

Weissmuskelkrankheit beim Vieh und zur Unfruchtbarkeit. Die Liste der *menschlichen Krankheiten*, die auf Selenmangel zurückgeführt werden, ist lang – und gleichzeitig immer noch heftig umstritten (Tab. 1). Die

Tab. 1. Krankheiten mit statistisch gesichertem Zusammenhang mit Selenmangel [8].

- Arteriosklerose und Herzinfarkt (eventuell auch Hirnschlag)
- Krebs (nicht alle Arten), Leukämie
- Lebernekrose (auch Zirrhose bei Alkoholismus)
- Kardiomyopathie (z. B. Keshan Disease)
- Rheumatisch-arthritische Syndrome (z. B. Kashin-Becksche Krankheit)
- Gelbsucht der Säuglinge infolge Hämolyse, besonders bei Frühgeburten
- Kwashiorkor in der dritten Welt
- Folgen von Blei-, Cadmium- und Quecksilberbelastung (Selen wirkt antagonistisch)
- Diabetes Typ 1 (falls viral bedingt)
- Retinopathie (grüner Star, z. B. bei Diabetikern)
- Katarakt (grauer Star)
- Mukoviszidose (zytische Fibrose)
- Pankreatitis
- Autoimmunkrankheiten verschiedener Genese
- Immunmangelsyndrome (u. a. auch Aids)
- Legionärskrankheit (besondere Pneumonieform)
- Verbrennungen

meisten und gleichzeitig auch die härtesten Daten betreffen die Zusammenhänge zwischen Selenmangel und *Krebsentstehung*. So korreliert die Menge des zugeführten Selen negativ mit Karzinomen der Brustdrüse, des Dickdarms, der Haut, der Eierstöcke, der Prostata, des Pankreas, der Urogenitalorgane und mit Leukämie. Salonen et al. [13] zeigten, dass das Sterberisiko an koronarer Herzkrankheit mit zunehmendem Blut-Selen Spiegel abnimmt, was Jackson [14] bestätigen konnte.

Vorkommen von Selen im menschlichen Körper

Im Körper kommen total 16 bis 20 mg Selen vor. Im Vollblut wurden 0,16 bis 0,24 mg/l, im Plasma 0,07 bis 0,15 mg/l und im Urin 0,035 bis 0,05 mg/l gemessen. Die höchsten Organkonzentrationen finden sich in Niere und Leber. Vom Nahrungsselen werden anorganisches Selen zu 30–70%, organische Verbindungen zu mehr als 90% resorbiert. Als Mindestbedarf pro Tag kann 1 µg Selen pro Kilogramm Körpergewicht angenommen werden. Dementsprechend beträgt die Recommended Daily Allowance (RDA) in den USA 0,05 bis 0,2 mg/Tag (Tab. 2, Ref. 3). Schrauzer [15, 16] hält 250–300 µg/Tag für optimal. Bei über 2–3 mg/Tag wird Selen toxisch. Absorbiertes Selen wird an noch nicht definierte Trägerproteine gebunden, von Erythrozyten aufgenommen und dort in organische Verbindungen eingebaut, wieder ans Blut abgegeben und an LDL gebunden weitertransportiert. Die Halblebenszeit von Selen im Körper beträgt 65–115 Tage, ist also gleich lang wie die Lebensdauer der Erythrozyten. Im üblichen Bereich findet keine Akkumulation von Selenit und Selenat statt, während Selen-Methio-

Tab. 2. Empfohlene Selen-Aufnahme (National Research Council USA [14]).

	Selen-Aufnahme (µg/die)
Kinder	
0 – 0,5 Jahre	10– 40
0,5–1 Jahre	20– 60
1 – 3 Jahre	20– 80
4 – 6 Jahre	30–120
7 und älter	50–200
Erwachsene	50–200

nin offensichtlich länger gespeichert wird. Vitamin C in physiologischen Dosen kann die Selenaufnahme fördern. Die Ausscheidung erfolgt über Stuhl, Harn und Atemluft.

