

ZINK – FUNKTION, PHYSIOLOGIE & BEDARF

DAS ESSENZIELLE SPURENELEMENT ZINK IST IM MENSCHLICHEN ORGANISMUS WEIT VERBREITET UND BEFINDET SICH IN ERSTER LINIE IM INTRAZELLULÄRRaum. ZINK IST AN EINER VIELZAHL BIOCHEMISCHER UND PHYSIOLOGISCHER REAKTIONEN BETEILIGT. AUFGRUND DES FEHLENS AUSGEPRÄGTER SPEICHER IST EINE REGELMÄSSIGE ZUFUHR NOTWENDIG. ALIMENTÄR BEDINGTE ZINK-MANGELZUSTÄNDE TRETEN RELATIV HÄUFIG AUF UND BETREFFEN BESONDERS KINDER UND ÄLTERE MENSCHEN.

Wolfgang Markt

BESTAND UND VERTEILUNG IM ORGANISMUS

Der Gesamtgehalt von Zink im menschlichen Organismus beträgt 2 bis 4 g, davon sind 95% intrazellulär lokalisiert. Der Zink-Gehalt einzelner Organe und Gewebe ist sehr unterschiedlich (siehe Tab. 1). Der metabolisch aktive Zink-Pool befindet sich in der Leber und im Plasma. Im Plasma ist Zink hauptsächlich an Albumin gebunden, eine kleine Fraktion liegt in ionisierter Form vor. Die extra- und intrazelluläre Protein-

bindung von Zink kann die Verfügbarkeit sowohl fördern als auch vermindern. Eigentliche Zink-Speicher liegen im menschlichen Organismus nicht vor, eine regelmäßige Zufuhr ist daher erforderlich.

ENTERALE RESORPTION

Die enterale Resorption von Zink kann grundsätzlich in allen Abschnitten des Dünndarms erfolgen, spielt sich jedoch hauptsächlich im Jeju-

Gewebe	Zink-Gehalt (mg)	Anteil (%)
Muskulatur	1500	60
Knochen	500–800	20–30
Haut und Haare	210	8
Leber	100–150	4–6
Gastrointestinaltrakt und Pankreas	30	2
Nieren	20	0,8
Milz	3	0,1
Zentralnervensystem	40	1,6
Vollblut	20	0,8
Plasma	3	0,1

Tabelle 1: Absoluter und relativer Zink-Bestand einzelner Organe des menschlichen Organismus (Nach: Schmidt KH u. Bayer W (1)).

num ab. Bei den mit der Nahrung üblicherweise zugeführten Zink-Mengen ist die Resorption ein aktiver Transport, bei hohen Zink-Mengen kann eine passive Diffusion dazukommen. Die Resorptionsrate kann in weiten Grenzen variieren, bei Mischkost und gutem Versorgungszustand wird mit einer Resorptionsrate von 20 bis 40% gerechnet. Bei niedriger Zink-Zufuhr und hohem Bedarf kann die fraktionelle Zink-Resorption bis zu 90% ansteigen. Einfluss auf die enterale Zink-Resorption haben die Liganden, der Zink-Status, der intrazelluläre Transport und die endogene Zink-Sekretion.

Bei hohem Zink-Status zum Beispiel geht die enterale Zink-Resorption zurück. Während der Darmpassage wird Zink von seinen Nahrungsliganden gelöst und an niedermolekulare Liganden wie z.B. Histidin, andere Aminosäuren oder an Metallothionein gebunden, wodurch Zink für die Mikrovilli verfügbar gemacht wird. Die Bindung an Metallothionein erklärt die Beeinträchtigung der Zink-Resorption durch andere zweiwertige Metalle wie Eisen, Kupfer oder Cadmium. Beispiele für Interaktion von Zink mit anderen Metallen zeigt die Tabelle 2. In der Tabelle 3 sind endogene und exogene Einflussfaktoren auf die enterale Zink-Resorption überblicksmäßig dargestellt.

REGULATION DES ZINK-STOFFWECHSELS

Da mit Ausnahme des Knochens nur wenig Zink gespeichert werden kann, hängt die Aufrechterhaltung des Stoffwechselgleichgewichts für Zink in erster Linie von der Abstimmung zwischen der enteralen Aufnahme, der Ausscheidung im Stuhl und im Harn ab. Zink im Stuhl stammt einerseits aus der Nahrung und andererseits aus den gastro-intestinalen Sekreten, die wie z.B. das Pankreassekret beträchtliche Mengen an Zink enthalten können. Zink weist einen entero-hepatischen Kreislauf auf. Die enterale Zink-Ausscheidung kann innerhalb bestimmter Grenzen an die Zufuhrhöhe angepasst werden. Länger anhaltende Diarrhoen und Malabsorptionszustände können relativ bald zu einer Negativierung der Zink-Bilanz führen.

