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

Herausgeber: Bundesamt für Gesundheit

Band: 89 (1998)

Heft: 3

Artikel: Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung. Teil 3, Veränderungen und deren Ursachen = Selenium status of the Swiss population. Part 3, Changes and its causes

Autor: Zimmerli, Bernhard / Haldimann, Max / Sieber, Robert

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-983143

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: 12.12.2025

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

Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. 89, 257–293 (1998)
Eingegangen am 8. April 1998. Angenommen am 1. Mai 1998

Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung

3. Veränderungen und deren Ursachen

Selenium Status of the Swiss Population
3. Changes and its Causes

Key words: Selenium, Changes, Food import, Feed additives, Consumption habits, Switzerland

Bernhard Zimmerli[1] und *Max Haldimann*
Bundesamt für Gesundheit, Abteilung Lebensmittelwissenschaft, Bern

Robert Sieber
Eidgenössische Forschungsanstalt für Milchwirtschaft, Liebefeld, Bern

Einleitung

Diese drei Teile umfassende Studie zum Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung entstand im Hinblick auf die Herausgabe des Vierten Schweizerischen Ernährungsberichtes (1). Ein erster Teil befasste sich im Sinne einer Einleitung in die Thematik mit den biologischen Eigenschaften von Selen, dessen Toxizität sowie der empfohlenen täglichen Zufuhr (2). Eine zusammenfassende Darstellung unter Berücksichtigung noch unveröffentlichter Daten und die Diskussion der verfügbaren Messwerte zum Vorkommen von Selen in Lebensmitteln, zur täglichen Zufuhr sowie zum Selenstatus der Bevölkerung anhand von Serumselenmessungen waren Gegenstand des zweiten Teils (3). Es zeigte sich, dass trotz der ungünstigen natürlichen Umweltbedingungen die schweizerische Bevölkerung ausreichend und besser als die angrenzender Länder mit Selen versorgt ist. Das Selen stammt aus Fleisch, Eiern und Milch von Nutztieren, die Selensupplemente erhalten, sowie aus Fisch und insbesondere aus selenreichem nordamerikanischem Weich- und Hartweizen. Zudem ergaben sich Hinweise, dass sich die Selenversorgung der Bevölkerung in den letzten 10–15 Jahren kaum fundamental verändert hat, dies trotz der in

[1] Korrespondenzautor

diesem Zeitraum verminderten Importe von selenreichem Weichweizen aus Nordamerika als Zusatz zum schweizerischen Brotgetreide. Als Deutung dieses Phänomens wurde die Hypothese vorgestellt, dass die durch den Rückgang der nordamerikanischen Brotgetreideimporte bedingte Selenminderversorgung durch erhöhte Selenzusätze zu Futtermitteln kompensiert wurde (3).

Ziel des vorliegenden dritten Teils dieser Studie ist es, die Hinweise, die für eine in den letzten 15 Jahren etwa konstante Selenversorgung der Bevölkerung sprechen, zusammenzustellen, zu interpretieren und mit noch unveröffentlichten Messwerten aus dem Jahr 1998 zu vergleichen. Zudem sollen einige grundlegende Faktoren diskutiert werden, welche die Selenversorgung (und jene mit anderen Mikronährstoffen wie z. B. Iod) der schweizerischen Bevölkerung im allgemeinen und jene spezieller Gruppen im besonderen beeinflussen können.

Wie die Geschichte zeigt, ist die Art und Weise der menschlichen Ernährung nicht festgelegt, sondern einem steten Wandel unterworfen sowie kulturell und regional verschieden (4–7). Grundsätzlich ist zwischen jenen Faktoren zu unterscheiden, die eher konsumentenunabhängig sind, wie z. B. die natürlichen Umweltbedingungen, Angebote der Lebensmittelindustrie, deren Rohstoffe und Produktionsart (Art der Nutztierfütterung) sowie Lebensmittelimporte und solchen, die vom Konsumenten abhängig sind wie ökonomische, gesellschaftliche, kulturelle, ideologische und sensorische Faktoren sowie Alter, Geschlecht und Berufstätigkeit oder Verhalten (Verzehrs-, Einkaufsgewohnheiten). Während die schweizerische Bevölkerung noch vor etwa 150 Jahren weitgehend von dem leben musste, was der Boden hergab (6, 7), werden heute gegen die Hälfte der verzehrten Lebensmittel importiert, und die Auswahl an verschiedenen Produkten, auch solchen exotischer Herkunft, hat sich enorm verbreitert. Obwohl die einheimische Produktion von Fleisch, Milch und deren Erzeugnisse den Bedarf der schweizerischen Bevölkerung zwar deckt, muss schätzungsweise gegen die Hälfte der dazu notwendigen Futtermittel eingeführt werden (8). Importierte Lebens- und Futtermittel können je nach deren Herkunft und Art der Produktion eine unterschiedliche Konzentration an Selen (und möglicherweise auch an anderen essentiellen oder nichtessentiellen Mikronährstoffen) aufweisen und so die Selenversorgung der Bevölkerung bzw. deren Exposition gegenüber nichtessentiellen Mikronährstoffen (z. B. Cadmium) beeinflussen, worauf bereits im zweiten Teil dieser Studie am Beispiel des selenreichen nordamerikanischen Weizens hingewiesen wurde (3). Zudem kann ein Lebensmittel, bevor es konsumiert wird, durch vieler Menschen Hände, durch Maschinen und über Fliessbänder gewandert sein, deren Einflüsse auf seinen Nährwert, z. B. bezüglich der Gehalte an Mikronährstoffen, nicht in jedem Fall detailliert abgeklärt sind.

Änderungen des Selenstatus in den letzten 15 Jahren

Übersicht

Im Teil 2 dieser Studie sind sämtliche bis anhin bekannten Daten zum Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung zusammengestellt (3). Die unseres Wissens ältesten Messungen stammen aus dem Jahre 1982 (Plasmaselen von Männern) und die neuesten, noch unveröffentlichten aus dem Jahre 1998 von Männern und Frauen aus Bern (in der vorliegenden Arbeit). Trotz den in den letzten 15 Jahren teilweise deutlichen Veränderungen der Selenkonzentration der Lebensmittel und der Verzehrsgewohnheiten deutet die im Plasma oder Serum[2] der schweizerischen Bevölkerung gemessenen Selenkonzentration (Tabelle 3 in Teil 2 (3)) nicht auf eine eindeutige zeitliche Veränderung in den letzten 10–15 Jahren hin. Wenn beispielsweise die Resultate für die Region Bern aus den Jahren 1982 und 1985 mit denjenigen der Studie des Jahres 1993 und den neusten Messungen aus dem Jahre 1998 verglichen werden, zeigt sich zwar für Männer im Vergleich zu 1982 eine Abnahme von im Mittel ca. 10 ng/ml. Die mittlere Selenkonzentration im Plasma von Personen im Kanton Tessin hat sich zwischen 1988 und 1993 sogar scheinbar um etwa 20 ng/ml erhöht. Gegen diese Vergleiche ist einzuwenden, dass es sich nicht um dieselben Kollektive und um teilweise andere Altersgruppen handelt (Tabelle 3 in Teil 2 (3)).

Neben Untersuchungen von Humanserum bzw. -plasma in verschiedenen Jahren sind auch Analysen von Zehennägeln von Männern aus den Jahren 1991/92 sowie solche von Lebensmitteln und Tagesrationen aus Verpflegungsbetrieben für das Jahr 1983 zur Beurteilung einer Änderung des Selenstatus verfügbar (3).

Zur besseren Vergleichbarkeit des gesamten Datenmaterials wurden anhand verschiedener, aus epidemiologischen Untersuchungen abgeleiteten Näherungsformeln die mittlere tägliche Zufuhr berechnet und die so erhaltenen Ergebnisse in Tabelle 1 zusammengestellt. Zur Normierung wurden für ein Kollektiv von 20- bis 60jährigen folgende Annahmen getroffen: mittlere Körpermasse (KM) 75 kg für Männer und 60 kg für Frauen (14, 15), und die für eine mässige körperliche Aktivität notwendige mittlere tägliche Energiezufuhr wurde auf 10,5 MJ für Männer und 8,0 MJ für Frauen festgelegt (16).

Die Ergebnisse dieser Berechnungen in Tabelle 1 geben beim Vergleich innerhalb einer Spalte (gleiche Formel) keine Hinweise, dass sich in der Zeitperiode von 1982 bis Winter 1997/98 die Selenversorgung bzw. der Selenstatus der deutschschweizerischen Bevölkerung deutlich verändert hätte. Vordergründig deuten zwar die Daten für Männer auf eine Abnahme von im Mittel 10–15 µg/Tag hin (Spalten A, B und C), in Anbetracht der aufgeführten Fehlergrenzen muss diese Interpretation jedoch relativiert werden. Für Frauen sind die Daten, die auf eine Abnahme deuten, zwar weniger ausgeprägt, allerdings fehlen solche aus dem Jahre 1982.

[2] Zahlenmässig ist die Selenkonzentration des Serums und jene des Plasmas vergleichbar, d.h. es bestehen keine statistisch signifikanten Unterschiede (9).

Tabelle 1. Schätzung der mittleren Selenzufuhr Erwachsener in der Deutschschweiz von 1982 bis 1998

Jahr	Experimentelle Basis[1]	Mittlere tägliche Zufuhr (µg/Tag)[1]					
		Männer			Frauen		
		A[2]	B[3]	C[4]	A[2]	B[3]	C[4]
1982	*Plasma,* Thun-Wimmis, 40–49 Jahre: Männer (*n* = 220) 103±13 ng/ml (13)	71±13	85±50	78±24	–	–	–
1983	Analyse von *Tagesrationen* für *Omnivore* (*n* = 30): Energie 9743±1277 kJ, Protein 87±15 g, TM 474±74 g, Zufuhr 77±29 µg/Tag (17–19)	–	83±33[5]	–	–	63±25[5]	–
1983	Analyse von *Tagesrationen* für *Ovolaktovegetarier* (*n* = 10): Energie 8588±1433 kJ, Protein 60±10 g, TM 421±61 g, Zufuhr 53±29 µg/Tag (17–19)	–	65±37[5]	–	–	49±28[5]	–
1985	*Serum,* Bern, 19–46 Jahre: Frauen (*n* = 10) 93±8 ng/ml (10)	–	–	–	63±12	52±30	66±19
1986	*Serum,* Zürich, 20–60 Jahre: Männer (*n* = 50) 84±15 ng/ml, Frauen (*n* = 50) 96±20 ng/ml (20)	54±16	62±50	54±25	65±20	55±40	70±30
1991/92	*Zehennägel,* Zürich, mittleres Alter 55±9 Jahre: Männer (*n* = 131) 0,58 µg/g (Median) (21)	–	87±60[6]	–	–	–	–
1992/93	*Serum,* Deutschschweiz, 20–40 Jahre: Männer (*n* = 137) 97±14 ng/ml, Frauen (*n* = 75) 88±12 ng/ml (10)	66±16	77±40	70±24	58±14	50±30	59±22
1997/98	*Plasma,* Bern und Umgebung, 20–60 Jahre: Männer (*n* = 20) 91±12 ng/ml, Frauen (*n* = 13) 92±14 ng/ml (22)[7]	61±14	70±40	63±22	62±16	52±30	65±24

– keine Angaben

1 Alle ±-Angaben entsprechen der Standardabweichung, wie sie aus Messungen resultierten oder wie sie aus den Standardfehlern der angewandten Näherungsformeln via Fehlerfortpflanzung berechnet wurden, in Klammern Literatur.

2 Berechnet mit Näherungsformel, die anhand verschiedener Zufuhrstudien an erwachsenen Kollektiven und der entsprechenden Selenkonzentration im Serum oder Plasma abgeleitet wurde (10): $c = (23 \pm 7) + (1{,}12 \pm 0{,}11)\, i_{Se}$, wobei c = mittlere Selenkonzentration im Serum oder Plasma in ng/ml, i_{Se} = mittlere Selenzufuhr in µg/Tag (nur anwendbar für $c \leq 120$ ng/ml).

Tabelle 1. Fortsetzung

[3] Gemäss Näherungsformel, die anhand eines nordamerikanischen Kollektivs ermittelt wurde (11): $i = \exp M [-(1{,}31 \pm 0{,}24) \cdot 10^{-2} + (2{,}00 \pm 0{,}22) \cdot 10^{-2} \cdot \ln b + (8{,}27 \pm 1{,}92) \cdot 10^{-7} \cdot E - (3{,}61 \pm 1{,}02) \cdot 10^{-3} \cdot G]$, wobei i = Selenzufuhr in µmol/Tag, M = Körpermasse in kg, b = Selenkonzentration im Blutserum in µmol/l, E = tägliche Energiezufuhr in kJ/Tag, G = Geschlechtsfaktor (Männer G = 0, Frauen G = 1), Zahlenwerte in Anmerkung 5.

[4] Näherungsformel analog Anmerkung 2 (12): $c = (41 \pm 12) + (0{,}79 \pm 0{,}08)\, i_{Se}$, die Standardfehler wurden basierend auf den Daten in Anmerkung 2 geschätzt, Symbole siehe Anmerkung 2.

[5] Auf eine mittlere tägliche Energiezufuhr von 10,5 MJ für Männer (75 kg KM) und 8,0 MJ für Frauen (60 kg KM) der Altersklasse 20–60 Jahre bei mässiger physischer Aktivität (14, 15, 16) umgerechnet, entsprechend einem täglichen Verzehr von rund 510 g TM für Männer und 390 g TM für Frauen (17, 18).

[6] Analog Anmerkung 3, aber mit folgender Formel berechnet (11): $i = \exp M [-(3{,}56 \pm 0{,}58) \cdot 10^{-2} + (1{,}40 \pm 0{,}19) \cdot 10^{-2} \cdot \ln a - (3{,}42 \pm 4{,}25) \cdot 10^{-5} \cdot A + (1{,}03 \pm 0{,}23) \cdot 10^{-6} \cdot E - (2{,}31 \pm 1{,}23) \cdot 10^{-3} \cdot G]$, wobei a = Selenkonzentration der Zehennägel in µmol/kg, A = Alter in Jahren, übrige Symbole in Anmerkung 3, Zahlenwerte in Anmerkung 5.

[7] Probenahme (Blutspender) Januar/Februar 1998.

Der Befund einer in den letzten 15 Jahren weitgehend stabilen Selenversorgung in der Schweiz steht im Gegensatz zu jenem in anderen europäischen Ländern, wie z. B. Grossbritannien und Deutschland. In Grossbritannien hat die Selenkonzentration im Serum im letzten Jahrzehnt im Mittel deutlich abgenommen (23). Bei Erwachsenen verringerte sich die Selenzufuhr in den Jahren 1978 bis 1990 von 78 auf ungefähr 30 µg/Tag, was grösstenteils auf verminderte Importe von nordamerikanischem Weizen zurückgeführt wurde (23–26). Den gleichen Trend widerspiegeln auch Daten von Duplikatstudien der Jahre 1985 (63 µg/Tag) und 1995 (29–39 µg/Tag) (27, 28), was bereits zu Warnungen vor einem Selenmangel führte (23). Ähnliches konnte in Finnland für die Jahre 1941 bis 1981 festgestellt werden (29), was dort dann ab 1985 wohl landesweit mit Selenzusätzen in Düngern[3] kompensiert wurde (30–32). Auch Deutschland, das Ende der 60er Jahre noch 20–30% des Getreides aus Nordamerika importierte und dessen Getreideprodukte damals eine mittlere Selenkonzentration von schätzungsweise 0,3 µg/g TM aufwies, ist heute zu 100% Selbstversorger mit Getreide, so dass die Getreideprodukte nun eine gut zehnmal tiefere Selenkonzentration aufweisen (33). Entsprechend ist die mittlere Serumselenkonzentration der Bevölkerung dieses Landes um rund 30% von rund 100 ng/ml Mitte der 70er Jahre auf 60–75 ng/ml Mitte der 90er Jahre gesunken (Tabelle 3 in Teil 2 (3)), entsprechend einer mittleren täglichen Minderzufuhr von schätzungsweise 25–35 µg/Erwachsener (Tabelle 1, Anmerkung 2).

