Ergänzende bilanzierte Diät

orthomol immun

Mikronährstoffe für das Immunsystem

Information für Fachkreise

Inhalt

4 Das Immunsystem – ein komplexes System braucht optimale Versorgung
6 Was ist Orthomolekulare Ernährungsmedizin?

7 Mikronährstoffe unterstützen nutritiv das Immunsystem

14 Oxidativer Stress – Bedrohung durch freie Radikale
14 Die Entstehung von freien Radikalen
16 Wer braucht besonders viele antioxidative Mikronährstoffe?

18 Erhöhter Mikronährstoffbedarf bei Erkrankungen
18 Mikronährstoffe zur ernährungsmedizinischen Unterstützung

20 Diätetische Behandlung bei Infektionskrankheiten

24 Entzündungen unter Kontrolle halten

24 Mikronährstoffe und Wundheilung

28 Allergien, Asthma und COPD

31 Das Krebsrisiko mindern – die Tumortherapie unterstützen

35 Mikronährstoffe in der Onkologie

40 Literaturverzeichnis

Das Immunsystem – ein komplexes System braucht optimale Versorgung

Das Immunsystem ist eines der kompliziertesten und am stärksten vernetzten Organsysteme des Körpers (Abb. 1). Zu seinen Hauptaufgaben gehören die Infektions- und Tumorabwehr sowie die Beteiligung an der Geweberegeneration.

Wie alle Körpersysteme beruht das Immunsystem auf biochemischen Stoffwechselvorgängen und zellulären Mechanismen, die auf eine exogene Zufuhr von Energie und Mikronährstoffen angewiesen sind. Da das Immunsystem, verglichen mit anderen Körpersystemen, aus überwiegend schnell proliferierenden Zellen besteht, ist es besonders empfindlich gegenüber einer unzureichenden Mikronährstoffzufuhr. Bevor klinische oder subklinische Symptome einer unzureichenden Mikronährstoffversorgung zu erkennen sind, kann bereits eine funktionelle Beeinträchtigung der Immunreaktion beobachtet werden.

Besonders bei chronischen Erkrankungen oder Infektionen hat das Immunsystem eine hohe Umsatzrate. Immunzellen müssen rasch am richtigen Ort zur richtigen Zeit aktiv werden. Daher reagiert das Immunsystem gerade in diesen Fällen sehr sensibel auf einen Mikronährstoffmangel.

In solchen Fällen sollte einer Unterversorgung des Immunsystems durch die regelmäßige, ausreichend hohe Aufnahme von Mikronährstoffen vorgebeugt werden. Hier setzt die Orthomolekulare Ernährungsmedizin an: Dem Organismus werden zusätzlich bestimmte **Vitamine** und **Spurenelemente** – in sinnvoller Zusammensetzung und Dosierung – zugeführt.

Lymphatische Organe und Gewebe

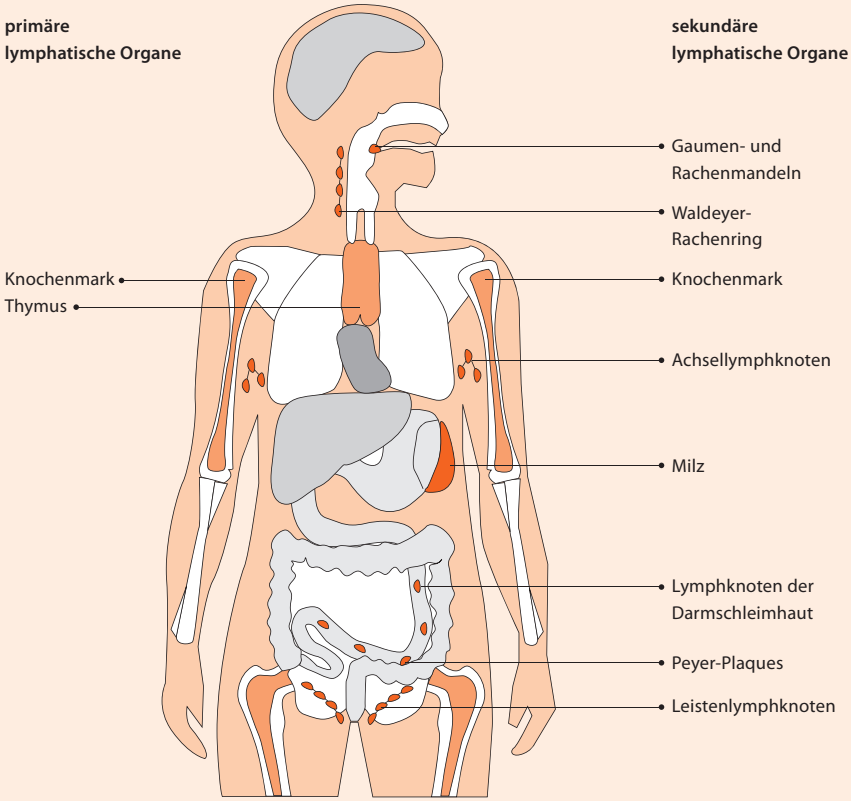


Abb. 1. Lokalisation der lymphatischen Gewebe beim Menschen

Diese Broschüre bietet einen Überblick über die Bedeutung der Mikronährstoffe für das Immunsystem. Außerdem wird ausgeführt, was die Orthomolekulare Ernährungsmedizin (Abb. 2) für die unterstützende Therapie von Erkrankungen leisten kann. Mit der Orthomolekularen Ernährungsmedizin wird Ärzten eine effektive Möglichkeit an die Hand gegeben, ihren Patienten über die etablierten Methoden hinaus eine ergänzende nutritive Therapie zu empfehlen. Denn viele Kranke haben das Bedürfnis, zusätzlich zu den verordneten therapeutischen Maßnahmen selbst aktiv zum Heilungsprozess beizutragen.

Was ist Orthomolekulare Ernährungsmedizin?

„Orthomolekulare Ernährungsmedizin ist die Erhaltung guter Gesundheit und die Behandlung von Krankheiten durch Veränderung der Konzentration von Substanzen im menschlichen Körper, die normalerweise im Körper vorhanden und für die Gesundheit erforderlich sind." (Linus Pauling)[65]

Die Aufgaben der Schulmedizin und der Orthomolekularen Ernährungsmedizin

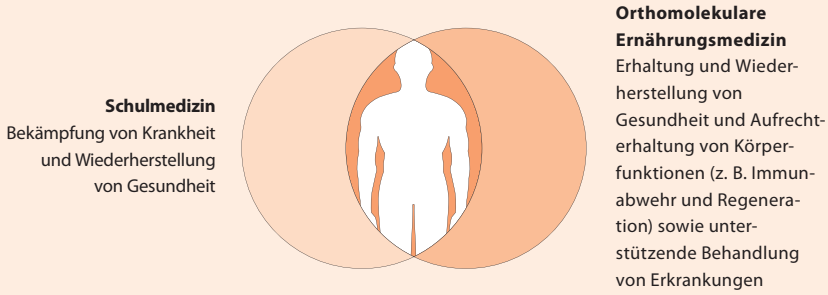


Abb. 2. Abgrenzung Schulmedizin – Orthomolekulare Ernährungsmedizin

Mikronährstoffe unterstützen nutritiv das Immunsystem

Seit Jahrzehnten ist bekannt, dass Fehl- oder Unterernährung die Funktionsfähigkeit des Immunsystems beeinträchtigen kann. Doch auch in einer allgemein ausreichenden Ernährungssituation kann der – häufig unerkannte – erhöhte Bedarf an Vitaminen und Spurenelementen das Immunsystem erheblich schwächen (Tabelle 1). Mit ihren ernährungsphysiologischen Eigenschaften und Merkmalen können Mikronährstoffe mannigfaltige Einflüsse auf das Immunsystem haben.

So kann durch einen **Vitamin-A**-Mangel die Antikörperproduktion gegenüber bestimmten bakteriellen Antigenen abnehmen. In Tierversuchen reduzierte sich die Zahl der Granulozyten, B-Zellen und natürlichen Killerzellen.[12] Weiterhin fördert ein Mangel an Vitamin A Entzündungsreaktionen, und in experimentellen Studien konnte gezeigt werden, dass dieses Vitamin verschiedene Typen von Entzündungsreaktionen hemmen kann.[16]

Tabelle 1. Eigenschaften wichtiger Mikronährstoffe in Bezug auf das Immunsystem[30,31,36,53,74, 80,84]

	Vitamin A	Vitamin C	Vitamin E	Vitamin D_3	Zink	Beta-Carotin	Selen, Kupfer Mangan
Lymphozytenproliferation und -aktivierung		▲	▲		▲		
Makrophagenaktivierung		▲		▲	▲		
Phagozytose	▲	▲	▲		▲		▲
Proinflammatorische Zytokine (TNFα, IL-1β, IL-6)			▼				
Freie Radikale	▼	▼	▼			▼	▼
Krebsrisiko	▼	▼	▼	▼			▼

Tierexperimente und Studien bei Menschen legen nahe, dass ein **Vitamin-B_6**-Defizit sowohl die humorale als auch die zellvermittelte Immunantwort nachteilig beeinflusst. So verändert ein Vitamin-B_6-Mangel die Differenzierung und Reifung von Lymphozyten, reduziert die Überempfindlichkeitsreaktion vom verzögerten Typ und kann die Antikörperproduktion vermindern.[70] Eine Vitamin-B_6-Aufnahme oberhalb des empfohlenen RDA* (2,1–2,7 mg pro Tag) erhöhte dagegen in einer aktuellen Studie signifikant die Lymphozytenproliferation und könnte daher einen positiven Einfluss auf die Immunantwort ausüben.[50]

Die physiologische Funktion verschiedener Zelltypen des Immunsystems ist von einer ausreichenden **Vitamin-C**-Zufuhr abhängig. Da Vitamin C eine ausgeprägte antioxidative Kapazität besitzt, schützt es viele Gewebetypen. Vitamin C spielt eine wichtige Rolle für die Immunfunktion, die Modulation der Widerstandskraft gegenüber Infektionserregern und kann das Risiko, den Schweregrad und die Länge von Infektionskrankheiten reduzieren sowie die Genesung beschleunigen.[85]

Eine besonders hohe **Vitamin-C**-Konzentration findet sich in neutrophilen Granulozyten, wo das Vitamin die intrazellulären Kompartimente wie z. B. die Zellmembran der Phagozyten vor der schädigenden Wirkung der Sauerstoffradikale schützt.[12] Durch eine **Vitamin-C**-Supplementierung lässt sich außerdem die Proliferation der T-Lymphozyten verstärken und die Aktivität der Leukozyten und natürlichen Killerzellen verbessern.[85]

Darüber hinaus konnte in mehreren Fall-Kontroll-Studien eine Reduktion des Magenkrebsrisikos durch hohe Vitamin-C-Aufnahmen festgestellt werden. Dies wird u. a. auf die Neutralisierung der kanzerogenen Nitrosamine durch dieses Vitamin zurückgeführt.[47]

