

## 8. Die Spurenelemente

# Chrom, Kupfer, Mangan, Bor und Vanadium

Spurenelemente sind zwar nur in Spuren für unseren Körper notwendig, haben aber genauso wichtige Aufgaben wie Stoffe, die in größerer Menge im Körper vorkommen. Einige Spurenelemente und deren Funktion zeigt die Tabelle unten. Zu den Spurenelementen zählen Chrom, Kupfer, Mangan, Bor und Vanadium, aber auch bekanntere wie Jod, Eisen, Zink oder Selen.

### Chrom steuert die Wirkung von Insulin

Das Spurenelement Chrom ist funktioneller Bestandteil des Chromodulins, eines Proteins, das die Insulinwirkung auf zellulärer Ebene steuert. Chromodulin reguliert das Ansprechen der Körperzellen auf Insulin und die Glucoseverwertung in den Zellen (Glucosetoleranz). Das Hormon Insulin schleust Glucose (Traubenzucker) aus dem Blut in die Zellen, die den Zucker zu Energie (ATP) verbrennen.

Ein Chrommangel kann zu einem Anstieg der zirkulierenden Insulinkonzentration und einer Insulinresistenz führen. Dies

wiederum kann Stoffwechselstörungen wie Übergewicht, zu hohe Blutfette und Diabetes mellitus nach sich ziehen. Chrom beeinflusst auch den Lipid- und Cholesterinstoffwechsel sowie den Proteinstoffwechsel.

In einer Studie mit 180 Typ-2-Diabetikern, die vier Monate lang 200 µg oder 1.000 µg Chrom pro Tag erhielten, verbesserte sich bei beiden Dosierungen die Glucosetoleranz, der HbA<sub>1c</sub>-Wert, der Nüchtern-Blutzucker und die Insulinresistenz.

### Günstiger Einfluss auf Cholesterinwerte

Chrom hat zudem günstige Einflüsse auf den Fettstoffwechsel, weil es das Gesamtcholesterin senkt und das Verhältnis zwischen gutem HDL-Cholesterin und schlechtem LDL-Cholesterin verbessert. Neben dem Zucker- und Fettstoffwechsel unterstützt Chrom den Aminosäurehaushalt. Anwendungsbereiche von Chrom sind Diabetes mellitus Typ 2, Hypoglykämie, Gewichtsreduktion oder Kraftsport.

### Nahrungsmittel, die Crom enthalten

Nahrungsmittel	Chromgehalt (µg/100 g)
Weizenvollkornbrot	49
Champignons	10,3
Schweinekotelett	10
Roggenbrot	7,8
Austernpilze	7,4
Apfel	4

### Chrombedarf pro Tag

Die für Chrom angegebenen Normalwerte unterscheiden sich zum Teil erheblich. Weder Serumwert noch renale Ausscheidungswerte sind zuverlässige Parameter. Bestimmte Arzneistoffe können die Chromresorption beeinflussen: Aluminiumhaltige Antacida, Calcium, Eisen, Mangan, Zink und Vanadium vermindern die Chromresorption, ASS, Histidin, Glutaminsäure, Indometacin, Nicotinsäure oder Vitamin C können zu einer Verbesserung der Resorption von Chrom führen. Jugendliche und Erwachsene benötigen 30 bis 100 µg Chrom pro Tag. Zu den chromreichen Lebensmitteln gehören Vollkornprodukte, Bierhefe, Leber, Nieren und Pilze. Obst, Gemüse und einfache Zucker enthalten hingegen extrem wenig Chrom.

### Kupfer – lebenswichtiges Schwermetall

Kupfer ist maßgeblich an der Kollagensynthese beteiligt, einem wichtigen Protein für gesunde Knochen, Haut und

### Spurenelemente und ihre Funktionen

Spurenelement	Aufgaben im Körper
Chrom	Zuckerwertung (Diabetes mellitus), Fettstoffwechsel
Kupfer	Knochenaufbau, Eisenstoffwechsel, antioxidativer Zellschutz (Enzym Superoxiddismutase, SOD)
Mangan	Zuckerwertung, Kollagenbildung, antioxidativer Zellschutz (Enzym Superoxiddismutase, SOD)
Bor	Knochen-, Hormonstoffwechsel
Vanadium	Zuckerwertung, Insulinstoffwechsel

