

Eisen (Fe) & Eisenmangel im Sport

Eisen ist im Sport von zentraler Bedeutung. Als elementarer Bestandteil des Hämoglobins ist Eisen für den Sauerstofftransport im Blut, aber auch für den Energiestoffwechsel unverzichtbar. Eisenmangel ist einer der häufigsten Mangelsituationen bei den Mikronährstoffen und ein Eisenmangel kann die Leistungsfähigkeit negativ beeinflussen. Wer unnötig Eisensupplemente einnimmt, kann sich andererseits aber mehr schaden als helfen. Deshalb ist es sinnvoll, den Eisenstatus im Leistungssport zu überprüfen und mit diesem essentiellen Mineralstoff gezielt und sinnvoll umzugehen.

Wo und wie kommt Eisen vor?

Eisen kommt sowohl im Körper wie auch in der Nahrung im Wesentlichen in drei verschiedenen Formen vor. Beim sogenannte Hämeisen ist das Eisen in den roten Blutkörperchen im Eiweiss «Hämoglobin» und in der Muskulatur im Eiweiss «Myoglobin» eingebaut. Das Hämoglobin transportiert Sauerstoff im Blut, das Myoglobin transportiert ihn innerhalb der Muskelfasern. Hämeisen kommt daher ausschliesslich in tierischer Nahrung wie Fleisch, Fisch oder Leber vor. Das eisenreichste Nahrungsmittel überhaupt ist die Leber, weil sie Eisen speichert.

Neben dem Hämeisen kommt Eisen in der Nahrung auch in freier Form als zweiwertiges (Fe^{2+}) und dreiwertiges (Fe^{3+}) Eisen vor. Dieses Eisen wird auch «Nicht-Hämeisen» genannt. Pflanzliche Nahrung und Supplemente enthalten immer nur Nicht-Hämeisen. Nahrung tierischer Herkunft kann hingegen sowohl Hämeisen wie auch Nicht-Hämeisen enthalten.

Funktion im Körper

Neben seiner wohl bekanntesten Funktion im Sauerstofftransport ist Eisen auch Bestandteil von vielen Enzymen und dadurch unter anderem im Energiestoffwechsel beteiligt. Dabei wirkt Eisen aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit an der Übertragung von Elektronen in den Zellen mit und ist deswegen vor allem für Oxidationsreaktionen wichtig.¹

Speicher im Körper

Erwachsene Männer haben durchschnittlich knapp 4 g Eisen im Körper, erwachsene Frauen etwas mehr als 2 g. Gut zwei Drittel des gesamten Eisens liegen in den roten Blutkörperchen als Hämoglobin vor. Daneben ist gut ein Viertel des gesamten Eisens quasi als Reserve in Form von Ferritin gespeichert, im Wesentlichen in Leber, Milz und Knochenmark. Dieser Speicher ist entsprechend des individuellen Eisenstatus variabel.¹

Transport und Steuerung im Körper

Muss Eisen über das Blut zu einem bestimmten Zielort transportiert werden, z.B. zur Leber, wird es an das Eiweiss Transferrin gebunden. Über den so genannten Transferrinrezeptor gelangt es dann am Zielort in die Zellen, wo es seine Funktionen ausübt. Die Regulation des Eisenbestandes im Körper erfolgt nur über die Aufnahme des Nahrungseisens auf Ebene des Darms und über das Hormon Hepcidin². In Abhängigkeit des Ferritingehaltes in Blut und Leber erhöht oder senkt Hepcidin die Aufnahme des Nahrungseisens im Dünndarm. Der Körper hat keine Regulationsmöglichkeit für die Ausscheidung von Eisen. Eisen kann vom Körper nicht aktiv ausgeschieden werden.

Eisenverluste

Der Körper verliert jeden Tag etwas Eisen. Dies erfolgt mit dem Stuhlgang, über den Harn und dem Abfallen von Haut und Haaren. Insgesamt betragen diese Verluste gut 1-2 mg·d⁻¹. Grössere Verluste treten bei Blutungen auf, weshalb bei der Frau der tägliche Eisenverlust durch die Menstruation etwa 0.5 mg höher ist. Dies kann je nach Stärke der Monatsblutung variieren.¹

Empfohlene Zufuhr

Referenz	Frauen	Männer	Upper Level
CH	16 mg	11 mg	-
DACH	16 mg	11 mg	-
EFSA	16 mg	11 mg	40 mg
LIV	14 mg		-
DRI	18 mg	8 mg	45 mg

Tab. 1. Richtwerte für die tägliche Zufuhr an Eisen für gesunde Erwachsene.

- CH: Schweizer Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr
- DACH: Referenzwerte der deutschsprachigen Länder
- EFSA: Referenzwerte der European Food Safety Authority
- LIV: Referenzwert gemäss Schweizer Verordnung des EDI betreffend die Information über Lebensmittel (LIV)
- DRI: Amerikanischer Referenzwert
- Upper Level: Höchst tolerierbare längerfristige Zufuhr

Die empfohlene Eisenzufuhr berechnet sich aus den täglichen →Eisenverlusten und der sogenannten →Bioverfügbarkeit. Bei einer Bioverfügbarkeit von durchschnittlich ca. 10 % braucht es daher rund 10-20 mg·d⁻¹ Nahrungseisen, um den täglichen Verlust von 1-2 mg Eisen zu decken. Für die Frau im gebärfähigen Alter, bei einer Schwangerschaft oder beim Stillen liegt der Bedarf im oberen Bereich.