Lebensmittel

Brotgetreidemehl

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Veränderung der mittleren Selenkonzentration verschiedener schweizerischer Lebensmittel zwischen 1982/83 und 1995/97. Wie bereits in Teil 2 erwähnt, hat sich in diesem Zeitraum die mengenmässige Zumischung von selenreichem nordamerikanischem Weichweizen zum Brotgetreide stark verändert (1983 ca. 25% und 1994/95 im Mittel rund 4%), so dass die mittlere Selenkonzentration von Brot (Mehl) von rund 210 ng/g Trockenmasse (TM) um 1983/84 auf rund 80 ng/g TM in den Jahren 1995/96 absank (3,34). Die mittlere Selenkonzentration von aus 100% nordamerikanischem Weichweizen gewonnenem Brotmehl wurde auf 870±185 ng/g TM geschätzt (3). Zudem hat ein Mahlversuch gezeigt und damit die Literaturdaten weitgehend bestätigt, dass die Selenkonzentration des Mehls nur unwesentlich durch den Ausmahlungsgrad beeinflusst wird (3).

Teigwaren

Teigwaren schweizerischer Produktion werden traditionsgemäss aus nordamerikanischem Hartweizen produziert. Die für Teigwaren verfügbaren Messergebnisse reichen nur bis ins Jahr 1988 zurück. Es kann aber vermutet werden, dass sich

[3] Ursprünglich 6 µg Selen/g Dünger für Gras und Heu sowie 16 µg/g für Getreide als Selenat; ab 1991 für alle Dünger nur noch 6 µg/g (falls >1 µg/g toxisch) (31, 32).

Tabelle 2. Zeitliche Veränderungen der mittleren Selenkonzentration einiger Lebensmittel in der Schweiz zwischen 1982/84 und 1995/97[1]

Lebensmittel	mittlere Selenkonzentration (ng/g TM)				Veränderung[2] (%)
	1982/84		1995/97		
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	
Teigwaren (CH-Produktion, 1988)	27	790	3	820	(+4)
Mehl (Brot)	60	209	25	79[3]	–62
Kalbsleber	7	200[4]	17	1112	+456
Rindsleber	7	200[4]	–	–	–
Eier	16	577[4]	10	942	+63
Milch	5	35[5]	63	73[6]	+108

n = Anzahl untersuchter Proben $\bar{x}$ = arithmetischer Mittelwert
– = keine Angaben
1 nach Literatur 34–37.
2 1982/84 als 100%.
3 1995/96 gemäss Teil 2 (3) dieser Studie (Tabelle 2, Anmerkung 4) (Gesamtbrot, ohne sog. «Bio»-Brote).
4 Probenahme 1979 (Februar), umgerechnet auf TM mit 30 g TM/100 g für Leber und 26 g TM/100 g für Eier (35).
5 Anhand der Analysenresultate von Magermilchpulvern (gemäss Literatur 37), auf Vollmilchpulver umgerechnet (Probenahme 1982/83).
6 Gewichtetes Jahresmittel anhand von Konsummilchproben (bezogen auf eine mittlere TM von rund 13 g/100 g) aus dem Jahre 1997: 13 Proben (Januar), 25 Proben (Juni) und 25 Proben (November) (36).

die Gepflogenheiten der schweizerischen Teigwarenproduzenten im Zeitraum zwischen 1983 und 1996 kaum wesentlich verändert haben. Dies wird durch die Tatsache gestützt, dass gemäss der schweizerischen Zollstatistik von 1980 bis 1995 stets mindestens 90% des importierten Hartweizens aus Nordamerika stammte (Ausnahme 1992: rund 80%). Die Selenkonzentration von Teigwaren schweizerischer Produktion ist wahrscheinlich in dieser Zeitperiode im Mittel mehr oder weniger unverändert geblieben. Unter Berücksichtigung aller Daten (1988, 1992/93 und 1995/96) kann für Teigwaren schweizerischer Provenienz ein Gesamtmittelwert von 810 ± 245 ng/g TM (n = 42) berechnet werden (3). Dieser Wert stimmt gut mit dem obenerwähnten Schätzwert von 870 ng/g TM für nordamerikanisches Weichweizenmehl überein.

Lebensmittel tierischer Herkunft

Demgegenüber hat sich seit Anfang der 80er Jahre die Selenkonzentration verschiedener Lebensmittel tierischer Herkunft deutlich verändert (Tabelle 2), insbesondere jene von *Kalbsleber* und Milch. Offenbar sind die Zusätze von Selen zu Futtermitteln seit Anfang der 80er Jahre häufiger und konzentrierter geworden

oder es wurde vermehrt aus Nordamerika importiertes selenreiches Kraftfutter eingesetzt. Obwohl aus den früheren 80er Jahren keine entsprechenden Messresultate verfügbar sind, darf angenommen werden, dass heute auch die Selenkonzentration von Kalb-, Rind-, Schweine- und Geflügelfleisch im Mittel höher ist als damals.

Weniger stark ist die Selenkonzentration der *Eier* von rund 590 ng/g TM im Jahre 1979 auf rund 940 ng/g TM im Jahre 1996/97 angestiegen (Tabelle 2). Der vergleichsweise geringe Anstieg der Selenkonzentration der Eier lässt sich dadurch erklären, dass Selenzusätze zu Küken- und Hühnerfutter aus Gründen der Tiergesundheit bereits vor Anfang der 80er Jahre auch in der Schweiz routinemässig verwendet wurden.

Deutlich lässt sich der Anstieg der Selenkonzentration in der *Kuhmilch* ab etwa den 80er Jahren verfolgen. In Vollmilchpulver aus der Romandie der Jahre 1954 und später wurde mit der heute zur Verfügung stehenden Analytik die Selenkonzentration gemessen und die Resultate als Funktion des Gewinnungsjahres dargestellt (Abb. 1)[4]. Unter der Voraussetzung, dass sich die Selenkonzentration der Proben während der Lagerung nicht verändert hat, vermitteln die Messdaten den Eindruck, dass die Selenkonzentration der Milch um 1975 ein Minimum durchläuft, um dann auf einen Wert anzusteigen, der dem heutigen gewichteten Jahresmittelwert von rund 75 ng/g entspricht. Für die Zeit von 1954 bis 1975 ergibt sich für die mittlere Selenkonzentration eine signifikante Abnahme ($0{,}001 < p < 0{,}01$) von 0,99 ± 18 ng/g TM und Jahr[5] (Daten nicht im Detail aufgeführt). Diese Abnahme könnte einerseits durch abnehmende Importe von selenreichem nordamerikanischem

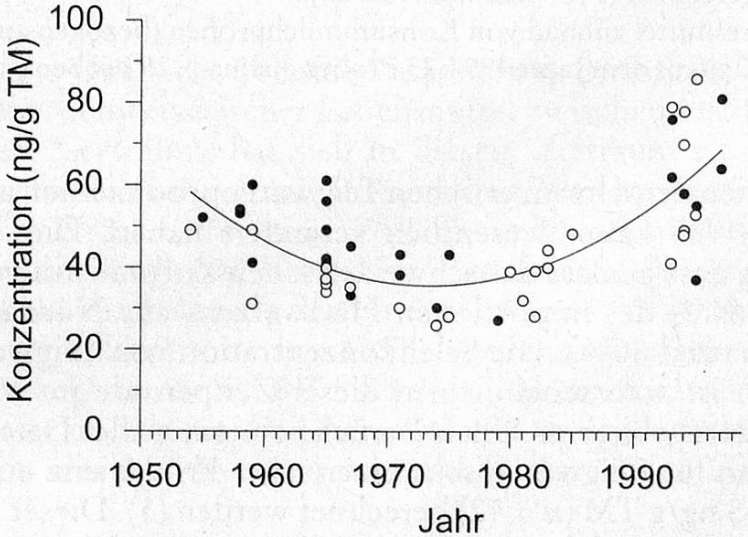

Abb. 1. Veränderung der Selenkonzentration in Vollmilchpulver aus der Romandie zwischen 1954 und 1997, bezogen auf die Trockenmasse:
○ Sommerproben (Mai bis Oktober) ● Winterproben (November bis April)

[4] Dabei handelt es sich vorwiegend um Proben, die ursprünglich zur Messung der Radioaktivität (Sr-90 und Cs-137) erhoben worden waren.

[5] Regressionsgerade, berechnet aus den acht verfügbaren Jahresmittelwerten ohne Gewichtung der Probenzahl pro Jahr.

Kraftfutter oder andererseits durch eine intensivere Bewirtschaftung der Böden gedeutet werden. Der Gesamtmittelwert aller Jahresmittelwerte der Milchproben (1954–1975) beträgt 41 ± 8 ng/g TM, der mit jenem in Tabelle 2 aus der Literatur stammenden Mittelwert von 35 ± 13 g/ng TM (n = 5) aus den Jahren 1982/83 gut übereinstimmt (37). Die Zunahme der Selenkonzentration in der Milch ab etwa 1985 kann der vermehrten Verwendung von aus Nordamerika stammendem selenreichen Kraftfutter und/oder häufigeren und konzentrierteren Selenzusätzen zugeschrieben werden.

Die in Abbildung 2 für das Jahr 1965 dargestellte ausgeprägte Saisonabhängigkeit (Sommer/Winter) der mittleren Milchselenkonzentration, die sich auch in den in Abbildung 1 enthaltenen Daten manifestiert, lässt beide Deutungen zu. Es ist ersichtlich, dass die Selenkonzentration im März ein Maximum und im Juli/August ein Minimum aufweist (Maximum/Minimum = ca. 1,8), was unterschiedlichen Fütterungsbedingungen zugeschrieben werden muss. Ein ähnliches Verhalten zeigt auch die mittlere Iodkonzentration von Milch, die im Winter etwa doppelt so hoch ist wie im Sommer (38). Infolge der deutlich geringeren biologischen Halbwertszeit von Iod steigt dessen Konzentration in der Milch nach Umstellung der Fütterung rascher an als jene von Selen. Wird davon ausgegangen, dass ab November/Dezember selenreiches Futter verfüttert wird, so wirkt sich dies in der Milch offensichtlich erst im März maximal aus (Abb. 2).

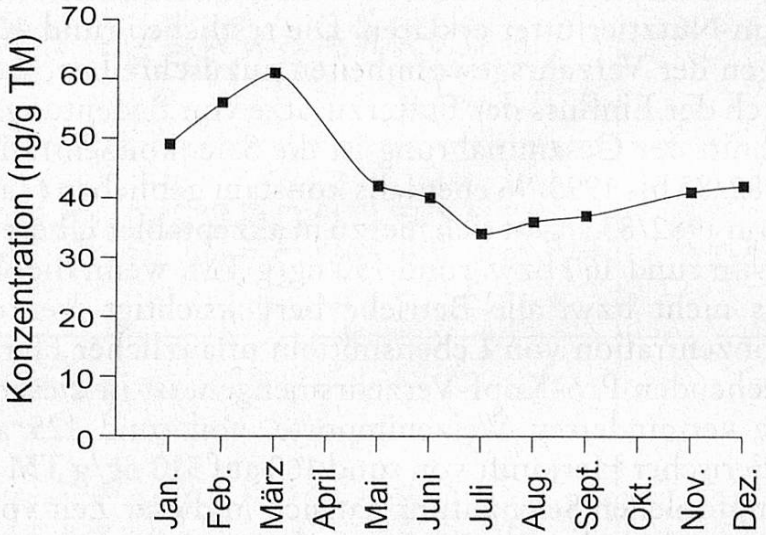

Abb. 2. Änderung der mittleren monatlichen Selenkonzentration in Vollmilchpulver innerhalb eines Jahres, bezogen auf die Trockenmasse. Die Proben stammen aus der Romandie und betreffen das Jahr 1965

Berechnung der Pro-Kopf-Selenzufuhr

Vorgehen und Ergebnisse

Für den detaillierteren Vergleich der beiden *Zeitperioden 1982/83 und 1995/96* wurden anhand der Agrarstatistik (verbrauchte Nahrungsmittel) (8), der in der Periode 1983/84 bis 1996/97 gemessenen Selenkonzentration von Getreideproduk-

ten und Lebensmitteln tierischer Herkunft (Teil 2 (3)) sowie anhand von entsprechenden Schätzungen und gewissen Annahmen zu der Selenkonzentration der Lebensmittel um 1982 (siehe Anmerkungen zu Tabelle 3) die Pro-Kopf-Selenzufuhr für die Jahre 1982/83 und 1995/96 modellhaft berechnet (Tabelle 3). Diese Berechnungen ergeben für die zwei Zeitabschnitte je rund 90 µg Selen pro Kopf und Tag, was die Hypothese bestätigt, dass sich der Selenstatus in den vergangenen rund 15 Jahren trotz veränderter Importgewohnheiten für Brotgetreide nicht verändert hat.

Der theoretischen täglichen Minderversorgung von rund 23 µg/Kopf im Jahre 1995/96 gegenüber 1982/83 infolge verminderter Importe von nordamerikanischem Weichweizen als Zusatz zum Brotgetreide und einem gleichzeitigem Rückgang des Verbrauchs an «Brotmehl» stehen einerseits erhöhte Verbrauchsmengen (z. B. Reis, Kakao, Teigwaren, Geflügelfleisch und Fisch) sowie andererseits eine höhere Selenkonzentration der Lebensmittel tierischer Herkunft mit einem Plus von insgesamt rund 23 µg/Kopf und Tag gegenüber (Tabelle 4). Werden die Selenbeiträge nach ihrer Herkunft betrachtet, steht einem Minus von 19,8 µg/Kopf und Tag durch Lebensmittel pflanzlicher Herkunft ein Plus durch solche tierischer Herkunft von 19,6 µg/Kopf und Tag gegenüber. Die festgestellte Konstanz der mittleren schweizerischen Selenzufuhr von 1982/83 bis 1995/96 trotz deutlich verminderten nordamerikanischen Weichweizenimporten (Brotgetreide) in dieser Zeit lässt sich somit im Mittel zu rund 60% durch konzentriertere und häufigere Selenzusätze zum Nutztierfutter erklären. Die restlichen rund 40% sind in erster Linie Änderungen der Verzehrsgewohnheiten zuzuschreiben, wobei im Fall von Pouletfleisch auch der Einfluss der Futterzusätze von Bedeutung ist.

Im Durchschnitt der Gesamtnahrung ist die Selenkonzentration mit rund 130 ng/g TM von 1982/83 bis 1995/96 ebenfalls konstant geblieben (Tabelle 3). Aus den Tagesrationen von 1982/83 ergibt sich hierzu in akzeptabler Übereinstimmung eine Konzentration von rund 160 bzw. rund 150 ng/g TM, wenn die Werte des vegetarischen Betriebs nicht bzw. alle Betriebe berücksichtigt werden (18, 22). Die mittlere Selenkonzentration von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft, gewichtet mit den entsprechenden Pro-Kopf-Verzehrsmengen, ist in dieser Zeitspanne, bedingt durch die verminderten Weizenimporte, von rund 125 auf 90 ng/g TM gesunken, jene tierischer Herkunft von rund 160 auf 310 ng/g TM angestiegen. Die Deckung der empfohlenen Selenzufuhr hat sich in dieser Zeit von Lebensmitteln pflanzlicher zu jenen tierischer Herkunft verschoben: Stammten 1982/83 noch rund 75% der täglichen Pro-Kopf-Zufuhr aus Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft, sind es 1995/96 noch rund 50% (Tabelle 3).

