

## Eisen (Fe)

### Allgemeines

Als zentrales Element der Sauerstoff transportierenden Substanzen Hämoglobin und Myoglobin sowie von verschiedenen Enzymen spielt Eisen eine wichtige Funktion im Energiestoffwechsel.

### Empfohlene Zufuhr

Frauen	Männer	Upper Level
15 mg	10 mg	45 mg

Tab. 1 Richtwerte für die tägliche Eisenzufuhr für gesunde Erwachsene

Die Richtwerte für die Eisenzufuhr berechnen sich aus den  $\rightarrow$ Eisenverlusten und der  $\rightarrow$ Bioverfügbarkeit. Um den durchschnittlichen Verlust von  $1 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$  zu decken, sind bei einer durchschnittlichen Bioverfügbarkeit von 10 % rund  $10 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$  Nahrungseisen notwendig. Für die menstruierende Frau erhöht sich der Bedarf auf rund  $15 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$ . Eine Bedarfserhöhung ergibt sich auch bei einer Schwangerschaft oder beim Stillen. Bei einer guten Versorgungslage stehen bis zu mehr als 1000 mg Speichereisen als Reserve zur Verfügung, um eine vorübergehende Mangelversorgung zu überbrücken.

Die langfristig höchst tolerierbare tägliche Dosis liegt bei 45 mg. Viele im Handel erhältliche Eisenpräparate überschreiten diese Eisenmenge aber bereits mit einer einzigen Dosis und Überdosierungen sind im Schweizer Spitzensport verbreitet zu finden. Eisenpräparate sollten nur unter medizinischer Kontrolle eingenommen werden ( $\rightarrow$ Überdosierung).

### Vorkommen in der Nahrung

Eisen kann als Hämeisen oder als freies Eisen (Nicht-Hämeisen) vorkommen. In tierischen Produkten wie Muskelfleisch, Leber oder Fisch kommt Eisen in beiden Formen vor, wobei der Hämeisenanteil bei rund 50 bis 85 % liegt. Vor allem in rotem Fleisch liegt der grösste Teil als Hämeisen vor. Dieses Eisen ist im Porphyrinring des Hämo- oder Myoglobinproteins gebunden. In pflanzlichen Lebensmitteln wie Gemüse und Getreide kommt Eisen nur in der freien Form vor.

Gemäss dem Schweizer Ernährungsbericht von 1998 stellen Getreide, Gemüse, Fleisch, Hülsenfrüchte und Nüsse die Hauptlieferanten von Eisen dar. Wegen der sehr unterschiedlichen  $\rightarrow$ Bioverfügbarkeit kann aus dem Eisengehalt der Nahrung

allerdings nur bedingt darauf geschlossen werden, wie viel Eisen tatsächlich aufgenommen wird. Spinat enthält beispielsweise relativ viel Eisen, aufgrund der hohen Oxalatkonzentration kann es aber praktisch nicht absorbiert werden. Sehr gute Eisenslieferanten sind Leber und Fleisch, weil sie viel Eisen enthalten oder weil es sehr gut absorbiert werden kann. In Tab. 2 wurden die Bedarfsmengen für Fleisch oder Spinat aber der Übersicht halber mit derselben Bioverfügbarkeit berechnet.

Nahrungsmittel	Eisen ( $\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ )	Bedarf in...
Leber	10-15	100 g
Spinat, essfertig	3-4	450 g
Linsen, essfertig	2-3	600 g
Brot	2-3	600 g
Fleisch	2-3	600 g
Blattsalat	1-2	1000 g

Tab. 2 Eisengehalt ausgewählter Nahrungsmittel; Bedarf einer gesunden erwachsenen Frau ( $15 \text{ mg}\cdot\text{d}^{-1}$ ) enthaltende Menge. Angenommene  $\rightarrow$  Bioverfügbarkeit: 10 %.

