



LABOR DR. BAYER

Komplementärmedizin für die Frau

Frau Sein ist Tag für Tag eine besondere Herausforderung

Nicht nur Beruf und Familie verlangen einer Frau einiges ab, auch die verschiedenen Lebensphasen – wie Schwangerschaft oder Wechseljahre – benötigen Kraft und Aufmerksamkeit. Infektionen, Schlafdefizite oder zusätzlicher Stress können das empfindliche Gleichgewicht gefährden. Schnell entsteht ein Energiedefizit, eine Mangelversorgung oder ein erhöhter Bedarf an Mikronährstoffen.

Um Reserven wieder aufzubauen ist eine gezielte Substitution meist unumgänglich und eine Mikronährstoffanalyse hilft den individuellen Bedarf zu ermitteln.

Vitalität und Energie

Um auch unter den vielfältigen Herausforderungen fit und gesund sein zu können, sollten ein paar Mikronährstoffe/Spurenelemente im Fokus stehen, die jede Frau unterstützen, in körperlicher Fitness, einem gesunden Immunsystem, geistiger und mentaler Belastbarkeit und auch einem erholsamen Schlaf den Alltag zu meistern.



Die Haut – Spiegel einer optimalen Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen

Eine Verbesserung der Versorgung mit Mineralstoffen und Vitaminen trägt nicht nur zur optimalen Funktion des Organs bei, sondern fördert das Wohlfühlen in der eigenen Haut.



Orale Kontrazeptiva – „Die Pille“ als Mineralstoff- und Vitaminräuber

Neben unerwünschten Wirkungen oraler Kontrazeptiva wie Gewichtszunahme oder Stimmungsschwankungen, sollten Veränderungen im Mikronährstoffhaushalt, die zu einem Mangel an Mineralien und Vitaminen führen, deutlich mehr Beachtung finden.

Optimierung der Ernährung

Vegan vegetarische Ernährung

Eine gut geplante vegane oder vegetarische Ernährung ist nur gesund und ernährungsphysiologisch sinnvoll, wenn sie sorgfältig geplant und kontrolliert ist. Ansonsten kann diese Ernährungsform zu einer Mangelversorgung führen, deren Folgen für die Frau und gegebenenfalls Kinder weitreichend sein können. Die DGE rät daher zu einer regelmäßigen Laborkontrolle essenzieller Stoffwechselfparameter.



Die richtigen Fette

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, insbesondere Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren, müssen mehr denn je im Fokus einer gesunden Ernährung stehen. Die richtigen Öle, aber auch eine gezielte Substitution können zur Verbesserung der Omega-3-Versorgungslage führen. Ein ausgewogenes Verhältnis von Omega-6 zu Omega-3 ist erforderlich, um die Entzündungsbereitschaft des Körpers in Balance zu halten.

Weitere Informationen (*Fachliteratur oder Entnahmematerialien sowie Preise*) entnehmen Sie gerne unserer detaillierten Fachinformation.

Unser Kundenservice sowie Außendienst unterstützt Sie gerne persönlich, vereinbaren Sie einen Termin.

Labor Dr. Bayer – Kompetenzzentrum für
komplementärmedizinische Diagnostik

Telefon +49 711-16418-0
info@labor-bayer.de

Nikolaus-Otto-Straße 6
70771 Leinfelden-Echterdingen
www.labor-bayer.de

Komplementärmedizin für die Frau

1. Vitalität und Energie	4
Spurenelemente	5
• Magnesium	
• Kalium	
• Zink	
• Selen	
B-Vitamine und Coenzym Q10	8
Eisen – Mittelpunkt der Energieversorgung	11
• Diagnostik eines Eisenmangels	
• Transferrin und Transferrinsättigung	
• Löslicher Transferrinrezeptor	
2. Die Haut – Spiegel der Mineralstoff- und Vitaminversorgung des Körpers	13
• Vitamin C, Vitamin E und Selen schützen vor Alterung und UV-Schäden	
• Vitamine A und C unterstützen die Regeneration der Hautzellen maßgeblich	
• Zink ist wichtig für die Struktur und Funktion vieler Proteine	
• Biotin	
3. Orale Kontrazeptiva – „Die Pille“ als Mineralstoff- und Vitaminräuber	15
• Mangel an Vitamin B6, B12 und Folsäure	
• Spurenelemente Magnesium und Zink	
4. Optimierung der Ernährung	16
Auswirkungen vegan-vegetarischer Ernährung	16
• Nahrungsbestandteile: Aminosäuren, Kalzium, Eisen und Zink	
• Vitamin A	
• Vitamin B2 (Riboflavin)	
• Vitamin B12 (Cobalamin)	
• Vegan/vegetarische Ernährung in der Schwangerschaft	
Fettsäuren: der Omega-3-Index als Marker für gesunde Zellen	20
Literatur	22



Profil: Vitalität / Energiebedarf

KAPITEL 1

Vitalität und Energie

Vitalität ist als Ausdruck von Gesundheit, Lebensfreude, Leistungsfähigkeit und Spannkraft – ein optimaler Zustand auf hohem Niveau, erstrebenswert und erreichbar.

Das Spektrum an Empfehlungen bezüglich des Lifestyles, der Life-Balance sowie optimierter Ernährung abgestimmt auf ausreichende und ausdauernde Bewegung ist umfangreich. Ein gesunder Lebensstil und Stressreduktion oder -vermeidung sind wichtige Grundlagen, um sich wohlfühlen. Doch nicht immer kann das Optimum allein dadurch erreicht werden. Frau Sein ist für viele Frauen Tag für Tag eine neue Herausforderung. Nicht nur Beruf und Familie verlangen einer Frau einiges ab, auch die verschiedenen Lebensphasen – wie Schwangerschaft oder Wechseljahre – benötigen Kraft und Aufmerksamkeit. Infektionen, Schlafdefizite oder zusätzlicher Stress können das empfindliche Gleichgewicht gefährden. Schnell entsteht ein Energiedefizit, eine Mangelversorgung oder ein erhöhter Bedarf an Mikronährstoffen. Wer die Hürden des Frauseins gut meistern möchte, kann

Rückhalt gebrauchen – und das nicht nur von außen, sondern auch von innen: Vitamine und Mineralstoffe können Frauen in jeder Phase des Frauseins unterstützen und dabei helfen, den täglichen Ansprüchen des Lebens gewachsen zu sein.

Eine gesunde Ernährung allein ist in den meisten Fällen nicht mehr ausreichend, da der Nährstoffgehalt in diversen Nahrungsmitteln in den letzten 100 Jahren massiv gesunken ist¹. Um das Energiedefizit wieder auszugleichen, um wieder Reserven aufzubauen und gesund zu sein, ist eine **gezielte Substitution** von Mikronährstoffen meist unumgänglich. Dazu sollte der individuelle Bedarf durch eine **Mikronährstoffanalyse** ermittelt werden.

Im Folgenden sind wichtige Nährstoffe aufgeführt, die für jede Frau im Fokus stehen sollten und unumgänglich sind für körperliche Fitness, ein gesundes Immunsystem, für Konzentration und geistige Leistungsfähigkeit, mentale Belastbarkeit und auch für einen erholsamen Schlaf.

Spurenelemente

Magnesium

Magnesium wird als Cofaktor von über 300 Enzymen insbesondere für die Energiegewinnung in den Zellen/ Mitochondrien zur Bildung von ATP benötigt. Dies erklärt, weshalb alle Organe mit einem hohen Energiebedarf Magnesium benötigen.

Die Leistungsfähigkeit der Skelettmuskeln, wie auch die Kontraktionskraft der Herzmuskulatur wird durch Magnesium gesteigert, aber auch das Gehirn hat einen hohen Energiebedarf und benötigt eine optimale Magnesiumversorgung.

Ein vermehrter Bedarf entsteht u. a. bei Stress, in der Schwangerschaft und Stillzeit, bei Leistungssport (Ausdauersport) und auch bei vermehrter Aluminiumbelastung².

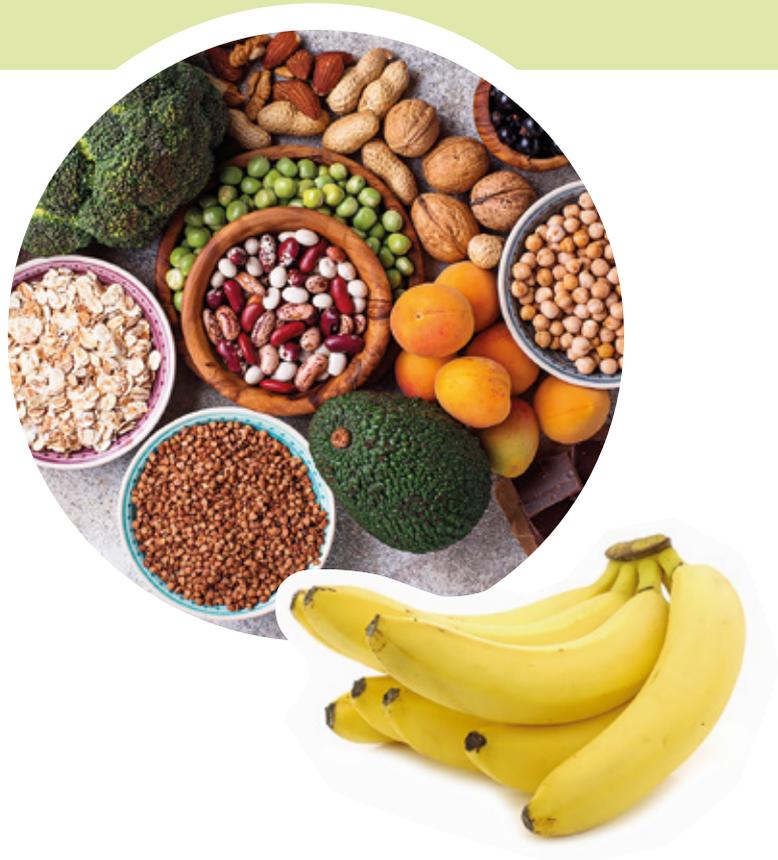
Ein Magnesiummangel wirkt sich nicht nur auf die Skelett-, sondern auch auf die Elastizität der glatten Muskulatur aus. Neben muskulären Krämpfen sind Kopfschmerzen, Migräne, aber auch verminderte Peristaltik des Gastrointestinal-(GI-)Trakts und Bluthochdruck typische Symptome für einen Magnesiummangel^{1, 2, 3a}.

Sehr ähnliche Symptome können durch einen (zusätzlichen) Kaliummangel hervorgerufen werden.

Kalium

Kalium ist das wichtigste intrazelluläre Kation und zusammen mit Phosphat und Eiweiß für den osmotischen Druck in der Zelle verantwortlich. Es ist an der metabolischen Aktivität jeder Zelle beteiligt¹.

Dementsprechend vielfältig äußert sich ein Kaliummangel in der Klinik. Mögliche Symptome sind Apathie, allgemeine Erschöpfung, Muskelschwäche und -krämpfe, Herzrhythmusstörungen, Appetitlosigkeit und Obstipation sowie Störungen der Glucose-Toleranz.