Nahrungsmittel, die Kupfer enthalten	
Nahrungsmittel	Kupfergehalt (mg/100g)
Bierhefe	3,32
Austern	2,5
Haselnuss	1,28
Feige	0,38

festes Bindegewebe. Eine große Rolle spielt das Spurenelement bei der Bildung der roten Blutkörperchen und der richtigen Eisenverwertung in unserem Körper. Kupfer wird nämlich benötigt, um Eisen aus der Nahrung in den sauerstofftransportierenden roten Blutfarbstoff (Hämoglobin) einzubauen. Kupfermangel kann deshalb eine Anämie (Blutarmut) hervorrufen. Kupfer ist auch für die Pigmentierung der Haut und Haare essenziell, da es die Synthese des Pigmentstoffs Melanin reguliert. Außerdem stärkt Kupfer das Immunsystem und erhält die Fruchtbarkeit. Kupfer ist Bestandteil zahlreicher Enzyme. Die zink- und kupfer-abhängige Superoxiddismutase (SOD) ist einer der wirksamsten Radikalfänger in unserem Körper überhaupt.

## Ein Mangel ist selten

Die empfohlene tägliche Kupferzufuhr beträgt für Jugendliche und Erwachsene 1 bis 1,5 mg Kupfer (laut D-A-CH). Wenn Sie länger als einen Monat ein Zinkpräparat ( $\geq 30$  mg Zink pro Tag) einnehmen, sollten Sie auch Kupfer ergänzen (1 bis 3 mg / Tag). Ein Kupfermangel ist selten. Gewöhnlich tritt er nur bei Patienten mit Resorptionsstörungen, z.B. bei Mukoviszidose, Zöliakie oder auch bei Erbkrankheiten mit gestörter Kupferresorption auf. Auch Zink und Medikamente wie Magensäurepuffer und Rheumamittel können die Kupferaufnahme beeinträchtigen. Kupfermangel äußert sich durch Knochenbrüchigkeit, Blutarmut, Pigmentstörungen der Haut und Haare, einen Anstieg des LDL-Cholesterins, Gefäßbrü-

chigkeit, Unfruchtbarkeit und eine erhöhte Anfälligkeit für Infekte. Die Anwendungsgebiete für eine Kupfereinnahme sind z.B. Anämie, Diabetes mellitus, Sport, Rheuma, Arthrose oder Osteoporose. Zu den kupferreichen Nahrungsmitteln zählen u.a. Innereien (Leber), Nüsse, Hülsenfrüchte, Kakao, Schokolade und Fisch.

## Mangan – Kofaktor der Superoxiddismutase (SOD)

Der menschliche Körper enthält etwa 10 bis 40 mg Mangan. Die Knochen weisen eine relativ hohe Mangankonzentration auf. Mangan aktiviert als Bestandteil (Kofaktor) von mehr als 60 Enzymen zahlreiche Stoffwechselreaktionen. Durch diese Enzyme ist Mangan an der Knochen- und Knorpelbildung, der Entwicklung des zentralen Nervensystems, der Blutgerinnung und der Entwicklung der Spermien beteiligt. Die manganabhängige Superoxid-Dismutase (SOD) in den Mitochondrien ist wichtig für den Schutz vor Freien Radikalen. Manganhaltige Enzyme unterstützen zudem den Abbau von Histamin, die Aktivität von Neurotransmittern sowie die Verwertung von Kohlenhydraten und Fetten.

## Täglicher Manganbedarf

Der tägliche Manganbedarf für Jugendliche und Erwachsene liegt bei etwa

2 bis 5 mg Mangan (laut D-A-CH), der in der Regel durch die Ernährung ausreichend gedeckt wird. Manganmanglerscheinungen sind selten. Sie äußern sich durch Störungen des Wachstums, des Knochenaufbaus, der Spermienbildung und der Blutgerinnung. Manganreich sind Haferflocken, Weizenkeime, Roggenvollkornbrot und Tee. Anwendungsgebiete für eine Mangansupplementierung sind Diabetes mellitus, Asthma und Epilepsie.