* RDA: recommended dietary allowance

Vitamin C ist zudem für den Ablauf von Heilungsprozessen wichtig, da es Zellen der spezifischen Immunabwehr in ihrer Funktion unterstützt (Abb. 4).[57] Außerdem begünstigt Vitamin C die Eisenresorption im Darm und beeinflusst so den Eisentransport und die Eisenspeicherung.[12]

Vitamin E hat antioxidative Wirkung und schützt dadurch die Gewebe und die Blutzellen. Für die Funktion von Immunzellen sind ausreichende Vitamin-E-Spiegel notwendig. Vitamin E verbessert sowohl die humorale als auch die zelluläre Immunantwort sowie die Phagozytose.[84] Zahlreiche Studien belegen einen positiven Effekt einer Vitamin-E-Gabe auf die Immunfunktion älterer Menschen. So zeigte sich ein Zusammenhang zwischen der Höhe des Vitamin-E-Plasmaspiegels und dem Ablauf einer Überempfindlichkeitsreaktion vom verzögerten Typ (Typ-IV-Reaktion) an der Haut sowie dem Ansprechen auf eine Hepatitis-B-Impfung. Darüber hinaus deuten verschiedene klinische Studien und Tierstudien darauf hin, dass sich durch ergänzende Vitamin-E-Gaben die Widerstandsfähigkeit im Alter, vor allem gegenüber Virusinfektionen der oberen Atemwege einschließlich einer Influenza, verbessern lässt.[56]

Für die immunmodulatorischen Effekte von Vitamin E sind vermutlich zwei Mechanismen verantwortlich: Zum einen wirkt Vitamin E indirekt, indem es die Produktion immunsuppressiver Faktoren wie PGE_2 reduziert, zum anderen unterstützt es die Teilungsfähigkeit sowie die Interleukin-2-Produktion naiver T-Zellen.[56]

Die Antioxidanzien ergänzen sich gegenseitig in ihrer Wirkung. So kann Vitamin E, das bei der Inaktivierung der Sauerstoffradikale selbst oxidiert und damit wirkungslos wird, durch Vitamin C wieder reduziert und somit zur aktiven Form „recycelt“ werden.[15] Vitamin C wiederum wird durch die selenhaltige Glutathionperoxidase reduziert.[27]

Als letztes Glied in der Kette fungiert das Enzym Superoxiddismutase (SOD), das als Cofaktor Zink benötigt.[2]

Vitamin A hat viele wichtige Eigenschaften, ohne die die grundlegenden Funktionen des Körpers nicht aufrechtzuerhalten sind: Es reguliert die Zellteilung sowie das Gewebewachstum. Zudem unterstützt es die Barrierefunktion der Haut und Schleimhaut und spielt eine wichtige Rolle für die adaptive Immunität, da es für die Entwicklung von T-Helferzellen und B-Zellen benötigt wird.[12]

Das Carotinoid **Beta-Carotin** ist als **Provitamin A** ein Vorläufer von Vitamin A. Durch seine antioxidative Kapazität ist es in der Lage, aggressive Sauerstoffradikale abzufangen, die Körperzellen vor ihren schädlichen Einflüssen zu schützen und einer Krebsentstehung vorzubeugen.[80]

Die **Carotinoide** können beispielsweise einen Beitrag zum Schutz gegen die schädlichen, oxidativen Einflüsse des Ozons leisten. Ozon führt u. a. zur Bildung freier Radikale, die das Lungengewebe angreifen, und zu einer signifikanten Reduktion von Carotinoiden im Plasma. Carotinoid-Gaben können die Carotinoid-Konzentrationen im Plasma und in Lungenmakrophagen erhöhen und daher ihrem Abfall bei Ozonbelastung entgegenwirken.[76] Weiterhin steigert **Beta-Carotin** die Immunabwehr und schwächt die Hautreaktionen bei Lichtdermatosen.[12]

Das Spurenelement **Selen** schützt als Bestandteil der antioxidativ wirkenden Glutathionperoxidasen und Thioredoxinreduktasen Gewebe vor oxidativem Stress. So ist die Glutathionperoxidase z. B. sehr wichtig für den Abbau von Lipidperoxiden. Weiterhin sind mittlerweile mehr als 20 Selenoproteine identifiziert worden, die im zellulären und Schilddrüsenstoffwechsel sowie bei der Immunfunktion mitwirken.[9]

Durch Beeinflussung der Phagozytose unterstützt Selen die Elimination pathogener Mikroorganismen.[9] Es ist für zahlreiche Funktionen des Immunsystems von Bedeutung (Tabelle 2)[9] und leistet damit auch einen Beitrag für die Immunabwehr von entarteten Zellen. In zahlreichen Studien konnte gezeigt werden, dass eine Selenaufnahme mit einem verringerten Krebsrisiko (z. B. Darm- und Prostatakrebsrisiko) einhergeht.[31,46]

Zink ist ein wichtiger Cofaktor von mehr als 300 Metalloenzymen, die ohne Zink nicht funktionieren würden.[26] Es unterstützt die Entwicklung und Integrität des Immunsystems (Abb. 3; Tabelle 2).[26] So ist Zink z. B. für die Aktivierung von Thymodulin (Thymushormon), welches die Lymphozytenreifung reguliert, essenziell.[26] Zink scheint weiterhin eine Rolle für die Zytokinaktivität zu spielen, da die biologische Aktivität von IL-1, 2, 3, 4 und 6, IFN-β und TNF-α bei einem Zinkmangel beeinträchtigt ist.[26] Ein Mangel an diesem Mikronährstoff erhöht die Infektanfälligkeit und führt zu einem Rückgang der T-Lymphozyten (zytotoxische T-Zellen, T-Helferzellen), zu einer verminderten Aktivität der natürlichen Killerzellen sowie zu einer Beeinträchtigung der Phagozytose von Makrophagen und Neutrophilen.[43]

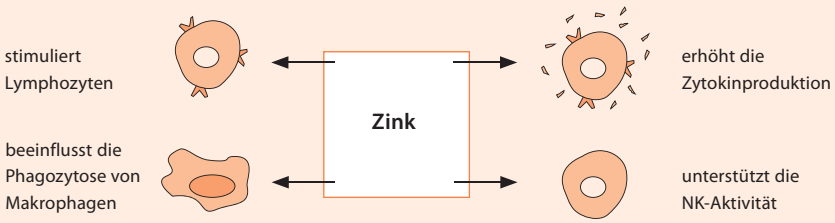


Abb. 3. Funktionen von Zink innerhalb der Immunabwehr[10,26,43]

Eisen-Mangel gehört zu den häufigsten ernährungsbedingten Defiziten. Eisen ist essenzieller Bestandteil des Enzyms Myeloperoxidase, welches Granulozyten für die Phagozytose benötigen.[30,84] Bei Kindern mit Eisen-Mangel ist die Zahl der immunkompetenten T-Zellen stark verringert und die Infektanfälligkeit erhöht.[84] Eine aktuelle Studie mit älteren Frauen zeigte, dass Eisen-Mangel mit einer Störung der zellvermittelten und angeborenen Immunität einhergeht.[4] Eisen ist darüber hinaus für den Transport von Sauerstoff essenziell, da jedes Hämoglobinmolekül aus 4 Untereinheiten mit je einer Hämgruppe besteht, die ein zentrales Eisenatom enthält.[77] Als Cofaktor von Peroxidasen und Katalasen trägt Eisen zur Eliminierung schädlicher Peroxide bei.[32]

Kupfer ist als Bestandteil vieler Metalloproteine an verschiedenen Stoffwechselreaktionen beteiligt. Dazu gehören die Atmungskette (Cytochrom-C-Oxidase), die antioxidative Abwehr (Superoxiddismutase, Coeruloplasmin) sowie der Auf- und Abbau von Katecholaminen (Dopamin-β-Hydroxylase, Monoaminoxidase) und die Bildung des Bindegewebes (Lysyloxidase). Da das Spurenelement eine wichtige Position im Eisenstoffwechsel einnimmt, ist es für die Hämoglobinsynthese und damit für den Sauerstofftransport von Bedeutung.[32,38]

Tabelle 2. Immunfunktion bei Mangel an bestimmten Spurenelementen[9,26,43]

	Zink	Selen
Anergie*	+	-
Thymusatrophie	+	-
Lymphozyten	▼ (Anzahl der T-Zellen)	▼ (Proliferation)
T-Helferzellen-Aktivität	▼	
Antikörperproduktion		▼ (IgG, IgM)
Phagozytose	▼	▼
Aktivität natürlicher Killerzellen	▼	

* Anergie = fehlende Reaktion auf ein Antigen + tritt auf - keine Angaben ▼ erniedrigt

Beteiligung von Mikronährstoffen an wichtigen Stoffwechselprozessen

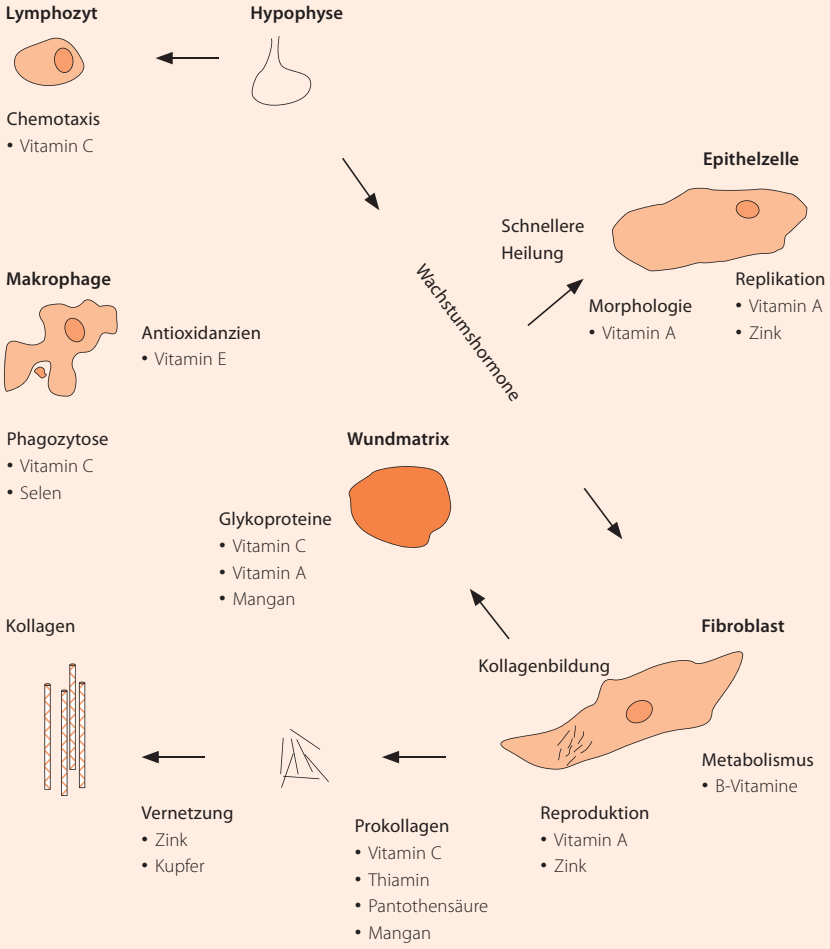


Abb. 4. Rolle der Mikronährstoffe bei wichtigen Stoffwechselprozessen[57]

Oxidativer Stress – Bedrohung durch freie Radikale

Neben Schadstoffen, Bakterien und Viren wird der Organismus auch durch die Bildung freier Radikale gefährdet. Diese reagieren durch ungepaarte Elektronen sehr leicht mit anderen Molekülen und wirken auf diese Weise gewebe- und zellschädigend (Abb. 5). So beeinträchtigen sie die korrekte Faltung wichtiger Proteine, oxidieren die Lipidmembran von Zellen und schädigen die Erbsubstanz. Die Summe dieser Effekte wird als oxidativer Stress bezeichnet.

