

Selenkonzentrationen im Blutplasma gesunder Probanden unterschiedlichen Alters und Geschlechts aus der Steiermark im Zeitraum von 2001 bis 2006

Selenium concentrations in the blood plasma of healthy subjects from Styria of different ages and sexes from 2001 to 2006

R. Stücker, W. Windisch, K. Fuchs, T. Strimitzer, I. Schmid, M. Lindschinger

Zusammenfassung

Erhebungen an der Bevölkerung des österreichischen Bundeslandes Steiermark im Zeitraum von 1988 bis 1991 wiesen diese Region als Selen-Mangelgebiet aus. In der vorliegenden Untersuchung sollte nun geprüft werden, ob die Klassifizierung der Steiermark als Region mit unbefriedigender Selenversorgung immer noch aktuell ist.

Hierzu wurden über den Zeitraum von 2001 bis 2006 insgesamt 2604 Blutproben gesunder Personen im Altersbereich von zwei bis 88 Jahren, beiderlei Geschlechts, mit Wohnsitz in der Steiermark und landesüblich ernährt, gezogen und auf die Konzentration an Selen im Plasma analysiert.

Die mittlere Se-Konzentration im Blutplasma betrug $93 \pm 24 \mu\text{g/L}$ (Median: 90; Minimum 34; Maximum 341; 25%- und 75%-Quartile: 79 und $103 \mu\text{g/L}$). Mit steigendem Alter nahm der Plasma-Se-Spiegel ausgehend von $82 \mu\text{g/L}$ in der jüngsten Altersklasse (2–20 Jahre) kurvilinear zu und erreichte in der Altersklasse zwischen 50 und 59 Jahren das Maximum ($97 \mu\text{g/L}$). Im Jahresverlauf der Probennahme kam es zu unsystematischen Fluktuationen (Minimum 2005: $88 \mu\text{g/L}$; Maximum 2001: $97 \mu\text{g/L}$). Das Geschlecht hatte keinen Einfluss auf die Se-Konzentrationen im Blutplasma.

Die vorliegenden Befunde lassen den Schluss zu, dass die Selenversorgung der Bevölkerung in der Steiermark entgegen den früheren Untersuchungen nicht mehr unzureichend ist. Sie liegt jedoch immer noch am unteren Rand der erwünschten Bandbreite und sollte weiterhin beobachtet werden.

Kennwörter:

Selenmangel, Se-Konzentration im Blutplasma, Steiermark, Österreich, Ernährung

Summary

Surveys on the population of the Austrian province of Styria in the period from 1988 to 1991 showed a selenium deficiency in this region. The present survey was conducted to examine whether the classification of Styria as a region with dissatisfactory selenium supply is still up-to-date.

For this purpose, a total of 2,604 blood samples were drawn from healthy persons of both sexes between two and 88 years of age, who reside in Styria and show dietary habits typical of this region, and were analysed with regard to their plasma selenium concentration.

The mean Se concentration in the blood plasma was $93 \pm 24 \mu\text{g/L}$ (median: 90; minimum 34; maximum 341; 25% and 75% quartile: 79 and $103 \mu\text{g/L}$). Starting from $82 \mu\text{g/L}$ in the youngest age group (two to 20 years), the Se level increased curvilinearly by increasing age and reached its maximum ($97 \mu\text{g/L}$) in the age group between 50 and 59 years. In the course of the years in which the samples were taken, unsystematic fluctuations occurred (minimum in 2005: $88 \mu\text{g/L}$; maximum in 2001: $97 \mu\text{g/L}$). Sex had no influence on the Se concentrations in the blood plasma.

The present findings lead us to conclude that the selenium supply of the Styrian population is no longer dissatisfactory in contrast to previous surveys. However, it is still at the lower end of the desired range and therefore is to be further monitored.

Keywords:

Selenium deficiency, blood plasma selenium, Styria, Austria, nutrition

Einführung

Das Element Selen wurde 1817 vom schwedischen Mediziner und Chemiker *Jöns Jakob Berzelius* entdeckt. Jedoch beschrieb bereits im 13. Jahrhundert *Marco Polo* Selenintoxikationen bei Pferden [6]. Noch vor einigen Jahrzehnten galt Selen als hochgiftiges, krebserregendes Spurenelement [13]. Erst im Jahr 1957 wur-

de dieses von den Forschern *Schwarz* und *Foltz* als essentielles Spurenelement klassifiziert [5]. Heute ist bekannt, dass Selen über die Nahrung aufgenommen werden muss, wobei Nahrungsmittel tierischer Herkunft die bedeutendste Quelle für den menschlichen Organismus sind.

In biologischer Funktion tritt Selen in sogenannten Selenoproteinen auf und ist dort als Selenocystein im

Peptidverband der Aminosäuren integriert [22]. Selenoproteine werden hinsichtlich ihrer biologischen Funktion vorwiegend in Verbindung mit Redoxprozessen (Glutathionperoxidase, Thioredoxinreduktase, Dejodase und Selenoprotein P) gesehen. Unter den funktionellen Selenoproteinen hat die Gruppe der Glutathionperoxidasen umfassende gesundheits- und lebenserhaltende Funktionen. Sie katalysiert den Abbau der reaktiven Hydroperoxide [28].