Nahrungsmittel, die Mangan enthalten	
Nahrungsmittel	Mangangehalt (mg/100g)
Schwarzer Tee	73,4
Weizenkeime	11,4
Haselnüsse	5,7
Haferflocken	4,5

## Bor und der Knochenstoffwechsel

Bor greift in den Stoffwechsel von Calcium, Magnesium, Estrogenen und Vitamin D ein. Die tägliche Zufuhr von 3 mg Bor führt in einigen Untersuchungen bei postmenopausalen Frauen zu einem Anstieg des  $17\beta$ -Estradiols und einer deutlichen Reduktion der Calciumausscheidung über den Urin. Möglicherweise können Frauen mit Osteoporose neben Calcium, Magnesium und Vitamin D von einer Supplementierung von Bor profitieren.

### Das Wichtigste in Kürze

- Spurenelemente sind Mineralstoffe, die der Körper nur in sehr geringen Mengen – also in Spuren – benötigt.
- Sie erfüllen im menschlichen Körper lebenswichtige Aufgaben und sind für den reibungslosen Ablauf von Prozessen notwendig.
- Zu den Spurenelementen gehören neben Eisen zum Beispiel auch Jod, Zink, Kupfer, Selen, Fluor, Chrom, Mangan, Bor und Vanadium.

## Vanadium ahmt Insulinwirkung nach

Die Funktion des lebenswichtigen Spurenelementes Vanadium ist für einige Tierarten und Algen belegt, jedoch noch nicht für den Menschen. Vanadium kommt in fast allen Körperzellen vor. Es ahmt die Stoffwechselwirkung des blutzuckersenkenden Hormons Insulin nach, könnte also zur Behandlung von Diabetes interessant sein.

## 9. Jod

### Treibstoff der Schilddrüse

Das Spurenelement Jod hält als essentieller Baustein der Schilddrüsenhormone den ganzen Stoffwechsel in Schwung. Schilddrüsenhormone steuern das Wachstum und die Teilung jeder Körperzelle. Fehlfunktionen der schmetterlingsförmigen Schilddrüse stören die gesamte körperliche und geistige Entwicklung.

### Mangel führt zu vermehrtem Wachstum

Die Schilddrüse reagiert auf einen Jodmangel mit vermehrtem Wachstum – sie vergrößert sich und versucht, durch eine erhöhte Produktion den Mangel an Schilddrüsenhormonen auszugleichen. Sichtbares Zeichen eines Jodmangels ist der Kropf am Hals, auch Struma genannt. Das kontinuierliche Wachstum der Schilddrüse kann langfristig die Luft- und Speiseröhre einengen, sodass operativ eingegriffen werden muss. Ein größeres Risiko bilden Knoten, die sich von der Kontrolle der Schilddrüse abkoppeln und nun durch unkontrollierte Abgabe von Hormonen den ganzen Stoffwechsel anheizen. Dann spricht man auch von „heißen Knoten“.

### Lebenswichtiger Bestandteil

Das Spurenelement Jod ist ein lebensnotwendiger Bestandteil der Schilddrüsenhormone Thyroxin ( $T_4$ ) und Trijodthyronin ( $T_3$ ) und damit für den gesamten Stoffwechsel von großer Bedeutung. Das jodhaltige Vorläuferhormon Thyroxin ( $T_4$ ) der Schilddrüse wird selenabhängig

zum aktiven Schilddrüsenhormon Trijodthyronin ( $T_3$ ) umgewandelt. Ein Selenmangel kann daher eine bereits durch Jodmangel bestehende Hypothyreose noch verstärken, da es durch eine Verringerung der Glutathion-Peroxidase-Aktivität bei gleichzeitigem Jodmangel zu oxidativen Schäden durch Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) kommt, das aufgrund der TSH-Stimulation gesteigert produziert wird.

### Regulation des Schilddrüsen-Hormonspiegels

Bei älteren Menschen mit einem niedrigen Selenstatus konnte gezeigt werden, dass sich nach Selengaben nicht nur der Selenstatus verbesserte, sondern auch der  $T_4$ -Spiegel abnahm, da verstärkt  $T_4$  in  $T_3$  umgewandelt wird. Selen reguliert den Gewebe- $T_3$ -Spiegel und schützt die Schilddrüse vor  $H_2O_2$ .

Die Schilddrüsenhormone steuern die Teilung und das Wachstum aller Zellen, den Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel, die Regulation der Körpertemperatur und den Grundumsatz.