Vergleich der Zufuhrmengen

Der unter verschiedenen Annahmen (siehe Anmerkungen zu Tabelle 3) modellhaft berechnete Zufuhrwert für 1982/83 ist mit im Mittel rund 90 µg/Kopf und Tag nicht unerwarteterweise grösser als der experimentell bestimmte Mittelwert der Tagesrationen von 70–77 µg/Tag für Männer (3) und stellt bei Zufuhrabschätzungen nach dem Warenkorbverfahren verglichen mit Duplikatstudien ein bekanntes Phänomen (z. B. für Cadmium und Blei) dar (17). Die Differenz von gegen 20%

Tabelle 3. Geschätzte Pro-Kopf-Selenzufuhr 1982/83 und 1995/96 anhand des Lebensmittelverbrauchs

Lebensmittel	1982/83			1995/96		
	Verbr.[1] (g/Tag)	Konz.[2] (ng/g)	Zufuhr (µg/Tag)	Verbr.[1, 3] (g/Tag)	Konz.[2] (ng/g)	Zufuhr (µg/Tag)
Pflanzlicher Herkunft						
Brotgetreidemehl (inkl. Roggen, Dinkel, Mischel)	166,8	210	35,0	145,7	80	11,7
Hartweizenmehl						
Teigwaren (CH-Produktion)	19,1	810	15,5	19,6	810	15,9
Teigwaren (Importe)	3,5	100[4]	0,4	6,5	100[4]	0,7
übriges Mehl, Dunst und Griess	6,3	730[5]	4,6	9,5	730[5]	6,9
Gerste-, Hafer- und Maismehl	10,7	50[6]	0,5	10,4	50[6]	0,5
Reis (geschält)	10,3	100[7]	1,0	13,2	100[7]	1,3
Kartoffeln (inkl. Produkte)	25,2	30[6]	0,8	25,5	30[6]	0,8
Gemüse (inkl. Konserven)	23,5	50[6]	1,2	24,4	50[6]	1,2
Obst und Beeren (inkl. Konserven)	30,4	50[6]	1,5	23,4	50[6]	1,2
Südfrüchte	11,4	50[6]	0,6	11,5	50[6]	0,6
Baumnüsse, Haselnüsse	~3,0	40[6]	0,1	6,3	40[6]	0,3
Kakao	11,9	100[6]	1,2	14,8	100[6]	1,5
Zucker (inkl. Sirup, Honig)	117,5	–	–	126,6	–	–
Öle und Fette (inkl. Butter)	60,3	–	–	60,3	–	–
Getränke						
Fruchtsäfte (als Säfte)	53,6	2[6]	0,1	39,2	2[6]	0,1
Bier (als Flüssigkeit)	191,8	1[6]	0,2	154,8	1[6]	0,2
Kaffee, Tee (als Trockenmasse)	22,3	90[6]	2,0	23,3	90[6]	2,1
Wein (als Flüssigkeit)	150,3	1[6]	0,2	107,1	1[6]	0,1
Total (inkl. Getränke)	522,2[8]	124[8]	64,9	521,0[8]	87[8]	45,1

Tabelle 3. Fortsetzung

Lebensmittel	1982/83			1995/96		
	Verbr.[1] (g/Tag)	Konz.[2] (ng/g)	Zufuhr (µg/Tag)	Verbr.[1, 3] (g/Tag)	Konz.[2] (ng/g)	Zufuhr (µg/Tag)
Tierischer Herkunft						
Schweinefleisch	25,6	120[9]	3,1	21,0	380	8,0
Rindfleisch	12,4	60[9]	0,7	10,4	270	2,8
Kalbfleisch	3,2	40[10]	0,1	2,7	230	0,6
Geflügelfleisch	6,3	420[11]	2,6	8,5	680	5,8
Übriges Fleisch (inkl. Wild)	2,5	150[12]	0,4	2,8	300[12]	0,8
Organteile	2,6	200[13]	0,5	2,1	1110[13]	2,3
Fische/Schalentiere (inkl. Konserven)	6,2	1200[14]	7,4	7,7	1200	9,2
Eier (inkl. Konserven)	8,8	580	5,1	7,3	940	6,9
Milch (inkl. Joghurt und Milchpulver, ohne Butter und Rahm)	53,4	35	1,8	48,1	70	3,4
Käse	21,5	50[15]	1,1	26,9	100	2,7
Total	142,5	161	22,9	137,5	310	42,5
Total aller Lebensmittel[8]	664,7	132	87,8	665,5	133	87,6

– keine Angaben, d. h. praktisch Null

1 Verbrauch gemäss Agrarstatistik (8), umgerechnet auf Trockenmasse, ausgenommen Fruchtsäfte, Wein und Bier, wobei von folgenden Werten für die Trockenmasse pro 100 g ausgegangen wurde (40): Kartoffeln 20 g, Gemüse 10 g, Obst, Südfrüchte 15 g, Milch, Joghurt 12,5 g, Käse 65 g, Eier 26 g, Fleischarten und Organteile 30 g, Fische, Schalentiere 25 g (für Konserven 50 g).

2 Gerundete Mittelwerte aus schweizerischen Messdaten, bezogen auf die Trockenmasse, gemäss den Tabellen 1 und 2 in Teil 2 (3) (ohne Proben mit Bezeichnungen wie «Bio», «Natura» usw.) und Tabelle 2 dieser Arbeit sowie entsprechenden Schätzungen und Annahmen. Die mittlere Selenkonzentration folgender Lebensmittel wurde über die Zeitperiode 1982/83 bis 1995/96 als konstant angenommen: Hartweizenmehl, Teigwaren, Reis, Fische/Schalentiere, Kartoffeln, Obst, Südfrüchte, Gemüse, Kakao, Nüsse sowie Wein, Bier und Fruchtsäfte.

3 Die Zahlen basieren auf den Verbrauchsmengen für das Jahr 1995 (8), ausgenommen jene für einheimische und importierte Teigwaren, die für 1996 gelten (41).

[4] In Teil 2 dieser Arbeit (Tabelle 1) wurde für importierte Teigwaren ein Mittelwert von 210 ng/g angegeben. Gemäss Literaturangaben (3) über die Selenkonzentration von europäischem Weizen (Bereich 5–80 ng/g) und Teigwaren (Bereich 70–300 ng/g) wurde für die vorliegende Berechnung ein Mittelwert von 100 ng/g festgelegt.

[5] Unter der Annahme, dass 10% dieses Hartweizens nicht aus Nordamerika stammt.

[6] Annahmen anhand der Daten in (Literatur 42–46).

[7] Vier Proben aus den USA und Indien zeigten einen Mittelwert von 196 ng/g (Bereich 164–225 ng/g) und sechs Proben aus Italien, Australien und Thailand einen solchen von 37 ng/g (Bereich 21–68 ng/g) (Tabelle 1, Teil 2 (3)), ergibt einen mit der Probenzahl gewichteten Mittelwert von 100 ng/g TM.

[8] Ohne TM für Getränke, ausgenommen Kaffee (Tee), aber inkl. deren Selenbeiträge.

[9] Der Konzentrationswert für *Rindfleisch* von 1982/83 wurde einerseits basierend auf dem Messwert von 1995/96 und anderseits auf der Selenkonzentration in Grossbritannien festgelegt, die im Mittel von 30 ng/g TM im Jahre 1978 auf 140 ng/g TM im Jahre 1995 anstieg, entsprechend einem Faktor von 4,7 (45). In guter Übereinstimmung mit der geschätzten Selenkonzentration von 60 ng/g TM zeigten wenige Rindfleischproben mit der Bezeichnung «Natura» und/oder «Bio» eine Selenkonzentration im Bereich von 50–90 ng/g TM (3). Die Selenkonzentration von *Schweinefleisch* um 1982/83 wurde basierend auf finnischen Daten (vor der Selendüngung, 1984), die für das Verhältnis von Schweinefleisch zu Rindfleisch einen Wert von rund 2 ergaben (31), und dem angenommenen Wert für Rindfleisch auf 120 ng/g TM festgelegt.

[10] Anhand des Konzentrationsverhältnisses Kalbfleisch zu Kalbsleber (1995/96), verglichen mit der TM-bezogenen Selenkonzentration von Kalbsleber 1979/80 festgelegt (Tabelle 2).

[11] Anhand des auf die TM bezogenen Konzentrationsverhältnisses Eier zu Geflügelfleisch (1995/96), verglichen mit der Selenkonzentration von Eiern um 1979/80 festgelegt (Tabelle 2).

[12] Annahme basierend auf eigenen Messungen (1995/96), für 1982/83 in Analogie zu Milch im Vergleich zu 1995/96 als zweimal geringer (bezogen auf TM) festgelegt (Tabelle 2).

[13] Konzentrationen für Kalbsleber (Tabelle 2).

[14] Für Fisch und Schalentiere wurde, basierend auf eigenen Messungen und Literaturangaben, ein Mittelwert von 1200 ng/g TM festgelegt (30, 36, 42).

[15] Für Käse wurden, basierend auf eigenen Messungen, rund die 1,5fachen Konzentrationswerte für Milch aus Tabelle 2 verwendet (31, 36).

Tabelle 4. Geschätzte Änderungen der Beiträge zur täglichen Pro-Kopf-Selenzufuhr zwischen 1982/83 und 1995/96 durch ausgewählte Lebensmittel[1]

Lebensmittel	Änderung[2] der Verzehrsmenge (%)	Änderung Selenzufuhr (µg/Kopf und Tag)		Hauptursachen für die Änderung der Selenzufuhr[3]
Brotgetreidemehl	–12,6		–23,3	I
Hartweizen (Mehl)	+23,2	+3,0		V
Reis	+28,2	+0,3		V
Milch, Milchprodukte	+ 0,1	+3,1		F
Eier	–17,0	+1,8		F
Geflügelfleisch	+34,9	+3,2	+23,1	F, V
Rind-, Kalb-, Schweinefleisch[4]	–17,2[4]	+7,5[4]		F
Übriges Fleisch (inkl. Wild)	+12,0	+0,4		F, V
Organteile	–19,2	+1,8		F
Fische, Schalentiere	+24,2	+1,8		V
Übrige Lebensmittel[5]	– 1,8[5]	+0,2[5]		V

1 Gemäss Tabelle 3 und den dort aufgeführten Voraussetzungen bzw. Annahmen.
2 Für 1995/96 verglichen mit den Jahren 1982/83 (= 100%), auf Trockenmasse bezogen.
3 I = weniger nordamerikanische Weizenimporte; V = veränderte Verzehrsmenge; F = häufigere und z.T. konzentriertere Selenzusätze zu Futtermitteln.
4 Detaillierte Zahlen: Rind –16,1% (+2,1 µg), Kalb –15,6% (+0,5 µg), Schwein –18,0% (+4,9 µg), in Klammer Selen in µg/Kopf und Tag.
5 Detaillierte Zahlen: Obst und Beeren –23,0% (–0,3 µg), Nüsse +110% (+0,2 µg), Kakao +24,4% (+0,3 µg), in Klammer Selen in µg/Kopf und Tag.

wird in der Regel dahingehend interpretiert, dass es sich dabei um Verbrauchswerte aus der Agrarstatistik (8) handelt und nicht um echte Verzehrsmengen. Verluste in Haushalt und Gewerbe durch unsachgemässe Lagerung, beim Vorbereiten der Speisen verworfene bzw. anderweitig verwendete Anteile (z. B. als Haustierfutter) und nichtverzehrte Mengen sind nicht erfasst. Zudem sind allfällige Selenverluste bei der Zubereitung der Speisen nicht berücksichtigt. Diese werden zwar im allgemeinen als eher gering eingeschätzt, betragen aber beim Kochen von Teigwaren durch dessen Übergang ins Kochwasser immerhin rund 20% (18, 48, 49).

Andererseits repräsentieren die in Tabelle 3 für 1995/96 aufgeführten Pro-Kopf-Lebensmittelverbrauchsmengen (ohne alkoholische Getränke) eine mittlere tägliche *Energiezufuhr* von rund 13,1 MJ/Kopf (8). Die Umrechnung der erhaltenen mittleren Pro-Kopf-Zufuhr auf Männer und Frauen gemäss der Anmerkung 5 zu Tabelle 1 ergibt sowohl beim Bezug auf die verzehrte Trockenmasse wie auch auf die Energie mit rund 70 µg/Tag für Männer und 55 µg/Tag für Frauen die praktisch gleichen Resultate. Ebenfalls auf Energie- bzw. Trockenmassenbasis bezogen ergab die Analyse der Tagesrationen von 1983 (Omnivore) für Männer rund 85 µg/Tag und für Frauen 65 µg/Tag (Tabelle 1). Die sich ergebende Differenz von 10–15 µg könnte einerseits dadurch erklärt werden, dass bei den Tagesrationen die darin enthaltenen Mengen an rohen Lebensmitteln geschätzt werden mussten und ande-

rerseits dadurch, dass die darin vertretenen Lebensmittel mengenmässig nicht in jedem Fall den Pro-Kopf-Verzehrsmengen entsprachen (17).

Fremdbestimmte Einflüsse

Umwelt

Archivierte Weizenkörner

Verschiedentlich wurde die Befürchtung geäussert, wonach die Konzentrationen von Selen und anderen Spurenelementen in den Lebensmitteln im Laufe der letzten Jahrzehnte infolge der *«modernen» Landwirtschaft* abgenommen haben (34, 50). Beim Vergleich von archivierten schweizerischen Weizenkörnerproben aus den Jahren 1920–1950 mit solchen aus dem Jahre 1989 konnte jedoch im Mittel keine Abnahme der Selenkonzentration festgestellt werden. Viel eher deuten die Messwerte im Mittel auf eine Zunahme der Selenkonzentration um gegen 100% in diesem Zeitraum hin (34). Als Ursachen hierfür kommen in Frage die Nutzung fossiler Brennstoffe (bis Ende der 50er Jahre insbesondere Kohle[6]) und die Verwendung von Mineraldüngern sowie industrielle Einflüsse, durch die vermehrt Selen in die Umwelt gebracht wurden.

Fossile Brennstoffe

Das Vorkommen von Selen ist in der Natur stets mit jenem von Schwefel verknüpft, dies infolge ähnlicher chemischer Eigenschaften der beiden Elemente. Die Deposition des aus fossilen Brennstoffen stammenden Selens aus der Luft auf Boden und Pflanzen[7] ist heute vermutlich von geringerer Bedeutung für die Selenkonzentration von in der Schweiz geernteten Pflanzen als früher. Denn seit Anfang der 60er Jahre wurden zunehmend möglichst schwefelarme fossile Energieträger auf Erdölbasis verwendet, und durch später eingeleitete Massnahmen konnte der Schwefel-(und Selen-)dioxidausstoss noch weiter reduziert werden (34, 53). Eine Ausnahme könnte die Umgebung gewisser ehemaliger und noch bestehender industrieller Anlagen darstellen, wo die Böden zum Teil mit anthropogenem Selen (und anderen, in der Regel eher unerwünschten Elementen) angereichert sind (34, 54).

Mineraldünger

Die vermehrte Verwendung von Mineraldüngern im Vergleich zum letzten Jahrhundert könnte ebenfalls zu einer höheren Selenkonzentration der Böden und somit der Pflanzen beigetragen haben, da jene Selen als Verunreinigung enthalten

[6] Die Selenkonzentration von Kohle liegt im Bereich einiger µg/g, diejenige von Erdöl ist ungefähr zehnmal kleiner (48, 49).