Weiters hemmt sie die Bildung von entzündungsfördernden Prostaglandinen und Leukotrienen [13]. Aus medizinischer Sicht ist das größte Interesse an diesem essentiellen Spurenelement seine zentrale Funktion in Bioproteinen mit antioxidativer Wirkung [17]. Diese ist unbedingt erforderlich, um im menschlichen Organismus eine Homöostase zwischen antioxidativen und oxidativen Stoffen herstellen zu können. Gelingt dies nicht, führt oxidativer Stress zu Zellveränderungen und schafft die Basis für stoffwechselbedingte Zivilisationskrankheiten [20]. In Form der Dejodasen ist Selen für die Aufrechterhaltung der Schilddrüsenfunktion ausschlaggebend [22]. Belastungen durch Schwermetalle (z. B. Rauchen, Quecksilber in Zahnfüllungen), Strahlenbelastungen, Konsum von Alkohol und Medikamenten können zusätzlich den Pool an verfügbarem Selen vermindern [6, 28].

Selenmangel wird mit zahlreichen ernsthaften Erkrankungen wie schwerwiegenden Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Gefäßerkrankungen, Immunschwäche, erhöhter Blutplättchenaggregation, Anämie, erhöhtem Blutdruck, multipler Sklerose, Muskeldystrophie (nichtneurogene Muskelschwundkrankung), zystischer Fibrose (Mukoviszidose), Erkrankungen der Atmungsorgane, HIV/Aids, Hauterscheinungen wie Psoriasis (Schuppenflechte), Morbus Crohn, plötzlichem Kindstod, Diabetes mellitus, Kropfbildung, Apoplexie und Colitis ulcerosa sowie Erkrankungen von Gelenken und des Bewegungsapparats in Verbindung gebracht [11, 14, 27, 28, 30]. Zahlreiche Humanstudien weisen darüber hinaus auf die Zusammenhänge zwischen der Entstehung von Krebs und niedrigen Selenwerten hin [4, 9, 10, 34]. Aus diesem Grund ist eine stets ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit dem essentiellen Spurenelement Selen von herausragender Bedeutung. Die österreichische Steiermark zählt zu den Regionen Mitteleuropas, in denen das Risiko einer defizitären Selenversorgung für besonders hoch angesehen wird. So zeigte sich in einer Studie aus dem Zeitraum von 1988 bis 1991, dass das mittlere Niveau der Se-Konzentrationen im Blutplasma von in der Steiermark ansässigen Personen mit nur 67 µg/L [32] klar am unteren Ende im Vergleich mit anderen mittel- und westeuropäischen Ländern lag [31].

Die Versorgung der steirischen Bevölkerung mit dem essentiellen Spurenelement Selen war damals offenbar flächendeckend als unbefriedigend einzustufen. In der Zwischenzeit hat sich jedoch die Herkunft der verzehrten Lebensmittel, deren Erzeugung

sowie auch das Ernährungsverhalten der Bevölkerung verändert, was möglicherweise auch die Se-Versorgung der Menschen beeinflusst hat. In diesem Zusammenhang beschreibt die vorliegende Studie die Befunde einer erneuten Erhebung des Selengehalts im Blutplasma der steirischen Bevölkerung über die Jahre 2001 bis 2006, mit der die frühere Klassifizierung der Steiermark als Se-Mangelgebiet [32] auf ihre Aktualität überprüft werden soll.

Material und Methodik

Probenkollektiv

Es standen Blutplasma-Proben von mehreren tausend Personen aus Österreich zur Verfügung, die im Verlauf der Jahre 2001 bis 2006 unter fachärztlicher Aufsicht gezogen wurden. Innerhalb dieses Pools wurden ausschließlich Proben von Personen weiter berücksichtigt, die österreichische Staatsbürger mit Wohnsitz im Bundesland Steiermark waren, keine klinisch manifesten Erkrankungen oder sonstige Gründe für einen stationären Aufenthalt vorwiesen und angaben, sich landesüblich zu ernähren. Diese Bedingungen erfüllten insgesamt 2604 Personen, deren Verteilung nach Alter und Geschlecht in *Tab. 1* angegeben ist.

Lebensalter (Jahre)	Weiblich	Männlich	Gesamt
2–20	66	56	122
20–29	263	147	410
30–39	418	227	645
40–49	419	273	692
50–59	253	171	424
60–69	137	98	235
70–88	41	35	76
2–88	1597	1007	2604

Tab. 1: Verteilung des Probenkollektivs nach Alter und Geschlecht der Probanden.

Probenverarbeitung und Selenanalyse

Die Blutproben wurden im Rahmen der ärztlichen Untersuchung ohne spezifische Vorbereitung der Probanden (z. B. Nüchterung) gewonnen. Als Probenmaterial wurde Serum (Vacutainerröhrchen mit Gel) verwendet. Die Proben wurden 30 min bei 3000 U/min zentrifugiert, das Serum anschließend abpipettiert und bis zur Analyse im Kühlschrank bei 4 °C gelagert. Zur Analyse der Konzentration von Selen im Serum wurden von jeder Probe zwei Parallelbestimmungen durchgeführt. Hierbei wurden folgende Chemikalien verwendet: Triton® X 100 (SERVA, Deutschland), Titrisol Selen-Standard 1 g (MERCK, Deutschland), Nickel-II-Nitrat-Hexahydrat (MERCK, Deutschland), Aqua dest. Rotipuran (ROTH, Deutschland). Rotipuran ist ein hochreines Aqua dest. und wird zur Verdünnung von Titrisol Selen-Standard 1 g und zur Verdünnung von Nickel-II-Nitrat-Hexahydrat verwendet. 100 µL der Probe wur-

