

M O D E R N E  
E R N Ä H R U N G  
H E U T E

WISSENSCHAFTLICHER PRESSEDIENST - HERAUSGEBER: PROF. DR. R. MATISSEK  
LEBENSMITTELCHEMISCHES INSTITUT DER DEUTSCHEN SÜSSWARENINDUSTRIE KÖLN  
<http://www.lci-koeln.de>

Nr. 2 – Mai 1999

**„Geschmackvolle Lebensmittel sind gefragt“**

Prof. em. Dr. Dr. Claus Franzke,  
Berlin

Seite 1 - 5

**„Neue internationale Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr“**

Prof. Dr. Klaus Pietrzik, Dr. Monika Hages  
Institut für Ernährungswissenschaft  
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn

Seite 6 - 11

REDAKTION UND RÜCKFRAGEN: ABC BONN, AGENTUR FÜR KOMMUNIKATION GmbH (GPRA), WEBERSTRASSE 118, 53113 BONN  
TEL.: 0228/201 57-0, FAX: 0228/26 54 31, e-mail: abc-bonn@abc-bonn.de

ABDRUCK HONORARFREI - BELEGEXEMPLAR ERBETEN

## „Geschmackvolle“ Lebensmittel sind gefragt

### Geschmack - wesentlicher Qualitätsaspekt bei Süßwaren

#### Zusammenfassung:

Bei der Beurteilung der Qualität eines Lebensmittels durch den Verbraucher spielt von allen Sinneseindrücken - neben dem Geruch (Aroma) - der Geschmack die entscheidende Rolle. Geschmack umfaßt alle Sinnesempfindungen, die bei der Nahrungsaufnahme im Mund-, Rachen- und Nasenhöhlenbereich entstehen. Neben dem reinen Geschmack trägt auch der Geruch, ausgelöst durch Aromastoffe, zum Geschmack bei. Der Fachmann unterscheidet nur vier Grundgeschmacksarten: süß, salzig, sauer und bitter. Daneben gibt es Eindrücke wie kühlend, metallisch oder scharf. Der Geschmack eines Lebensmittels wird nicht durch eine einzige Verbindung bestimmt, sondern durch die Kombination einer Vielzahl von geschmacksaktiven Verbindungen.

Der Geschmackssinn hat in der Ernährung die wichtige Aufgabe, die für eine optimale Verdauung erforderliche Speichel- und Magensaftsekretion anzuregen. Mit zunehmendem Alter tritt beim Menschen eine deutliche Minderung der Geschmacksempfindung ein. Da viele Lebensmittel von Hause aus nicht sehr geschmacksintensiv sind bzw. im Geschmack nicht voll den Verbrauchererwartungen entsprechen, werden ihnen bei der industriellen Verarbeitung bzw. küchentechnischen Zubereitung Geschmacksstoffe zugesetzt, wie beispielsweise Zucker (süß) bei Konfitüren, Kochsalz (salzig) bei Fleischwaren, Citronensäure (sauer) bei Bonbons und Chinin (bitter) bei Tonicwasser. Viele dieser Zusätze verlängern darüber hinaus die Haltbarkeit des betreffenden Lebensmittels.

**Prof. em. Dr. Dr. Claus Franzke, Berlin**

#### Nur „geschmackvolle“ Lebensmittel werden akzeptiert

Von allen Sinneseindrücken spielt - aus Sicht des Verbrauchers - der Geschmack für die Beurteilung der Qualität eines Lebensmittels die entscheidende Rolle. Dies gilt in besonderem Maße auch für die Produkte der Süßwarenindustrie.

Der Geschmack zählt bereits seit Aristoteles (4. Jh. v. Chr.) zu den fünf Sinnen. Während Sinneswahrnehmungen wie Sehen, Hören und Riechen keinen direkten Kontakt mit dem Objekt, das beurteilt werden soll, voraussetzt, ist das Schmecken erst bei einer oralen Aufnahme möglich.

Unter dem Begriff „Geschmack“ werden im allgemeinen Sprachgebrauch alle Sinnesempfindungen verstanden, die bei der Nahrungsaufnahme im Mund-, Rachen- und Nasenhöhlenbereich entstehen. Das bedeutet, daß neben dem reinen Geschmack (gustatori-

scher Eindruck) auch der Geruch (olfaktorischer Eindruck), der durch Aromastoffe ausgelöst wird, partiell zum „Geschmack“ beiträgt; ebenso wie Tast-, Temperatur- und Schmerzempfindungen (haptischer Eindruck). Der Experte spricht beim Kosten von Lebensmitteln in Bezug auf Geruch und Geschmack von Degustation.

#### Die Vielfalt macht's

Beim reinen Geschmack unterscheidet man nur die vier Grundgeschmacksarten süß, salzig, sauer und bitter, die von den Geschmacksrezeptoren auf der Zunge registriert werden. Zusätzlich werden Eindrücke festgestellt wie kühlend, z. B. durch Menthol des Pfefferminzöls; scharf, durch das Capsaicin des Paprikas; adstringierend, u.a. durch Gerbstoffe des Tees hervorgerufen; metallisch oder alkalisch, z. B. durch Natri-

umhydrogencarbonat. Diese Eindrücke beruhen auf einem Reiz des Trigeminierves (Hirnnerv).