Kalium sollte immer ergänzend zu Magnesium betrachtet werden. Eine ausgewogene Versorgung unterstützt die Wirkung von Magnesium bei Muskelschwäche oder -krämpfen, steigert die Herzleistung durch zusätzliche Optimierung der Reizleitung und kann einer Engstellung der Blutgefäße entgegenwirken und sich somit positiv auf eine (beginnende) Hypertonie auswirken.

Einseitige Ernährung (wenig Obst und Gemüse), wie auch Medikamente (Diuretika, Mineralkortikoide, Steroide, Tokolytika) können einen Mangel verursachen.

Bemerkenswert ist, dass ein Magnesiummangel zu einem renalen Kaliumverlust führt².

Eine Substitution der beiden Spurenelemente sollte möglichst unter Berücksichtigung der Blutwerte erfolgen.



Magnesium und Kalium liegen hauptsächlich intrazellulär vor, sodass die Messung aus (Heparin-)Vollblut erfolgen sollte.

Zink

Zink reguliert als Cofaktor von über 300 Enzymen die Synthese und Degradation von Kohlenhydraten, Lipiden, Proteinen und Nukleinsäuren. Enzyme, die Zink als Cofaktor benötigen sind am Aufbau vieler Strukturproteine beteiligt und haben einen großen Einfluss auf den Knochenstoffwechsel. Weiterhin ist Zink an der Kollagensynthese sowie Wundheilung, der zellulären und humoralen Immunkompetenz, der kontrollierten Zellproliferation und -differenzierung, sowie an der Bildung von Neurotransmittern und dem Hormonstoffwechsel beteiligt.

Dementsprechend kann sich ein Zinkmangel auf die Vitalität des gesamten Körpers auswirken und in vielfältigen und unspezifischen **Mangelsymptomen** äußern, wie z. B. dünnes Haar und Haarausfall, Weißfleckennägel, häufige Schleimhautentzündungen (von Oropharynx bis Urogenitaltrakt, z. B. aphtöse Stomatitis, Leaky Gut Syndrom), Müdigkeit, Konzentrationsstörungen und leichte Erschöpfbarkeit. Hyperaktivität und Psychosen, Störungen des Glukosestoffwechsels sowie Störungen der weiblichen Fertilität können ebenfalls im Zusammenhang mit einem Zinkmangel stehen.

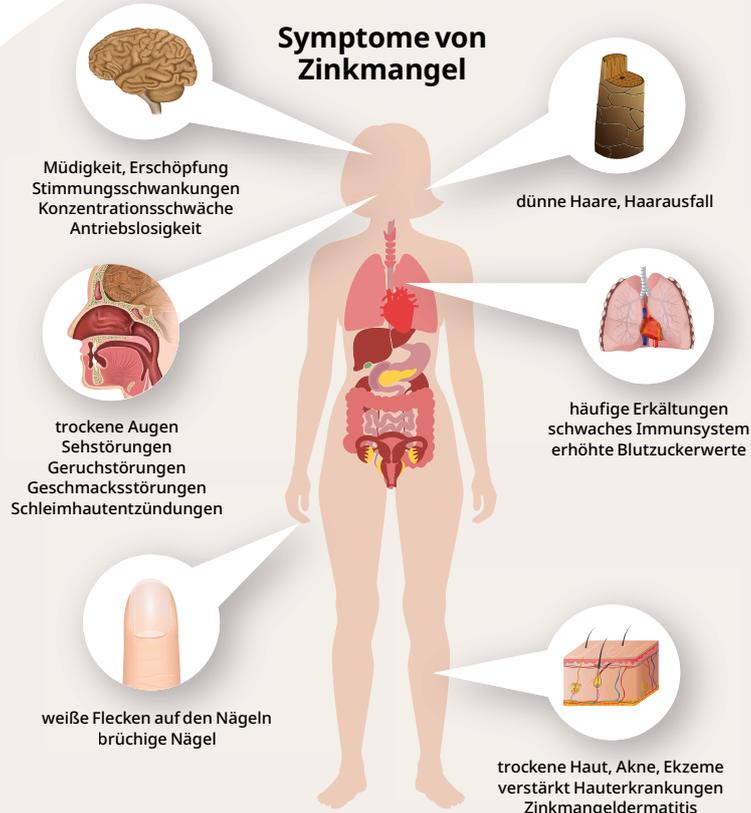
Ursache des Mangels ist einerseits ein erhöhter Zinkbedarf, z. B. in Situationen unter Stress, in der Schwangerschaft und Stillzeit aber auch bei Heranwachsenden und Sportlern. Offene Wunden, Leber- oder Nierenerkrankungen und Krebs erhöhen den Bedarf an Zink ebenfalls deutlich.

Andererseits verbrauchen alle akuten und chronischen Infektionen und Entzündungen Zink.

Regelmäßiger Alkoholgenuss oder einseitige Diäten können auch mit einem Zinkmangel einhergehen. Zu einem Abfall des verfügbaren Zinks führt außerdem die Einnahme von Kortikoiden, oralen Kontrazeptiva, Phenytoin und Valproinsäure². Insgesamt rufen viele Medikamente eine Verschlechterung der Resorption oder eine Komplexbildung hervor.



*Zink liegt zu 90% in den Blutzellen vor.
Die Bestimmung von Zink wird deshalb aus
(Heparin-)Vollblut empfohlen.*



Selen

Der Klimawandel führt dazu, dass das Spurenelement Selen in den Böden rar wird. Deutschland ist, wie andere Länder Europas, ein Selenmangelgebiet. Dadurch enthalten Agrarprodukte wenig Selen und das unabhängig von ökologischer oder herkömmlicher Erzeugung. Weltweit steigt in vielen Regionen das Risiko an Selenmangel zu erkranken³.

Selen, das als Rostschutz der Zellen bezeichnet wird, ist ein lebenswichtiges Spurenelement und besitzt vielfältige antioxidative und immunmodulierende Eigenschaften. Selenocysteininhaltige Proteine regulieren die oxidative Kapazität der Zellen und Gewebe. Selen bindet oxidative Radikale und schützt dadurch Zellen vor Schädigung durch oxidativen Stress. Selen wirkt unterstützend an Entgiftungsprozessen mit, z. B. beim Abbau von H_2O_2 oder der Entgiftung von Mutagenen und Schwermetallen wie Cadmium und Quecksilber. Die Vorgänge wie die Umwandlung des Schilddrüsenhormons T4 zu T3, Endothelschutz durch Abbau von Peroxynitrit, Schwermetallbindung sowie antioxidativer Schutz der Erythrozyten vor peroxidbedingter Hämolyse benötigen ebenfalls Selen. Weiterhin unterstützt Selen die Immunkompetenz inklusive Antikörperbildung und Regulation der Th1-/Th2-Balance. Selen hat außerdem antikanzerogene Effekte durch kontrollierte Zellproliferation und -differenzierung und wirkt regulierend bzw. hemmend auf den Entzündungsstoffwechsel.²

Ein **Selenmangel** geht nicht mit typischen Symptomen einher, sodass alle Formen von Müdigkeit, Schwäche, Infektanfälligkeit, depressiver Verstimmung hinsichtlich eines Selenmangels überprüft werden sollten. Ein erhöhter Selen-Bedarf besteht bei Schwangeren, Stillenden sowie bei vegetarischer und veganer Ernährung. Erhöhte oxidative Belastungen durch Rauchen oder Leistungssport sowie Schadstoff- und Schwermetallbelastung erhöhen ebenfalls den Bedarf an Selen.



Chronische Entzündungen, die sowohl autoimmun als auch viral bedingt sein können und verschiedene Organsysteme betreffen können (z. B. Haut, Schilddrüse, Darm, Gelenke, Leber, Niere, Asthma), profitieren von einer gezielten Selensubstitution. Gleiches gilt für Krebserkrankungen, aber auch akute Ereignisse wie Verbrennungen, Polytraumata oder Sepsis. Bei Autoimmunerkrankungen der Schilddrüse, einer gestörten Umwandlung von T4 zu T3, Fertilitätsstörungen, erhöhten Allergieneigungen, atopischer Dermatitis, chronischen Entzündungen wie auch zur Krebsprophylaxe ist die Gabe von Selen in Form von Natriumselenit geeignet.



Labordiagnostisch kann Selen im Serum gemessen werden. Die langfristige Versorgung stellt sich jedoch besser im Vollblut dar (Heparinblut) und erfasst die zelluläre Konzentration und den Selengehalt der Leber. Eine Überdosierung ist möglich, sodass die Substitution labor-diagnostisch überwacht werden sollte².

B-Vitamine und Coenzym Q10

Die hier näher beschriebenen B-Vitamine B6, B9 (Folsäure) und B12, sowie Coenzym Q10 sind als Katalysatoren in Form von Coenzymen an nahezu allen Stoffwechselfvorgängen beteiligt. Ein ausgeglichener Energiehaushalt, optimale Verstoffwechselfung der „Lebens“-Mittel, Schutz vor oxidativem und nitrosativem Stress, körperliche und geistige Leistungsfähigkeit, Schutz vor Alterung und Unterstützung der Entgiftungsvorgänge – erfolgt nur bei ausreichender Versorgung. Ein erhöhter Homocystein-Spiegel kann als erster Hinweis auf einen Mangel dieser Vitamine dienen, der Abbauprozess ist unterbrochen, ein erhöhtes atherosklerotisches Risiko ist die Folge. Entgegen den Empfehlungen der DGE ist diese Versorgung nicht immer durch eine bewusste Ernährung erreichbar. Bei hohem Verbrauch bzw. Bedarf muss auch die Zufuhr angepasst werden.

Vitamin B12

Vitamin B12 ist als Coenzym gleichzeitig an mehreren grundlegenden Stoffwechselprozessen beteiligt. Darunter fallen u.a. die DNA-Synthese, die Energieproduktion auf mitochondrialer Ebene, der Lipidstoffwechsel, die Bildung von Neurotransmittern, die Erythropoese sowie (Homocystein-)Abbau- und Entgiftungsprozesse. Durch diese zentrale Funktion spielt Vitamin B12 eine besondere Rolle für die Gesundheit. Ein Mangel äußert sich in vielfältigen Symptomen und kann u.a. mit Müdigkeit, Antriebslosigkeit, blasser Haut und Schleimhaut, Schlafstörungen, Neuralgien und mit kognitiven bzw. psychischen Störungen wie Gedächtnisstörung, Depression oder Psychosen einhergehen.

Einen erhöhten Bedarf an Vitamin B12 haben Schwangere und Stillende, Personen mit Hyperthyreose, Parasitenbefall, (nitrosativem) Stress, Leber- und Nierenerkrankungen sowie neurologischen Erkrankungen (z. B. Herpes Zoster). Weiterhin benötigen Menschen mit einem Lebensalter über 60 Jahre, bei Alkoholkonsum sowie Raucher und vegetarisch oder vegan lebende Personen vermehrt Vitamin B12. Die Bedeutung einer optimalen Vitamin B12-Versorgung ist ein aktuelles Thema. Eine vegetarische oder vegane Ernährung ist kein kurzfristiger Trend, eine dadurch bedingte Unterversorgung wird vielfältig diskutiert (siehe auch Kapitel Auswirkungen vegan-vegetarischer Ernährung Seite 17).