[7] Pflanzen können Selen auch über die Blätter aufnehmen (48, 51, 52).

können. Nach neueren Untersuchungen wiesen 39 schweizerische Mineraldüngerproben eine Selenkonzentration im Bereich von ≤ 0,3–3,2 (Median 0,3) µg/g auf, wobei Phosphor- und Phosphat-Kali-Dünger die höchste Konzentration zeigten (55). Eine Abschätzung ergab, dass bei einmaliger Verwendung eines handelsüblichen Phosphatdüngers mit einer Selenkonzentration von 4 µg/g im entsprechenden Erntejahr im Weizen mit 200–500 ng Selen/g TM zu rechnen ist, falls das Selen im Dünger als Selenat vorliegt. Dies könnte, neben geologischen Faktoren, die gelegentlich in schweizerischen Weizenkörnern gemessene erhöhte Selenkonzentration erklären (34).

Klärschlamm, Fungizide

Die Analyse von je vier schweizerischen *Klärschlammproben* aus den Jahren 1980 und 1997 ergab eine Selenkonzentration im Bereich von 0,06–1,88 (Median 0,38) µg/g TM (22), was etwa jenen von Mineraldüngern entspricht. Auch der heute verbreitete Selenzusatz zu Futtermitteln könnte über den Seleneintrag via Hofdünger in den Boden künftig eine gewisse Bedeutung für die Selenkonzentration der Pflanzen erlangen, ebenso wie der Einsatz *schwefelhaltiger Pflanzenschutzmittel.* So wurden bei im Weinbau eingesetzten schwefelhaltigen Fungiziden 0,02–1,26, im Mittel 0,14 µg Selen/g (n = 13), als Verunreinigung gemessen (56).

Tierfütterung

Selenzusätze

Auf die Art und Weise der Tierfütterung ebenso wie auf die Umweltbedingungen hat der Konsument in der Regel keinen direkten Einfluss. Tatsächlich wurde in der Schweiz aus Gründen der Tiergesundheit seit etwa Mitte der 80er Jahre die Häufigkeit von Selenzusätzen und vermutlich auch deren Mengen stetig erhöht, wie entsprechende Anfragen bei der zuständigen landwirtschaftlichen Forschungsanstalt ergaben (57). Die Selenkonzentration der Futtermittel liegt heute im Bereich von 0,1 bis 0,3 µg/g TM, und die Zusätze erfolgen in der Regel in Form von Natriumselenit. Dazu ist anzumerken, dass Selenzusätze in Form von «natürlichem» Selen als Selenomethionin (z.B. in Form von nordamerikanischem Kraftfutter, Sojaschrot) die Selenkonzentration von Lebensmitteln tierischer Herkunft stärker erhöhen als in Form von Selenit oder Selenat (2, 30, 58, 59). In der EU ist der Selengehalt von Futtermitteln im allgemeinen auf 0,5 µg/g (88% TM) beschränkt (30).

Im zweiten Teil dieser Studie wurde darauf hingewiesen, dass sogenanntes «Bio», «Natura»-Rind- und -Kalbfleisch mit einer Selenkonzentration im Bereich von 70 ng/g TM eine deutlich tiefere Konzentration aufweist als konventionell gewonnenes mit einer solchen im Bereich von 250 ng/g TM (3). Dies kann darauf beruhen, dass bei «natürlich» aufgezogenen bzw. gehaltenen Rindern und Kälbern bzw. Kühen dem Futter kein oder deutlich weniger Selenit zugemischt und/oder auf importiertes selenreiches Kraftfutter verzichtet wird wie zum Beispiel bei der sogenannten Ammenkuhhaltung (60, 61). Interessanterweise gibt es vorderhand

keine Hinweise, dass als «Bio» usw. bezeichnete Eier, Milch, Hühner- und Schweinefleisch eine tiefere Selenkonzentration aufweisen würden als konventionell gewonnene (Tabelle 1 in Teil 2 (3)).

Die 1982/83 an sich schon hohe Selenkonzentration in Eiern (Tabelle 2) dürfte der Tatsache zugeschrieben werden können, dass sich Selenzusätze zum Küken- und Hühnerfutter aus Gründen der Tiergesundheit bereits vor diesen Jahren auch in der Schweiz etabliert haben. In Neuseeland wurde dies schon seit Ende der 50er Jahre und in Finnland seit den 70er Jahren praktiziert (31, 62). So ergaben Hühnerfutteranalysen im Kanton Zürich bereits vor 10 Jahren eine Selenkonzentration von 300–600 ng/g TM (63). Heute scheint sich diese Praxis weltweit durchgesetzt zu haben, wie neue Selenmessungen an Eiern aus verschiedenen Herkunftsländern zeigen, deren Konzentration alle im Bereich von etwa 1000 ng/g TM liegen (36). Davon ausgenommen erscheint z.B. Süditalien, wo für Eier eine mittlere Selenkonzentration von nur rund 225 ng/g TM bestimmt wurde (46).

Dass die Art und Weise der Nutztierfütterung bzw. entsprechende Zusätze die Konzentration von Mikronährstoffen in Lebensmitteln tierischer Herkunft beeinflussen, zeigt sich auch bei den Vitamin-A- und Kupfer-Konzentrationen in Kalbsleber (39, 64, 65) sowie jener von Iod (18, 38). Im Winterhalbjahr 1982/83 belief sich beispielsweise der kochsalzunabhängige Beitrag zur mittleren täglichen Iodzufuhr schweizerischer Erwachsener auf etwa 40% der damaligen geschätzten mittleren Gesamtiodzufuhr von rund 240 µg/Erwachsener/Tag (18). Dieses Iod widerspiegelt einerseits die natürliche Iodkonzentration der Lebensmittel, die vermutlich je nach Herkunftsland des betreffenden Lebensmittels verschieden ist, sowie andererseits bei Lebensmitteln tierischer Herkunft jenes, das weitgehend aus Futterzusätzen stammt (iodiertes Viehsalz, «Lecksteine»), wobei auch iodhaltige Zitzendesinfektionsmittel einen Teil zur Iodkonzentration von Milch und Milchprodukten beitragen dürften.

Der potentielle Nutzen solcher Zusätze von Mikronährstoffen zum Tierfutter im Hinblick für die Gesundheit der Bevölkerung im allgemeinen sollte unseres Erachtens bei Überlegungen bezüglich der Sicherstellung der künftigen Versorgung mit Mikronährstoffen als Alternative zu direkten Zusätzen zu Lebensmitteln unbedingt mitberücksichtigt werden (66). So wurde in Finnland z.B. die Sicherstellung der Iodversorgung der Bevölkerung in erster Linie über Iodzusätze zum Milchvieh- und Legehennenfutter realisiert (18), in der Schweiz durch Zusätze zu Kochsalz.

Importierte Futtermittel

Neben Selenzusätzen zu Futtermitteln sind für die Selenkonzentration der Lebensmittel tierischer Herkunft auch die Importe von Futtermitteln bzw. insbesondere deren Ursprungsländer von Bedeutung, da wie früher erwähnt der natürliche Selengehalt von Pflanzen verschiedener Standorte erheblich variieren kann (2, 3)[8]. So ist z.B. in Nordamerika die Selenkonzentration der Pflanzen keineswegs in allen Gebieten stets höher als in Europa. Die Gebiete mit einer eher tiefen Selenkonzentration (< 0,1 µg/g TM) befinden sich im östlichen und nordöstlichen sowie im nordwestlichen und südöstlichen Teil Nordamerikas und in den meisten Gebie-

ten Kanadas mit Ausnahme der wichtigsten Weizenanbaugebiete. Eine Pflanzenselenkonzentration von > 0,1 µg/g TM findet sich im ganzen mittleren Teil Nordamerikas (von Norden nach Süden), vor allem in den nördlichen Great Plaines (z. B. Nord- und Süd-Dakota, Wyoming, Montana, Nebraska, Kansas, Colorado) sowie im Südwesten (Utah, Arizona, New Mexico) der USA (49). So wurden in Soja bzw. Sojaschrot aus Nebraska 0,54 µg/g TM und in solchem aus dem Osten und dem «mittleren Westen» der USA 0,07 bzw. 0,1 µg/g TM gemessen. Eine Konzentration von 0,03 (Indiana) bis 0,4 (Nebraska) µg/g TM wurde für Mais aus den USA ermittelt. Demgegenüber fanden sich in südafrikanischem Maiskeimschrot nur rund 0,06 µg/g TM (59, 68).

Kraftfutterproben aus 33 schweizerischen Betrieben enthielten Ende der 80er Jahre eine Selenkonzentration von im Mittel rund 300 ng/g TM (Bereich 20–1930 ng/g TM), wohingegen einheimisches Rauhfutter eine solche mit im Mittel von 25–50 ng/g TM eine rund zehnmal kleinere Konzentration aufwies (52). Wird davon ausgegangen, dass diesem Kraftfutter kein Selen zugesetzt wurde, müssen diese grösstenteils aus Nordamerika stammen.

Futtermittel auf Basis tierischer Herkunft wie Fischmehl und Fleischknochenmehl, die in erster Linie an Geflügel und Schweine sowie Zuchtfische verfüttert werden, zeigten ebenfalls eine erhöhte Selenkonzentration. So enthielten 10 Fischmehlproben 1,3–6,2 µg Selen/g TM (59). Eigene Untersuchungen von fünf schweizerischen Fleisch- und Fleischknochen-Mehlproben (1995–1998) ergaben eine mittlere Selenkonzentration von rund 320 (Bereich 132–560) ng/g TM (22), in guter Übereinstimmung zu der in verschiedenen Fleischarten gemessenen Konzentration (3, 36).

Lebensmittelimporte

Tabelle 5 gibt zur Illustration einen Überblick über ausgewählte, 1995 in die Schweiz importierte Lebensmittel und deren wichtigste Herkunftsländer gemäss Literatur (8) und der Zollstatistik (69). Hartweizen wird beispielsweise zu 100% importiert, vorzugsweise aus Nordamerika (USA, Kanada), ebenso Mais, Hafer, Gerste und Roggen, allerdings aus anderen Ländern. Wird berücksichtigt, dass nordamerikanisches Getreide in der Regel selenreicher ist als solches aus z. B. Argentinien und dass in Finnland selenangereicherte Dünger Verwendung finden (vgl. Import von Hafer aus diesem Land), wird wiederum deutlich, dass die Importgewohnheiten die Versorgung mit Selen (und möglicherweise jene mit anderen Mikronährstoffen) beeinflussen können (3).

Wie erwähnt, hat die mittlere Selenkonzentration in Mehl und Brot von 1983 bis 1995/96 fast stetig abgenommen (34) (Tabellen 2 und 5 in Teil 2 (3); siehe auch Abbildung 4 in Literatur 34). Sie hat sich im Zeitraum 1983/84 bis 1995/96 um rund einen Faktor 2,5 von 209 auf 79 ng/g TM vermindert (Tabelle 2). Die Abnahme der

[8] Eng begrenzte Gebiete mit einer für Nutztiere hohen bis toxischen natürlichen Selenkonzentration der Pflanzen (≥ 3–5 µg/g TM) finden sich neben den USA auch in Irland, China, Kolumbien, Venezuela und Israel (2, 49).

Tabelle 5. Anteil der Importe ausgewählter Lebensmittel am Inlandverbrauch

Lebensmittel	Importanteil[1] (%)	Wichtige Herkunftsländer[2]
Hartweizen	100,0	*USA, Kanada,* Frankreich, Saudiarabien
Weichweizen	25,7	*Kanada,* USA, Frankreich, Saudiarabien
Mais	97,6	*Argentinien*
Gerste	98,4	*Deutschland, Frankreich,* Ungarn, Kanada, Grossbritannien
Hafer	100,0	*Australien, Finnland, Schweden,* Russland, Ukraine, Kanada
Roggen	63,8	Kroatien, Kanada, USA, Deutschland, Ungarn
Baumnüsse, Haselnüsse usw.	88,1	Frankreich, USA, Türkei, Italien, Spanien
Gemüse (inkl. Konserven)	45,8	Italien, Spanien, Frankreich, Niederlande
Äpfel und Birnen	14,0	*Südafrika,* Italien, Frankreich
Rindfleisch	12,2	*Argentinien,* Brasilien, USA, Uruguay
Pferdefleisch	76,7	USA, Kanada, Australien, Argentinien
Schaffleisch	57,3	*Neuseeland,* Australien, Grossbritannien, Frankreich
Ziegenfleisch	53,1	*Frankreich*
Wild	71,4	Österreich, Neuseeland, Italien, Deutschland
Eier (inkl. Konserven)	62,4	*Niederlande,* Deutschland, Frankreich
Wein	59,2	*Frankreich,* Italien, Spanien
Geflügelfleisch (Huhn)	51,7	China, Brasilien, Ungarn, Frankreich, Niederlande
Fisch, Schalentiere (inkl. Konserven)	95,0	Dänemark, Norwegen, Frankreich, Niederlande

[1] Gemäss Agrarstatistik für das Jahr 1995 (8)
[2] Gemäss Schweizerischer Aussenhandelsstatistik 1995/96 (69), Länder mit einem Anteil von in der Regel ≥ 20% sind kursiv aufgeführt.

Selenkonzentration in Mehl und Brot ist auf die in den letzten Jahren angestiegene Eigenproduktion von Brotgetreide und der dadurch verminderten mengenmässigen Importe sowie teilweise der Berücksichtigung von Lieferanten auch aus anderen Ländern als Nordamerika (z. B. Frankreich, Saudi-Arabien) zurückzuführen (34)[9].

Andererseits besteht in den letzten Jahren eine Tendenz zu steigenden *Teigwarenimporten.* Deren Anteil am Inlandkonsum erhöhte sich von 15,6% im Jahre 1983 auf 24,9% im Jahre 1996 (41) und auf 25,9% im Jahre 1997 (70). Da importierte Teigwaren eine deutlich geringere Selenkonzentration aufweisen (Tabelle 1 in Teil 2 (3)), entspricht die Zunahme der Importe im Zeitraum 1982/83 bis 1995/96 einer Änderung der mittleren täglichen Selenzufuhr von minus 2,3 µg/Person, falls die Konsummenge konstant geblieben wäre und von einer mittleren Selenkonzentration importierter Teigwaren von 100 ng/g TM (Tabelle 3) ausgegangen wird. Unter Berücksichtigung des in diesem Zeitraum angestiegenen Pro-Kopf-Konsums von 8,24 auf 9,54 kg/Jahr (41) ergibt sich dagegen noch ein Plus von rund 0,7 µg/Person. Sollte die Tendenz zu Importen bei konstanten Verzehrsmengen fortdauern, würde der Beitrag der Teigwaren zur täglichen Gesamtselenzufuhr weiter abnehmen. Dieser lag 1982/83 mit durchschnittlich 15,9 und 1995/96 mit 16,6 µg/Person (Tabelle 3) bei rund 18% der jährlichen Pro-Kopf-Zufuhr bzw. bei ca. 30% der für schweizerische Verhältnisse berechneten empfohlenen Pro-Kopf-Selen-Zufuhrmenge von 55 µg/Tag (2). Im Extremfall, wenn beispielsweise für die Teigwarenproduktion in der Schweiz nur noch Hartweizen aus der EU mit ungefähr 75 ng Selen/g (3, 33, 71) verwendet würde, ergäbe sich anstelle der rund 17 µg/Person noch ein täglicher Beitrag von rund 2 µg/Person für Wasserware (75 ng/g TM) und rund 3 µg/Person für Eierteigwaren (110 ng/g TM) (3).

