



# Update Wundheilung und Ernährung – Teil 2

Dr. Gabriele Dufhues, Moritz Geck

## Zusammenfassung

Die Wundheilung ist durch komplexe und energieintensive Umbauprozesse gekennzeichnet. Eine ausgewogene Ernährung ist daher essenziell, um die optimale Verfügbarkeit von Makro- und Mikronährstoffen zu gewährleisten. Eine abwechslungsreiche Ernährung, die zugleich den individuellen Energiebedürfnissen gerecht wird, kann Mangelzuständen und somit einer verzögerten Wundheilung vorbeugen. Für die Bereitstellung von Energie sind in erster Linie die als Makronährstoffe definierten Fette, Kohlenhydrate und Proteine verantwortlich. Der ausreichenden Versorgung mit Proteinen kommt insbesondere bei chronischen Wunden eine besondere Bedeutung zu.

Demgegenüber stehen die Mikronährstoffe, die im Organismus beispielsweise bei biochemischen Reaktionen als Cofaktor oder Antioxidans fungieren. Zu den Mikronährstoffen zählen unter anderem Vitamine sowie Spurenelemente. Sie müssen mit der Nahrung zugeführt werden und gelten daher als essenziell. Das ist im besonderen Maße für Nährstoffe wie Zink relevant, für die im Körper keine Speicherkapazität existiert.

Auf Grundlage der Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) erfahren Sie in dieser Fortbildung, von welchen Ernährungsgewohnheiten Menschen mit Wunden profitieren können. Neben Tipps zur ausreichenden Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen werden aktuelle Studien zur Supplementierung dieser vorgestellt.

## LERNZIELE

Am Ende dieser Fortbildung kennen Sie ...

- ✓ die „Bausteine“, die der menschliche Körper für eine gute Wundheilung benötigt,
- ✓ ausgewählte Nahrungsmittel, die reich an Makro- und Mikronährstoffen sind,
- ✓ die Risikogruppen, die von einer erhöhten Proteinzufuhr profitieren können,
- ✓ die Rolle der proteinogenen Aminosäuren bei der Wundheilung,
- ✓ die Brennwerte der Makronährstoffe.

## Teilnahmemöglichkeiten

Diese Fortbildung steht als PDF zum Download zur Verfügung. Die abschließende Lernerfolgskontrolle kann nur online erfolgen. Bitte registrieren Sie sich dazu kostenlos auf: [www.cme-kurs.de](http://www.cme-kurs.de)

## Zertifizierung

Diese Fortbildung wurde nach den Fortbildungsrichtlinien der Landesärztekammer Rheinland-Pfalz von der Akademie für Ärztliche Fortbildung in RLP mit 2 CME-Punkten zertifiziert (Kategorie D). Sie gilt für das Fortbildungszertifikat der Ärztekammern. Die erworbenen CME-Punkte werden gemäß § 14 Abs. 4 Diplom-Fortbildungs-Programm der Österreichischen Ärztekammer (DFP) im gleichen Umfang als DFP-Punkte anerkannt.



## EINLEITUNG

Die Wundheilung ist ein physiologischer Vorgang, der zur Regeneration und Reparatur von bindegewebigen Strukturen wie Haut, Knochen, Muskeln, Sehnen, Bändern und Faszien dient. Unmittelbar nach einer akuten Verletzung oder einer Operation setzen die Wundheilungsmechanismen ein. Neben einer angemessenen Belastung und Entlastung spielt auch die Ernährung eine bedeutende Rolle bei der Wundheilung. Die komplexen Um- und Aufbauprozesse während der Wundheilung gehen mit einem hohen Verbrauch an Energie und Zellbaumaterialien einher. Dabei muss sowohl dem Energiebedarf als auch einer optimalen Zusammensetzung an Makro- und Mikronährstoffen Rechnung getragen werden [1]. Die wichtigsten Informationen zu den in dieser Fortbildung vorgestellten Nährstoffen finden Sie in der Tabelle 1 (● **Tab. 1**).

## ENERGIEBEDARF

Grundsätzlich ist der tägliche Energiebedarf abhängig vom Alter, Geschlecht, Ernährungs- und Gesundheitszustand, Stresslevel sowie vom Aktivitätsgrad [2]. Der Energiebedarf errechnet sich aus dem Grundumsatz multipliziert mit dem Aktivitätsgrad. Bei bettlägerigen Patienten ist der tägliche Energiebedarf aufgrund ihrer geringen körperlichen Aktivität in der Regel geringer. Bei einem gesunden Erwachsenen mittleren Alters wird von einem täglichen Grundumsatz von 24 Kilokalorien (kcal) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht (KG) pro Tag (d) ausgegangen [3]. Liegt eine chronische Wunde wie ein Dekubitus vor, wird angesichts der energieintensiven Wundheilungsprozesse die Aufnahme von 30 bis 35 kcal/kg KG/d für normalgewichtige Erwachsene empfohlen [4]. Der Energiebedarf liegt noch höher bei Patienten mit Polytrauma oder großflächigen Verbrennungen. Hier können bis zu 35 bis 40 kcal/kg KG/d erforderlich sein [3].