Zu einer verminderten Resorption/Malassimilation kommt es u. a. bei atrophischer Gastritis oder Dünndarmerkrankungen (Zöliakie, Overgrowth-Syndrom/Reizdarm, M. Crohn) sowie Hashimoto-Thyreoiditis. Die Einnahme von Medikamenten, wie z. B. Protonenpumpeninhibitoren, H₂-Blockern, Antibiotika, oralen Kontrazeptiva, kann ebenfalls eine verminderte Resorption verursachen¹.



Vitamin B12 wird mangels eines Verfahrens für die Vollblutanalytik im Serum bestimmt, idealerweise nach einer 12stündigen Nahrungskarenz.

Metabolisch aktives Cobalamin lässt sich als Holotranscobalamin messen, dies beträgt zwischen 10 bis 30 % der gesamten B12-Menge. Schon bei Vitamin B12-Messwerten im unteren Normbereich kann ein Mangel an der physiologisch aktiven Form Holotranscobalamin vorliegen. Die Bestimmung von Methylmalonsäure im Urin zeigt, ob es bereits zu metabolischen Auswirkungen gekommen ist^{1,2}.

Folsäure (Vitamin B9)

Folsäure hat eine wesentliche Bedeutung für den Nukleinsäure- und damit den Aminosäurestoffwechsel, indem sie für die DNA-Synthese aus Thymidin und Purin benötigt wird. Dadurch unterstützt Folsäure eine „gesunde“ Zellteilung, eine kontrollierte Epithelzellerneuerung (Schleimhäute), die Blutzellbildung (Hämatopoese) im Knochenmark, wie auch die Homocystein-Regulation. Außerdem ist Folsäure an der Biosynthese von Melatonin, Serotonin u. a. Neurotransmittern beteiligt. Bei einem nachgewiesenen Defekt der Methylen-Tetrahydrofolat-Reduktase (MTHFR) sollte aktive Folsäure (5-Methyl-Tetrahydrofolsäure, Metafolin) eingenommen werden.

Zwischen Folsäure und Vitamin B12 besteht eine wechselseitige Abhängigkeit. Ein Mangel an Vitamin B12 begrenzt die Bildung von stoffwechselaktivem Tetrahydrofolat. Die Symptome eines **Folsäuremangels** ähneln denen eines Vitamin B12-Mangels. Embryopathien, Schwangerschaftskomplikationen oder Aborte sollten zusätzlich immer an einen Folsäuremangel denken lassen. Von besonderer Bedeutung ist ein Mangel während der Embryogenese. Bereits zwischen dem 20. und 30. Schwangerschaftstag wird das Neuralrohr ausgebildet, ein Mangel an Folsäure gilt als eindeutiger Risikofaktor eines Neuralrohrdefekts.

Eine ausreichende Folsäureversorgung ist deshalb bereits vor der Schwangerschaft anzustreben!



Ein erhöhter Folsäurebedarf besteht bei allen Formen vermehrter Zellteilung wie in Schwangerschaft und Wachstumsphasen oder bei Hyperthyreose, Anämien, chronischen Infektionen und Entzündungen, wie auch bei einseitiger Ernährung. Besonders beachtet werden sollte der Folsäureverlust durch lange Lagerung von Lebensmitteln sowie deren Zubereitung durch Erhitzen. Auch Medikamente können durch Beeinträchtigung der Resorption und Verwertbarkeit zu verminderter Folsäureverfügbarkeit beitragen¹.



Folsäure kann in den Erythrozyten (EDTA-Blut) als Langzeitparameter oder im Serum als Spiegel der kurzfristigen Versorgungslage gemessen werden. Die Blutentnahme sollte nüchtern nach 12-stündiger Nahrungskarenz erfolgen. Die Proben müssen lichtgeschützt sowie gekühlt gelagert werden^{2,4}.

Vitamin B6

Vitamin B6 unterstützt als Coenzym über 100 Enzyme in ihrer Funktion und ist dadurch am Aminosäure- bzw. Proteinstoffwechsel, wie auch dem Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel beteiligt. U. a. werden Neuro-

transmitter, insbesondere Serotonin, Noradrenalin, Dopamin und GABA unter Beteiligung von Vitamin B6 synthetisiert. Die wesentlich zur Stabilisierung von Membranen und neuronalen Funktionen beitragenden Strukturen Myelin, Sphingolipide sowie Phospholipide benötigen Vitamin B6. Weiterhin ist Vitamin B6 wichtig für die Kollagenquervernetzung, die Hämsynthese und Erythrozytenreifung. Außerdem unterstützt Vitamin B6 die Immunkompetenz durch Aktivierung der Lymphozytenproliferation und Bildung humoraler Antikörper. Durch Interaktion mit Steroidhormonrezeptoren kommt es zu einer Harmonisierung der Wirkung von E2, Progesteron und Testosteron.

Klinische Symptome eines Vitamin B6-Mangels sind u. a. erhöhte Reizbarkeit, depressive Verstimmungen, nervöse Störungen und Schlaflosigkeit. Ein Vitamin B6-Mangel kann sich auch als periphere Neuropathie und Sensibilitätsstörung äußern sowie mit Muskelschwäche und Immundepression einhergehen. Im Gegensatz zu einem Vitamin B12-Mangel führt ein B6-Mangel zu einer hypochromen, mikrozytären eisenrefraktären Anämie. Eine gerötete, schuppige Haut, wie auch eine Stomatitis sind weitere unangenehme Symptome.

Ein **erhöhter Vitamin B6-Bedarf** besteht in den Wachstumsphasen von Kindern und Jugendlichen, bei Schwangeren und in der Stillzeit, bei Kraftsport sowie im Alter. Krankheiten, die zu einem hohen Verlust oder erhöhtem Bedarf führen sind z. B. HPU/KPU, chronische (virale) Entzündungen, Malabsorption, PMS, Diabetes mellitus, Nierenerkrankungen, sowie Krebserkrankungen. Medikamente wie Antazida, Kortikoide, Diuretika u.v.m. können ebenfalls einen Mangel hervorrufen. Zink, Magnesium und Riboflavin (Vitamin B2) sind an der Stoffwechselaktivierung von B6 beteiligt und können bei verminderter Verfügbarkeit auch zu einem Mangel an funktionellem B6 führen.

Die häufigste Indikation für eine Vitamin B6-Substitution in der gynäkologischen Praxis ist der erhöhte Bedarf durch östrogenhaltige orale Kontrazeptiva (siehe auch Kapitel Orale Kontrazeptiva – „Die Pille“ als Mineralstoff- und Vitaminräuber).



Die Diagnostik von Vitamin B6 als Pyridoxal 5-Phosphat (PLP) erfolgt aus (EDTA-)Vollblut, idealerweise nach 12 Stunden Nahrungskarenz^{2,4}.

Coenzym Q10

Coenzym Q10 ist ein Co-Vitamin, das als Elektronencarrier und Protonenüberträger in den Mitochondrien benötigt wird, um aus Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen Zellenenergie in Form von ATP entstehen zu lassen.

Außerdem ist Coenzym Q10 ein bedeutender Radikalfänger, der vor allem (Zell-)Membranen schützt und sie dadurch flexibel und geschmeidig hält. Zusätzlich wirkt Coenzym Q10 antioxidativ und hemmt dadurch die Lipidperoxidation, stabilisiert Zellmembranen und wirkt einer Engstellung von Gefäßen entgegen.

Coenzym Q10 wird als „Zelltreibstoff“ bezeichnet, der benötigt wird, damit 100 Billionen Zellen unseres Körpers in der Lage sind, die für alle Stoffwechselprozesse notwendige Energie zu bilden. Fitness, körperliche und kardiale Leistungsfähigkeit, Konzentrationsfähigkeit und Gedächtnisleistung profitieren von einer guten Coenzym Q10-Versorgung.

Organe mit hoher Stoffwechselleistung und hohem Energiebedarf besitzen eine hohe Mitochondriendichte und benötigen dementsprechend viel Coenzym Q10. Dies sind insbesondere Herzmuskel, Skelettmuskel, Gehirn/ZNS, aber auch Pankreas und Leber. Auch Muskeltraining und Leistungsaufbau benötigen zusätzliches Coenzym Q10^{4b}.

Aktuell wird beobachtet, dass eine gezielte Substitution von Coenzym Q10 die Fertilität fördert^{4a}. Generell sollte Coenzym Q10 in der bioaktiven Form (Ubiquinol) substituiert werden.



Die Diagnostik erfolgt aus EDTA-Blut oder Serum, 12 Stunden Nahrungskarenz sollten eingehalten werden.

Für eine optimale Wirkung werden Zink und Selen benötigt, ggf. sollte ein Mangel an Cofaktoren (Vitamin B2, B6, Folsäure und B12, Vitamin C und L-Tyrosin) ausgeschlossen werden.¹

