



© rostock - 123rf.com

# Mangelversorgung mit Mikronährstoffen – Wer ist gefährdet und wie stellt man den Mangel fest?

Raika Mühlberg und Margaret Sommer

Mikronährstoffe wie Vitamine sowie Mengen- und Spurenelemente sind an zahlreichen zellulären und biochemischen Prozessen beteiligt, die für den Erhalt eines gesunden Organismus und die körperliche Leistungsfähigkeit wichtig sind. Mikronährstoffe sind für die optimale physiologische Funktion des Körpers unerlässlich [3]. Mineralstoffe sind Bestandteil der Hartgewebe (Knochen und Zähne), sie sind als Elektrolyte für die Aufrechterhaltung elektrischer und osmotischer Gradienten sowie für die Funktion des Wasserhaushalts mitverantwortlich und fungieren als Bestandteil

biologisch wirksamer organischer Substanzen sowie als Cofaktoren von Enzymen. Vitamine und Mineralstoffe spielen eine Rolle bei Herz- und Gehirnfunktion und beeinflussen die Immunantwort. Daher führt ein längerer Mangel an einem oder mehreren Mikronährstoffen zu einem erhöhten Risiko, kardiovaskuläre oder neurodegenerative Erkrankungen zu erleiden [4].

Grundsätzlich tritt ein Mikronährstoffmangel auf, wenn zu geringe Mengen aufgenommen werden oder die Resorption

## Definition Vitamine

Vitamine sind organische Verbindungen, die im Stoffwechsel von Mensch und Tier nicht oder nicht in ausreichender Menge synthetisiert werden können, aber für die Aufrechterhaltung der Körperfunktionen unentbehrlich sind. Sie müssen daher mit der Nahrung zugeführt werden (Ausnahme: Vitamin D).

## Definition Mineralstoffe

Mineralstoffe sind essenzielle, anorganische Substanzen, die mit der Nahrung überwiegend in Form anorganischer Salze aufgenommen werden. Schwefel, Phosphor und Selen werden zum größten Teil organisch gebunden zugeführt. Sie können in Mengen- und Spurenelemente unterteilt werden [1, 2].

durch Krankheiten, Infektionen oder Entzündungen gestört ist [6]. Im Allgemeinen gelten Personen mit einer einseitigen Ernährung, chronisch Kranke, Personen mit chronisch hohem Alkoholkonsum, hochbetagte und multimorbide Menschen als Risikogruppen für einen Mangel an Mikronährstoffen [7]. Außerdem kann ein Mikronährstoffmangel bei Personengruppen mit einem erhöhten Bedarf, wie bei Schwangeren, Stillenden, Kindern oder Sportlern auftreten [2]. Zudem ist im Allgemeinen der Vitamin-D-Mangel in Folge von einer ungenügenden Sonnenlichtexposition zu nennen. Dieser betrifft regelrecht alle Bevölkerungsgruppen in den europäischen Breitengraden [7].

Global am meisten verbreitet ist der Mangel an Eisen, Jod, Folat, Vitamin A und Zink. Dabei tritt ein Mikronährstoffmangel häufig nicht allein, sondern in Kombination mit einer Protein-Energie-Mangelernährung auf [3].

Ein Mikronährstoffmangel ist nicht immer auf den ersten Blick sichtbar und wird häufig als versteckter Mangel bezeichnet [5].

Vitamine und Mineralstoffe besitzen in der Primär- und Sekundärprävention ernährungsbedingter Krankheiten ein beachtliches Potenzial. Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie II zeigen bei einigen Nährstoffen in der deutschen Bevölkerung eine unzureichende Zufuhr mit der Nahrung. Deutlich unter den empfohlenen Zufuhrmengen liegen Vitamin D, Vitamin B<sub>1</sub>, Folsäure, Vitamin E und Vitamin C. Zudem wurden zu geringe Mengen an folgenden Mineralstoffen aufgenommen: Kalzium, Magnesium, Jod und Zink. Außerdem decken nur 25 Prozent der Frauen zwischen 25 und 50 Jahren ihren Bedarf an Eisen. Zudem ist die Versorgung von Vitamin B<sub>12</sub> bei Frauen als nicht ausreichend zu bezeichnen. Allerdings lassen diese Daten keine Rückschlüsse auf den tatsächlichen Versorgungsstatus zu [8]. In diesem Artikel soll aufgezeigt werden, welche Gruppentendenziell von einem Mikronährstoffmangel betroffen sind und wie sich dieser feststellen lässt.

## Bevölkerungsgruppen mit erhöhtem Risiko für eine Mangelversorgung mit Mikronährstoffen

### Schwangere und Stillende

Eine optimale Versorgung mit Mikronährstoffen ist für einen normalen Schwangerschaftsverlauf unverzichtbar, da Unterversor-

gungen den Schwangerschaftsverlauf und die Entwicklung des Fötus ernsthaft beeinträchtigen können [9]. Trotz zahlreicher Belege für die Bedeutung einer angemessenen Ernährung in der Schwangerschaft leiden weltweit etwa 20 bis 30 Prozent der schwangeren Frauen an einem Vitaminmangel [10].



© obracov - 123rf.com

Vitamine und Mineralstoffe unterstützen jedes Stadium der mütterlichen, plazentaren und fetalen Interaktion, um eine gesunde Schwangerschaft zu ermöglichen [11]. Auch wenn eine gesunde ausgewogene Ernährung zur Deckung des Bedarfs an Mikronährstoffen immer bevorzugt werden sollte, ist es schwierig, den Bedarf während der Schwangerschaft und Stillzeit allein durch die Ernährung zu decken. Daher wird die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln empfohlen und die Anreicherung von Lebensmitteln (wie die Salzjodierung oder mit Vitamin D angereicherte Milch) durchgeführt [11]. Beispiele für einzelne Mikronährstoffe, welche während der Schwangerschaft supplementiert werden sollten, sind:

- Folsäure zur Vorbeugung von Neuralrohrdefekten,
- Jod zur Vorbeugung von Kretinismus,
- Zink zur Reduzierung von Frühgeburten und
- Eisen zur Reduzierung des Risikos eines niedrigen Geburtsgewichts. [11]

Da der Bedarf an Mikronährstoffen während der Schwangerschaft deutlich stärker ansteigt als der Mehrbedarf an Energie, sollten Schwangere besonders auf die Qualität ihrer Speisen achten [12].

