



LIS

Helene, 27 Jahre
Veganerin



1994.0928

Eisenmangel

Fachinformation

Eisenmangel: Sehr häufig, jedoch oft nicht diagnostiziert

Eisenmangel ohne Anämie ist weit häufiger als angenommen und wird aufgrund seiner oft untypischen Symptome regelmäßig unterdiagnostiziert.

Eine genaue Diagnose ist jedoch entscheidend, da ein einzelner Eisenparameter nicht ausreicht, um den Eisenstatus eines Patienten zuverlässig zu bewerten.

Bei Verdacht auf Eisenmangel sollte immer eine Kombination mehrerer Eisenparameter herangezogen werden – zum einen aus einem sensitiven Indikator für Speichereisen, Funktionseisen, Entzündungsprozesse sowie einem Indikator für den Schweregrad des Eisenmangels.

Parameter der Basisdiagnostik

- > **Kleines Blutbild**
Zur Beurteilung des allgemeinen Gesundheitszustands
- > **Ferritin**
Als sensitives Maß für Speichereisen
- > **CRP**
Zur Erkennung von Entzündungsprozessen
- > **Löslicher Transferrin-Rezeptor (sTfR)**
Um den Schweregrad des Eisenmangels zu bestimmen

Medizinischer Hintergrund

Eisen (Fe) ist, noch vor Silizium, das am häufigsten vorkommende Element auf der Erde. Wir leben auf einem Eisen-Silizium Planeten.

Paradoxerweise leidet aber nahezu ein Drittel der Weltbevölkerung an Erkrankungen, die mit einem Eisenmangel assoziiert sind. Im Vordergrund steht hierbei die Anämie.

In Europa beträgt die Prävalenz des Eisenmangels 5–10 %. Bei Frauen im gebärfähigen Alter beträgt sie bis 20 %. Weitere Risikogruppen sind Säuglinge, Kleinkinder und Adoleszenten.

Hinzu kommt im letzten Jahrzehnt ein dynamisch wachsender Anteil von Vegetariern und Veganern. In Deutschland ernähren sich laut Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (Stand 2021) 10 % vegetarisch, und 2 % vegan.

Wann liegt ein Eisenmangel vor?

Der Eisenmangel ist definiert als Verminderung des Gesamtkörper-eisens. Er ist mit ca. 80 % die häufigste Ursache einer Anämie. **Eine Anämie liegt nach WHO vor, wenn die Hämoglobinkonzentration bei Frauen 12 g/dl und bei Männern 13 g/dl unterschreitet.**

Die Ursachen des Eisenmangels sind vielfältig. Einige Individuen sind aber besonders gefährdet einen Eisenmangel zu entwickeln.

Personen mit erhöhtem Risiko für einen Eisenmangel sind:

- > Frauen im reproduktionsfähigen Alter
- > Vegetarier/Veganer
- > Kinder in Wachstum und Pubertät
- > Sportler
- > Blutspender

Je nach Schweregrad lässt sich der Eisenmangel in drei Stadien einteilen:

- > **Stadium I Speichereisenmangel**
- > **Stadium II funktioneller Eisenmangel, Transporteisenmangel**
- > **Stadium III Anämie (mikrozytär-hypochrom)**

Bei den Stadien I und II spricht man von Eisenmangel ohne Anämie oder „subanämischem Eisenmangel“.

Bei welchen Symptomen muss man an einen Eisenmangel denken?

Der Eisenmangel ohne Anämie (Stadium I und II) ist viel häufiger als angenommen und wird aufgrund seiner untypischen Klinik regelmäßig unterdiagnostiziert.

Symptome des Subanämischen Eisenmangels bei Erwachsenen finden sich bereits im Frühstadium:

- > Anhaltende Müdigkeit, Leistungsverlust (Fatigue-Syndrome)
- > Haarausfall

Symptome des Eisenmangels bei Erwachsenen:

- > Anämie (mikrozytär-hypochrom)
- > blasse Konjunktiven und Haut
- > Brüchigkeit der Nägel
- > Mundwinkelrhagaden
- > Trockene Haut

Symptome des Eisenmangels beim Kind:

- > Wachstumsstörungen
- > Neurologische Defizite
- > Kognitive Defizite

Speichereisen – Transporteisen – Funktionseisen

Nahrung ist die ausschließliche Eisenquelle für den menschlichen Körper. Das meiste Eisen wird durch Fleischverzehr aufgenommen. Verglichen hierzu ist der Eisenanteil in Milchprodukten, Eiern und den meisten Gemüsesorten eher gering.