Die Ausscheidung von Zink im Harn liegt zwischen 200 und 600 µg pro Tag. Dies entspricht etwa 10 bis 20% der üblichen Höhe der Nahrungszufuhr von Zink und liegt deutlich unter den Mengen an Zink, die im Stuhl enthalten sind. Die renale Zink-Clearance weist eine Abhängigkeit von der Zink-Konzentration im Plasma auf. Im proximalen Tubulus kann Zink sowohl resorbiert als auch sezerniert werden, was auf eine regulatorische Rolle der Niere bei der Zink-Homöostase hinweist. Die renale Zink- Ausscheidung wird nur wenig von der Er-

Interaktion Zn–Cu

Wechselseitiger Antagonismus
Gegenseitige Hemmung bei der Resorption
Reziprokes Verhalten der Plasmakonzentrationen

Interaktion Zn– Fe

Fe hemmt die Zn-Resorption deutlicher als umgekehrt
Spielt möglicherweise bei der Aufnahme von Fe-Supplementen eine Rolle
Beide Metalle interferieren auch bei Transport und Speicherung – möglicherweise dadurch bedingt, dass Transferrin beide Metalle transportiert

Tabelle 2: Interaktion von Zink mit Kupfer und Eisen.

Endogene Einflussfaktoren auf die enterale Zink-Resorption

Anabole Stoffwechselsituationen
Hormonelle Einflüsse
Leber- und Nierenfunktion
Infektionen
Stress
Zn-Status

Exogene Einflussfaktoren auf die enterale Zink-Resorption

Fördernd:
Tierisches Protein
Aminosäuren (Arginin, Histidin, Methionin)
Organische Säuren, z.B. Citrat
Hemmend:
Komplexbildner, z.B. Phytat, Zellulosen
Alkohol
Kompetitive Interaktionen:
Zn–Fe, Zn–Cu, Zn–Cd, Zn–Ca, Kalziumphosphopeptide aus der Kaseinverdauung, Zn–Hg, Zn–Ni, Polyphosphate

Tabelle 3: Endogene und exogene Einflüsse auf die enterale Zink-Resorption im Überblick

Immunreaktion und -regulation (u.a. Reifung und Funktion von T- und B- Lymphozyten; Produktion von Zytokinen)
Antioxidative Wirkung
Cofaktor von ca. 300 Enzymen
Spermatogenese
Steroidgenese
Interaktion mit Vitamin A bei der Synthese des Retinol-bindenden Proteins
Insulinspeicherung und -freisetzung
Energiestoffwechsel
Proteinsynthese
Stabilisierung von Makromolekülen
Regulation der DNA-Transkription
DNA-Synthese
Zellteilung
Regulation des Säure-Basen-Haushalts
Essenziell für das normale Wachstum
Unterstützung der Apoptose
Synthese von Bindegewebsbestandteilen
Funktionen im Kohlenhydratstoffwechsel
Funktionen im Lipidstoffwechsel
Modifizierende Rolle bei der synaptischen Übertragung etc.

Tabelle 4: Ausgewählte physiologische Funktionen von Zink.

Sehr niedriger Gehalt (0–2 mg/1000kcal)	Niedriger Gehalt (1–5 mg/1000kcal)	Hoher Gehalt (4–12 mg/1000kcal)	Sehr hoher Gehalt (12–882 mg/1000kcal)
Fette und Öle	Fisch	Vollkornprodukte	Lamm
Frischkäse	Obst	Schweinefleisch	Blattgemüse
Süßigkeiten und Schokolade	Raffinierte Getreideprodukte	Geflügel	Wurzelgemüse
Soft Drinks	Backwaren	Milch	Krebse
Alkoholische Getränke	Kekse	Fettarmer Käse	Rindernieren
Zucker	Pudding	Joghurt	Leber
Marmelade	Wurst	Eier	Herz
		Nüsse	Weichtiere

Tabelle 5a: Einteilung von Zink-Lieferanten auf Basis eines Energiegehalts von 1000 kcal. (nach Solomon NW (5)).