### Verdauung und Aufnahme

Die Absorption von Eisen erfolgt im Dünndarm. Das freie Eisen kommt sowohl in der zweiwertigen ( $\text{Fe}^{2+}$ ) wie in der dreiwertigen ( $\text{Fe}^{3+}$ ) Form vor. Für beide Formen gibt es separate Absorptionswege. Das Hämeisen wird über einen eigenen Weg absorbiert. Erst in der Darmzelle wird das Hämeisen aus dem Porphyrinring herausgelöst.

Die Absorption hängt hauptsächlich von der  $\rightarrow$ Bioverfügbarkeit und von der Eisenversorgung des Körpers ab. Bei Eisenmangel kann die Absorptionsrate stark gesteigert werden, bei guter Versorgungslage wird die Absorption normalerweise herunterreguliert ( $\rightarrow$ Überversorgung). Der Körper kann die Eisenversorgung nur über die Aufnahme steuern. Im Gegensatz zu anderen Mineralstoffen gibt es keine Möglichkeit, aktiv Eisen auszuscheiden.

### Bioverfügbarkeit

Die Bioverfügbarkeit umschreibt, wie viel eines in einem Lebensmittel (oder Supplement) vorhandenen Nährstoffes im Darm überhaupt aufgenommen wird. Das Hämeisen aus Fleisch wird vom Körper sehr gut aufgenommen und ist zudem wenig anfällig auf absorptionshemmende Substanzen. Im Gegensatz dazu ist die Absorption des freien Eisens stark

abhängig von anderen Nahrungsbestandteilen. Die wichtigsten hemmenden Substanzen sind Phytate, die vor allem in Getreide, Nüssen und Leguminosen vorkommen, und Polyphenole aus Tee, Kaffee, Rotwein und Gemüse. Auch pflanzliche Proteine wie in Soja vorhanden wirken hemmend auf die Absorption. Die wichtigsten absorptionsfördernden Substanzen sind Fleisch und Vitamin C sowie organische Säuren aus Früchten. Vitamin C kann die Hemmung durch Phytate und Polyphenole verringern oder sogar aufheben.

## Funktion im Körper

Eisen ist das zentrale Element im Häm- und Myoglobin und damit für den Sauerstofftransport im Blut und im Muskel notwendig. Zudem ist Eisen ein wichtiges Element zahlreicher Enzyme. Im Blut wird Eisen an Transferrin gebunden transportiert. Über den Transferrinrezeptor kann es in die Zellen aufgenommen werden, wo es entweder entsprechend verwendet wird oder an Ferritin gebunden und so gespeichert wird. Das meiste Eisen wird in Leber, Milz und Knochenmark gespeichert.

## Eisenverluste

Die Eisenverluste über Darm, Niere und Haut betragen etwa  $1 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ . Grosse Verluste können hauptsächlich bei Blutungen auftreten. 100 mL Blut enthalten rund 50 mg Eisen. Durch die monatliche Menstruationsblutung erhöht sich der durchschnittliche Eisenverlust bei der Frau um rund  $0.5 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$ . Auch andere Blutungen, speziell im Magen-Darmbereich, führen zu entsprechenden Eisenverlusten ( $\rightarrow$  Eisen im Sport).

## Mangelscheinungen

Eisenmangel stellt den weltweit häufigsten Mangelzustand eines einzelnen Nährstoffs dar. Dies vor allem deshalb, weil auch die Industriestaaten betroffen sind. Das Problem von schwerem Eisenmangel beschränkt sich aber hauptsächlich auf die Entwicklungsländer. Frauen sind häufiger betroffen als Männer, weil einerseits ihr Bedarf grösser ist ( $\rightarrow$  Empfohlene Zufuhr) und andererseits der Energiebedarf von Frauen kleiner ist, womit gegenüber den Männern grundsätzlich eher weniger Nahrungs Eisen aufgenommen wird.