Die Folatkonzentration nimmt während der Schwangerschaft üblicherweise ab. Grund hierfür ist der erhöhte Folatbedarf im Körper aufgrund des erhöhten Blutvolumens, die Hormonveränderung und die Entwicklung der fetalen Organe [13]. Zusätzlich zu einer folatreichen Ernährung wird Frauen mit Kinderwunsch die Supplementierung von Folat empfohlen. Die Supplementation von 400 Mikrogramm Folsäure pro Tag sollte mindestens vier Wochen vor der Empfängnis beginnen und bis mindestens Ende des ersten Trimesters fortgeführt werden. Frauen, die später als vier Wochen vor der Empfängnis mit der Einnahme starten, sollten ein höher dosiertes Präparat verwenden (800 µg am Tag [12]). Frauen mit hohem Risiko, wie Neuralrohrdefekte in der Familienanamnese, Diabetes oder die Einnahme von krampflösenden Medikamenten, wird die tägliche Zufuhr von vier bis fünf Milligramm empfohlen [10, 14].



© Tatjana Babakova - 123rf.com



Aufgrund der vermehrten mütterlichen Produktion von Schilddrüsenhormonen steigt während der Schwangerschaft der Bedarf an Jod. Daher sollten schwangere Frauen zusätzlich zur ausgewogenen und gesunden Ernährung 100–150 Mikrogramm Jod als Supplement einnehmen. Frauen, welche eine Schilddrüsenerkrankung haben, sollten die Einnahme vorab mit ihrem Arzt absprechen [12]. Da die Datenlage zur Supplementation mit Eisen nicht eindeutig ist, wird sie in Deutschland bisher nicht empfohlen und sollte daher nur in Absprache mit dem Arzt geschehen. Schwangere, welche keinen fettreichen Fisch verzehren, wird empfohlen, zusätzlich 200 Milligramm Docosahexaensäure (DHA) am Tag zu supplementieren, da DHA wichtig für die Entwicklung der Sehfunktion und des Gehirns des Fetus ist [12]. Andere Nährstoffe wie Zink, Vitamin E sowie Vitamine des B-Komplexes spielen eine entscheidende Rolle für die Gesundheit von Mutter und Fötus und sollten durch eine ausgewogene Ernährung aufgenommen werden [10].

### Senioren

Aufgrund von altersbedingten Funktionsverlusten und einer häufig nährstoffarmen und einseitigen Ernährung zählen Senioren zu den Hauptrisikogruppen für Mikronährstoffmangel, vor allem von Vitamin D und C, Folsäure, Vitamine B<sub>12</sub>, B<sub>6</sub> sowie Eisen und Zink [7]. Regelmäßige Medikamenteneinnahme, soziale und finanzielle Probleme sowie chronische Erkrankungen können den negativen Effekt auf den Mikronährstoffstatus verstärken [15]. Dennoch unterscheiden sich die Empfehlungen für die Zufuhr von Mikronährstoffen bei älteren Menschen nicht von denen für jüngere Erwachsene. Die Mikronährstoffe sollten in den Mengen empfohlen und zugeführt werden, die von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) festgelegt wurden [16, 17].



Am häufigsten wird ein Vitamin-D-Mangel berichtet. In Deutschland wurden erniedrigte Vitamin-D-Spiegel im Serum (< 50 nmol/l) bei circa 20 Prozent der gesunden Senioren, etwa einem Drittel der über 65-Jährigen in Hausarztpraxen und bei 80–90 Prozent geriatrischer Patienten beziehungsweise Pflegeheimbewohnern festgestellt [18]. Dies liegt unter anderem an der geringen Sonnenlichtexposition [7]. Außerdem reduziert sich im Alter die Resorptionsrate von Kalzium, zudem sorgt der Rückgang der Vitamin-D-Rezeptoren im Darmepithel zu einer verminderten Aufnahme von Kalzium und Vitamin D [19]. Daher sollte insbesondere bei kranken und immobilen Senioren mit fehlender Sonnenlichtexposition 20 Mikrogramm (800 IU) Vitamin D pro Tag supplementiert werden [16].

Ältere Menschen sind aufgrund der hohen Prävalenz der atrophischen Gastritis-assoziierten Nahrungs-Vitamin-B<sub>12</sub>-Malabsorption besonders gefährdet für einen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel und

aus dem folgend einem erhöhten Risiko für eine perniziöse Anämie ausgesetzt. Der Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel wird meistens nicht erkannt, da die klinischen Manifestationen sehr variabel, oft subtil und unspezifisch sind [20]. Aufgrund des erhöhten Risikos wird empfohlen, dass bei Senioren einmal im Jahr der Vitamin-B<sub>12</sub>-Spiegel bestimmt wird, um bei einem Mangel geeignete Maßnahmen wie eine Supplementation anzuwenden [21].

Die Supplementierung wichtiger antioxidativer Mikronährstoffe wie Selen, Zink, Vitamin C und Vitamin E scheint das Potenzial zu haben, den Zustand eines alternden Organismus positiv zu beeinflussen, einschließlich der Minimierung von Inflammationen, der Stärkung der antioxidativen Abwehr und der Begrenzung der Bildung von DNA-Läsionen. Infolgedessen kann es zu einer Verringerung des Risikos und der Häufigkeit von altersbedingten Erkrankungen wie Herz-Kreislauf- und neurodegenerativen Erkrankungen sowie einer Mangelernährung kommen [4]. Laut der S3-Leitlinie für die Ernährung im Alter sollte ein Mangel an Mikronährstoffen erst nach der Überprüfung der Laborwerte durch Supplementation ausgeglichen werden [16].