	mg/100g		mg/100g
Austern ausgelöst	22,0	Hirse	2,9
Weizenkleie	9,0	Bohnen weiß	2,5
Mohnsamen	8,0	Shrimps	2,2
Presswurst	7,2	Bratwurst grob	2,1
Schweineleber	6,5	Sardinen	1,6
Kalbsleber	6,1	Vollkornbrot Weizen/Roggen	1,5
Kürbiskerne	6,1	Steinpilze	1,5
Wildreis	6,0	Hühnerei (Spiegelei, Rührei)	1,2
Parmesan (45% F.i.T.)	5,9	Huhn mit Haut	1,0
Emmentaler (45% F.i.T.)	5,8	Brasse	0,8
Rumpsteak	5,3	Weißbrot	0,7
Pekannüsse	5,3	Hering/Rollmops	0,6
Rindsleber	4,8	Forelle	0,5
Sojabohnen	4,2	Lachs	0,5
Kalbfleisch mager	4,0	Kabeljau/Dorsch	0,4
Haferflocken	4,0	Polenta	0,4
Schokolade (70% Kakao)	3,3	Cornflakes	0,3

Tabelle 5b: Zink-Gehalt in 100g ausgewählter Lebensmittel (nach Hesecker H und Hesecker B (6)).

nährung beeinflusst. Eine erhöhte renale Zink-Ausscheidung wird bei Katabolie, chronischem Alkoholkonsum, Diabetes, Tumoren, postoperativen Zuständen und im Post-Infarktstadium beobachtet.

PHYSIOLOGISCHE FUNKTIONEN VON ZINK

Zink spielt bei einer großen Zahl von physiologischen und biochemischen Reaktionen eine Rolle (siehe Tab. 4). Es muss dabei allerdings darauf hingewiesen werden, dass die Aufzählung der Funktionen in der Tabelle 4 keineswegs den Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann. Die

Bedeutung von Zink für viele Stoffwechselläufe geht auch daraus hervor, dass alle Klassen von Enzymen – Transferasen, Hydrolasen, Lyasen, Isomerasen, Oxidoreduktasen, und Ligasen bezüglich ihrer Aktivität von Zink abhängig sind (2). Zink steht auch in einer funktionellen Beziehung zu folgenden Hormonen: Steroidhormone, Insulin, Parathormon, hypophysäre Hormone, STH, Sexualhormone und Schilddrüsenhormone.

Im Zusammenhang mit der Lebensdauer von Zellen kann festgestellt werden, dass die Apoptose durch einen intrazellulären Zink-Mangel stimuliert wird (2). Bestimmte intrazelluläre

Funktionen wie die Vernichtung von Pathogenen, die Zytokinproduktion, und die Produktion reaktiver Sauerstoffspezies sind Zink-abhängig. Zink ist von entscheidender Bedeutung für die ordnungsgemäße Entwicklung und Funktion des gesamten Immunsystems und zwar sowohl im Hinblick auf die angeborene als auch die erworbene Immunität (2).

Eine mäßige Erhöhung der Zink-Zufuhr könnte auch eine protektive Rolle bei der Entwicklung von Diabetes Typ II spielen (3). Für die gesamte Zink-Zufuhr aus der Nahrung und aus Supplementen kann jedoch kein protektiver Effekt nachgewiesen werden. Eine stark erhöhte

Zink-Konzentration im Serum bzw. Plasma wird andererseits mit einem erhöhten Risiko für Typ II Diabetes in der Bevölkerung in Verbindung gebracht. Dies wird auf eine mögliche Störung des Zink-Stoffwechsels zurückgeführt.

ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE VON ZINK

Die Angaben zum täglichen alimentären Bedarf von Zink hängen von Alter und Geschlecht, Schwangerschaft und Stillzeit sowie von der Aufnahme von Phytinsäure/Phytaten ab (4). Komplexbildner wie Phytate, die insbesondere in Hülsenfrüchten und Vollkornprodukten reichlich enthalten sind, behindern die Aufnahme von Zink. Bei sehr hohem Konsum von Phytaten kann die Resorption von Zink um bis zu 45% verringert werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt für Kinder von 1 bis 4, bzw. 4 bis 7 bzw. 7 bis 10 Jahren eine Aufnahme von 3 bzw. 4 bzw. 6 mg/d. Ab dem Alter von 10 Jahren unterscheiden sich die Empfehlungen je nach Geschlecht. Für Buben / Mädchen werden im Alter von 10 bis 13 bzw. 13 bis 15 bzw. 15 bis 19 Jahren 9 / 8 bzw. 12 / 10 bzw. 14 / 11 mg/d empfohlen. Bei Erwachsenen wird darüber hinaus je nach dem Phytat-Gehalt der Ernährung differenziert.