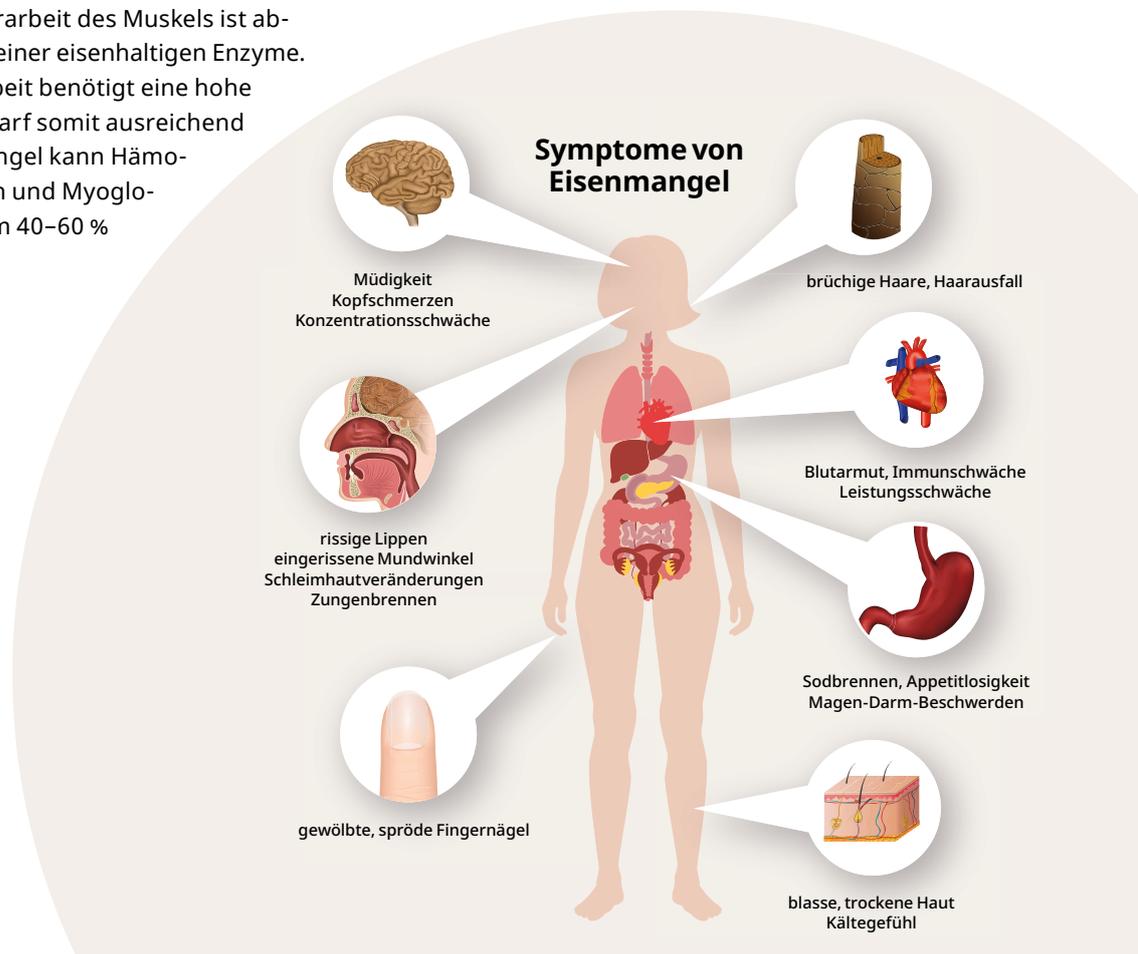


Eisen – Mittelpunkt der Energieversorgung

Der Eisenmangel gilt als häufigste Ursache verminderter Leistungsfähigkeit⁵. Für die Industrienationen wird angenommen, dass 10 % der Frauen im gebärfähigen Alter (Menstruation und Spirale)⁶ und 30 % der Schwangeren einen Eisenmangel haben. Als das zweithäufigste Metall der Erde nimmt Eisen eine **Schlüsselposition im Sauerstoff- und Elektronentransport ein**.

Die Eisengewinnung erfolgt zu einem hohen Anteil durch Recycling apoptotischer Erythrozyten. Zusätzlich wird die Verfügbarkeit durch intestinale Absorption, wie auch durch Speicherung und Freisetzung aus den Körperzellen gesteuert. Eisen liegt einerseits in gebundener Form in den Hämproteinen und muskulärem Myoglobin vor. Durch diese Proteine wird Sauerstoff in die Mitochondrien transportiert. Andererseits ist Eisen Bestandteil von Eisen-Schwefel-haltigen Enzymen, die wichtige antioxidative Funktion erfüllen, sodass bei Eisenmangel die Aktivität dieser Enzyme deutlich sinken kann. Die Ausdauerarbeit des Muskels ist abhängig von der Aktivität seiner eisenhaltigen Enzyme. Kurze, intensive Muskelarbeit benötigt eine hohe Sauerstoffzufuhr und bedarf somit ausreichend Hämoglobin. Bei Eisenmangel kann Hämoglobin in den Erythrozyten und Myoglobin in den Muskelzellen um 40–60 % reduziert sein⁷.

Typische Symptome eines Eisenmangels sind Müdigkeit, Infektanfälligkeit, Haarausfall, schnelle körperliche und geistige Erschöpfung als Folge von Anämie, Störungen der Immunfunktion, des Neurotransmittersystems und der verminderten muskulären Funktion. An **Eisenmangel** unterscheidet man den Mangel an Funktionseisen (im Extrazellulärraum) und den Speichereisenmangel (Intrazellulär in Hepatozyten, RES): Bei Eisenrestriktion werden zunächst die Eisenspeicher geleert (Marker: Ferritin vermindert), danach folgt der Verbrauch des Funktionseisens (Marker: Transferrinsättigung, sTfR). Die Eisenmangelanämie ist das späteste Symptom des Eisenmangels. In diesem Zustand versuchen alle Funktionsstellen, die Eisen benötigen, sich kompensatorisch anzupassen: die Erythropoese reduziert den Hämoglobin-(Hb-)Gehalt der Erythrozyten, die Muskelzellen synthetisieren weniger Myoglobin und die Mitochondrien der Muskulatur weniger Eisen-haltige Enzyme.



Diagnostik eines Eisenmangels

Die Diagnostik eines Eisenmangels kann über folgende Parameter erfolgen:

- Biochemische Marker des Eisenstoffwechsels Ferritin, Transferrinsättigung (TfS), löslicher Transferrin Rezeptor (sTfR),
- Hämatologische Untersuchungen wie Blutbild, Hb und die Erythrozytenindices mittleres korpuskuläres Volumen (MCV), mittlere korpuskuläre Hb-Konzentration (MCHC) und ggf. der Hb-Gehalt der Retikulozyten.

Die isolierte Bestimmung von **Eisen** im Serum ist zur Abschätzung des Körpereisenstatus ungeeignet. Gründe dafür sind intraindividuelle Schwankungen, Abhängigkeiten von der Nahrung (mit einem Anstieg von bereits 10 min nach Aufnahme) und Hämolyse bei der Blutentnahme. Außerdem ist der Mangel von Eisen ein später Indikator, der dann eintritt, wenn das Speichereisen bereits aufgebraucht ist. Stattdessen ist erniedrigtes **Ferritin** im Serum der gängigste und sensitive Marker für Speichereisenmangel. Reduziert sich das Speichereisen in den Makrophagen/RES, fällt Ferritin ab. Ein subklinischer/latenter Eisenmangel geht bereits mit erniedrigtem Ferritin einher ($\leq 30 \mu\text{g/l}$) bei klinisch noch unauffälligen Betroffenen.

Beachtet werden muss, dass Ferritin ein Akut-Phase-Protein ist und bei Entzündungen oder Leberzellschaden unabhängig vom Eisenhaushalt ansteigt.

Transferrin und Transferrinsättigung

Eisen liegt im Extrazellulärraum nicht frei, sondern an das Protein Transferrin (Tf) gebunden vor. Bildet man den Quotienten aus der Konzentration von Eisen und Transferrin im Serum, erhält man die Transferrinsättigung (TfS), angegeben in %. Die TfS ist ein wichtiger Marker des Funktionseisens.

Löslicher Transferrinrezeptor

Der Transferrinrezeptor (TfR) ist ein transmembranes Protein und bewirkt, dass Eisen aus dem Extrazellulärraum in die Erythroblasten/Retikulozyten aufgenommen wird. Im Serum ist ein löslicher (soluble) Teil des Transferrinrezeptors (sTfR) nachweisbar. Beim gesunden Erwachsenen kommen 80 % des TfR aus den Erythroblasten und Retikulozyten im Knochenmark.

Sobald es in den Zellen zu einem Mangel an Eisen kommt, wird TfR verstärkt exprimiert und sTfR im Serum steigt. Der sTfR wird nicht durch akute oder chronisch aktive Inflammation beeinflusst und ist hilfreich in der Unterscheidung der Eisenmangelanämie von der Anämie chronischer Erkrankung (ACD)⁸.



Die Blutentnahme muss nüchtern erfolgen.

Die Berechnung der TfS darf nur aus Werten der gleichen Probe erfolgen.

Es darf keine Akute-Phase-Reaktion vorliegen, der CRP Wert muss normal sein, da ansonsten eine zu niedrige TfS oder ein zu hohes Ferritin bestimmt wird.

Profil: Anämie / Eisenmangel

KAPITEL 2

Die Haut – Spiegel der Mineralstoff- und Vitaminversorgung des Körpers

Die Haut als größtes Organ des Menschen ist neben einer Barriere für Mikroorganismen und Schadstoffe ein wichtiges Sinnesorgan, und spielt eine wichtige Rolle in der Temperatur- und Feuchtigkeitsregulation des Körpers. Sie übernimmt den Hauptanteil der Versorgung des Körpers mit Vitamin D, das für viele Prozesse unentbehrlich ist.

Mit vielfältigen Anpassungs- und Abwehrmechanismen reagiert die Haut auf äußere Reize wie z. B. Schadstoffe, kalte und trockene Luft, UV-Strahlung sowie Hygienemaßnahmen. Sie spiegelt auch Stress und die Ernährungsweise des Menschen wider. Durch natürliche Alterungsprozesse nimmt die Widerstandsfähigkeit der Haut mit steigendem Alter ab, weil der Kollagenabbau zunimmt und die Speicherkapazität für Wasser sinkt.

Mineralstoffe und Vitamine sind für die Aufrechterhaltung der Funktion und Regeneration der Zellen des ganzen Körpers unentbehrlich. An der Haut, aber auch an Haaren und Nägeln wird ein Mangel einer der Faktoren allerdings besonders schnell sichtbar. Eine Verbesserung der Versorgung mit dem fehlenden Element trägt so nicht nur zur gesunden Funktion des Organs, sondern auch zum Wohlfühlen in der eigenen Haut bei.

Vitamin C, Vitamin E und Selen schützen vor Alterung und UV-Schäden

Eine wichtige Ursache für eine vorzeitige Hautalterung und ein erhöhtes Hautkrebsrisiko ist die Bildung von freien Radikalen, die z. B. durch UV-Strahlung oder im Metabolismus der Hautzellen selbst entstehen. Vitamin C, E und Selen sind wichtige Antioxidantien, mit deren Hilfe überschüssige freie Radikale reduziert werden, sodass deren schädliche Wirkung einschränkt wird.

Studien zeigen, dass in alternder und UV-geschädigter Haut verminderte Spiegel an Vitamin C vorliegen und eine ausreichende Versorgung mit Vitamin C Hautschädigungen reduzieren kann⁹. Vitamin E wirkt in Form von α -Tocopherol als effektives Antioxidans.



Da Vitamin E fettlöslich ist und mit molekularem Sauerstoff sowie freien Radikalen reagieren kann, verhindert es eine Peroxidation der ungesättigten Fettsäuren in den Lipidmembranen effektiv.

Oxidativer Stress als Ursache chronisch entzündlicher Prozesse kann auf der Haut zum Erscheinungsbild der Akne führen. Antioxidative Enzyme wie die Glutathionperoxidase, die der aggressiven Wirkung freier Radikale entgegenwirken, sind daher ein wichtiger Ansatzpunkt für antientzündliche Therapien. Für eine optimale Funktion dieser Enzyme ist Selen als Cofaktor unentbehrlich und ein Selenmangel führt zu verminderter Aktivität. In einer placebokontrollierten Studie konnte die positive Wirkung einer Selensupplementierung nachgewiesen werden. Das Hautbild verbesserte sich, die Spiegel an reduziertem Glutathion stiegen und Entzündungsmarker verringerten sich im Blut der Probanden signifikant gegenüber der Placebogruppe¹⁰.