### Leistungssportler

Mikronährstoffe wie Vitamine sowie Mengen- und Spurenelemente sind an verschiedenen Stoffwechselprozessen beteiligt, die für die körperliche Leistungsfähigkeit relevant sind, wie Energiespeicherung/-nutzung, Proteinstoffwechsel, Entzündung, Sauerstofftransport, Herzrhythmus, Knochenstoffwechsel und Immunfunktion [22, 23]. Regelmäßige körperliche Aktivität ist mit einer erhöhten Expression antioxidativer Enzyme und einer erhöhten Blutbildung verbunden, die einen höheren Mikronährstoffbedarf zur Folge hat [24]. Aufgrund der vermehrten körperlichen Belastung, des vermehrten Schwitzens und der Verluste über Kot und Urin entsteht ein erhöhter Bedarf an mehreren Mikronährstoffen [24]. Der erhöhte Bedarf ist jedoch nicht als überproportional zu bezeichnen und kann durch die vermehrte Nahrungsaufnahme und eine ausgewogene Mischkost gedeckt werden [25].

Als kritische Nährstoffe bei Leistungssportlern sind Vitamin A, E, C und B<sub>6</sub> (bei Menschen mit erhöhtem Eiweißkonsum), sowie Kalzium, Magnesium, Eisen und Zink anzumerken. Außerdem ist die Jodversorgung in Deutschland und auch bei Sportlern weiterhin als unzureichend zu bezeichnen [25].

Defizitäre Mikronährstoffe bei Sportlern: Vitamin A, C, E und B<sub>6</sub> (bei erhöhtem Konsum von Proteinen) und die Mineralstoffe Kalzium, Magnesium, Eisen und Zink [25].



© luckybusiness - 123rf.com

Im Allgemeinen sollten Mikronährstoff-Supplemente nicht mehr als den hundertprozentigen Tagesbedarf an Vitaminen und Mikronährstoffen decken [25]. Die Versorgung in Deutschland mit Kalzium ist allgemein als defizitär zu beschreiben [25]. Zudem haben Sportler aufgrund des vermehrten Schwitzens einen hohen Verlust an Kalzium. Eine zugleich reduzierte Aufnahme von Kalzium fördert das Risiko für Osteoporose [26]. Die erhöhte Zufuhr an Protein sorgt zudem dafür, dass der Bedarf an Kalzium und Magnesium erhöht ist. Der Eisenbedarf ist wegen des vermehrten Schwitzens, des gesteigerten Eisenumsatzes Mikro-

nährstoff-Supplemente einer erhöhten Blutmenge und der Marschhämoglobinurie erhöht. Zudem wird mehr Eisen im Körper verbraucht, wenn die Muskelmasse ansteigt [27]. Über den Schweiß und Urin gehen zudem drei Milligramm Zink verloren, daher sollten Sportler auf eine zinkreiche Ernährung achten [26].

Zur Vermeidung einer durch Langzeitsport induzierten Hypo-natriämie wird Sportlern empfohlen, moderate Flüssigkeitsmengen mit einem Natriumgehalt von 400–1100 mg/l zuzuführen [28]. Nach dem jetzigen Kenntnisstand ist eine generelle Supplementation von Antioxidanzien nicht nötig, da durch eine ausgewogene antioxidanzienreiche Lebensmittelauswahl die D-A-CH-Referenzwerte für Vitamin C, Vitamin E und  $\beta$ -Carotin sicher erreicht werden können [29].

#### Vegetarier und Veganer

Eine vegetarische oder vegane Ernährung kann gesundheitlich vorteilhaft für den Organismus sein [30]. Viele Studien belegen, dass eine abwechslungsreiche lakto-ovo-vegetabile Kost den Körper mit allen Nährstoffen bedarfsdeckend versorgt [31]. Weil Pflanzen Vitamine selbst synthetisieren, enthalten pflanzliche Lebensmittel einen besonders hohen Anteil an Vitaminen (Ausnahme: Vitamin B<sub>12</sub>, das nur in Mikroorganismen gebildet wird) [2]. Viele Vitamine werden im unterschiedlichen Ausmaß durch Hitze, Licht, Säure und Sauerstoff geschädigt. Daher kann die zugeführte Menge an Vitaminen im Rohprodukt nach der Zubereitung nicht auf die tatsächlich zugeführte Menge übertragen werden [2]. Als kritisches Vitamin zählt bei Vegetariern sowie Ve-



Fructophan und Betadianin

## Fructose-Intoleranz und Histamin-Unverträglichkeit



- ✓ fructosefrei
- ✓ laktosefrei
- ✓ glutenfrei
- ✓ 100 % vegan
- ✓ nur 1 x täglich
- ✓ In Deutschland hergestellt

### Rundum gut versorgt bei erhöhtem Nährstoffbedarf

#### Fructophan Kps.

Ergänzt den täglichen Bedarf an Folsäure, Zink und Tryptophan bei fructosearmer Kostform aufgrund einer Fructose-Intoleranz oder Fruchtzucker-Malabsorption. 60 Kps. PZN 11535098

#### Betadianin Kps.

DAO-Kofaktoren zur Ergänzung einer histaminarmen Kost bei Histamin-Unverträglichkeit. Mit Vitamin B6 und C, Zink, Magnesium, Kupfer und Tryptophan. 60 Kps. PZN 12479835



#### Fructophan und Betadianin Individuelle Lösungen aus der Apotheke

Jetzt informieren und kostenlose Patienten-broschüren für die Sprechstunde anfordern:

[www.bauchvital.de](http://www.bauchvital.de)



ganern Vitamin B<sub>12</sub> [2]. Vegetarier haben jedoch im Vergleich zu den Veganern ein geringeres Risiko, einen Vitamin-B<sub>12</sub>-Mangel zu entwickeln, da durch den Verzehr von Milchprodukten und Eiern die Zufuhr an Vitamin B<sub>12</sub> höher ist [32].