Vorkommen in der Nahrung

In der Nahrung kommt wie oben erwähnt das Eisen als Hämeisen oder Nicht-Hämeisen vor. Während in tierischen Produkten wie Muskelfleisch, Leber oder Fisch beide Formen vorliegen (Anteil Hämeisen rund 20 bis 70 %¹), enthalten pflanzliche Lebensmittel wie Gemüse und Getreide nur Nicht-Hämeisen. Wie viel Eisen aus der Nahrung überhaupt aufgenommen werden kann, hängt aber von vielen Faktoren ab, inkl. des individuellen Eisenstatus, und schwankt stark (→ Bioverfügbarkeit). Wie gut die Eisenversorgung des Körpers ist, hängt entsprechend nicht nur davon ab, wie viel Eisen eingenommen wird, sondern vor allem auch davon, wie viel davon tatsächlich absorbiert werden kann.

Eisenquellen	mg/100 g	mg/Portion
Kalbs-/Rindsleber	7	8 / 120 g
Mandeln	3.3	0.8 / 25 g
Vollkornbrot	3.1	3.1 / 100 g
Fleisch	2-3	2-4 / 120 g
Spinat, essfertig	1.9	4 / 120 g
Ei	1.8	1 / Ei
Broccoli, gedämpft	0.7	0.8 / 120 g
Weissbrot	0.6	3.1 / 100 g
Salatgurke, roh	0.2	0.2 / 120 g

Tab. 2. Eisengehalt verschiedener Lebensmittel gemäss Schweizer Nährwertdatenbank, ohne Berücksichtigung von Substanzen, welche die Aufnahme hemmen oder fördern.

Bioverfügbarkeit

Die Bioverfügbarkeit umschreibt, wie viel eines im Lebensmittel (oder Supplement) vorhandenen Nährstoffs überhaupt aufgenommen wird. Beim Hämeisen liegt die Bioverfügbarkeit bei ca. 15 bis 35 %, diejenige von Nicht-Hämeisen hingegen bei nur ca. 5 bis 12 %. Pflanzliche Nahrungsmittel enthalten generell nicht weniger Eisen als tierische Lebensmittel bzw. Fleisch, allerdings wird Eisen aus Fleisch besser aufgenommen als jenes aus pflanzlicher Nahrung. Im Gegensatz zum Hämeisen, welches kaum beeinflusst wird durch andere Lebensmittel, wird die Aufnahme von Nicht-Hämeisen von diversen Stoffen massgeblich beeinflusst (Tab. 3).³

Die Aufnahme von Nicht-Hämeisen (freiem Eisen) im Darm kann mit der gezielten Einnahme bestimmter Nahrung oder Substanzen gefördert werden. So ergeben bereits kleine Beilagen an Fleisch oder Fisch eine verbesserte Aufnahme des Eisens aus dem Gemüse der gleichen Mahlzeit. Rund 30 g Muskelfleisch haben dabei die gleiche fördernde Wirkung wie etwa 25 mg Vitamin C (z.B. in 1 dL Orangensaft enthaltend).³

Umgekehrt können sich andere Lebensmittel oder Substanzen negativ auf die Absorption von freiem Eisen auswirken. Die Getränkewahl beeinflusst die Eisenaufnahme deutlich. Trinkt man bei einem Frühstück Kaffee, senkt sich die Eisenaufnahme bis zur Hälfte. Der Grund sind die im Kaffee enthaltenen Polyphenole, eine Gruppe von pflanzlichen Stoffen mit sonst schützender Wirkung gegen oxidativen Stress. Wird stattdessen ein Glas Orangensaft getrunken (Vitamin C + Fruchtsäuren = fördernd), erhöht sich die Eisenaufnahme um das Zwei- bis Dreifache. Statt Orangensaft können auch andere Fruchtsäfte getrunken werden. Apfelsaft beispielsweise hat trotz deutlich tieferem Vitamin C-Gehalt fast die gleiche Wirkung wie Orangensaft. Ungünstig (bezüglich Eisenaufnahme) ist wegen seines hohen Polyphenolgehalts lediglich Traubensaft (und Wein).³

Hemmende Wirkung auf die Eisenaufnahme	
	Vorkommend in / Bemerkungen
Phytinsäure	Getreideprodukte, Hülsenfrüchte, Soja.
Oxalsäure	Spinat, Rhabarber, Nüsse, Schokolade, Tee, Getreideprodukte
Polyphenole	Diverse Polyphenole, in allen Pflanzen vorkommend. Besonders: Kaffee, Tee , Rotwein, Trauben.
Pflanzliches Protein	Sojaprotein, allgemein pflanzliche Proteine.
Mineralstoffe	Diverse Mineralstoffe wie Kupfer, Zink oder Calcium. Dies spielt aber nur eine Rolle, wenn Supplemente im Spiel sind. In der normalen Ernährung sind diese Effekte vernachlässigbar.
Fördernde Wirkung auf die Eisenaufnahme	
Vitamin C	Zitrusfrüchte und Früchte allgemein, sowie deren Säfte (z.B. Orangensaft). Frisches Gemüse oder supplementiertes Vitamin C.
Fleisch	Liefert nicht nur das sehr gut verfügbare Hämeisen, sondern verbessert auch die Eisenabsorption aus anderen Nahrungsbestandteilen.
Tiefer pH	Saure Lebensmittel (z.B. Fruchtsäuren) verbessern grundsätzlich die Eisenabsorption.