den mit 900 µL Triton® X 100 versetzt und gut gemischt. Kontrollproben enthielten eine genau definierte Menge des zu untersuchenden Elementes Selen. Sie wurden bei jeder Untersuchungsserie zur Qualitätssicherung mitgemessen. Kontrollproben sowie Standard wurden in gleicher Weise angesetzt. Als Reagenzienblindwert wurde 1 mL 0,1 % Triton® X 100 verwendet. Nickel-II-Nitrat-Hexahydrat wurde als Modifier über den Autosampler dem Messsystem zugeführt. Die Messung erfolgte über die elektrothermale Atomabsorptionsspektrometrie (ET ASS) mit Grafitrohrtechnik. Diese Methode hat sich in der Klinik als Standardmethode etabliert. Vorteil der Grafitrohrmethode ist die hohe Empfindlichkeit des Verfahrens bei gleichzeitiger Verminderung von Matrixeffekten (Zeemann-Effekt). Hierbei wird die Messlösung mit Hilfe einer Mikropipette in ein Grafitrohr dosiert, durch stufenweises Aufheizen vom Lösungsmittel und anderen Begleitsubstanzen befreit und anschließend atomisiert. Es entsteht ein Messsignal, dessen Fläche proportional zu der Masse des zu bestimmenden Elements ist. Die Konzentration der Lösung lässt sich über das dosierte Probenvolumen berechnen. In der vorliegenden Studie wurde die Se-Analyse über eine Serumstandardlösung in einem Konzentrationsbereich von 50 bis 3050 µg/L nach identischer Probenvorbereitung wie bei den Plasmaproben kalibriert [25]. Sämtliche Proben wurden am Institut für Ernährung und Stoffwechselerkrankungen (Hauptstraße 140, A-8301 Laßnitzhöhe) gewonnen, gelagert und analysiert.

Statistische Methoden

Zur Überprüfung der Fragestellung wurde eine univariate 3-faktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Altersgruppe (1 bis 7), Geschlecht (weiblich/männlich) und Jahr der Probennahme (2001 bis 2006) einschließ-

lich der jeweiligen Interaktionen berechnet. (Verwendete Software: SPSS 14.0 for Windows und SPSS 16.0). Zur genaueren Analyse der Ergebnisse wurden die einzelnen Gruppen der signifikanten Haupteffekte (Alter und Untersuchungsjahr) im Zuge der Post-hoc-Tests paarweisen Vergleichen unterzogen. Die paarweisen Vergleiche erfolgten nach *Tamhane*, da keine Varianzenhomogenität gegeben ist. Nachdem sieben Altersgruppen sowie sechs Untersuchungsjahre vorliegen, wurden 21 bzw. 15 Vergleiche durchgeführt. Durch die multiplen Vergleiche an derselben Grundgesamtheit erhöht sich die Wahrscheinlichkeit eines Alpha-Fehlers. (Dies bedeutet, dass fälschlicherweise die Alternativhypothese angenommen wird, obwohl kein signifikanter Unterschied vorliegt und damit die Nullhypothese gültig ist.) Die Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % war entsprechend zu korrigieren (α_{neu} für die Altersgruppen = 0,002 bzw. α_{neu} für die Untersuchungsjahre = 0,003). Diese Korrektur wurde nach der Methode von *Bonferroni-Holm* durchgeführt.

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die arithmetischen Mittelwerte der Se-Konzentrationen im Blutplasma über die einzelnen Altersgruppen, das Geschlecht und den Zeitverlauf der Probennahme. Statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Mittelwerten sind durch unterschiedliche Hochbuchstaben gekennzeichnet. Darüber hinaus sind neben den arithmetischen Mittelwerten noch weitere Kennwerte zur deskriptiven Statistik angeführt (Median, Standardabweichung [±], 1. und 3. Quartil sowie das Minimum und das Maximum).

Ergebnisse

Tab. 2 zeigt die Kennwerte für die Se-Konzentration im Blutplasma über das gesamte Probenkollektiv sowie in

	Mittelwert ± Standardabweichung	Median	25%-Quartil	75%-Quartil	Minimum	Maximum
<i>Alle Daten</i>	93±24	90	79	103	34	341
<i>Altersgruppe (Jahre)</i>						
<20	82 ^a ±21	80	69	92	40	157
20–29	90 ^b ±21	89	79	100	46	269
30–39	93 ^b ±24	90	80	103	50	247
40–49	94 ^{bc} ±23	90	80	105	45	217
50–59	97 ^c ±28	91	80	108	45	341
60–69	93 ^b ±25	90	77	108	34	253
>69	93 ^b ±30	89	80	100	46	267
<i>Geschlecht</i>						
Weiblich	93±26	90	79	102	34	341
Männlich	93±22	90	80	104	45	251
<i>Jahr der Probennahme</i>						
2001	97 ^A ±34	90	75	109	34	247
2002	91 ^{AB} ±28	91	81	107	46	341
2003	93 ^{AB} ±24	89	79	103	46	253
2004	96 ^A ±24	91	80	109	45	177
2005	88 ^B ±21	84	75	100	40	198
2006	88 ^B ±18	90	80	100	50	160

a, b, c Mittelwerte der einzelnen Altersgruppen ohne gemeinsame Hochbuchstaben sind signifikant verschieden

A, B, C Mittelwerte der einzelnen Jahre der Probennahme ohne gemeinsame Hochbuchstaben sind signifikant verschieden

Tab. 2: Se-Konzentrationen im Blutplasma (µg/L) steirischer Probanden in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Jahr der Probennahme.