Tierische Produkte wie mageres rotes Fleisch, Fisch und Eier sind Quellen für Vitamin B<sub>12</sub> und liefern hohe Mengen an bioverfügbarem Zink, Eisen und Vitamin D [33, 34]. Außerdem sind Milchprodukte reich an Kalzium und anderen Mineralstoffen [35]. Folglich werden Kalzium, Zink, Eisen, Vitamin A, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>12</sub> und Vitamin D als mögliche kritische Nährstoffe in vegetarischen und insbesondere veganen Ernährungsmustern beschrieben [36]. Ein mögliches Problem bei der vegetarischen oder veganen Ernährung ist hierbei nicht die zu geringe Aufnahme, sondern die geringe Bioverfügbarkeit verschiedenen Mikronährstoffe aus den pflanzlichen Produkten [37]. Vegetarier haben jedoch eine höhere Aufnahme an Mineralstoffen (Kalium, Magnesium) als Omnivoren. Die Aufnahme von Eisen, Zink und Selen kann bei Vegetariern und Veganern zu gering sein, bei Veganern zudem die Aufnahme von Kalzium. Die Zufuhr von Kochsalz ist in Deutschland allgemein zu hoch, hier unterscheidet sich die Menge des zugeführten Natriums zwischen den Ernährungsweisen nicht wesentlich [2].

Eine vegetarische und vegane Ernährungsweise kann durch ein ausreichendes Ernährungswissen, eine kompetente Ernährungsberatung sowie eine regelmäßige Untersuchung der Nährstoffversorgung bedarfsdeckend sein. Defizite können durch die Verwendung von Supplementen (hierbei vor allem Vitamin B<sub>12</sub>) ausgeglichen werden [2].

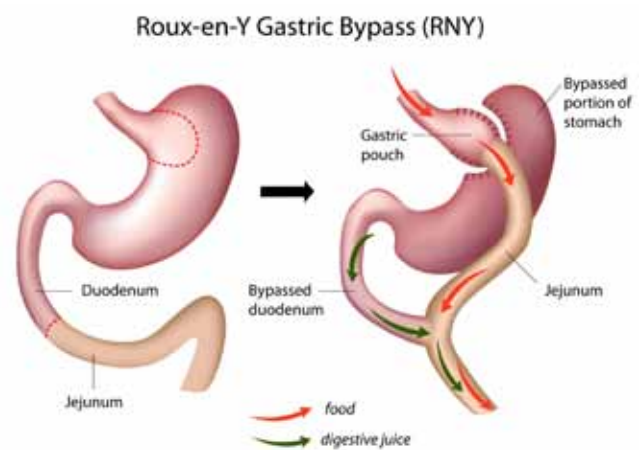
## Erkrankungsbedingte Mangelzustände

Neben den oben erwähnten Bevölkerungsgruppen mit einem Risiko für einen Mikronährstoffmangel sind einige Patienten mit bestimmten Erkrankungen oder nach bestimmten Behandlungsmethoden von einem Risiko für einen Mangel betroffen. Im Folgenden werden zwei Beispiele kurz erläutert.

### Bariatrische Operationen

Voraussetzung für eine ausreichende Resorption von Vitaminen ist ein funktionierender Gastrointestinaltrakt. Zu Symptomen, welche die Resorption kurzzeitig beeinflussen können, gehören Übelkeit, Erbrechen, Obstipation und Diarrhöe. Chronische Erkrankungen des Gastrointestinaltrakts hingegen, wie chronisch entzündliche Darmerkrankungen oder auch chirurgische Eingriffe (wie bariatrische Operationen), beeinträchtigen die Resorption dauerhaft [38]. In den letzten Jahren hat sich die bariatrische Chirurgie als Behandlungsmethode für Adipositas etabliert. Die durchgeführten Operationen führen bei über 50 Prozent der Patienten zu einem Mangel an Mikronährstoffen, welcher durch eine Supplementation ausgeglichen werden muss [39]. Jedoch liegt in den meisten Fällen bereits vor der Operation eine erhebliche Veränderung im Bereich der Mikronährstoffblutmarker vor [40]. Das Auftreten des Mikronährstoffmangels nach der bariatrischen Operation lässt sich zum einen auf die reduzierte Nahrungsaufnahme, aber vor allem auf die Veränderung im Gastrointestinaltrakt zurückführen. Daher hängt der Mangel an Mikronährstoffen mit der durchgeführten Art der bariatrischen Operation zusammen [40]. Das am häufigsten durchgeführte Verfahren ist der Roux-en-Y-Magenbypass (RYGB) (45 %), gefolgt vom Schlauchmagen (37 %) und dem verstellbaren Magenband (10 %) [41]. Bei einem Schlauchmagen wird etwa 90 Prozent des Magens auf der großen Kurvatur entfernt, die Nahrungspassage bleibt anatomisch unverändert. Daher ist das Risiko für eine Unterversorgung mit Mikronährstoffen unwahrscheinlicher als bei einer RYGB-Operation, bei welcher der größte Teil des Magens und Duodenums abgetrennt wird [42]. Da die weltweite Anzahl der durchgeführten bariatrischen Operationen immer weiter ansteigt, gibt es bereits speziell für bariatrische Patienten abgestimmte Multi-nährstoffpräparate. Diese Präparate müssen von den Betroffenen selbst bezahlt werden [42].

Das am häufigsten durchgeführte Verfahren ist der Roux-en-Y-Magenbypass (RYGB) (45 %), gefolgt vom Schlauchmagen (37 %) und dem verstellbaren Magenband (10 %) [41]. Bei einem Schlauchmagen wird etwa 90 Prozent des Magens auf der großen Kurvatur entfernt, die Nahrungspassage bleibt anatomisch unverändert. Daher ist das Risiko für eine Unterversorgung mit Mikronährstoffen unwahrscheinlicher als bei einer RYGB-Operation, bei welcher der größte Teil des Magens und Duodenums abgetrennt wird [42]. Da die weltweite Anzahl der durchgeführten bariatrischen Operationen immer weiter ansteigt, gibt es bereits speziell für bariatrische Patienten abgestimmte Multi-nährstoffpräparate. Diese Präparate müssen von den Betroffenen selbst bezahlt werden [42].