Obwohl nur wenige Proben untersucht wurden, scheint auch die Herkunft von *Reis* bezüglich seiner Selenkonzentration eine Rolle zu spielen. Solcher aus den USA und Indien zeigte im Mittel eine um etwa einen Faktor 5 höhere Konzentration als solcher aus Thailand, Australien und Italien (Anmerkung 7 in Tabelle 3). Allerdings ist der Verbrauch von Reis mit derzeit rund 13 g/Kopf und Tag etwa halb so gross wie jener an Teigwaren (Tabelle 3). Der tägliche Beitrag von Reis zur Selenzufuhr beträgt im Mittel rund 1,5 µg/Person. Falls der Reis ausschliesslich aus den USA und Indien bzw. Australien, Italien und Thailand importiert wird, ergeben sich 2,6 bzw. 0,5 µg/Person/Tag.

Die Beispiele von Selen in Brot (Mehl) und Teigwaren, aber auch in Reis machen deutlich, wie sich durch die sogenannte *«Globalisierung»* der *Lebensmittelmärkte*[10] unverhofft die Versorgung mit Mikronährstoffen verändern kann, wenn die Importe aus wechselnden Ländern stammen. Immerhin werden rund 50% der in der Schweiz verbrauchten Lebensmittelmenge, bezogen auf Frischmasse (inkl. Geträn-

[9] Die Anteile von nordamerikanischem Weizen am Brotgetreide betrugen um 1983 noch etwa 25%, sanken aber auf rund 6% um 1995/96. Für die Jahre 1997/98 dürfte dieser Anteil infolge einmaliger preislicher Massnahmen der Landwirtschaftsbehörden vielleicht noch einige Prozente oder weniger betragen. Eine ins Gewicht fallende Minderversorgung von mehr als rund 8 µg/Person und Tag infolge dieser zeitlich beschränkten Einzelmassnahme sollte sich nicht ergeben (siehe Tabelle 3).

ke), importiert (8). Ähnlich wie auf das Selen dürfte sich die Globalisierung auf die Iodversorgung auswirken. Sollte beispielsweise das Kochsalzmonopol in der Schweiz fallen, dürfte die zu erwartende Verminderung der Iodversorgung kaum durch eine Erhöhung des Iodgehaltes des schweizerischen Kochsalzes allein kompensiert werden können. Entsprechende Hinweise auf eine schon heute gegenüber anfangs der 80er Jahre verminderte Iodzufuhr wurden publiziert (74), wobei die festgestellte Minderversorgung aber kaum nur den Importen von Lebensmitteln oder der Ausserhausverpflegung[11] zugeschrieben werden kann. Veränderte Verzehrsgewohnheiten dürften wie auch beim Selen dazu wesentlich beigetragen haben, wie weiter unten noch diskutiert wird.

Verhaltensbestimmte Einflüsse

Allgemeines

Neben veränderten Umweltbedingungen, Lebensmittelimport- und Fütterungsgepflogenheiten von Nutztieren sowie der Aufhebung von Monopolen, auf die der Konsument keinen unmittelbaren Einfluss hat, können auch die individuellen Verzehrs- und Einkaufsgewohnheiten bzw. deren Änderungen über bestimmte Zeitabschnitte die nahrungsbedingte Versorgung mit Mikronährstoffen beeinflussen.

Viele westeuropäische Konsumenten, insbesondere im deutschsprachigen Raum, sind im Lauf der letzten drei Jahrzehnte wohl durch gewisse Medienmeldungen und Forderungen der in einzelnen Medien omnipräsenten professionellen Konsumenten«vertretern» bezüglich der Bekömmlichkeit unserer Nahrung stark verunsichert worden (siehe auch Anmerkung in Literatur 75). Bei einer kürzlich erfolgten Umfrage in der EU auf die Frage «Sind die Lebensmittel in ihrem Land sicher oder nicht sicher?» äusserten sich die Deutschen (und Griechen) mehrheitlich für «nicht sicher», während sich die überwiegende Mehrheit der befragten Niederländer, Finnen, Iren und Briten (trotz BSE) für «sicher» aussprachen (76). Diese «Spezialität» der deutschsprachigen Länder widerspiegelt sich auch in der

[10] Der Startschuss zur Globalisierung der Märkte soll 1869 gefallen sein, als sowohl der Suezkanal wie auch die Union-Pacific-Eisenbahn fertiggestellt wurden. Diese beiden Grossprojekte verkürzten und verbilligten die Verkehrswege zwischen Europa, Asien und Amerika. Vor dem 1. Weltkrieg kam es in der Folge zu internationalen Güterströmen, die gemessen an der gesamten Wertschöpfung das heutige Niveau übertrafen. Andererseits hat nicht zuletzt die «Globalisierung» dazu beigetragen, dass z. B. in Deutschland der Anteil der Nahrungsmittel (inkl. Getränke und Tabak) an den Konsumausgaben von rund 65% (1851–1890) auf rund 20% (1993) gesunken ist (72, 73).

[11] So wurde noch 1983 in vier Verpflegungsbetrieben auf dem Platz Bern zur Zubereitung der Speisen nur iodiertes Salz verwendet, vermutlich vorwiegend solches mit 20 mg Kl/kg (18).

Diskussion bzw. Akzeptanz von gentechnisch veränderten Lebensmitteln (GVO), gegen die in Italien, Frankreich, Portugal, Japan, USA und Kanada offenbar wenig Vorbehalte in der Bevölkerung vorliegen (< 45%), die in Österreich und Deutschland jedoch von rund 80% bzw. 70% der Bevölkerung abgelehnt werden. Ähnliche Zahlen wie in diesen beiden Ländern sollen gemäss anderen Umfragen auch für die Deutschschweiz gelten, in der Romandie scheint die Ablehnung weniger ausgeprägt (77).

Waren vor 20–30 Jahren behördliche Warnungen und Empfehlungen zur Verminderung der Zufuhr körperfremder Stoffe via Nahrung noch halbwegs wissenschaftlich begründbar, sind sie es heute im allgemeinen nicht mehr. Denn seither haben detailliertere Studien gezeigt, dass damals die Exposition der Bevölkerung gegenüber solchen Stoffen teilweise überschätzt wurde (z. B. Cadmium in Lebensmitteln). Zudem haben Massnahmen im Umweltsektor (z. B. Reduktion von Blei im Autobenzin) inzwischen deutliche Wirkungen auf die Exposition gezeigt. Andererseits ist infolge neuer Erkenntnisse die toxikologische Bedeutung gewisser Stoffe weniger streng zu bewerten als ursprünglich angenommen (z. B. Nitrat in Gemüse) (78, 79). Trotzdem ist die Angst und die Verunsicherung der Bevölkerung in diesem Zeitraum angestiegen: Gaben 1980 bei einer Umfrage in Deutschland rund 50% der Befragten an, Angst vor «immer mehr chemischer verseuchter Nahrung» zu haben, waren es 1996 rund 85% der Befragten, die bei bestimmten Lebensmitteln ganz (22%) oder teilweise (64%) verunsichert waren (78).

Wohl aufgrund dieser *Verunsicherung*, die mit einer objektiven Gesundheitsgefährdung nicht in jedem Fall etwas zu tun hat[12], scheint ein grosser Teil der schweizerischen Konsumenten auch bereit, ihre Essgewohnheiten aus «Angst um ihre Gesundheit» den jeweiligen Schlagzeilen und «Philosophien» anzupassen: weniger Kopfsalat[13] (Fungizide, Nitrat), Mineralwasser anstelle von Trinkwasser (Atrazin, Nitrat), Margarine anstelle von Butter (Fette mit gesättigten Fettsäuren, Cholesterin), Verzicht auf Schweinefleisch (Cholesterin, Fütterung mit Tiermehl) und Eier (Cholesterin, Salmonellen), die «Light-Welle» in den 80er Jahren («Kalorien»), die heute eher im Abflauen begriffen ist, sowie neuerdings Zurückhaltung beim Verzehr von Kalbsleber (Kupfer, Vitamin A). Auch die Bevorzugung von Sojamilch anstelle von Kuhmilch, Quorn (u. a. Schimmelpilzisolat) und Sojaprodukte statt Fleisch, «natürliches» Meersalz (iodarm) statt iodiertes Kochsalz, aber auch Fleisch von «natürlich» statt «konventionell» aufgezogenen Tieren sind wohl

[12] Jegliche gesetzliche Regelung auf dem Lebensmittelsektor (Gentechnologie, Lebensmittelbestrahlung, Deklaration usw.) wird vom «Durchschnittskonsumenten» automatisch mit einer Gesundheitsgefährdung assoziiert! Wäre dem nicht so, wären nach dem «gesunden Menschenverstand» ja keine Regelungen notwendig! In diesem Sinne sind auch amtliche und behördliche Verlautbarungen, wie z. B. heute noch anzutreffende Empfehlungen zur sog. «Schadstoffminimierung» (78) an dieser Verunsicherung und den dadurch verursachten Ängsten mindestens mitschuldig. Dies um so mehr, wenn zudem in gewissen Gesetzgebungen hartnäckig von «Schadstoffen» und «Belastungen» gesprochen wird.

[13] Seit 1980 bis 1995 ist der schweizerische Konsum von Kopfsalat um rund 50% zugunsten von Lollo, Eisbergsalat und Batavia zurückgegangen.

auf die erwähnte Verunsicherung bzw. den an sich berechtigten Wunsch nach «gesunder» Nahrung zurückzuführen.

Einen eigentlichen «Boom» erleben derzeit die sogenannt «biologischen» und «alternativen» Lebensmittel, deren ideelle Hintergründe (Philosophie, Religion, Mystik) auf das letzte Jahrhundert (Industrialisierung) zurückgehen und deren Propagierung und Verwendung heute durch Ökologie, Tier- und Umweltschutz zusätzlich begründet wird. Als umwelt- und ressourcenschonendes Anbauverfahren hat der «biologische Landbau», der möglichst ohne «künstliche» Pflanzenschutzmittel und Mineraldünger auskommen will, durchaus seine Berechtigung neben der konventionellen Landwirtschaft, in der heute Pflanzenschutzmittel ebenfalls zurückhaltender eingesetzt werden als noch vor 30 Jahren[14]. Dass aber die entsprechenden Produkte «gesünder» sein sollen als konventionell gewonnene, konnte bisher mit anerkannten wissenschaftlichen Methoden nicht schlüssig gezeigt werden und wird von den «Bio»- und ähnlichen Produzenten offiziell auch nicht behauptet. Zudem ist es nicht möglich, sog. «biologische» Lebensmittel von solchen konventioneller Art analytisch, z. B. durch die Organe der Lebensmittelkontrolle, sicher zu unterscheiden (81, 82)[15].

Unterschwellig wird jedoch dem Konsumenten suggeriert, dass die sogenannten «biologischen», «alternativen», «natürlichen» Lebensmittel der Gesundheit zuträglicher seien als konventionell gewonnene. So ergaben Umfragen bei Befürwortern solcher Produkte, dass diese einen besseren Geschmack hätten (wobei der Geschmack von Obst und Gemüse unseres Erachtens stärker von deren Frische und der Sorte als vom Anbauverfahren beeinflusst wird), und insbesondere mit 50–90% der Antworten, dass diese gesünder seien als z. B. konventionell gewonnenes Obst und Gemüse (83, 84). Allerdings kann der Trend zu möglichst naturbelassenen Lebensmitteln auch im Hinblick auf die Versorgung mit Mikronährstoffen durchaus vorteilhaft sein: Vollkornbrot statt Weissbrot, frische Bohnen statt Konserven oder Salate statt gekochtes Gemüse[16].

[14] Derzeit existieren in der Schweiz rund 5000 echte, d. h. unter kontrollierten Bedingungen arbeitende Biobetriebe, die schätzungsweise 8% des landwirtschaftlich genutzten Bodens bewirtschaften (80). Demgegenüber scheinen in Frankreich nur rund 0,4% des Lebensmittelbudgets für entsprechende Produkte ausgegeben zu werden.

[15] Folgendes Beispiel aus dem Jahresbericht des Kantonalen Laboratoriums Bern mag zeigen, was gewisse, kommerziell sicher nicht repräsentative «Biovertreter» gelegentlich unter natürlich verstehen (67): Aus Betrieben, die sog. «Bioprodukte» verkaufen, wurden 12 Proben von Körnermischungen bezüglich ihrer Konformität mit den lebensmittelrechtlichen Bestimmungen überprüft. Eine Probe Körner überschritt den Toleranzwert für Unkrautsamen und eine andere aus dem gleichen Geschäft enthielt eine lebende Made. Der betreffende Geschäftsinhaber meinte hierzu, Maden und Unkrautsamen seien natürlicher Herkunft und «gesunde Anzeichen für ein biologisches Lebensmittel».

[16] Auf Rohmilch, nicht erhitzte oder nicht bestrahlte Crevetten und Muscheln sowie rohe Kartoffeln und Bohnen sollte hingegen aus Gesundheitsgründen besser verzichtet werden.

Verzehrsgewohnheiten

Fleischkonsum

Zwei durch die Statistiken erhärtete Trends sind derzeit in der Schweiz vorherrschend: Verminderung des Fleischkonsums und zunehmender Verzehr von «Bio»/«Natura»- und ähnlichen Produkten. Der jährliche Pro-Kopf-Gesamtfleischverbrauch ist in den letzten 12 Jahren von 64,0 kg (1983) auf 57,6 kg (1995), das heisst um 10%, gefallen (8). Wird nur der Zeitraum von 1992/93 bis 1995 betrachtet – denn in dieser Periode kann die mittlere Selenkonzentration im Fleisch als etwa konstant angenommen werden –, resultiert eine Reduktion des Gesamtfleischverbrauchs von rund 6%. Für die einzelnen Fleischarten ergeben sich in diesem Zeitraum von rund 3 Jahren folgende prozentuale Verbrauchsveränderungen: Rind –13%, Kalb –7%, Schwein –5% und Organteile –11%, für Geflügel aber +4% (8). Diese Änderung der Verbrauchsmengen führt theoretisch zu einer Pro-Kopf-Selenminderzufuhr von nur 1,1 µg/Tag, dem eine Mehrzufuhr von 0,2 µg/Tag aus dem Mehrverbrauch von Geflügelfleisch gegenübersteht. Insgesamt erscheinen diese Mengen vernachlässigbar, verglichen mit der für die Schweiz errechneten empfohlenen Pro-Kopf-Zufuhr von 55 µg/Tag (2).

Wenn aber beispielsweise angenommen wird, dass der Konsumrückgang für Gesamtfleisch zwischen 1992/93 und 1995 durch 5% der Bevölkerung bedingt ist, die auf den Fleischkonsum zugunsten eines zufällig eher selenarmen Ersatzproduktes (z. B. Tofu mit 100 ng/g TM)[17] vollkommen verzichtet, würde für diese Bevölkerungsgruppe im Mittel eine Selenminderversorgung im Bereich von etwa 15 µg/Person/Tag resultieren. Würde stattdessen ein Fleischersatzprodukt (50 g TM/Tag) mit im Mittel rund 400 ng Selen/g TM (siehe Fussnote 17) verwendet, bliebe die tägliche Zufuhr unverändert. Andererseits würde bei der Annahme, dass 1995 rund 2% der Bevölkerung anstelle von Rind- und Kalbfleisch bei sonst unverändertem Pro-Kopf-Fleischkonsum zusätzlich die gleiche Menge an Geflügelfleisch konsumiert hätten, die mittlere Selenzufuhr für diesen Bevölkerungskreis um etwa 10 µg/Person/Tag ansteigen. Diese Beispiele zeigen deutlich den Einfluss der Verzehrsgewohnheiten auf die Versorgung mit essentiellen Mikronährstoffen, aber auch die äusserst beschränkte Aussagekraft von Pro-Kopf-Verbrauchszahlen im Hinblick auf die Erkennung allfälliger Risikogruppen.