## FETT

Fette dienen bei hohem Energiebedarf als wichtige Energielieferanten [5]. Ein Gramm Fett liefert etwa 9 kcal Energie und damit doppelt so viel wie die gleiche Menge an Kohlenhydraten oder Proteinen. Außerdem liefern Fettsäuren die Bausteine für die Zellmembranen sowie für die Prostaglandinsynthese [6]. Prostaglandine fungieren als Mediatoren von sowohl pro- als auch antiinflammatorischen Prozessen. Auch die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K kann der menschliche Körper nur mithilfe von Fett aufnehmen. Es gibt verschiedene Arten von Fetten mit unterschiedlicher Qualität. Es wird empfohlen, den Anteil an gesättigten Fettsäuren auf weniger als 10 % der täglichen Kalorienaufnahme zu begrenzen, während einfach- und mehrfach ungesättigte Fettsäuren als vorteilhaft gelten. Transfette, die durch längeres Erhitzen von pflanzlichen Ölen mit hohem Gehalt an mehrfach ungesättigten cis-Fettsäureestern oder durch bestimmte industrielle Prozesse entstehen können, gelten generell als schädlich und sollten vermieden werden [7]. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren Omega 6 (Linolsäure) und Omega 3 ( $\alpha$ -Linolensäure) können vom Körper nicht selbst hergestellt werden und gelten daher als essenziell. Sie müssen deshalb über die Nahrung zugeführt werden [5]. Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) legt den Richtwert für die Zufuhr von Fett bei gesunden Erwachsenen aktuell auf 30 % der täglichen Energiezufuhr fest; für Schwangere und Stillende gelten maximal 35 %. Allerdings könnten die Richtwerte auf Grundlage neuester epidemiologischer Erkenntnisse in Zukunft gegebenenfalls höher angesetzt werden [8]. Der Anteil von essenziellen Fettsäuren am Tagesbedarf sollte zu 2,5 % durch Linolsäure und zu 0,5 % durch  $\alpha$ -Linolensäure gedeckt werden. Ungesättigte Fettsäuren finden sich vor allem in pflanzlichen Ölen, in Nüssen und fetten Fischen (● **Abb. 1**) [5]. Der Nutzen einer Supplementierung von Fettsäuren sowie das optimale Verhältnis von Omega-3- zu Omega-6-Fettsäuren

	Nährstoff	Informationen
Makronährstoffe	<b>Fett</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Brennwert: 9 kcal/g</li> <li>■ Unterscheidung in gesättigte, einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren</li> <li>■ Omega-3 und Omega-6 Fettsäuren sind essentiell</li> </ul>
	<b>Kohlenhydrate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Brennwert: 4 kcal/g</li> <li>■ Kohlenhydrate kommen in verschiedenen Formen vor, darunter Einfachzucker (Monosaccharide) wie Glukose und Fruktose, Zweifachzucker (Disaccharide) wie Saccharose (Tafelzucker) und Laktose (Milchzucker), sowie komplexere Kohlenhydrate wie Stärke</li> <li>■ Einfache Kohlenhydrate können zu schnellen Blutzuckerspitzen führen, während komplexe Kohlenhydrate eine langsamere und stabilere Freisetzung von Glukose bewirken</li> </ul>
	<b>Proteine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Brennwert: 4 kcal/g</li> <li>■ Wunden gehen häufig mit einem erhöhten Proteinverlust einher.</li> <li>■ Dekubitus-Leitlinie: 1,25 bis 1,5 kg KG/d werden empfohlen.</li> </ul>
Mikronährstoffe	<b>Arginin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Semiessenzielle, proteinogene Aminosäure</li> <li>■ Substrat der NO-Synthase</li> <li>■ Studien: Supplementierung mit positiven Effekten auf Blutdruck und Wundheilung</li> </ul>
	<b>Glutamin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Nicht essenzielle, proteinogene Aminosäure</li> <li>■ Wichtiger Energielieferant für Zellen mit hoher Mitoserate</li> <li>■ Studien: Supplementierung mit erhöhter Mortalität auf Intensivstation; positive Effekte bei der Wundheilung</li> </ul>
	<b>Vitamin A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fettlösliches Vitamin</li> <li>■ Unter anderem an Genregulation von Zellwachstums- und -differenzierungsprozessen von Keratinozyten beteiligt</li> <li>■ Retinol ausschließlich in tierischen Nahrungsmitteln, Vorstufen auch in pflanzlichen Produkten</li> </ul>
	<b>Vitamin C</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Wasserlösliches Vitamin</li> <li>■ Erhöhter Bedarf bei Rauchern</li> <li>■ Multisystemerkrankung Skorbut ist Ausdruck eines langfristigen Vitamin-C-Mangels</li> </ul>
	<b>Vitamin E</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Fettlösliches Vitamin</li> <li>■ Fungiert als Radikalfänger</li> <li>■ Mangelzustände aufgrund von Speicherfähigkeit selten</li> </ul>
	<b>Eisen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Essenzielles Spurenelement</li> <li>■ Wichtige Rolle bei der Bildung von Hämoglobin und Myoglobin, die für den Sauerstofftransport und die Speicherung in den Zellen verantwortlich sind</li> <li>■ Mangel kann zu Eisenmangelanämie führen und Auswirkungen auf die Energieproduktion, Immunfunktion und Wundheilung haben</li> </ul>
	<b>Zink</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Essenzielles Spurenelement</li> <li>■ Cofaktor bei Kollagensynthese</li> <li>■ Studien: Zinkmangel mit schlechterer Wundheilung assoziiert</li> </ul>
	<b>Selen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Essenzielles Spurenelement</li> <li>■ Cofaktor antioxidativ wirkender Enzyme</li> <li>■ Paranusskerne weisen einen hohen Selen-, aber auch hohen Radiumgehalt auf.</li> </ul>

**Tabelle 1**  
Drei wichtige Fakten zu jedem der vorgestellten Nährstoffe

sind bislang umstritten [9, 10]. Es gibt Hinweise, dass eine mit Fischöl angereicherte Ernährungsweise mit einem langsameren Voranschreiten von Dekubitus und geringerer systemischer Entzündung assoziiert sein könnte [11].