Lebensmittel, die Jod enthalten	
Lebensmittel	Menge, die 200 µg Jod enthält
Schellfisch	50 g
Thunfisch	400 g
Seelachs	105 g
Miesmuscheln	150 g
Spinat	1.000 g
Roastbeef	6.700 g

Die kleinste Störung in der Produktion der Schilddrüsenhormone wirkt sich auf den Grundumsatz des gesamten Organismus aus. Eine Unterfunktion der Schilddrüse senkt, eine Überfunktion der Schilddrüse erhöht dabei den Grundumsatz. Fehlfunktionen der Schilddrüse beeinträchtigen die gesamte körperliche und geistige Entwicklung, die Leistungsfähigkeit und die Psyche.



## Alle sind gefährdet

Jod und Selen wurden in der Eiszeit aus den oberen Bodenschichten ausgewaschen. Unsere Böden und alles, was darauf wächst, sind deshalb jodarm. Das Gleiche gilt für die Tiere, die auf diesen Böden weiden. Auch das Trinkwasser ist jodarm. Deutschland ist ein absolutes Jodmangelgebiet. Alle Altersgruppen sind in der Regel durch einen Jodmangel gefährdet. 30 bis 50 % der Deutschen haben als Folge von Jodmangel eine vergrößerte Schilddrüse oder sogar einen Kropf. Mit dem regelmäßigen Verzehr von Seefisch und Meeresfrüchten kann einer Jodunterversorgung entgegengewirkt werden.

## Rauchen schadet auch der Schilddrüse

Das vermehrte Auftreten von Strumen (vergrößerte Schilddrüsen) bei Rauchern hängt mit der strumigenen (kropferzeugenden) Wirkung giftiger Stoffe (Thiocyanate) im Zigarettenrauch zusammen. Tabakrauch belastet unseren Körper zudem mit Freien Radikalen. Ein hoher Verzehr von Kohlgemüse (enthält Goitrin) und Nitrate im Trinkwasser können bei nicht optimaler Jodversorgung das Wachstum

## Das Wichtigste in Kürze

- Jod ist ein essenzielles Spurenelement.
- Als Bestandteil der Schilddrüsenhormone Thyroxin (T4) und Trijodthyronin (T3) steuert Jod den gesamten Stoffwechsel sowie das Zellwachstum und die Gehirnentwicklung.
- Ein Jodmangel führt zu einem vermehrten Wachstum der Schilddrüse und der Bildung eines Kropfes (Jodmangel-Struma).

der Schilddrüse anregen. Darüber hinaus können Medikamente den Jod- und Schilddrüsenhormonstoffwechsel stören.

## Empfohlene tägliche Zufuhr

Jugendliche (ab 13 Jahren) und Erwachsene benötigen 200 µg Jod. Schwangere und Stillende sollten 230 bzw. 260 µg Jod pro Tag (laut D-A-CH) erhalten. Zur Kropfvorbeugung bei Jugendlichen und Erwachsenen wird eine Zufuhr von täglich 100 bis 200 µg Jod pro Tag empfohlen. In der Therapie der Struma werden bei Neugeborenen, Kindern und Jugendlichen täglich 100 bis 200 µg Jod, bei Erwachsenen 200 bis 500 µg Jod (als Jodid) eingesetzt.

- Deutschland ist ein Jodmangelgebiet.
- Lebensmittel, in denen Jod in größeren Mengen vorkommt, sind Seefisch und Meeresfrüchte.
- Das Rauchen von Zigaretten kann das Risiko für Schilddrüsenerkrankungen erhöhen.
- Jugendliche und Erwachsene sollten täglich 200 µg Jod zu sich nehmen.
- In der Schwangerschaft und Stillzeit ist der Jodbedarf erhöht.

Um nach der Operation einer vergrößerten Schilddrüse einem erneuten Wachstum vorzubeugen, werden 100 bis 200 µg Jod gegeben.

