon in der Niere gebildeten Metaboliten 1,25-Dihydroxicholecalciferol, welches die Bildung eines Carrierproteins bewirkt, erfolgt der Calciumtransport aktiv (22).

Da der grösste Teil des Calciums im Skelett gebunden ist, gestaltet sich die Deutung von Bilanzversuchen problematisch. Der Calciumbedarf ist daher nur schlecht bekannt. In Ländern, in denen die Zufuhr bei 0,4–0,5 g/Person und Tag liegt, wurden keine Calciummangelerscheinungen festgestellt, und Versuche haben gezeigt, dass sich der Mensch an Zufuhrmengen von nur 0,2–0,4 g/Tag adaptieren kann (20). Von der NRC werden für Erwachsene (ab 19 Jahren) tägliche Zufuhr-

mengen von 0,8 g empfohlen; für Stillende bzw. Schwangere um 0,2 bzw. 0,4 g mehr (20, 21). Von der DGE (21) wird in den neuesten Empfehlungen für Jugendliche von 15 bis 19 Jahren eine tägliche Calciumzufuhr von 1,2 g, für Erwachsene von 19 bis 25 Jahren eine solche von 1,0 g und für Erwachsene bis unter 51 Jahren von 0,9 g empfohlen. Schwangere Frauen sollen 1,2 und stillende 1,3 g Calcium pro Tag zu sich nehmen. Damit will die DGE der Rolle des Calciums bei der Knochenbrüchigkeit Rechnung tragen. Dagegen setzte die COMA den Referenzwert für Erwachsene auf 0,7 g/Tag (23).

Das Calcium-Phosphor-Verhältnis beeinflusst, wie Tierexperimente zeigten, sowohl die Calciumabsorption aus dem Magen-Darm-Trakt wie auch die Calciumverluste aus den Knochen (20). Als optimal wurde ein massebezogenes Calcium-Phosphor-Verhältnis in der Nahrung von 1:1,0 bis 1:1,5 vorgeschlagen (20–22). Derzeit ist ungewiss, ob diesem Verhältnis beim Menschen eine signifikante Bedeutung zukommt (98, 109).

Neben anderen Parametern wird Calcium auch mit dem Entstehen verschiedener Krankheiten wie der primären Osteoporose, der essentiellen Hypertonie und dem Dickdarmkrebs in Zusammenhang gebracht (99–104). Die Osteoporose, deren Pathogenese multifaktoriell ist und die vor allem Frauen nach der Menopause betrifft, ist durch einen zunehmenden Verlust an Knochensubstanz gekennzeichnet, was zu einer erhöhten Frakturanfälligkeit des Knochens führt. So zeigte sich, dass eine hohe maximale Knochenmasse im dritten Lebensjahrzehnt, die in Kindheit und Adoleszenz durch eine ausreichende Calciumzufuhr festgelegt wird, einen Schutz gegen die im späteren Lebensalter auftretende Osteoporose darstellt (99). In einer prospektiven Studie bei premenopausalen Frauen wurde gezeigt, dass ein erhöhter Verzehr an Milchprodukten den Verlust an vertebraler Knochenmasse verhüten kann (105). Zum Entstehen der Hypertonie kann neben anderen, bereits diskutierten Parametern auch eine ungenügende Calciumversorgung beitragen (99, 102). Im weiteren scheint zwischen der Calciumzufuhr und dem Risiko einer Hypertonie während der Schwangerschaft eine inverse Beziehung zu bestehen (103). Ob eine geringe Calcium- und Vitamin-D-Zufuhr die Mast- und Dickdarmkrebshäufigkeit beeinflusst, ist noch in Diskussion (99, 104).

*Zufuhr*

Die vorliegenden Untersuchungen (Tabelle 1) ergeben für die mittlere Calciumzufuhr, je nach Betrieb, Werte im Bereich von 0,83–1,43 g/Tag. Der Gesamtmittelwert beträgt 1,16 (Bereich: 0,56–2,16) g/Tag und die Calciumdichte 0,12 g/MJ. Der im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht (7) berechnete Wert von 1,0 g für die zur Verfügung stehende Menge sowie der für den Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht (8) ermittelte angenäherte Verzehr von ebenfalls 1 g stimmen gut mit dem Gesamtmittelwert überein. In den anderen schweizerischen Untersuchungen waren die Calciumzufuhren geringer, in den ausländischen Studien etwa vergleichbar mit den von uns gefundenen Werten (Tabelle 4).

*Tabelle 4.* Mittlere Zufuhr von Calcium und Phosphor sowie Ca/P-Verhältnis in verschiedenen Studien

| Land | Kollektiv | Art der Studie* | Calcium (g/Tag) | | Ca-Dichte (g/MJ) | | Phosphor (g/Tag) | | Ca/P-Verhältnis (g/g) | | % Anteil des Phosphors durch | | | Ref. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | m | w | m | w | m | w | m | w | Milch | Fleisch | Getreide-prod. | |
| CH | 7 Krankenhäuser | Duplikat | 0,93 | | 0,12 | | 1,31 | | 0,72 | | | | | 15 |
| | Rekrutenschule | Duplikat | 0,96 | | 0,12 | | 1,21 | | 0,76 | | | | | 10 |
| | 2 Altersheime | Duplikat | 0,55 | 0,49 | 0,07 | 0,06 | | | | | | | | 9 |
| BRD | Frauen | 24-h-Duplikat | | 0,9 | | 0,10 | | 1,23 | | 0,73 | | | | 59 |
| | Alter 19–50 Jahre | Warenkorb | | | | | 1,88 | 1,44 | 0,49 | 0,52 | 25 | 25 | 15 | 128 |
| NL | | Total-Diät | 1,34 | | | | 1,86 | | | | | | | 61 |
| | Alter 18 Jahre | Total-Diät | | | | | 2,01 | | 0,66 | | | | | 62 |
| | | 24-h-Duplikat | 0,98 (0,16–2,27) | | | | | | | | | | | 63,64 |
| S | 6 Laktovegetarier | 24- h-Duplikat | 0,70 | 1,02 | 0,07 | 0,13 | | | | | | | | 66 |
| SF | 40 Männer | Duplikat | 1,42 | | | | | | | | | | | 69 |
| | | Warenkorb | 1,5 | | | | 2,0 | | 0,75 | | 50 | 15 | 20 | 68 |
| | 11 Spitäler | Duplikat | 1,40 | | 0,16 | | | | | | | | | 70 |
| GB | | Total-Diät | | | | | 2,87 | | 0,73 | | | | | 72 |
| | | Nahrungsanal. | 0,96 | | | | 1,22 | | | | 35 | 20 | 15 | 71 |
| | | Warenkorb | | | | | 1,25 | | | | 33 | 17 | 23 | 73 |
| USA | 25–45 J. | Total-Diät | | | | | | 0,93 | | 0,57 | | | | 76 |
| | 14–16 J. 1982–86 | Total-Diät | 1,15 | 0,73 | | | 1,64 | 1,06 | | | | | | 78 |
| | 25–30 J. 1982–86 | Total-Diät | 0,85 | 0,57 | | | 1,53 | 0,97 | | | | | | 78 |
| | 60–65 J. 1982–86 | Total-Diät | 0,67 | 0,51 | | | 1,24 | 0,88 | | | | | | 78 |
| | 14–16 J. 1982–89 | Total-Diät | 1,14 | 0,73 | | | 1,63 | 1,06 | | | | | | 79 |
| | 25–30 J. 1982–89 | Total-Diät | 0,86 | 0,58 | | | 1,53 | 0,97 | | | | | | 79 |
| | 60–65 J. 1982–89 | Total-Diät | 0,67 | 0,51 | | | 1,24 | 0,88 | | | | | | 79 |
| JAP | Erwachsene | Duplikat | 0,56 | | | | 0,92 | | | | | | | 80 |

* Erklärungen siehe Tabelle 2, Fussnote 2

Anhand der durchschnittlichen Zusammensetzung der Tagesrationen* errechnet sich der mittlere Beitrag der Milch und Milchprodukte zur Calciumzufuhr auf rund 56%. Dies ist etwa 15% bzw. 10% weniger als die Angaben, die im Zweiten bzw. Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht geschätzt wurden (7, 8), sind jedoch in guter Übereinstimmung mit Berechnungen aus Deutschland, in welchen der entsprechende Beitrag auf 57–60% beziffert wird (106). In der englischen Durchschnittsernährung beträgt der Beitrag aus Milch und Milchprodukten 60%, jener der Getreideprodukte 23% (71) und in der kanadischen 72 bzw. 9% (107).