- Bei hoher Phytatzufuhr liegt die empfohlene Aufnahme von Zink für Männer bei 16 und für Frauen bei 10 mg/d. Eine hohe Phytatzufuhr und damit reduzierte Zink-Resorption besteht bei einer Ernährung mit einem hohen Anteil nicht gekeimter oder fermentierter Vollkornprodukte und Hülsenfrüchten und überwiegend pflanzlichen Proteinquellen.
- Bei mittlerer Phytatzufuhr liegt die empfohlene Aufnahme von Zink für Männer bei 14 und für Frauen bei 8 mg/d. Eine mittlere Phytatzufuhr entspricht einer vollwertigen Mischkost sowie einer vegetarischen oder veganen Ernährung mit vorwiegend ausgemahlene, gekeimten oder fermentierten Getreideprodukten.
- Bei geringer Phytatzufuhr liegt die empfohlene Aufnahme von Zink für Männer bei 11 und für Frauen bei 7 mg/d. Eine geringe Phytatzufuhr liegt bei Fleisch als hauptsächlich Proteinquelle und einem geringen Verzehr von Vollkornprodukten und Hülsenfrüchten vor.

Zink ist in zahlreichen Lebensmitteln enthalten, jedoch in sehr unterschiedlichen Konzentrationen (siehe Tab. 5a und b). Tabelle 5a zeigt eine Einteilung der Zink-Lieferanten auf Basis eines Energiegehalts von 1000 kcal, Tabelle 5b zeigt eine Auflistung auf Basis des Zink-Gehalts in 100 g des Lebensmittels.

Von nicht unwesentlicher Bedeutung für die Beurteilung einzelner Lebensmittel im Hinblick

auf deren relativen Beitrag zur Bedarfsdeckung mit einem definierten Nährstoff ist jedoch nicht nur der absolute Gehalt des Nährstoffes im Lebensmittel. Eine wesentliche Rolle kommt dabei auch jenen Mengen zu, die von einem bestimmten Lebensmittel über längere Zeiträume konsumiert werden. Die Tabelle 6 gibt einen Überblick über den relativen Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur alimentären Zink-Versorgung. Angesichts der Tatsache, dass bei der üblichen Ernährung ein beträchtlicher Anteil an bearbeiteten Lebensmitteln zugeführt wird, kann auch den Verlusten bei der Lebensmittelbearbeitung Bedeutung zukommen. Die durchschnittlichen und relativen Zink-Verluste bei der industriellen Lebensmittelbearbeitung sind in der Tabelle 7 wiedergegeben. Diese sind teilweise beträchtlich und können bei Konservierung von Lebensmitteln 80% erreichen.

DIAGNOSTIK DES ZINK-STATUS

Einen Überblick über die verschiedenen Möglichkeiten der Diagnostik des Zink-Status gibt die Abbildung 1. Als Referenzbereich für die Konzentration von Zink im Plasma werden 60 bis 145 µg/dl für Frauen und 80 bis 170 µg/dl für Männer angegeben (7). Die Konzentration von Zink im Plasma zeigt eine Abhängigkeit vom Zink-Status, bei lediglich marginalem Mangel treten noch keine Veränderungen der Plasma-Zink-Konzentration auf. Die Zink-Konzentration im Plasma, ab der ein Zink-Mangel diagnostiziert wird, wird mit weniger als 70 µg/dl im morgendlichen Nüchternplasma angegeben (8).

Verschiedene Einflüsse auf die Höhe der Zink-Konzentration im Plasma können der Tabelle 8 entnommen werden. Bei geringer Zink-Zufuhr wird Zink aus den Speichern freigesetzt. Weiters sind Verschiebungen von Zink zwischen den Compartments möglich.

Die Werte ändern sich im Lauf des Tages, sind nach Mahlzeiten geringer und variieren je nach Geschlecht und Alter. Bei intensiver körperlicher Belastung kommt es zu einer vorübergehenden Erhöhung der Zink-Konzentration im Plasma, was wahrscheinlich die Folge einer Zink-Abgabe aus der Skelettmuskulatur ist. Nach dem Ende der körperlichen Belastung kehrt die Zink-Konzentration im Plasma relativ rasch wieder in den Normalbereich zurück, was mit einer erhöhten Zink-Ausscheidung im Harn und mit einer Verschiebung von Zink aus dem Plasma in die Leber in Verbindung gebracht wird.

Die Bestimmung des Zink-Gehalts im Haar ist wegen verschiedener Einflussfaktoren wie Haarfarbe, wechselnde Intensität des Haarwuchses, Haarausfall, etc. kein guter Indikator des Zink-Status. Brauchbare Indikatoren des Zink-Status sind hingegen die Messung von Metallothionein, der Aktivität der alkalischen Phosphatase und der freien Zink-Bindungskapazität.