Einmal im Darm aufgenommen, geht Eisen zwei Wege: Zum einen wird es als Speichereisen in Form von Ferritin in alle Körperflüssigkeiten und Körperzellen verteilt. **Abb. 1**

Zum andern wird Eisen, gebunden an das Transport-Protein Transferrin, auf dem Blutweg zu den eisenverwertenden Körperzellen transportiert („Transporteisen“).

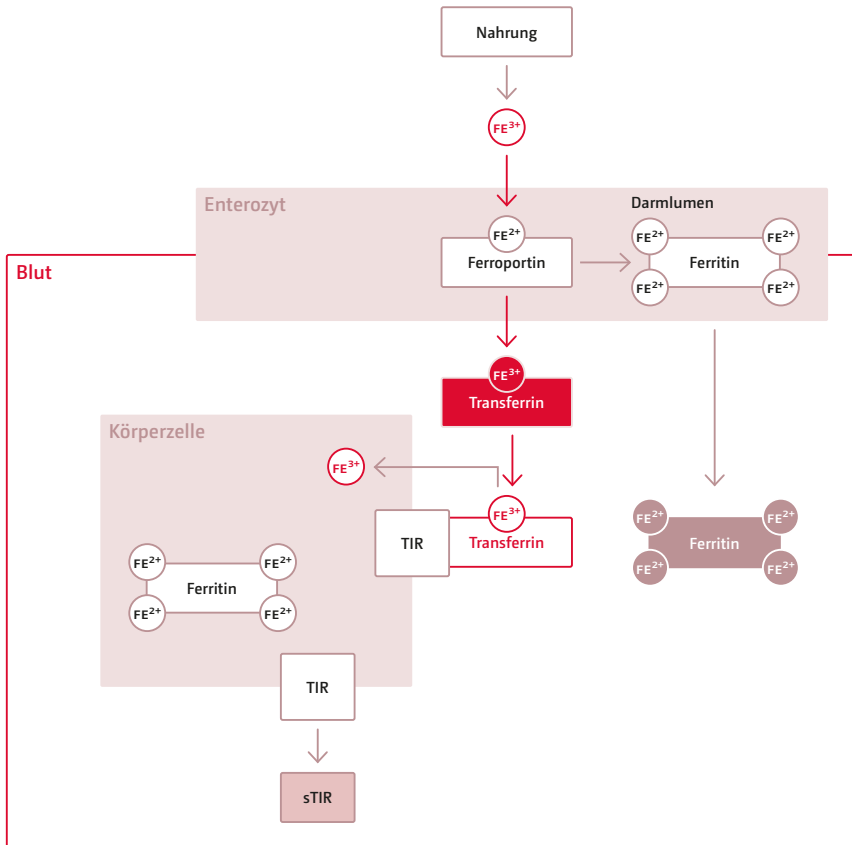
Die spezifische Aufnahme des an Transferrin gebundenen Eisens in die Zellen wird über den Transferrin-Rezeptor (TfR) vermittelt.

Eine lösliche Variante des Transferrin-Rezeptors wird dabei kontinuierlich in den Blutkreislauf freigesetzt und lässt sich im Serum nachweisen (sog. solubler Transferrin-Rezeptor, sTfR).

Bei Eisenmangel wird die Transferrin-Rezeptordichte in den erythropoetischen Zellen frühzeitig hochreguliert. Dies führt zu einem Anstieg des sTfR im Serum bereits vor dem Entstehen einer Anämie. Die sTfR-Serumkonzentration ist somit ein empfindliches Maß für die Eisenversorgung der Erythropoese.

Der überwiegende Teil des Körpereisens (ca. 80%) liegt als sog. Funktionseisen vor, wobei es hauptsächlich im Hämoglobin funktionell genutzt wird.

Abb. 1 Transportwege des Körpereisens



In der Eisenmangel-Diagnostik verwendete Parameter sind als gefüllte Symbole hervorgehoben

Empfehlungen zur Labordiagnostik

In der täglichen klinischen Praxis zielt die rationale Labordiagnostik des Eisenmangels auf die Beantwortung von drei wesentlichen Fragen ab:

- > **Besteht ein Eisenmangel?**
- > **Handelt es sich um einen Speichereisenmangel oder einen entzündungsbedingten Funktionseisenmangel?**
- > **Liegt bereits eine Eisenmangelanämie vor (Stadium III)?**

Ein idealer singulärer „Eisenparameter“ existiert leider nicht. Auch lässt sich nicht jede dieser drei Fragen jeweils mit einem einzelnen Laborparameter verlässlich beantworten. Erschwerend kommt hinzu, dass jeder verfügbare Eisenparameter tote Winkel aufweist und Interpretationsfallen birgt.