Die vorliegenden Ergebnisse geben keine Hinweise, dass die Calciumversorgung der Bevölkerung im allgemeinen ungenügend wäre. Der ermittelte Gesamtmittelwert übersteigt die Zufuhrempfehlung der NRC um rund 0,4 g (20) und diejenige der DGE je nach Alter um 0 bis 0,4 g (21). Die grosse Rolle, welche Milch und Milchprodukte bei der Calciumversorgung spielen, muss jedoch im Auge behalten werden. Denn bei einer Befragung über den Milchkonsum gaben immerhin 40% der Erwachsenen an, am Vortag keine Milch getrunken zu haben (79). Auch wurde in der Krankenhausstudie festgestellt, dass in den Geburtshilfeabteilungen aller untersuchten Spitäler stillende Frauen ohne wesentliche Milchzulagen zum Teil deutlich an Calcium unterversorgt wären (11).

## *Phosphor*

### *Allgemeines*

Der Phosphorbestand der erwachsenen Person beträgt 600–800 g. Davon befinden sich gegen 90% in Form anorganischer Verbindungen mit Calcium im Skelett, total etwa 80 g befinden sich im Weichgewebe (je ca. 5 g im Hirn und Leber, ca. 2 g im Blut).

Die Aufgaben des Phosphors sind ausserordentlich vielfältig, da viele Stoffwechselvorgänge über phosphorylierte Zwischenprodukte führen und die Erzeugung und Verwertung von Energie über energiereiches Phosphat verläuft. Die Zahl der phosphathaltigen Verbindungen im intra- und extrazellulären Raum ist daher gross, die Konzentration an Phosphationen jedoch gering. Im Serum beträgt sie beispielsweise rund 0,03 g/l (als Phosphor), wobei ca. 80% als $HPO_4^{-2}$ und ca. 20% als $H_2PO_4^-$ vorliegen (19, 21, 22).

Die Aufnahme von Phosphor aus dem Magen-Darm-Trakt erfolgt wahrscheinlich grösstenteils in Form von freiem Phosphat. Polyphosphate und Phosphatester wie Zuckerphosphorsäureester, Phosphorproteide und -lipide, Nucleinsäuren werden hydrolysiert. Polyphosphate werden mit zunehmender Molekülgrösse langsamer hydrolysiert und sind somit weniger verfügbar. Durch Aluminiumhydroxide (Antazide) wird die Phosphatabsorption gehemmt. Phosphor in Getreideprodukten, der zu etwa 80% als Phytat vorliegt, wird schlecht genutzt, da die Aktivität der Phytase im Verdauungstrakt nur gering ist. Im allgemeinen liegt die

* 350 g «Milch» (ca. 1 g Ca/kg) und 32 g Käse (ca. 10 g Ca/kg) pro Tag (1)

Phosphorverwertung bei etwa 70% der Zufuhr (22, 71). Sie wird durch die Verfügbarkeit des Phosphors aus den Lebensmitteln beeinflusst (108).

Die Bluthomöostase des anorganischen Phosphates wird durch das Parathormon gesteuert, das in der Niere eingreift. Über dieses Hormon kommt das Vitamin D zu seinem Einfluss auf den Phosphorhaushalt. Der Stoffwechsel von Phosphor ist eng mit demjenigen von Calcium verknüpft. Man nimmt an, dass pro Tag ca. 3 mg Phosphor/kg Körpergewicht (etwa 0,2 g/Person und Tag) mit dem Knochensystem ausgetauscht werden (22, 71, 98, 109).

Der Minimalbedarf einer erwachsenenen Person an Phosphor beträgt wahrscheinlich etwa 8 mg/kg Körpergewicht/Tag, entsprechend rund 0,5 g/Mensch und Tag (71). Für Erwachsene wird von der NRC (20) eine tägliche Zufuhr von 0,8 g/Person empfohlen, und von der COMA wird ein Referenzwert von 0,55 g/Tag angegeben (23). Für Jugendliche ab 15 Jahren und Erwachsene führt die DGE (21) in ihren neuen Empfehlungen dagegen eine obligate Phosphorzufuhr von 1,2 bis 1,6 g/Tag und Person an*. Als maximal tolerierbare tägliche Zufuhrmenge (MTDI) von Phosphor (aus allen Quellen) wird vom JECFA (Joint FAO-/WHO-Expert Committee on Food Additives) 70 mg/kg Körpergewicht, entsprechend 4,2 g/Mensch und Tag vorgeschlagen (109).

Basierend auf Tierexperimenten wurde geschätzt, dass eine längerandauernde hohe Phosphatzufuhr von etwa 7 g/Tag zu einer Nephrocalcinose führen könnte (109). Eine möglicherweise durch den Gebrauch von Polyphosphaten als Zusatzstoffe bedingte Minderversorgung mit Mineralstoffen (z. B. Ca, Fe, Cu) infolge Komplexbildung wird vom JECFA, falls eine solche Wirkung existiert, als für den Menschen nicht signifikant eingestuft (109). Der postulierte Einfluss von Phosphor auf kindliche Verhaltensstörungen konnte bis jetzt wissenschaftlich nicht belegt werden (110, 111).

*Zufuhr*

Aus den vorliegenden Messungen (Tabelle 1) berechnet sich eine mittlere tägliche Phosphorzufuhr von 1,35 g/Person (Bereich: 0,82–2,31 g) und eine mittlere Phosphordichte von 0,14 g/MJ. Die Mittelwerte der vier Betriebe liegen im Bereich von rund 1,1 (Betrieb A) bis 1,6 g/Person (Betrieb D) (signifikanter Unterschied $p < 0{,}01$). Der Gesamtmittelwert ist nur etwa 15% kleiner als der anhand des Lebensmittelverbrauches in der Schweiz berechnete Wert von 1,6 g/Kopf und Tag (7). Etwa vergleichbare tägliche Zufuhrmengen wurden in verschiedenen schweizerischen und ausländischen Studien ermittelt (Tabelle 4).

Das Verhältnis von Calcium und Phosphor berechnet sich für die Gesamtmittelwerte zu 0,86 ± 0,11 (g/g, ± Standardfehler) und für die vier Betriebe: A 0,74 ± 0,11, B 0,97 ± 0,04, C 0,93 ± 0,12, D 0,86 ± 0,11. Der Wert aus den Gesamtmittelwerten liegt näher beim vorgeschlagenen Verhältnis von 1 als im Falle der früher untersuchten Rekrutenschulen (0,79) und der zürcherischen Krankenhäuser (0,72) (10, 15). Aus den im Zweiten bzw. Dritten Schweizerischen Ernährungsbericht

* Zum Verhältnis von Calcium zu Phosphor vergleiche Abschnitt über Calcium

berechneten Zahlen ergibt sich demgegenüber ein Calcium-/Phosphor-Verhältnis von nur 0,63 (7) bzw. 0,60 (8).

Anhand der Zusammensetzung unserer Tagesrationen von 350 g «Milch» (ca. 0,93 g P/kg) und 32 g Käse (ca. 5 g P/kg) lässt sich ein Beitrag dieser Lebensmittel zur täglichen Phosphorzufuhr von etwa 35% abschätzen, was mit den kanadischen Verhältnissen übereinstimmt (107).

Die durch Lebensmittelzusatzstoffe bedingte mittlere tägliche Phosphorzufuhr wurde für die Schweiz (112) auf 0,05, für Deutschland (98) auf 0,1, für Grossbritannien (zit. nach 98) auf 0,15 g/Person und für die USA (113) auf 0,33 g/Erwachsener (95 Perzentile: 1,16 g/Erwachsener!) geschätzt. Für die USA berechnet sich, je nach zugrundegelegter Energiezufuhr, der durch Zusatzstoffe bedingte Phosphoranteil an der Gesamtphosphorzufuhr im Mittel auf 10–30% (113).

Die ermittelte Phosphorzufuhr übersteigt, ähnlich wie beim Calcium, die von der NRC (20) empfohlene Zufuhrmenge um etwa 70% und liegt innerhalb der von der DGE (21) empfohlenen obligaten Zufuhrmenge. Das Verhältnis von Calcium zu Phosphor liegt jedoch näher beim empfohlenen Wert als in anderen Untersuchungen. Eine Beeinflussung des Calciumstoffwechsels ist dadurch nicht zu erwarten. Es ist jedoch anzumerken, dass die mittlere Zusammensetzung der Tagesrationen bei der Milch und den Milchprodukten etwa der Pro-Kopf-Verbrauchsmenge, bei Fleisch jedoch nur rund 55% des Pro-Kopf-Verbrauchs entspricht (1) und somit die Zufuhr von Phosphor unterschätzt wird.