Bio, Natura und ähnliche Produkte

Auch der Verzehr von «Bio- bzw. Natura»-Lebensmitteln kann beispielsweise dann zu einer Selenminderversorgung führen, wenn künftig auf die Zumischung von *Weizen* nordamerikanischer Herkunft zugunsten von einheimischem «Bio»-

[17] Die Analyse von vier Tofuprodukten ergab eine Selenkonzentration von 67–229 ng/g TM (im Mittel 156 ng/g TM) und von 15 Fleischersatzprodukten dreier Anbieter, die vermutlich nordamerikanisches Getreide enthalten, 72–2005 ng/g TM (im Mittel 416 ng/g TM) (3,36). Da die Selenkonzentration von Soja und Getreide vom Pflanzenstandort (z. B. aus Nordamerika in der Regel hoch) abhängt, die vom Fleisch aber vom Futter und dessen Zusätzen, dürfte jene stärker variieren als die im Fleisch.

Weizen verzichtet wird. In Deutschland ist die Selenkonzentration von sogenannt «biologisch/alternativen» sowie «Vollwert»-, «Steinmetz»- und «Demeter»-Broten nicht verschieden von jener konventioneller Herkunft (33, 71). Dies bestätigt die frühere Vermutung, dass die eher hohe Selenkonzentration, die in «einheimischen» Bio-Broten gemessen wurde (Tabelle 2 und dazugehörige Fussnote 4 in Teil 2 (3)), wohl ausschliesslich durch nordamerikanischen Weizen bedingt ist.

Wird andererseits von einem täglichen Konsum von 130 g *Rind-* oder *Kalbfleisch* (entsprechend rund 40 g TM) ausgegangen, resultiert eine tägliche Selenzufuhr von rund 10 µg für konventionell erzeugtes Fleisch (250 ng/g TM) und von rund 3 µg für «Bio»-, «Natura»-Fleisch (70 ng/g TM). Der Konsum von entsprechendem Fleisch führt somit zu einer Minderzufuhr von rund 7 µg Selen/Erwachsener/Tag.

Mit der Frage, ob den «natürlich» aufgezogenen Nutztieren aus Gründen der Tiergesundheit Spurenstoffe wie zum Beispiel Selen, Iod, aber auch Vitamine usw. zusätzlich via Futter (oder Spritze) verabreicht werden dürfen oder ob dadurch der Konsument hinsichtlich der «Natürlichkeit» des Endproduktes getäuscht wird, müssten sich in erster Linie jene Gremien der professionellen Konsumentenschützer und Produzenten befassen, die sich für die Definition von «Bio», «Öko», «Natura», «Bioland» usw. zuständig fühlen[18].

Hinweise über die Auswirkungen veränderter Verzehrsgewohnheiten sind auch im Zusammenhang mit der Iodversorgung publiziert worden (74). Aus unserer Sicht ist dabei die Tatsache nicht unwesentlich, dass es sich beim dabei untersuchten Kollektiv vermutlich um speziell ernährungs- und gesundheitsbewusste Personen (wie z.B. wenig Salz, wenig «Kalorien», wenig Fleisch, viel Obst, Gemüse) handelte, die zudem vorwiegend dem Spitalbereich angehörten und deren Verzehrsgewohnheiten deshalb kaum jenen des «Durchschnittsschweizers» entsprechen dürften (18).

Beispielsweise kann die Bevorzugung von «Meersalz» als «natürliches» Lebensmittel zu einer Minderversorgung von Iod führen. Würde ausschliesslich zu Hause gekocht, nur solches Salz verwendet und auf individuell und gewerblich hergestellte Lebensmittel sowie auf Kantinen- und Restaurantbesuche konsequent verzichtet, würde die dabei resultierende Iodzufuhr schätzungsweise die Hälfte jener der übrigen Bevölkerung betragen (18).

Spezielle Verzehrsgewohnheiten

Im Hinblick auf die Selenversorgung sind in diesem Zusammenhang die Gruppen der Laktoovovegetarier und *Veganer* speziell zu erwähnen. Aus Tabelle 3 ist ersichtlich, dass 23 µg Selen/Kopf und Tag der insgesamt zugeführten rund 90 µg Selen/Kopf und Tag in den Jahren 1982/83 aus Lebensmitteln tierischer Herkunft

[18] Das Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Frick (AG), hat allerdings hierzu auf einem Formular (Stand 1997), das der Futtermittellieferant bei der Lieferung von Futtermitteln ohne Zusätze unterschreiben muss, festgehalten, dass Spurenelemente und Vitaminpräparate für die reine Bedarfsdeckung der Tiere eingesetzt werden dürfen. Dazu wird empfohlen, Produkte natürlicher Herkunft zu verwenden, womit vermutlich Zusätze von Selenit hinfällig werden.

stammten, in den Jahren 1995/96 dagegen mit 43 µg/Kopf und Tag bereits etwa die Hälfte des Selens. Bei den Veganern, die auf jeglichen Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft verzichten, ist deshalb mit einer entsprechend tieferen Selenversorgung zu rechnen, sofern sie nicht vermehrt Getreide- und Sojaprodukte verzehren, die aus selenreichen nordamerikanischen Rohmaterialien hergestellt wurden (siehe dazu auch die Ausführungen in Teil 2 (3)). *Laktoovovegetarier* nehmen im Vergleich zu den Veganern durch den Verzehr von Eiern, Milch und Milchprodukten im Mittel zusätzlich etwa 15 µg Selen/Tag zu sich (Tabelle 3). Dass Vegetarier, insbesondere Veganer, eine tiefere Selenversorgung aufweisen als Omnivore, wurde bereits mehrmals in der Literatur berichtet (85–89). So wurde beispielsweise in Schweden für je drei Veganer über vier Tage eine mittlere tägliche Selenzufuhr von rund 12 µg für Männer und 7 µg für Frauen ermittelt, was rund dreimal weniger ist als die für Omnivore gemessene (85). In einer belgischen Studie wurde für Veganer eine solche von rund 13 µg/Tag im Vergleich zu 56 µg/Tag für Omnivore bestimmt (86). Entsprechend ist auch die mittlere Serumselenkonzentration dieser Bevölkerungsgruppen geringer. Eine Studie in Deutschland zeigte für Veganer eine solche von 40 ng/ml, verglichen mit 66 und 74 ng/ml für Laktoovovegetarier und Omnivore (Tabelle 4 in (3)). Diese Daten deuten allerdings auf deutlich höhere mittlere tägliche Zufuhrmengen hin, als in den niederländischen und schwedischen Studien erwähnt: für Veganer schätzungsweise 20 µg/Tag und für Omnivore im Bereich von 50 µg/Tag.

Die vorstehend erwähnten täglichen Zufuhrmengen im Bereich von 5–10 µg entsprechen weitgehend jenen aus den Gegenden Chinas, wo früher (vor der Selenprophylaxe) die multifaktorielle selen- und Vitamin-E-abhängige Keshankrankheit endemisch auftrat (2). Allerdings haben verschiedene epidemiologische Studien den Vegetariern stets einen ausgezeichneten Gesundheitszustand bescheinigt (90), obwohl die Versorgung mit gewissen Mikronährstoffen nicht unbedingt den üblicherweise empfohlenen Zufuhrmengen entsprach.

Einkaufsgewohnheiten

Markentreue

Ein weiterer Parameter, der die individuelle Selen- und Iodversorgung positiv wie negativ beeinflussen kann, ist die Bevorzugung einzelner Produkte beim Lebensmitteleinkauf, was am Beispiel der Teigwaren gezeigt werden soll. Die mit den Importen gewichtete mittlere Selenkonzentration von Teigwaren beträgt 650 ng/g für das Jahr 1996 (siehe Fussnote 6 zu Tabelle 1 in Teil 2 (3)), entsprechend einem gesamtschweizerischen Pro-Kopf-Selenbeitrag von rund 17 µg/Tag. Unter der Annahme, der derzeitige Anteil importierter Teigwaren von rund 25% am Gesamtkonsum (41) werde ausschliesslich von der gleichen Bevölkerungsgruppe verzehrt, kann für diese ein mittlerer täglicher Selenbeitrag von rund 5,5 µg/Person berechnet werden (Tabelle 1 in Teil 2 (3)). Für den Rest der Bevölkerung, die nur Teigwaren schweizerischer Produktion mit einer mittleren Selenkonzentration von rund 810 ng/g verzehrt, ergibt sich im Vergleich dazu eine Zufuhr von rund

21 µg/Person. Bei ausgeprägter Markentreue, was für Einzelpersonen durchaus möglich ist, lauten die entsprechenden Zahlen im Extremfall 1,8 und 33,7 µg/Person und Tag, wenn wiederum ein mittlerer täglicher Konsum von 26,1 g Teigwaren/Person zugrunde gelegt wird (Tabelle 1 in Teil 2 (3) bzw. Tabelle 3).

Als eine Form der Markentreue beim Einkauf von Lebensmitteln können auch Lebensmitteleinkäufe *«ab Hof»* betrachtet werden, die sich derzeit offenbar steigender Beliebtheit erfreuen. Auf diese Problematik wurde von deutschen Autoren bereits vor mehreren Jahren hingewiesen (33). Dabei werden die Herkunft der Kraftfutter, allfällige Selen- und andere Zusätze sowie die spezifischen Bodeneigenschaften auf dem betreffenden Bauernhof die Versorgung an Selen und möglicherweise auch anderer Mikronährstoffe (z. B. Iod) via Lebensmittel beeinflussen.

Einkaufstourismus

Theoretisch kann auch der private Lebensmitteleinkauf im nahen Ausland die individuelle Selen- und Iodversorgung beeinflussen. Dies wurde bereits als mögliche Erklärung für die in einigen Orten verminderte Selenkonzentration im Serum der schweizerischen Bevölkerung postuliert (10), und bei Probanden aus Chiasso konnte die festgestellte Iodminderversorgung mit dem Einkauf von nichtiodiertem Salz im Ausland erklärt werden (91).

Haushaltsbefragungen zufolge hat sich der jährliche Kaufkraftabfluss in der Schweiz infolge Einkaufstourismus innerhalb der Jahre 1990 bis 1994 auf schätzungsweise > 1,5 Milliarden (Mrd.) Franken verdoppelt und ist seither etwa konstant geblieben (92, 93). Werden nur die für die Selenversorgung relevanten Lebensmittelkategorien Fleisch (> 0,4 Mrd.) und Milch/Milchprodukte (> 0,4 Mrd.) berücksichtigt, sind dies mehr als 0,8 Milliarden Franken. Da in einem 30-km-Korridor zur Grenze schätzungsweise 25% der Bevölkerung leben, ergibt sich pro Kopf und Jahr mehr als etwa 500 Franken auf schweizerische Verhältnisse bezogener Kaufkraft für Lebensmittel tierischer Herkunft[19]. Wird diese Summe im nahen Ausland für entsprechende Lebensmittel anteilsmässig ausgegeben, entspricht dies schätzungsweise je nach Art und Qualität 30–120 g Fleisch und Fleischwaren sowie 40–250 g Milchprodukte (Käse, Joghurt) pro Tag und Person der Bevölkerung der Grenzregionen.

Die in Tabelle 5 in Teil 2 (3) zusammengestellte Selenkonzentration verschiedener Lebensmittel des nahen Auslandes (ausgenommen Italien) ist mit den in der Schweiz eingekauften, mit Ausnahme von Teigwaren und Brot, etwa vergleichbar. Somit wäre eine ins Gewicht fallende Minderversorgung mit Selen durch den Einkaufstourismus kaum zu befürchten, eher dann eine solche mit Iod, da im Gegensatz zur Schweiz im nahen Ausland für industriell hergestellte Lebensmittel kaum iodiertes Kochsalz verwendet wird. Demgegenüber weisen die Bewohner von Frankreich, Österreich und Deutschland im Mittel aber eine deutlich tiefere Serumselenkonzentration auf als die für die gesamte Schweiz bestimmte (Tabelle 3

[19] Es ist erwähnenswert, dass diese Lebensmittelmengen in der offiziellen Import-Export-Statistik nicht enthalten sind! Die in der Agrarstatistik (8) aufgeführten Pro-Kopf-Verbrauchsmengen sind also unterschätzt.

in Teil 2 (3)). Der Unterschied ist schätzungsweise äquivalent einer mittleren täglichen Minderzufuhr von 10–15 µg Selen pro Erwachsener (siehe auch Kapitel Vergleich mit den Nachbarländern in Teil 2 (3)).

Wie in Teil 2 dieser Studie erwähnt, ist bei der Tessiner Bevölkerung in Anbetracht des im Vergleich zur Deutschschweiz etwa doppelt (in Italien rund dreimal) so hohen Teigwarenkonsums (70) theoretisch eine mittlere Serumselenkonzentration im Bereich von 120 ng/ml zu erwarten (3). Diese ist mit rund 95 ng/ml (im Mittel beider Geschlechter) nur geringfügig höher als jene der Bewohner der Deutschschweiz. Wird davon ausgegangen, dass viele Tessiner ihre Teigwaren in Italien einkaufen[20], die eine deutlich geringere Selenkonzentration als schweizerische Produkte aufweisen, wäre dies eine vernünftige Erklärung für die gemessene mittlere Serumselenkonzentration. Tatsächlich kaufen von 100 befragten Tessinerfamilien deren 28 ihre Lebensmittel vorwiegend in Italien ein (95). Nach einer anderen Studie ist 1997 im Vergleich zu 1990 der Anteil der Tessiner Haushalte, die im Ausland einkaufen, von 50 auf 74% angestiegen, und rund die Hälfte dieser Haushalte erledigen ihre Einkäufe wöchentlich oder monatlich (93).

Angaben über die Selenkonzentration in Lebensmitteln norditalienischer Herkunft (ausser Teigwaren) standen uns nicht ausreichend zur Verfügung. Nach Plasmaselenanalysen (Tabelle 3 in Teil 2 (3)), die für Norditalien (Desio) (96) einen Mittelwert von 119 ng/ml für beide Geschlechter ergaben, muss also in der Nähe der schweizerischen Landesgrenze die Selenversorgung deutlich höher sein als im übrigen Norditalien (Tabelle 3 in Teil 2 (3)), im Tessin und in der gesamten Schweiz. Eine mögliche, allerdings äusserst gewagte Schlussfolgerung könnte lauten, dass mindestens ein Teil der untersuchten Personen aus Desio und Umgebung ihre (selenreichen) Teigwaren vorzugsweise in der Schweiz einkaufen.

Sozialer Status

Dass sozio-ökonomische Faktoren und der persönliche Lebensstil den Ernährungszustand eines Individuums wesentlich mitbestimmen, steht wohl ausser Frage. Sind bestimmte Mikronährstoffe zum Beispiel vor allem in eher teuren Lebensmitteln in höheren Mengen enthalten, wie z. B. Vitamin B_{12} vorwiegend in Fleisch oder Vitamin C in Obst und Gemüse, besteht bei Personen niederer Einkommensklassen ein potentielles Risiko für eine entsprechende Minderversorgung. Im Gegensatz zur Schweiz, in der nordamerikanischer Weizen via Brot und Teigwaren massgeblich (und preiswert) zur Selenversorgung beiträgt, stehen in Frankreich ausschliesslich die Lebensmittel tierischer Herkunft als Selenquellen im Vordergrund. Eine Studie an älteren Personen (59–71 Jahre) in Frankreich zeigte aber für die höchsten Familieneinkommen und Ausbildungsstandards eine um nur rund 7% höhere Plasmaselen- und ebenso eine tendenziell höhere Plasmacarotinoidkonzentration (97). Tendenziell ähnliche Ergebnisse bezüglich einzelner Mikronährstoffe zeigten auch Untersuchungen an Gastarbeitern in der Schweiz anfangs der 80er

[20] Persönlichen Umfragen gemäss wird Teigwaren italienischer Herkunft im allgemeinen eine bessere Qualität zugeschrieben und es scheint, dass viele Tessiner Teigwaren italienischer Provenienz bevorzugen (94).