Die klinischen Symptome eines Eisenmangels umfassen Blutarmut (Anämie), Müdigkeit, Schläppheit, beeinträchtigte Leistungsfähigkeit und Immunkfunktion. Erhöhte Puls- und Laktatwerte können die Folge sein.

## Überdosierungen

Eisen fördert auch die Bildung verschiedener freier Radikale. Eine Überdosierung und -versorgung kann daher zu verschiedenen Nebeneffekten führen. Mit Dosierungen oberhalb der tolerierbaren Höchstzufuhr kommt es verbreitet zu Beschwerden im Ma-

gen-Darm-Trakt, die nicht unbedingt bewusst wahrgenommen werden müssen. Eisen sollte nie selbstständig in prophylaktischer Absicht und ohne ärztliche Diagnose eines Eisenmangels eingenommen werden. In Nordeuropa ist die genetische Voraussetzung, um eine gefährliche Eisenübersorgung (Hämochromatose) herbeizuführen, relativ verbreitet. Dies ist sogar mit Dosierungen unterhalb der höchst tolerierbaren Zufuhr auslösbar. Das Problem ist dabei, dass eine Eisenübersorgung erst wahrgenommen wird, wenn bereits ernsthafte Probleme aufgetreten sind.

Eisen hat auch verschiedene Einflüsse auf andere Mineralstoffe. Wenn Eisensupplemente genommen werden, wird beispielsweise die Kupfer- und Zinkabsorption beeinträchtigt. Solche Effekte sind bereits unter der höchst tolerierbaren Zufuhr beobachtbar. Zur besseren Verträglichkeit können Eisensupplemente zu Mahlzeiten statt auf nüchternen Magen genommen werden. Allerdings sollte dabei auf Lebensmittel geachtet werden, die sich günstig auf die Eisenabsorption auswirken.

## Eisen im Sport

Für die meisten Sportarten ist der Eisenbedarf nicht wesentlich erhöht. Ein erhöhter Bedarf beschränkt sich vermutlich auf den Laufbereich wo  $15\text{-}20 \text{ mg} \cdot \text{d}^{-1}$  notwendig sein könnten. Dieser höhere Bedarf stellt grundsätzlich kein Problem dar, da der höhere Nahrungsbedarf grundsätzlich auch zu einer höheren Eisenaufnahme führt. Probleme können trotzdem entstehen, wenn vermehrt Nahrungsmittel gegessen werden, die wenig Eisen enthalten oder eine schlechte  $\rightarrow$  Bioverfügbarkeit haben. Speziell wenn eine vegetarische Ernährung gewählt wird ( $\rightarrow$  Hot Topic Vegetarismus im Sport), führt man nur noch das freie Eisen zu, das sehr anfällig auf absorptionshemmende Substanzen in der Nahrung ist ( $\rightarrow$  Bioverfügbarkeit). Zusätzlich wirkt das häufig als Proteinersatz verwendete Sojaprotein hemmend auf die Eisenabsorption. Wenn speziell in Laufdisziplinen oder Sportarten mit ästhetischem Ausdruck wie Kunstturnen die Nahrungsaufnahme reduziert wird, kann die Eisenversorgung ebenfalls gefährdet sein.

Die Eisenverluste über den Schweiß stellen kein bedeutendes Problem dar. Der einzige wesentliche Verlustfaktor der im Sport auftaucht, stellen Blutungen im Magen-Darm-Trakt dar. Diese tauchen in Abhängigkeit von Intensität, Dauer und schockartigen Einwirkungen auf. Ein weiterer Faktor für Entzündungsreaktionen und Blutungen im Magen-Darm-Trakt ist der Gebrauch von nicht steroidal Entzündungshemmern wie Voltaren u.ä..

## Weitere Informationen

Eine Auswahl an zusätzlichen Informationen zur Ernährung und Sporternährung ist auf den Webseiten des swiss forum for sport nutrition in der Rubrik "Weitere Infos" zu finden.