Abhängigkeit des Alters, des Geschlechts der Probanden bzw. des Jahres der Probennahme. Im Gesamtmittel lag die Se-Konzentration des Blutplasmas bei $93 \pm 24 \mu\text{g/L}$. Die Werte erstreckten sich von 34 bis $341 \mu\text{g/L}$, wobei 50 % aller Fälle in einem Bereich zwischen 79 und $103 \mu\text{g/L}$ lagen. Die Varianzanalyse über das gesamte Datenmaterial zeigte einen signifikanten Unterschied zwischen den „Altersgruppen“ sowie den „Jahren der Probennahme“ (in beiden Fällen gilt $p < 0,05$), während das Geschlecht der Probanden sowie die Interaktionen keine statistische Bedeutung hatten (Geschlecht: $p = 0,586$, n. s.; Alter*Geschlecht: $p = 0,668$, n. s.). Mit steigendem Lebensalter deutete sich ein kurvilinearere Verlauf der Konzentration an Plasma-Selen an, wobei in der Altersklasse zwischen 50 und 59 Jahren ein Maximum zu beobachten war ($97 \mu\text{g/L}$). Besonders niedrige Se-Werte wiesen demgegenüber die Probanden der jüngsten Altersgruppe auf (im Mittel $82 \mu\text{g/L}$). Die Unterschiede der Se-Gehalte im Blutplasma im Zeitverlauf der Probennahme wiesen kein systematisches Muster auf. Die Jahresmittelwerte bzw. -mediane schwankten zwischen 88 bzw. $84 \mu\text{g/L}$ (Jahr 2005) und 97 bzw. $84 \mu\text{g/L}$ (Jahr 2001).

Diskussion

In der vorliegenden Arbeit betrug die mittlere Selenkonzentration im Blutplasma der Probanden aus der Steiermark $92 \mu\text{g/L}$. Dieses Niveau liegt im Durchschnitt innerhalb der Bandbreite, die auf eine adäquate Se-Versorgung schließen lässt ($70\text{--}110 \mu\text{g/L}$ [24], $>81 \mu\text{g/L}$ [1]). Auch die Betrachtung des Medians und des 25%-Quartils lässt den Schluss zu, dass bei drei Vierteln der insgesamt 2604 Probanden von einer akzeptablen Se-Versorgung ausgegangen werden kann. Gegenüber der aktuellen Situation ergab eine Vorläuferstudie aus dem Zeitraum 1988 bis 1991 mit Blutplasma von Personen aus der gleichen Region (Steiermark) deutlich niedrigere Se-Konzentrationen von etwa $67 \mu\text{g/L}$ [32]. Dieses Niveau lag damals im Vergleich zu anderen mittel- und westeuropäischen Ländern [31] klar am unteren Ende und deutete auf eine generelle Unterversorgung der steirischen Bevölkerung mit dem essentiellen Spurenelement Selen hin. Der signifikante Anstieg der durchschnittlichen Selenversorgung der steirischen Bevölkerung von einem unzureichenden auf ein adäquates Niveau innerhalb der vergangenen 15 Jahre könnte mehrere Ursachen gehabt haben. Eine plausible Erklärung wäre beispielsweise eine Verschiebung der Ernährungsgewohnheiten in Richtung von Nahrungskomponenten mit relativ hohem Selengehalt. Da Selen hauptsächlich über das Nahrungsprotein aufgenommen wird (v. a. als Selenomethionin), ist tierisches Eiweiß grundsätzlich als potente Selenquelle für die menschliche Ernährung anzusehen. So sind neueren Schätzungen zufolge in Deutschland etwa zwei Drittel der Gesamtaufnahme an Selen auf den Verzehr von tierischem Eiweiß zurückzuführen [19]. Hiervon nimmt das Mus-

kelfleisch landwirtschaftlicher Nutztiere die dominierende Rolle ein, obgleich der Pro-Kopf-Verbrauch von Fleisch in der Zeit von 1990 bis 2006 um 3,3 % auf $98,5 \text{ kg}$ in Summe gesunken ist. Bei genauer Betrachtung der einzelnen Fleischarten wurde festgestellt, dass der Pro-Kopf-Verbrauch von Schweinefleisch ($-5,5 \%$) und Rindfleisch ($-18,7 \%$) zurückgegangen ist, dagegen der von Geflügelfleisch ($+35,4 \%$) gestiegen ist. Zudem erhöhte sich der Pro-Kopf-Verbrauch von Fisch im Vergleichszeitraum um 38,6 % auf $7,6 \text{ kg}$. Gestiegen ist auch der Absatz von Molkereiprodukten, die ebenfalls als hervorragende Selenquellen gelten. Zwar ist der Trinkmilch- und Joghurtverbrauch im genannten Zeitraum um 10,9 % auf $92,7 \text{ kg}$ gesunken, der Käseverbrauch dagegen ist auf $18,4 \text{ kg}$ ($+61,4 \%$) gestiegen. Der Pro-Kopf-Verbrauch von Eiern verhielt sich mit ca. 14 kg pro Jahr von 1990 bis 2006 konstant [29].