Jahre im Vergleich zur Schweizer Bevölkerung (98). Die Selenversorgung scheint allerdings durch den Einkommensstatus kaum wesentlich beeinflusst zu sein, mindestens in westeuropäischen Ländern.

Schlussfolgerung

Die vorstehend aufgeführten und diskutierten Daten erhärten die bereits im Teil 2 (3) diskutierte Hypothese, dass die Selenminderversorgung infolge verminderter Importe von nordamerikanischem Weichweizen im Laufe der letzten 15 Jahre durch eine erhöhte Selenkonzentration der Lebensmittel tierischer Herkunft kompensiert wurde und dass sich deshalb der Selenstatus der Bevölkerung in den letzten 15 Jahren, dies im Gegensatz zu anderen europäischen Ländern, kaum verändert hat. Allerdings tragen die Lebensmittel pflanzlicher Herkunft (nordamerikanischer Weich- und Hartweizen) derzeit nur noch rund 50% gegenüber 75% vor rund 15 Jahren zur Selenversorgung bei.

Der Beitrag von selenreichem nordamerikanischem Weizen zur Selenversorgung der schweizerischen Bevölkerung kann aber nicht als längerfristig gesichert betrachtet werden, denn es ist vorgesehen, dass ab etwa dem Jahre 2001 der schweizerische Getreidehandel weitgehend liberalisiert sein wird. Derzeit ist der Handel mit Brotgetreide staatlich geregelt, und die Mühlen sind verpflichtet, mindestens 85% des Brotgetreidemehls aus Weizen schweizerischer Herkunft zu produzieren. Neben der Liberalisierung des Handels und der Preisgestaltung, die zu Importen aus anderen selenärmeren Regionen als Nordamerika führen können, wie z. B. der EU, sind auch Missernten in den USA infolge klimatischer Wirkungen in Betracht zu ziehen (99). Zudem sind z. B. 1995 die Weizenvorräte weltweit auf den niedrigsten Stand seit zwei Jahrzehnten gesunken, ausreichend für nur rund 50 Tage des Weltverbrauchs (100).

Veränderlich und gewissen (zum Teil «modehaften») unvorhersehbaren Trends unterworfen sind auch die *Einkaufs- und Verzehrsgewohnheiten* der Bevölkerung. Ein verstärkter Trend zu fleischarmer Ernährung, zu sogenannten «Bio-» und «Natura»-Produkten sowie eine ausgeprägte Markentreue und entsprechend Ab-Hof eingekaufte Lebensmittel können im ungünstigen Fall zu einer Minderversorgung mit Selen und möglicherweise anderen essentiellen Mikronährstoffen führen, kaum aber der soziale Status.

Anhand des Beispiels der Selenversorgung und deren unterschiedlichen Einflussfaktoren sollte überlegt werden, wie sich die vorgesehene Aufhebung von staatlichen (oder privaten) *Monopolen* (z. B. Kochsalz, Brotgetreide) sowie die «Globalisierung» der landwirtschaftlichen Märkte auf die Versorgungslage mit Mikronährstoffen auswirken können und welche Massnahmen zu ergreifen wären, um allzu negative Auswirkungen zu vermeiden oder zu minimieren. Neben möglichen Zusätzen allfällig knapper Mikronährstoffe direkt zu den Lebensmitteln sollten unseres Erachtens auch solche zu den Nutztierfuttermitteln näher geprüft werden.

Aus allen diesen Überlegungen sollte in den kommenden Jahren mindestens die Entwicklung der Selen-(und der Iod- sowie der Folsäure-)versorgung sorgfältig im Auge behalten werden, beispielsweise durch periodische *Blut-* bzw. *Urinuntersuchungen,* und allfällige Gegenmassnahmen frühzeitig geprüft und diskutiert werden, die einer Minderversorgung der Bevölkerung mit diesen essentiellen Mikronährstoffen entgegenwirken könnten. Dabei sollten auch spezielle Bevölkerungsgruppen, die möglicherweise eine knappe oder ungenügende Versorgung mit Selen und Iod aufweisen, berücksichtigt werden: Schwangere und laktierende Frauen, Personen > 65 Jahre, strenge Vegetarier sowie Personen mit angeborenen Stoffwechselstörungen, wie z. B. Zöliakie und Phenylketonurie (Risikogruppen).

Zudem zeigt sich deutlich die beschränkte Aussagekraft von *Pro-Kopf-Konsumdaten* bei der Beurteilung der Versorgung mit essentiellen, aber auch der Exposition gegenüber gesundheitsgefährdenden Stoffen. Erhebungen zu den Verzehrs- und Einkaufsgewohnheiten erscheinen zudem auch im Hinblick auf die Ausarbeitung der von der WHO angeregten und in Planung begriffenen schweizerischen Ernährungspolitik dringend notwendig. Dabei ist auch die geplante schweizerische *Nährwertdatenbank* von Bedeutung, d. h. die Erarbeitung fundierter schweizerischer Gehaltszahlen der Mikronährstoffe in Lebensmitteln und die Garantierung deren Aktualität.

Dank

Den Herren *J.J. Geering* (Institut de radiophysique appliqué, Centre universitaire, Lausanne), Dr. *P.C. Böhni* (Schweizerische Milchgesellschaft, Hochdorf) und Dr. *T. Ribs* (Eidgenössische Forschungsanstalt für Nutztiere, Posieux) verdanken wir die zur Verfügung gestellten alten Milchpulverproben. Für das stete Interesse und die Unterstützung dieser, im Hinblick auf die Herausgabe des Vierten Schweizerischen Ernährungsberichts verfassten Studie wie auch für seine strategische und operative Planungsunterstützung sowie die eingebrachten Steuerungselemente danken wir Herrn Dr. *H. Schwab,* Chef der Abteilung Lebensmittelwissenschaft, Bundesamt für Gesundheit, bestens.

Zusammenfassung

In den letzten 15 Jahren hat der Import von selenreichem nordamerikanischem Weichweizen als Zusatz zu schweizerischem Brotgetreide kontinuierlich abgenommen. Der Anteil schweizerischer Teigwaren, die aus selenreichem nordamerikanischem Hartweizen produziert werden, ist in dieser Zeit zugunsten von importierten Teigwaren ebenfalls zurückgegangen. Zusätzlich ist der Konsum an Brot und Fleisch, beides Lebensmittel, die für die Selenzufuhr von Bedeutung sind, geringer geworden. Hinweise für eine deutliche Veränderung des Selenstatus Erwachsener in diesem Zeitraum ergaben sich hingegen keine. Es konnte glaubhaft gezeigt werden, dass die Minderzufuhr an Selen von rund 23 µg/Kopf und Tag infolge der verminderten Verwendung von nordamerikanischem Weichweizen durch eine erhöhte Selenkonzentration der Lebensmittel tierischer Herkunft (z. B. vermehrte Selensupplemente im Tierfutter) sowie infolge veränderter Verzehrsgewohnheiten (z. B. erhöhter Teigwaren-, Hühnerfleisch- und Fischverzehr) zwischen 1982/83 und 1995/96 kompensiert

worden ist. Der Einfluss dieser Veränderungen, der steigenden Nachfrage nach «biologischen» und «alternativen» Lebensmitteln, der «Globalisierung» der Lebens- und Futtermittelmärkte sowie des Einkaufstourismus auf die Selen- und (Iod)versorgung wird diskutiert. Sie können die entsprechende Versorgung positiv oder negativ beeinflussen.

Résumé

Ces 15 dernières années, l'importation de blé tendre nord-américain riche en sélénium a considérablement diminué en tant que complément aux céréales panifiables. La part des pâtes produites en Suisse à partir de blé dur nord-américain riche en sélénium a également décru pendant cette période au profit de pâtes importées. En outre, la consommation de pain et de viande, deux aliments importants comme source de sélénium, a également diminué. On ne constate pourtant aucune modification significative du niveau des apports en sélénium chez l'adulte durant ce laps de temps. Il semble en effet que la diminution – d'environ 23 µg par personne – de l'apport journalier en sélénium, consécutif à une diminution de l'utilisation de blé tendre nord-américain soit compensée par une concentration plus élevée de cet élément dans des denrées alimentaires d'origine animale (par ex. suppléments accrus de sélénium dans les fourrages), et par une modification des habitudes alimentaires (par ex. consommation accrue de pâtes, de volailles et de poissons) entre 1982/1983 et 1995/1996. L'apport en sélénium (et en iode) est discuté en termes de cette modification, d'une demande croissante de produits «biologiques» et «alternatifs», de mondialisation des marchés des aliments et des fourrages, ainsi que de «tourisme d'achat», facteurs qui peuvent exercer des influences positives ou négatives.

Summary

The quantity of imported selenium-rich soft wheat from North America that is used in addition to Swiss wheat for bread production has decreased gradually over the last 15 years. The proportion of Swiss pasta produced from selenium-rich North America durum wheat has been reduced similarly in favour of imported pasta. Moreover the consumption of food such as bread and meat that contributes significantly to the selenium intake has become less. There was no indication of a change in the selenium status of adults in this period, however. It has been demonstrated that the consumption of meat products with increased selenium concentrations (more selenium supplemented animal feed) as well as changed dietary habits (e.g. more pasta, chicken and fish) between 1982/83 and 1995/96 compensate for the selenium intake loss of about 23 µg per capita and day, which is a result of the reduced processing of North American soft wheat for bread production. The implication of such changes, the increasing demand of «biological» and «alternative» food, the «globalisation» of food and animal feed markets as well as the influence of «beyond-the-border shopping» are discussed with respect to the selenium (and iodine) supply. All these factors may regulate the supply in a positive or negative manner.

Literatur

1. *Zimmerli, B., Haldimann, M.* und *Sieber, R.:* Selenversorgung der schweizerischen Bevölkerung. In: Keller, U., Lüthy, J., Amadò, R., Battaglia-Richi, E., Battaglia, R.,

Casabianca, A., Eichholzer, M., Rickenbach, M. und Sieber, R. (Hrsg.), Vierter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 74–86. Eidg. Drucksachen- und Materialzentrale, Bern 1998.

2. *Zimmerli, B., Haldimann, M.* und *Sieber, R.:* Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung. 1. Biologische Wirkungen, Bedarf und Toxizität von Selen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **88,** 732–754 (1997).
3. *Zimmerli, B., Haldimann, M.* und *Sieber, R.:* Selenstatus der schweizerischen Bevölkerung. 2. Vorkommen in Lebensmitteln und im Blutserum. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **89,** 147–176 (1998).
4. *Sieber, R.:* Veränderungen des Lebensmittelverbrauchs im Verlaufe der letzten 40 Jahre. In: Stähelin, H.B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 20–30. EDMZ, Bern 1991.
5. *Marti, B., Rickenbach, N.M., Wietlisbach, V., Barazzoni, F., Dai, S.* und *Gutzwiller, F.:* Regionale Unterschiede im Ernährungsverhalten der Erwachsenenbevölkerung. Resultate des Projektes «MONICA». In: Stähelin, H.B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 245–254. EDMZ, Bern 1991.
6. *Pfister, C.:* Ernährungslandschaften vor dem Zeitalter der Eisenbahn. In: Stähelin, H.B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 354–364. EDMZ, Bern 1991.
7. *Ruff, T.:* Vergällte Gaumenfreude? Unser Essen im Brennpunkt der kulturwissenschaftlichen Nahrungsforschung. Neue Zürcher Zeitung **217** (244) 17 (1996).
8. *Anonym:* Statistische Erhebungen und Schätzungen über Landwirtschaft und Ernährung 1996. 73. Jahresheft und frühere Jahreshefte. Sekretariat des Schweizerischen Bauernverbandes, Brugg 1997.
9. *Oster, O., Schmiedel, G.* and *Prellwitz, W.:* Correlations of blood selenium with hematological parameters in West German adults. Biol. Trace Elem. Res. **15,** 47–81 (1988).
10. *Haldimann, M., Venner, T.Y.* and *Zimmerli, B.:* Determination of selenium in the serum of healthy Swiss adults and correlation to dietary intake. J. Trace Elem. Med. Biol. **10,** 31–45 (1996).
11. *Longnecker, M.P., Stram, D.O., Taylor, P.R., Levander, OA., Howe, M., Veillon, C.M., McAdam, P.A., Patterson, K.Y., Holden, J.M., Morris, J.S., Swanson, C.A.* and *Willett, W.C.:* Use of selenium concentration in whole blood, serum, toenails, or urine as a surrogate measure of selenium intake. Epidemiology **7,** 384–390 (1996).
12. *Alfthan, G.* and *Nève, J.:* Reference values for serum selenium in various areas – evaluated according to the TRACY protocol. J. Trace Elem. Med. Biol. **10,** 77–87 (1996).
13. *Gey, K.F.:* On the antioxidant hypothesis with regard to arteriosclerosis. Bibl. Nutr. Diet. **37,** 53–91 (1986) und persönliche Mitteilungen, August 1993, zitiert nach (10).
14. *Hartmann, G.:* Adipositas. In: Aebi, H., Blumenthal, A., Bohren-Hoerni, M., Brubacher, G., Frey, U., Müller, H.-R., Ritzel, G. und Stransky, M., Zweiter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 308–320, Verlag H. Huber, Bern, 1984.
15. *Schutz, Y.* et *Jéquier, E.:* L'obésité. In: Stähelin, H.B., Lüthy, J., Casabianca, A., Monnier, N., Müller, H.-R., Schutz, Y. und Sieber, R. (Hrsg.), Dritter Schweizerischer Ernährungsbericht, S. 384–397. EDMZ, Bern 1991.
16. *Anonym:* Dietary reference values for food energy and nutrients for the United Kingdom. Report on Health and Social Subjects, No. 41, S. 27, HMSO, London 1991.

17. *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).
18. *Zimmerli, B., Tobler, L., Bajo, S., Wyttenbach, A., Haldimann, M.* und *Sieber, R.:* Untersuchungen von Tagesrationen aus schweizerischen Verpflegungsbetrieben. VII. Essentielle Spurenelemente: Iod und Selen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86,** 226–265 (1995).
19. *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).
20. *Forrer, R., Gautschi, K.* and *Lutz*, H.: Comparative determination of selenium in the serum of various animal species and humans by means of electrothermal atomic absorption spectrometry. J. Trace Elem. Electrol. Health Dis. **5,** 101–113 (1991) und persönliche Mitteilungen zur Geschlechtsabhängigkeit, Januar 1994.
21. *Kardinaal, A.F.M., Kok, F.J., Kohlmeier, L., Martin-Moreno, J.M., Ringstad, J., Gomez-Aracena, J., Mazaev, V.P., Thamm, M., Martin, B.C., Aro, A., Kark, J.D., Delgado-Rodriguez, M., Riemersma, R.A., van't Veer, P.* and *Huttunen, J.K.:* Association between toenail selenium and risk of acute myocardial infarction in European men – The EURAMIC study. Amer. J. Epidemiol. **145,** 373–379 (1997).
22. *Zimmerli, B.* und *Haldimann, M.:* unveröffentlichte Resultate.
23. *Rayman, M.P.:* Dietary selenium: time to act – low bioavailability in Britain and Europe could be contributing to cancers, cardiovascular disease, and subfertility. Brit. Med. J. **314,** 387–388 (1997).
24. *Barclay, M.N.I.* and *MacPherson, A.:* Selenium content of wheat for bread making in Scotland and the relationship between glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9) levels in whole blood and bread consumption. Brit. J. Nutr. **68,** 261–270 (1992).
25. *Foster, L.H.* and *Sumar, S.:* Selenium in health and disease: a review. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. **37,** 211–228 (1997).
26. *Molnar, J., MacPherson, A.* and *Dixon, J.:* Effect of supplementation with selenium on whole blood glutathione peroxidase activities and on plasma and tissue selenium concentrations in lambs. Biol. Trace Elem. Res. **55,** 253–262 (1996).
27. *Church, S.:* Dietary intake of selenium. Food Surveillance Information Sheet (MAFF, London) No. 126, 1–8 (1997).
28. *Ysart, G.:* 1994 Total diet study: metals and other elements. Food Surveillance Information Sheet (MAFF, London) No. 131, 1–15 (1997).
29. *Mutanen, M.* and *Koivistoinen, P.:* The role of imported grain on the selenium intake of Finnish population in 1941–1981. Int. J. Vit. Nutr. Res. **53,** 102–108 (1983).
30. *Froslie, A.* (ed). Problems on selenium in animal nutrition. Norw. J. Agric. Sci. Suppl. No. 11, 1993.
31. *Ekholm, P., Ylinen, M., Koivistoinen, P.* and *Varo, P.:* Selenium concentration of Finnish foods: effects of reducing the amount of selenate in fertilizers. Agric. Sci. Finland **4,** 377–384 (1995).
32. *Aro, A., Alfthan, G.* and *Varo, P.:* Effects of supplementation of fertilizers on human selenium status in Finland. Analyst **120,** 841–843 (1995).
33. *Brüggemann, J.* und *Ocker, H.D.:* Selengehalte in inländischem Brotgetreide. Getreide, Mehl und Brot **44,** 3–8 (1990).
34. *Haldimann, M., Dufossé, K.* und *Zimmerli, B.:* Vorkommen von Selen in schweizerischen Cerealien. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **87,** 267–295 (1996).