## *Magnesium*

### *Allgemeines*

Der Gesamtbestand an Magnesium beträgt beim Erwachsenen etwa 25 g, wovon sich ca. 60% in den Knochen (teilweise austauschbar), ca. 30% in der Muskulatur und ca. 10% in den Organen und Geweben befinden. Etwa 1% des Gesamtbestandes findet sich im extrazellulären Raum. Magnesium ist neben Kalium das wichtigste Kation im Intrazellulärraum. Seine Konzentration ist dort etwa 10mal grösser als im Extrazellulärraum. Die Konzentration im Blutserum beträgt normalerweise 0,8–1,1 mMol/l (19–27 mg/l; ca. 55% ionisiert, ca. 32% proteingebunden), diejenige in den Erythrozyten 2,25–3,0 mMol/l (55–73 mg/l). Physiologisch wirksam scheint der ungebundene Anteil des Plasmamagnesiums zu sein. Die Konzentrationen im Blutserum sind im Vergleich zu Calcium weniger konstant (114, 115).

Magnesium aktiviert mehr als 300 Enzyme, z. B. nahezu alle Enzyme, die beim Energiestoffwechsel Bedeutung haben. Es kommen ihm wesentliche Aufgaben bei der Muskelkontraktion und bei der Erregungsübertragung von Nerven auf den Muskel sowie bei der Proteinsynthese zu. Zahlreiche Reaktionen des Aminosäuren-, Kohlenhydrat-, Fett- und Steroidstoffwechsels hängen direkt vom Magnesium ab (115, 116).

Die Absorption aus dem Verdauungstrakt (wahrscheinlich als Chlorid) liegt bei gemischter Nahrung im Mittel bei 35–40%, kann aber bei Mangelsituationen bis auf etwa 70% ansteigen und bei erhöhter Zufuhr (ca. 2 g) auf etwa 20% absinken.

Über den Mechanismus der Absorption und dessen Beeinflussung durch Nahrungsbestandteile wie Phytat, Nahrungsfasern liegen verschiedene Angaben vor (71, 115–117).

Die renale Magnesiumausscheidung wird vornehmlich durch glomeruläre Filtration (ca. 75 mMol/24 h, entsprechend 1,8 g/24 h) und tubuläre Reabsorption (95–97%) effizient kontrolliert. Aus dem Skelett kann Magnesium mobilisiert werden. Leichter verfügbare Anteile finden sich vor allem in Leber, Darm, Bindegewebe und Haut. Über den Mechanismus der Konstanthaltung der Plasmakonzentration ist wenig Genaues bekannt. Parathormon scheint dabei eine Rolle zu spielen (115, 116).

Der genaue Magnesiumbedarf ist weder für Mensch noch Tier bekannt. Der NRC (20) empfiehlt 280 mg/Tag für Frauen und 350 mg/Tag für Männer im Alter von 19–65 Jahren, die DGE (21) 300 bzw. 350 mg/Tag und die COMA (23) 270 bzw. 300 mg/Tag. Höhere Zufuhren werden für Schwangere und Stillende sowie Jugendliche empfohlen (20, 21). Eine Arbeitsgrupppe der WHO betrachtet eine Zufuhr von 120 mg/1000 kcal (entsprechend etwa 300 mg) als adäquat für Erwachsene (118). Aus Bilanzstudien wurde andererseits der tägliche Bedarf von Erwachsenen auf 6–10 mg/kg Körpergewicht, entsprechend 400–700 mg/Person, geschätzt (119). Die von den meisten Tierarten benötigte Menge liegt um 10 mg/kg Körpergewicht (120).

Rein alimentär bedingte Magnesiummangelzustände sind bei den üblichen Verzehrsgewohnheiten nicht zu erwarten*. Defizite können sich vor allem bei gestörter enteraler Absorption (z. B. Dünndarmresektion, chronischer Durchfall) und/oder erhöhter Magnesiumausscheidung im Urin (z. B. durch Diuretika wie Thiazide und Furosemid, chronischer Alkoholismus, Diabetes, Nierenstörungen) ausbilden (115, 116, 122). Spezifische klinische Symptome, die einen Magnesiummangel eindeutig beweisen, existieren nicht. Das zurzeit beste Kriterium zur Bewertung des Magnesiumstatus ist die Magnesiumkonzentration im Blut, obwohl auch normale Serumkonzentrationen ein Defizit nicht ausschliessen (vgl.: deutlich weniger als 1% des Körpermagnesiums befindet sich im Blut). Eine Hypomagnesiämie ist häufig mit einer Hypocalciämie und einer Hypokaliämie assoziiert. Die meisten Beschwerden bei Magnesiummangel beziehen sich auf das zentrale und periphere Nervensystem (z. B. Krämpfe, Depressionen, Herzrhythmusstörungen) (122, 123). Im Tierversuch laufen Stressreaktionen unter Magnesiummangel verstärkt ab und sind durch Magnesiumgaben hemmbar (116). Ein Magnesiummangel könnte bei Tieren auch mit einer Hypertonie verknüpft sein (124).

Toxische Effekte durch oral zugeführtes Magnesium treten in der Regel nur auf, wenn eine Störung der renalen Ausscheidung hinzukommt. Mengen ab etwa 1 g Magnesium (in Form von Salzen) wirken einzeln verabreicht abführend. Kinder sind speziell empfindlich auf die sedative Wirkung von Magnesiumsalzen (125).

* In der Nutztierhaltung sind Magnesiummangelzustände (Weidetetanie) vor allem bei Wiederkäuern, insbesondere zur Zeit des ersten Weideaustriebs im Frühjahr, beschrieben worden (121).

Dosen von mehr als 50 g Magnesiumsulfat ($MgSO_4 \cdot 7H_2O$), entsprechend ca. 5 g Magnesium, können tödlich wirken (123, 126).

*Zufuhr*

Aus den vorliegenden Messungen (Tabelle 1) ergibt sich im Mittel aller Betriebe eine tägliche Magnesiumzufuhr von 290 mg/Person (31 mg/MJ). Die Einzelwerte liegen im Bereich von 111–475 mg/Person und Tag. Ein signifikanter Unterschied besteht nur zwischen den Betrieben A und D. Im Vergleich dazu wurden in der Rekrutenschule (15) eine identische Zufuhr, in zürcherischen Krankenhäusern (10, 11) und in zwei Altersheimen (9) deutlich geringere Gesamtmittelwerte gemessen (Tabelle 3). Anhand von Lebensmittelverbrauchsdaten (BIGA, Ernährungsbilanz) und Tabellenwerken wurden Zufuhrmengen von 240 mg/Person und Tag berechnet, wobei der Beitrag von Trink- und Mineralwasser auf 6–10% geschätzt wurde (127). Im Zweiten Schweizerischen Ernährungsbericht (7) wurde eine Menge von 370 mg und im Dritten (8) ein angenäherter Verzehr von 400 mg/Person und Tag ermittelt. Diese Werte erscheinen im Vergleich zu den vorliegenden Daten als zu hoch. Ausländische Studien sind in Tabelle 3 zusammengefasst.

Die Beiträge verschiedener Lebensmittel zur Magnesiumzufuhr betragen je nach Verzehrsgewohnheiten bei den Getreideprodukten rund 18 (BRD) bis 32% (CND, SF, GB), bei Milch und Milchprodukten ca. 9 (BRD), 19 (GB), 21 (CND) und 25% (SF) und beim Gemüse rund 16 (BRD, CND) bis 19% (SF, GB) (67, 68, 71, 73, 107, 128). Diese Lebensmittelkategorien tragen zwei Drittel zur Magnesiumzufuhr bei. Anhand von Brotanalysen (84) und des in der vorliegenden Studie geschätzten Brotverzehrs von rund 160 g/Person und Tag (1) berechnet sich ein mittlerer Beitrag zur Magnesiumzufuhr von rund 55 mg/Tag, entsprechend 19% der gemessenen mittleren Gesamtzufuhr.

Die gefundene mittlere Magnesiumzufuhr von 290 mg/Person und Tag liegt für Männer unterhalb des von der NRC und DGE (20, 21) empfohlenen Wertes von 350 mg/Tag und erreicht knapp den für Frauen empfohlenen Wert von 300 mg/Tag. Auch die mittlere Nährstoffdichte von rund 31 mg/MJ erreicht nicht die von der DGE (21) für Erwachsene empfohlenen Werte von 32–44 mg/MJ (je nach Alter und Geschlecht). Dass die Magnesiumversorgung der schweizerischen Bevölkerung als eher knapp einzustufen ist, wurde bereits in früheren Studien festgestellt (10, 127). Es muss angenommen werden, dass insbesondere unter Jugendlichen im Alter von 15–18 Jahren, Schwangeren und Stillenden, sofern diese keine Zusatzpräparate einnehmen, der Anteil mit einer suboptimalen Magnesiumversorgung nicht unerheblich ist. Entsprechende Erhebungen, z. B. mittels Duplikatstudien oder Blutuntersuchungen, wären wünschbar.