**Abbildung 1**

Reich an ungesättigten Fettsäuren:  
Olivenöl



**KOHLLENHYDRATE**

Neben Fett sind Kohlenhydrate die wichtigsten Energielieferanten. Kohlenhydrate liefern etwa 4 kcal/g [6]. Kohlenhydrate lassen sich aufgrund ihrer chemischen Struktur in verschiedene Formen unterscheiden: Glucose ist ein Einfachzucker (Monosaccharid), Laktose besteht aus zwei Zuckermolekülen und wird daher als Disaccharid bezeichnet. Stärke wiederum ist ein Polysaccharid. Zur Metabolisierung von Kohlenhydraten durch die Glykolyse wird Insulin benötigt, das als anaboles Hormon insbesondere in der proliferativen Phase der Wundheilung von Bedeutung ist [10]. Gemäß DGE sollten >50 % der Tageskalorienmenge mit Kohlenhydraten gedeckt werden [12]. Hier könnte jedoch in Anbetracht neuester epidemiologischer Erkenntnisse der Referenzwert in naher Zukunft niedriger angesetzt werden [8]. Der Konsum großer Mengen an Kohlenhydraten ist vor allem mit einem erhöhten Risiko für Typ-2-Diabetes assoziiert [13]. Es existieren jedoch Kohlenhydratlieferanten unterschiedlicher Qualität. Vollkornprodukte, Linsen und Möhren haben einen niedrigen glykämischen Index (GI), was bedeutet, dass sie den Blutzuckerspiegel weniger stark und langsamer ansteigen lassen. Dies führt in der Regel zu einem länger anhaltenden Sättigungsgefühl und anderen günstigen physiologischen Effekten. Bei Patienten mit Diabetes mellitus trägt die Blutzuckerkontrolle, die mit dem Hämoglobin-A1c-(HbA1c-)Wert beurteilt werden kann, wesentlich zu einer verbesserten Wundheilung bei [14]. Die Wahl von Kohlenhydratquellen mit einem niedrigen GI kann hierzu einen wichtigen Beitrag leisten [15].

**PROTEINE**

Proteine (Eiweiße) zählen wie Fette und Kohlenhydrate zu den Makronährstoffen und bestehen aus Aminosäureketten [6]. Der Brennwert beträgt 4 kcal/g. Im menschlichen Körper übernehmen Eiweiße diverse Funktionen. Beispielsweise fungieren sie als Enzyme und katalysieren so den Ablauf biochemischer Reaktionen. Das Glykoprotein Kollagen hat mit ca. 30 % den höchsten Anteil am Gesamteiweißgehalt im Körper und ist unter anderem in der Extrazellulärmatrix der Haut lokalisiert. Bedeutsam sind auch die Plasmaproteine wie Albumin und die Gruppe der Immunglobuline. Während Albumin maßgeblich für die Aufrechterhaltung des kolloidosmotischen Druckes verantwortlich ist, partizipieren Immunglobuline in diversen Prozessen der Immunabwehr. Die empfohlene Tagesmenge an Proteinen ist

Gegenstand von teils kontroversen wissenschaftlichen Diskussionen zwischen unterschiedlichen Fachvertretern. Das Gleiche gilt auch für die Nahrungsfette; auch hier werden der zulässige Anteil und die optimale Zusammensetzung kontrovers diskutiert. Bei einem gesunden Erwachsenen sind 0,8 g/kg KG gängige Angaben, je nach körperlicher Betätigung kann dieser bis zu 1,2 g/kg KG betragen [16]. Säuglinge und Kinder sowie schwangere und stillende Frauen haben einen höheren Bedarf. Ab dem 65. Lebensjahr ist ebenfalls von einem erhöhten Proteinbedarf von 1 g/kg KG/d auszugehen [16]. Als Proteinquellen sind Geflügel, Fisch, Rindfleisch, Käse und Quark zu empfehlen. Weitere geeignete Eiweißquellen sind pflanzliche Proteine, z. B. Sojaprodukte, Hülsenfrüchte wie getrocknete Bohnen, Erbsen und Linsen [16].



**Abbildung 2**

Wunden gehen häufig mit einem erhöhten Proteinverlust einher. Ein Ei liefert circa 6 g Eiweiß.

Bei Menschen mit chronischen Wunden ist die benötigte Eiweißtageszufuhr erhöht (■ **Abb. 2**). Je nach Lokalisation und Ausmaß der Exsudation der Läsion kann ein Eiweißverlust von bis zu 50 g Protein pro Tag vorliegen [3]. Es erscheint daher sinnvoll, dass Menschen mit ausgedehnteren chronischen Wunden mit etwa 1,25 bis 1,5 g Protein/kg KG/d versorgt werden. Die Proteingabe muss allerdings immer wieder hinsichtlich der Nierenfunktion evaluiert und gegebenenfalls adaptiert werden [4].

## MIKRONÄHRSTOFFE

Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente übernehmen als Antioxidantien und Cofaktoren von Enzymen wichtige Aufgaben bei der Wundheilung [17]. Bereits der Mangel eines einzigen Mikronährstoffes kann die Wundheilung beeinträchtigen. Für die Wundheilung relevant sind vor allem die Vitamine A, C und E sowie die Spurenelemente Eisen und Zink. Die proteinogenen Aminosäuren werden einzeln ebenfalls häufig zu den Mikronährstoffen gezählt. Im Folgenden wird eine Auswahl der für die Wundheilung relevanten Mikronährstoffe diskutiert.

## ARGININ

Arginin ist eine bedingt essenzielle Aminosäure. Das bedeutet, dass die Synthesekapazität des Körpers in manchen Situationen (wie zum Beispiel bei der Wundheilung) nicht ausreicht, um suffiziente Mengen herzustellen. Des Weiteren ist die Aminosäure für die Synthese von Stickstoffmonoxid (NO) relevant und hat damit unmittelbaren Einfluss auf den Blutdruck. Studien konnten zeigen, dass Arginin-supplemente den systolischen und diastolischen Blutdruck signifikant senken können [18]. Bei ausgewogener Ernährung liegt die aufgenommene Argininmenge bei

ungefähr 6 g/d. Nahrungsmittel mit einem hohen Arginingehalt sind Nüsse, Hülsenfrüchte, Soja, Mais, Reis, Rind- und Schweinefleisch [19].