© allila - 123rf.com

### Tumorpatienten

Im Krankheitsverlauf kann bei onkologischen Patienten ein Mikronährstoffmangel aufgrund einer Vielzahl möglicher Ursachen auftreten, einschließlich einer unausgewogenen Nahrungsaufnahme und Nebenwirkungen der Behandlung. Darüber hinaus zeigen viele Patientinnen und Patienten Anzeichen einer chronischen Entzündungsreaktion, die die zirkulierenden Konzentrationen bestimmter Vitamine und Spurenelemente beeinflussen kann [43]. Außerdem können Operationen im gastrointestinalen Trakt ausgeprägte Resorptionsstörungen verursachen. Zudem kann die Chemotherapie spezifische Mikronährstoffmangelzustände auslösen. Beispielsweise kann eine Therapie mit Cisplatin einen Mangel an Magnesium verursachen [44], eine Chemotherapie mit 5-FU kann einen Vitamin-B<sub>1</sub>-Mangel verstärken [45] und eine Therapie mit Pemetrexed kann einen Folsäuremangel verursachen [46]. Eine individuell abgestimmte Ernährungstherapie und eine an die Bedürfnisse der Patienten angepasste Anreicherung und Supplementation von Mikronährstoffen sollte immer Teil der Behandlung von Tumorpatienten sein [47].

## Feststellung eines Mangels

Ein Mangel für Mikronährstoffe kann anhand von Biomarkern, Daten zur Nahrungsaufnahme oder funktionellen Indikationen, wie beispielsweise die Wachstumshemmung bei Kindern oder ein zu niedriges Geburtsgewicht, ermittelt werden. Biomarker sind nicht für alle Mikronährstoffe verfügbar, zudem sind einige bestehende Biomarker für eine umfassende Bewertung oder für die Verwendung außerhalb des klinischen Umfelds nicht praktikabel oder durchführbar [3].

Biomarker können durch Entzündung, Infektion, Hydratationsstatus, Alter, Nierenfunktion und Analysemethode beeinflusst werden, was ihre Interpretation erschwert [3, 48].

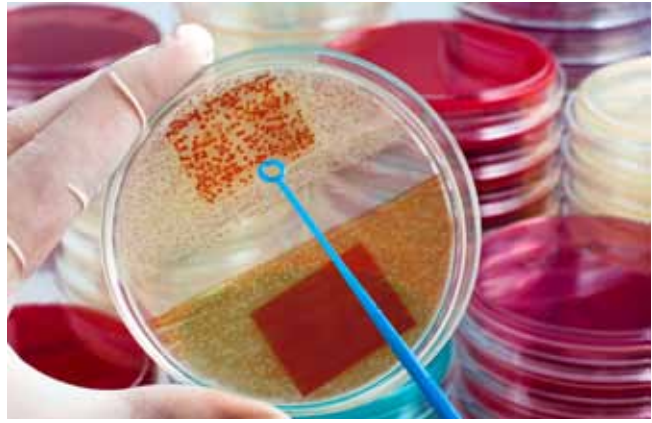
### Klinische Untersuchung

Die klinische Beurteilung der Versorgung mit Mikronährstoffen sollte eine detaillierte Anamnese und eine körperliche Untersuchung umfassen [49]. Bei der Suche nach klinischen Symptomen sollten die Haut, die Schleimhäute, der Mund, die Augen und neurologische Auffälligkeiten erfasst werden, da in diesen Bereichen erste Hinweise auf ein Nährstoffdefizit aufgezeigt werden können. Da die Symptome sehr unspezifisch sein können, ist eine weitere Abklärung durch Laboruntersuchungen ratsam [7].

### Labordiagnostik

Biochemische Tests, auch Biomarker genannt, bieten eine objektive und quantitative Bewertung der jüngsten Nährstoffaufnahme. Einen Unterschied machen hierbei Nährstoffe aus, die homöostatisch reguliert werden (z.B. Kalzium oder Natrium) oder Nährstoffe, die durch extravaskuläre Quellen (z.B. Albumin und Zink) gepuffert werden. Andere biologische Flüssigkeiten, einschließlich Urin, können nützlich sein, wenn eine konsistente Beziehung zwischen Nährstoffaufnahme/-status und -ausscheidung besteht [50].

Biochemische Tests lassen sich in zwei Kategorien einteilen: statische und funktionelle Tests [50]. Statische Tests messen die Konzentration eines Nährstoffs oder seiner Metaboliten in einer biologischen Flüssigkeit. Dabei werden Analysen am häufigsten



© angellodeco - AdobeStock.com

im Serum, Vollblut und Plasma durchgeführt. Aber auch der Speichel, Urin und Haarproben können zur Analyse verwendet werden [48]. Im Gegensatz zu den statischen Tests basieren funktionelle Tests auf dem Endergebnis des Nährstoffmangels [51]. Es kann beispielsweise die Aktivität eines Enzyms gemessen werden, welches einen spezifischen Nährstoff als Coenzym benötigt (Beispiel: Erythrozyten-Transketolase für die Versorgung mit Thiamin). Funktionstests umfassen zudem auch physiologische und Verhaltensergebnisse (Beispiel: Dunkeladaption bei Vitamin A oder die Geschmacksschärfe bei Zink [49]).

Die Wahl der geeigneten Biomarker ist essenziell für die Beurteilung der Versorgungslage von Mineralstoffen und Spurenelementen. Die aussagekräftigste Bestimmung umfasst die Analyse einer Biopsie von stoffwechselaktivem Gewebe wie Leber oder Muskelzellen. Diese Methode ist jedoch invasiv und für die Routinediagnostik nicht vertretbar [52].