Der Geschmackssinn hat die wichtige Aufgabe, die für die Verdauung bedeutsamen Reflexe (Speichel- und Magensaftsekretion) anzuregen. Außerdem hat der Mensch im Laufe seiner Entwicklung gelernt, Lebensmittel anhand des Geschmacks weitgehend als genießbar oder ungenießbar einzuordnen.

Der Geschmack eines Lebensmittels wird - ähnlich wie das Aroma - meist nicht durch eine einzige Verbindung bestimmt, sondern ist das Produkt aller geschmacksaktiven Verbindungen, die im Lebensmittel vorhanden sind, wobei sowohl synergistische (verstärkende) als auch antagonistische (abschwächende) Effekte auftreten. Kombinierte Geschmackseindrücke sind selbst bei Einzelsubstanzen möglich. So schmeckt z. B. die Aminosäure L-Lysin süß und bitter, die Citronensäure sauer und süß.

**Geschmacksstoffe haben unterschiedliche Schwellenwerte**

Jeder einzelne Geschmacksstoff hat seinen eigenen „Schwellenwert“. Darunter versteht man die niedrigste Konzentration eines Stoffes, die erforderlich ist, um ihn zu schmecken und zu identifizieren. Die Schwellenwerte einzelner Geschmacksstoffe können um Zehnerpotenzen differieren. Bitter schmeckende Stoffe haben häufig sehr niedrige Schwellenwerte, während für Zucker, um geschmacklich wahrgenommen zu werden, erheblich höhere Konzentrationen erforderlich sind.

Tabelle 1 gibt die Schwellenwerte (Durchschnittswerte) für einige typische Substanzen der vier Grundgeschmacksarten an.

**Tab. 1: Beispiele für Schwellenwerte in Prozentkonzentration für die Grundgeschmacksarten (Lösungsmittel Wasser)**

Geschmacksart	Geschmacksstoff	Schwellenwert in %
---------------	-----------------	--------------------

Geschmacksart	Geschmacksstoff	Schwellenwert in %
süß	Zucker	0,4
salzig	Speisesalz	0,1
sauer	Citronensäure	0,02
bitter	Coffein	0,01

Mit zunehmendem Alter nimmt die Geschmacksempfindlichkeit ab, d.h. die Schwellenwerte liegen höher. Während z. B. ein jüngerer Mensch Zucker schon bei einem Schwellenwert von etwa 0,3 % registrieren kann, liegt bei einem alten Menschen dieser Wert erst bei ca. 0,9 %. Für Kochsalz liegen die entsprechenden Daten bei 0,1 bzw. 0,3 %.

**Zucker versüßt Lebensmittel**

Für die Süßwarenindustrie spielen alle süßschmeckenden Stoffe - zusammengefaßt unter dem Begriff Süßungsmittel - eine Rolle, wobei der Rübenzucker (meist einfach nur als Zucker bezeichnet) mengenmäßig eindeutig dominiert. Alle Süßungsmittel, die in Lebensmitteln vorkommen bzw. zur Süßung in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden, sind organische Substanzen. Drei Hauptgruppen werden dabei unterschieden:

1. Insulinabhängige Kohlenhydrate (Glucose, Saccharose, Stärkeabbauprodukte usw.)
2. Insulinunabhängige Kohlenhydrate (Fructose, Glucitol, Xylitol usw.)
3. Süßstoffe
  - a) synthetische Süßstoffe (z. B. Saccharin, Cyclamat, Aspartam)
  - b) natürliche Süßstoffe, isoliert aus Pflanzen (z. B. Glycyrrhizin, Steviosid)
  - c) chemisch modifizierte natürliche Süßstoffe (z. B. Naringindihydrochalkon)

Charakteristisch für die unter 3. genannten Süßstoffe ist, daß sie in sehr geringen Mengen bereits süß schmecken, insulinunabhängig sind und praktisch keine Energie (Kalorien) liefern.

Bei natürlichen Lebensmitteln wie Honig oder Früchten ist der süße Geschmack in erster Linie durch die dort vorhandenen verschiedenen Zucker wie Saccharose (Rohr- oder Rübenzucker), Glucose (Traubenzucker), Fructose (Fruchtzucker) usw. bedingt. Aber auch einige Aminosäuren der L-Reihe (z. B. Glycin, Alanin, Serin und Threonin) schmecken süß, ebenso bestimmte mehrwertige Alkohole wie z. B. Glycol (Ethan-1,2-diol) oder Glycerol (Propan-1,2,3-triol), was aber für Lebensmittel nur von untergeordneter Bedeutung ist. Bei industriell hergestellten Produkten wie Limonade, Schokolade oder Likör kann die gewünschte Süße durch Zugabe von verschiedenen Zuckern oder Süßstoffen - soweit gesetzlich erlaubt - erreicht werden.