Einige Studien weisen darauf hin, dass eine orale Argininsupplementation die Wundheilung günstig beeinflussen kann (● **Abb. 3**) [20, 21, 22]. Bei Patienten, die Argininsupplemente erhielten, wurde eine signifikant höhere Konzentration von Hydroxyprolin in den Wunden im Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt. Dieser erhöhte Hydroxyprolingehalt wurde als Indikator für eine verstärkte Kollagensynthese gewertet [21]. Die zugeführte Menge betrug dabei bis zu 30 g/d [21]. Aufgrund der begrenzten Anzahl von Studienteilnehmern ist es gegenwärtig nicht möglich, eine allgemeine Empfehlung zur Argininsupplementation zur Unterstützung der Wundheilung abzuleiten.

### Abbildung 3

Die Supplementierung von Arginin und Glutamin war in einer verbesserten Wundheilung vergesellschaftet.



### VITAMIN A

Vitamin A, auch bekannt als Retinol, ist ein fettlösliches Vitamin, das eine Vielzahl von Funktionen im menschlichen Körper hat. Im Sehprozess kommt es als all-trans-Retinal im Rhodopsin der Stäbchenzellen vor. Darüber hinaus spielt es eine Rolle bei der Regulation des Zellwachstums und der Differenzierung von Keratinozyten. Die oberste Schicht der Haut, die Epidermis, besteht hauptsächlich aus Keratinozyten. Diese Zellen sind wesentlich an der Erneuerung der Haut und der Heilung von Wunden beteiligt [26]. Die DGE empfiehlt für Männer im Alter von 19 bis 65 Jahren eine tägliche Zufuhr von 0,85 mg (850 µg) Retinol-Äquivalenten. Ab einem Alter von 65 Jahren beträgt die empfohlene Zufuhr 0,8 mg. Für Frauen ab 19 Jahren wird eine tägliche Zufuhr von 0,7 mg (700 µg) empfohlen. Retinol ist hauptsächlich in tierischen Lebensmitteln wie Leber, Fisch und Käse enthalten. Provitamin-A-Carotinoide hingegen kommen auch in pflanzlichen Lebensmitteln wie Süßkartoffeln, Paprika, Kürbis, Aprikosen und Spinat vor. Es gibt keine speziellen Empfehlungen zur Dosierung von Vitamin A bei der Wundheilung. Eine ausgewogene Ernährung deckt in der Regel den Bedarf ab, daher sind in den meisten Fällen keine Nahrungsergänzungsmittel erforderlich [27].

### VITAMIN C

Vitamin C, auch bekannt als Ascorbinsäure, ist ein wasserlösliches Vitamin. Die Bedeutung von Vitamin C wird besonders deutlich durch die Krankheit Skorbut, die bei einem Mangel an Vitamin C auftritt. Skorbut kann sich durch zahlreiche Symptome äußern, unbehandelt kann er zu Multiorganversagen und Tod führen [28]. Vitamin C spielt eine wichtige Rolle bei der Geweberegeneration, da es durch die Hydroxylierung der Aminosäuren Prolin und Lysin an der Kollagensyn-

these beteiligt ist. Es wirkt auch als Antioxidans und schützt empfindliche Zellen vor Oxidationsschäden. Darüber hinaus fördert Vitamin C die Aufnahme von Eisen. Personen mit einem erhöhten Risiko für Eisenmangel können daher von einer ausreichenden Zufuhr von Vitamin C profitieren [29].

Die empfohlenen Referenzwerte der DGE für Vitamin C betragen bei Erwachsenen 110 mg/d für Männer und 95 mg/d für Frauen [30]. Aufgrund höherer Stoffwechselverluste und niedrigerer Vitamin-C-Konzentrationen im Blut, wird Rauchern eine höhere Zufuhr von Vitamin C empfohlen, 135 mg für Frauen und 155 mg für Männer [30]. Menschen mit chronischen Erkrankungen, einschließlich chronisch entzündlichen Darmerkrankungen, haben ein erhöhtes Risiko für einen Vitamin-C-Mangel. Studien haben gezeigt, dass die Gabe von Vitamin C potenziell die Heilung von chronischen Fußläsionen verbessern kann [31]. Der Nutzen von Vitamin-C-Gaben im perioperativen Setting ist noch nicht abschließend geklärt, aber es wurde eine leichte Reduktion von postoperativen Schmerzen beobachtet [32]. Eine ausreichende Vitamin-C-Versorgung kann in der Regel durch eine ausgewogene Ernährung problemlos erreicht werden, da Vitamin C in fast allen tierischen und pflanzlichen Lebensmitteln vorkommt. Besonders reichhaltige Quellen sind Hagebutten, schwarze Johannisbeeren und Brokkoli (● **Abb. 4**) [33]. Aufgrund der Hitze- und Lichtempfindlichkeit von Vitamin C wird eine schonende Zubereitung der Lebensmittel empfohlen. Eine routinemäßige Supplementierung ist aufgrund der vorliegenden Studienergebnisse und der weitverbreiteten Verfügbarkeit von Vitamin C nur bei wenigen Personen erforderlich. Jedoch können die genannten Risikogruppen unter bestimmten Umständen von einer Supplementierung profitieren.



**Abbildung 4**

Brokkoli ist besonders reich an Vitamin C und weiteren Mikronährstoffen.

## VITAMIN E

Vitamin E, auch bekannt als Tocopherol, ist ein fettlösliches Vitamin und wirkt als Radikalfänger. Es schützt die Lipide in den Zellmembranen vor oxidativer Schädigung und ist an der Regulation verschiedener Enzyme beteiligt. Vitamin E hat eine regulierende Wirkung auf entzündliche Prozesse und fördert die Funktion des Immunsystems. Die DGE empfiehlt eine tägliche Zufuhr von 12 bis 15 mg Tocopherol-Äquivalenten für Männer und 11 bis 12 mg für Frauen [34]. Ein Mangel an Vitamin E ist aufgrund seiner Speicherfähigkeit im Fettgewebe selten [35].