Tab. 3. Substanzen mit hemmender oder fördernder Wirkung auf die Eisenaufnahme. Einige dieser Substanzen wie die Polyphenole haben gleichzeitig antioxidative Eigenschaften. Die Begriffe «gut» und «schlecht» haben wie häufig in der Ernährung also nur eine relative Bedeutung und sind, falls überhaupt, nur mit Vorsicht zu verwenden.

Die Bioverfügbarkeit wird zudem vom Eisenstatus des Körpers beeinflusst. So wird die Eisenaufnahme grundsätzlich erhöht, wenn der Eisenstatus tief ist und reduziert, wenn der Eisenstatus des Körpers gut bzw. hoch ist⁴.

Verdauung und Aufnahme

Die Aufnahme von Hämeisen und Nicht-Hämeisen erfolgt im Dünndarm über verschiedene Transportwege. Der genaue Mechanismus ist aber noch nicht geklärt. Jedenfalls gelangt alles Eisen als Nicht-Hämeisen aus der Darmzelle ins Blut und wird dort zum Weitertransport an Transferrin gebunden. Die Menge des aufgenommenen Eisens hängt wie oben beschrieben von der →*Bioverfügbarkeit* ab.¹

Eisenmangel und dessen Bestimmung

Der Eisenstatus wird in der Sportmedizin grundsätzlich in 4 Stufen unterteilt (Tab. 4).

Status	HB	Ferritin	Transfs.	sTfR/ZnPP
Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Tiefe Eisenspeicher	Normal	< 30 ng/mL	Normal	Normal
Eisenmangel	Normal	<20 ng/mL	<16%	erhöht
Eisenmangelanämie	<120/130 (F/M)	<12 ng/mL	<16%	erhöht

Tab. 4. Eisenstatus mit entsprechenden Laborindikatoren. HB: Hämoglobinkonzentration [g/L], TS: Transferrinsättigung, sTfR: löslicher Transferrinrezeptor, ZnPP: Zink Protoporphyrin

1) Bei einem normalen Eisenstatus sind wichtige Messwerte wie das Hämoglobin oder Ferritin im Normalbereich. 2) Von einem tiefen Eisenspeicher oder Eisenspeicherentleerung spricht man, wenn der Ferritinwert, als Hauptmarker für die Eisenspeicher, unter 30 ng/mL (oder µg/L) absinkt, während alle anderen Messwerte noch im Normalbereich liegen. Grundsätzlich ist in dem Zustand noch kein Effekt auf den Stoffwechsel oder die Leistung zu erwarten. Der Speicher ist zwar tief, die funktionelle Versorgung des Stoffwechsels aber noch ausreichend. Trotzdem wird üblicherweise bereits in diesem Zustand eine Intervention zur Erhöhung der Eisenspeicher eingeleitet, um das Risiko eines Eisenmangels abzuwenden. 3) Von einem Eisenmangel spricht man, wenn sowohl die Eisenspeicher tief sind, jedoch auch der zelluläre Stoffwechsel langsam zu wenig Eisen verfügbar hat. Effekte auf die Leistungsfähigkeit werden nun wahrscheinlich und sind in einzelnen Studien auch nachweisbar. Dies kann analytisch durch einen Anstieg des löslichen Transferrinrezeptors (sTfR) oder von Zn-Protoporphyrin (ZnPP) festgestellt werden. Ebenfalls sinkt die Transferrinsättigung unter 16% ab und das Ferritin ist stark erniedrigt auf Werte unter ca. 20 ng/mL. Bei einem starken Eisenmangel kommt es im Extremfall 4) zu einer Eisenmangelanämie. Das heisst einer Blutarmut, wobei der Hämoglobinwert unter die Standardreferenzwerte von 130 g/l (Mann) bzw. 120 g/l (Frau) absinken. Häufig sind dann auch weitere Parameter im Blutbild verändert. Jetzt ist die Leistungsfähigkeit deutlich eingeschränkt und häufig sind auch andere Begleitsymptome wie Müdigkeit oder eine schlechte Regenerationsfähigkeit deutlich ausgeprägt.⁵⁻⁸

Weitere häufige klinische Symptome können beeinträchtigte Immunfunktion, erhöhte Puls- und Laktatwerte sein.

Wichtig ist, dass die einzelnen Parameter sich nicht immer exakt so verhalten und individuelle Variationen möglich sind. Der Eisenstatus muss deshalb immer im Gesamtbild der klinischen Symptomatik durch eine erfahrene Sportmedizin-Fachkraft beurteilt werden. Für den sTfR und das ZnPP gibt es bisher leider nach wie vor keine Routinediagnostik. Diese werden deshalb nur selten beigezogen. Bei der Bestimmung des Ferritinwertes muss immer auch der CRP-Wert gemessen werden,

um auszuschliessen, dass mögliche entzündliche Reaktionen vorliegen, welche den Ferritinwert verfälschen.

Ebenfalls wichtig ist, dass wiederholte Messungen standardisiert durchgeführt werden. Die Analytik zwischen verschiedenen Labors kann sich deutlich unterscheiden. Daher sind grundsätzlich immer nur Laborwerte von demselben Labor vergleichbar.