Die Entstehung von freien Radikalen

- Freie Radikale können einerseits endogen als Produkte des Stoffwechsels entstehen, vor allem bei entzündlichen Prozessen wie z. B. bei chronischen Atemwegserkrankungen (Asthma, COPD*) und Lebererkrankungen (Hepatitis).
- Andererseits entstehen freie Radikale exogen durch Umweltschadstoffe, Ozon, energiereiche Strahlung (z. B. Röntgen- oder Sonnenstrahlen), bestimmte Medikamente und Rauchen.

Um sich vor freien Radikalen und ihren schädlichen Auswirkungen zu schützen, kann der Organismus auf zwei antioxidative Systeme zurückgreifen (Tabelle 4):

- Antioxidative Enzyme werden vom Körper selbst gebildet. Für die Synthese wird eine ausreichende Versorgung mit den Spurenelementen Selen, Kupfer, Eisen, Zink und Mangan benötigt.
- Nichtenzymatische Antioxidanzien müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Hierzu gehören vor allem die Vitamine C, E und die sekundären Pflanzenstoffe, wie z. B. Carotinoide und Bioflavonoide.

Damit dem Körper jederzeit eine ausreichende Menge an antioxidativen Systemen zur Verfügung steht, ist eine regelmäßige Zufuhr der dafür not-

* COPD: chronisch-obstruktive Lungenerkrankung

wendigen Mikronährstoffe, wie z. B. der Vitamine C, E und der sekundären Pflanzenstoffe (Carotinoide und Bioflavonoide) sowie der Spurenelemente (Selen, Zink, Mangan und Kupfer) notwendig (Abb. 6).
Eine Studie von Cheng et al. 2001[21] zeigte, dass eine kurzfristige Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen (über 16 Wochen) den antioxidativen Status verbesserte und die Aktivität antioxidativer Enzyme erhöhte. Auch die Resistenz der roten Blutkörperchen gegenüber Peroxidationsprozessen konnte signifikant verstärkt werden.

Tabelle 3. Vorkommen der wichtigsten Mikronährstoffe

Mikronährstoffe	Vorkommen
Vitamin B_6 (Pyridoxin)	Fleisch, Fisch, Gemüse (Rosenkohl, Avocado)
Vitamin B_{12} (Cyanocobalamin)	Fleisch, Leber, Niere, Milch, Fisch
Folsäure	grünes Gemüse, Innereien
Vitamin K_1	grünes Gemüse (Grünkohl, Brokkoli usw.)
Vitamin D_3	Fisch, Milch
Vitamin C	Obst, Gemüse (Paprika, Brokkoli usw.)
Vitamin A	Leber, Karotten, Thunfisch, Käse
Vitamin E	Pflanzen- und Fischöle, Nüsse, Eier, Innereien
Carotinoide	Gemüse und Obst
Bioflavonoide	Gemüse und Obst
Selen	Seefisch, Fleisch, Eier, Getreideprodukte
Zink	Fleisch, Fisch, Milch
Kupfer	Leber, Nüsse
Mangan	Getreideprodukte
Eisen	Fleisch
Jod	Seefisch

Wer braucht besonders viele antioxidative Mikronährstoffe?[8,35,48,49,56,62,69,73,79,81,84]

- Personen mit akuten und chronischen Infektionskrankheiten
- Menschen mit chronischen Erkrankungen, wie z. B. Atemwegserkrankungen (Asthma, COPD) oder Lebererkrankungen (Hepatitis)
- alte Menschen
- Hochleistungssportler
- Personen, die besonderen Umweltbelastungen (z. B. Smog, Ozon) ausgesetzt sind
- Personen, die rauchen und/oder regelmäßig Alkohol trinken
- Personen mit Stoffwechselstörungen
- Personen, die sich intensiver Sonnenbestrahlung aussetzen
- Personen, die viel Kontakt zu anderen Menschen und dadurch ein erhöhtes Infektionsrisiko haben

Schädigende Effekte von freien Radikalen

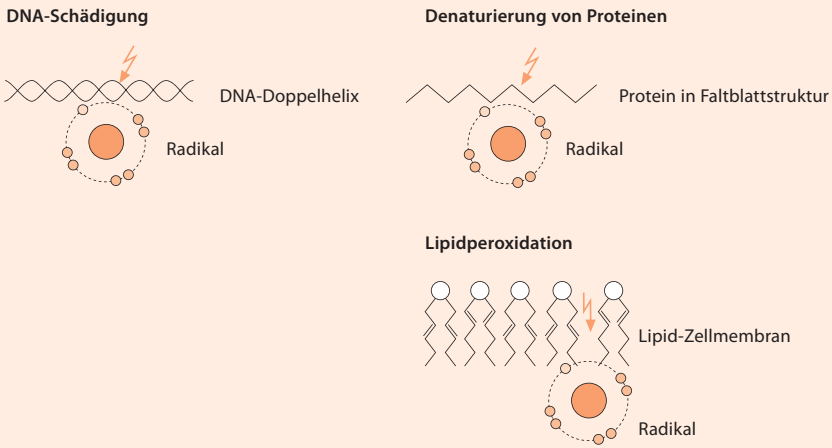


Abb. 5. Effekte von freien Radikalen auf DNA, Proteine und Lipide

Tabelle 4. Eigenschaften antioxidativer Systeme

Nichtenzymatische Antioxidanzien	
Vitamin C	wasserlöslich, Reaktion mit toxischen Sauerstoffradikalen, verhindert das Eindringen von freien Radikalen in die Lipidphase
Vitamin E	fettlöslich, v.a. in Zellmembranen, verhindert Oxidation ungesättigter Fettsäuren
Carotinoide	fettlöslich, besonders wirksam gegen Singulett-Sauerstoff, schützt DNA vor Radikal-Kettenreaktionen (Provitamin A)
Bioflavonoide	Antioxidanzien aus Gemüse

Spurenelemente in antioxidativen Enzymen	
Selen	zentraler Bestandteil des antioxidativen Enzyms Glutathion-Peroxidase, bedeutsam für den Schutz von Erythrozyten
Eisen	Bestandteil der Katalasen, einer Gruppe antioxidativer Enzyme
Zink, Mangan, Kupfer	Bestandteile von antioxidativ wirkenden Superoxiddismutasen

Antioxidanzien halten freie Radikale in Schach

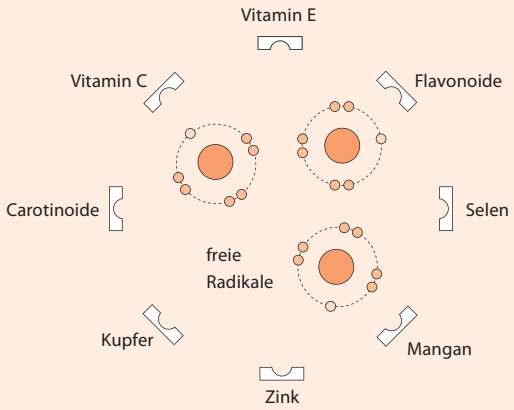


Abb. 6. Antioxidanzien als Radikalfänger

Erhöhter Mikronährstoffbedarf bei Erkrankungen

Bei bestimmten Erkrankungen kann der Mikronährstoffbedarf erhöht sein, z. B. bei Infektionskrankheiten oder bei chronischen Krankheiten, bei denen eine regelmäßige Einnahme bestimmter Medikamente notwendig ist. Der erhöhte Mikronährstoffbedarf ist häufig nicht über die Ernährung zu decken. So müsste man 2 kg Apfelsinen essen, um 950 mg Vitamin C aufzunehmen. 150 mg Vitamin E sind in 350 ml Distelöl enthalten. Für eine Dosis von 5 mg gemischten Carotinoiden sind 50 g Mohrrüben und 50 g Tomaten zu verzehren.[71] Der Obst- und Gemüseverzehr in Deutschland bleibt aber mit durchschnittlich 309 g pro Tag weit hinter den Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) mit 650–700 g zurück.[29] Die Versorgung weiter Bevölkerungsschichten mit Mikronährstoffen ist demnach nicht optimal. So liegen die Vitamin-D_3-, Folsäure-, Pantothensäure- und Jod-Versorgung deutlich unter den DGE-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr. Laut dem aktuellen Ernährungsbericht der DGE erreichen z. B. 45 % der Frauen und 45,5 % der Männer nicht die DGE-Referenzwerte für Folsäure.[29] Zudem büßen viele Lebensmittel durch eine lange Lagerung oder während der Zubereitung wichtige Mikronährstoffe ein.[71]

Mikronährstoffe zur ernährungsmedizinischen Unterstützung

Mikronährstoffe unterstützen das Abwehrsystem und helfen, die Gesundheit zu erhalten. So wurde in prospektiven Studien nachgewiesen, dass die Supplementierung von **Vitamin- und Spurenelement**-Kombinationen das Infektionsrisiko vermindern kann.[11,20,44] Doch auch Patienten, die bereits erkrankt sind, können von einer erhöhten Zufuhr profitieren, denn eine Supplementierung von Mikronährstoffen kann:

- den durch eine akute Krankheit oder die Einnahme bestimmter Medikamente erhöhten Bedarf ausgleichen (Tabelle 5);[18]
- zu einer Aktivitätssteigerung des Immunsystems und der Wundheilung sowie zur Unterstützung einer Arzneimitteltherapie beitragen;[5,57,68,81]
- Arzneimittelnebenwirkungen abschwächen;[68]
- die Antikörperreaktion nach einer Grippeimpfung positiv beeinflussen.[20,51]

Tabelle 5. Beeinträchtigung der Vitaminversorgung durch Arzneimittel[18]

Arzneimittel	Vitamine										
	A	B_1	B_2	Nicotin-amid	B_6	B_{12}	Folsäure	C	D	E	K
Amiodaron										•	
Antacida	•						•		•		
Antibiotika		•	•	•	•	•	•				•
Antidiabetika, orale						•	•				
Antikoagulanzien	•							•		•	•
Antikonvulsiva						•	•		•		•
Barbiturate										•	•
Colchicin						•					
Glukokortikoide									•		
H_2-Blocker						•	•		•		
Hydralazin					•						
Kontrazeptiva, orale			•			(•)	(•)		•		
Laxanzien	•								•	•	•
Lipidsenker	•[a]					•[a]			•[a]	•[a,b]	•[a]
MAO-Hemmer					•						
Nitroglycerin								•			
Orlistat									•	•	
Protonen-pumpenhemmer						•					
Psychopharmaka			•		•					•	
Salicylate, NSAR							•	•			
Schleifendiuretika		•			•			•			
Theophyllin		•									
Tuberkulostatika				•	•				•		
Zytostatika							•[c]			•	

a Colestyramin b Fibrate c Methotrexat

Diätetische Behandlung von Infektionskrankheiten

Vitamine und **Spurenelemente** spielen für die Funktionen des Immunsystems eine essenzielle Rolle. Daher steigt bei Infektionen der Bedarf an Mikronährstoffen stark an. Zahlreiche Studien zeigen, dass eine optimale Versorgung mit diesen Substanzen die Therapie von Infektionen und die Abwehr gegenüber Erregern unterstützen kann. Antioxidanzien fangen zudem schädliche freie Radikale ab, die bei Infektionskrankheiten vermehrt produziert werden, und können auf diese Weise den Krankheitsverlauf positiv beeinflussen.