## Schlussfolgerungen

Die hier vorgestellten Resultate zum Gehalt verschiedener Tagesrationen an Mineralstoffen geben einen Einblick über die mittlere Versorgung der schweizeri-

schen Bevölkerung. Sie erlauben eine annähernde Beurteilung über die individuelle Zufuhr, obwohl die verzehrte Menge nicht genau erfasst wurde (keine Erfassung der nichtverzehrten Mengen).

Aus diesen Untersuchungen an Tagesrationen verschiedener Verpflegungsbetriebe kann festgehalten werden, dass für den Zeitraum (1983), in dem diese Untersuchungen durchgeführt wurden, die Mineralstoffversorgung der Personen, die sich häufig ausser Haus verpflegen, als ausreichend beurteilt werden kann. Dies gilt vor allem für Natrium, Chlorid, Kalium, Calcium und Phosphor. Doch liegt in den Tagesrationen die Natriumzufuhr deutlich über der von der DGE als ausreichend taxierten Zufuhrmenge von 2 g/Tag. Es sind deshalb weitere Bestrebungen notwendig, den Kochsalzgehalt von verzehrsfertigen Lebensmitteln zu reduzieren (industriell hergestellte, individuelle Zubereitungsgewohnheiten), da eine Restriktion des bei Tisch verwendeten Kochsalzes nicht ins Gewicht fällt (129). Dagegen ist beim Magnesium damit zu rechnen, dass gewisse Bevölkerungsgruppen wie Jugendliche im Alter von 15–18 Jahren, Schwangere und Stillende an Magnesium eher knapp versorgt sind. Dies dürfte beim Calcium auch für diejenigen Personen zutreffen, die keine oder nur wenig Milch und Milchprodukte verzehren.

Da sich in der heutigen Zeit die Ernährungsgewohnheiten rasch verändern, sollten in zeitlichen Abständen solche Untersuchungen über die Versorgung an verschiedenen Nährstoffen in der Schweiz wiederholt werden. Auch müssten solche Studien an bestimmten Risiko-Bevölkerungsgruppen vorgesehen werden.

## *Dank*

Den vier beteiligten Verpflegungsbetrieben danken wir für ihr Interesse und die Bereitschaft zur Teilnahme an dieser Studie. Dem Personal des Forschungsreaktors SAPHIR sind wir für die Zurverfügungstellung der Bestrahlungspositionen zu Dank verpflichtet. Den Direktionen der beteiligten Stellen verdanken wir die Unterstützung und Förderung der vorliegenden Arbeit.

## *Zusammenfassung*

In 40 verzehrsfertig zubereiteten Tagesrationen für Erwachsene (Probenahme 1983), bestehend aus Frühstück, Mittag- und Abendessen, aus vier Verpflegungsbetrieben (Personalrestaurant, Spital, vegetarisches Restaurant und Rekrutenschule) wurden folgende Gehalte an Mineralstoffen bestimmt (arithmetisches Mittel, Bereich): Natrium 4,85 g (1,90–9,68 g), Chlorid 7,6 g (3,17–15,43 g), Kalium 2,8 g (1,79–4,24 g), Calcium 1,16 g (0,56–2,16 g), Phosphor 1,35 g (0,82–2,31 g), Magnesium 290 mg (111–475 mg). Die Versorgung an Natrium und Chlorid übersteigt deutlich die als adäquat und sicher betrachtete Menge. Die Calciumzufuhr ist ausreichend, sofern genügend Milch und Milchprodukte verzehrt werden. Vom Phosphor wird eine genügende Menge zugeführt. Beim Kalium wie auch beim Magnesium scheint die Versorgung eher knapp zu sein.

*Résumé*

Dans 40 rations journalières prêtes à la consommation, destinées aux adultes (échantillonage 1983) et se composant du petit déjeuner, du déjeuner et du dîner et provenant de 4 diverses cuisines collectives (cantine, hôpital, restaurant végétarien et école de recrues), les minéraux ci-après ont été dosés (moyenne arithmétique, range): sodium 4,85 g (1,90–9,68 g), chloride 7,6 g (3,17–15,43 g), potassium 2,8 g (1,79–4,24 g), calcium 1,16 g (0,56–2,16 g), phosphore 1,35 g (0,82–2,31 g), magnésium 290 mg (111–475 mg). L'apport en sodium et en chloride dépasse nettement la dose considérée comme adéquate et sûre. L'apport en calcium est suffisant pour autant que le lait et les produits laitiers soient consommés en quantité suffisante. Le phosphore est également présent en quantité suffisante. Quant au potassium et au magnésium, l'apport semble cependant être à peine suffisant.

*Summary*

In 40 daily rations for adults (sampling 1983), containing breakfast, lunch and dinner, from a canteen, a hospital, a vegetarian restaurant and a military canteen the contents of the following minerals had been analysed (arithmetic mean, range): sodium 4,85 g (1,90–9,68 g), chloride 7,6 g (3,17–15,43 g), potassium 2,8 g (1,79–4,24 g), calcium 1,16 g (0,56–2,16 g), phosphorus 1,35 g (0,82–2,31 g), magnesium 290 mg (111–475 mg). The supply of sodium and chloride is distinctly higher than the one that is considered to be adequate and safe. The supply of calcium is adequate, if the consumption of milk and milk products is sufficient. However, the supply of magnesium and potassium seems to be barely adequate, whereas that of phosphorus is suffcient.

## Einzelresultate der Makromineralstoffe[1]

| Nr. | TM[2] (g) | Na | | Cl | | K | | Ca | | P | | Mg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (mg/kg) | Menge (mg) |
| Betrieb A (Personalrestaurant) | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 419 | 10,77 | 4,51 | 16,42 | 6,88 | 4,83 | 2,02 | 1,44 | 0,60 | 1,98 | 0,83 | 555 | 233 |
| 2 | 356 | 17,24 | 6,14 | 26,02 | 9,26 | 8,38 | 2,98 | 3,62 | 1,29 | 2,85 | 1,02 | 680 | 242 |
| 3 | 473 | 12,57 | 5,95 | 18,97 | 8,90 | 5,15 | 2,40 | 1,51 | 0,71 | 2,06 | 0,97 | 496 | 235 |
| 4 | 491 | 8,37 | 4,11 | 13,00 | 6,38 | 6,27 | 3,08 | 1,31 | 0,64 | 2,34 | 1,15 | 536 | 263 |
| 5 | 530 | 8,81 | 4,67 | 13,28 | 7,04 | 4,25 | 2,25 | 3,01 | 1,60 | 3,18 | 1,69 | 537 | 285 |
| 6 | 448 | 9,09 | 4,07 | 15,05 | 6,74 | 6,51 | 2,92 | 1,25 | 0,56 | 2,03 | 0,91 | 507 | 227 |
| 7 | 465 | 16,05 | 7,46 | 23,34 | 10,85 | 5,07 | 2,36 | 1,45 | 0,67 | 2,26 | 1,05 | 239 | 111 |
| 8 | 545 | 10,94 | 5,96 | 16,64 | 9,07 | 6,49 | 3,54 | 1,59 | 0,87 | 2,27 | 1,24 | 587 | 320 |
| 9 | 416 | 12,89 | 5,36 | 19,37 | 8,06 | 6,79 | 2,83 | 1,62 | 0,67 | 2,99 | 1,24 | 845 | 352 |
| 10 | 428 | 11,92 | 5,10 | 18,11 | 7,75 | 4,18 | 1,79 | 1,70 | 0,73 | 2,47 | 1,06 | 427 | 183 |
| Betrieb B (Spital) | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | 434 | 6,80 | 2,95 | 11,90 | 5,16 | 8,43 | 3,66 | 3,12 | 1,35 | 3,48 | 1,51 | 660 | 286 |
| 12 | 398 | 9,17 | 3,65 | 15,12 | 6,02 | 6,58 | 2,62 | 3,15 | 1,25 | 3,55 | 1,41 | 671 | 267 |
| 13 | 419 | 10,12 | 4,24 | 15,68 | 6,57 | 7,42 | 3,11 | 3,41 | 1,43 | 3,79 | 1,59 | 929 | 389 |
| 14 | 458 | 10,14 | 4,64 | 14,89 | 6,82 | 5,16 | 2,36 | 2,80 | 1,28 | 2,88 | 1,32 | 423 | 194 |
| 15 | 447 | 10,93 | 4,89 | 17,25 | 7,71 | 7,79 | 3,48 | 3,60 | 1,61 | 3,53 | 1,58 | 732 | 327 |
| 16 | 425 | 8,71 | 3,70 | 14,08 | 5,98 | 7,23 | 3,07 | 3,86 | 1,64 | 3,45 | 1,47 | 483 | 205 |
| 17 | 511 | 6,95 | 3,55 | 11,54 | 6,00 | 5,50 | 2,81 | 3,25 | 1,66 | 3,30 | 1,69 | 506 | 259 |
| 18 | 377 | 12,37 | 4,66 | 20,21 | 7,62 | 8,12 | 3,06 | 3,65 | 1,38 | 3,45 | 1,30 | 468 | 176 |
| 19 | 429 | 10,84 | 4,65 | 16,73 | 7,18 | 6,41 | 2,75 | 3,24 | 1,39 | 3,56 | 1,53 | 930 | 399 |
| 20 | 386 | 9,19 | 3,54 | 14,60 | 5,62 | 6,41 | 2,47 | 3,31 | 1,27 | 3,63 | 1,40 | 540 | 208 |