Besteht der Verdacht auf einen Eisenmangel, ist daher die Kombination mehrerer Eisenparameter erforderlich, um eine belastbare Bewertung des Eisenstatus eines Patienten vornehmen zu können.

Empfehlenswert ist an erster Stelle eine gebündelte Basisdiagnostik. Diese kann je nach klinischer Situation zeitgleich, oder gestaffelt, mit einer weiterführenden Diagnostik verbunden werden.

A. Gebündelte Basisdiagnostik: Ferritin – sTfR – CRP – Blutbild

Als effiziente Basisdiagnostik zur Beurteilung des Eisenstatus empfiehlt sich die Kombination aus jeweils einem sensitiven Indikator für Speichereisen, Funktionseisen, Entzündungsprozesse sowie einem Indikator für den Schweregrad des Eisenmangels.

Dies leisten die Parameter Ferritin, löslicher Transferrin-Rezeptor (sTfR), C-reaktives Protein (CRP) und kleines Blutbild.

Durch die Bündelung dieser vier nicht redundanten Parameter lassen sich die oben gestellten Fragen zum Eisenstatus in einem Untersuchungsgang verlässlich beantworten.

Tab. 1 Gebündelte Basisdiagnostik des Eisenmangels

Ferritin	Indikator für Speichereisenmangel
sTfR	Indikator für Funktionseisenmangel
CRP	Indikator für Entzündungsgeschehen
Blutbild	Indikator für Schweregrad (Anämie?)

Ferritin

Ferritin ist der sensitivste Labormarker, der einen Speichereisenmangel bereits in der Frühphase (Stadium I) erfasst **Abb. 2**. Es korreliert direkt mit dem vorhandenen Speichereisen und fungiert somit als globaler Screening-Parameter für die Körpereisenbeladung.

Blinder Fleck

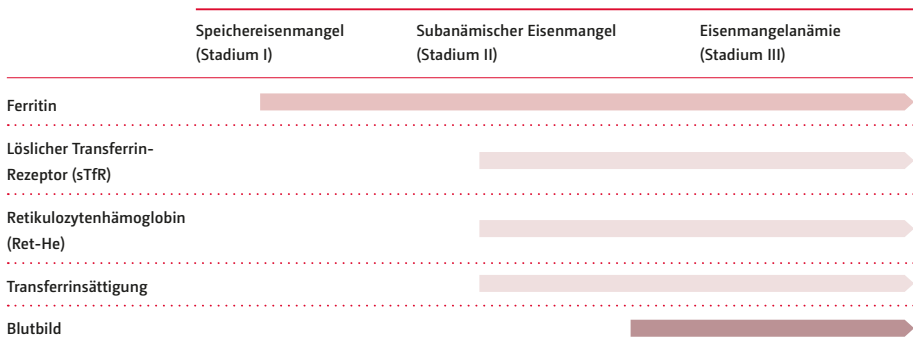
Die Aussagekraft von Ferritin wird durch seine Eigenschaft als Akute-Phase-Protein eingeschränkt. So führen entzündliche und maligne Erkrankungen, aber auch Schwangerschaft und Lebererkrankungen zu einem Anstieg des Ferritins, wodurch ein bestehender Speichereisenmangel zu falschnormalen Ferritinwerten führt und somit maskiert werden kann. Daher sind Ferritin-Werte grundsätzlich nur vor dem Hintergrund einer gleichzeitigen Bestimmung von CRP aussagekräftig.

sTfR

Ein Mangel an Funktionseisen wird durch Ferritin nicht erfasst. Dies leistet der lösliche Transferrin-Rezeptor (sTfR). Erhöhte sTfR-Serumwerte werden bereits im Stadium der eisendefizitären Erythropoese bei noch normalem Hb vorgefunden **Abb. 2**.

Bei manifester Anämie erlaubt die sTfR-Bestimmung die Unterscheidung zwischen Speichereisenmangel und Funktionseisenmangel (Entzündung, Malignom), da bei letzterem meist noch normale sTfR-Werte gefunden werden. Ein Anstieg des sTfR bei einer chronischen Entzündung weist ferner auf einen zusätzlichen Speichereisenmangel hin, also einer Kombination von Speichereisenmangel und Eisenverwertungsstörung. Der sTfR ist zudem eine wichtige Kerngröße zur Berechnung des Ferritin-Indexes.