In einer Interventionsstudie konnte durch die Einnahme einer **Mikronährstoffkombination** (Orthomol Immun®) der allgemeine Gesundheitszustand und die Abwehrkraft des Immunsystems verbessert werden.[42] So erhöhten sich nach 4-monatiger **Mikronährstoffgabe** die Vitalität um 39,5 %, die Lebensqualität um 29,6 % und der allgemeine Gesundheitszustand verbesserte sich um 31,7 %. Innerhalb der Referenzwerte zeigte die Blutuntersuchung eine signifikante Vermehrung von immunaktiven Zellen und eine signifikante Verbesserung des Immunstatus. Der Krankenstand konnte mit Hilfe der Mikronährstoffkombination im Vergleich zum Vorjahr signifikant um 75,6 % reduziert werden ($p<0{,}001$, Abb 7). In der Kontrollgruppe erhöhte sich sogar

Krankenstand gegenüber dem Vorjahr

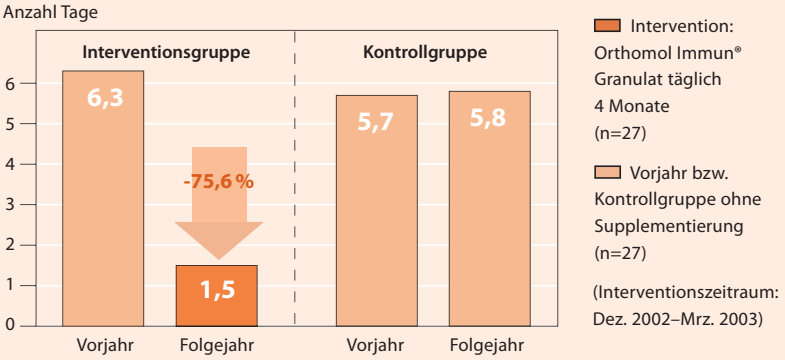


Abb. 7. Krankenstand (Krankheitstage im Vergleich Vorjahr zu Folgejahr; $p<0{,}001$)[42]

die Zahl der Krankheitstage. Ein Rückgang der Erkältungskrankheiten um 48,6 % im Vergleich zum Vorjahr wurde ebenfalls verzeichnet.[42]

In einer placebokontrollierten Doppelblindstudie wurde der präventive Effekt einer Mikronährstoffsupplementierung auf eine Gruppe von Probanden im Alter >65 Jahre untersucht (Abb. 8). In der Verum-Gruppe verbesserte sich innerhalb des Beobachtungszeitraums (1 Jahr) der Immunstatus deutlich (Anstieg der T- und NK-Zellen, erhöhte Aktivität dieser Immunzellen, vermehrte Interleukin-2-Produktion und verstärkte Antikörperreaktion). Im Vergleich zur Placebo-Gruppe konnte die Anzahl der durch Infektionen verursachten Krankheitstage mehr als halbiert werden.[19]

In einer weiteren Studie mit gleichem Design bewirkte die 12-monatige Gabe einer Mikronährstoffkombination bei 50- bis 65-Jährigen eine signifikant höhere Antikörperreaktion nach Grippe-Impfung und eine Abnahme der grippalen Infekte.[20] Auch Jain et al. (2002)[44] zeigten, dass die 12-monatige Gabe einer Mikronährstoffkombination die Krankheitstage aufgrund von Atemwegserkrankungen signifikant reduzierte

Verteilungsmuster von Infektionskrankheiten

Anzahl Probanden

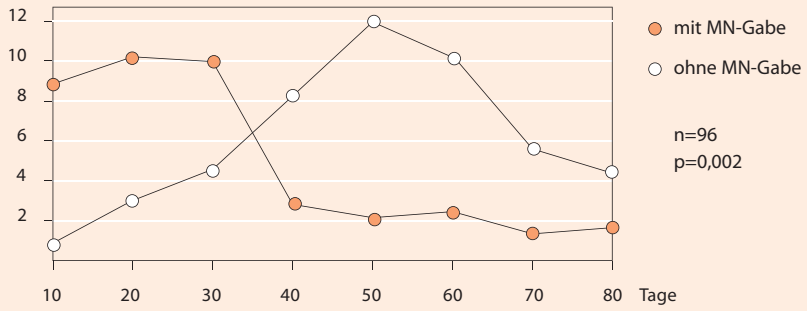


Abb. 8. Infektionsbedingte jährliche Krankheitstage mit Gabe von Mikronährstoffen oder Placebo bei älteren Patienten[19]

(14±2 Tage vs. 29±4 Tage in der Placebo-Gruppe; p<0,03). Darüber hinaus nahm die Supplement-Gruppe über den beobachteten Zeitraum geringere Mengen Antibiotika ein (Supplement-Gruppe: 27±4 Tage vs. Placebo-Gruppe: 58±5 Tage; p<0,02).
Eine 12-monatige ergänzende Versorgung mit einer **Mikronährstoffkombination** minderte in der Studie von Barringer et al. (2003)[11] das allgemeine Infektionsrisiko signifikant um 41%.

In der Studie von Langkamp-Henken et al. (2004)[51] wiesen ältere Menschen, die über 183 Tage eine **Mikronährstoffkombination** eingenommen hatten, eine wesentlich bessere Immunfunktion auf als die Placebo-Gruppe und litten deutlich kürzer unter Atemwegsinfektionen. Auch die Antikörperbildung nach einer Grippeschutzimpfung wurde deutlich verstärkt.

Bei Sportlern besteht ein erhöhtes Infektionsrisiko. Dies wird vor allem auf den oxidativen Stress bei starken körperlichen Anstrengungen zurückgeführt. Auch die Produktion körpereigener Kortikosteroide, die die Aktivität des Immunsystems dämpfen, steigt bei körperlicher Hochleistung. Der präventive Nutzen von Antioxidanzien wurde in placebokontrollierten Studien eindeutig nachgewiesen. So sank die Infektionsrate von Sportlern nach Einnahme von **Vitamin C** um rund 50 %.[41]

In mehreren klinischen Studien wurde nachgewiesen, dass **Vitamin-A**-Gaben Morbidität und Mortalität bei verschiedenen Infektionskrankheiten, darunter Masern, Pneumonie, Malaria und HIV-Infektion, deutlich senken.[72]
Tierversuche zeigen, dass **Selen-** und **Vitamin-E**-Mangel die Virulenz von Viren erhöhen kann. Als Wirkungsmechanismus werden genetische Veränderungen des Erregers durch den Überschuss freier Radikale angenommen.[13]
HIV-Infizierte und AIDS-Patienten haben einen gesteigerten Bedarf an Mikronährstoffen. Die Patienten weisen einen erhöhten oxidativen Stress auf.

Zusätzlich geht die AIDS-Erkrankung mit einer Fehlfunktion des Immunsystems und einer Mangelernährung einher. Die Spiegel von **Vitamin A, B_6, B_{12}, C, E,** von **Beta-Carotin** und **Selen** sind bei diesen Patientengruppen häufig erniedrigt.[5,53] Die Zufuhr dieser **Mikronährstoffe** wirkt immunmodulierend und steigert die zelluläre Abwehr.[53] Die Gabe von **Vitamin C** und **E** reduzierte in Studien den oxidativen Stress und die Viruslast.[5,53] Eine In-vitro-Studie zeigte darüber hinaus, dass Vitamin C die Proliferation der mit HIV infizierten Zellen hemmt.[39]

Fawzi et al. (2004)[33] belegten, dass sich durch die nutritive Wirkung von **Multivitaminen** die Progression einer HIV-Infektion verlangsamen lässt. Außerdem konnte das Risiko für HIV-assoziierte Symptome deutlich reduziert werden. Zu diesen Symptomen zählen Mundsoor, Ulzera oder Aphthen, Schluckbeschwerden, Übelkeit und Erbrechen, Erschöpfung und Hautausschlag. Zudem führte die Einnahme des Multivitaminprodukts zu signifikant höheren CD4+- und CD8+-Zellzahlen. Aufgrund der signifikanten Reduktion der Viruslast (um 0,18 Log_{10}-Stufen) konnte die Zeit bis zum Ausbruch von AIDS oder bis zum Tod um ca. 30 % verlängert werden.

Chronische Erkrankungen oder Infektionen, wie eine Pankreatitis[55] oder Virushepatitis, gehen mit hohem oxidativem Stress einher.[69,89] Hohe **Vitamin-E**-Gaben zur Unterstützung der Behandlung von Hepatitis-B- und C-Infektionen führten dementsprechend in zwei prospektiven Doppelblindstudien zu verbesserten klinischen Parametern: ALT*, AST** bzw. nur ALT*.[8,81] Auch die chronische Pankreatitis konnte durch eine ergänzende **Antioxidanzien**-Gabe **(Vitamin E, Beta-Carotin, Selen)** verbessert werden.[55] Eine weitere Untersuchung zeigte, dass Patienten mit chronisch-aktiver Hepatitis, Leberzirrhose und Leberzellkarzinom niedrige Serumspiegel des antioxidativ wirksamen **Vitamin C** aufweisen.[89]

* ALT: Alanin-Aminotransferase (GPT)
**AST: Aspartat-Aminotransferase (GOT)

Entzündungen unter Kontrolle halten

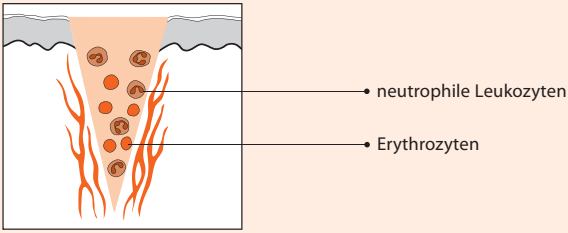
Auf schädigende Reize reagiert der Körper mit der Ausschüttung einer Vielzahl von Mediatoren. Bei dieser komplexen Reaktion kommt die Wirkung verschiedener proinflammatorischer Zytokine und freier Radikale zum Tragen. Eine sehr heftige Abwehrreaktion kann zu ausgedehnten Gewebeschädigungen und/oder einer Chronifizierung von Entzündungsprozessen führen. Endogene Antioxidanzien wie Glutathion und exogene Antioxidanzien wie **Vitamin C und E, sekundäre Pflanzenstoffe (Carotinoide und Bioflavonoide) und Spurenelemente (Zink, Selen und Kupfer)** können die Produktion von Zytokinen regulieren und das Gewebe vor Schäden durch freie Radikale schützen. Die Versorgung mit Mikronährstoffen ist daher mitentscheidend für den Ausgang von akuten Entzündungsprozessen.[34]