Da im Beobachtungszeitraum (1990 bis 2006) der Verbrauch an tierischen Lebensmitteln in Summe etwa gleich geblieben ist, könnten hingegen Veränderungen der Ernährungsgewohnheiten innerhalb dieser Gruppe von Lebensmitteln einen positiven Effekt auf die Selenversorgung der steirischen Bevölkerung ausgeübt haben. So könnten der vermehrte Konsum von Geflügelfleisch, Fisch und Käse zur Erhöhung des Plasma-Se-Spiegels bei gleichzeitigem Rückgang des Rindfleisch- und Schweinefleisch- sowie Frischmilch- und Joghurtverbrauches beigetragen haben. Auch die Provenienz der Lebensmittel könnte die Veränderung des Plasma-Se-Spiegels beeinflusst haben. Im Gegensatz zum Untersuchungszeitraum der Vorläuferstudie [32], in dem wegen des national gesteuerten Landwirtschaftssystems eine nahezu vollständige Eigenversorgung dieser Produkte gewährleistet war, herrschte im Untersuchungszeitraum der vorliegenden Studie der freie Warenverkehr in der EU vor. So wurde im Untersuchungszeitraum rund jedes dritte in Österreich vermarktete Schwein und jedes siebente Rind nicht in Österreich geboren und gemästet. Während die angebotene Frischmilch nach wie vor fast ausschließlich aus Österreich stammt, wurden im selben Zeitraum bereits 35 % des Käses und 40 % des Joghurts importiert [2]. Die importierten Lebensmittel könnten aus Gebieten mit einer höheren Se-Versorgung als in Österreich stammen.

Eine weitere wichtige Ursache des Anstiegs des Plasma-Se-Spiegels der steirischen Bevölkerung in den vergangenen 15 Jahren liegt möglicherweise an der grundlegenden Verbesserung der Se-Versorgung landwirtschaftlicher Nutztiere. Aufgrund von zumeist limitierten Gehalten an natürlichem Selen in Futtermitteln ist es inzwischen gute fachliche Praxis, das Futter der Tiere mit anorganischen und neuerdings auch organischen Selenquellen zu ergänzen. Dies erhöht unmittelbar die Se-Gehalte der tierischen Produkte, was jüngste Berichte über relativ hohe Gehalte an Selen, insbesondere im Muskelfleisch, gut erklärt [16, 19]. Der

Transfer des Selens vom Futter in Fleisch, Milch und Eier ist bei Verfütterung organischer Selenquellen (z. B. Selenhefen) besonders stark ausgeprägt [3]. Nicht zuletzt auch aus diesem Grund unterliegt die Se-Versorgung landwirtschaftlicher Nutztiere einer futtermittelrechtlichen Obergrenze von 0,5 mg Gesamtselen je Kilogramm Futter (bezogen auf 88 % Trockenmasse).

Im Vergleich zu Lebensmitteln tierischer Herkunft werden solche pflanzlichen Ursprungs generell als selenarm angesehen. Der Selengehalt einer Pflanze kann jedoch erheblich schwanken, und zwar in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit an gelöstem Selenat im Wurzelbereich. Sowohl niedrige Se-Gehalte im Boden als auch reduktive Verhältnisse (z. B. bei hohen Niederschlägen) behindern die pflanzliche Verfügbarkeit von Selenat und verursachen niedrige Se-Gehalte in der Pflanze. Dies ist die typische Situation, etwa im Alpenraum und im Bereich der Böhmisches Masse (Österreich, Bayern, Tschechien, Slowakei), und hat zur Folge, dass die dort erzeugten Nahrungspflanzen oftmals unbefriedigend niedrige Se-Gehalte aufweisen. Gleiches gilt auch für die Futtermittel, die bei alleiniger Verwendung in der Nutztierfütterung wiederum niedrige Se-Gehalte in den tierischen Produkten verursachen. Auf der anderen Seite können die gleichen Pflanzen unter anderen geogenen und klimatischen Bedingungen weitaus höhere Se-Gehalte aufweisen als unter mitteleuropäischen Bedingungen, wie etwa Getreide aus Nordamerika [18]. Wie stark sich die lokale Se-Versorgung der Pflanzen auf die Se-Versorgung der Bevölkerung auswirken kann, zeigen finnische Resultate einer gezielten Anreicherung von Selen in Düngemitteln. Durch diese Maßnahme kam es ausgehend von einer geogen und klimatisch bedingten Se-Mangelsituation zu einer signifikanten Erhöhung des Selengehalts in lokal erzeugtem Getreide, Milch und Fleisch und in dessen Folge zu einem Anstieg des Selenspiegels im Blut der finnischen Bevölkerung um bis zu 50 % [33].

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass der internationale Warenverkehr von Rohstoffen zur Herstellung pflanzlicher Nahrungsmittel wie auch der Handel mit den konsumfertigen Produkten die frühere Bindung an die regionale Pflanzenproduktion weitgehend abgelöst hat. Darüber hinaus hat sich das österreichische Konsumverhalten von Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft in den vergangenen Jahren spürbar in Richtung Pizza, Pasta und Asia Food verschoben [7]. Die Entkopplung der Ernährung von der lokalen Urproduktion an pflanzlichen Rohstoffen dürfte auf niedrige Se-Gehalte der Nahrung generell eine ausgleichende Wirkung haben [12] und auch in der Steiermark in den vergangenen 15 Jahren zur Verbesserung der Se-Versorgung der Bevölkerung beigetragen haben. Sichere Daten über etwaige Verschiebungen der Se-Gehalte in diesem Lebensmittelsektor liegen bislang allerdings noch nicht vor.