Mikronährstoff	Diagnostik-Methode
Vitamin E	Als $\alpha$ -Tocopherol im Plasma [54]
Vitamin D	Als 25-OH-D3 im Plasma
Vitamin B <sub>1</sub> (Thiamin)	In der aktiven Form (Thiaminpyrophosphat (TPP)) aus dem Vollblut
Vitamin B <sub>2</sub>	In seiner aktiven Form aus dem Vollblut
Vitamin B <sub>6</sub>	In der aktiven Form aus lysiertem Vollblut
Folsäure	Im Vollblut plus Bestimmung von Homocystein (als funktioneller Marker)
Vitamin B <sub>12</sub>	Bestimmung des gesamten Vitamin B <sub>12</sub> (teilweise wird im ersten Schritt der Diagnostik das aktive B <sub>12</sub> als Holotranscobalamin-2 bestimmt [52])
Vitamin C	Ist ein sehr instabiles Molekül im Plasma (der Wert schwankt ernährungsabhängig sehr stark)
Magnesium	Im Vollblut (Serum oder Plasma) Aussagekraft: eingeschränkt, weil der Großteil des Magnesiums intrazellulär vorliegt
Zink	Im Vollblut, Serum, Urin Zu beachten: Muskelabbau, zum Beispiel während Fastenperioden, erhöht den Zinkwert im Serum und eine Infektion erniedrigt den Wert (zusätzliche Bestimmung des Akute-Phase-Proteins CRP verbessert hier die Interpretation des Laborwerts [55])
Eisen	Bestimmung von Eisen im Serum ist nicht geeignet, um den Versorgungszustand mit Eisen zu beschreiben, wird aber diagnostisch genutzt, um die Transferrinsättigung zu bestimmen. Zu beachten: Mitbestimmung CRP sinnvoll, da Ferritin als Akute-Phase-Protein agiert
Selen	Vollblut, Serum, Plasma (vergleichbare Aussagekraft) [56]
Jod	Renale Ausscheidung (Spontanurin)
Kalzium	Vollblut [53]
Kalium	Vollblut, Serum (Niere)

› Tabelle 1: Diagnostik ausgewählter Mikronährstoffe [51, 53].



Diätetische Bewertungsmethoden der Ernährung können retrospektive Methoden, wie das 24-Stunden-Recall und den Fragebogen zur Lebensmittelfrequenz (FFQ), oder prospektive Methoden, wie das Ernährungsprotokoll, umfassen. Für die Erfassung der tatsächlich aufgenommenen Menge an Mikronährstoffen ist eine ausführliche diätetische Anamnese, durchgeführt von Ernährungsfachkräften, unabdingbar [3].

## Folgen eines Mikronährstoffmangels

Bei einer ungenügenden Zufuhr eines Nährstoffes greift der Körper vorerst auf körpereigene Reserven zurück. Die Reserven im Körper können jedoch je nach Nährstoff in einem unterschiedlichen Umfang vorhanden sein. Einige Nährstoffspeicher reichen nur einige Tage aus (z.B. Kalium, Vitamin B<sub>1</sub>), andere mehrere Jahre (z.B. Vitamin A, Vitamin B<sub>12</sub>) [7, 57]. Wenn die Reserven der Nährstoffe aufgebraucht sind, sinkt als erstes der Nährstoffspiegel im Blut oder im Urin. Anschließend folgen Funktionsstörungen und klinische Mangelzustände [7].

Zunächst beginnen die Mangelzustände unspezifisch in Form von Haut- und Schleimhautveränderungen, neurologischen und immunologischen Auffälligkeiten. Erst in den fortgeschrittenen Stadien folgen für die einzelnen Nährstoffe charakteristische Symptome [7, 58] (siehe Tabelle 2).

## Mikronährstoffmangel verhindern

Die mediterrane Kostform, auch Mittelmeerdiät genannt, ist eine Ernährungsform mit hoher Nährwertqualität: Neben einer besseren Fettqualität [61], entzündungshemmenden Wirkungen [62] und der erhöhten Menge an Antioxidanzien aus Obst und Gemüse [63] sollte auch der Faktor einer verbesserten Mikronährstoffversorgung erwähnt werden. Eine striktere Einhaltung eines mediterranen Ernährungsmusters ist mit einem geringeren Risiko einer unzureichenden Zufuhr an Mikronährstoffen verbunden [61]. Daher sollte zur Gesundheitsförderung, insbesondere in Bevölkerungsgruppen, die anfällig für Mikro-

Symptom	Nährstoff
<b>Betroffenes Organ: Haut</b>	
Ödeme	Vitamin B <sub>1</sub>
Wundheilungsstörungen	Vitamin C, Zink
Unterhautblutungen	Vitamin C, K
Pigmentation	Niacin
Blässe	Eisen, Vitamin B <sub>12</sub> , Folsäure, Biotin, Vitamin B <sub>6</sub>
<b>Betroffenes Organ: Haare</b>	
Haarausfall	Biotin, Zink
<b>Betroffenes Organ: Mund</b>	
Glossitis (Entzündung der Zunge)	Vitamine B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>12</sub> , Niacin, Eisen, Folsäure
Gingivitis (Entzündung des Zahnfleisches)	Vitamin C
Fissuren, Stomatitis	Vitamin B <sub>2</sub> , Eisen, Protein
Cheilose	Niacin, Vitamin B <sub>2</sub> , B <sub>6</sub> , Protein
Blasse Zunge	Eisen, Vitamin B <sub>12</sub>
Atrophische Geschmackspapillen	Vitamin B <sub>2</sub> , Niacin, Eisen
<b>Betroffenes Organ: Augen</b>	
Blasse Konjunktiva	Vitamin B <sub>12</sub> , Eisen, Folsäure
Nachtblindheit	Vitamin A
Fotophobie	Zink
<b>Neurologische Symptome</b>	
Desorientiertheit, Verwirrung	Vitamine B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>12</sub>
Depression, Lethargie	Biotin, Folsäure, Vitamin C
Periphere Neuropathie	Vitamine B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>12</sub>
Ataxischer Gang	Vitamin B <sub>12</sub>
Hyporeflex	Vitamin B <sub>1</sub>
Zuckungen, Krämpfe	Vitamin B <sub>6</sub> , Kalzium, Magnesium
Müdigkeit, Apathie	Biotin, Magnesium, Eisen
<b>Infektanfälligkeit</b>	
Erhöhte Infektanfälligkeit	Vitamine C und A, Eisen, Zink
<b>Leistungsfähigkeit [26]</b>	
Reduzierte Leistungsfähigkeit, Müdigkeit, Inappetenz	Eisen

› Tabelle 2: Unspezifische klinische Symptome von Nährstoffdefiziten [7, 59, 60].



nährstoffmangel sind, die mediterrane Kostform empfohlen werden [63].

Ein bestehender Mangel kann durch die gezielte Substitution des fehlenden Nährstoffs behandelt werden. Bei einem multiplen Mikronährstoffmangel können Multinährstoffpräparate eingesetzt werden. Zudem sollte neben der Behandlung mit Nahrungsergänzungsmitteln die Ursache des Mangels untersucht und soweit wie möglich behandelt werden [7]. Die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln sollte jedoch eine schlechte Nahrungsmittelauswahl und eine unzureichende Ernährung nicht kompensieren.