| Nr. | TM[2] (g) | Na | | Cl | | K | | Ca | | P | | Mg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (mg/kg) | Menge (mg) |
| Betrieb C (vegetarisch) | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 406 | 9,19 | 3,73 | 14,02 | 5,69 | 8,85 | 3,59 | 3,52 | 1,43 | 2,62 | 1,06 | 814 | 331 |
| 22 | 426 | 10,77 | 4,59 | 16,16 | 6,88 | 8,18 | 3,48 | 2,03 | 0,86 | 2,54 | 1,08 | 661 | 282 |
| 23 | 439 | 7,12 | 3,12 | 11,47 | 5,04 | 8,97 | 3,94 | 3,41 | 1,50 | 3,62 | 1,59 | 708 | 311 |
| 24 | 393 | 12,07 | 4,74 | 18,90 | 7,43 | 8,73 | 3,43 | 4,68 | 1,84 | 2,74 | 1,08 | 854 | 336 |
| 25 | 536 | 6,31 | 3,38 | 10,23 | 5,48 | 6,92 | 3,71 | 2,38 | 1,28 | 2,69 | 1,44 | 708 | 380 |
| 26 | 425 | 8,21 | 3,49 | 13,36 | 5,68 | 5,62 | 2,39 | 1,65 | 0,70 | 2,89 | 1,23 | 581 | 247 |
| 27 | 350 | 5,43 | 1,90 | 9,04 | 3,17 | 8,03 | 2,81 | 1,68 | 0,59 | 2,34 | 0,82 | 619 | 217 |
| 28 | 503 | 11,49 | 5,78 | 18,52 | 9,32 | 8,43 | 4,24 | 2,36 | 1,19 | 3,10 | 1,56 | 891 | 448 |
| 29 | 369 | 5,33 | 1,97 | 9,45 | 3,49 | 7,58 | 2,80 | 2,09 | 0,77 | 2,77 | 1,02 | 745 | 275 |
| 30 | 358 | 7,99 | 2,86 | 12,85 | 4,60 | 9,53 | 3,41 | 2,68 | 0,96 | 3,09 | 1,11 | 999 | 358 |
| Betrieb D (Rekrutenschule) | | | | | | | | | | | | | |
| 31 | 505 | 11,08 | 5,60 | 15,71 | 7,93 | 5,14 | 2,59 | 1,97 | 0,99 | 3,16 | 1,60 | 487 | 246 |
| 32 | 526 | 12,27 | 6,45 | 18,27 | 9,61 | 4,08 | 2,14 | 1,86 | 0,98 | 2,31 | 1,22 | 453 | 238 |
| 33 | 544 | 17,79 | 9,68 | 28,36 | 15,43 | 4,94 | 2,69 | 2,06 | 1,12 | 2,74 | 1,49 | 873 | 475 |
| 34 | 512 | 11,70 | 5,99 | 18,20 | 9,32 | 4,34 | 2,22 | 1,84 | 0,94 | 2,73 | 1,40 | 545 | 279 |
| 35 | 533 | 12,08 | 6,44 | 18,82 | 10,03 | 4,93 | 2,63 | 4,05 | 2,16 | 4,34 | 2,31 | 587 | 313 |
| 36 | 654 | 11,89 | 7,78 | 18,47 | 12,08 | 3,79 | 2,48 | 2,36 | 1,54 | 2,68 | 1,75 | 547 | 358 |
| 37 | 500 | 9,43 | 4,71 | 15,16 | 7,58 | 4,27 | 2,14 | 2,82 | 1,41 | 2,82 | 1,41 | 608 | 304 |
| 38 | 538 | 10,52 | 5,66 | 16,89 | 9,09 | 4,67 | 2,51 | 2,37 | 1,28 | 2,96 | 1,59 | 687 | 370 |
| 39 | 544 | 14,24 | 7,75 | 22,19 | 12,07 | 4,34 | 2,36 | 1,81 | 0,98 | 3,38 | 1,84 | 718 | 391 |
| 40 | 509 | 9,08 | 4,62 | 14,70 | 7,48 | 3,70 | 1,88 | 2,49 | 1,27 | 2,59 | 1,32 | 557 | 284 |

| Nr. | TM[2] (g) | Na | | Cl | | K | | Ca | | P | | Mg | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (g/kg) | Menge (g) | Konz. (mg/kg) | Menge (mg) |
| Blindproben[3] | | | | | | | | | | | | | |
| 43 (pH = 6,0) | 412 | < 0,002 | | < 0,005 | | < 0,01 | | – | | – | | < 20 | |
| 44 (pH = 4,5) | 412 | < 0,002 | | < 0,005 | | < 0,01 | | – | | – | | < 20 | |
| Variationskoeffiz.[4] | | 3% | | 2% | | 6% | | 5% | | 10% | | 12%[5] | |

1 – Konzentration bezogen auf Trockenmasse bzw. Menge in der Tagesration
– Zusammensetzung vgl. Lit. 1

2 Trockenmasse (gefriergetrocknet)

3 Saccharose (400 g)

4 Reproduzierbarkeit der Konzentrationsbestimmung

5 ausschliesslich durch Zahlstatistik bedingt

– nicht untersucht bzw. nicht bestimmt

## *Literatur*


1. *Zimmerli, B.* und *Knutti, R.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. I. Allgemeine Aspekte von Zufuhrabschätzungen und Beschreibung der Studie. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **76,** 168–196 (1985).
2. *Stransky, M., Scheffeldt, P.* und *Blumenthal, A.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. II. Energieträger, Nahrungsfasern, Thiamin und Riboflavin. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **76,** 197–205 (1985).
3. *Knutti, R.* und *Zimmerli, B.:* Untersuchung von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. III. Blei, Cadmium, Quecksilber, Nickel und Aluminium. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **76,** 206–232 (1985).
4. *Corvi, C., Majeux, C.* et *Vogel, J.:* Analyses de repas journaliers provenant de cantines et restaurants suisses. IV. Résidus d'antiparasitaires et polychlorobiphényles. Trav. chim. aliment. hyg. **77,** 583–597 (1986).
5. *Wyttenbach, A., Bajo, S., Tobler, L.* and *Zimmerli, B.:* The concentration of 19 trace elements in the Swiss diet. In: Brätter, P. and Schrammel, P. (eds.), Trace element – analytical chemistry in medicine and biology 4, p. 169–178. W. de Gruyter & Co., Berlin, New York 1987.
6. *Elmadfa, I.* und *Leitzmann, C.:* Ernährung des Menschen. Verlag E. Ulmer, Stuttgart 1988.
7. *Kieffer, F.:* Verbrauch an Mineralstoffen und Spurenelementen. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G. und Stransky, M. (Hrsg.), Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 81–88. H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
8. *Kieffer, F.* und *Sieber, R.:* Angenäherter Verzehr an Mineralstoffen und Spurenelementen. In: Stähelin, H.B., Casabianca, A., Lüthy, J., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 70–78. Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern 1991.
9. *Schlettwein-Gsell, D.* und *Seiler, H.:* Analysen und Berechnungen des Gehaltes der Nahrung an Kalium, Natrium, Calcium, Eisen, Magnesium, Kupfer, Zink, Nickel, Cobalt, Chrom, Mangan und Vanadium in Altersheimen und Familien. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **63,** 188–206 (1972).
10. *Stransky, M., Scheffeldt, P., Schönhauser, R.* und *Blumenthal, A.:* Ernährungserhebungen in Krankenhäusern des Kantons Zürich. Untersuchungen von Tagesrationen der normalen Vollkost. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **78,** 44–82 (1987).
11. *Stransky, M., Scheffeldt, P., Schönhauser, R.* und *Blumenthal, A.:* Ernährungserhebungen in Krankenhäusern des Kantons Zürich. Ernährungs-Umschau **34,** 406–409 (1987).
12. *Stransky, M.* und *Schär, M.:* Gemeinschaftsverpflegung von Betagten und Jugendlichen in Zürich. In: Brubacher, G. und Ritzel, G. (Hrsg.), Zur Ernährungssituation der schweizerischen Bevölkerung, S. 129–147. H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1975.
13. *Stransky, M., Scheffeldt, P.* und *Blumenthal, A.:* Zur Mittagsverpflegung der Mittelschüler. Sozial-Präventivmed. **26,** 308–309 (1981).
14. *Stransky, M., Schär, M., Kopp, P.M.* und *Somogyi, J.C.:* Untersuchungen über den Nähr- und Wirkstoffgehalt der Mahlzeiten der Mensen der Universität und der ETH Zürich. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **66,** 400–412 (1975).
15. *Stransky, M., Kopp, P.M.* und *Blumenthal, A.:* Ernährungserhebungen in schweizerischen Rekrutenschulen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **71,** 163–181 (1980).