## Wichtig für Mutter und Kind

Ein Jodmangel während der Schwangerschaft hat nicht nur für die Mutter, sondern auch für das ungeborene Kind verheerende Folgen. Seine körperliche und geistige Entwicklung kann gestört werden – Taubheit, Koordinationsstörungen, Schielen und eine mangelhafte Entwicklung der Lungen sind nur einige Folgen. Im schlimmsten Fall kommt es zu schweren geistigen Störungen (Kretinismus). Jodmangel während der Schwangerschaft wird auch für eine fehlende Einnistung des befruchteten Eis in die Plazenta, Aborte und Tochterburten verantwortlich gemacht. Um einen Jodmangel zu vermeiden, sollten Schwangere nach Rücksprache mit ihrem Frauenarzt täglich eine Tablette mit 200 µg Jod einnehmen. Der Jodbedarf lässt sich keinesfalls durch die Verwendung von Jodsalz abdecken, da Schwangere ohnehin wegen der Neigung zu Ödemen auf die Salzzufuhr besonders achten müssen.

Bei Schulkindern äußert sich Jodmangel durch Lern- und Konzentrationsstörungen. Unter einem Mangel an Schilddrüsenhormonen können sich Wachstumsverzögerungen, Intelligenzdefekte, eine verzögerte Sexualentwicklung und Fruchtbarkeitsstörungen einstellen.



Ein Jodmangel kann sich durch Lern- und Konzentrationsstörungen äußern.



## 10. Eisen

Fühlen Sie sich häufig müde und schlapp, sind wenig belastbar und können sich nur schwer konzentrieren? Das könnte an einer schlechten Eisenversorgung liegen. Mit etwa 4 g ist Eisen das häufigste essenzielle Spurenelement im Körper. Jede unserer Körperzellen braucht Eisen. Als elementarer Baustein des roten Blutfarbstoffs Hämoglobin ist es für den Sauerstofftransport im Blut und die Sauerstoffübertragung im Energietstoffwechsel unerlässlich. Eine gute Eisenversorgung ist deshalb die Voraussetzung für unsere Vitalität sowie für die optimale Funktion des Gehirns und des Immunsystems.

### Bindung von Sauerstoff

Hauptaufgabe des Eisens ist der Sauerstofftransport aus der Lunge zum Ort der verschiedenen Körperfeste und Organe. Die eisenhaltigen Proteine Hämoglobin und Myoglobin versorgen jede Zelle unseres Körpers mit dem für den Energietstoffwechsel lebenswichtigen Sauerstoff. Eisen ist zusätzlich an der Produktion von Hormonen und

Neurotransmittern, der Kollagensynthese sowie zahlreichen Aktivitäten von Enzymen, die bei Entgiftungsprozessen und zur Beseitigung freier Radikale (Katalase) eine Rolle spielen, beteiligt.

### Häufig Mangelerscheinungen

Eisenmangel ist neben dem Vitamin-A- und Jodmangel die häufigste Mangelerscheinung überhaupt. Bis zu 30 % der Weltbevölkerung, und somit fast zwei Milliarden Menschen, sind davon betroffen. Besonders Menschen in Afrika, Mittelamerika und Südostasien sind aufgrund einer fleischarmen Ernährung mit Eisen unversorgt. In Deutschland und Österreich tritt Eisenmangel vor allem bei Mädchen, Schwangeren, Stillenden, Frauen mit starken Monatsblutungen und Vegetariern auf. Bis zu 75 % der Frauen im Alter zwischen 14 und 50 Jahren sind nach aktuellen Studien nicht ausreichend mit Eisen versorgt. Ein leichter

Eisenmangel kann bei Kleinkindern im Alter von 12 bis 18 Monaten bereits zu deutlichen Störungen in der Intelligenzsentwicklung führen. Mädchen zwischen 10 und 14 Jahren sowie Frauen bis zum 50. Lebensjahr erreichen in der Regel nicht die allgemein empfohlene Eisenaufnahme mit der Nahrung. Neben Fehlernährung kann Eisenmangel auch durch eine krankheitsbedingte Störung der Eisenresorption (z.B. Sprue, Gastritis) und okkulte Blutungen im Magen-Darm-Trakt (z.B. Colitis ulcerosa, Magenschwüre) entstehen. In jedem Milliliter Blut steckt etwa 0,5 mg Eisen, sodass Blutverluste (z.B. Blutspenden, Hämmorrhoiden) zu ausgeprägtem Eisenmangel führen. Auch einige Medikamente wie Magensaurepuffer und Abführmittel stören die Eisenaufnahme.