Auch Patienten mit chronischen Entzündungen, wie z. B. Hepatitis, Pankreatitis oder COPD, leiden unter erhöhtem oxidativem Stress und profitieren daher ebenfalls von einer Antioxidanzienzufuhr.[3,8,69,78,79,81]

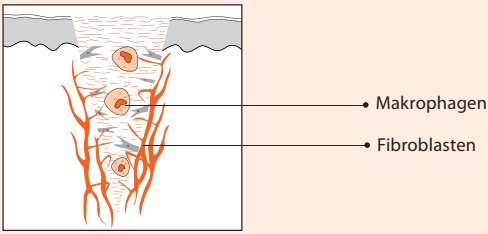
Mikronährstoffe und Wundheilung

Patienten mit Druckgeschwüren zeigen Anzeichen einer systemisch-entzündlichen Reaktion. So weisen sie ein erhöhtes Maß an oxidativem Stress und erniedrigte Serumkonzentrationen wichtiger Antioxidanzien auf. Dies sollte bei der Ernährung von Dekubituspatienten berücksichtigt werden.[25] Im Allgemeinen heilen kleinere oder größere Wundbezirke nach Unfällen, entzündlichen Prozessen oder Operationen nicht immer so schnell, wie es unter optimalen Bedingungen möglich wäre. Ursächlich dafür kann ein Mikronährstoffmangel sein. Da das Immunsystem während der Wundheilungsphasen stark gefordert wird (Abb. 9), muss auf eine ausreichende Zufuhr von **Vitaminen** und **Spurenelementen** geachtet werden.

Entzündungsphase



Proliferationsphase



Reparationsphase

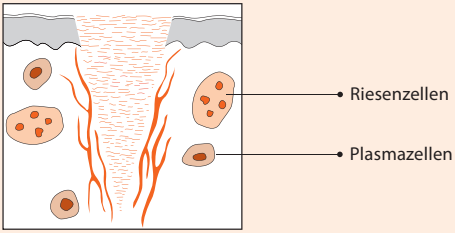


Abb. 9. Wundheilungsphasen und beteiligte Zelltypen

Vitamin C, B_6, Kupfer und **Mangan** sind für die Kollagensynthese von essenzieller Bedeutung, da sie als Cofaktoren von Enzymen für die Quervernetzung der Kollagenfasern verantwortlich sind.[12,57] **Vitamin A** fördert die Differenzierung von Epithelzellen. **Vitamin E** schützt die Lipide der Zellmembran vor Oxidation und verringert daher den verletzungsbedingt auftretenden oxidativen Stress. Auch das Spurenelement Selen wirkt als Baustein antioxidativer Enzyme dem oxidativen Stress entgegen.[57]

Die **B-Vitamine**, insbesondere die **Pantothensäure**, fördern die Wundheilung, indem sie die Synthese von Fettsäuren und Kollagen stimulieren.[57]

Bei Zinkmangel ist dagegen die Wundheilung gestört.[1,57]
Zink ist als Komponente verschiedener Metalloenzyme für die Proteinbiosynthese und die Zellteilung unentbehrlich und beschleunigt auf diese Weise die Wundheilung. Darüber hinaus stimuliert **Zink** die Lymphozyten und aktiviert Makrophagen.[74]

Das **Eisen** des Hämoglobins ist für den Sauerstofftransport zum Wundgebiet von Bedeutung.[14] Außerdem fördert Eisen die Kollagensynthese.[14] Für den raschen Wundverschluss und die Geweberegeneration ist also die optimale Versorgung mit **Mikronährstoffen** ein entscheidender Faktor (Tabelle 6).

Tabelle 6. Bedeutung der wichtigsten Mikronährstoffe für die Wundheilung

Mikronährstoff	Vorkommen	Eigenschaften und Merkmale
Vitamin A	Leber, Milch und Eier	Unterstützung von Zellteilung und Zelldifferenzierung, Stimulation epithelialer Zellen
Beta-Carotin	gelbe und orangefarbene Früchte sowie dunkelgrünes Blattgemüse	hohes antioxidatives Potenzial
B-Vitamine	Fleisch, Getreide, Milch, grünes Gemüse, Fisch, Kartoffeln	Bestandteile von Enzymen des Energiestoffwechsels, Kollagensynthese (Vitamin B_6)
Vitamin C	Citrusfrüchte, Gemüse, Kartoffeln	Kollagenbildung, Steigerung der Immunabwehr, Radikalfänger, trägt zur Regeneration von Vitamin E bei
Vitamin E	Öle, Nüsse, Eier, Innereien	Steigerung der Immunabwehr, Radikalfänger
Vitamin K_1	Milch, Innereien, grünes Gemüse	Förderung der Blutgerinnung
Kupfer	Leber, Nüsse, Vollkorn-produkte, Hülsenfrüchte	Cofaktor von Enzymen, die Kollagen und Elastin vernetzen
Zink	alle Nahrungsmittel tierischer Herkunft	Erhöhung der Zytokin-produktion, Stimulation von Lymphozyten, Aktivierung von Makrophagen, Radikalfänger
Selen	Seefisch, Eier, Fleisch, Getreideprodukte	Radikalfänger

Allergien, Asthma und COPD

Bei einer Allergie ist die Reaktionsbereitschaft des Immunsystems krankhaft erhöht. Kontakt mit dem auslösenden Antigen führt zur überschießenden Bildung von IgE-Antikörpern bzw. zeitverzögert zur Abgabe von Lymphokinen aus spezifisch sensibilisierten T-Lymphozyten. Aus Mastzellen freigesetztes Histamin löst typische Symptome wie Schwellungen, Quaddeln und Juckreiz aus.

Im Tierversuch lassen sich durch hohe **Vitamin-E**-Dosierungen allergische Symptome unterdrücken.[92] Zudem wirkt **Vitamin C** als Gegenspieler des Histamins. So besitzen Personen mit niedrigem Vitamin-C-Spiegel erhöhte Histaminkonzentrationen im Plasma.

Bei Patienten mit Histaminintoleranz verursachen Lebensmittel wie Rotwein oder Käse, die dieses biogene Amin enthalten, Kopfschmerzen und andere Allergiesymptome. Als Ursache gilt eine verringerte Aktivität des Histamin abbauenden Enzyms Diaminoxidase. Neben einer histaminarmen Diät bessert eine erhöhte Zufuhr von **Vitamin B_6** die Symptome, da es die Aktivität der Diaminoxidase erhöht.[45]

Eine Reihe von Studien zeigt, dass Patienten mit chronisch-entzündlichen Atemwegserkrankungen (Asthma und COPD*) unter erhöhtem oxidativen Stress leiden.[35,58,79,82] Bei Asthma- und COPD-Patienten spiegelt sich die verminderte Lungenfunktion in einem Ungleichgewicht zwischen oxidativ und antioxidativ wirkenden Substanzen wider.[60] So erhöhte sich in der Studie von Tug et al. (2004)[79] der oxidative Stress von COPD-Patienten während eines akuten Schubs und blieb auch in der darauf folgenden stabilen Phase erhöht. Die Erhöhung des oxidativen Stresses zeigte sich u. a. an einem Anstieg der Lipidperoxidation, d. h. an erhöhten Malondialdehyd-(MDA)-Spiegeln, einer verringerten Glutathionperoxidase-Aktivität und einem erniedrigten Vitamin-C-Spiegel.[35,79,82]

Interessanterweise fielen die Serumkonzentrationen von Vitamin A und E während der akuten Phase eines COPD-Anfalls ab (Abb. 10).[79] Auch Asthmapatienten wiesen in der Studie von Kelly et al. (1999)[49] geringere Vitamin-C- und -E-Konzentrationen, größere Mengen an oxidiertem Glutathion in den Atemwegssekreten und einen erhöhten oxidativen Stress auf. Im Vergleich zu gesunden Kontrollpersonen wiesen COPD-Patienten nach körperlicher Belastung deutlich erhöhte MDA-Werte und damit höheren oxidativen Stress auf. Nach einmonatiger Gabe von Vitamin E und C zeigten diese COPD-Patienten nach körperlicher Anstrengung keine Erhöhung der MDA-Spiegel mehr, und die maximale Belastungsdauer verlängerte sich signifikant.[3] Somit können Antioxidanzien die schädlichen Effekte des oxidativen Stresses bei chronischen Lungenleiden auf nutritive Weise mildern.

Ochs-Balcom (2006)[60] konnte zeigen, dass eine vergleichbar hohe Antioxidanzienaufnahme mit der Nahrung bei Patienten mit chronischen Atemwegserkrankungen offenbar zu niedrigeren Plasmaspiegeln führt als bei Gesunden.

COPD und erhöhter oxidativer Stress

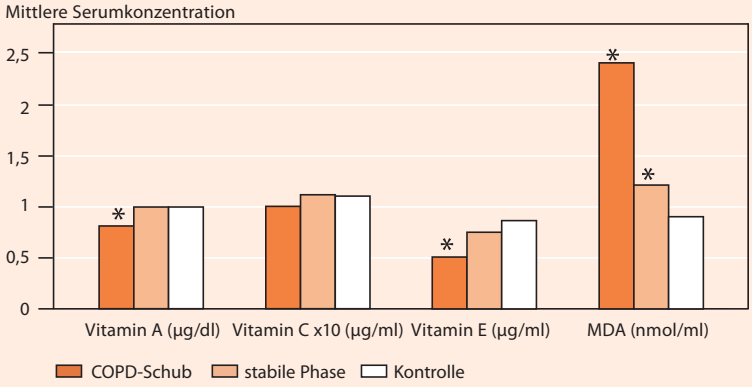


Abb. 10. Mittlere Serumkonzentration Stressmarker und antioxidative Vitamine[79]
* p<0,01: COPD-Schub vs. stabile Phase, COPD-Schub vs. Kontrolle

Dies könnte auf einen gesteigerten antioxidativen Bedarf bei Patienten mit Asthma und COPD hindeuten, der vermutlich auf den erhöhten oxidativen Stress (z. B. aufgrund entzündlicher Prozesse) zurückzuführen ist.[60] Die Studienergebnisse weisen darauf hin, dass eine zu geringe Antioxidanzienaufnahme eine Rolle bei der Entstehung und Ausprägung des Asthmas spielt. Niedrige Antioxidanzienspiegel könnten diese Patienten anfälliger gegenüber inhalierten Allergenen machen.[49] Eine vermehrte Aufnahme von **Antioxidanzien** mit der Nahrung oder in Form von Supplementen könnte demnach einen positiven Einfluss auf die Lungenfunktion von Asthmapatienten ausüben.[22]

Auch **Carotinoide** spielen offenbar eine wichtige Rolle in der Asthmapathogenese. So weisen Asthmapatienten geringere Carotinoid-Spiegel im Blut auf. Werden die Carotinoid-Spiegel mit Hilfe von Supplementen angehoben, so spiegelt sich dies ebenfalls in der Carotinoid-Konzentration in den Atemwegen wider.[88]

Selen als Bestandteil des antioxidativen Enzyms Glutathionperoxidase ist für das antioxidative Schutzsystem und Immunsystem von Asthmapatienten wichtig. Asthmapatienten mit erhöhtem oxidativem Stress neigen zu einem geringen Selenstatus und einer verringerten Glutathionperoxidase-Aktivität. Eine ergänzende Ernährung mit Selen, in Kombination mit der üblichen Asthmamedikation, hilft, den oxidativen Stress zu reduzieren, die Immunreaktion zu verbessern und damit die Asthmasymptome zu lindern.