Weil Selen in hohen Konzentrationen toxisch wirken kann, ist die Kontrolle einer Supplementierung mit Selen empfehlenswert. Im Vordergrund bei einer Selenvergiftung, der sogenannten Selenose, stehen Haarausfall und eine verstärkte Brüchigkeit der Nägel.

Vitamine A und C unterstützen die Regeneration der Hautzellen maßgeblich

Vitamin A gehört zu den fettlöslichen Vitaminen und ist für die Bildung von Kollagen und die Regeneration der Hautzellen wichtig. Studien zeigen eine protektive Wirkung von Vitamin A vor vorzeitiger Alterung der Hautzellen¹¹. Ein **Vitamin A-Mangel** wirkt sich negativ auf die Struktur und Stabilität der Haut aus und führt zu Symptomen wie Akne, Schuppenbildung der Haut, rissigen Nägeln, glanzlosem Haar und Haarausfall. Vitamin A ist auch für die Barrierefunktion von Schleimhäuten unentbehrlich. Ein Mangel kann zu einer erhöhten Anfälligkeit für respiratorische Infekte führen.

Neben seiner Funktion als Antioxidans ist Vitamin C maßgeblich an der Bildung und Stabilisierung von Kollagen beteiligt, da es ein wichtiger Kofaktor für beteiligte Enzyme ist. Ein **Vitamin C-Mangel** macht sich in einer verminderten Wundheilung, einer rauen, trockenen Haut, einer vermehrten Faltenbildung bis hin zur Neigung zu subkutanen Blutungen bemerkbar¹².

Zink ist wichtig für die Struktur und Funktion vieler Proteine

Zink ist als Cofaktor eine wichtige regulatorische Komponente vieler Enzyme und wirkt an der Ausbildung der Struktur einer Vielzahl von Proteinen mit (*siehe auch Kapitel Zink Seite 5*). Da Zink vor allem für die Zellteilung ein unverzichtbarer Faktor ist, ist die Haut mit einer hohen Zellteilungsrate und intensivem Stoffwechsel von einem Zinkmangel besonders betroffen. Ein **Zinkmangel** äußert sich an der Haut in vielfältiger Weise und wird im Zusammenhang mit entzündlichen Hauterkrankungen (Dermatitis, Akne und Pickel) aber auch bei Ekzemen, Atopien und Wundheilungsstörungen beobachtet. Studien zeigen bei Betroffenen mit einer Neurodermitis deutlich verminderte Zinkspiegel in den Zellen, und konnten eine Verbesserung der Symptome durch die Behandlung mit Zink erreichen¹³.

Vegetarier und häufiger Veganer haben ein erhöhtes Risiko für eine Zink-Unterversorgung. Bei einer ausgewogenen Ernährungsweise kann ein Zinkmangel aber auch durch einen erhöhten Bedarf z. B. durch rezidivierende Infekte, Schwangerschaft und Leistungssport oder durch eine gestörte Aufnahme im Darm entstehen.



Biotin

Biotin hat als Coenzym von Carboxylasen eine wichtige Funktion im Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel. Durch die Biotinylierung von Histonen wird die Chromatinstruktur beeinflusst. Biotin spielt dadurch eine Rolle in der Regulation der Expression von Genen¹⁴.

Ein **Biotinmangel** ist bei normaler Ernährung vergleichsweise selten. Allerdings können Erkrankungen des Gastrointestinal-Traktes mit gehäuften Durchfällen, Alkoholabusus sowie auch die längerfristige Einnahme von Antibiotika einen Biotinmangel begünstigen. Auch ein marginaler Mangel an Biotin kann zu Symptomen wie entzündlichen Reaktionen der Haut führen, die vor allem im Bereich der Körperöffnungen auftreten (z. B. Mundwinkelrhagaden). Auch ein teilweiser bis kompletter Haarverlust und brüchige Nägel sind mögliche Symptome.



Profil: Haut / Haare / Nägel

Orale Kontrazeptiva – „Die Pille“ als Mineralstoff- und Vitaminräuber

Orale Kontrazeptiva sind in Europa die am häufigsten verwendeten Mittel zur Empfängnisverhütung. Nach aktuellen Schätzungen nehmen über 6 Mio. Frauen in Deutschland regelmäßig „die Pille“ ein. Im Alter zwischen 20–29 Jahren sind es 72%, zwischen 20 und 44 Jahren ca. 55% der Frauen in Deutschland (*Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung*).



Unerwünschte Wirkungen oraler Kontrazeptiva wie Gewichtszunahme, Stimmungsschwankungen, aber auch Migräne, Blutdruckanstieg und thromboembolische Ereignisse sind bekannt. Weniger im Fokus stehen Veränderungen im Mikronährstoffhaushalt, die zu einem Mangel an Mineralien und Vitaminen führen können.

Mangel an Vitamin B6, B12 und Folsäure

Die Einnahme von oralen Kontrazeptiva kann zu einem ausgeprägten Mangel an Vitamin B6 führen¹⁵. Auch eine deutliche Verminderung der Folsäure-Konzentration in Serum und Erythrozyten¹⁶ sowie ein bis zu 65 % erniedrigter Vitamin B12-Spiegel¹⁷ wurde in einer Reihe von Studien beschrieben.

Die **Vitamine B6 und B12** sind an zahlreichen Stoffwechselprozessen beteiligt (*siehe auch Kapitel B-Vitamine und Coenzym Q10, Seite 7*). Von einem Vitamin B6- oder B12-Mangel sind somit viele Funktionen des Körpers betroffen, z. B. die Bildung und Stabilität von Membranen, die Funktion von Nerven- und Immunzellen oder die Wirkung von Hormonen. Mögliche Folgen sind z. B. neurologische Erkrankungen, Anämien, Müdigkeit, Antriebslosigkeit, Gedächtnisstörungen sowie eine eingeschränkte Immunkompetenz.



Folsäure steht in wechselseitiger Abhängigkeit zu Vitamin B12 und hat eine wesentliche Bedeutung für eine „gesunde“ Zellteilung

(*siehe Kapitel B-Vitamine, Folsäure*

Seite 7). Von besonderer Bedeutung ist ein Folsäuremangel während der Embryogenese.

Ein Mangel an Folsäure gilt als eindeutiger Risikofaktor eines Neuralrohrdefekts. Das Neuralrohr wird bereits zwischen dem 20. und 30. Schwangerschaftstag ausgebildet. **Weil zu diesem Zeitpunkt eine Schwangerschaft häufig noch nicht bekannt ist, sollte eine Folsäuresubstitution die orale Antikonzepktion begleiten.**

In Kombination führt ein **Mangel an B6, B12 und Folsäure zu erhöhten Homocysteinspiegeln**, da der Abbau bzw. die Methylierung gestört ist. Homocystein ist ein anerkannter Risikofaktor für kardiovaskuläre und thromboembolische Ereignisse und wirkt prooxidativ. Durch ausreichende Substitution der B-Vitamine lässt sich dieses Risiko deutlich senken.

Spurenelemente Magnesium und Zink

Die Einnahme von oralen Kontrazeptiva führt häufig zu einem Magnesium- und Zinkmangel^{18,19}. Ursache dafür sind eine verminderte Aufnahme und eine beschleunigte Ausscheidung. Magnesium wird vor allem für die Energiegewinnung in den Mitochondrien der Zellen über ATP benötigt. Organe mit hohem Energiebedarf reagieren besonders empfindlich auf einen Mangel – das sind Gehirn, Herz- und Skelettmuskel. Zink ist ebenfalls an regulatorischen Prozessen von mehr als 300 Enzymen beteiligt und spielt eine besondere Rolle in der Proteinsynthese. Als Cofaktor von antioxidativ wirksamen Enzymen ist es an der Regulation von aktiven T-Lymphozyten beteiligt und fördert die Wundheilung und eine stabile Mucosabarriere (*siehe auch Kapitel Spurenelemente ab Seite 4*).



Profil: Orale Kontrazeptiva / HRT-Nährstoffe

Optimierung der Ernährung

Auswirkungen vegan-vegetarischer Ernährung

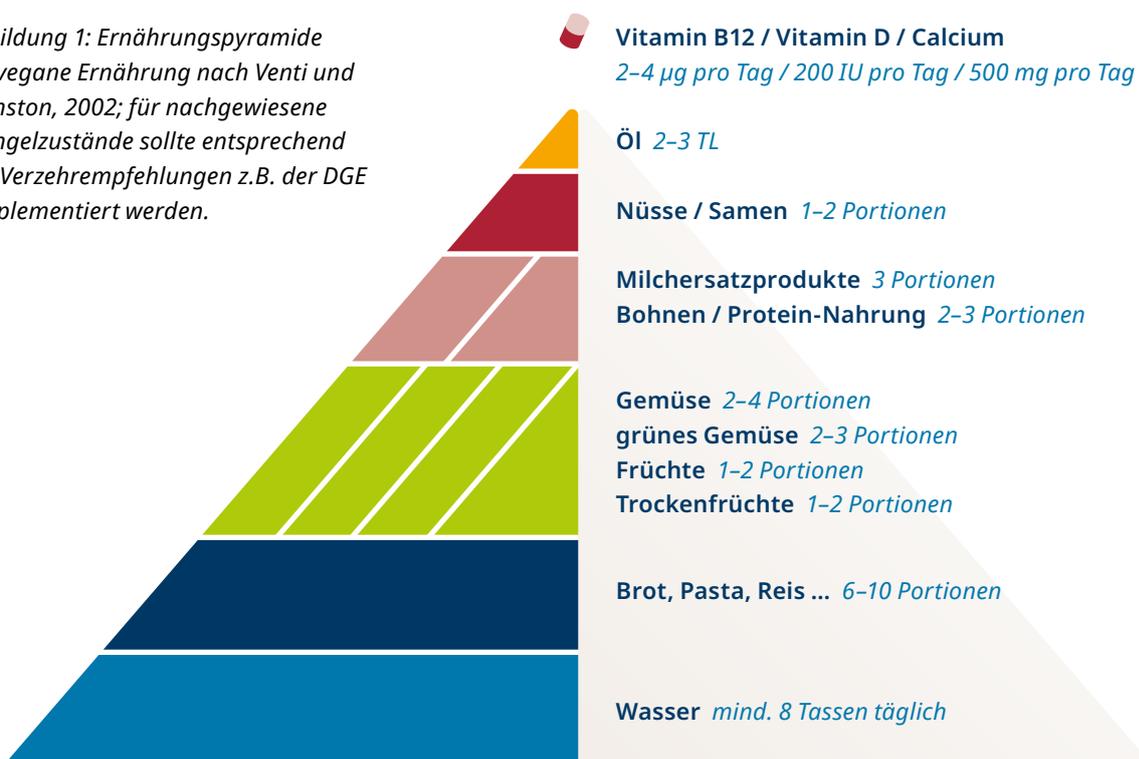
Die Anzahl von Menschen, die sich vegetarisch oder vegan ernähren ist in den vergangenen Jahren stark angestiegen. Gründe hierfür sind ein wachsendes Gesundheitsbewusstsein, aber auch sozioökonomische Überlegungen, Umweltschutzgedanken, ethische oder Glaubensgründe spielen eine Rolle. Zahlreiche Studien belegen die gesundheitlichen Vorteile des Fleischverzichts. Hierzu gehört ein verringertes Risiko für Bluthochdruck²⁰ und Herzkrankheiten²¹ durch bessere Lipid-Profile²² und einen häufig geringeren Body-Mass-Index (BMI)²³. Menschen, die sich nahezu fleischnfrei ernähren haben nach einer Studie auch ein verringertes Risiko an Krebs zu erkranken²⁴.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt statt einer veganen oder vegetarischen Ernährung „eine vollwertige Ernährung in Form einer Mischkost,

die zum größten Teil aus pflanzlichen und zum kleineren Teil aus tierischen Lebensmitteln inklusive Fisch und wenig Fleisch und Fleischerzeugnissen besteht“²⁵. Sollte dennoch eine vegane Ernährung gewünscht werden, empfiehlt die DGE die Zufuhr von kritischen Nährstoffen und „gegebenenfalls die Versorgung [...] regelmäßig ärztlich überprüfen zu lassen“.