Achtung: Es gibt auf dem Markt leider diverse unseriöse Anbieter, welche extrem hohe Ferritinwerte als «normal» bezeichnen. Teilweise wird mit Werten weit über 50 bis 100 ng/mL gearbeitet. Dies führt dazu, dass fast alle getesteten Klienten einen «Eisenmangel» diagnostiziert bekommen und dann mit unnötigen Eiseninfusionen «therapiert» werden. Teilweise werden Werte bis $300 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ für Männer und bis $150 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ für Frauen⁹ als Normal- bzw. Zielbereich angegeben. Solche Werte sind jedoch irrational hoch und dienen einzig dem Verkauf von Eisentherapien. Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird damit die Gesundheit sogar gefährdet. Die Weltgesundheitsorganisation stuft nämlich Ferritinwerte von $>200 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ bereits als Eisen-Überladung des Körpers ein¹⁰.

Risikofaktoren für Eisenmangel

Es gibt einige Faktoren oder Verhaltensmuster, die das Risiko für einen Eisenmangel beeinflussen.^{6,7}

- **Frauen** im gebärfähigen Alter haben häufiger Eisenmangel als Männer (s. oben), Frauen in der Schwangerschaft ebenfalls (da der Bedarf sich dann verdreifacht).
- **Blutverluste** (Monatsblutung oder im Verdauungstrakt) können das Risiko für einen Mangel genauso erhöhen wie regelmässige Einnahme von gewissen Medikamenten.
- **Malabsorption** – die verminderte Aufnahme von Nährstoffen im Darmtrakt. Dies kann durch eine ungünstige Ernährung (wenig Eisen oder hohe Inhibitoreinnahme), durch Darmerkrankungen wie Zöliakie (die Unverträglichkeit gegenüber Gluten, einem Eiweiss in Getreide), Magenoperationen oder einem Befall mit dem Bakterium *Helicobacter pylori* verursacht werden.
- **Andere Krankheiten.** Eisenmangel kann als Folge von Herzerkrankungen, Krebs, chronischen Nierenerkrankungen, Übergewicht oder chronisch entzündliche Darmerkrankungen auftreten.
- Bestimmte **genetische Erkrankungen** (eher selten).
- **Essstörungen** oder allgemein eine ungenügende Nahrungsaufnahme führen dazu, dass wegen der reduzierten Nahrungsmenge (zu) wenig Eisen aufgenommen wird. Grundsätzlich deckt eine dem Energieverbrauch angepasste und ausgewogene Ernährung den Eisenbedarf. Eine zu niedrige Nahrungsaufnahme ist jedoch in Sportarten mit einer grossen ästhetischen Komponente wie Rhythmische Sportgymnastik, Kunstturnen oder Eiskunstlauf, in Sportarten mit Gewichtsklassen sowie im (Ausdauer)Laufsport keine Ausnahme. Entsprechend sind Frauen in diesen Sportarten häufiger betroffen als andere Sportlerinnen.
- Eine **einseitige Ernährung** kann die Versorgung mit allen Mikronährstoffen, inklusive des Eisens verschlechtern.
- **Vegetarier/innen** und **Veganer/innen** haben ein erhöhtes Risiko für Eisenmangel, weil das sehr gut verwertbare Hämisen nicht in ihren Nahrungsmitteln vorkommt. Das häufig als Proteinersatz verwendete Sojaprotein wirkt zudem eher hemmend auf die Eisenaufnahme. Vegetarier/innen können das Risiko allerdings reduzieren, wenn sie sich des Problems

bewusst sind und die oben genannten Möglichkeiten nutzen, um die Eisenversorgung des Eisens zu verbessern (→*Bioverfügbarkeit*).

Bei einer Kombination der eben genannten Faktoren steigt das Risiko für einen Mangel. Vegetarierinnen im Spitzensport, die gleichzeitig abnehmen oder eine geringe Körpermasse haben und zudem noch viel Kaffee oder Tee trinken, haben ein sehr hohes Risiko für einen Eisenmangel.

Therapiemöglichkeiten

Je nach Schweregrad des Eisenmangels stehen grundsätzlich 3 Therapieoptionen zur Verfügung:

Erstens können Ernährungsmassnahmen getroffen werden, um einerseits die Eisenzufuhr zu verbessern. Dies beinhaltet gezielt Nahrungsmittel mit hohem Eisengehalt zu essen. Zudem kann gezielt darauf geachtet werden, dass weniger hemmende und dafür mehr absorptionsfördernde Substanzen gegessen werden (vgl. Tab. 5). Bspw. ist es sinnvoll Kaffee oder Tee nicht zu den Hauptmahlzeiten zu trinken, sondern zwischen den Mahlzeiten.

Zweitens kann durch oral eingenommene Supplemente die Eisenzufuhr stark erhöht werden. Optimalerweise wird dies kombiniert mit Massnahmen zur Verbesserung der Bioverfügbarkeit. Entsprechend ist es optimal Eisensupplemente zusammen mit Vitamin C zu kombinieren, während gleichzeitig stark hemmende Lebensmittel wie Tee oder Kaffee mindestens eine bis zwei Stunden vor und nach der Eisensupplementierung weggelassen werden sollten.