Abb. 2 Stadiumabhängiges Ansprechen von Labormarkern des Eisenmangels



TfR = Transferrin-Rezeptor; sTfR = löslicher Transferrin-Rezeptor

CRP

Als hochsensitiver Entzündungsmarker gestattet CRP die wichtige Unterscheidung zwischen einem **Speichereisenmangel (CRP normal)** und einem durch Entzündungen oder Malignome hervorgerufenen **Funktionseisenmangel (CRP erhöht)** **Abb. 3**. Im Fall der klassischen Konstellation (vermindertes Ferritin/normales CRP/kein Hinweis auf ein Malignom) ist die Diagnose Speichereisenmangel einfach zu stellen.

Cave Ferritin

Bei erhöhtem CRP ist die Aussagekraft von Ferritin, das entzündungsbedingt ansteigt, eingeschränkt. Wie oben erwähnt, kann dadurch ein vorliegender Speichereisenmangel zu falschnormalen Ferritinwerten führen.

In dieser Konstellation ist der Ferritin-Index **Abb. 3**, der den löslichen TfR miteinbezieht (s. u.), weiterführend. Er errechnet sich aus dem Quotienten von sTfR/Logarithmus von Ferritin, also dem Verhältnis Funktionseisen-Indikator zu Speichereisen-Indikator. Der Zusatznutzen des Ferritin-Indexes liegt darin, dass der Cut-off das gleichzeitige Vorhandensein einer Akute-Phase-Reaktion mitberücksichtigt. Dies bedeutet, bei erhöhtem CRP ist der Cut-off für den Ferritin-Index als Indikator eines Eisenmangels tiefer als bei normalem CRP.

Blutbild

Das Blutbild liefert die sofortige Differenzierung zwischen einem subänamischen Eisenmangel (Stadium I und II) und dem Vollbild des Eisenmangels mit seiner charakteristischen hypochromen, mikrozytären Anämie. Die Höhe des Hb-Wertes definiert den Schweregrad einer Eisenmangelanämie und bestimmt über die Art und Dringlichkeit des therapeutischen Vorgehens.

Zudem zeigt das Blutbild im Fall des Vorliegens eines Entzündungsprozesses oder Tumors, ob eine sog. Anemia of Chronic Disorder (ACD) vorliegt.

B. Weiterführende Diagnostik: Transferrinsättigung – Retikulozytenhämoglobin (Ret-He)

Die erweiterte Eisendiagnostik fokussiert auf die funktionelle Bewertung der Erythropoese-Effizienz und des Eisentransports.

Damit wird die wichtige Differenzialdiagnose Speichereisenmangel vs. Eisenverwertungsstörung weiter vorangetrieben, unabhängig vom Vorliegen einer Anämie.

Ein geeigneter Parameter hierfür ist das Retikulozytenhämoglobin (Ret-He), mit dessen Hilfe eine eisendefizitäre Erythropoese bereits vor Manifestation einer Anämie diagnostiziert werden kann **Abb. 2**.

Weiterhin kann die Transferrinsättigung Aufschluss auf das Vorliegen eines dysfunktionalen Eisentransports liefern.

Transferrinsättigung

Das Serumprotein Transferrin vermittelt den Eisentransport zu den peripheren Körperzellen. Die Sättigung von Transferrin mit Fe^{3+} (Transferrinsättigung) ist ein Maß für das verfügbare Funktionseisen.

Unter physiologischen Bedingungen ist ca. ein Drittel aller Transferrinmoleküle im Plasma mit Eisen abgesättigt. Bei Eisenmangel sinkt dieser Sättigungsanteil.

Die Transferrinsättigung unterliegt allerdings, ähnlich wie das Serumeisen, zirkadianen Schwankungen und ist nur dann uneingeschränkt aussagekräftig, wenn sie stark erniedrigt ist.

Retikulozytenhämoglobin (Ret-He) und Therapieüberwachung

Die Bestimmung von Ret-He erlaubt zum einen eine Momentaufnahme der Eisenversorgung der Erythropoese über die vergangenen letzten 3–4 Tage.

Da Retikulozyten nur kurz im Blut zirkulieren, fungiert Ret-He somit als früher Sensor einer eisendefizitären Erythropoese bei Erwachsenen und insbesondere bei Kindern **Abb. 2**.

Zum andern **erweist sich Ret-He wegen seiner hohen Dynamik als sehr vorteilhafter Marker zur zeitnahen Erfolgskontrolle bei Eisensubstitution**, da es bereits wenige Tage nach Therapiebeginn ansteigt oder zum raschen Nachweis eines Eisenmangels unter Erythropoietin-Therapie.

Ein weiterer wichtiger Vorteil von Ret-He ist, dass es, im Gegensatz zu Ferritin, nicht durch Entzündungsprozesse oder Malignome verfälscht wird.