Diese Empfehlung ist sinnvoll, denn Menschen mit vegetarischen und veganen Ernährungsformen müssen sich zugunsten der Ausgewogenheit intensiv mit den Unterschieden zur Mischkost befassen. Unterversorgungen müssen durch die schlaue Zusammenstellung des Speiseplanes ausgeglichen werden. Das bedarf aber einer Menge Fachwissen und auch einer Menge Zeit – begonnen bei der Zusammenstellung des Speiseplanes bis hin zur achtsamen Zubereitung. *Abbildung 1* zeigt eine Ernährungspyramide speziell für Veganer²⁶.

Abbildung 1: Ernährungspyramide für vegane Ernährung nach Venti und Johnston, 2002; für nachgewiesene Mangelzustände sollte entsprechend der Verzehrempfehlungen z.B. der DGE supplementiert werden.



Nahrungsbestandteile

Deutschland ist Selen- und Jodmangelgebiet. Agrarprodukte sind arm an diesen Spurenelementen und das unabhängig von ökologischer oder herkömmlicher Erzeugung. Alleine durch Lebensmittel lassen sich der Bedarf an Jod und Selen also nicht mehr durch unsere Ernährung decken.

Jod ist nicht nur für die Synthese der Schilddrüsenhormone wichtig, jede Körperzelle benötigt Jod. Besonders die Brustdrüse und die Fortpflanzungsorgane sind auf Jod angewiesen.

Besonderes Augenmerk muss bei vegetarischer und veganer Ernährung außerdem auf die folgenden Nahrungsbausteine gelegt werden:

Aminosäuren

Als Bausteine der Proteine sind Aminosäuren unentbehrlich für den menschlichen Organismus. Außerdem sind Aminosäuren Energielieferanten, wichtige Vorläufersubstanzen und beteiligt an der Synthese von Neurotransmittern, Schilddrüsenhormonen sowie gasförmigen Botenstoffen wie Stickoxid. Insgesamt 20 Aminosäuren sind für die Synthese der menschlichen Proteine notwendig. Acht Aminosäuren sind essenziell und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden. Da Proteine für Struktur und Funktion der Zellen und den geregelten Ablauf aller Prozesse im Körper verantwortlich sind, wirkt sich ein Mangel an Aminosäuren auf den gesamten Organismus aus.

Für die Synthese der Proteine werden immer alle Aminosäuren benötigt. Deshalb bestimmt eine limitierende Aminosäure die biologische Wertigkeit der Nahrungsproteine. Während Fleisch, Milchprodukte und Eier die Aminosäuren in ausgewogenen Mengen enthalten, ist vor allem bei veganer Ernährung auf die ausreichende und ausgeglichene Zufuhr der Aminosäuren durch sorgfältige Kombination der Lebensmittel zu achten. Weizen, Roggen und Reis enthalten z. B. kaum Lysin, Hülsenfrüchte wenig Methionin und Mais nur einen geringen Anteil Tryptophan.

Kalzium

Die Aufnahme von Kalzium ist bei Veganern mangels der Zufuhr durch Milchprodukte reduziert und sollte durch alternative Kalzium-Quellen – z. B. Sojaprodukte, Nüsse, Samen – gesichert werden. Zwar steigert der vegane Stoffwechsel die Kalzium-Aufnahmekapazität

automatisch, dennoch sinkt unsupplementiert die Knochendichte messbar. Eine um 20% höhere tägliche Aufnahmemenge, entsprechend 1.200–1.500 mg/Tag ist daher angeraten.

Ernährungsbedingter Kalziummangel zeigt sich in Muskelkrämpfen und Papillenödem, trockene, schuppige Haut, spröde Nägel und grobes Haar können auch Anzeichen sein. Gelegentlich können weitere Tests sinnvoll sein, wie die Messung von Magnesium, PTH, Phosphat, alkalischer Phosphatase und Vitamin-D-Konzentrationen im Blut sowie cAMP- und Phosphat-Konzentrationen im Urin.



Eisen und Zink

Die Eisen- und Zinkversorgung ist für Fleischessende einfacher zu bewerkstelligen als bei fleischloser Ernährung. Zwar enthält pflanzliche Kost nicht weniger Eisen oder Zink, aber die Bioverfügbarkeit der Metalle ist geringer. 10–15 mg Eisen und zwischen 7 und 16 mg Zink pro Tag, abhängig von der Phytatzufuhr, werden für Erwachsene empfohlen. Phytat bindet Mineralstoffe, so dass sie nicht mehr aufgenommen werden können. Der Komplexbildner findet sich in vor allem in Mais, Soja sowie in Weizen-, Gersten- und Roggenkleie.

Die Eisenaufnahmekapazität steigt normalerweise von allein mit abfallendem Ferritin-Spiegel. Die Steigerung kann bis 400 % betragen, so dass normalerweise kein wesentlicher Mangel auftritt. Unterstützend kann Vitamin-C-reiche Kost die Eisenaufnahme erleichtern. Zinkmangel zeigt sich in einem geschwächten Immunsystem, Anorexie, Dermatitis, Nachtblindheit, Anämie, Lethargie und verzögerter Wundheilung (*siehe auch Kapitel Zink Seite 5*). Zinkmangel bei Schwangeren führt zu Fehlbildungen der Feten und einem niedrigen Geburtsgewicht.

Vitamin A

Vitamin A, das direkt verfügbar ist, gibt es nur in tierischen Lebensmitteln. Um Vitamin A bei veg. Ernährung bereitzustellen, muss Pro-Vitamin A, auch β -Carotin genannt, im Verhältnis 12:1 in Vitamin A umgebaut werden. Es muss also eine 12-fach höhere Menge davon zugeführt werden. Erschwerend kommt hinzu, dass es bei bis zu 45% der Kaukasier einen Polymorphismus des spaltenden Enzyms (BCMO1) gibt, wodurch die Spaltung des β -Carotins in Vitamin A deutlich reduziert sein kann. So kann es, trotz bewusster Ernährung, zu einem Vitamin A-Mangel kommen.

Vitamin B2 (Riboflavin)

Vitamin B2 (Riboflavin) spielt als Baustein der Coenzyme Flavinmononukleotid (FMN) und Flavin-Adenin-Dinukleotid (FAD) eine wichtige Rolle in der mitochondrialen Atmungskette, und somit im Energiestoffwechsel der Zellen. Enzymsysteme, die riboflavinhaltige Coenzyme besitzen haben sehr gute Redoxeigenschaften und gehören zu den wichtigsten antioxidativen Schutzsystemen des Körpers.

Wichtige Nährstoffquellen sind Fleisch, Milch und Milchprodukte. Eine streng eingehaltene vegane Ernährungsweise birgt ein Risiko für eine Vitamin B2-Unterversorgung. Eine wertvolle Quelle dieses Vitamins unter der veganen Ernährungsform sind Pilze, Mandeln und Quinoa. Vitamin B2 ist extrem lichtempfindlich. Außerdem ist es zwar hitzeunempfindlich, aber wasserlöslich, und ein großer Teil geht im Kochwasser verloren.

Sportler haben einen deutlich erhöhten Vitamin B2-Bedarf und sind bei gleichzeitiger veganer Ernährungsweise eine besondere Risikogruppe. Auch in der Schwangerschaft steigt der Vitamin B2-Bedarf. Eine geringe Zufuhr von Vitamin B2 erhöht das Risiko für eine Präeklampsie und kardiale Fehlbildungen beim Fötus²⁷.

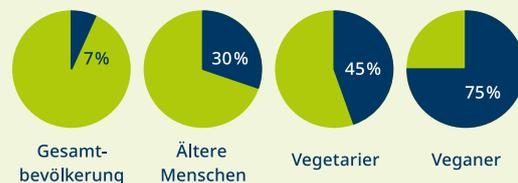
Vitamin B12 (Cobalamin)

Vitamin B12 (Cobalamin) muss bei fleischloser Ernährung gegebenenfalls supplementiert werden. Als essenzielles Coenzym wird Vitamin B12 maßgeblich in den Stoffwechselfvorgängen von Zellteilung und Blutbildung sowie im Zusammenhang mit der Funktion des Nervensystems benötigt (*siehe auch Kapitel Vitamin B12 auf Seite 7*). Ein Mangel tritt nach einer Nahrungsumstellung erst verzögert auf, da in der Leber größere Mengen gespeichert vorliegen. Eine Symptomatik muss nicht auftreten, da sie durch ausreichende Folatgaben oft maskiert wird. Eine Schädigung des Nervensystems erfolgt aber dennoch.

Die Messung der aktiven Form Holotranscobalamin ist der Bestimmung von Vitamin B12 im Serum überlegen. Auch die Messung von Homocystein oder Methylmalonsäure kann einen Vitamin B12-Mangel anzeigen. Bei Unterversorgung mit Vitamin B12 wird vermehrt Methylmalonsäure im Urin ausgeschieden. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA rät generell bei einem Vitamin B12-Mangel zu einer Supplementierung mit 4 μ g/Tag oder höher um Serumwerte des Vitamin B12, Homocystein und Methylmalonsäure im Referenzbereich zu erhalten.

Häufigkeit B12-Mangel

Akuter Mangel: (B12 im Serum < 200 ng/ml)



Unterversorgung:

40% der Bevölkerung weisen eine Unterversorgung mit Vitamin B12 auf.
(B12 im Serum < 300 ng/ml)



Quellenangabe: www.vitaminb12.de

Vegan/vegetarische Ernährung in der Schwangerschaft

Der Kalorienbedarf einer Schwangeren ist bis zum zweiten Trimester mit dem der nicht schwangeren Frau vergleichbar. Im zweiten Trimester steigt er um durchschnittlich 340 kcal/Tag, im dritten Trimester um bis zu 500 kcal/Tag²⁸. Nahrungsergänzungen mit Eisen, Folsäure und Vitamin D sind empfehlenswert. Für stillende Vegetarierinnen und vegane Frauen ist eine Supplementierung mit Vitamin B12 dringend angeraten, um die Versorgung der Säuglinge mit Vitamin B12 über die Muttermilch sicherzustellen. Augenmerk sollte auf die Kalzium- und Cholinpiegel gelegt werden²⁹. Ernährungsempfehlungen für vegetarisch und vegan lebende Frauen sollten die Unterschiede in der Nährstoffzufuhr mit berücksichtigen (siehe auch Tabelle 1).