Mit steigender alimentärer Zink-Zufuhr steigt der Gehalt von Metallothionein in den Erythrozyten, Hepatozyten und im Plasma an. Die gleichzeitige Messung von Metallothionein und Zink im Plasma erlaubt eine Unterscheidung zwischen einem alimentären Zink-Mangel und

Relativer Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zink-Versorgung bei Omnivoren

Relativer Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zink-Versorgung bei Omnivoren		Relativer Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zink-Versorgung bei Vegetariern	
Fleisch	ca. 50%	Hülsenfrüchte und Nüsse	ca. 50%
Milchprodukte	ca. 20%	Cerealien	ca. 16%
		Milch und Eier	ca. 18%
Cerealien und Hülsenfrüchte liefern den Rest		Der Rest stammt aus anderen pflanzlichen Lebensmitteln	

Tabelle 6: Relativer Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zink-Versorgung.

Zink-Verluste bei der Lebensmittelbearbeitung

Bearbeitungsart	Verlust in % des Ausgangswerts
Ausmahlen von Getreide	bis 77%
Polieren von Reis	bis zu 75%
Konservieren	40–80%

Tabelle 7: Verluste von Zink bei der Bearbeitung von Lebensmitteln.

anderen Ursachen eines gestörten Zink-Metabolismus. Eine Abnahme beider Parameter ist charakteristisch für eine Reduktion des freien, austauschbaren Zink-Pools und weist auf eine inadäquate alimentäre Zink-Zufuhr hin. Niedrige Zink-Plasmakonzentrationen und hohe Metallothionein-Konzentrationen sind Anzeichen einer Umverteilung von Zink im Organismus als Folge verschiedener Beeinflussungen des Zink-Metabolismus.

Die alkalische Phosphatase in den Erythrozyten reagiert auf eine Zink-Zufuhr mit einer Aktivitätszunahme und auf Zink-Mangel mit einer Aktivitätsabnahme. Die Bestimmung der Aktivität der alkalischen Phosphatase in den Erythrozyten gilt daher als brauchbarer Indikator für den Zink Status. Zu beachten ist dabei allerdings, dass die Aktivität der alkalischen Phosphatase auch von Kupfer, Fettsäuren, Phosphat, Vitamin D, Magnesium und von einer Reihe anderer Einflüsse abhängt. Bei individuell unterschiedlicher Ausgangssituation oder bei unbekannter Versorgungslage kann die Enzymaktivität vor und nach einer Zink-Gabe bestimmt werden.

Die freie Zink-Bindungskapazität ist ein Maß für die freien Zink-Bindungsstellen im Plasma. Bei dieser Methode wird dem Plasma Zink im Überschuss beigegeben und anschließend das nicht gebundene Zink mit Magnesiumkarbonat ausgefällt. Die freie Zink-Bindungskapazität errechnet sich aus der Differenz zwischen dem Zink-Gehalt des gesättigten und des unbehandelten Plasmas. Die Bezugsgröße ist dabei die Zink-Konzentration des gesättigten Plasmas.

ZINK-MANGEL

Abgesehen von einer unzureichenden Zufuhr mit der Ernährung kann eine große Zahl unterschiedlicher ursächlicher Faktoren zur Entwicklung eines Zink-Mangels beitragen. Einige Beispiele dafür sind in der Tabelle 9 angeführt. Zu

unterscheiden ist allerdings zwischen einem klinisch relevanten Zink-Mangel und einer schlechten alimentären Zink-Versorgung mit der Folge eines subklinischen Mangelzustandes. Solche subklinischen Mangelzustände sollen allerdings bei bestimmten Subpopulationen wie Kindern und alten Menschen auch in Industrienationen relativ häufig nachweisbar sein (9).

Insgesamt geht man davon aus, dass etwa 17,3 % der Weltbevölkerung von einem alimentär bedingten Zink-Mangel betroffen sind bzw. ein Risiko dafür aufweisen (10). In entwickelten/ wohlhabenden Regionen wird eine Prävalenz von rund 7,5 % geschätzt, in unterentwickelten Ländern Südostasiens und Subsahara-Afrikas bis zu 30 %. Die Weltgesundheitsorganisation WHO bezeichnet Zink-Mangel als einen der zehn häufigsten gesundheitlichen Risikofaktoren in Entwicklungsländern (11).

Im Zusammenhang mit der Bedeutung von Zink bei immunologischen Reaktionen wie der Entzündung und der Reaktion auf oxidativen Stress werden bestimmte chronische Erkrankungen deren Häufigkeit im Alter zunimmt, mit einem Zink-Mangel in Beziehung gebracht. Beispiele dafür sind die rheumatoide Arthritis, Diabetes, Atherosklerose, Beeinträchtigung der kognitiven Funktion und die altersbedingte Makuladegeneration (2, 12).