Die Auswirkungen von Vitamin E auf die Wundheilung sind in der wissenschaftlichen Literatur nicht eindeutig geklärt [36]. Es gibt keine ausreichende Evidenz, die eine Supplementierung von Vitamin E zur Verbesserung der Wundheilung unterstützt. Es sollte beachtet werden, dass eine übermäßige Dosierung von Vitamin E möglicherweise unerwünschte Nebenwirkungen haben kann. Dosierungen über

130 mg/d können möglicherweise das Risiko für hämorrhagische Schlaganfälle erhöhen [35]. Vitamin E wird ausschließlich von Pflanzen synthetisiert und ist in Lebensmitteln wie Haselnüssen, Kichererbsen und Paprika vorhanden [34].

### EISEN

Eisen ist ein Mineral, das natürlicherweise in vielen Lebensmitteln vorkommt, einigen Lebensmittelprodukten zugesetzt wird und als Nahrungsergänzungsmittel erhältlich ist. Es fungiert als essenzieller Cofaktor für Proteine und Enzyme, die an Energiestoffwechsel, Atmung, DNA-Synthese, Zellzyklusarrest und Apoptose beteiligt sind [37]. Eisen spielt eine wichtige Rolle bei der Wundheilung. Es ist wesentlicher Bestandteil für die Synthese von Kollagen, einem wichtigen Strukturprotein, das für die Festigkeit und Elastizität des Gewebes verantwortlich ist und auch bei der Wundheilung eine wichtige Rolle spielt. Ein Eisenmangel könnte daher die Kollagenproduktion beeinträchtigen und somit die Wundheilung verzögern. Der Eisenmangel kann in den meisten Fällen anhand der Bestimmung von Ferritin, Transferrinsättigung und dem löslichen Transferrinrezeptor im Blut zuverlässig festgestellt werden [38]. Es wird seit Langem angenommen, dass eine Eisenmangelanämie zu einer gestörten Wundheilung führt. Trotzdem ist die wissenschaftliche Evidenz zu diesem Thema überraschend begrenzt [39]. Aufgrund der wichtigen Rolle, die Hämoglobin beim Transport von Nährstoffen spielt, sollte ein Eisenmangel behandelt werden, um die Wundheilung zu optimieren [40]. Wenn ein Eisenmangel vorliegt, sollte eine Supplementierung mit Vitamin C in Betracht gezogen werden, da Vitamin C für die Aufnahme von Eisen erforderlich ist. Es liegen keine Daten vor, die für eine Eisensupplementierung zur Wundbehandlung ohne nachgewiesenen Mangelzustand sprechen.

### ZINK

Zink ist ein wichtiges Spurenelement im menschlichen Körper und spielt eine Rolle bei zahlreichen enzymatischen Prozessen und der Genexpression. Es wird nicht im Körper gespeichert und muss daher regelmäßig über die Nahrung aufgenommen werden. Im Zusammenhang mit der Wundheilung wirkt Zink als Cofaktor bei der Kollagensynthese. Lebensmittel wie Fleisch, Eier, Milchprodukte, Hülsenfrüchte, Vollkornprodukte und Nüsse enthalten Zink. Die empfohlene Zufuhr von Zink variiert je nach Ernährungsgewohnheiten. Bei einer ballaststoffreichen Ernährung und geringem Verzehr tierischer Proteinquellen wird eine tägliche Zinkzufuhr von 10 mg bei Frauen und 16 mg bei Männern empfohlen. Dies liegt an der hohen Phytatkonzentration in Vollkorngetreide, die die Zinkaufnahme im Darm hemmen kann [41].

Ein Zinkmangel kann aufgrund der fehlenden Speicherkapazität im Körper bei Mangel- oder Unterernährung auftreten. Studien zeigen, dass vor allem junge Frauen im Alter von 14 bis 18 Jahren und ältere Frauen im Alter von 65 bis 80 Jahren häufig die empfohlene Zinkzufuhr nicht erreichen. Bei Männern im Alter von 65 bis 80 Jahren ist die Situation noch schlechter, da hier ein Großteil den Referenzwert nicht erreicht [42]. Ein Zinkmangel wurde mit einer verzögerten Heilung von Druckgeschwüren in Verbindung gebracht. Studien mit Mäusen zeigten, dass eine zinkarme Ernährung zu prolongierten Verläufen von Druckgeschwüren führte. Dabei wurde vermutet, dass ein Zinkmangel mit erhöhtem oxidativen Stress und verstärkter Apoptose assoziiert sein könnte [43]. Eine Studie im Bereich der Neonatologie deutet ebenso auf einen möglichen Zusammenhang zwischen Zinkmangel und Dekubitus bei Frühgeborenen hin [44]. Die Bestimmung von Zink erfolgt in der Regel im Serum, jedoch wurde die Validität dieser Messmethode angezweifelt. Bei klinischen Anzeichen eines Zinkmangels sollte eine Substitution in Erwägung gezogen werden, auch wenn die Zinkbestimmung im Serum unauffällig ist [45].

## SELEN

Selen ist ein essenzielles Spurenelement und wirkt als Cofaktor für antioxidative Enzyme. Es spielt auch eine Rolle bei der Regulation der Schilddrüsenhormone [46]. In Deutschland ist ein klinisch relevanter Selenmangel selten, obwohl die Selenkonzentrationen in den Böden gering sind [47]. Menschen, die sich vegan ernähren, gehören zu den potenziellen Risikogruppen für einen Selenmangel. Die empfohlenen Referenzwerte für Erwachsene betragen 60 µg/d für Frauen und 70 µg/d für Männer. Paranusskerne enthalten viel Selen, sollten jedoch aufgrund ihres potenziell hohen Radiumgehaltes nur begrenzt verzehrt werden. Bei einer veganen Ernährung können Brokkoli, Zwiebeln, Linsen und Spargel wertvolle Selenquellen sein [46].