### Selbstmedikation?

Wer einen erhöhten Eisenbedarf hat, muss auf die ausreichende Zufuhr dieses essenziellen Spurenelementes achten. Nicht immer ist dies durch die Ernährung möglich. Eine ergänzende Zufuhr durch ein ernährungsphysiologisch sinnvoll dosiertes Präparat (z.B. 10 – 25 mg Eisen / 1 – 3 × pro Tag) hilft bei der Erhaltung gesunder Eisenwerte. Sind bereits Symptome vorhanden, die auf einen Mangel hinweisen, können höhere Zufuhrmengen – auch Eiseninfusionen beim Arzt – über mehrere Wochen die Speicher füllen (z.B. 3 × 20 mg Eisen / Tag). Die Bestimmung des Ferritins, CRP und löslichen Transferrin-Rezeptors (sTfR) durch den Arzt sind geeignete Möglichkeiten der labormedizinischen Kontrolle des Eisenstatus.

### Wichtige Aufgaben und Funktionen von Eisen

Sauerstoffversorgung	Sauerstofftransport (Hämoglobin), Sauerstoffspeicherung im Muskel (Myoglobin)
Energietstoffwechsel	Energieproduktion in den Mitochondrien, Elektronentransport in der Atmungskette (ATP-Produktion)
Kollagensynthese	Regeneration von Knochen, Knorpel und Bindegewebe
Produktion von Hormonen und Neurotransmittern	Produktion von Botenstoffen und dem Schilddrüsenhormon Thyroxin
Entgiftungsprozesse	Entgiftung durch eisenhaltige Enzyme (z.B. Freie Radikale durch die Eisen-abhängige Katalase)

## Einnahmehinweis

Eisenpräparate sollten Sie möglichst nüchtern ( $\frac{1}{2}$ –1 h vor der Mahlzeit) und nur bei Magen-Darm-Beschwerden nach dem Essen einnehmen. Vitamin C, z. B. im Orangensaft, stabilisiert das oxidationsempfindliche Eisen und verbessert die Resorption. Eisen wird in Form von Eisen-II-gluconat und Eisen-II-fumarat gut verwertet.

## Täglicher Bedarf

Empfohlen werden (laut D-A-CH) für Männer und Frauen täglich 10 mg bzw. 15 mg Eisen. Schwangere haben einen doppelt so hohen Eisenbedarf von täglich 30 mg. Stillende sollten 20 mg Eisen pro Tag ergänzen.

## Vegetarier oft schlecht versorgt

Eisen aus Lebensmitteln tierischer Herkunft (= Hämeisen) kann der Körper bis zu 30 % verwerten. Das in pflanzlicher Kost enthaltene Eisen (= Nicht-Hämei-

sen) wird nur zu etwa 5 % verwertet, da die darin enthaltenen Phosphate, Phytate und Oxalsäuren mit Eisen schwer lösliche Komplexe bilden. Vegetarier sind deshalb oft nicht gut mit Eisen versorgt. Auch Kaffee, schwarzer Tee und Milch beeinträchtigen die Eisenresorption. Eisenpräparate sollten im deutlichen Zeitabstand vor den Mahlzeiten genommen werden. Die gleichzeitige Einnahme mit Vitamin C verbessert die Resorption und Verträglichkeit.

## Eisenmangelanämien

Eisen wird vor allem zur Therapie von Eisenmangelanämien eingesetzt, die durch einen erhöhten Bedarf in der Schwangerschaft, erhöhte Verluste, dialysepflichtige Niereninsuffizienz, häufige Blutspenden sowie im Leistungssport auftreten können. Die gleichzeitige Supplementierung von Vitamin A, C, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure hat einen günstigeren Einfluss auf die Anämie als Eisen alleine.