Eine weitere Variationsursache der Selenversorgung

der Bevölkerung könnte im Zusammenhang mit den Selenverlusten bei der Zubereitung der Lebensmittel stehen. Während die typischen Zubereitungsarten von tierischen Lebensmitteln (Braten, Frittieren) allenfalls geringe Se-Verluste verursachen (ca. 15 %), wird beim Kochen pflanzlicher Lebensmittel von Verlusten bis zur Hälfte des ursprünglichen Se-Gehalts berichtet [26]. Andere Autoren kommen jedoch zum Schluss, dass bei den gewöhnlichen Kochtechniken keine gravierenden Se-Verluste zu befürchten sind [15].

In der vorliegenden Untersuchung deutete sich eine kurvilineare Abhängigkeit des Se-Spiegels im Blutplasma vom Alter der Probanden ab, wobei die niedrigsten Werte bei jungen Probanden (<20 Jahre) zu beobachten waren und ein Maximum im Bereich um etwa 50 Jahre. Ähnliche Beobachtungen mit dem Maximum des Plasma-Se-Spiegels im Altersbereich zwischen etwa 30 und 60 Jahren wurden auch in der Vorläuferstudie über die Se-Versorgung der steirischen Bevölkerung sowie in weiteren Untersuchungen aus anderen Regionen beobachtet [32]. Die Tendenz eines rückläufigen Plasma-Se-Spiegels bei älteren Probanden könnte mit veränderten Ernährungsgewohnheiten in Beziehung gebracht werden, insbesondere mit einem rückläufigen Konsum von Lebensmitteln tierischer Herkunft (v. a. Fleisch). Inwieweit ein ähnlicher Zusammenhang auch auf junge Probanden zutrifft, ist allerdings unklar.

Zwischen weiblichen und männlichen Probanden zeigten sich keine Unterschiede im Selengehalt des Blutplasmas [32]. Offenbar reichen kleinere Abweichungen des Ernährungsverhaltens von Frauen gegenüber Männern (z. B. leicht geringerer Konsum von Fleisch [21]) nicht aus, um sich im Selenspiegel des Blutplasmas systematisch niederzuschlagen.

Innerhalb des Untersuchungszeitraums zeigten sich Schwankungen des mittleren Se-Spiegels im Blutplasma der Probanden. Hierbei wies v. a. das Jahr 2005 sowohl im arithmetischen Mittelwert als auch im Median ein niedriges Niveau auf. Inwieweit dies auf eine Fluktuation des Konsumverhaltens und/oder der Se-Gehalte der verzehrten Nahrungsmittel zurückzuführen ist, bleibt jedoch angesichts fehlender Messungen mit der erforderlichen zeitlichen Auflösung unklar.

Schlussfolgerungen

Insgesamt deuten die Resultate der vorliegenden Studie darauf hin, dass sich die Versorgungssituation der steirischen Bevölkerung mit dem essentiellen Spurenelement Selen im Vergleich zur Situation um 1990 deutlich entspannt hat. Die Hauptgründe für diese Entwicklung dürften die erhöhten Se-Konzentrationen (aufgrund der Se-Supplementierung der Nutztiere) sowie die verstärkte Entkopplung der Ernährung der Bevölkerung von der lokalen Urproduktion an Primärprodukten gewesen sein. Ähnliche Entwicklungen haben sich wahrscheinlich auch in anderen europäischen Ländern

vollzogen. Die frühere Aussage, dass das Risiko einer Unterversorgung an Selen im Alpenraum und der Böhmisches Masse (z. B. Österreich, Bayern, Tschechien, Slowakei) besonders groß sei [31, 32], trifft heutzutage möglicherweise nicht mehr in diesem Umfang zu. Dennoch ist zu beachten, dass sich der mittlere Plasma-Se-Spiegel der steirischen Probanden am unteren Rand der erwünschten Bandbreite bewegt und aus diesem Grunde weiterhin beobachtet werden sollte.