Vorkommen von Selen in der Nahrung

Wir beziehen Selen aus tierischen wie pflanzlichen Quellen. Besonders selenreiche Nahrungsmittel sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Der Selengehalt im Boden bestimmt denjenigen in darauf wachsenden Pflanzen. Hofsommer unterscheidet selenreiche und selenarme Böden sowie solche mit einem mittleren Selengehalt, wobei er auf die grosse Schwankungsbreite hinweist [7]. Selenreich sind vor allem Böden im amerikanischen Mittleren Westen, in bestimmten Gebieten Chinas und in Neuseeland. In der Bundesrepublik Deutschland besteht ein Nord-Süd-Gefälle [6]. Der Selengehalt wird heute durch industrielle Kontamination verändert. Von den Pflanzen enthalten vor allem Kohlarten und Getreide relativ viel Selen, während im Obst nur sehr wenig Selen vorhanden ist [7]. Es gibt eigentliche Selenakkumulierende Pflanzen,

Tab. 3. Selengehalt von Lebensmitteln [7].

Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppe	Variationsbreite in mg/kg bzw. mg/l
Milch und Milchprodukte	0,005–0,238
Hühnereier	0,060–1,010
Rind- und Kalbfleisch	0,073–0,660
Schweinefleisch	0,099–0,470
Innereien vom Rind und Schwein	0,090–5,470
Süßwasserfisch	1,340–1,660
Seefisch (einschliesslich Erzeugnisse)	0,120–1,960
Schalen- und Weichtiere	0,49 –3,900
Blattgemüse	n. n. –1,120
Sprossgemüse	n. n. –3,280
Fruchtgemüse	n. n. –3,280
Wurzelgemüse	n. n. –1,170
Obst	n. n. –0,190
Fruchtsäfte	n. n. –0,006
Getreide	0,040–3,000
Kartoffeln	n. n. –1,030
Trinkwasser	n. n. –0,008

n. n. = nicht nachweisbar

Quelle: Deutsche Lebensmittel-Rundschau, 78. Jahrg., Heft 2, 1982
Hofsommer und Bielig, Berlin

(z.B. Astragalus), auch in der Schweiz, worauf Quinche [12] hingewiesen hat. Neben Fleisch beinhalten vor allem Fische und Seafood viel Selen, wobei dasjenige aus Meerestieren weniger gut absorbiert und physiologisch weniger aktiv sein soll. Ein variabler Anteil geht durch die Nahrungszubereitung verloren. Die Methodologie der Selenbestimmung ist weitgehend standardisiert. Es geht aber nicht an, aus dem Gehalt im Boden beispielsweise eine durchschnittliche Zufuhr zu errechnen, wie Studien aus Finnland gezeigt haben [9]. Vielmehr muss das effektiv zugeführte Selen in den tatsächlich verzehrten Nahrungsmitteln gemessen werden, und zwar für jede untersuchte Region getrennt! Leider liegen für die Schweiz bisher nur wenige diesbezügliche Untersuchungen vor. Eine Übertragung der Daten aus den USA und den anderen europäischen Ländern auf die Schweiz ist daher fragwürdig.

Selenzufuhr in der Schweiz

Leider liegen auch dafür nur wenige Daten vor, so vor allem von Wytttenbach und Zimmerli. Sie haben den Selengehalt bei der Verpflegung in vier verschiedenen Institutionen bestimmt bei einer Energieaufnahme von 2500 kcal/Tag (Abb. 2, Ref. 24–26). Erwartungsgemäss wurde bei vegetarischer Ernährung am wenigsten Selen zugeführt. Da bei dieser Berechnung Zwischenverpflegungen nicht berücksichtigt wurden, genügt die mittlere Selenzufuhr den erwähnten amerikanischen Empfehlungen. Dies wird auch durch die Untersuchungen von Wytttenbach und Bajo an Patientinnen der Frauenklinik Bern mit und ohne Brustkrebs bestätigt [1]. Angaben über den Selengehalt in Pflanzen und Pilzen verdanken wir Quinche, Dvorak und Stijve, während Zimmerli, Mathis und Erard den Selengehalt verschiedener menschlicher und tierischer Nahrungsmittel erhoben haben. Wie andernorts, ist auch in der Schweiz der Selengehalt in Baby-Nahrung minimal [4, 7].