Die Symptome eines leichten oder marginalen Mangels sind unspezifisch und können Appetitmangel, Störungen der Geschmacksempfindung, erhöhte Infektanfälligkeit und eine schlechte Wundheilung umfassen. Ein leichter Zink-Mangel kann aber auch mit Gewichtsverlust, Hautveränderungen im Sinne einer rauen Haut, Oligospermie und Hyperammoniämie einhergehen. Schwere Fälle von Zink-Mangel sind u.a. mit Lymphopenie, Abnahme des Verhältnisses von T-Helferzellen zu zytotoxischen Zellen, Abnahme der Aktivität der natürlichen Killerzellen und erhöhter Zytotoxizität von Monozyten

verbunden und gehen u.a. mit Wachstums- und Entwicklungsstörungen, schweren Immundefiziten, Dermatitis, Haarverlust und chronischen Durchfällen einher (10).

Eine Zink-Supplementierung wird unabhängig vom Zink-Status bei ansonsten gesunden Personen häufig zur Behandlung und Prävention von Erkältungskrankheiten empfohlen. Laut einer aktuellen systematischen Übersichtsarbeit kann die Dauer von Erkältungskrankheiten durch die Einnahme von Zink-Supplementen tatsächlich etwas verkürzt werden (13). Allerdings ist die Studienlage sehr heterogen betreffend Teilnehmer, Art der Supplemente und Durchführung, sodass die Ergebnisse eher als Hinweise zu werten sind. Für Menschen mit chronischen Erkrankungen oder im höheren Alter wird jedenfalls eine vorsorgliche Bestimmung des Zink-Status empfohlen.

Eine Zink-Supplementierung wird auch bei bakteriellen oder parasitären Infektionen diskutiert sowie in weiteren Einsatzbereichen wie der altersbedingten Makuladegeneration oder in Zusammenhang mit Autoimmunerkrankungen (10). Weiters wird der Einsatz von Zink-Supplementen bei intensiver sportlicher Betätigung diskutiert.

TOXIZITÄT VON ZINK

Im Vergleich zu den chemisch verwandten Metallen Cadmium und Quecksilber besitzt Zink eine sehr geringe akute Toxizität (14). Die LD50 wird auf 27 g pro Tag geschätzt. Eine Einnahme von Zink-Supplementen in einer Dosierung im Bereich von 50 bis 300 mg/d wird mit einer Reihe von unerwünschten biochemischen und physiologischen Veränderungen in Verbindung gebracht (15). Dazu zählen eine Abnahme der Kupferkonzentration im Plasma sowie eine verminderte Aktivität von kupferabhängigen Enzymen, Leukopenie und Neutropenie, Veränderun-

Einflüsse auf die Plasma-Zink-Konzentration

Zink-Zufuhr
Infekte, z.B. Entzündungen
Stress, z.B. orale Kontrazeption
Eisentherapie, z.B. Hämolysen
Alter, u.a. durch hormonellen Status
Endotoxine
Schwankungen der Plasma-Albumin-Konzentration (Hypoalbuminämie bei Protein-Energie-Mangelernährung, Leberzirrhose)

Tabelle 8: Einflüsse auf die Plasmakonzentrationen von Zink.

Erhöhte Verluste

Erhöhter Verbrauch

Katabole Stoffwechselsituationen	Gesteigerte Gewebsbildung
Enteropathien mit Proteinverlust	Neoplasmen
Niereninsuffizienz, Dialyse, Einnahme von Diuretika	Postkataboler Wiederaufbau
Chronischer Blutverlust und Hämolysen	Regenerierende Anämien
Exfoliative Dermatosen	
Einnahme von Chelatbildnern	
Chronische Diarrhoen	

Tabelle 9: Mögliche Ursachen für Unterversorgung und Mangel an Zink.

gen im Lipidstoffwechsel, und Beeinträchtigung der Immunfunktion.

Von besonderer Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der oft beschriebene Antagonismus zwischen Kupfer und Zink, der u.a. auch mit der Konkurrenz der beiden Metalle um den Transport am Metallothionein in Verbindung gebracht wird.

Nach den Angaben der European Food Safety Authority (16) beträgt der NOAEL (No Observed Adverse Effect Level)-Wert für Zink 50 mg/d. Als UL werden 25 mg/d empfohlen, wobei UL für Tolerable Upper Intake Level steht. Für Kinder liegen die UL-Werte altersabhängig im Bereich von 7 bis 22 mg/d.