Drittens kann durch eine Infusion von Eisenpräparaten der Eisenstatus in kurzer Zeit deutlich erhöht werden. Diese Massnahme wird jedoch nur bei einem schweren Eisenmangel eingesetzt, sowie wenn ein Mangel sehr schnell korrigiert werden möchte. In aller Regel wird primär mit oralen Supplementen gearbeitet, häufig unterstützt durch Ernährungsmassnahmen.

Wichtig: Bei «Infusionen» muss unbedingt berücksichtigt werden, dass im Sport jede Art von Infusionen mit einem Volumen von mehr als 100 mL gemäss Antidopingrichtlinien als verbotene Methode gilt. Gerade Hausärzte kennen diese sportrechtlichen Bestimmungen häufig nicht und so kommt es immer wieder vor, dass «normale» bzw. gemäss üblichem medizinischem Vorgehen durchgeführte Eiseninfusionen eingesetzt werden, welche grössere Volumina beinhalten. Wenn dies bekannt wird, kann dies zu einer Dopingsperre führen. Es wird daher dringend empfohlen, dass Athleten/innen eine Eiseninfusion bei einem/r Sportmediziner/in durchführen lassen, welche/r mit den Dopingrichtlinien im Spitzensport vertraut ist.

Massnahmen zur Verbesserung der Eisenaufnahme

Adäquate Energieaufnahme. Wer genügend isst, hat einen grossen Risikofaktor ausgeschaltet.

Regelmässiger Fleisch-, Geflügel-, Fischkonsum (mind. 3-4x pro Woche).

Möglichst häufig kleine Fleischbeilage oder Vitamin C-reiche Beilage.

Statt Tee oder Kaffee ein Glas Orangensaft oder andere (Zitrus)Frucht zum Frühstück. Je tiefer der Eisenstatus desto wichtiger ist diese Massnahme.

Bei vegetarischer Ernährung besonders auf eisenreiche Lebensmittel wie grünes Gemüse und Vollkornprodukte oder Leguminosen achten und diese mit günstigen Nahrungsmitteln (reich an Vitamin C, Früchte) kombinieren.

Pflanzliche Nahrungsmittel mit hohem Phytatgehalt (z.B. Vollkornprodukte) mit Vitamin C-reichen Nahrungsmitteln kombinieren. Die Säuren in Zitrusfrüchten (Grapefruit, Zitrone, Orange, Limone, usw.) erhöhen die Bioverfügbarkeit zusätzlich zum Vitamin C.

Früchte enthalten zwar nicht sehr viel Eisen, aber sie können die Eisenaufnahme aus anderen Lebensmitteln wie Gemüse oder Getreideprodukten wegen ihren Fruchtsäuren und dem Vitamin C unterstützen.

Beispielsweise enthält Vollkornbrot rund doppelt so viel Eisen wie Weissbrot, aber auch viel mehr Absorptionshemmer (v.a. Phytate). Empfehlung: Vollkornprodukte verwenden (besonders bei tiefer Energieaufnahme) und diese möglichst zusammen mit absorptionsfördernden Substanzen kombiniert essen, weil damit die Wirkung der hemmenden Substanzen aufgehoben werden kann. Der höhere Eisengehalt der Vollkornprodukte wiegt dann stärker als der höhere Gehalt an Absorptionshemmern. Zudem liefern Vollkornprodukte neben Eisen noch viele andere wertvolle Nährstoffe.

Mit Eisen angereicherte Frühstückscerealien verwenden.

Sehr wenig Eisen enthalten Fette und Öle, Milchprodukte, Softdrinks, Fast Food, Pizza, Bier und Alkohol. Diese Produkte liefern aber viel Energie. Der Energiebedarf kann also mit viel oder wenig Eisen gedeckt werden.

Tab. 5. Massnahmen zur Optimierung der Eisenversorgung

Eisensupplemente: Dosierung

Eine Supplementierung mit Eisen sollte generell nur nach sportmedizinischer Abklärung und Diagnostik des individuellen Eisenstatus erfolgen. Wenn das Ferritin im normalen Bereich liegt (meist definiert als ca. 30 bis 200 µg-L⁻¹), wird eine zusätzliche Eisenzufuhr keine positiven Effekte bewirken. Im Gegenteil: Unnötige Eisensupplemente können dem Körper schaden.

Eine Supplementierung kann grundsätzlich therapeutisch erfolgen oder präventiv. Eine therapeutische Supplementierung wird eingesetzt, wenn ein nachgewiesener Eisenmangel korrigiert werden muss. Dabei können Dosierungen von bereits 20 mg Eisen pro Tag den Eisenstatus verbessern¹¹. Damit der Eisenstatus aber schneller korrigiert werden kann werden häufig höhere Dosierungen von 60-200 mg eingesetzt^{8,12,13}.

Wichtig ist grundsätzlich, dass Dosierungen von mehr als 60 mg nur alle zwei Tage eingesetzt werden. Grund dafür ist, dass bei Dosierungen ab ca. 60 mg die Eisenabsorption im Darm für bis zu einem Tag deutlich reduziert wird. Entsprechend wird mit einer Eisengabe jeden zweiten Tag fast der gleiche Supplementierungseffekt erzielt, wie wenn dieselbe Menge täglich eingenommen wird, jedoch mit weniger Nebeneffekten auf den Darm. Bei einem Eisenmangel wird deshalb häufig mit 60 bis 120 mg pro Tag jeden zweiten Tag bzw. 3x wöchentlich supplementiert. Bei schwerem Eisenmangel werden bis 200 mg eingesetzt.