Für die Praxis interessiert die „Relative Süße“, wobei die Saccharose als das bekannteste und auch am häufigsten verwendete Süßungsmittel als Bezugssubstanz dient. Ihre Süßkraft wird gleich 1 gesetzt. Ein Süßungsmittel, das die halbe Süßkraft der Saccharose hat, bekommt demnach den Wert 0,5 und eines, das die doppelte Süßkraft hat, 2,0. Die Süßkraft wird durch Verkosten - bei gleicher Konzentration - ermittelt, wobei ein geschultes Gutachterteam nach ganz bestimmten Prüf- und Bewertungsmethoden arbeitet.

Von allen süßen Kohlenhydraten wird der Geschmack des Rübenzuckers als optimal empfunden. Die Süßstoffe haben z.T. einen manchmal nicht passenden Beigeschmack: So schmeckt z. B. das Neohesperidihydrochalcon schwach mentholartig, das Glycyrrhizin nach Lakritze und das Saccharin etwas metallisch mit einem bitteren Nachgeschmack. Das Aspartam wird von den Süßstoffen zumeist als am angenehmsten

eingestuft. Durch Kombination verschiedener Süßstoffe (z. B. Cyclamat mit Saccharin) versucht man, eine größere „Zuckerähnlichkeit“ zu erreichen und den Nebengeschmack zu reduzieren.

**Tab. 2: Relative Süße (Orientierungswerte) von Süßungsmitteln (bezogen auf Saccharose = 1)**

Süßungsmittel	Relative Süße
Lactose (Milchzucker)	0,25
Maltose (Malzzucker)	0,4
Glucitol (Sorbit)	0,5
Galactose (Cerebrose)	0,5
Glucose (Traubenzucker)	0,6
Mannitol (Mannit)	0,7
Glycerol (Glycerin)	0,8
Cyclamat	50
Glycyrrhizin	50
Aspartam	150
Steviosid	300
Naringindihydrochalcon	300
Saccharin	600

**Säuren in Lebensmitteln haben viele Funktionen**

Der saure Geschmack eines Lebensmittels wird im allgemeinen nur durch Säuren hervorgerufen. Diese Säuren sind entweder als Stoffwechselprodukte im Grundnahrungsmittel enthalten, beispielsweise bei Kirschen oder Zitronen, und sie werden bei der Lebensmittelherstellung durch gezielten Einsatz von Mikroorganismen bewußt erzeugt, wie bei Sauerkraut oder Sauermilcherzeugnissen. Andererseits kann die

Säuerung eines Lebensmittels auch auf Verderb hindeuten, z. B. Essigstich bei Wein, Sauerwerden von Milch. Bei der Lebensmittelherstellung werden Säuren aus verschiedenen Gründen auch direkt zugesetzt: zur Verlängerung der Haltbarkeit (z. B. bei Essiggemüse), zur Geschmacksabrundung (z. B. bei Saucen), zur Erzielung eines sauren Geschmacks (z. B. bei Bonbons), zur Verhinderung von Bräunungserscheinungen (z. B. bei Obsterzeugnissen) usw. Als bevorzugte Säuren dienen hierbei: Ascorbin-, Essig-, Milch-, Wein- und Citronensäure. Diese Säuren werden auch unter dem Begriff „Genußsäuren“ zusammengefaßt. Von den anorganischen Säuren spielt als Lebensmittelbestandteil nur die Phosphorsäure in Colagetränken, Schmelzkäse oder Backpulver eine Rolle.

Die in Erfrischungsgetränken physikalisch gelöste Kohlensäure löst beim Trinken zwar ein Prickeln in Mund und Nase aus, trägt aber nicht zum eigentlichen Sauergeschmack bei.

### **Salziger Geschmack**

Praktische Bedeutung für die Auslösung des salzigen Geschmacks bei Lebensmitteln hat nur das Kochsalz, wenn man von den weitaus seltener verwendeten Diätsalzen (z. B. Kalium- oder Ammoniumsalze der Bernstein-, Glutar- und Adipinsäure) absieht, die aus medizinischer Sicht bei natrium- bzw. kochsalzreicher Diät empfohlen werden. Der typische Kochsalzgeschmack wird aber nur durch das Kochsalz ausgelöst. Andere anorganische Salze haben Misch- oder Fremdgeschmack. So schmeckt z. B. Kaliumchlorid salzig-sauer-bitter, Bleiacetat süß, Magnesiumsulfat bitter-süß, Natriumhydrogencarbonat salzig-süß-alkalisch usw.

### **Bitterer Geschmack**

Der bittere Geschmack in Lebensmitteln ist fast ausschließlich auf Pflanzeninhaltsstoffe mit ganz unter-

schiedlicher chemischer Struktur zurückzuführen. Bei allen Kulturvölkern galten bittere Substanzen als besonders heilsam, was für einige Stoffe zwar zutrifft, wie bei herzwirksamen Glycosiden oder Chinin, aber rein zufällig ist.