## ERNÄHRUNGSFORMEN

Bisher wurden die Rollen einzelner Nährstoffe in Bezug auf die Wundheilung beschrieben. Allerdings werden diese Nährstoffe in der Regel nicht isoliert verzehrt, sondern als Bestandteile einer spezifischen Ernährungsweise. Dies erhöht die Komplexität bei der wissenschaftlichen Untersuchung der medizinischen Effekte von Ernährung und ist ein bekanntes Problem in der medizinischen Forschung [48]. Dennoch haben sich Forscher auch mit den Auswirkungen der Ernährungsweise auf die Wundheilung auseinandergesetzt. Eine der am besten erforschten Ernährungsformen im Zusammenhang mit Wundheilung ist die sogenannte mediterrane Diät, die hauptsächlich auf frischem Obst und Gemüse, gesunden Fetten, wie sie in Olivenöl und Nüssen enthalten sind, Fisch und Meeresfrüchten, Hülsenfrüchten sowie Kräutern und Gewürzen basiert [49]. Für die mediterrane Diät konnten zahlreiche Gesundheitsvorteile nachgewiesen werden [49]. Ebenso konnte gezeigt werden, dass die mediterrane Ernährungsweise die Heilung von Wunden und Ulzera der unteren Extremität begünstigt [50]. Eine alternative Ernährungsform, die in jüngster Zeit verstärktes medizinisches Interesse geweckt hat, ist die ketogene Diät (KD). Bei dieser Ernährungsweise wird der Kohlenhydratkonsum drastisch reduziert (normalerweise auf weniger als 20 bis 50 g pro Tag), während der Energiebedarf zu über 60 bis 80 % durch Fette gedeckt wird. Dadurch wird der Körper in den physiologischen Zustand der nutritiven Ketose versetzt [51]. Die KD ist insbesondere für die Behandlung der refraktären Epilepsie etabliert. Es wurden Bedenken geäußert, dass die ketogene Diät die Wundheilung bei chirurgischen Patienten beeinträchtigen könnte, obgleich die schwache und bisher rein tierexperimentelle Evidenz bisher keine Schlussfolgerung zulässt [52]. Bei Menschen wurden jedoch positive Effekte der KD auf den klinischen Verlauf bei auf Intensivstationen behandelten Patienten mit mechanischer Beatmung beobachtet [53, 54].

### FAZIT

- Eine ausgewogene und gesunde Ernährung ist für die Wundheilung essenziell.
- Eine Ernährung mit viel Obst, Gemüse, Vollkorn- und Milchprodukten wird empfohlen.
- Patienten mit chronischen Wunden profitieren wahrscheinlich von einer erhöhten Proteinzufuhr (1,25 bis 1,5 g/kg KG/d), sofern keine Kontraindikationen bestehen.
- Die Datenlage zu einzelnen Aminosäuren, Vitaminen und Spurenelementen ist zum Teil widersprüchlich.
- Die Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln ohne einen zuvor nachgewiesenen Mangel ist in den meisten Fällen nicht empfehlenswert.

- Ein Mangel an Eisen oder Zink sollte zur Förderung der Wundheilung ausgeglichen werden.
- Die mediterrane Ernährungsweise scheint positive Auswirkungen auf die Wundheilung zu haben.

## LITERATUR

1. Renner R, Erfurt-Berge C. Was hat die Ernährung mit der Wundheilung zu tun? Aktuelle Derm 2020;46:260–264
2. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert dge.de/wissenschaft/referenzwerte/energie/ (abgerufen im Juli 2023)
3. Protz K. Moderne Wundversorgung. 10th ed. Urban & Fischer in Elsevier 2022
4. National Pressure Ulcer Advisory Panel EPUAP and PPIA. Prevention and Treatment of Pressure Ulcers: Quick Reference Guide. 2nd ed. Osborne Park (Australia): Cambridge Media 2014
5. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Fett, essenzielle Fettsäuren. dge.de/wissenschaft/referenzwerte/fett-essenzielle-fettsaeuren/ (abgerufen im Juli 2023)
6. Föller M. Makronährstoffe. In: Ernährung – Physiologische und Praktische Grundlagen. Berlin, Heidelberg: Springer 2021:33–67
7. Wolfram G et al. Evidence-Based Guideline of the German Nutrition Society: Fat Intake and Prevention of Selected Nutrition-Related Diseases. Ann Nutr Metab 2015;67:141–204
8. Dehghan M et al. Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. Lancet 2017;390:2050–2062
9. Molnar JA et al. Nutrition and Chronic Wounds. Adv Wound Care (New Rochelle) 2014; 3:663–681
10. Barchitta M et al. Nutrition and Wound Healing: An Overview Focusing on the Beneficial Effects of Curcumin. Int J Mol Sci 2019;20
11. Theilla M et al. Impact of a Nutritional Formula Enriched in Fish Oil and Micronutrients on Pressure Ulcers in Critical Care Patients. Am J Crit Care 2012;21:e102–e109
12. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Kohlenhydrate. dge.de/wissenschaft/referenzwerte/kohlenhydrate/ (abgerufen im Juli 2023)
13. Gross LS et al. Increased consumption of refined carbohydrates and the epidemic of type 2 diabetes in the United States: an ecologic assessment. Am J Clin Nutr 2004;79:774–779
14. Xiang J et al. Reasonable Glycemic Control Would Help Wound Healing During the Treatment of Diabetic Foot Ulcers. Diabetes Ther 2019;10:95–105
15. Zafar MI et al. Low-glycemic index diets as an intervention for diabetes: a systematic review and meta-analysis. Am J Clin Nutr 2019;110:891–902
16. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Protein. dge.de/wissenschaft/referenzwerte/protein/ (abgerufen im Juli 2023)
17. Halangk W et al. Einfluss der Ernährung auf Wundheilung und Wundinfektion. Viszeralchirurgie 2004;39:177–180
18. Dong J-Y et al. Effect of oral L-arginine supplementation on blood pressure: A meta-analysis of randomized, double-blind, placebo-controlled trials. Am Heart J 2011;162:959–965
19. Verbraucherzentrale. Arginin – eine Aminosäure mit Potenz? verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/arginin-eine-aminosaeuere-mit-potenz-13405 (Stand: 26.06.2023)
20. Barbul A et al. Arginine enhances wound healing and lymphocyte immune responses in humans. Surgery 1990;108:331–336
21. Arribas-López E et al. The Effect of Amino Acids on Wound Healing: A Systematic Review and Meta-Analysis on Arginine and Glutamine. Nutrients 2021;13:2498