Bei Dosierungen unter 60 mg pro Tag kann täglich supplementiert werden und zur Optimierung der Verträglichkeit kann die Dosis sogar aufgeteilt werden auf zwei Dosierungen pro Tag. Solche tiefen Dosierungen führen zu keiner Absorptionshemmung nachfolgender Eisengaben.

Wenn bei einer/m Athlet/in bekannt ist, dass der Eisenstatus immer wieder absinkt, weil es offenbar schwierig ist den Eisenstatus mit der normalen Ernährung zu erhalten, so kann eine «präventive» Erhaltungssupplementierung eingesetzt werden. Hierbei wird z.B. täglich 20 bis 30 mg Eisen supplementiert, um den Eisenstatus zu erhalten. Dies kann auch nachgelagert an eine Eiseninfusion sinnvoll sein, um ein «Abdriften» in einen weiteren Mangel zu verhindern. Wichtig: Auch eine solche «präventive» Erhaltungssupplementierung sollte nie in Eigenregie, sondern nur in medizinischer Begleitung durchgeführt werden.

Eisensupplemente werden sinnvollerweise mit Vitamin C kombiniert. Z.B., indem diese mit einem Glas Orangensaft eingenommen werden. Gewisse Präparate sind direkt mit Vitamin C kombiniert. Insbesondere Tee und Kaffee sollten vor und nach der Einnahme vermieden werden, damit das Eisen auch effektiv aufgenommen werden kann.

Wenn jemand immer wieder in einen Eisenmangel gerät, ggf. trotz begleitender Supplementierung, ist es sinnvoll medizinische Ursachen abzuklären, wie mögliche Darmerkrankungen

oder versteckte Blutungen, welche zu einem überproportionalen Eisenverlust führen könnten.

Eisensupplemente: Nebeneffekte

Eine zu hohe Eisenzufuhr kann verschiedene harmlose oder auch schwere Nebeneffekte verursachen.

Die Nebeneffekte des Eisens sind auf seine chemische Beschaffenheit zurückzuführen. Es reagiert äusserst gerne mit anderen Stoffen und bei einem hohen Eisengehalt geraten diese Reaktionen schnell aus dem Ruder (z.B. kann es dann zu einem grösseren oxidativen Schaden kommen). Eisen kann auch die Aufnahme anderer Mineralstoffe negativ beeinflussen. Eine hohe Eisenzufuhr senkt möglicherweise die Aufnahme von Kupfer und Zink im Darm und könnte dadurch die Gefahr eines Mangels dieser beiden Mineralstoffe begünstigen. Neben diesen unerwünschten Wirkungen im Stoffwechsel gibt es diverse Nebenwirkungen, die den Magendarmbereich betreffen (Durchfall, Verstopfung, schwarzer Stuhl)¹³.

Eisenüberladung: Zu viel Eisen im Körper

Die erblich bedingte Hämochromatose ist der weitaus häufigste Grund für Eisenüberladungen und bei Menschen aus nordeuropäischer Abstammung gar die häufigste Erbkrankheit¹⁴. Die Überladung erfolgt in der Regel aufgrund fehlender Regulation der Eisenaufnahme im Darm. Die Aufnahme wird bei genügendem Speicher nicht mehr, wie bei den Gesunden, gesenkt: Als Folge wird mit der Zeit mehr und mehr Eisen im Körper gespeichert.

In Nord-Europa ist 1 von 200 Personen von der erblich bedingten Hämochromatose betroffen, wobei nicht alle Betroffenen zwingend zu viel Eisen im Körper speichern¹⁵. Bei einer erhöhten Zufuhr – so wie über Supplemente möglich – steigt aber auch bei den Betroffenen, die sonst keine Probleme hätten, die Gefahr von negativen Auswirkungen. Das Heimglück ist dabei, dass die Schäden, z.B. an der Leber, nicht unmittelbar auftreten. Sie entstehen erst im Laufe der Zeit. Supplemente sollten daher immer nur nach klinischer Ermittlung eines Eisenmangels eingenommen werden.

Eine hohe Eisenzufuhr wird auch in den Zusammenhang mit verschiedenen Krebserkrankungen gebracht. Dieser Zusammenhang ist aber eher bescheiden und falls effektiv vorhanden, dürfte die angeborene Überladung des Körpers mit Eisen der Grund sein¹⁶. Das Gleiche gilt für die Zuckerkrankheit Diabetes¹⁷, Leberverfettung und Herzerkrankungen¹⁸.

Liegt der Ferritinwert über ca. 200 bis 300 ng/mL sollte dies medizinisch abgeklärt werden und üblicherweise therapeutisch gesenkt werden. Die effektivste Methode: Blut ablassen bzw. Blut spenden. Und natürlich eine allfällige zu hohe Eisenzufuhr reduzieren.

Überdosierung

Die maximal tolerierbare Tagesdosis beträgt für Eisen 40 mg. Solche und höhere Mengen erzielt man in der Regel nur, wenn mit Eisen angereicherte Lebensmittel und/oder Supplemente eingenommen werden. Zu therapeutischen Zwecken bei einem Eisenmangel kann diese Zufuhr überschritten werden. Ohne nachgewiesenen Mangelzustand und ohne medizinische Begleitung sollte dieser Wert aber sinnvollerweise nicht überschritten werden.