Literaturverzeichnis

- [01] *Adelwöhrer N., Lindschinger M.*: Mikronährstoffe sinnvoll einsetzen. *Medical Tribune*, 2005; 37 (22): 24–25.
- [02] AMA – Agrarmarkt Austria, RollAMA 2007.
- [03] *Anadón A. et al.*: Opinion of the Scientific Panel FEEDAP on the safety and efficacy of the product Sel-Plex 2000 as a feed additive according to Regulation (EC) No 1831/2003. *The EFSA Journal*, 2006; 348: 1–40.
- [04] *Baines A., Taylor-Parker M., Goulet A. C., Renaud C., Gerner E. W., Nelson M. A.*: Selenomethionine inhibits growth and suppresses cyclooxygenase-2 (COX-2) protein expression in human colon cancer cell lines. *Cancer Biology & Therapy*, 2002; 1 (4): 370–374. Abstract-download vom 28.2.2008 von Ovid MEDLINE.
- [05] *Beuth J. et al.*: Selen gegen Krebs, Trias Verlag, Stuttgart, 2006.
- [06] *Boll I., Heinze K.*: Selen in der Medizin. Seminarvortrag im Rahmen des Anorganisch-chemischen Fortgeschrittenenpraktikums 18.5.2001. Download vom 8.2.2007 von www.chemgeo.uni-hd.de/AC/huttner/heinze/katja/seminar/selen.pdf.
- [07] Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasser, 2006.
- [08] Lebensmittelbericht Österreich 2006, Wien.
- [09] *Clark L.C. et al.*: Decreased incidence of prostate cancer with selenium supplementation: results of a double-blind cancer prevention trial. *British Journal of Urology*, 1998; 81: 730–734. Abstract-download vom 7.2.2007 von Ovid MEDLINE.
- [10] *Combs G.F. Jr.*: Current Evidence and Research Needs to Support a Health Claim for Selenium and Cancer Prevention. *The Journal of Nutrition*, 2005; 135: 343–347.
- [11] CRNSS (Centre for Research on Nutrition Support Systems), 2006. *Nutrition In Disease Management*. Download vom 28.2.2008 von www.crnss-india.res.in/update_jul_06.pdf.
- [12] *Domke A. et al.*: Verwendung von Mineralstoffen in Lebensmitteln, 2004. Download vom 28.2.2008 von der Website des Bundesinstituts für Risikobewertung, www.bfr.bund.de/cm/238/verwendung_von_mineralstoffen_in_lebensmitteln_bfr_wissenschaft_4_2004.pdf.
- [13] *Fuchs N.*: Mineralstoffe. Salze des Lebens, Verlag des Österreichischen Kneippbundes Ges. m. b. H., Leoben, 1993.
- [14] *Gilgun-Sherki Y., Melamed E., Offen D.*: The role of oxidative stress in the pathogenesis of multiple sclerosis: The need for effective antioxidant therapy. *Journal of Neurology*, 2004; 251: 261–268.
- [15] *Higgs D.J., Morris V.C., Levander O.A.*: Effect of cooking on selenium content of foods. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1972; 20 (3): 678–680.
- [16] *Harsen I.*: Untersuchungen zum Selenspiegel bei Multipler Sklerose, Dissertation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2007.
- [17] *Kyriakopoulos A. et al.*: Prevention Against Oxidative Stress of Eukaryotic Cell Membranes by Selenium Compounds of the Rat. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 2004; 1030: 458–461.
- [18] *Letsche M.*: Selenkonzentrationen im Serum von Patienten aus dem Raum Tübingen mit koronarer Herzkrankheit und dilatativer Kardiomyopathie, Dissertation, Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen, 2000.
- [19] *Li F.*: Determination of selenium and selenium compounds in body fluids, Dissertation, Karl-Franzens-Universität Graz, 1998.
- [20] *Lindschinger M.*: Anti-Stress-Ernährung, Verlag des Österreichischen Kneippbundes Ges. m. b. H., Leoben, 2002.
- [21] *Linseisen J. et al.*: Meat consumption in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC) cohorts: results from 24-hour dietary recalls. *Public Health Nutrition*, 2002; 5: 1243–1258.
- [22] *Marktl W.*: Physiologie und Ernährungsphysiologie von Selen. *Journal für Mineralstoffwechsel*, 2001; 8 (3): 34–36.
- [24] ORTHOMEDIS Speziallabor AG: Spurenelement Selen, 2006. Download vom 13.2.2007 von www.orthomedis.ch/selen.htm.
- [25] *Rückgauer M.*: Methodenbestimmung zur direkten Bestimmung von Selen mittels elektrothermaler Atomabsorptionsspektrometrie. *Biomedizinische Technik*, 1996; 41: 263–341.
- [26] *Sager M.*: Selen und andere Spurenelemente in der österreichischen Landwirtschaft. Bericht der ALV-Jahrestagung, 2005; 68–71.
- [27] *Schloske L.*: Untersuchung über die Art und Höhe des Seleneintrages in Milch- und Getreideprodukte durch Selen-Flüssig-Blattapplikation, Dissertation, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität zu Bonn, 2005.
- [28] *Schünke G., Kuhlmann D., Lau W.*: Orthomolekulare Medizin. Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente, Hippokrates Verlag, Stuttgart, 1997.
- [29] Statistik Austria: Versorgungsbilanzen, 2008.

- [30] *Suadicani P., Hein H.O., Gyntelberg F.*: Strong Mediators of Social Inequalities in Risk of Ischaemic Heart Disease: A Six-Year Follow-Up in the Copenhagen Male Study. *International Journal of Epidemiology*, 1997; 26 (3): 516–522.
- [31] *Thorling E.B.*: Selenium status in Europe – human data, a multicenter study. *Annals of Clinical Research*, 1986; 18 (1): 3–7.
- [32] *Tiran B., Tiran A., Petek W., Rossipal E., Wawschinek O.*: Selenium status of healthy children and adults in Styria (Austria). Investigation of a possible undersupply in the Styrian population. *Trace Elements in Medicine*, 1992; 9 (2): 75–79.
- [33] *Varo P., Alfthan G., Ekholm P., Aro A., Koivisto P.*: Selenium intake and serum selenium in Finland: effects of soil fertilization with selenium. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1988; 48: 324–329.
- [34] *Zamamiri-Davis F. et al.*: Nuclear factor-KB mediates over-expression of cyclooxygenase-2 during activation of RAW 264.7 macrophages in selenium deficiency. *Free Radical Biology and Medicine*, 2002; 32 (9): 890–897.