22. Neyens JCL et al. Arginine-enriched oral nutritional supplementation in the treatment of pressure ulcers: A literature review. *Wound Medicine* 2017;16:46–51
23. Cruzat V et al. Glutamine: Metabolism and Immune Function, Supplementation and Clinical Translation. *Nutrients* 2018;10:1564
24. Heyland D et al. A Randomized Trial of Glutamine and Antioxidants in Critically Ill Patients. *N Engl J Med* 2013;368:1489–1497
25. Tao K-M et al. Glutamine supplementation for critically ill adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2014;2018
26. National Institutes of Health. Fact Sheet for Health Professionals – Vitamin A and Carotenoids. [ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-HealthProfessional/](https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminA-HealthProfessional/) (abgerufen im Juli 2023)
27. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Vitamin A. [dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-a/](https://dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-a/) (abgerufen im Juli 2023)
28. Trapani S et al. A Narrative Review on Pediatric Scurvy: The Last Twenty Years. *Nutrients* 2022;14:684
29. National Institutes of Health. Fact Sheet for Health Professionals – Vitamin C. [ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/](https://ods.od.nih.gov/factsheets/VitaminC-HealthProfessional/) (abgerufen im Juli 2023)
30. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Vitamin C. [dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-c/](https://dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-c/) (abgerufen im Juli 2023)
31. Gunton JE et al. Vitamin C improves healing of foot ulcers: a randomised, double-blind, placebo-controlled trial. *Br J Nutr* 2021;126:1451–1458
32. Suter M et al. Efficacy and safety of perioperative vitamin C in patients undergoing non-cardiac surgery: a systematic review and meta-analysis of randomised trials. *Br J Anaesth* 2022;128:664–678
33. Verbraucherzentrale. Vitamin C – erstaunlich gesund? [klartext-nahrungsergaenzung./wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/vitamin-c-erstaunlich-gesund-1915](https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/vitamin-c-erstaunlich-gesund-1915) (Stand: 08.08.2022)
34. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Vitamin E. [dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-e/](https://dge.de/wissenschaft/referenzwerte/vitamin-e/) (abgerufen im Juli 2023)
35. Verbraucherzentrale. Vitamin E zum Schutz vor Herzinfarkt und Krebs? [verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/vitamin-e-zum-schutz-vor-herzinfarkt-und-krebs-13834](https://www.verbraucherzentrale.de/wissen/lebensmittel/nahrungsergaenzungsmittel/vitamin-e-zum-schutz-vor-herzinfarkt-und-krebs-13834) (Stand: 21.10.2022)
36. Hobson R. Vitamin E and wound healing: an evidence-based review. *Int Wound J* 2016;13:331–335
37. National Institutes of Health. Fact Sheet for Health Professionals – Iron. [ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/](https://ods.od.nih.gov/factsheets/Iron-HealthProfessional/) abgerufen im Juli 2023
38. Fießl HS. Damit weisen Sie einen Eisenmangel sicher nach. *MMW Fortschr Med* 2014;156:55–57
39. Ferris AE, Harding KG. An overview of the relationship between anaemia, iron, and venous leg ulcers. *Int Wound J* 2019;16:1323–1329
40. Ripley KR. Nutrition in pressure ulcer management. *Primary Health Care* 2006;16:41–48
41. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Zink. [dge/wissenschaft/referenzwerte/zink](https://dge.de/wissenschaft/referenzwerte/zink/) (abgerufen im Juli 2023)
42. Max Rubner-Institut. Ergebnisbericht, Teil 2 Nationale Verzehrsstudie II. Karlsruhe: 2008
43. Nakamura H et al. Zinc deficiency exacerbates pressure ulcers by increasing oxidative stress and ATP in the skin. *J Dermatol Sci* 2019;95:62–69
44. Asselborn JR et al. Zinkmangel als Ursache eines „Dekubitus“ beim Frühgeborenen? *Z Geburtshilfe Neonatol* 2019;223:369–372
45. Shamshtein D, Liwinski T. Zinc Deficiency in Major Depressive Disorder. *Acta Scientific Nutritional Health* 2022;6:47–53
46. Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V. Referenzwert Selen. [dge.de/wissenschaft/referenzwerte/selen](https://dge.de/wissenschaft/referenzwerte/selen/) (abgerufen im Juli 2023)
47. Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL). Einstufung von selenhaltigen Lebensmitteln (Stand: 22.12.2021)

48. Newman T. Why is nutrition so hard to study? Medical News Today 2020
49. Martínez-González MA et al. Benefits of the Mediterranean Diet: Insights From the PREDIMED Study. Prog Cardiovasc Dis 2015;58:50–60
50. Felice F et al. The importance of Mediterranean diet and hydration habitus in patients with lower limb ulcers: A pilot study. J Vasc Nurs 2021;39:76–83
51. Shamshtein D, Liwinski T. Ketogenic Therapy for Major Depressive Disorder: A Review of Neurobiological Evidence. Recent Prog Nutr 2021;2:1–1
52. Elswaidy N et al. Ketogenic diet enhances delayed wound healing in immunocompromised rats: A histological and immunohistochemical study. Egyptian Journal of Histology 2021;0:0–0
53. Al-Saady NM et al. High fat, low carbohydrate, enteral feeding lowers PaCO<sub>2</sub> and reduces the period of ventilation in artificially ventilated patients. Intensive Care Med 1989; 15:290–295
54. El Koofy NM et al. The effect of high fat dietary modification and nutritional status on the outcome of critically ill ventilated children: single-center study. Korean J Pediatr 2019;62:344–352

#### Referenten

Dr. Gabriele Dufhues  
Moritz Geck

#### Veranstalter

CME-Verlag – Fachverlag für medizinische Fortbildung GmbH  
Siebengebirgsstr. 15  
53572 Bruchhausen  
redaktion@cme-verlag.de

#### Transparenzinformation

Ausführliche Informationen zu Interessenkonflikten und Sponsoring sind online einsehbar unterhalb des jeweiligen Kursmoduls.