#### Literatur

- Kaspar H, Burghardt W. Ernährungsmedizin und Diätetik. München: Urban & Fischer; 2014: 516–517
- Leitzmann C, Keller M. Vegetarische und vegane Ernährung. 4. Aufl. UTB; 2020
- Bailey RL, West Jr. KP, Black RE. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Ann Nutr Metab* 2015; 66 (2): 22–33
- Kaźmierczak-Barańska J, Boguszewska K, Karwowski BT. Nutrition Can Help DNA Repair in the Case of Aging. *Nutrients* 2020; 12 (11): 3364
- Muthayya S, Rah JH, Sugimoto JD et al. The global hidden hunger indices and maps: an advocacy tool for action. *PLoS One* 2013; 8 (6): e67860
- Katona P, Katona-Apte J. The interaction between nutrition and infection. *Clin Infect Dis Am* 2008; 46 (10): 1582–1588
- Volkert D. Ernährung im Alter. *Berölin: De Gruyter*; 2015: 91–95
- Nationale Verzehrsstudie II. Karlsruhe: Max Rubner-Institut: Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel; 2008
- Böhm U. Schwangerschaft und funktionelle Ernährungsmedizin. *Erfahrungsheilkunde* 2019; 67 (06): 358–365
- Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. *Nutrients* 2019; 11(2): E443
- Gernand AD, Schulze KJ, Stewart CP et al. Micronutrient deficiencies in pregnancy worldwide: health effects and prevention. *Nat Rev Endocrinol* 2016; 12 (5): 274–289
- Einheitliche Handlungsempfehlungen für die Schwangerschaft aktualisiert und erweitert. Im Internet: <https://www.dge.de/ernaehrungspraxis/bevoelkerungsgruppen/schwangere-stillende/handlungsempfehlungen-zur-ernaehrung-in-der-schwangerschaft/>; Stand 10.10.2021
- de Benoist B. Conclusions of a WHO Technical Consultation on folate and vitamin B12 deficiencies. *Food Nutr Bull* 2008; 29 (2): 238–244
- De-Regil LM, Peña-Rosas JP, Fernández-Gaxiola AC et al. Effects and safety of periconceptual oral folate supplementation for preventing birth defects. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; (12): CD007950
- Montgomery SC, Streit SM, Beebe ML et al. Micronutrient Needs of the Elderly. *Nutr Clin Pract* 2014; 29 (4): 435–444
- Volkert D, Bauer J, Frühwald T et al. Leitlinie der Deutschen Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) in Zusammenarbeit mit der GESKES, der AKE und der DGG. Aktuelle Ernährungsmedizin 2013; 38 (03): e1–48
- Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Im Internet: <https://www.dge.de/wissenschaft/referenzwerte/?L=0>; Stand:08.10.2021
- Linseisen J, Bechthold A, Bischoff-Ferrari HA et al. Vitamin D und Prävention ausgewählter chronischer Krankheiten, 2011: 48. <https://www.dge.de/fileadmin/public/doc/ws/stellungnahme/DGE-Stellungnahme-VitD-210803.pdf>
- Borel P, Caillaud D, Cano NJ. Vitamin D Bioavailability: State of the Art. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2015; 55 (9): 1193–1205
- Wong CW. Vitamin B<sub>12</sub> deficiency in the elderly: is it worth screening? *Hong Kong Med J* 2015; 21 (2): 155–164
- Gröber U. Healthy Aging–Mikronährstoffe. *Z Für Orthomolekulare Med* 2021; 19 (01): 15–21
- Kerksick CM, Wilborn CD, Roberts MD et al. ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* 2018; 15: 38
- Ross AC, Caballero BH, Cousins RJ et al. Modern nutrition in health and disease: Eleventh edition [Internet]. Wolters Kluwer Health Adis (ESP); 2012. Im Internet: <https://jhu.pure.elsevier.com/en/publications/modern-nutrition-in-health-and-disease-eleventh-edition>; Stand: 05.10.2021
- Nebel J, Schuchardt JP, Ströhle A et al. Micronutrient Status of Recreational Runners with Vegetarian or Non-Vegetarian Dietary Patterns. *Nutrients* 2019; 11 (5): 1146. doi:10.3390/nu11051146
- Raschka C, Ruf S. Sportlerernährung. *Aktuelle Ernährungsmedizin*. 2013; 38 (5): 362–378
- Baron DK. Optimale Ernährung des Sportlers. *Hirzel*; 2005
- de Marres H. Sportphysiologie. 9. Aufl. Köln: Sport & Buch Strauß; 2002
- Mosler S, Braun H, Carlsohn A et al. Fluid replacement in sports. Position of the working group sports nutrition of the German Nutrition Society (DGE). *Ernährungs-Umschau* 2019; 66 (3): 52–59
- Weißborn A, Bakhiya N, Demuth I et al. Höchstmengen für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln. *J Consum Prot Food Saf* 2018; 13 (1): 25–39
- Richter M, Breidenassel C. Vegane Ernährung – gesundheitliche Vorteile und Risiken. *Public Health Forum* 2016; 24 (3): 186–188
- Melina V, Craig W, Levin S. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 2016; 116 (12): 1970–1980
- Schüpbach R, Wegmüller R, Berguerand C et al. Micronutrient status and intake in omnivores, vegetarians and vegans in Switzerland. *Eur J Nutr* 2017; 56 (1): 283–293
- McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ et al. Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Sci* 2010; 84 (1): 1–13
- Iannotti LL, Lutter CK, Bunn DA et al. Eggs: the uncracked potential for improving maternal and young child nutrition among the world's poor. *Nutr Rev* 2014; 72 (6): 355–368
- Weaver CM. Should dairy be recommended as part of a healthy vegetarian diet? *Point. Am J Clin Nutr*. Mai 2009; 89 (5): 1634S-7