## Häufig Mangel bei Sportlern

In der Sportmedizin ist Eisenmangel einer der am häufigsten diagnostizierten

Mikronährstoffmängel. Dieser lässt sich leicht anhand der Ferritinwerte feststellen. Eisen ist ein wichtiger Bestandteil des Hämoglobin- und Myoglobins (Speicherform in der Muskulatur) und wird für den Sauerstofftransport im Blut und die Sauerstoffspeicherung im Muskel benötigt. Eisen ist auch an einer Vielzahl von Reaktionen des muskulären Energiestoffwechsels beteiligt. Eisenmangel äußert sich durch allgemeine und muskuläre Müdigkeit, Abnahme der Ausdauerleistung und erhöhte Infektanfälligkeit. Im Sport besteht ein erhöhter Eisenbedarf. Infolge der sogenannten „Marschhämolyse“ (Zerstörung roter Blutkörperchen unter der Fußsohle), insbesondere bei Läufern, kann es zu erhöhten Eisenverlusten über den Urin kommen. Auch die Ausscheidung über den Schweiß und Stuhl ist erhöht. Sportlerinnen haben grundsätzlich einen erhöhten Eisenbedarf, da sie mit der Menstruationsblutung Eisen verlieren. Bei Eisenmangel empfehlen sich Kombinationspräparate, die Eisen, Vitamin B<sub>12</sub> und Folsäure enthalten.

## Eisen und Schwangerschaft

Der Ausspruch „Essen für zwei“ trifft auf die Eisenversorgung in der Schwangerschaft zu. Durch den hohen Eisenverbrauch hat die Schwangere einen Mehrbedarf von 100 %, sodass sich der physiologische Eisenbedarf bei ihr von 15 auf 30 mg Eisen pro Tag verdoppelt. Eisenmangel tritt besonders gegen Ende der Schwangerschaft (2. und 3. Trimenon) und während der Stillzeit auf. Ein Mangel an Eisen betrifft in der Schwangerschaft nicht nur die Mutter, sondern kann auch die gesunde Entwicklung des Ungeborenen beeinträchtigen. Eine leichte Unterernährung mit Eisen kann sich bei der Mutter durch Appetitlosigkeit, Blässe, Infektanfälligkeit, Leistungsschwäche, Mundwinkelrhagaden, diffusen Haarausfall und brüchige Fingernägel zeigen. Das Risiko für Frühgeburten, verringertes Geburtsgewicht und die Sterblichkeit bei Mutter und Kind steigt bei einem Eisenmangel. Ein ausgeprägter Eisenmangel kann auch zu schweren Störungen der

## Eisen in der Therapie

### Orale Therapie



Fe<sup>2+</sup>-Salze

- Eisen(II)-fumarat (z. B. Rulofer® N)
- Eisen(II)-gluconat (z. B. Ferrum Verla®, Lösfferron® Brausetabletten)
- Eisenglycinsulfat (z. B. ferro sanol®)
- Eisen(II)-succinat (z. B. Ferrlecit® 2, Dreisafer®)

- zweiwertiges Eisen: bessere Resorption
- Vitamin C (z. B. in Kombipräparaten) oder bei Einnahme mit Orangensaft verhindert Oxidation zu Fe<sup>3+</sup>
- NW: Gastrointestinale Beschwerden

### Parenterale Therapie



Fe<sup>3+</sup>-Salze

- Eisen(III)-natrium-gluconat-Komplex (z. B. Ferrlecit®)
- Eisen(III)-hydroxid-Dextran-Komplex (z. B. CosmoFer®)
- Eisen(III)-hydroxid-Saccharose-Komplex (z. B. Venofér®)
- Eisen(III)-carboxymaltose (z. B. Ferinject®)

- bei entzündlichen Darmerkrankungen (z. B. Colitis ulcerosa)
- NW: Übelkeit, Erbrechen, Blutdruckabfall (Schok), Gefäßwandschädigungen

geistigen und körperlichen Entwicklung des Kindes führen.

## Phenylketonurie

Eisenmangel ist bei Patienten mit Phenylketonurie häufig. Die Phenylketonurie ist eine angeborene Störung des Aminosäurestoffwechsels. Die Betroffenen müssen darauf achten, dass in ihrer Nahrung die Aminosäure Phenylalanin, die vor allem im tierischen Eiweiß vorkommt, gemieden wird. Eisen und Selen werden aber normalerweise mit Nahrungseiweiß aufgenommen. Eine schlechte Eisenversorgung stört auch die Carnitinsynthese. Patienten mit Phenylketonurie sollten deshalb mit Eisen, L-Carnitin und auch Selen versorgt werden.