Neugeborene haben eine ausgesprochene Abneigung gegen bitteren Geschmack, was sich im Laufe der Entwicklung wandelt, so daß später sogar eine Präferenz dafür bestehen kann (z. B. bei Tonicwasser, Bier, Bitterlikör). Bei bestimmten Lebensmitteln wird ein gewisser Bittergeschmack generell als wünschenswert empfunden (z. B. bei Pampelmusen, Aperitifs, Kakaoerzeugnissen usw.), während Lebensmittel wie bittere Äpfel, Gurken, Möhren, Käse usw. auf Ablehnung stoßen. Manche Pflanzen enthalten relativ große Mengen an Bitterstoffen wie z. B. Enzianwurzel (Gentiopikrin, Amarogentin), Wermut (Absinthin), Hopfen (Humolon, Cohumulon usw.), Zitrusfrüchte (Limonioide), Rosmarin und Salbei (Picrosalvin).

Ein Bittergeschmack kann bei pflanzlichen Lebensmitteln aber auch durch Krankheiten oder Schädlingsbefall bedingt sein.

Bei gerösteten Lebensmitteln tritt immer ein mehr oder minder bitterer Geschmack auf, der hauptsächlich auf die verschiedenen Reaktionsprodukte der Kohlenhydrate zurückzuführen ist. Dieser Geschmack nimmt mit Röstdauer bzw. -intensität zu, was man bei Kaffee gut beobachten kann.

### **Unterstützung durch Geschmacksverstärker**

Geschmacksverstärker sind Verbindungen mit einem geringen Eigengeschmack. Sie sind in der Lage, den Geschmack anderer Verbindungen zu erhöhen, indem sie die Geschmacksrezeptoren anregen. Solche Stoffe können natürliche Bestandteile von Lebensmitteln sein, oder sie werden als Reinsubstanz Lebensmitteln

sekundär zugesetzt. Es gilt als erwiesen, daß Geschmacksverstärker nicht nur den Geschmack intensivieren und abrunden, sondern, daß sie auch unerwünschte Schwefel- und Hydrolysatgerüche unterdrücken können. Natriumglutamat (Glutamat) ist wohl der bekannteste Geschmacksverstärker. Er wird besonders bei Fleisch- und Gemüsegerichten sowie Suppen in Mengen von meist 0,1 bis 0,5 % eingesetzt. Die bekannten Geschmacksverstärker Guanosin- und Inosin-5-monophosphat sind zwar für Fleischgerichte von Bedeutung, spielen aber bei Süßwaren keine Rolle.

Maltol gilt als der typische Vertreter für den Süßgeschmack. Als Zusatz bei Süßwaren in Mengen von 0,005 bis 0,025 % könnte man schon 15 bis 25 % des Zuckers einsparen, was für die Herstellung von energiereduzierten Produkten Bedeutung haben kann. Maltol entsteht beim Erhitzen von Maltose. Es ist somit ursprünglich in gemälztem und anschließend erhitztem Getreide (z. B. Malzkaffee) enthalten.

Ein neuerer Geschmacksverstärker ist das Ethylmaltol. Es ist etwa fünfmal wirksamer als Maltol und kann relativ kostengünstig synthetisiert werden. Bisher ist es als natürlicher Bestandteil in keinem Lebensmittel gefunden worden.

### Fazit

Geschmack umfaßt alle Sinnesempfindungen, die beim Essen im Mund-, Rachen- und Nasenhöhlenbereich auftreten. Dabei unterscheidet man die vier Grundgeschmacksarten süß, salzig, sauer und bitter. Geschmacksarme Lebensmittel finden beim Verbraucher keine Akzeptanz. Insbesondere bei Süßwaren ist der Geschmack ein wesentlicher Qualitätsaspekt.

### Korrespondenzanschrift:

Prof. em. Dr. Dr. Claus Franzke  
Jahnstr. 8

12526 Berlin

### Weiterführende Literatur

- [1] Drawert F (1975): Geruchs- und Geschmacksstoffe. Verlag Carl, Nürnberg
- [2] Franzke C (1996): Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. Behr's Verlag, Hamburg
- [3] Haenel H (1966): Allgemeine Sinnesphysiologie. Springer Verlag, Berlin
- [4] Neumann R, Molnar P (1991): Sensorische Lebensmitteluntersuchung. Fachbuchverlag, Leipzig
- [5] Solms J, Neukom H (1967): Aroma- und Geschmacksstoffe in Lebensmitteln. Förster-Verlag, Zürich
- [6] Rothe M (1988): Characterization, Production and Application of Food Flavours. Akademie-Verlag, Berlin

## Neue internationale Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr

### Die neuen Dietary Reference Intakes - Präventionsaspekt gewinnt an Bedeutung

#### Zusammenfassung:

Derzeit existieren in den einzelnen Ländern z.T. sehr unterschiedliche Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr. Kanada und die USA sind zur Zeit dabei, die *Recommended Dietary Allowances (RDA)* von 1989 zu überarbeiten und durch die *Dietary Reference Intakes (DRI)* zu ersetzen. Eine wesentliche Änderung ist die Betonung des Präventionsaspekts. Die neuen DRIs schreiben nicht nur - wie bisher - die Bedarfsmengen fest, die einem Mangel bzw. einer Unterversorgung vorbeugen, sondern es werden auch Mengen festgelegt, die über die normalen Tagesempfehlungen (RDA) hinausgehen und der Gesundheitsprävention dienen.