36. Ströhle A, Hahn H. Kritische Mikronährstoffe bei veganer Ernährung—Ein Update. In *Medizinische Monatsschrift für Pharmazeuten* 2014; 41 (3): 113–121
37. Biesalski HK, 7 Besondere Ernährungsformen. *Vitamine und Minerale*. Thieme; 2016. Im Internet: Verfügbar unter: <https://www.thieme-connect.de/products/ebooks/lookinside/10.1055/b-0036-134831?device=desktop&innerWidth=412&offsetWidth=412>; Stand: 04.10.2021
38. D'Odorico A, Bortolan S, Cardin R et al. Reduced plasma antioxidant concentrations and increased oxidative DNA damage in inflammatory bowel disease. *Scand J Gastroenterol*. 2001; 36 (12): 1289–1294
39. Stein J, Stier C, Raab H et al. Review article: The nutritional and pharmacological consequences of obesity surgery. *Aliment Pharmacol Ther* 2014; 40 (6): 582–609
40. Ciobărcă D, Cătoi AF, Copăescu C et al. Bariatric Surgery in Obesity: Effects on Gut Microbiota and Micronutrient Status. *Nutrients* 2020; 12 (1): 235
41. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P et al. Bariatric Surgery Worldwide 2013. *Obes Surg* 2015; 25 (10): 1822–1832
42. Ernst B, Schultes B. Mikronährstoffe bei Adipositas und nach bariatrischer Chirurgie. *Zeitschrift für Gynäkologische Endokrinologie* 2021; 24: 128–137
43. Mayland C, Allen KR, Degg TJ et al. Micronutrient concentrations in patients with malignant disease: effect of the inflammatory response. *Ann Clin Biochem* 2004; 41 (Pt 2): 138–141
44. Lajer H, Kristensen M, Hansen HH et al. Magnesium and potassium homeostasis during cisplatin treatment. *Cancer Chemother Pharmacol* 2005; 55 (3): 231–236
45. Kondo K, Fujiwara M, Murase M et al. Severe acute metabolic acidosis and Wernicke's encephalopathy following chemotherapy with 5-fluorouracil and cisplatin: case report and review of the literature. *Jpn J Clin Oncol*. 1996; 26 (4): 234–236
46. Niyikiza C, Baker SD, Seitz DE et al. Homocysteine and methylmalonic acid: markers to predict and avoid toxicity from pemetrexed therapy. *Mol Cancer Ther* 2002; 1 (7): 545–552
47. Aivazova-Fuchs V, Lange-Maurer S, Holzhauer P. Mikronährstoffmangel: Bedeutung und Therapie. *Gynäkol* 2019; 52 (7): 500–507
48. Larson-Meyer DE, Woolf K, Burke L. Assessment of Nutrient Status in Athletes and the Need for Supplementation. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2018; 28 (2): 139–158
49. Gibson R. *Principles of Nutritional Assessment*. Oxford, New York: Oxford University Press; 2005
50. Lee R, Nieman DC. *Nutritional Assessment* 2013: 166–220
51. Knes O. Diagnostik der Mikronährstoffe. *J für Gynäkol Endokrinol* 2019; 22 (4): 156–161
52. Thomas L. *Labor und Diagnose*. 6. Aufl. Frankfurt/Main: THBooks; 2005
53. Pfisterer M. Möglichkeiten und Grenzen der Mikronährstoffdiagnostik. *Dtsch Heilprakt-Z*. 2007; 1 (03): 18–20
54. Sundl I, Meinitzer A, Maritschnegg M et al. Effects of mixed tocopherol versus alpha-tocopherol supplementation on tocopherol concentrations in plasma and buccal mucosal cells. *Aktuelle Ernährungsmedizin* 2007; 32 (03): F2\_6
55. Lowe NM, Fekete K, Decsi T. Methods of assessment of zinc status in humans: a systematic review. *Am J Clin Nutr* Juni 2009; 89 (6): 2040–2051
56. Ashton K, Hooper L, Harvey LJ et al. Methods of assessment of selenium status in humans: a systematic review. *Am J Clin Nutr* 2009; 89 (6): 2025–2039
57. Stute P. Einführung in die orthomolekulare Medizin – Fokus Vitamin B<sub>12</sub> und Folsäure. *J. Gynäkol. Endokrinol* 2019; 22: 22–26
58. Biesalski HK: Kapitel 2 Allgemeines. In: *Vitamine, Spurenelemente und Minerale*. 2. Aufl. Stuttgart: Thieme; 2019
59. Kasper H. *Vitamine und sekundäre Pflanzenstoffe*. In: *Ernährungsmedizin und Diätetik*. 12. Aufl. München: Urban & Fischer; 2014: 32–56
60. Kasper H. *Wasser, Mineralstoffe und Spurenelemente*. In: *Ernährungsmedizin und Diätetik*. 12. Aufl. München: Urban & Fischer; 2014: 56–78
61. Serra-Majem L, Bes-Rastrollo M, Román-Viñas B et al. Dietary patterns and nutritional adequacy in a Mediterranean country. *Br J Nutr* 2009; 101 (2): 21–28
62. Su Q, Rowley K, Itsiopoulos C et al. Identification and quantitation of major carotenoids in selected components of the Mediterranean diet: green leafy vegetables, figs and olive oil. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 1149–1154
63. Castro-Quezada I, Román-Viñas B, Serra-Majem L. The Mediterranean Diet and Nutritional Adequacy: A Review. *Nutrients* 2014; 6 (1): 231–248

**Raika Mühlberg, B. Sc. Diätetik, Diätassistentin**

E-Mail: [r.muehlberg@elbapothke.de](mailto:r.muehlberg@elbapothke.de)

Elb Apotheke, Max-Brauer-Allee 52,  
22765 Hamburg, Deutschland

**Margaret Sommer, M. Sc. Oecotrophologie**

E-Mail: [m.sommer@elbapothke.de](mailto:m.sommer@elbapothke.de)

Elb Apotheke, Max-Brauer-Allee 52, 22765 Hamburg,  
Deutschland

#### Interessenkonflikt

R. Mühlberg und M. Sommer geben an, dass keine finanziellen oder persönlichen Beziehungen zu Dritten bestehen, deren Interesse von diesem Artikel positiv oder negativ betroffen sein könnten.