Die Modulation des antioxidativen Potenzials durch die Zufuhr von Antioxidanzien und Selen mit der Nahrung oder in Form von Supplementen könnte daher helfen, die Ausprägung des Asthmas zu vermindern, die Folgeschäden der COPD zu reduzieren und die Leistungsfähigkeit von COPD-Patienten zu erhöhen.[3,35,49,58,60,79]

Das Krebsrisiko mindern – die Tumortherapie unterstützen

Vitamine und andere **Mikronährstoffe** sind keine Heilmittel gegen bösartige Tumorerkrankungen. Sie ersetzen keinesfalls die jeweils angemessenen schulmedizinischen Therapieverfahren, etwa Operationen, Chemo- oder Strahlentherapie. Doch sie können, neben anderen Elementen einer gesunden Lebensführung, zur Primär- und Sekundärprävention beitragen und in vielen Fällen eine Therapie nachhaltig unterstützen. Die seit Jahrzehnten vorliegenden Berichte über positive Wirkungen, insbesondere der antioxidativ wirksamen Mikronährstoffe, wurden in den letzten Jahren mehrfach durch kontrollierte Studien erhärtet.

Lebensweise und Ernährung sind, neben Umwelteinflüssen und genetischer Disposition, wichtige Faktoren für das Entstehen von Krebs. Schätzungen gehen davon aus, dass die westliche Ernährungsweise für etwa 40 % aller Tumorerkrankungen verantwortlich ist. Sie zeichnet sich durch eine einseitige, fettreiche Kost aus, die relativ arm an Ballaststoffen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren, **Vitaminen** und **Spurenelementen** ist.[67] Ein unzureichender Verzehr von Früchten und Gemüse ist mit einem höheren Krebsrisiko verbunden. Dies mag mit der entsprechend ungenügenden Versorgung mit Vitaminen und Spurenelementen zusammenhängen. Ein Defizit an **Eisen, Zink, Folsäure, Vitamin B_6, B_{12}** und **C** kann zur Schädigung der DNA führen und somit die Krebsentstehung fördern.[7]

Eine Vielzahl epidemiologischer Studien konnte darüber hinaus einen Zusammenhang zwischen dem Mangel an bestimmten **Antioxidanzien, Spurenelementen** (z. B. **Selen**) oder Vitaminen und dem Erkrankungsrisiko für verschiedene Krebsarten nachweisen. So korrelierten Defizite der **Vitamine A, C, E** oder der **Carotinoide** ebenso mit der Krebshäufigkeit wie eine Mangelversorgung mit den **Vitaminen D_3, B_6, B_{12}** und **Folsäure** (Tabelle 7).[80] Zahlreiche Studien zeigten, **dass Vitamin C** zur Prävention von Blasen-, Brust-, Gebärmutterhals- und Darmkrebs sowie einer Reihe

von weiteren Tumoren beiträgt.[48] Ein erhöhtes Darmkrebsrisiko konnte bei Vitamin-D-Mangel nachgewiesen werden.[7]

Weitere Studien mit gefährdeten Personen zeigen ein signifikant reduziertes Risiko für bestimmte Tumorerkrankungen bei hohem Mikronährstoff-Konsum:

- Eine Ernährungsinterventionsstudie in Linxian (China) mit 30.000 Personen zeigte, dass die tägliche Einnahme von Beta-Carotin, Vitamin E und Selen das in dieser Region stark erhöhte Risiko für Speiseröhren- und Magenkrebs erheblich senken konnte. Die Mortalität durch beide Krebsarten nahm um ca. 20 %, die Zahl der Erkrankungen um 10 % ab.[17] Die Gesamtmortalität sowie die Mortalität aufgrund von zerebrovaskulären Erkrankungen waren ebenfalls erniedrigt.[17]

- Die tägliche Aufnahme der Vitaminkombination A, C und E führte nach Abtragung von kolorektalen Polypen zu einer geringeren Rezidivrate.[86]

- Eine aktuelle Metaanalyse von 14 Studien, die insgesamt 351.077 Personen (davon 8.816 Krebspatienten und 342.261 gesunde Probanden) umfasste, wies nach, dass die tägliche Aufnahme von 1.000 IU (= 25 µg) Vitamin D das Darmkrebsrisiko um 50 % senkt.[36]

- Larsson et al. (2005)[52] beobachteten über einen Zeitraum von durchschnittlich 14,8 Jahren 61.433 schwedische Frauen zwischen 40 und 76 Jahren, die zu Studienbeginn keine Anzeichen einer Krebserkrankung aufwiesen. Zu Beginn der Studie (1987–90) und 1997 wurde mit Hilfe eines Fragebogens die mit der Nahrung aufgenommene Vitamin-B_6-Menge sowie der Alkoholkonsum ermittelt. Nach durchschnittlich 14,8 Jahren wurden 805 Dickdarmkrebsfälle registriert.

Die Langzeitaufnahme von **Vitamin B_6** war signifikant und invers mit dem Dickdarmkrebsrisiko verbunden.

- Eine prospektive Kohortenstudie (Nurses' Health Study) ergab, dass **Folsäure** einem durch regelmäßigen Alkoholkonsum erhöhten Brustkrebsrisiko entgegenwirkt. Frauen, die Alkohol zu sich nahmen, zeigten ein 50 % geringeres relatives Brustkrebsrisiko, wenn sie täglich mindestens 600 µg Folsäure zu sich nahmen. Die hohe Folsäurezufuhr erfolgte dabei meist durch Multivitaminprodukte.[91]

- Andere Studien belegen, dass eine hohe Folsäureaufnahme bzw. hohe Blutspiegel dieses Vitamins mit einem geringeren Rückfallrisiko für kolorektale Adenome verbunden waren (34 % bzw. 39 % Reduktion). Auch ein niedriger Homocysteinspiegel und eine hohe **Vitamin-B_6**-Aufnahme waren mit einer geringeren Rezidivrate verbunden.[54]

- In einer aktuellen Pilotstudie erzielte die 6-monatige Gabe von Folsäure (3 x 5 mg pro Tag) bei Patienten mit einer präkanzerösen Kehlkopfleukoplakie positive Effekte. Bei 72 % der behandelten Patienten verkleinerte sich die präkanzeröse Kehlkopfleukoplakie um mindestens die Hälfte oder verschwand sogar vollständig. Nach Meinung der untersuchenden Wissenschaftler könnten Folsäureprodukte daher zur Sekundärprävention bei solchen Risikofällen eingesetzt werden.[6]

Personen, die unter einer Krebserkrankung leiden, weisen einen erhöhten oxidativen Stress und niedrige Antioxidanzienkonzentrationen auf. Dies wurde u. a. für Brust-, Gebärmutterhals- und Darmkrebs[64,75,90] nachgewiesen. Die Autoren vermuten, dass oxidativer Stress die Krebsentstehung beeinflusst.[64,75,90] Diese Patienten weisen demnach einen erhöhten Antioxidanzienbedarf auf.

So kann die nutritive Einnahme von Antioxidanzien oxidativen Schäden z. B. durch eine gesteigerte Lipidperoxidation entgegenwirken.[75,90] Antioxidanzien können durch ihre ernährungsphysiologischen Eigenschaften:[68]

- die Effizienz der Chemotherapie, der Strahlentherapie und Hyperthermie verstärken,
- die Genexpression von Onkogenen in Krebszellen reduzieren,
- die Differenzierung von Krebszellen induzieren,
- die körpereigene Abwehr stärken
- sowie die Toxizität der Krebstherapie mildern.

Mikronährstoffe in der Onkologie

Chemo- und Strahlentherapie setzen darauf, die Unterschiede zwischen normalem Gewebe und unkontrolliert wachsenden Tumoren zu nutzen, um möglichst selektiv die Krebszellen zu zerstören. Zahlreiche Untersuchungen weisen darauf hin, dass Mikronährstoffe:

• unterschiedlich auf Krebszellen und normale Zellen wirken
In kultivierten Nager- und humanen Krebszellen induziert die Behandlung mit antioxidativen Vitaminen (Vitamine C und E) sowie Beta-Carotin die Zelldifferenzierung und hemmt das Zellwachstum. Die zugrunde liegenden Mechanismen sind komplex. Vitamin A und E erhöhen beispielsweise wachstumshemmende Signale (z. B. durch Hemmung der Proteinkinase C) und führen zu einer Reduktion der Onkogenexpression (wie z. B. von c-myc und H-ras). Vitamin E erhöht darüber hinaus die Produktion und Freisetzung des Wachstumshemmers TGF-β, und reduziert die Phosphorylierung und Aktivität des Transkriptionsfaktors E2F, der eine zentrale Position in der Zellproliferation einnimmt.[68] Beta-Carotin hemmt beispielsweise das Wachstum von Zelllinien aus humanen Prostatakarzinomen.[87] In vitro induzieren die Vitamine D, E und K sowie Beta-Carotin in vielen Tumorzelllinien den „programmierten Zelltod" (Apoptose), während dieser Effekt an gesunden Zellen nicht zu beobachten ist.[23] Die stärkste proapoptotische Wirkung erzielt dabei eine Kombination aus Vitamin C und E.[23]

• die Wirkung von Standardtherapien unterstützen
Erste Ansätze zeigen, dass einzelne antioxidative Vitamine oder die Kombination aus mehreren Vitaminen verstärkt die wachstumshemmende Wirkung von Strahlentherapie, Chemotherapie sowie der Hyperthermie-Behandlung unterstützen.[68] Eine ganze Anzahl von Zell- und Tierversuchen weisen darauf hin, dass die Vitamine A, C, E und Beta-Carotin den wachstumshemmenden Effekt vieler Zytostatika (wie z. B. Cisplatin) oder der Strahlentherapie verstärken.[24,68]

Weiterhin bewirken Vitamin A und Tamoxifen synergistisch die Apoptose von kultivierten Brustkrebszellen.[83] Auch Prasad et al. (1994)[66] stellten fest, dass die Wachstumshemmung von menschlichen Melanomzellen durch Chemotherapeutika wie Cisplatin sowie Decarbazin und Tamoxifen durch die zusätzliche Gabe von Vitamin C allein, die Kombination aus Beta-Carotin, einem Vitamin-E- und -A-Derivat sowie die Kombination aus Vitamin C, Beta-Carotin sowie dem Vitamin-E- und -A-Derivat verstärkt werden kann. Die kombinierte Gabe von mehreren Vitaminen war dabei am wirkungsvollsten.[66] Diese Mikronährstoffe unterstützen sich gegenseitig in ihrer Funktion. So stellt z. B. Vitamin C die antioxidative Kapazität von Vitamin E wieder her.[15]