Adresse der Autoren:

DI Rudolf Stueckler
 AMA Marketing GesmbH
 Produkt-Management Fleisch und Fleischwaren,
 Geflügel und Eier
 Wien
 rudolf.stueckler@ama.gv.at

Univ.-Prof. DI Dr. Wilhelm Windisch
 Universität für Bodenkultur Wien
 Department für Lebensmittelwissenschaften
 und -technologie (DLWT)
 Wien
 wilhelm.windisch@boku.ac.at

Univ. Doz. DI Dr. Klemens Fuchs
 Mag. Tatjana Strimitzer
 Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit,
 Data, Statistics & Risk Assessment
 Graz
 tanja.strimitzer@ages.at
 klemens.fuchs@ages.at

Mag. (FH) Irene Schmid
 Prim. Dr. Meinrad Lindschinger
 Institut für Ernährung und Stoffwechselerkrankungen
 Schwarzl Tagesklinik
 Laßnitzhöhe
 office@lindschinger.at

DIE ERNÄHRUNG

ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR WISSENSCHAFT, RECHT, TECHNIK UND WIRTSCHAFT

NUTRITION

AUSTRIAN JOURNAL FOR SCIENCE, LAW, TECHNOLOGY AND ECONOMY

Offizielles Organ der Österreichischen Gesellschaft für Ernährung (ÖGE) und ihrer Sektionen und Zweigvereine, des Fachverbandes der Nahrungs- und Genussmittelindustrie Österreichs, des Schutzverbandes der österreichischen Lebensmittelindustrie

HERAUSGEBER: Fachverband der Lebensmittelindustrie
 A-1030 Wien, Zaunergasse 1-3

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT:

Generaldirektor Univ.-Prof. Dr. iur. et rer. pol. W. Barfuß
 Univ.-Prof. DI Dr. nat. techn. E. Berghofer
 Univ.-Prof. DI Dr. nat. techn. Dr. h. c. E. Brandl
 Vizepräsident des OGH Hon.-Prof. Dr. K. Brustbauer
 Univ.-Prof. Dr. med. P. H. Clodi
 Univ.-Prof. Dr. med. W. Druml
 Univ.-Prof. Dr. agr. I. Elmadfa
 Univ.-Prof. Dr. med. J. M. Hackl
 Univ.-Prof. Dr. med. K. Irsigler
 OR Dr. L. Jirovetz
 Univ.-Prof. Dr. med. vet. J. Leibetseder
 Ass.-Prof. Dr. P. Paulsen
 Hon.-Prof. Dr. iur. K. Smolka
 Univ.-Prof. Dr. G. Sontag
 ao. Univ.-Prof. Dr. I. Steiner
 Univ.-Prof. Dr. med. R. Wenger

CHEFREDAKTEUR: Dr. Michael Blass

REDAKTION „WISSENSCHAFT“: DI Dr. Udo Pechanek, Mag. Marlies Gruber

ÖSTERREICHISCHE SPIRITUOSENZEITUNG

FÜR INDUSTRIE, GEWERBE UND HANDEL
 FACHBLATT FÜR DIE SPIRITUOSENERZEUGUNG, WEIN- UND
 OBSTBRENNEREIEN, FRUCHTSÄFTE UND SEKTERZEUGUNG
 SOWIE GÄRUNGSESSIGE

Offizielles Organ des Verbandes der Spirituosenindustrie und des Schutzverbandes Österreichischer Spirituosen-, Sekt- und Fruchtsafthersteller

REDAKTION: Dr. Bruno Mayer

VERLEGER: Fachzeitschriftenverlagsges. m. b. H.
 A-1030 Wien, Schwarzenbergplatz 6
 t +43 1 715 31 93, f +43 1 715 48 19
 ernaehrung@dielebensmittel.at

GESCHÄFTSFÜHRER: Dr. Bruno Mayer

LAYOUT: Verena Meixner
 GRAFIK: Matthias Berke
 KORREKTORAT: Johann Schnellinger

ERNÄHRUNG/NUTRITION – ISSN 0250-1554 – erscheint elfmal jährlich.
 Nachdruck sämtlicher Artikel, auch auszugsweise, nur mit Quellenangabe,
 gegen Belegexemplar;
 Zitierung von wissenschaftlichen Beiträgen: ERNÄHRUNG/NUTRITION.

JAHRESABONNEMENT:

Inland € 75,00; Einzelpreis Inland € 11,00 inkl. 10 % MwSt.
 Ausland € 95,00; Einzelpreis Ausland € 13,00
 Die Mindestbezugsdauer für ein Abonnement [11 Ausgaben] beträgt ein Jahr.
 Kündigungen bzw. Adresswechsel sind schriftlich oder per E-Mail an die Adresse
 unserer Abo-Verwaltung zu richten. Die Kündigung kann jeweils 3 Monate vor Ende
 des Bezugsjahres erfolgen.

ABONNEMENTVERWALTUNG/ANZEIGENANNAHME:

Verena Meixner
 t +43 1 715 31 93, f +43 1 715 48 19
 ernaehrung@dielebensmittel.at
 Anzeigen: Es gilt Tarifblatt 2008.

HERSTELLER: Ueberreuter Print und Digimedia, A-2100 Korneuburg

Hinweis: Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in dieser Publikation auf die konsequente Anwendung der geschlechtergerechten Schreibung von Personennamen, Berufsbezeichnungen etc. verzichtet. Bei ausschließlicher Nennung der männlichen Form gilt diese immer gleichwertig für Männer und Frauen.
 Aus Gründen der sprachlichen Einheitlichkeit sind in dieser Publikation alle englischsprachigen redaktionellen Texte in britischem Englisch (British English) abgefasst.