Mehr Eisen im Sport?

Ein echter Mehrbedarf an Nährstoffen besteht im Sport für die Makronährstoffe Wasser, Kohlenhydrate und Protein. Bei den Vitaminen und Mineralstoffen ist es prinzipiell so, dass falls überhaupt ein erhöhter Bedarf vorliegt, es für seine Deckung in der Regel keine höhere Zufuhr braucht als für Nicht-Sporttreibende. Der Grund hierfür ist, dass die empfohlene Zufuhr für Nicht-Sporttreibende bereits einen Sicherheitszuschlag enthält. Auch wenn der Bedarf an Vitaminen und Mineralstoffen im Sport etwas erhöht sein kann, würde dieser Mehrbedarf durch das Essen von mehr Nahrung, zur Deckung des erhöhten Energiebedarfs, mehr als kompensiert.

Zusätzliche Eisenverluste können prinzipiell durch Blutungen oder aufgrund des Schwitzens auftreten. Der Eisengehalt im Schweiß beträgt im Schnitt aber nur leicht mehr als 0.1 mg pro Liter. Pro Liter Schweiß würde dies die täglichen Verluste um rund 5 bis 10 % erhöhen. Dieser erhöhte Bedarf wird aber grundsätzlich gedeckt, wenn man wie oben erwähnt aufgrund des zusätzlichen Energiebedarfs für den Sport auch mehr isst. Eine weitere mögliche Ursache für effektiv höhere Eisenverluste sind Mikroblutungen im Darm.

Im Magendarmtrakt können durch die ständigen Erschütterungen bei sehr langen Belastungen Mikroblutungen entstehen. Es ist aber schwierig, einen Mehrbedarf aufgrund solcher Mikroblutungen zu beziffern. Denn es gibt fast keine Daten dazu. In einer Studie aus den 1980er Jahren wurde ein zusätzlicher Blutverlust von 0.4 mL bei Marathonläufern beobachtet¹⁹, in einer zweiten Studie bei Läufern mit tiefem Eisenstatus gab es an Trainingstagen einen zusätzlichen Blutverlust von ca. 5 mL pro Tag²⁰. Bei Einnahme von nicht-steroidalen Entzündungshemmern wie Voltaren oder Ibuprofen gab es zudem einen rund doppelt so hohen Blutverlust. Der Grund ist, dass die Einnahme solcher Medikamente das Ausmass der Mikroverletzungen im Dünndarm während Laufbelastungen erhöhen²¹.

Diese Mikroblutungen als Folge intensiver Laufbelastungen würden einem zusätzlichen Eisenverlust von 0.2 oder 2.5 mg Eisen entsprechen, was einer Erhöhung des Bedarfs zwischen 10 und 250 % entspräche (im Vergleich zu den üblichen Verlusten von 1 bis 2 mg Eisen pro Tag). Da aber nicht alle Läufer

effektiv Mikroblutungen nach Laufbelastungen haben (je nach Erhebung zwischen 8 und 80 %²²), ist es praktisch unmöglich, einen allgemein gültigen Mehrbedarf für den Laufsport abzuleiten.

Als letzter oft genannter Grund für einen erhöhten Eisenverlust im Sport gäbe es noch die «Foot-strike-haemolysis», also das Zerdrücken von roten Blutkörperchen an der Fusssohle beim Laufen. Blutkörperchen können zwar tatsächlich zerdrückt werden, das dabei aus den Blutkörperchen freigesetzte Eisen wird aber im Blut wieder gebunden, rezykliert und in neue Blutkörperchen eingebaut. Das Eisen geht nicht verloren und deswegen führt dieser Mechanismus nicht zu nennenswerten Eisenverlusten, was bei einem 60 km Lauf bestätigt wurde²³.

Eisensupplemente: Leistungsfördernd im Sport?

Nein. Eisensupplemente sind wie Supplemente anderer Mineralstoffe oder Vitamine nicht prinzipiell leistungsfördernd. Falls aber ein Eisenmangel vorliegt, können Eisensupplemente zur Wiedererlangung der ursprünglichen Leistungsfähigkeit dienen, denn bei einem Eisenmangel ist die Leistungsfähigkeit klar beeinträchtigt²⁴.

Da Eisenmangel, insbesondere bei Frauen, nicht selten ist und die Leistungsfähigkeit durch einen Eisenmangel beeinträchtigt wird, sollten Sportler/innen ihren Eisenstatus regelmässig kontrollieren, z.B. 1x pro Jahr. Bei einem guten Eisenstatus sind auch längere Kontrollabstände möglich (z.B. alle 2-3 Jahre).

Ohne medizinische Diagnose wird explizit von der Verwendung von Eisensupplementen abgeraten. Bei einem normalen Eisenstatus sind keine weiteren Benefits zu erwarten, jedoch können sowohl akute negative Effekte, z.B. auf den Darm oder die Aufnahme anderer Mikronährstoffe, sowie längerfristig negative Effekte, z.B. Eisenüberladung des Körpers, erfolgen.