16. *Verzar, F.* und *Gsell, D.:* Ernährung und Gesundheitszustand der Bergbevölkerung der Schweiz. Eidg. Drucksachen- und Material-Zentrale, Bern 1962.
17. *Sieber, R., Stransky, M.* und *Zimmerli, B.:* Beurteilung der Nährstoffversorgung der schweizerischen Bevölkerung. In: Stähelin, H.B., Casabianca, A., Lüthy, J., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 91–95. Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern 1991.
18. *Zimmerli, B., Bosshard, E.* und *Knutti, R.:* Nichtessentielle «toxische» Spurenelemente. In: Stähelin, H.B., Casabianca, A., Lüthy, J., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Emährungsbericht, S. 149–162. Bundesamt für Gesundheitswesen, Bern 1991.
19. *ICRP:* Report of the task group on reference man. ICRP Publ. No. 23. Pergamon Press, Oxford 1975.
20. *National Research Council:* Recommended Dietary Allowances, 10th edition. National Academy of Sciene, Washington DC 1991.
21. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung:* Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 1. korrigierter Nachdruck 1992. Umschau Verlag, Frankfurt 1991.
22. *Bässler, K.H., Fekl, W.* und *Lang, K.:* Grundbegriffe der Ernährungslehre. Heidelberger Taschenbücher **119,** 3. Aufl. Springer, Berlin 1979.
23. *Committee on Medical Aspects of Food Policy:* Dietary reference values for food energy and nutrient for the United Kingdom. Report on Health and Social Subjects 41. HMSO, London 1981.
24. *Isaksson, B.:* Requirements and appropriate intakes of electrolytes. Bibl. Nutr. Dieta **33,** 42–60 (1983).
25. *WHO Working Group:* Sodium, chlorides and conductivity in drinking water. EURO-Report No. 2, p. 21. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 1979.
26. *Eaton, S.B.* and *Konner, M.:* Paleolithic nutrition. A consideration of its nature and current implications. N. Engl. J. Med. **312,** 283–289 (1985).
27. *Meenely, G.R.* and *Battarbee, H.D.:* Sodium and potassium. Nutr. Rev. **34,** 225–235 (1976).
28. *WHO Scientific Group:* Primary prevention of essential hypertension. WHO Techn. Rep. Ser. No 686. WHO, Geneva 1983.
29. *Ritzel, G.:* Jahresbericht 1986 des Vorsitzenden über die Tätigkeit der Wissenschaftlichen Subkommission der Eidgenössischen Ernährungskommission. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **78,** 217–223 (1987).
30. *Bundesgesundheitsrat (BRD):* Voten zum Thema Kochsalz und Bluthochdruck. Bundesgesundheitsbl. **28,** 244 (1985).
31. *Epstein, F.H.:* Salz und Blutdruck. Sozial- und Präventivmed. **31,** 262–266 (1986).
32. *Law, M.R., Frost, C.D.* and *Wald, N.J.:* By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? I. Analysis of observational data among populations. Br. Med. J. **302,** 811–815 (1991).
33. *Frost, C.D., Law, M.R.* and *Wald, N.J.:* By how much does dietary salt reduction lower blood pressure? II. Analysis of observational data within populations. Br. Med. J. **302,** 815–818 (1991).
34. *Joossens, J.V.* and *Geboers, J.:* Dietary salt and risk to health. Am. J. Clin. Nutr. **45,** 1277–1288 (1987).
35. *Kurtz, T.W.* and *Morris, R.C.:* Dietary chloride as a determinant of «sodium-dependent» hypertension. Science **222,** 1139–1141 (1983).

36. *McCarron, D.A., Morris, C.D., Henry, H.J.* and *Stanton, J.L.:* Blood pressure and nutrient intake in the United States. Science **224,** 1392–1398 (1984).
37. *Stamler, R., Shipley, M., Elliott, P., Dyer, A., Sans, S.* and *Stamler, J.:* Higher blood pressure in adults with less education. Some explanations from INTERSALT. Hypertension **19,** 237–241 (1992).
38. *Khaw, K.-T.* and *Barrett-Connor, E.:* The association between blood pressure, age, and dietary sodium and potassium: a population study. Circulation **77,** 53–61 (1988).
39. *Cappuccio, F.P., Markandu, N.D.* and *MacGregor, G.A.:* Dietary salt intake and hypertension. Klin. Wochenschr. **69** (Suppl. XXV), 17–25 (1991).
40. *Elliott, P., Marmot, M., Dyer, A., Joossens, J., Kesteloot H., Stamler, R., Stamler, J.* and *Rose, G.:* The INTERSALT study: main results, conclusions and some implications. Clin. Exper. Hyper.-Theory Practice **A11,** 1025–1034 (1989).
41. *Intersalt Cooperative Research Group:* Intersalt: an international study of electrolyte excretion and blood pressure. Results for 24 hour urinary sodium and potassium excretion. Br. med. J. **297,** 319–328 (1988).
42. *Isaksson, B.* and *Brubacher, G.B.:* Selected minerals (panel statement). Am. J. Clin. Nutr. **45,** 1043–1044 (1987).
43. *Elliott, P.:* Sodium and blood pressure: a review of the evidence from controlled trials of sodium reduction and epidemiological studies. Klin. Wochenschr. **69** (Suppl. XXV), 3–10 (1991).
44. *Hegsted, D.M.:* A perspective on reducing salt intake. Hypertension **17,** I-201–I-204 (1991).
45. *Supersaxo, Z., Selz, B., Hasler, P., Wespi, H. J., Abelin, T.* und *Bürgi, H.:* Ist die Kochsalzjodierung noch nötig? Neuere Untersuchungen über die Jodversorgung in der Schweiz. Schweiz. med. Wschr. **121,** 317–323 (1991).
46. *Heagerty, A.M.:* Salt restriction, a sceptic's viewpoint. Klin. Wochenschr. **89,** Suppl. XXV, 26–29 (1991).
47. *Hense, H.-W.:* Are the conclusions of INTERSALT applicable to the German population? Klin. Wochenschr. **89,** Suppl. XXV, 11–16 (1991).
48. *Schmid, M., Schulthess, C., Bürgi, H.* und *Studer, H.:* Jodmangel ist in der Schweiz noch immer endemisch. Schweiz. med. Wschr. **110,** 1290–1295 (1980).
49. *Eberhard, H., Eigenmann, F., Schärer, K.* und *Bürgi, H.:* Auswirkungen der verbesserten Kropfprophylaxe mit jodiertem Kochsalz auf den Jodstoffwechsel in der Schweiz. Schweiz. med. Wschr. **113,** 24–27 (1983).
50. *Luzzan, C.:* Studien über die Ausscheidung von Na, Cl und F via Urin im Kanton Tessin. Diss. Univ. Zürich (1985).
51. *Mordasini, C., Abetel, G., Lauterburg, H., Ludi, P., Perrenoud, J.P., Schmid H.* und *Studer, H.:* Untersuchungen zum Kochsalzkonsum und zur Jodversorgung der schweizerischen Bevölkerung. Schweiz. med. Wschr. **114,** 1924–1929 (1984).
52. *Schlettwein-Gsell D., Flammer, R., Gertz, G., Mommsen-Straub, S.* und *Ziemsen, B.:* Analysen des Gehaltes der Nahrung an Vitamin A, β-Carotin und Vitamin C in Altersheimen aus verschiedenen Gegenden der Schweiz. B. Ländliche Heime. Int. Z. Vit. Ern.-Forsch. **42,** 2–20 (1972).
53. *Erard, M., Dick, R.* und *Zimmerli, B.:* Studie zum Lebensmittel-Pro-Kopf-Verzehr der Schweizer Bevölkerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **77,** 88–130 (1986).
54. *Spinnler, K.* und *Studer, H.:* Die Jodversorgung in der Schweiz. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G. und Stransky,