ZUSAMMENFASSUNG

Das essenzielle Spurenelement Zink ist im menschlichen Organismus weit verbreitet und befindet sich in erster Linie im Intrazellulärraum. Ausgeprägte Speicher für Zink sind im Organismus allerdings nicht vorhanden, weswegen eine relativ regelmäßige Zufuhr erforderlich ist. Die enterale Resorption von Zink erfolgt vorwiegend im Jejunum, das Stoffwechselgleichgewicht wird durch die Abstimmung zwischen der Resorption einerseits und der Ausscheidung im Stuhl sowie im Harn aufrechterhalten. Zink ist bei einer Vielzahl von biochemischen und physiologischen Funktionen beteiligt. Ein marginaler oder klinisch manifester Zink-Mangel steht daher mit einer großen Zahl von funktionellen Störungen im Zusammenhang. In dieser Hinsicht soll besonders auf den funktionellen Antagonismus zwischen Kupfer und Zink verwiesen werden. Alimentär bedingte Zink-Mangelzustände treten relativ häufig auf und betreffen besonders Kinder und ältere Menschen. Die perorale Toxizität von Zink bei der üblichen Zufuhr durch die Nahrung und durch Supplemente wird als nicht hoch eingeschätzt. [•]

Autor:

Ao. Univ.-Prof. Dr. W. Marktl,
GAMED Wiener Internationale Akademie für
Ganzheitsmedizin, Sanatoriumstr. 2, 1140 Wien

Lecture Board:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Cem Ekmekcioglu,
Zentrum für Public Health,
Medizinische Universität Wien

Ao. Univ.-Prof. Dr. Thomas Möslinger,
Institut für Physiologie,
Medizinische Universität Wien

Fortbildungsanbieter:

Österreichische Gesellschaft für Innere Medizin

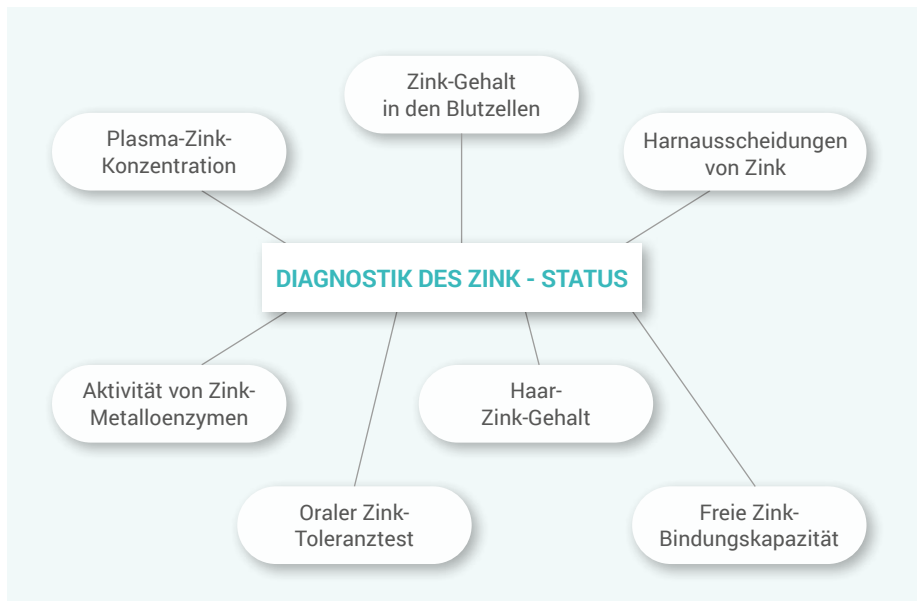


Abb. 1: Möglichkeiten zur Bestimmung des Zink-Status.

Literatur:

- Schmidt KH & Bayer W. Zink in der Medizin – aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisstand. Vitaminspur 1996; 11: 159–185
- Wessels I, Maywald M, & Rink L. Zinc as a Gatekeeper of Immune Function. Nutrients 2017; 9: 1268. doi: 103390/nu9121286
- Fernandez-Cao JC, Warthon-Medina M, Moran VH et al. Zinc Intake and Status and Risk of Type 2 Diabetes Mellitus: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients 2019; 11: 1027. doi: 103390/nu11051027
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE), Österreichische Gesellschaft für Ernährung (ÖGE), Schweizerische Gesellschaft für Ernährung (SGE): D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Aufl., Umschau-Verlag, Bonn 2018
- Solomon NW. Dietary sources of zinc and factors affecting its bioavailability. Food Nutr Bull 2001; 22: 138–154
- Heseker H, Heseker B. Die Nährwerttabelle, 2019/2020, 6. Aufl., Umschau Verlag
- Thomas L (Hrsg.): Labor und Diagnose, 10. Aufl., 2020, www.labor-und-diagnose-2020.de, abgerufen am 16.02.2021
- Maret W, Sandstead HH. Zinkbedarf und Risiko und Nutzen einer Zinksupplementierung. Perspect Med 2014; 2: 3–18
- Prasad AS. Discovery of Human Zinc Deficiency: Its Impact on Human Health and Disease. Adv Nutr 2013; 4: 176–190
- Wessels KR & Brown KH. Estimating the Global Prevalence of Zinc Deficiency: Results Based on Zinc Availability in National Food Supplies and the Prevalence of Stunting. PLoS one 2012; 7: e50568
- World Health Organization: Global Health Risks – Mortality and burden of disease attributable to selected major risks; 2009
- Choi S, Liu X & Pan Z. Zinc deficiency and cellular oxidative stress: prognostic implications in cardiovascular diseases. Acta pharmacol Sin 2018; 39: 1120–1132. doi: 10.1038/aps.2018.25
- Hunter J, Arentz S, Goldenberg J et al. Rapid review protocol: Zinc for the prevention and treatment of COVID-19 and other coronavirus-related respiratory tract infections. Integr Med Res 2020; 9: 100457
- Plum LM, Rink L, Haase H. The Essential Toxin: Impact of Zinc on Human Health. Int J Environ Res Public Health 2010; 7: 1342–1365
- Sandstead HH. Is zinc deficiency a public health problem? Nutrition 1995; 11: 87–92
- Tolerable Upper Intake Levels for Vitamins and Minerals. Scientific Committee on Food. Scientific Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. European Food Safety Authority; 2006



DFP-LITERATURSTUDIUM:

ZINK – FUNKTION, PHYSIOLOGIE & BEDARF

Im Rahmen des Diplom-Fortbildungs-Programms der Österreichischen Ärztekammer ist es möglich, durch das Literaturstudium im Journal für Ernährungsmedizin in diesem Fall zwei Punkte für das DFP zu erwerben.

Für eine positive Bewertung ist es erforderlich, vier der sechs Multiple-Choice-Fragen mit allen Möglichkeiten richtig zu beantworten.

Dieser Artikel steht ab sofort online zur Verfügung:
www.jem.at

Bei einer Teilnahme per Post, Fax oder E-Mail retournieren Sie diese Seite bitte bis 30. September 2021.

Postadresse:

Verlagshaus der Ärzte,
Redaktion Journal für Ernährungsmedizin,
Nibelungengasse 13, 1010 Wien
Faxnummer: 01 / 512 44 86 – 64
E-Mail: jem@aerzteverlagshaus.at

Zutreffendes bitte ankreuzen:

Ich nutze mein DFP-Fortbildungskonto.
Wir buchen Ihre DFP-Punkte gerne automatisch – bitte um Angabe Ihrer ÖÄK-Arztnummer

ÖÄK-Arztnummer:-.....

Ich möchte meine Teilnahmebestätigung per Post erhalten

Name:

Adresse:

E-Mail:

Arzt/Ärztin für Allgemeinmedizin
Facharzt/Fachärztin für

Ich besitze ein gültiges DFP-Diplom
Altersgruppe:

<30 31–40 41–50 51–60 >60

1.) Negativen Einfluss auf die enterale Zink-Resorption haben (mehrere Antworten richtig)	
a)	Liganden wie Histidin
b)	Zweiwertige Metalle wie Eisen
c)	Kalziumphosphopeptide aus der Kaseinverdauung
d)	Ein hoher Zinkstatus
2.) Mehr als 3mg Zink finden sich in 100g (mehrere Antworten richtig)	
a)	Weizenkeimen
b)	Weißbrot
c)	Rindsleber
d)	Dorsch
3.) Komplexbildner wie Phytate kommen in welchen Lebensmitteln reichlich vor und können daher die Aufnahme von Zink behindern? (mehrere Antworten richtig)	
a)	Rindsleber
b)	Vollkornbrot
c)	Hühnerrei
d)	Hülsenfrüchten
4.) Die Zink-Verluste bei der Konservierung von Lebensmitteln liegen in einem Bereich von (eine Antwort richtig)	
a)	10–30 %
b)	20–40 %
c)	40–60 %
d)	40–80 %
5.) Eine Unterscheidung zwischen alimentärem und durch andere Ursachen bedingtem Zink-Mangel erlaubt die gleichzeitige Plasma-Messung von (eine Antwort richtig)	
a)	Zink und alkalischer Phosphatase
b)	Zink und Kupfer
c)	Zink und Metallothionein
d)	Zink und Phosphat
6.) Abgesehen von einer unzureichenden alimentären Zufuhr können folgende Faktoren zu einer Unterversorgung mit Zink beitragen: (mehrere Antworten richtig)	
a)	Katabole Stoffwechselsituation
b)	Langfristige Einnahme von Diuretika
c)	Übergewicht
d)	Neoplasmen