Beurteilung der Selenversorgung in der Schweiz

Die schweizerischen Böden sind wie diejenigen in ganz Mitteleuropa als *selenarm* zu bezeichnen. Trotzdem ist die Selenaufnahme des Schweizlers genügend, aber an der unteren Grenze der nach RDA empfohlenen Zufuhr. Dies kann wohl einerseits durch den Beitrag importierten Getreides, insbesondere aus den USA und Kanada, andererseits durch die Zufuhr mit Fleisch und Fisch, erklärt werden. Die Frage, ob in der Schweiz wie in anderen europäischen Ländern effektiver oder wenigstens mindestens marginaler Selenmangel besteht, ist umstritten [1, 8, 24–26]. Ebenso kontrovers werden Wünschbarkeit, Notwendigkeit und Sicherheit einer erhöhten Selenzufuhr, zum Beispiel durch Selenzusätze zu Lebensmitteln, diskutiert. Schrauzer [15] postuliert, dass Amerikaner und Europäer allenfalls die Hälfte der zur Erzielung optimaler Krebschutzwirkung erforderlichen Selenmengen von den 250–300 µg erhalten und damit die Indikation zu

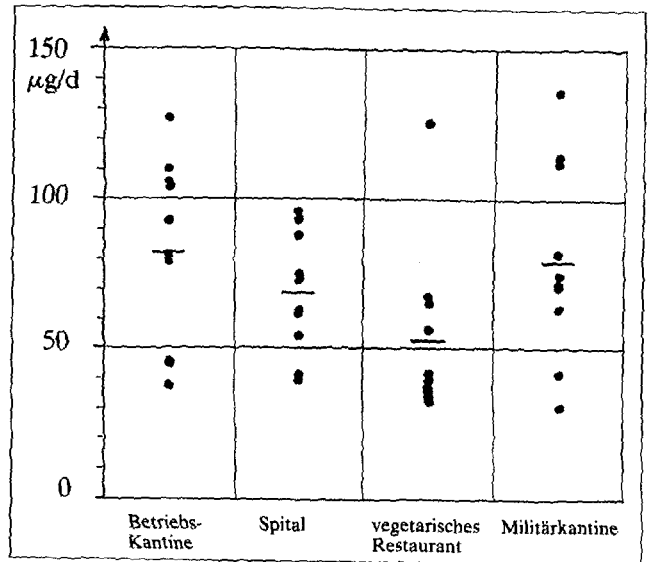


Abb. 2. Selengehalt in der täglichen Schweizer Nahrung. Vergleich 4 verschiedener Quellen (Wytttenbach, Zimmerli, 1988).

Selenzusätzen gegeben sei. Neben der Möglichkeit einer Zugabe von Selen zu Düngemitteln besteht die Möglichkeit der individuellen Substitution. Wie erwähnt, stehen dafür bereits verschiedene Präparate zur Verfügung, in der Schweiz allerdings nur eines als Selenmethionin. Schrauzer hält die *zusätzliche* Einnahme von 100 bis 200 µg Selen pro Tag für Erwachsene für ausreichend, Kinder und Jugendliche brauchen angeblich mehr. Eigentliche *Risikogruppen*, denen vermehrt Selen zugeführt werden sollte, lassen sich (noch) nicht definieren. Hartfiel [6] stellt die heutige Bedarfangabe von 0,05 bis 0,2 mg Selen pro Tag für den Menschen in Frage. Im Vergleich zum Beispiel zur Prophylaxe des Herztodes bei Schweinen müssten einige Milligramm Selen täglich aufgenommen werden.