M. (Hrsg.), Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 299–307. H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
55. *Spinnler, K.:* Salz – Gesundheitliche Aspekte. Ernährung **10,** 884–888 (1986).
56. *James, W.P. T., Ralph, A.* and *Sanchez-Castillo, C.P.:* The dominance of salt in manufactured food in the sodium intake of affluent societies. Lancet **I,** 426–429 (1987).
57. *Weber, P., Manz, F., Kersting, M.* und *Schöch, G.:* Untersuchungen zur Wirksamkeit der Jodmangelprophylaxe mit jodiertem Speisesalz in der Bundesrepublik Deutschland. Ernährungs-Umschau **34,** 196–200 (1987).
58. *Sieber, R., Collomb, M.* und *Steiger, G.:* Natrium- und Kochsalzgehalt von Milch und Milchprodukten, im besonderen von Käse. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **78,** 106–132 (1987).
59. *Schelenz, R.:* Essentielle und toxische Inhaltsstoffe in der täglichen Gesamtnahrung. Bericht BFF-R-83-02. Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe 1983.
60. *Arab, L., Schellenberg, B.* and *Schlierf, G.:* Nutrition and health. A survey of young men and women in Heidelberg. Ann. Nutr. Metabol. **26** (suppl. 1) (1982).
61. *Dokkum, W. van, Vos, R.H. de, Cloughley, F.A., Hulshof, K.F.A.M., Dukel, F.* and *Wijsman, J.A.:* Food additives and food components in total diets in The Netherlands. Br. J. Nutr. **48,** 223–231 (1982).
62. *Dokkum, W. van, Vos, R.H. de, Muys, T.* and *Wesstra, J.A.:* Minerals and trace elements in total diets in The Nethlerlands. Br. J. Nutr. **61,** 7–15 (1989).
63. *Vaessen, H.A.M.G.* en *Kamp, C.G. van den:* Calcium, magnesium, lithium en rubidium in 24-uurs voeding van volwassenen. Voeding **47,** 224–226 (1986).
64. *Edel, W., Kremers, G.J., Pieters, J.J.L., Kok, J., Schuddeboom, L.J.* and *Staarink, T.* (eds.): Surveillance programme «man and nutrition». Results upto and including 1983. State Supervisory Public Health Service, Leidschendam (The Netherlands), 1986, p. 59, 111.
65. *Borgström, B., Nordén, A., Akesson, B., Abdulla, M.* and *Jägerstad, M.* (eds.): Nutrition and old age. Chemical analyses of what old people eat and their state of health during 6 years of follow-up. Scand. J. Gastroent. **14** (Suppl. 52), 13–316 (1979).
66. *Abdulla, M., Aly, K.-O., Andersson, I., Asp, N.-G., Birkhed, D., Denker, I., Johansson, C.-G., Jägerstad, M., Kolar, K., Nair, B.M., Nisson-Ehle, P., Nordén, A., Rassner, S., Svensson, S., Akesson, B.* and *Öckerman, P.-A.:* Nutrient intake and health status of lactovegetarians: chemical analyses of diets using the duplicate portion sampling technique. Am. J. Clin. Nutr. **40,** 325–338 (1984).
67. *Pietinen, P.:* Estimating sodium intake from food consumption data. Ann. Nutr. Metab. **26,** 90–99 (1982).
68. *Varo, P.* and *Koivistoinen, P.:* Mineral element composition of Finnish foods. XII. General discussion and nutritional evaluation. Acta Agric. Scand. Suppl. **22,** 165–171 (1980).
69. *Kumpulainen, J., Mutanen, M., Paakki, M.* and *Lehto, J.:* Validity of calculation method in estimating element mineral content. Var Föda Suppl. 1/87, 75–82 (1987).
70. *Sinisalo, M., Kumpulainen, J., Paakki, M.* and *Tahvonen, R.:* Content of major and minor mineral elements in weekly diets of eleven Finnish hospitals. J. Hum. Nutr. Diet. **2,** 43–48 (1989).
71. *Hazell, T.:* Minerals in foods: Dietary sources, chemical forms, interactions, bioavailability. Wld. Rev. Nutr. Diet. **46,** 1–123 (1985).
72. *Hamilton, E.I.* and *Minski, M.J.:* Abundance of the chemical elements in man's diet and possible relations with environmental factors. Sci. Total Environm. **1,** 375–394 (1972/73).

73. *Lewis, J.* and *Buss, D.H.:* Trace nutrients. 5. Minerals and vitamins in the British household food supply. Br. J. Nutr. **60,** 413–424 (1988).
74. *Shortt, C., Glynn, A.* and *Morrissey, P.A.:* A study of the intake of sodium and potassium in a selected population sample of males and females in Ireland. Ir. J. Food Sci. Technol. **11,** 35–42 (1987).
75. *Shank, F.R., Vangpark, Y., Harland, B.F., Vanderveen, J.E., Forbes, A.L.* and *Prosky, L.:* Perspective of Food and Drug Administration on dietary sodium. J. Am. Diet. Assoc. **80,** 29–35 (1982).
76. *Pennington, J.A.T., Young, B.E., Wilson, D.B., Johnson R.D.* and *Vanderveen, J.E.:* Mineral content of foods and total diets: The selected minerals in food survey, 1982 to 1984. J. Am. Diet. Assoc. **86,** 876–891 (1986).
77. *Tanner, J. T.* and *Friedman, M.H.:* Neutron activation analysis for trace elements in food. J. Radioanal. Chem. **37,** 529–538 (1977).
78. *Pennington, J.A.T., Young, B.E.* and *Wilson, D.B.:* Nutritional element in U.S. diet: Results from the total diet study, 1982 to 1986. J. Am. Diet. Assoc. **89,** 659–664 (1989).
79. *Pennington, J.A.T.* and *Young, E.B.:* Total diet study nutritional elements, 1982–1989. J. Am. Diet. Assoc. **91,** 179–183 (1991).
80. *Shiraishi, K., Yoshimizu, K., Tanaka, G.* and *Kawamura, H.:* Daily intake of 11 elements in relation to reference Japanese man. Health Phys. **57,** 551–557 (1989).
81. *Herzberger, U., Klein-Wisenberg, A. von* und *Kluthe, R.:* Zur Frage des Kalium- und Natriumgehaltes von Klinik-Vollkost – Gegenüberstellung von Berechnungen und Analysen. Z. Ernährungswiss. **21,** 87–97 (1982).
82. *Bognar, A., Schelenz, R., Grünewald, T., Frahm, H., Heine, K.* und *Wiechen, A.:* Mineralstoff- und Spurenelementgehalt von Speisen. Bericht Nr. 2. Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe 1981.
83. *Rabe, E., Brümmer, J.-D.* und *Seibel, W.:* Situationsanalyse über den Natriumgehalt im deutschen Brot. Ernährungs-Umschau **32,** 394–398 (1985).
84. *Blumenthal, A., Scheffeldt, P.* und *Schönhauser, R.:* Zum Nährstoffgehalt schweizerischer Brote und deren Beitrag zur Bedarfsdeckung der Bevölkerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **74,** 80–92 (1983).
85. *Sieber, R.* und *Rüegg, M.:* Zur Frage einer Kochsalzreduktion in Lebensmitteln, dargestellt am Beispiel des Käses. Lebensmittel-Technologie **21,** 9–11, 34–44 (1988).
86. *Kaup, S.M., Greger, J.L., Marcus, M.S.K.* and *Lewis, N.M.:* Blood pressure, fluid compartments and utilization of chloride in rats fed various chloride diets. J. Nutr. **121,** 330–337 (1991).
87. *Kurtz, T.W., Al-Bander, H.A.* and *Morris, R.C.:* «Salt-sensitive» essential hypertension in men. Is the sodium ion alone important? N. Engl. J. Med. **317,** 1043–1048 (1987).
88. *WHO:* Guidelines for drinking water quality, Vol. 2. Health criteria and other supporting information. WHO, Geneva 1984.
89. *Schelenz, R.:* Dietary intake of 25 elements by man estimated by neutron activation analysis. J. Radioanal. Chem. **37,** 539–548 (1977).
90. *Tobian, L.:* Potassium and hypertension. Nutr. Rev. **46,** 273–283 (1988).
91. *Seiler, H., Schlettwein-Gsell, D., Brubacher, G.* und *Ritzel, G.:* Der Mineralstoffgehalt von Kartoffeln in Abhängigkeit von der Zubereitungsart. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **68,** 213–224 (1977).
92. *Danfors, S.* and *Bruce, A.:* Change in sodium and potassium content of potatoes with different cooking methods. Var Föda **36,** 448–452 (1984).