## Restless-Legs-Syndrom (RLS)

Schätzungen zufolge sind etwa fünf bis zehn Prozent der deutschen Bevölkerung vom Restless-Legs-Syndrom (RLS) betroffen. Damit wäre RLS eine der häufigsten neurologischen Erkrankungen überhaupt. Die Ursachen des RLS sind noch nicht eindeutig geklärt. Eine zentrale Rolle in der Pathogenese scheint jedoch eine Störung im Neurotransmitter-Haushalt, insbesondere des Dopamins, zu spielen. Bei RLS-Patienten ist häufig ein niedriger Eisenstatus, zum Teil auch ein Eisenmangel, nachweisbar (Laborparameter: Serum-Ferritin). Ein Eisenmangel scheint die Symptomatik bei RLS zu verstärken.

Als Cofaktor der Tyrosin-Hydroxylase spielt Eisen eine essenzielle Rolle bei der

## Das Wichtigste in Kürze

- Eisen ist ein Spurenelement, das im Körper wichtige Funktionen beim Transport und der Speicherung von Sauerstoff übernimmt. Zudem ist es an zahlreichen Oxidations- und Reduktionsreaktionen beteiligt.
- Ein Eisenmangel kann zu chronischer Müdigkeit führen. Bei Kindern können Wachstumsstörungen auftreten.
- Männer sollten täglich 10 mg, Frauen 15 mg Eisen zu sich nehmen.

- Schwangere, Stillende, Sportler und Patienten mit Phenylketonurie haben oft einen erhöhten Eisenbedarf.
- Eisen wird vor allem zur Therapie von Eisenmangelanämien eingesetzt. Eine Eisensubstitution sollte nicht ohne ärztliche Anweisung erfolgen.
- Eisenpräparate müssen für Kinder unzugänglich aufbewahrt werden. Bei Kleinkindern können schon 2 g Eisen tödlich sein!



## Interaktionen mit Arzneistoffen

Vitamin C wandelt dreiwertiges Eisen in das besser resorbierbare zweiwertige Eisen um. Zitronensäure und die Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystein verbessern ebenfalls die Eisenresorption. Durch Komplexbildung können einige Arzneistoffe die Eisenresorption vermindern. Dazu gehören beispielsweise Antacida, Bisphosphonate, Laxanzien, Paracetamol, Salicylate / ASS, Tetracycline, zweiwertige Kationen wie z.B. Calcium, Magnesi-

## Hinweise und Nebenwirkungen

Nebenwirkungen wie Übelkeit, Verstopfung und Durchfall sind bei Eiseneinnahme relativ häufig. Eine unbedenkliche Schwarzfärbung des Stuhls ist möglich. Eisen in niedriger Dosierung (z.B. 20 mg/Tag) in Verbindung mit Vitamin C führt langfristig bei guter Verträglichkeit zu einem stabilen Eisenhaushalt. Eine neue Eisen-Form, die eine gute Verträglichkeit und hohe orale Bioverfügbarkeit hat, ist Curry-Blatteisen. Bei einem ausgeprägten Eisenmangel sollte Eisen initial intravenös appliziert werden, um geleerte Eisenspeicher rasch wieder aufzufüllen.

Eisen kann die Bildung von Freien Radikalen fördern. Eine hohe Eisenzufuhr wird mit einem erhöhten Risiko für Dickdarmkrebs in Verbindung gebracht. Bei Gesunden konnte nach zweiwöchiger Eiseneinnahme ein Anstieg der Radikalproduktion um 40% beobachtet werden. Krebskranke und HIV-Infizierte sollten deshalb nur Eisen bei nachgewiesenem Eisenmangel einnehmen.

## Vorsicht vor „Eisenüberladung“

Zu viel Eisen kann für Menschen mit einer genetisch bedingten Eisenspeicherstörung (Hämochromatose) gefährlich sein. Frühe Symptome sind Müdigkeit und Gelenkschmerzen. Die Betroffenen nehmen im Darm doppelt so viel Eisen auf und reichern es im Körper an. Als Resultat der Eisenüberladung steigt das Risiko für Herzinfarkt und Diabetes.

um oder Zink. Eisen kann auch die Aufnahme und Wirksamkeit von Antibiotika (z.B. Tetracycline) und anderen Medikamenten nachteilig beeinflussen.

Erhöhte Eisenserumspiegel können beispielsweise unter der Einnahme von Estrogenen oder oralen Kontrazeptiva auftreten.

## Lebensmittel, die Eisen enthalten

Lebensmittel	Eisengehalt (mg pro 100 g)
Schweineleber	15,8
Linsen	7,5
Miesmuscheln	5,1
Spinat	4,1
Roastbeef	2