Zusammenfassende Beurteilung

Bei der Abfassung dieser Übersicht wird sehr rasch klar, dass für eine definitive Beurteilung wesentliche Entscheidungsgrundlagen fehlen. Die Daten über den Gehalt an Selen im Boden und in Nahrungsmitteln in den verschiedenen Landesregionen der Schweiz sind ausserordentlich dürftig. Auch die wenigen Untersuchungen in der täglich zugeführten Nahrung erlauben noch keine Stellungnahme zur Frage, ob die Selenversorgung der schweizerischen Bevölkerung ausreichend ist, sei es generell, in einzelnen Regionen oder Bevölkerungsgruppen.

Aufgrund der vorliegenden Daten kann ein genereller Selenzusatz nicht bzw. noch nicht empfohlen werden. Andererseits kann von einer massvollen Selenzufuhr von 150 bis 300 µg Selen pro Tag auch nicht mit guten Argumenten abgeraten werden, im Hinblick auf die immerhin sehr wahrscheinliche Schutzwirkung des

Selens gegen Erkrankungen an verschiedenen Tumoren und kardiovaskulären Erkrankungen. Ob sich Selen aber tatsächlich als Panazee gegen alle Zivilisationskrankheiten erweisen wird, ist fraglich.

Weitere repräsentative epidemiologische und insbesondere prospektive, gut kontrollierte Interventionsstudien sind dringend notwendig – und könnten auch in der Schweiz durchgeführt werden!

Zusammenfassung

Selenmangel führt bei Tier und Mensch zu seltenen, in der Schweiz unbekanntem Krankheiten. Epidemiologisch besteht eine negative Korrelation zwischen Selenzufuhr und dem Auftreten bestimmter Karzinome, möglicherweise auch mit kardiovaskulären Erkrankungen. Ob der Zellschutz durch die selenabhängige Glutathionperoxydase der entscheidende pathogenetische Mechanismus ist, ist unbekannt. Die Selenversorgung der Schweiz ist unvollständig untersucht. Die Selenzufuhr scheint an der unteren Grenze der RDA zu liegen, ist aber kein Grund zu genereller oder gezielter Selensubstitution.

Résumé

L'importance de l'apport en sélénium

Le déficit en sélénium conduit chez l'animal et chez l'homme à des maladies rares, inconnues en Suisse. Des travaux épidémiologiques mettent en évidence une relation négative entre l'apport en sélénium et l'apparition de certains cancers et peut-être de maladies cardiovasculaires. Le mécanisme pathogénique pourrait impliquer le rôle de l'enzyme glutathion-peroxidase, dépendante du sélénium, dans la protection cellulaire, mais reste en fait inconnu. L'apport en sélénium n'est qu'incomplètement documenté en Suisse. Il semble se situer à la limite inférieure de l'apport observé en RDA, mais ne justifie cependant pas une supplémentation, ni généralisée ni dans des groupes particuliers.

Summary

Selenium Supply in Switzerland

Selenium deficiency leads in animal and man to rare diseases, which are unknown in Switzerland. Epidemiologically there is a negative correlation between selenium intake and the incidence of certain cancers, possibly also with cardiovascular mortality. It is unknown whether the antioxidative protection by the selenium-containing enzyme glutathion-peroxidase is the only and decisive pathogenetic mechanism. The selenium supply in Switzerland is only partially investigated. It seems to be on the lower limit of the RDA, but does not justify increased selenium intake generally or in potential risk groups.

Literaturverzeichnis

[1] Bajo S, Wytenbach A. Selengehalt im Blutserum von Krebspatienten. EIR Bulletin 1986; 59:26.
 [2] Clark LC. The epidemiology of selenium and cancer, Fed Proc. 1985; 44:2584.
 [3] Diet, nutrition and cancer: A critical evaluation. Boca Raton, Florida: CRC Press, 1986.
 [4] Erard M, Miserez A, Zimmerli B. Exposition des nourrissons au plomb, cadmium, zinc et sélénium de provenance alimentaire. Trav Chim Aliment Hyg 1982; 73:394.