Der Begriff DRI ist keine einheitliche Bezeichnung, vielmehr umfaßt er vier Kenngrößen für die Aufnahmemenge: *Estimated Average Requirement* (durchschnittliche Nährstoffmenge, die den Bedarf von 50 % der Bevölkerung deckt), *Recommended Dietary Allowances* (Menge, die den Bedarf von 97-98 % der Bevölkerung deckt), *Adequate Intake* (basiert auf geschätzten oder experimentell ermittelten Mengen) und *Tolerable Upper Intake Level* (höchste tolerierbare Aufnahmemenge eines Nährstoffes). Die Kenngrößen gelten für alle Nährstoffe und werden für jede Bevölkerungsgruppe alters- und geschlechtsspezifisch sowie für Schwangere und Stillende gesondert festgelegt.

Auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. plant im Laufe des Jahres eine Überarbeitung der derzeit gültigen Zufuhrempfehlungen. Dabei kommt die DGE nicht umhin, sich an den neuen US-Empfehlungen zu orientieren. Die derzeit noch gültigen Empfehlungen der DGE sind so berechnet, daß sie fast „alle Personen der jeweils angegebenen Gruppe vor ernährungsbedingten Gesundheitsschäden schützen sollen“. Darüber hinausgehende Kenngrößen, wie sie die DRIs beinhalten, wurden bisher nicht berücksichtigt.

**Prof. Dr. Klaus Pietrzik und Dr. Monika Hages, Institut für Ernährungswissenschaft, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn**

#### Dietary Reference Intakes - die neuen US-Empfehlungen

Derzeit existieren in den einzelnen Ländern z.T. sehr unterschiedliche Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr. Kanada und die USA sind zur Zeit dabei, gemeinsam ihre Empfehlungen – die *Recommended Dietary Allowances* von 1989 und die *Canadian Recommended Nutrient Intakes (RNIs)* von 1990 - zu überarbeiten und neu auszurichten. Seit Ende 1997 sind Vorabpublikationen der neuen gemeinsamen Zufuhrempfehlungen für Nährstoffe verfügbar [1, 2]. Die jetzt unter dem Namen *Dietary Reference Intakes (DRIs)* erscheinenden Empfehlungen werden vom Food and Nutrition

Board des Institute of Medicine in Zusammenarbeit mit der staatlichen kanadischen Gesundheitsorganisation Health Canada sowie zahlreichen amerikanischen und kanadischen Wissenschaftlern erarbeitet. Sie sollen mittelfristig die bisherigen amerikanischen *Recommended Dietary Allowances (RDAs)* von 1989 [3] sowie die *Canadian Recommended Nutrient Intakes (RNIs)* von 1990 [4] ersetzen und damit für ganz Nordamerika Gültigkeit haben.

Anders als bei den bisher geltenden RDAs, die für alle Nährstoffe gemeinsam publiziert worden sind, werden die neuen DRIs nach Sachzusammenhängen gegliedert und in sieben Einzelpublikationen veröf-

fentlicht [5]. Bisher sind zwei Präpublikationen erschienen und zwar zu:

- Calcium, Vitamin D, Phosphor, Magnesium und Fluorid [1] sowie zu
- Folsäure und anderen B-Vitaminen [2].

Des weiteren sind Publikationen geplant zu:

- Antioxidantien (z. B. Vitamin C, Vitamin E, Selen)
- Makronährstoffen (Protein, Fett, Kohlenhydrate)
- Spurenelementen (z. B. Eisen, Zink)
- Elektrolyten und Wasser sowie zu
- anderen Nahrungsbestandteilen (z. B. Ballaststoffe, Phytoöstrogene).

Mit der Veröffentlichung als Präpublikation wird bis zum Jahr 2001 gerechnet.

Die einzelnen Publikationen werden durch sieben ausgewählte Expertengremien in mehrjähriger Arbeit erstellt. Darüber hinaus arbeiten zwei Subkomitees, die sich ausschließlich mit den Themen „Upper Reference Levels of Nutrients“ bzw. „Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes“ beschäftigen und zu diesen Fragestellungen eigene Statements publizieren werden [5].

### Neuausrichtung der DRIs

Die neuen DRIs [1, 2, 6] umfassen drei neue Parameter zur Quantifizierung der Aufnahmemenge. Die Kenngrößen gelten für alle Nährstoffe, d. h. Makronährstoffe, Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente, sofern zu ihrer Ableitung ausreichendes, wissenschaftlich fundiertes Material vorhanden ist. Sie werden wie bisher für alle Bevölkerungsgruppen alters- und geschlechtsspezifisch und gesondert für Schwangere und Stillende festgelegt.