• vielen unerwünschten Effekten der Krebstherapie entgegenwirken

Im Tierversuch reduzieren die Vitamine C und E die Toxizität der Zytostatika Doxorubicin und Bleomycin für gesunde Zellen.[68] Normale Körperzellen scheinen weitaus geringere Antioxidanzienspiegel zu akkumulieren als Krebszellen, so dass normale Zellen vor den wachstumshemmenden Effekten der Standardkrebstherapie geschützt werden, während die hohen Antioxidanzienspiegel in den Krebszellen die beschriebenen wachstumshemmenden Signale sowie Differenzierungen auslösen. Die Toxizität der Chemotherapie kann aufgrund dieser selektiven Wirkungen herabgesetzt werden.[68]

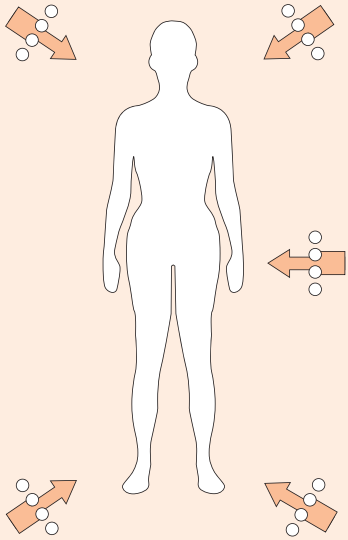
• Nebenwirkungen der Therapie abschwächen

Chemo- oder Strahlentherapie belasten das Immunsystem stark. Auch eine möglicherweise notwendige Tumoroperation fordert das Immunsystem. Die Mikronährstoffe werden dann u. a. für die Wundheilung benötigt. Gleichzeitig kann die Aufnahme und Resorption von Nährstoffen durch Appetitlosigkeit, Erbrechen und Durchfall reduziert sein. Daher sollte die Tumorbehandlung durch eine ausreichend dosierte Zufuhr von Mikronährstoffen unterstützt werden, die die Erholung des Immunsystems fördern, die Abwehr von Infektionen erleichtern und die Wundheilung begünstigen (Abb. 11).

Einflüsse der Tumortherapie auf den Ernährungsstatus

Schleimhautreizung durch Zytostatika:
- Entzündungen
- Erbrechen, Durchfall
- Appetitlosigkeit

Chirurgische Maßnahmen
- Kau- und Schluckbeschwerden
- Malabsorption



Strahlentherapie
- Übelkeit
- Kau- und Schluckbeschwerden
- Geschmacksveränderungen/ Geschmacksverlust
- Mundtrockenheit

Entstehung von freien Radikalen

Chemotherapie
- Anorexie
- Übelkeit
- Erbrechen
- Infekte
- Malabsorption
- Reduktion der Leukozyten- und Thrombozytenzahl

Abb. 11.

Tabelle 7. Vorkommen der Mikronährstoffe und ihre Eigenschaften und Merkmale, insbesondere im Zusammenhang mit Krebserkrankungen

Mikronährstoffe	Vorkommen	Eigenschaften und Merkmale
Vitamin B_1 (Thiamin)	Schweinefleisch, Getreideprodukte	Optimierung der Zellfunktion wichtig für den Energiestoffwechsel
Vitamin B_2 (Riboflavin)	Käse, Fleisch, Fisch	Optimierung der Zellfunktion, wichtig für den Energiestoffwechsel
Pantothensäure	Fleisch, Fisch, Käse, Ei	Optimierung der Zellfunktion, wichtig für den Energiestoffwechsel
Nicotinamid	Fleisch, Fisch, Pilze, Getreideprodukte	wichtig für den Energiestoffwechsel
Vitamin B_6 (Pyridoxin)	Fleisch, Fisch, Gemüse (Rosenkohl, Avocado)	Optimierung der Zellfunktion, wichtig für den Energiestoffwechsel
Vitamin B_{12} (Cyanocobalamin)	Fleisch, Leber, Niere, Milch, Fisch	wichtig für die Blutbildung
Folsäure	grünes Gemüse, Innereien	Förderung des Zellaufbaus
Biotin	Ei, Fisch, Innereien	Optimierung der Zellfunktion
Vitamin K_1	grünes Gemüse (Grünkohl, Brokkoli)	wesentlicher Faktor im Blutgerinnungssystem, unterstützt den Knochenstoffwechsel
Vitamin D_3	Fisch, Milch	unterstützt den Knochenaufbau
Vitamin C	Obst, Gemüse (v. a. Paprika, Brokkoli)	Antioxidans, Unterstützung des Immunsystems trägt zur Regeneration von Vitamin E bei, ist für die Synthese von Kollagen erforderlich
Vitamin A	Leber, Karotten, Thunfisch, Käse	Unterstützung der Zellteilung und Zellfunktion, wichtig für das Immunsystem
Vitamin E	Pflanzen- und Fischöle, Nüsse, Eier, Innereien Gemüse und Obst	Antioxidans, Unterstützung des Immunsystems

Mikronährstoffe	Vorkommen	Eigenschaften und Merkmale
Carotinoide	Gemüse und Obst	antioxidative Eigenschaften, Unterstützung des Immunsystems
Bioflavonoide	Gemüse und Obst	antioxidative Eigenschaften, unterstützen als natürliche Antioxidanzien die Wirkung von Vitamin C
Selen	Seefisch, Fleisch, Ei, Getreideprodukte	Bestandteil antioxidativer Enzyme, Unterstützung des Immunsystems
Zink	Fleisch, Fisch, Käse	
Kupfer	Leber, Nüsse	
Mangan	Getreideprodukte	
Eisen	Fleisch	wichtig für die Blutbildung und den Sauerstofftransport im Blut
Jod	Seefisch	wichtiger Einfluss auf die Schilddrüsenfunktion

Literaturverzeichnis

1. Abbasi A, Shetty K. Zink: Pathophysiologische Effekte, Mangelzustände und Wirkungen einer Supplementierung bei älteren Personen – ein Forschungsüberblick. Z Gerontol Geriatr 1999;32(Suppl 1):I75-9.
2. Adam O. Anti-inflammatory diet in rheumatic disease. Eur J Clin Nutr 1995;49:703-17.
3. Agacdiken A, Basyigit I, Ozden M, et al. The effects of antioxidants on exercise-induced lipid per oxidation in patients with COPD. Respirology 2004;9(1):38-42.
4. Ahluwalia N, Sun J, Krause D, et al. Immune function is impaired in iron-deficient, home-bound, older women. Am J Clin Nutr 2004;79(3):516-21.
5. Allard JP, Aghdassi E, Chau J, et al. Effects of vitamin E and C supplementation on oxidative stress and viral load in HIV-infected subjects. AIDS 1998;12(13):1653-9.
6. Almadori G, Bussu F, Navarra P, et al. Pilot phase IIA study for evaluation of the efficacy of folic acid in the treatment of laryngeal leucoplakia. Cancer 2006;107(2):328-36.
7. Ames BN, Wakimoto P. Are vitamin and mineral deficiencies a major cancer risk? Nat Rev Cancer 2002;2(9):694-704.
8. Andreone P, Fiorino S, Cursaro C, et al. Vitamin E as treatment for chronic hepatitis B: results of a randomized controlled pilot trial. Antiviral Res 2001;49(2):75-81.
9. Arthur JR, McKenzie RC, Beckett GJ. Selenium in the immune system. J Nutr 2003;133(5 Suppl 1):1457-9.
10. Aydemir TB, Blanchard RK, Cousins RJ. Zinc supplementation of young men alters metallothionein, zinc transporter, and cytokine gene expression in leukocyte populations. Proc Natl Acad Sci U S A 2006;103(6):1699-704.
11. Barringer TA, Kirk JK, Santaniello AC, et al. Effect of a multivitamin and mineral supplement on infection and quality of life. A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. Ann Intern Med 2003;138(5):365-71.
12. Bässler KH, Golly I, Loew D, et al. Vitamin-Lexikon. 3. Aufl. München: Urban & Fischer; 2002.
13. Beck MA. Selenium and host defence towards viruses. Proc Nutr Soc 1999;58(3):707-11.
14. Benedikt MA, Weitgasser R. Ernährungsmanagement bei Wundpatienten. J Ernährungsmed 2006;8(2):6-10.
15. Biesalski HK, Grimm P, Nowitzki-Grimm S. Taschenatlas der Ernährung. 1. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2002. S. 199.
16. Blomhoff R, Blomhoff HK. Overview of retinoid metabolism and function. J Neurobiol 2006;66(7):606-30.
17. Blot WJ, Li JY, Taylor PR, et al. Nutrition intervention trials in Linxian, China: supplementation with specific vitamin/mineral combinations, cancer incidence, and disease-specific mortality in the general population. J Natl Cancer Inst 1993;85(18):1483-92.
18. Bratman S, Harkness R. The Natural Pharmacist: Drug-herb-vitamin interactions bible. Roseville, CA: Prima Lifestyles; 2001.
19. Chandra RK. Effect of vitamin and trace-element supplementation on immune responses and infection in elderly subjects. Lancet 1992;340(8828):1124-7.
20. Chandra RK. Influence of multinutrient supplement on immune responses and infection-related illness in 50-65 year old individuals. Nutr Res 2002;22(1-2):5-11.
21. Cheng T, Zhu Z, Masuda S, et al. Effects of multinutrient supplementation on antioxidant defense systems in healthy human beings. J Nutr Biochem 2001;12(7):388-95.
22. Cohen HA, Neuman I, Nahum H. Blocking effect of vitamin C in exercise-induced asthma. Arch Pediatr Adolesc Med 1997;151(4):367-70.