Da eine gut geplante vegane oder vegetarische Ernährung nur gesund und ernährungsphysiologisch sinnvoll ist, wenn sie sorgfältig geplant und kontrolliert ist, kann es zu Mangelernährungsfolgen kommen. Die DGE rät daher zu einer regelmäßigen Laborkontrolle essenzieller Stoffwechselfparameter.

Profile: Optimierung Ernährung, Aminosäuren und Fettsäuren.

Beispielmenü (2500 kcal) für eine vegane Frau im dritten Schwangerschaftstrimester

Anzahl Portionen pro Tag	Körner (K)	11,5 Portionen
	proteinreiche Lebensmittel (P)	5 Portionen
	Gemüse (G)	6 Portionen
	Früchte (F)	2,5 Portionen
	Nüsse und Samen (NS)	3 Portionen
	Fette (Ö)	3 Portionen
Frühstück	Sojajoghurt angereichert mit Kalzium (125 g; 1 Portion) mit 30 g von ungesüßten Cornflakes (1 K) und 30 g Haferflocken (1 K), 15 g Mandeln (0,5 NS) und 15 g Rosinen (0,5 F)	
Zwischenmahlzeit	Geschnittener Apfel (150 g; 1 F) mit 15 g Sesambutter (0,5 NS)	
Mittagessen	90 g gekochte Quinoa (3 K) mit 160 g gekochten Kidneybohnen (2 P), 100 g rote Paprika (1 G), 100 g Babyspinat (1 G), Salat mit 30 g Walnüsse (1 NS; 1 Portion Omega-3-reiches Lebensmittel) und 30 g getrocknete Feigen (1 F) mit Balsamico-Dressing, 5 g Olivenöl (1 Ö), dazu 60 g Vollkornbrot (2 K).	
Zwischenmahlzeit	30 g Popcorn (1 K) mit Nährhefe, 100 ml Sellerie-, Grünkohl- und Karottensaft (1 G) mit 75 ml Orangensaft (0,5 F)	
Abendessen	Suppe aus 200 g Kürbis (2 G), 100 g Brokkoli (1 G), 80 g Kichererbsen aus der Dose (1 P) und 60 g Buchweizen (2 K), überstreut mit 15 g Sonnenblumenkernen (0,5 NS) und 5 g Leinsamenöl (1 Ö; 1 Portion Omega-3-reiche Lebensmittel) und 5 g Olivenöl (1 Ö), dazu 45 g Vollkornbrot (1,5 K).	
Snack	Cashews 15 g (0,5 NS)	

Tabelle 1: Ernährungsbeispiel für Vegetarierinnen während der Schwangerschaft³⁰

Fettsäuren: Der Omega-3-Index als Marker für gesunde Zellen

Fette erfüllen in Zellen und Geweben lebenswichtige Funktionen. Sie sind wichtige Energielieferanten, unverzichtbare Geschmacksträger, aber auch die Quelle essentieller Fettsäuren.

Natürliche Fette und Öle bestehen aus Glycerinestern von Fettsäuren, den sogenannten Triglyceriden. Spaltet man Triglyceride, erhält man neben Glycerin drei Fettsäurereste, die unterschiedlich lang und unterschiedlich zusammengesetzt sein können. Zahl und Lage von Doppelbindungen bestimmen die Eigenschaften der Fettsäuren. Sie können unterteilt werden in gesättigte, einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren.

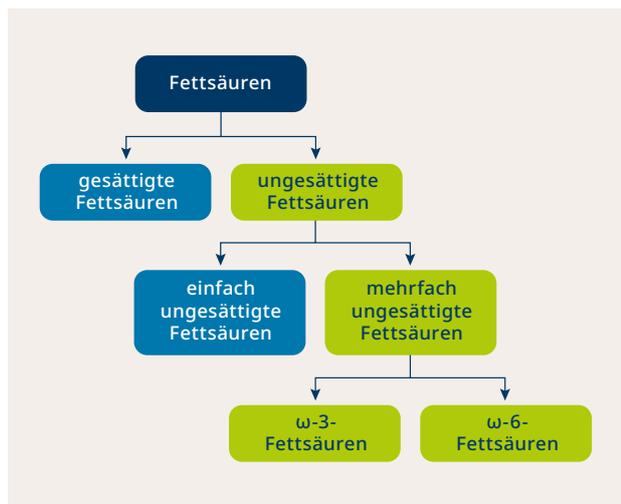


Abbildung 1: Systematik der Fettsäuren

Nahrungsaufnahme von Fettsäuren

Eine besondere Rolle spielen die mehrfach ungesättigten Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren. Der Mensch ist nicht in der Lage mehrfach ungesättigte Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren wie α -Linolensäure und Linolsäure zu bilden. Sie müssen über die Nahrung ständig und in ausgewogenem Verhältnis zugeführt werden. Über Enzyme wie Desaturasen und Elongasen kann der menschliche Organismus, allerdings nur in limitiertem Maß, längererkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren bilden.

Unterscheidung Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren

Die Funktionen der Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren unterscheidet sich in wesentlichen Punkten. Während die Omega-3-Fettsäure Eicosapentaensäure (EPA) Ausgangspunkt für die Bildung von gering- bzw. anti-entzündlichen Mediatoren wie Prostaglandin E3 oder Leukotrien B5 ist, ist die Omega-6-Fettsäure Arachidonsäure (AA) die Basis für die Bildung proinflammatorischer Eicosanoide wie Prostaglandin E2 oder Leukotrien B4.

Omega-3-Fettsäuren sind wichtige Entzündungshemmer

Die entzündungshemmende Wirksamkeit einer Begleittherapie mit Omega-3-Fettsäuren ist bei zahlreichen autoimmunen Erkrankungen mit entzündlichem Charakter nachgewiesen. So konnte eine Therapie mit Omega-3-Fettsäuren sowohl in Patienten mit Morbus Crohn, als auch bei Patienten mit rheumatoider Arthritis zu einer deutlichen klinischen Verbesserung führen, insbesondere wenn gleichzeitig weniger Arachidonsäure mit der Nahrung aufgenommen wurde^{33,39}. Auch in der Therapie einer Akne vulgaris zeigen Omega-3-Fettsäuren einen positiven Effekt, der auf der gleichzeitigen Verbesserung der Membraneigenschaften und der Hemmung entzündungsfördernder Leukotriene beruht³⁸.

Der Quotient AA/EPA ist daher ein wichtiger Biomarker der Entzündungsbereitschaft und wird im Fettsäurestatus bewertet.

Der Omega-3-Index als Marker für das kardiovaskuläre Risiko

Zahlreiche epidemiologische Studien zeigen, dass die Omega-3-Fettsäuren EPA und DHA einen protektiven Effekt gegen kardiovaskuläre Risiken wie Herzinfarkte, schwere ischämische Herzerkrankungen und plötzlicher Herztod haben^{31,32}.

Daten epidemiologischer Studien zeigen, dass ein Omega-3-Index im Serum $> 4,5$ mit einem verminderten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen assoziiert ist³⁴. Zur Charakterisierung der Versorgungslage wird der Omega-3-Index verwendet. Er gibt den Anteil DHA und EPA an den Gesamtfettsäuren an.

DHA spielt bei Frauen vor allem in Schwangerschaft und Stillzeit eine besondere Rolle

Studien zeigen, dass bei Frauen ein höherer DHA-Anteil in den Zellmembranen, aber auch im Plasma nachgewiesen werden kann. Die Autoren der Studien gehen davon aus, dass weibliche Östrogene die Enzymsysteme, die die α -Linolensäure in EPA und DHA metabolisieren, aktivieren³⁵.

DHA ist ein wichtiger Bestandteil der grauen Matrix des Gehirns und stellt 10% der Fettsäuren im Gehirn. Für die Entwicklung des Gehirns im Fötus und im Neugeborenen ist die Verfügbarkeit von DHA deshalb unverzichtbar und muss durch die ausreichende Versorgung der Mutter mit länger-kettigen Omega-3-Fettsäuren sichergestellt werden³⁷.

Auch im erwachsenen Gehirn leistet DHA einen wichtigen Beitrag für die Funktion der Nervenzellmembranen, der Synapsenbildung und Funktionsfähigkeit der Ionenkanäle. Studien zeigen, dass vor allem die Versorgung mit DHA entscheidend ist und das Auftreten von Depressionen mit dem DHA-Spiegel korreliert³⁶.

Aufnahme der Fettsäuren über die Nahrung

Durch Änderung der Ernährungsgewohnheiten hat sich in den vergangenen Jahrzehnten die Fettzufuhr deutlich verändert. Bei einer insgesamt zunehmenden Aufnahme von Fetten ist gleichzeitig der Verzehr von gesättigten Fettsäuren vor allem aus fettem Fleisch, Wurst und fettem Käse gestiegen. Gesättigte Fettsäuren kann der menschliche Körper auch aus Kohlenhydraten bilden, sodass eine kohlenhydratreiche Ernährung auch zu einem erhöhten Anteil der gesättigten Fettsäuren führt.

Nach aktuellen Empfehlungen sollte das Verhältnis der Nahrungsaufnahme von Omega-6- zu Omega-3-Fettsäuren 5:1 betragen. Das Verhältnis in der Bevölkerung liegt aktuell höher, was auf einem hohen Konsum von Ölen, die reich an Omega-6-Fettsäuren sind (z. B. Distelöl, Sonnenblumenöl), zurückzuführen ist (Abbildung 2).

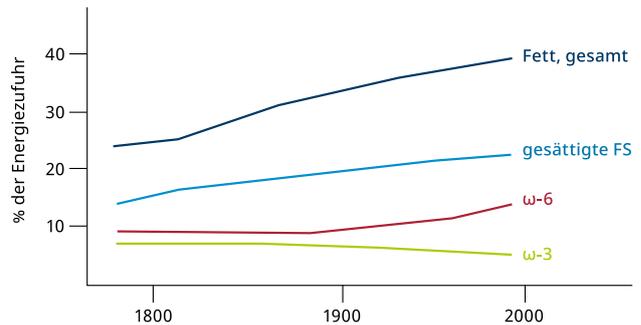


Abbildung 2: Änderung der Fettzufuhr im 19. und 20. Jahrhundert

Die Aufnahme der mehrfach ungesättigten Fettsäuren wird im Profil der Fettsäuren über den Omega-6-/Omega-3-Quotient bewertet.