Bisher orientierten sich die Empfehlungen im wesentlichen an derjenigen Bedarfsmenge, die ausreicht, um einem Mangel bzw. einer Unterversorgung vorzubeu-

gen. Bei den neuen DRIs werden bei begründeten Hinweisen für einzelne Vitamine auch die Tagesmengen festgelegt, die über die normale Tagesempfehlung hinausgehen und die Möglichkeit zur Gesundheitsprävention bieten.

Darüber hinaus sind auch Nährstoffe in die Empfehlungen aufgenommen worden, die zwar nicht der traditionellen Definition eines für die Ernährung essentiellen Stoffes entsprechen, aber aufgrund der aktuellen Datenlage vermutlich einen günstigen Einfluß auf die Gesundheit haben, wie z. B. Cholin [2].

### Vier neue Kenngrößen

Zu Beginn der Publikation von Empfehlungen vor mehr als 50 Jahren wurden die RDAs zunächst als die tägliche Menge eines Nährstoffs definiert, die - differenziert nach Alter und Geschlecht - ausreichte, um einen bestehenden Mindestversorgungszustand aufrechtzuerhalten bzw. einen klinisch relevanten Mangelzustand zu verhindern. Heute orientiert sich eine adäquate Versorgung im Sinne der RDA - soweit bekannt - an funktionellen Parametern, die schon Symptome eines beginnenden Mangels erfassen und daher die Versorgungslage differenzierter und genauer wiedergeben als früher.

Der jetzt neue Begriff DRI ist keine einheitliche Bezeichnung, sondern umfaßt vier Kenngrößen, die jeweils unterschiedliche Niveaus der Aufnahmemenge beschreiben. Die neu etablierten Kenngrößen gelten wie bisher auch zukünftig nur für die gesunde Bevölkerung. Die Dosierungen reichen weder aus, um Personen mit Mangelerkrankungen therapeutisch zu behandeln, noch beugen sie wirkungsvoll Erkrankungen vor, deren Prävention Aufnahmen oberhalb des physiologischen Bereichs erfordern [7].

### *Estimated Average Requirement*

Unter dem *Estimated Average Requirement* (EAR)

wird die durchschnittliche Menge eines Nährstoffs verstanden, bei deren täglicher Aufnahme der Bedarf von ca. der Hälfte (50 %) der gesunden Bevölkerung vergleichbaren Alters und Geschlechts sowie in ähnlicher Lebenssituation (Schwangere bzw. Stillende) gedeckt ist [1, 2, 6, 7]. Mit dem EAR kann die Häufigkeit einer unzureichenden Aufnahme in Bevölkerungsgruppen bewertet werden, indem der Anteil an Personen bestimmt wird, deren Aufnahmemenge unter dem EAR liegt [1, 2]. In ähnlicher Weise kann mit Hilfe dieser Kenngröße auch die Kostplanung größerer Bevölkerungsgruppen vorgenommen werden [1, 2, 7].

### ***Recommended Dietary Allowances***

Die Kenngröße RDA definiert die Aufnahmemenge eines Nährstoffs, die den Bedarf fast der gesamten (97 bis 98 %) gesunden Bevölkerung gleichen Alters und Geschlechts in vergleichbarer Lebenssituation deckt [1, 2, 6, 7]. Die RDA werden auf Basis des EAR rechnerisch ermittelt. Wenn die Standardabweichung (SD) des EAR bekannt ist, errechnet sich der RDA-Wert für einen Nährstoff wie folgt:

$$RDA = EAR + 2 SD_{EAR}$$

Ist die Standardabweichung nicht bekannt, wird ein Variationskoeffizient (CV) des EAR von 10 % unterstellt. Die Berechnung der RDA erfolgt dann nach der Formel:

$$RDA = 1,2 \times EAR$$

Der RDA-Wert ist primär eine Zielgröße, um die ausreichende nutritive Aufnahme eines Nährstoffes bei Einzelpersonen sicherzustellen. Nehmen diese den Nährstoff in Höhe des RDA-Wertes auf, so ist eine unzureichende Bedarfsdeckung nur von sehr geringer Wahrscheinlichkeit (2 – 3 %). Nicht geeignet sind die RDAs zur Beurteilung der Versorgungslage von Einzelpersonen bzw. Bevölkerungsgruppen sowie zur Kostplanung von größeren Gruppen, da im Einzelfall der individuelle Bedarf nicht bekannt ist. Hier sind biochemische Untersuchungen zur Abklärung der indi-

viduellen Versorgungssituation notwendig.

### ***Adequate Intake***

Reicht das vorliegende Datenmaterial zur Ermittlung von RDA bzw. EAR nicht aus, so wird statt dessen der *Adequate Intake* (AI) verwendet. Der AI basiert auf der geschätzten oder experimentell ermittelten Aufnahmemenge eines Nährstoffs, die bei definierten Versuchsgruppen offensichtlich ausreicht [1, 2, 3]. Beispielsweise wird aufgrund fehlender verlässlicher Daten die empfohlene Nährstoffaufnahme von Säuglingen vom Nährstoffgehalt der Muttermilch abgeleitet, da gestillte Säuglinge ausreichend mit Nährstoffen versorgt sind.