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint, soweit es für die Aussage erforderlich ist.

#### Bildnachweis

Titelbild: NatalyaBond – shutterstock.com  
Seite 4: DUSAN ZIDAR – shutterstock.com  
Seite 5: BorisKotov – shutterstock.com  
Seite 6: nik.bernadsky – stock.adobe.com  
Seite 7: VRD – stock.adobe.com

#### CME-Test

Die Teilnahme am CME-Test ist nur online möglich.  
Scannen Sie den nebenstehenden QR-Code mit Ihrem Mobiltelefon/Tablet oder gehen Sie auf die Website: [www.cme-kurs.de](http://www.cme-kurs.de)



# CME-Fragebogen



Bitte beachten Sie:

- Die Teilnahme am nachfolgenden CME-Test ist nur online möglich unter: [www.cme-kurs.de](http://www.cme-kurs.de)
- Diese Fortbildung ist mit 2 CME-Punkten zertifiziert.
- Es ist immer nur eine Antwortmöglichkeit richtig (keine Mehrfachnennungen).

## ? Welche Aussage bezüglich Fett ist falsch?

- 1 g Fett liefert 9 kcal an Energie.
- Fettsäuren werden für die Prostaglandinsynthese benötigt.
- Die Vitamine A, D, E und K sind fettlöslich.
- Fette Fische sind reich an ungesättigten Fettsäuren.
- Essenzielle Fettsäuren werden aufgrund ihrer Wichtigkeit selbst vom menschlichen Körper synthetisiert.

## ? Wie hoch sollte die Energiezufuhr bei normalgewichtigen Patienten mit chronischen Wunden sein (in Kilogramm Körpergewicht pro Tag [kcal/kg KG/d])?

- 20 bis 25 kcal/kg KG/d
- 30 bis 35 kcal/kg KG/d
- 40 bis 50 kcal/kg KG/d
- 50 bis 55 kcal/kg KG/d
- 55 bis 60 kcal/kg KG/d

## ? Welche Aussage ist richtig?

- Neben Fett sind Proteine die wichtigsten Energie-lieferanten.
- 1g Kohlenhydrate liefert etwa 15 kcal an Energie.
- Die fettlöslichen Vitamine A, D, E und K kann unser Körper nur mithilfe von Wasser aufnehmen.
- Wunden gehen häufig mit einem erhöhten Proteinverlust einher.
- Menschen mit eingeschränkter Nierenfunktion sollten gar keine Proteine zu sich nehmen.

## ? Welche Aussage zu Kohlenhydraten und deren Stoffwechsel ist richtig?

- 1g Kohlenhydrate liefert 9 kcal an Energie.
- Insulin wirkt anabol.
- Stärke ist ein Monosaccharid.
- Vollkornprodukte haben meist einen hohen glykämischen Index (GI).
- Keine der genannten Antworten ist richtig.

## ? Was ist Arginin?

- Ein Vitamin
- Ein Spurenelement
- Eine semiessenzielle Aminosäure
- Eine zweifach ungesättigte Fettsäure
- Ein Zweifachzucker

## ? Welche Aussage ist falsch?

- Einige klinische Studien konnten zeigen, dass Arginin-haltige Supplemente die Wundheilung verbessern können.
- Arginin kann den Blutdruck senken.
- Besonders reich an Arginin sind Nüsse, Soja, Mais und Fleisch.
- Arginin wird vom menschlichen Körper in jeder Situation in ausreichenden Mengen produziert.
- Bei ausgewogener Ernährung nimmt man täglich ca. 6 g Arginin zu sich.

## ? Welche Aussage ist richtig?

- Glutamin ist ein häufig genutzter Geschmacksverstärker.
- Glutamin weist von allen Aminosäuren die niedrigste Konzentration im menschlichen Körper auf.
- Glutamin ist eine essenzielle Aminosäure.
- Glutamin dient als wichtige Energiequelle für Zellen mit hoher Mitoserate.
- Die Antworten a) bis c) sind alle richtig.

## CME-Fragebogen (Fortsetzung)

**? Welche Aussage zur mediterranen Diät ist korrekt?**

- Die mediterrane Diät basiert hauptsächlich auf Eiweiß.
- Die mediterrane Diät ist arm an Obst und Gemüse.
- Die mediterrane Diät beinhaltet eine hohe Aufnahme von rotem Fleisch.
- Die mediterrane Diät verzichtet auf Meeresfrüchte.
- Die mediterrane Diät könnte die Wundheilung positiv beeinflussen.

**? Welche Aussage ist falsch?**

- Vitamin A ist nur in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten.
- All-trans-Retinal ist beim Sehvorgang von Bedeutung.
- Die Gabe von Vitamin C kann die Eisenresorption verbessern.
- Vitamin E kann im Fettgewebe gespeichert werden.
- Eine Supplementierung sollte nur bei Patienten mit nachgewiesenem Vitamin-E-Mangel erfolgen.

**? Welche Aussage ist richtig?**

- Klinisch signifikante Selenmangelzustände sieht man in Deutschland sehr häufig.
- Zink hat keinen Einfluss auf die Wundheilung.
- Hohe Phytatkonzentrationen in der Nahrung erleichtern die Resorption von Zink.
- Die Böden in Deutschland sind sehr reich an Selen.
- Zu den Risikogruppen für eine Selenunterversorgung gehören Menschen mit veganer Ernährungsweise.