[5] Günster KH, Fröleke H. Die physiologisch-toxikologische Bedeutung des Selens. Ernähr Umschl 1986; 33: 116.
 [6] Hartfiel W, Bahnert N. Selenmangel in der Bundesrepublik Deutschland. VitaMinSpur 1987; 2:125.
 [7] Hofsommer HJ, Bielbig HJ. Der Selengehalt pflanzlicher Lebensmittel in der Bundesrepublik Deutschland. Lebensm Rundschr 1982; 78:39.
 [8] Kieffer F. Selen, ein medizinisch bedeutungsvolles Spurenelement. Ars Med 1987; 2:60.
 [9] Mutanen M, Koivistoinen P. The role of imported grain on the selenium intake of Finnish population in 1941–1981. Int J Vitam Nutr Res 1983; 53:102.
 [10] Oldfield JE. The two faces of selenium. J Nutr 1987; 117:2002.
 [11] Quinche JP. Les teneurs en sélénium de 95 espèces de champignons supérieurs et de quelques terres. Schweiz Landw Fo 1983; 22:137
 [12] Quinche JP, Dvorak V. Les teneurs en sélénium de quelques espèces végétales récoltées en Suisse romande, Rev Suisse Vég 1981; 13:67.
 [13] Salonen JT et al. Association between cardiovascular death and myocardial infarction and serum selenium in a matched pair longitudinal study. Lancet 1982; ii:175.
 [14] Schmidt K, Bayer W. Selen – aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisstand. VitaMinSpur 1988; 3:1.
 [15] Schrauzer GN. Selenium and cancer: a review. Bioinorg Chem 1976; 5:275.
 [16] Schrauzer GN. Selen – essentielles Spurenelement und Krebschutzfaktor. MMW 1985; 127:731.
 [17] Shamberger RJ. Selen. In: Zumkley H. Spurenelemente. Stuttgart, New York: Thieme, 1983.
 [18] Smith AM et al. Selenium intakes and status of human milk and formula fed infants. Am J Clin Nutr 1983; 35:521.
 [19] Stead RJ et al. Selenium deficiency and possible increased risk of carcinoma in adults with cystic fibrosis. Lancet 1985; ii:862.
 [20] Stijve T. Selenium content of mushrooms. Z Lebensm Unters Forsch 1977; 164:201.
 [21] Varo P, Nuurtamo M, Koivistoinen P. Selenium content of nonfat drymilk in various countries. J Dairy Sci 1984; 67:2071.
 [22] Virtamo J et al. Serum selenium and risk of cancer. Cancer 1987; 60:145.
 [23] Willett WC, Stampfer MJ. Selenium and cancer. BMJ 1988; 297:573.
 [24] Wytenbach A, Bajo S, Tobler L, Zimmerli B. The concentration of 19 trace elements in the Swiss diet. Trace Elem Anal Chem Med Biol 1987; 4:169.
 [25] Zimmerli B, Knutti R. Untersuchung von Tagesrationen aus schweiz. Verpflegungsbetrieben. Mitt Gebiete Lebensm Hyg 1985; 76:168.
 [26] Zimmerli B, Wytenbach A. Selenium intake of the Swiss population Proc. 2e Colloque international sur les éléments-trace, Avoriaz 1988. New York: W de Gruyter, 1988.

Dr. B. Zimmerli, Bundesamt für Gesundheitswesen Bern, und Dr. F. Kieffer, Wander AG Bern, sei für ihre Hilfe bestens gedankt.

Korrespondenzadresse:

Dr. med. Walter F. Jungi
 Leitender Arzt, Onkologie
 Medizinische Klinik C (Chefarzt Prof. H.J. Senn)
 Kantonsspital
 CH-9007 St. Gallen