Der AI übersteigt in aller Regel den EAR und meist auch den RDA-Wert. Bei Fehlen von EAR bzw. RDA kann diese Kenngröße als Maßstab für eine ausreichende Aufnahmemenge von Einzelpersonen und - unter Berücksichtigung der geringeren Zuverlässigkeit des zugrundeliegenden Datenmaterials - auch von Bevölkerungsgruppen herangezogen werden.

### ***Tolerable Upper Intake Level***

Der *Tolerable Upper Intake Level* (UL) ist die höchste Aufnahmemenge eines Stoffes, für die selbst bei langfristiger Aufnahme nicht mit negativen Einflüssen auf die Gesundheit nahezu der gesamten Bevölkerungsgruppe zu rechnen ist (vgl. Abb.1) [1, 2, 6, 8]. Die Festlegung des UL basiert auf den bewährten Methoden der Risikobewertung bei toxikologischen Prüfungen. Der Maximalwert bezieht sich auf die gesamte tägliche Aufnahmemenge (Kost, Supplemente, speziell angereicherte Lebensmittel) in einer bestimmten Zeiteinheit. Bei Aufnahmemengen im Bereich zwischen RDA und UL ist weder eine Unter- noch eine Überversorgung zu befürchten. Übersteigt die Aufnahmemenge dagegen für längere Zeit diesen

Wert, so nimmt die Wahrscheinlichkeit von unerwünschten Nebenwirkungen kontinuierlich zu. Beim gegenwärtigen Forschungsstand gibt es für gesunde Personen keine Indikation für Zufuhrwerte oberhalb des UL [8].

### **Abb.1: Tolerable Upper Intake (UL) und sichere Aufnahmemengen, modifiziert nach [2]**

#### **Vergleich mit den deutschen Empfehlungen**

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V. plant im Verlauf dieses Jahres eine Überarbeitung ihrer derzeit gültigen Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr von 1991 [9].

Bei der Planung der neuen nationalen Empfehlungen kommt man keinesfalls ohne Beachtung der neuen DRIs aus. Obwohl mit ihrer endgültigen Fertigstellung erst im Jahr 2001 gerechnet wird, kann man schon jetzt sagen, daß die neuen US-Empfehlungen sehr viel umfangreicher und mit erheblich höherem ökonomischem, administrativem und wissenschaftlichem Aufwand erarbeitet werden als alle bisherigen Empfehlungen. Der dort in jeder Hinsicht praktizierte Aufwand zur Ermittlung der Bedarfszahlen ist einmalig und kann in anderen Ländern kaum in dieser Form durchgeführt werden. Die neuen DRIs bilden daher zwangsläufig eine wichtige Orientierungsgrundlage für die Ableitung von nationalen Empfehlungen.

Bei den derzeit noch gültigen Empfehlungen für die

Nährstoffzufuhr der Deutschen Gesellschaft für Ernährung [9] beschränken sich die Ermittlung des Bedarfs sowie die Ableitung der Empfehlungen im Prinzip auf das Vorgehen der bald überholten amerikanischen RDAs von 1989 [3]. Die empfohlenen Mengen sind so dimensioniert, daß sie "nahezu alle Personen der jeweils angegebenen Gruppe vor ernährungsbedingten Gesundheitsschäden schützen und die Voraussetzung für volle Leistungsfähigkeit geben". Definitionsgemäß entsprechen sie den bisher gebräuchlichen amerikanischen RDAs, da bei Zufuhr dieser Menge 97 - 98 % (oder fast alle Personen) einer Bevölkerungsgruppe ausreichend versorgt sind. Weitere Kenngrößen wie EAR bzw. UL wurden nicht ausgewiesen. Auch zusätzliche, präventive Aufnahmemengen oberhalb der Tagesempfehlungen wurden in Deutschland bisher nicht empfohlen.

Es bleibt diskussionswürdig, ob in den neuen Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung eine Differenzierung der Aufnahmemenge nach EAR und RDA notwendig ist. Allerdings ermöglicht eine derartige Unterscheidung eine differenzierte Planung bzw. Beurteilung der Zufuhrmengen von Einzelpersonen bzw. Gruppen.

#### **Prävention auch in Deutschland großgeschrieben?**

Inwieweit bei der Konzeption der neuen deutschen Empfehlungen auch präventive Zufuhrmengen oberhalb des RDA propagiert werden, kann bisher nur vermutet werden. Am wahrscheinlichsten sind hier Empfehlungen für Frauen, die schwanger werden können. Dieser Personengruppe wird in den USA eine Folsäureaufnahme von 400 µg/Tag zusätzlich zum normalen Tagesbedarf empfohlen, um bei einer möglichen Schwangerschaft Neuralrohrdefekten (Offener Rücken) beim ungeborenen Kind vorzubeugen. Zahlreiche Untersuchungen belegen bei einer Folsäureaufnahme in dieser Größenordnung eine Risikosenkung zwischen 50 und 80 %. Eine entsprechende

Empfehlung wurde in Deutschland bereits von verschiedenen Fachgesellschaften ausgesprochen [10]. Da die Mißbildung schon in der sehr frühen Schwangerschaft angelegt wird, wird die zusätzliche Vitaminaufnahme immer schon vor Beginn der Schwangerschaft empfohlen [2].