23. Cole WC, Prasad KN. Contrasting effects of vitamins as modulators of apoptosis in cancer cells and normal cells: a review. Nutr Cancer 1997;29(2):97-103.
24. Conklin KA . Dietary antioxidants during cancer chemotherapy: impact on chemotherapeutic effectiveness and development of side effects. Nutr Cancer 2000;37(1):1-18.
25. Cordeiro MB, Antonelli EJ, da Cunha DF, et al. Oxidative stress and acute-phase response in patients with pressure sores. Nutrition 2005;21(9):901-7.
26. Dardenne M. Zinc and immune function. Eur J Clin Nutr 2002;56(Suppl 3):S20-3.
27. Darlington LG, Stone TW. Antioxidants and fatty acids in the amelioration of rheumatoid arthritis and related disorders. Br J Nutr 2001;85(3):251-69.
28. Demling RH, DeBiasse MA. Micronutrients in critical illness. Crit Care Clin 1995;11(3):651-73.
29. Deutsche Gesellschaft für Ernährung. Ernährungsbericht 2004. DGE, Bonn 2004.
30. Dietl H. Forum Immunologie 1999;2:IV.
31. Duffield-Lillico AJ, Dalkin BL, Reid ME, et al. Selenium supplementation, baseline plasma selenium status and incidence of prostate cancer: an analysis of the complete treatment period of the Nutritional Prevention of Cancer Trial. BJU Int 2003;91(7):608-12.
32. Ekmekcioglu C. Spurenelemente auf dem Weg ins 21. Jahrhundert – zunehmende Bedeutung von Eisen, Kupfer, Selen und Zink. J Ernährungsmed 2000;2(2):18-23.
33. Fawzi WW, Msamanga GI, Spiegelman D, et al. A randomized trial of multivitamin supplements and HIV disease progression and mortality. N Engl J Med 2004;351(1):23-32.
34. Grimble RF. Nutritional modulation of cytokine biology. Nutrition 1998;14(7-8):634-40.
35. Gazdik F, Pijak MR, Gazdikova K, et al. Need of complementary therapy with selenium in asthmatics. Nutrition 2004;20(10):950-2.
36. Gorham ED, Garland CF, Garland FC et al. Vitamin D and prevention of colorectal cancer. J Steroid Biochem Mol Biol 2005;97(1-2):179-94.
37. Hager ED, Herausgeber. Komplementäre Onkologie. Gräfelfing: Forum Medizin Verlagsgesellschaft; 1996. S. 206.
38. Hahn H, Ströhle A, Wolters M. Ernährung – Physiologische Grundlagen, Prävention, Therapie. Stuttgart: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, 2005; S. 154-6.
39. Harakeh S, Jariwalla RJ, Pauling L. Suppression of human immunodeficiency virus replication by ascorbate in chronically and acutely infected cells. Proc Natl Acad Sci U S A 1990;87(18):7245-9.
40. Head KA. Ascorbic acid in the prevention and treatment of cancer. Altern Med Rev 1998;3(3):174-86.
41. Hemilä H. Vitamin C and common cold incidence: a review of studies with subjects under heavy physical stress. Int J Sports Med 1996;17(5):379-83.
42. Hofmeister M. Auswirkungen von alimentären Ergänzungsmitteln auf die Gesundheit. Ernähr Med 2005;20(3):115-22.
43. Ibs KH, Rink L. Zinc-altered immune function. J Nutr 2003;133(5 Suppl 1):1452S-6S.
44. Jain AL. Influence of vitamins and trace-elements on the incidence of respiratory infection in the elderly. Nutr Res 2002;22(1-2):85–87.
45. Jarisch R, Wantke F. Wine and headache. Int Arch Allergy Immunol 1996;110(1):7-12.
46. Jacobs ET, Jiang R, Alberts DS, et al. Selenium and colorectal adenoma: results of a pooled analysis. J Natl Cancer Inst 2004;96(22):1669-75.
47. Jenab M, Riboli E, Ferrari P, et al. Plasma and dietary vitamin C levels and risk of gastric cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC-EURGAST). Carcinogenesis 2006;27(11):2250-7.
48. Kelly FJ. Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health effects.Occup Environ Med 2003;60(8):612-6.
49. Kelly FJ, Mudway I, Blomberg A, et al. Altered lung antioxidant status in patients with mild asthma. Lancet 1999;354(9177):482-3.

50. Kwak HK, Hansen CM, Leklem JE, et al. Improved vitamin B-6 status is positively related to lymphocyte proliferation in young women consuming a controlled diet. J Nutr 2002;132(11):3308-13.
51. Langkamp-Henken B, Bender BS, Gardner EM, et al. Nutritional formula enhanced immune function and reduced days of symptoms of upper respiratory tract infection in seniors. J Am Geriatr Soc 2004;52(1):3-12.
52. Larsson SC, Giovannucci E, Wolk A. Vitamin B_6 intake, alcohol consumption, and colorectal cancer: a longitudinal population-based cohort of women. Gastroenterology 2005;128(7):1830-7.
53. Liang B, Chung S, Araghiniknam M, et al. Vitamins and immunomodulation in AIDS. Nutrition 1996;12(1):1-7.
54. Martinez ME, Henning SM, Alberts DS. Folate and colorectal neoplasia: relation between plasma and dietary markers of folate and adenoma recurrence. Am J Clin Nutr 2004;79(4):691-7.
55. McCloy R. Chronic pancreatitis at Manchester, UK. Focus on antioxidant therapy. Digestion 1998;59(Suppl. 4):36-48.
56. Meydani SN, Han SN, Wu D, et al. Vitamin E and immune response in the aged: molecular mechanisms and clinical implications. Immunol Rev 2005;205(1):269-84.
57. Meyer NA, Muller MJ, Herndon DN. Nutrient support of the healing wound. New Horiz 1994;2(2):202-14.
58. Misso NLA, Brooks-Wildhaber J, Ray S, et al. Plasma concentrations of dietary and non-dietary antioxidants are low in severe asthma. Eur Respir J 2005;26(2):257-64.
59. Mora RJ. Malnutrition: organic and functional consequences. World J Surg 1999;23(6):530-5.
60. Ochs-Balcom HM, Grant BJB, Muti P, et al. Antioxidants, oxidative stress, and pulmonary function in individuals diagnosed with asthma or COPD. Eur J Clin Nutr 2006;60(8):991-9.
61. Nadeem A, Chhabra SK, Masood A, et al. Increased oxidative stress and altered levels of antioxidants in asthma. J Allergy Clin Immunol 2003;111(1):72-8.
62. Packer L, Valacchi G. Antioxidants and the response of skin to oxidative stress: vitamin E as a key indicator.Skin Pharmacol Appl Skin Physiol. 2002;15(5):282-90.
63. Pathak AK, Bhutani M, Guleria R, et al. Chemotherapy alone vs. chemotherapy plus high dose multiple antioxidants in patients with advanced non small cell lung cancer. J Am Coll Nutr 2005;24(1):16-21.
64. Palan PR, Woodall AL, Anderson PS, et al. Alpha-tocopherol and alpha-tocopheryl quinone levels in cervical intraepithelial neoplasia and cervical cancer. Am J Obstet Gynecol 2004;190(5):1407-10.
65. Pauling L. Orthomolecular somatic and psychiatric medicine. Z Vitalst Zivilisationskr 1968;12(1):3-5.
66. Prasad KN, Hernandez C, Edwards-Prasad J, et al. Modification of the effect of tamoxifen, cisplatin, DTIC, and interferon-alpha 2ß on human melanoma cells in culture by a mixture of vitamins. Nutr Cancer 1994;22(3):233-45.
67. Prasad KN, Cole W, Hovland P. Cancer prevention studies: past, present, and future directions. Nutrition 1998;14(2):197-210; disc. 237-8.
68. Prasad KN, Kumar A, Kochupillai V, et al. High doses of multiple antioxidant vitamins: essential ingredients in improving the efficacy of standard cancer therapy. J Am Coll Nutr 1999;18(1):13-25.
69. Reiter A, Steltzer H. Antioxidative Strategien bei Patienten mit schweren Lebererkrankungen. Aktuel Ernahrungsmed 2004;29(1):15-24.
70. Rall LC, Meydani SN. Vitamin B_6 and immune competence. Nutr Rev 1993;51(8):217-25.
71. Scherz H, Herausgeber. Souci-Fachmann-Kraut. Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Nährwert-Tabellen. 6. Aufl. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers; 2000.
72. Semba RD. Vitamin A and immunity to viral, bacterial and protozoan infections. Proc Nutr Soc 1999;58(3):719-27.
73. Shafat A, Butler P, Jensen RL, et al. Effects of dietary supplementation with vitamins C and E

on muscle function during and after eccentric contractions in humans. Eur J Appl Physiol. 2004;93(1-2):196-202.
74. Shankar AH, Prasad AS. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. Am J Clin Nutr 1998;68(2 Suppl):447S-63S.
75. Skrzydlewska E, Sulkowski S, Koda M, et al. Lipid peroxidation and antioxidant status in colorectal cancer. World J Gastroenterol 2005;11(3):403-6.
76. Steck-Scott S, Arab L, Craft NE, et al. Plasma and lung macrophage responsiveness to carotenoid supplementation and ozone exposure in humans. Eur J Clin Nutr 2004;58(12):1571-9.
77. Stryer L. Biochemie. 5. Aufl. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag; 1994. S. 166.
78. Tsai K, Wang SS, Chen TS, et al. Oxidative stress: an important phenomenon with pathogenetic significance in the progression of acute pancreatitis. Gut 1998;42(6):850-5.
79. Tug T, Karatas F, Terzi SM. Antioxidant vitamins (A, C and E) and malondialdehyde levels in acute exacerbation and stable periods of patients with chronic obstructive pulmonary disease. Clin Invest Med 2004;27(3):123-8.
80. VERIS Research Summary. The role of antioxidants in cancer prevention and treatment summary. December 1999.
81. von Herbay A, Stahl W, Niederau C, et al. Vitamin E improves the aminotransferase status of patients suffering from viral hepatitis C: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. Free Radic Res 1997;27(6):599-605.
82. Vural H, Aksoy N, Ceylan E, et al. Leukocyte oxidant and antioxidant status in asthmatic patients. Arch Med Res 2005;36(5):502-6.
83. Wang Y, He QY, Chen H, et al. Synergistic effects of retinoic acid and tamoxifen on human breast cancer cells: proteomic characterization. Exp Cell Res 2007;313(2):357-68.
84. Watzl B, Hänsch GM, Pool-Zobel BL. Ernährung und Immunsystem. Ernähr Umsch 1994; 41(10):368-77.
85. Wintergerst ES, Maggini S, Hornig DH. Immune-enhancing role of vitamin C and zinc and effect on clinical conditions. Ann Nutr Metab 2006;50(2):85-94.
86. White E, Shannon JS, Patterson RE. Relationship between vitamin and calcium supplement use and colon cancer. Cancer Epidemiol Biomarkers Prev 1997;6(10):769-74.
87. Williams AW, Boileau TW, Zhou JR, et al. Beta-carotene modulates human prostate cancer cell growth and may undergo intracellular metabolism to retinol. J Nutr 2000;130(4):728-32.
88. Wood LG, Garg ML, Blake RJ, et al. Airway and circulating levels of carotenoids in asthma and healthy controls. J Am Coll Nutr 2005;24(6):448-55.
89. Yamamoto Y, Yamashita S, Fujisawa A, et al. Oxidative stress in patients with hepatitis, cirrhosis, and hepatoma evaluated by plasma antioxidants. Biochem Biophys Res Commun 1998;247(1):166-70.
90. Yeh CC, Hou MF, Tsai SM, et al. Superoxide anion radical, lipid peroxides and antioxidant status in the blood of patients with breast cancer. Clin Chim Acta 2005;361(1-2):104-11.
91. Zhang S, Hunter DJ, Hankinson SE, et al. A prospective study of folate intake and the risk of breast cancer. JAMA 1999;281(17):1632-7.
92. Zheng K, Adjei AA, Shinjo M, et al. Effect of dietary vitamin E supplementation on murine nasal allergy. Am J Med Sci 1999;318(1):49-54.

Copyright Orthomol. Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in fremde Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieser Broschüre darf ohne schriftliche Genehmigung des Urhebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere Datenverarbeitungsmaschinen, verwendete Sprache übertragen oder übersetzt werden.

Die Idee für
mehr Gesundheit.

orthomol

Orthomol
pharmazeutische
Vertriebs GmbH

Herzogstraße 30
40764 Langenfeld
Telefon 02173 9059-0
info@orthomol.de
www.orthomol.de

Bei Fragen helfen wir
Ihnen gerne weiter.

19913250 05/10