93. *Leinert, J., Becker, D.P., Somogyi, J.C.* und *Hötzel, D.:* Einfluss der Garweise auf Mineralstoffverluste. Ernährungs-Umschau **28,** 12–14 (1981).
94. *Irmscherk, K., Haase, J.* und *Prüstel, D.:* Abschätzung des Kaliumverlustes infolge unterschiedlicher Zubereitung von Lebensmitteln. – Quantitative Bestimmung von relevanten Kaliummengen im essbaren Anteil. Akt. Ernähr. **13,** 88–91 (1988).
95. *Väth, B., Rumm-Kreuter, D.* und *Demmel, I.:* Einfluss verschiedener Blanchierverfahren auf wertgebende Inhaltsstoffe in Gemüsen unter Berücksichtigung der Stückgrösse des Blanchiergutes. Ernährungs-Umschau **37,** 472–478 (1990).
96. *Arzert, H.R.:* Änderungen des Kalium- und Magnesiumgehaltes einiger wirtschaftseigener Futtermittel in den letzten 200 Jahren. Landw. Forsch. **25,** 266–271 (1972).
97. *Miller, D.D.:* Calcium in the diet: Food sources, recommended intakes and nutritional bioavailability. Adv. Food Nutr. Res. **33,** 103–156 (1989).
98. *Feldheim, W.:* Zur Relation zwischen Calcium und Phosphor in der Nahrung des Menschen. Milchwissenschaft **38,** 284–286 (1983).
99. *Berner, L.A., McBean, L.D.* and *Lofgren, P.A.:* Calcium and chronic disease prevention: challenges to the food industry. Food Technol. **44,** 50–70 (3) (1990).
100. *Hötzel, D.* und *Zittermann, A.:* Die Stellung der Ernährung bei der Pathogenese der Osteoporose. Z. Ernährungswiss. **28,** 17–31 (1989).
101. *Ziegler, R.:* Osteoporose, Calcium und Vitamin D. In: Wolfram, G. und Schlierf, G. (Hrsg.), Ernährung und Gesundheit, S. 155–160. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart 1988.
102. *Karanja, N.* and *McCarron, D.A.:* Calcium and hypertension. Ann. Rev. Nutr. **6,** 475–494 (1986).
103. *Marcoux, S., Brisson, J.* and *Fabia, J.:* Calcium intake from dairy products and supplements and the risk of preeclampsia and gestational hypertension. Am. J. Epidemiol. **133,** 1266–1272 (1991).
104. *Garland, C., Barrett-Connor, E., Rossof, A.H., Shekelle, R.B., Criqui, M.H.* and *Paul, O.:* Dietary vitamin D and calcium and risk of colonrectal cancer: a 19-year prospective study in men. Lancet **I,** 307–309 (1985).
105. *Baran, D., Sorensen, A., Grimes, J., Lew, R., Karellas, A., Johnson, B.* and *Roche, J.:* Dietary modification with dairy products for preventing vertebral bone loss in premenopausal women: a three-year prospective study. J. Clin. Endocrinol. Metab. **70,** 264–270 (1989).
106. *Rottka, H., Pieper, K., Schaefer, K., Herrath, D. von, Hirsch, F.W., Müller, B.* und *Offermann, G.:* Calciummangel? In: Schlierf, G. und Wolfram, G. (Hrsg.), Mangelernährung in Mitteleuropa, S. 106–117. Wissenschaftliche Verlagsanstalt, Stuttgart 1982.
107. *Shah, B.G., Giroux, A., Belonje, B.* and *Fischer, P.W.F.:* Estimated mineral nutrients in a representative Canadian diet. Nutr. Res. **11,** 265–272 (1991).
108. *Storz, K., Strobel, C.* und *Kluthe, R.:* Verfügbarkeit von Phosphor aus verschiedenen Lebensmitteln – eine in vitro Studie. Akt. Ernähr. **13,** 83–87 (1988).
109. *JECFA:* Toxicological evaluation of certain food additives. WHO Food Additives Series No. 17, p. 151–176. WHO, Geneva 1982.
110. *Frey, C.* und *Schneider, R.:* Lebensmittelzusätze und kindliche Verhaltensstörungen. Eine Literaturübersicht. Schweiz. Ärzteztg. **67,** 2436–2440 (1986).
111. *Eidg. Ernährungskommission:* Einfluss von Nahrungsphosphaten und kindliche Verhaltensstörungen. Schweiz. Ärzteztg. **68,** 1052 (1987).
112. *Schubiger, G.F.* et *Avigdor, T.:* L'importance des additifs alimentaires. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G.

und Stransky, M. (Hrsg.), Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 104–121. H. Huber, Bern, Stuttgart, Wien 1984.
113. *Greger, J.L.* and *Krystofiak, M.:* Phosphorus intake of Americans. Food Technol. **36** (1), 78–84 (1982).
114. *Ebel, H.* and *Günther, T.:* Magnesium metabolism: a review. J. Clin. Chem. Clin. Biochem. **18,** 257–270 (1978).
115. *Aikawa, J.A.:* Biochemistry and physiology of magnesium. Wld. Rev. Nutr. Diet. **28,** 112–142 (1978).
116. *Classen, H.G.:* Magnesium-Mangel? In: Schlierf, G. und Wolfram, G. (Hrsg.), Mangelernährung in Mitteleuropa? S. 118–124. Wissenschaftliche Verlagsanstalt, Stuttgart 1982.
117. *Bengoa, J.* and *Wood, R.:* Magnesium. In: Solomons, N.W. and Rosenberg, I.H. (eds.), Absorption and malabsorption of mineral nutrition, p. 69–88. A.R. Liss, New York 1984.
118. *WHO Expert Committee:* Trace elements in human nutrition. WHO Techn. Rep. Ser. No. 532. WHO, Geneva 1973.
119. *Seelig, M.S.:* Magnesium requirements in human nutrition. Magnesium-Bull. **3,** 26–47 (1981).
120. *Meyer, H.:* Mg-Bedarf und Mg-Versorgung bei Haustieren. Magnesium-Bull. **3,** 13–25 (1981).
121. *Scholz, H.:* Weidetetanie. Magnesium-Bull. **3,** 137–147 (1981).
122. *Flink, E.B.:* Magnesium deficiency and magnesium toxicity in man. In: Prasad, A.S. and Oberleas, D. (eds.), Trace elements in human health and disease. Vol. II. Essential and toxic elements, p. 1–21. Academic Press, New York 1981.
123. *Peerenboom, H.* und *Keck, E.:* Die Bedeutung des Magnesiums in der Medizin. Münch. med. Wschr. **122,** 1325–1332 (1980).
124. *Altura, B.M., Altura, B.T., Gebrewold, A., Ising, H.* and *Günther, T.:* Magnesium deficiency and hypertension: Correlation between magnesium-deficient diets and microcirculatory changes in situ. Science **223,** 1315–1317 (1984).
125. *JECFA:* Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO Techn. Rep. Ser. No. 733, p. 14. WHO, Geneva 1986.
126. *Wirth, W.* und *Gloxhuber, C.:* Toxikologie. 3. Aufl. G. Thieme, Stuttgart, New York 1981.
127. *Hunziker, H.R.* und *Zimmerli, B.:* Zur Magnesiumversorgung der Schweizer Wohnbevölkerung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **73,** 379–393 (1982).
128. *Deutsche Gesellschaft für Ernährung:* Ernährungsbericht 1984. Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Frankfurt am Main 1984.
129. *Mattes, R.D.:* Discretionary salt and compliance with reduced sodium diet. Nutr. Res. **10,** 1337–1352 (1990).

Dr. B. Zimmerli
Bundesamt für Gesundheitswesen
Abteilung Lebensmittelwissenschaft
Haslerstrasse 16
Postfach
*CH-3000 Bern 14*