Da Folsäure in Verbindung mit den Vitaminen B<sub>6</sub> und B<sub>12</sub> den Homocysteinspiegel, einen anerkannten Risikofaktor der Arteriosklerose, zu senken vermag, [2] wäre es wünschenswert, in den neuen deutschen Empfehlungen eine höhere Folsäure- (und B-Vitamin)-Aufnahme zu propagieren. Gleiches gilt auch für die antioxidativen Vitamine C und E sowie β-Carotin, deren erhöhte Aufnahme (ca. doppelt so hoch wie die gegenwärtige DGE-Empfehlung) mit einem geringeren Auftreten bestimmter Krebs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen in statistischem Zusammenhang steht [11].

Der Begriff des UL ist sicher wegen der auch in der Bundesrepublik zu beobachtenden steigenden Aufnahme von Vitaminpräparaten und vitaminisierten Lebensmitteln eine hilfreiche Kenngröße zur toxikologischen Bewertung hoher Aufnahmemengen. In den neuen DRIs wurden bereits für verschiedene Nährstoffe Höchstmengen festgelegt [8] (vgl. Tab. 1).

**Tab.1: Toxikologische Phänomene zur Festlegung einzelner ULs [8]**

Nährstoff	Indikator zur Festlegung des UL	UL/Tag (Erwachsene)
Calcium	Milch-Alkali-Syndrom	2500 mg
Phosphor	Erhöhte Phosphorkonzentration im Serum	4 g
Magne-	Osmotische Diarrhöe	350 mg

sium		(non-Food)
Vitamin D	Erhöhte Calciumkonzentration im Serum	50 µg (200 IE)
Vitamin B <sub>6</sub>	Sensorische Neuropathie	100 mg
Folsäure	Auftreten bzw. Verschlechterung einer Vitamin B <sub>12</sub> -Mangel-Neuropathie	1000 µg
Niacin	Vasodilatatorischer Effekt	35 mg

**Fazit**

Die Publikation gemeinsamer DRIs für die USA und Kanada ist ein erster Schritt hin zu einer internationalen Standardisierung und Harmonisierung der Empfehlungen – zumindest innerhalb eines Kontinents. Ein entsprechendes einheitliches Vorgehen auf EU-Ebene wäre wünschenswert und sollte langfristig angestrebt werden.

**Korrespondenzanschrift:**

Prof. Dr. Klaus Pietrzik  
 Institut für Ernährungswissenschaft  
 Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität  
 Endenicher Allee 11–13, 53115 Bonn  
 E-Mail: k.pietrzik@uni-bonn.de

**Literatur:**

- [1] Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (1997): Dietary reference intakes for calcium, phosphorus, magnesium, vitamin D and fluoride (pre-publication copy). National Academy Press, Washington DC
- [2] Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (1998): Dietary reference intakes for thiamin, riboflavin, niacin, vitamin B<sub>6</sub>, folate, vitamin B<sub>12</sub>, pantothenic acid, biotin and

- cholin. (pre-publication copy). National Academy Press, Washington DC
- [3] National Research Council, Food and Nutrition Board(1989): Recommended dietary allowances. 10th edition, National Academy Press, Washington DC
- [4] Health Canada (1990): Nutrition recommendations: the report of the Scientific Review Committee 1990. Canadian Government Publishing Centre, Ottawa
- [5] Anonym (1997): Origin and framework of the development of dietary reference intakes. *Nutr Rev* 5: 332–334
- [6] Yates A A, Schlicker S A (1998): Dietary Reference Intakes: The new basis for recommendations for calcium and related nutrients, B vitamins and choline. *J Am Diet Assoc* 98: 699–706
- [7] Anonym (1997): Uses of dietary reference intakes. *Nutr Rev* 55: 327–331
- [8] Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (June 1998): Dietary Reference Intakes: A risk assessment model for establishing upper intake levels of nutrients. (pre-publication copy) National Academy Press, Washington DC.
- [9] Deutsche Gesellschaft für Ernährung (1991): Empfehlungen für die Nährstoffzufuhr. 5. Überarbeitung, Umschau-Verlag, Frankfurt/Main, Nachdruck 1995
- [10] Hages M, Thorand B, Prinz-Langenohl R, Bung P, Pietrzik K (1996): Prävention von Neuralrohrdefekten (NRD) durch perikonzeptionelle Folsäuregaben. *Geburtsh Frauenheilk* 56: M59 – M65
- [11] Biesalski H K (1995): Antioxidative Vitamine in der Prävention. *Dtsch Ärzteblatt* 92 Heft 18A: 37 - 50