Verbesserung der Versorgungslage mit Omega-3-Fettsäuren

Zur Verbesserung der Versorgungslage mit Omega-3-Fettsäuren dienen Öle mit einem hohen Anteil der α -Linolensäure (z. B. Leinöl, Raps- oder Hanföl). Wichtige Quellen für DHA und EPA sind fette Fische bzw. Fischölpräparate. Auch Algen oder Krillöl enthalten einen hohen Anteil an DHA.



Da die Resorption der Fettsäuren abhängig vom Stoffwechsel und von der Nahrungsaufnahme ist, sollten therapeutische und diätetische Maßnahmen durch Laborkontrollen überprüft werden, um das Erreichen der empfohlenen Zielwerte für Omega-3-Fettsäuren insbesondere im Hinblick auf die Quotienten sicherzustellen.



Die Diagnostik der Fettsäuren erfolgt aus Serum. Ausgewertet werden die Anteile und Verhältnisse von gesättigten und von einfach- bzw. mehrfach ungesättigten Fettsäuren, der Arachidonsäure / Eicosapentaensäure (AA/EPA)-Quotient sowie der Omega-3-Index des Serums. – Profil: Fettsäuren

LITERATUR

1. Gröber U. Mikronährstoffe. Metabolic Tuning – Prävention – Therapie: Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart; 2011.
2. Biesalski HK. Vitamine, Spurenelemente und Minerale: Indikation, Diagnostik, Therapie: Thieme; 2019.
3. Jones GD, Droz B, Greve P, Gottschalk P, Poffet D, McGrath SP, et al. Selenium deficiency risk predicted to increase under future climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2017; 114(11): 2848.
- 3a. Houston M. The role of Magnesium in Hypertension and Cardiovascular Disease. *The role of Magnesium in Hypertension and Cardiovascular Disease*. *J Clin Hypertens* 13 (11).
4. Gerhard I. Frauengesundheit: Ganzheitliches Heilwissen für Körper & Seele: TRIAS; 2020.
- 4a. Vaamonde D, Hackney AC, Algar-Santacruz C, Garcia-Moreno MJ, García-Manso JM. (2020) Coenzyme Q10 in Fertility and Reproduction. In: López Lluch G. (eds) *Coenzyme Q in Aging*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45642-9_14
- 4b. Schniertshauer D, Müller S, Mayr T, Sonntag T, Gebhard D & Bergemann J. (2016). Accelerated Regeneration of ATP Level after Irradiation in Human Skin Fibroblasts by Coenzyme Q10. *Photochem. Photobiol.* 92(3), S. 488–494.
5. Recommendations to prevent and control iron deficiency in the United States. Centers for Disease Control and Prevention. *MMWR Recomm Rep*. 1998; 47(Rr-3): 1–29.
6. Yiannikourides A, Latunde-Dada GO. A Short Review of Iron Metabolism and Pathophysiology of Iron Disorders. *Medicines (Basel)*. 2019; 6(3).
7. Davies KJ, Donovan CM, Refino CJ, Brooks GA, Packer L, Dallman PR. Distinguishing effects of anemia and muscle iron deficiency on exercise bioenergetics in the rat. *Am J Physiol*. 1984; 246(6 Pt 1): E535–43.
8. Cappellini MD, Comin-Colet J, de Francisco A, Dignass A, Doehner W, Lam CS, et al. Iron deficiency across chronic inflammatory conditions: International expert opinion on definition, diagnosis, and management. *Am J Hematol*. 2017; 92(10): 1068–78.
9. McArdle F, Rhodes LE, Parslew R, Jack CI, Friedmann PS, Jackson MJ. UVR-induced oxidative stress in human skin in vivo: effects of oral vitamin C supplementation. *Free Radic Biol Med*. 2002; 33(10): 1355–62.
10. Sahib AS, Al-Anbari HH, Salih M, Abdullah F. Effects of Oral Antioxidants on Lesion Counts Associated with Oxidative Stress and Inflammation in Patients with Papulopustular Acne. *Journal of Clinical & Experimental Dermatology Research*. 2012; 3(5).
11. Mukherjee S, Date A, Patravale V, Korting HC, Roeder A, Weindl G. Retinoids in the treatment of skin aging: an overview of clinical efficacy and safety. *Clin Interv Aging*. 2006; 1(4): 327–48.
12. Ellinger S, Stehle P. Efficacy of vitamin supplementation in situations with wound healing disorders: results from clinical intervention studies. *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*. 2009; 12(6): 588–95.
13. Kim JE, Yoo SR, Jeong MG, Ko JY, Ro YS. Hair zinc levels and the efficacy of oral zinc supplementation in patients with atopic dermatitis. *Acta Derm Venereol*. 2014; 94(5): 558–62.
14. Zempleni J. Uptake, localization, and noncarboxylase roles of biotin. *Annu Rev Nutr*. 2005; 25: 175–96.
15. Morris MS, Picciano MF, Jacques PF, Selhub J. Plasma pyridoxal 5'-phosphate in the US population: the National Health and Nutrition Examination Survey, 2003-2004. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87(5): 1446–54.
16. Shere M, Bapat P, Nickel C, Kapur B, Koren G. Association Between Use of Oral Contraceptives and Folate Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Obstet Gynaecol Can*. 2015; 37(5): 430–8.
17. Lussana F, Zighetti ML, Bucciarelli P, Cugno M, Cattaneo M. Blood levels of homocysteine, folate, vitamin B6 and B12 in women using oral contraceptives compared to non-users. *Thromb Res*. 2003; 112(1–2): 37–41.
18. Akinloye O, Adebayo TO, Oguntibeju OO, Oparinde DP, Ogunyemi EO. Effects of contraceptives on serum trace elements, calcium and phosphorus levels. *West Indian Med J*. 2011; 60(3): 308–15.
19. Fallah S, Sani FV, Firoozrai M. Effect of contraceptive pill on the selenium and zinc status of healthy subjects. *Contraception*. 2009; 80(1): 40–3.
20. Kahleova H, Levin S, Barnard N. Cardio-Metabolic Benefits of Plant-Based Diets. *Nutrients*. 2017; 9(8).
21. Satija A, Hu FB. Plant-based diets and cardiovascular health. *Trends Cardiovasc Med*. 2018; 28(7): 437–41.
22. Wang F, Zheng J, Yang B, Jiang J, Fu Y, Li D. Effects of Vegetarian Diets on Blood Lipids: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *J Am Heart Assoc*. 2015; 4(10): e002408.

23. Rosell M, Appleby P, Spencer E, Key T. Weight gain over 5 years in 21,966 meat-eating, fish-eating, vegetarian, and vegan men and women in EPIC-Oxford. *Int J Obes (Lond)*. 2006; 30(9): 1389–96.
24. Ströhle A, Löser C, Behrendt I, Leitzmann C, Hahn A. Alternative Ernährungsformen: Allgemeine Aspekte und vegetarische Kostformen. *Rehabilitation (Stuttg)*. 2018; 57(01): 55–70.
25. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, Hesecker H, Kroke A, Leschik-Bonnet E, et al. Vegane Ernährung. Position der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e. V. (DGE). *Ernährungs Umschau*. 2016; 63(04): 92–102.
26. Venti CA, Johnston CS. Modified Food Guide Pyramid for Lactovegetarians and Vegans. *The Journal of Nutrition*. 2002; 132(5): 1050–4.
27. Smedts HP, Rakhshandehroo M, Verkleij-Hagoort AC, de Vries JH, Ottenkamp J, Steegers EA, et al. Maternal intake of fat, riboflavin and nicotinamide and the risk of having offspring with congenital heart defects. *Eur J Nutr*. 2008; 47(7): 357–65.
28. European Food Safety A. Dietary Reference Values for nutrients Summary report. EFSA Supporting Publications. 2017; 14(12): e15121E.
29. Hanson MA, Bardsley A, De-Regil LM, Moore SE, Oken E, Poston L, et al. The International Federation of Gynecology and Obstetrics (FIGO) recommendations on adolescent, preconception, and maternal nutrition: „Think Nutrition First“. *Int J Gynaecol Obstet*. 2015; 131 Suppl 4: S213–53.
30. Baroni L, Goggi S, Battaglino R, Berveglieri M, Fasan I, Filippin D, et al. Vegan Nutrition for Mothers and Children: Practical Tools for Healthcare Providers. *Nutrients*. 2019; 11(1).
31. Superko HR, Superko SM, Nasir K, Agatston A and Garrett BC. Omega 3 fatty acids blood levels. Clinical significance and controversy. *Circulation* 2013; 128: 2154–2161
32. Kromhout D, de Goede J. Update on cardiometabolic health effects of ω -3 fatty acids, *Current Opinion in Lipidology*: February 2014 – Volume 25 – Issue 1 – p 85–90; doi: 10.1097/MOL.0000000000000041
33. Romano C, Cucchiara S, Barabino A, Annese V, Sferlazzas C. Usefulness of omega-3 fatty acid supplementation in addition to mesalazine in maintaining remission in pediatric Crohn’s disease: a double-blind, randomized, placebo-controlled study. *World J Gastroenterol*. 2005; 11(45): 7118–7121. doi:10.3748/wjg.v11.i45.7118Adam et al. 2003
34. Laidlaw M, Cockerline CA, Rowe WJ. A randomized clinical trial to determine the efficacy of manufacturers’ recommended doses of omega-3 fatty acids from different sources in facilitating cardiovascular disease risk reduction. *Lipids Health Dis*. 2014 Jun 21; 13: 99. doi: 10.1186/1476-511X-13-99. PMID: 24952576; PMCID: PMC4085663. Romano et al 2015no_2005
35. Lohner S, Fekete K, Marosvolgyi T, Decsi T. (2013). Gender Differences in the Long-Chain Polyunsaturated Fatty Acid Status: Systematic Review of 51 Publications. *Annals of nutrition & metabolism*. 62. 98–112. 10.1159/000345599.
36. Berger ME, Smesny S, Kim SW, Davey CG, Rice S, Sarnyai Z, Schlögelhofer M, Schäfer MR, Berk M, McGorry PD, Amminger GP. Omega-6 to omega-3 polyunsaturated fatty acid ratio and subsequent mood disorders in young people with at-risk mental states: a 7-year longitudinal study. *Transl Psychiatry*. 2017 Aug 29;7(8): e1220. doi: 10.1038/tp.2017.190. PMID: 28850110; PMCID: PMC5611753.
37. Sherry CL, Oliver JS, Marriage BJ. Docosahexaenoic acid supplementation in lactating women increases breastmilk and plasma docosahexaenoic acid concentrations and alters infant omega 6:3 fatty acid ratio Abbott Nutrition, Scientific and Medical Affairs, 3300 StelzerRoad, Columbus OH43219, UnitedStates
38. Jung JY et al. Effect of dietary supplementation with omega-3 fatty acid and gamma-linolenic acid on acne vulgaris: a randomised, double-blind, controlled trial. *Acta Derm Venereol*. 2014; 94(5): 521–5.
39. Adam, O. et al.: Anti inflammatory effects of low arachidonic acid diet and fish oil in patients with rheumatoid arthritis. *Rheumatol. Int*. 2003; 23: 27–36