35. *Erard, M., Miserez, A.* et *Zimmerli, B.:* Exposition des nourrissons au plomb, cadmium, zinc et sélénium de provenance alimentaire. Trav. chim. aliment. hyg. **73,** 394–411 (1982).
36. *Haldimann, M., Dufossé, K., Mompart, A.* und *Zimmerli, B.:* Vorkommen von Selen in Lebensmitteln tierischer Herkunft. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. (in Vorbereitung).
37. *Varo, P., Nuurtamo, M.* and *Koivistoinen, P.:* Selenium content of nonfat dry milk in various countries. J. Dairy Sci. **67,** 2071–2074 (1984).
38. *Schällibaum, M.:* Saisonale und regionale Schwankungen der Jodkonzentrationen in Lieferantenmilchproben. Schweiz. Vereinigung Zuchthyg. Buiatrik, **103,** 5 (1991).
39. *Kessler, J.* und *Morel, I.:* Vitamin-A-Konzentration in Kalbslebern: Eine Praxiserhebung. Agrarforschung **5,** 225–227 (1998).
40. *Scherz, H.* und *Senser, F.:* Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert-Tabellen. medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, 1994.
41. *Anonym:* Jahresbericht SwissPasta für das Jahr 1996. Vereinigung der schweizerischen Teigwarenindustrie, Bern 1997.
42. *Oster, O.* and *Prellwitz, W.:* The daily dietary selenium intake of West German adults. Biol. Trace Elem. **20,** 1–14 (1989).
43. *Barclay, M.N.I., McPherson, A.* and *Dixon, J.:* Selenium content of a range of UK foods. J. Food Composit. Analysis **8,** 307–318 (1995).
44. *Bratakos, M.S., Zafiropoulos, T.F., Siskos, P.A.* and *Ioannou, P.V.:* Selenium in foods produced and consumed in Greece. J. Food Sci. **52,** 817–822 (1987).
45. *Butcher, M.A., Judd, P.A., Caygill, C., Peach, S.* and *Diplock, A.T.:* Current selenium content of foods and an estimation of average intake in the United Kingdom. Proc. Nutr. Soc. **54,** 131A (1995).
46. *Amodio-Cocchieri, R., Arnese, A., Roncioni, A.* and *Silvestri, G.:* Evaluation of the selenium content of the traditional Italian diet. Int. J. Food Sci. Nutr. **46,** 149–154 (1995).
47. *Diaz, J.P., Navarro, M., López, H.* and *López, M.C.:* Determination of selenium levels in dairy products and drinks by hydride generation atomic absorption spectrometry: correlation with daily dietary intake. Food Addit. Contam. **14,** 109–114 (1997).
48. *WHO:* Selenium. Environmental Health Criteria 58. World Health Organization, Geneva 1987.
49. *Combs, G.F.* and *Combs, S.C.:* The role of selenium in nutrition. Academic Press, Orlando 1986.
50. *Pfannhauser, W.:* Das essentielle Spurenelement Selen: Bedeutung, Wirkung und Vorkommen in der Nahrung. Teile I und III. Ernährung **16,** 506–508 und 642–646 (1992).
51. *Läuchli, A.:* Selenium in plants; uptake, functions and environmental toxicity. Bot. Acta **106,** 455–468 (1993).
52. *Stünzi, H.:* Selenmangel? Untersuchungen zum Selenstatus des Wiesenfutters. Landwirtschaft Schweiz **2,** 437–441 (1989).
53. *Anonym:* Zur Selenversorgung der Bevölkerung. Bulletin des Bundesamtes für Gesundheitswesen Nr. 11 vom 25.3.1991, S. 160–163.
54. *Quinche, J.-P.:* Utilisation de la dent-de-lion *(Taraxacum officinale)* comme bioindicateur de sélénium en Suisse romande et au Tessin. Revue suisse Agric. **20,** 229–232 (1988).
55. *Anonym:* Nationales Bodenbeobachtungsnetz. Messresultate 1985–1996. Schriftenreihe Umwelt Nr. 200, S. 153. BUWAL, Bern 1993.
56. *Eschnauer, H., Abt, F., Messerschmidt, J.* and *Tölg, G.:* Selenium in wine. In: *Nève, J.* and *Favier, A.* (eds.), Selenium in medicine and biology. Proc. 2nd Int. Congress on trace elements in medicine and biology, S. 23–28. W. de Gruyter, Berlin, New York 1989.
57. *Kessler, J.:* Eidg. Forschungsanstalt für Nutztiere, Posieux: persönliche Mitteilung, 1996.

58. *Conrad, H.R.* and *Moxon, A.L.:* Transfer of dietary selenium to milk. J. Dairy Sci. **62,** 404–411 (1979).
59. *Scott, M.L.* and *Thompson, J.N.:* Selenium content of feedstuffs and effect of dietary selenium levels upon tissue selenium in chicks and poults. Poutry Sci. **50,** 1742–1748 (1971).
60. *Mathis, A.:* Zur Selenversorgung des Rindviehs in der Schweiz: Untersuchungen auf Ammen- und Mutterkuhbetrieben. Diss. Universität Zürich (1982).
61. *Mathis, A., Horber, H.* und *Jucker, H.:* Zur Selenversorgung des Rindviehs in der Schweiz: Untersuchungen in Ammen- und Mutterkuhbetrieben. Schweiz. Arch. Tierheilkde **125,** 317–328 (1983).
62. *Underwood, E.J.:* Trace elements in human and animal nutrition. First edition. Academic Press, New York, 1956, S. 344–369 and second edition, 1962, S. 291–324.
63. *Haldimann, M., Bajo, C., Haller, T., Venner, T.* und *Zimmerli, B.:* Vorkommen von Arsen, Blei, Cadmium, Quecksilber und Selen in Zuchtpilzen. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **86,** 463–484 (1996).
64. *Kessler, J., Lanz, C.* und *Zogg, M.:* Vitamin-A-Versorgung: vom Futter zur Leber. Agrarforschung **2,** 531–534 (1995).
65. *Dafflon, O., Scheurer, L., Gobet, H., Koch, H.* und *Haldimann, M.:* Kupfer, Eisen, Zink und Magnesium in Kalbslebern und Nieren. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **87,** 559–573 (1996).
66. *Sieber, R.* und *Kessler, J.:* Was bringt der Milchwirtschaft eine Selensupplementierung der Dünge- und Futtermittel? Schweiz. Milchw. Forsch. **18,** 28–35 (1989).
67. *Anonym:* Jahresbericht des kantonalen Laboratoriums Bern 1996. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **88,** 406 (1997).
68. *Schäfer, U.* und *Wollgier, O.:* Selengehalte in Einzelfuttermitteln. Landwirtschaftl. Forschung **39,** 128–132 (1986).
69. *Anonym:* Schweizerische Aussenhandelsstatistik 1995/96, Band 1, Eidg. Oberzolldirektion, Bern 1997.
70. *Sonderegger, P.K.:* Platz zwei hinter den Italienern. Schweizer Teigwarenkonsum: Wachsender Appetit – und immer mehr Import-Spaghetti. Aargauer Ztg. **3** (6. März), S. 15 (1998).
71. *Brüggemann, J.:* Gehalte an den Spurenelementen Arsen, Nickel, Selen und Zink in Getreide und Getreideprodukten. In: *Ocker, H.D.* (Hrsg.), Rückstände und Kontaminanten in Getreide und Getreideprodukten, Behr's, Hamburg, 1992, 43–65.
72. *Gattiker, C.:* Ein neuer alter Hut. Der Monat (Heft 1/2) 3 (Schweizerischer Bankverein, SBV) (1998).
73. *Bernholz, P.:* Sind Globalisierung und Umstrukturierung etwas Neues? Neue Zürcher Zeitung **218** (206), 29 (1997).
74. *Als, C., Lauber, K., Brander, L., Lüscher, D.* and *Rösler, H.:* The instability of dietary iodine supply over time in an affluent society. Experientia **51,** 623–633 (1995).
75. *Zimmerli, B.* und *Schlatter, J.:* Vorkommen und Bedeutung der Isoflavone Daidzein und Genistein in der Säuglingsanfangsnahrung. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **88,** 219–232 (1997).
76. *Anonym:* Consumer concern on food safety. Agra-Europe, June, S. 11–12 (1997).
77. *Anonym:* In den USA kein Thema. Berner Zeitung vom 7. Januar 1998, S. 3.
78. *Diehl, J.F.:* Schadstoffe in Lebensmitteln – Exposition und Risikobewertung heute. Teil I: Warnungen, Entwarnungen, Schwermetalle, Chlorkohlenwasserstoffe. Ernährungs-Umschau **45,** 40–43 (1998).

79. *Diehl, J.F.:* Schadstoffe in Lebensmitteln – Exposition und Risikobewertung heute. Teil II: Nitrat, Nitrit und Nitrosamine, Schlussfolgerungen. Ernährungs-Umschau **45,** 80–85 (1998).
80. *Eppenberger, D.:* Bald acht Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche sind bio. LID Mediendienst Nr. 2354 vom 19. März, S. 5–6 (1998).
81. *Slanina, P.:* What do we know about the quality of organic foods? Var Föda (8), 75–77 (1995).
82. *Woese, K., Lange, D., Boess, C.* und *Bögl, K.W.:* Produkte des biologischen Landbaus. Eine Zusammenfassung von Untersuchungen zur Qualität dieser Lebensmittel. Teil I und II. Bundesgesundheitsbl. **38,** 210–214 (1995) und **38,** 265–273 (1995).
83. *Folkers, D.:* Biologischer Anbau von Obst und Gemüse – Die Einstellung der Bundesbürger. Ernährungs-Umschau **30,** B36 (1983).
84. *Baade, E.:* Einstellung und Verhaltensweisen bei Verbrauchern von «Bio»-Produkten. AID-Verbraucherdienst **30** (12), 245–253 (1985).
85. *Abdulla, M., Andersson, I., Asp, N.G., Berthelsen, K, Birkhed, D., Dencker, I., Johansson, C.G., Jägerstad, M., Kolar, K., Nair, B.M., Nilsson-Ehle, P., Nordén, A., Rassner, S., Akesson, B.* and *Öckerman, P.A.:* Nutrient intake and health status of vegans. Chemical analyses of diets using the duplicate portion sampling technique. Am. J. Clin. Nutr. **34,** 2464–2477 (1981).
86. *Roekens, E.J., Robberecht, H.J.* and *Deelstra, H.A.:* Dietary selenium intake in Belgium for different population groups at risk for deficiency. Z. Lebensm.-Unters.-Forsch. **182,** 8–13 (1986).
87. *Rauma, A.L., Törrönen, R., Hänninen, O., Verhagen, H.* and *Mykkänen, H.:* Antioxidant status in long-term adherents to a strict uncooked vegan diet. Am. J. Clin. Nutr. **62,** 1221–1227 (1995).
88. *Srikumar, T.S., Johansson, G.K., Öckerman, P.A., Gustafsson, J.A.* and *Akesson, B.:* Trace element status in healthy subjects switching from a mixed to a lactovegetarian diet for 12 mo. Am. J. Clin. Nutr. **55,** 885–890 (1992).
89. *Kadrabova, J., Madaric, A., Kovacikova, Z.* and *Ginter, E.:* Selenium status, plasma zinc, copper, and magnesium in vegetarians. Biol. Trace Elem. Res. **50,** 13–24 (1995).
90. *Leitzmann, C.* und *Hahn, A.:* Vegetarische Ernährung. Uni-Taschenbücher Nr. 1868, E. Ulmer, Stuttgart 1996.
91. *Solca, B.* und *Gerber, H.:* Jodversorgung in verschiedenen Regionen der Schweiz: ein Vergleich zwischen Stadt und Land in den Kantonen Bern und Tessin. Schweiz. med. Wschr. **126** (Suppl. 74/I), 11S (1996).
92. *Wehrle, F.* und *Ledermann, J.:* Zunehmender Einkaufstourismus ins Ausland. Überhöhte Schweizer Nahrungsmittelpreise als Hauptursache. Neue Zürcher Zeitung (NZZ) **216** (39), S. 23 (1995), siehe auch Einkaufstourismus-Studie III, Coop Schweiz, Basel 1995.
93. *Wehrle, F.* und *Ledermann, J.:* Wachstumstrend im Einkaufstourismus gebrochen. Stabilisierung des Kaufkraftabflusses auf hohem Niveau. Neue Zürcher Zeitung (NZZ) **218** (202), S. 26 (1997), siehe auch Einkaufstourismus-Studie IV, Coop Schweiz, Basel 1997.
94. *Jäggli, M.:* persönliche Mitteilung, 1997.
95. *Jermini, M., Domeniconi, F.* und *Jäggli, M.:* Hygienezustand in der häuslichen Verpflegung: Eine Risikoanalyse. Mitt. Gebiete Lebensm. Hyg. **88,** 151–163 (1997).
96. *Sesana, G., Baj, A., Toffoletto, F., Sega, R.* and *Ghezzi, L.:* Plasma selenium levels of the general population of an area in northern Italy. Sci. Total Environ. **120,** 97–102 (1992).

97. *Berr, C., Coudray, C., Bonithon-Kopp, C., Roussel, A.M., Mainard, F.* and *Alperovitch, A.:* Demographic and cardiovascular risk factors in relation to antioxidant status: the EVA study. Int. J. Vitam. Nutr. Res. **68,** 26–35 (1998).
98. *Stransky, M.:* Gastarbeiter. 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. 279–283. Verlag H. Huber, Bern 1984.
99. *Arnold, D.:* Schlimme Dürre in der Kornkammer Amerikas. Zeitung «Der Bund» **147** (129), S. 5 (1996).
100. *Martin, H.-P.* und *Schumann, H.:* Die Globalisierungsfalle. DerAngriff auf Demokratie und Wohlstand, S. 55–57. Rowohlt, Reinbek bei Hamburg 1996.

Dr. Robert Sieber
Eidg. Forschungsanstalt
für Milchwirtschaft
Liebefeld
Sektion Koordinationsstelle
CH-3003 Bern

Dr. Bernhard Zimmerli
Max Haldimann
Bundesamt für Gesundheit
Abteilung Lebensmittelwissenschaft
Sektion Lebensmittelchemie und -analytik
CH-3003 Bern