Autoren: Dr. Samuel Mettler, Dr. Paolo Colombani,

Datum: Dezember 2024, Version 5.0

Gültigkeit: Dezember 2027

Literatur

1. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies. Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. EFSA J. 2015; 13:4254.
2. Park CH, Valore EV, Waring AJ, Ganz T. Hepcidin, a urinary antimicrobial peptide synthesized in the liver. J.Biol.Chem. 2001; 276:7806–10; doi:10.1074/jbc.M008922200.
3. Hurrell R, Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. Am.J.Clin.Nutr. 2010; 91:1461S-1467S; doi:10.3945/ajcn.2010.28674F.
4. Collings R, Harvey LJ, Hooper L, Hurst R, Brown TJ, Ansett J, King M, Fairweather-Tait SJ. The absorption of iron from whole diets: a systematic review. Am.J.Clin.Nutr. 2013; 98:65–81; doi:10.3945/ajcn.112.050609.
5. Clénin G, Cordes M, Huber A, Schumacher YO, Noack P, Scales J, Kriemler S. Iron deficiency in sports - Definition, influence on performance and therapy. Swiss Med.Wkly. 2015; 145:w14196; doi:10.4414/sm.w.2015.14196.
6. Camaschella C. Iron-deficiency anemia. N.Engl.J.Med. 2015; 372:1832–43; doi:10.1056/NEJMra1401038.
7. Lopez A, Cacoub P, Macdougall IC, Peyrin-Biroulet L. Iron deficiency anaemia. Lancet. 2015; 387:907–16; doi:10.1016/S0140-6736(15)60865-0.
8. Quadri A, Gojanovic B, Noack P, Brunner S, Huber A, Kriemler S. Eisenmangel bei Sportlern – Neue Empfehlungen zur Abklärung und Therapie. Swiss Sports Exerc.Med. 2018; 66:6–16.
9. Rodenberg RE, Gustafson S. Iron as an ergogenic aid: ironclad evidence? Curr.Sports Med.Rep. 2007; 6:258–64.
10. World Health Organization, Centers for Disease Control and Prevention. Assessing the iron status of populations. World Health Organization. 2007.
11. Hinton PS. Iron and the endurance athlete. Appl.Physiol.Nutr.Metab. 2014; 39:1012–8; doi:10.1139/apnm-2014-0147.
12. Swiss Medical Board. Orale oder parenterale Behandlung des Eisenmangels, 2014. <http://www.medical-board.ch>. Zollikofen.
13. Canelo-Hidalgo MJ, Castelo-Branco C, Palacios S, Haya-Palazuelos J, Ciria-Recasens M, Manasanch J, Pérez-Edo L. Tolerability of different oral iron supplements: A systematic review. Curr.Med.Res.Opin. 2013; 29:291–303; doi:10.1185/03007995.2012.761599.
14. Siddique A, Kowdley KV. Review article: the iron overload syndromes. Aliment.Pharmacol.Ther. 2012; 35:876–93.

15. Rochette J, Le Gac G, Lassoued K, Férec C, Robson KJH. Factors influencing disease phenotype and penetrance in HFE haemochromatosis. *Hum.Genet.* 2010; 128:233–48; doi:10.1007/s00439-010-0852-1.
16. Fonseca-Nunes A, Jakszyn P, Agudo A. Iron and cancer risk - A systematic review and meta-analysis of the epidemiological evidence. *Cancer Epidemiol.Biomarkers Prev.* 2014; 23:12–31; doi:10.1158/1055-9965.EPI-13-0733.
17. Bao W, Rong Y, Rong S, Liu L. Dietary iron intake, body iron stores, and the risk of type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Medicine.* 2012; 10:119; doi:10.1186/1741-7015-10-119.
18. Steinbicker AU, Muckenthaler MU. Out of balance - systemic iron homeostasis in iron-related disorders. *Nutrients.* 2013; 5:3034–61; doi:10.3390/nu5083034.
19. Robertson JD, Maughan RJ, Davidson RJ. Faecal blood loss in response to exercise. *Br.Med.J.* 1987; 295:303–5.
20. Nachtigall D, Nielsen P, Fischer R, Engelhardt R, Gabbe EE. Iron deficiency in distance runners. A reinvestigation using Fe-labelling and non-invasive liver iron quantification. *Int.J.Sports Med.* 1996; 17:473–9; doi:10.1055/s-2007-972881.
21. van Wijck K, Lenaerts K, van Bijnen AA, Boonen B, van Loon, Luc J C, Dejong CHC, Buurman WA. Aggravation of exercise-induced intestinal injury by Ibuprofen in athletes. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2012; 44:2257–62; doi:10.1249/MSS.0b013e318265dd3d.
22. Haymes EM. Iron. In: Wolinsky I, Driskell JA (Hrsg.). *Sports nutrition: Vitamins and trace elements*. 2. Auflage. Boca Raton, FL: Taylor&Francis, 2005, pp. 203–216.
23. Lippi G, Schena F, Salvagno GL, Aloe R, Banfi G, Guidi GC. Foot-strike haemolysis after a 60-km ultramarathon. *Blood Transfus.* 2012; 10:377–83; doi:10.2450/2012.0167-11.
24. Buratti P, Gammella E, Rybinska I, Cairo G, Recalcati S. Recent advances in iron metabolism: Relevance for health, exercise, and performance. *Med.Sci.Sports Exerc.* 2015; 47:1596–604; doi:10.1249/MSS.0000000000000593.