Cave Eisen!

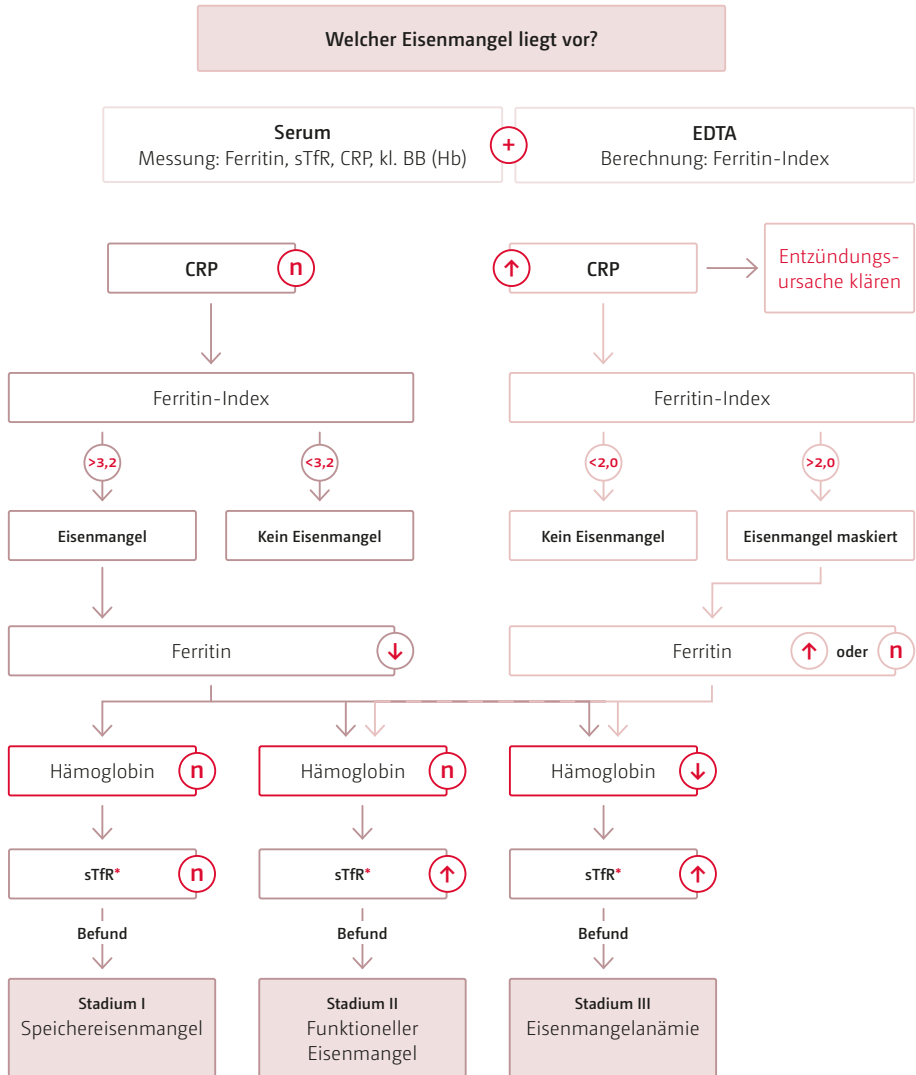
Die Bestimmung des Eisenspiegels im Serum im Rahmen der Eisenmangel-Diagnostik ist nicht zielführend und obsolet. Serumeisen unterliegt einer zirkadianen Rhythmik und hängt stark von der vorherigen Nahrungsaufnahme ab. Tägliche Schwankungen betragen bis zu 20%.

Die hohe Volatilität und Störanfälligkeit von Serumeisen verbieten demnach dessen Verwendung in der Eisenmangel-Diagnostik.

Diagnostik von Eisenmangel im Überblick

Abb. 3 bietet eine strukturierte Übersicht der Schritte zur Diagnose von Eisenmangel. Sie führt durch die wichtigsten diagnostischen Maßnahmen und verdeutlicht zudem die Bedeutung des CRP-Markers zur Unterscheidung zwischen Speichereisenmangel und Funktionseisenmangel sowie die Nutzung des Ferritin-Index, der den löslichen TfR miteinbezieht.

Abb. 3 Diagnose-Algorithmus bei Eisenmangel



* löslicher Transferrin-Rezeptor

Quellen

WHO, <https://www.who.int/health-topics/nutrition>, 2024.

DGHO (Deutsche Gesellschaft für Hämatologie und Medizinische Onkologie): Eisenmangel und Eisenmangelanämie, Leitlinie, 2011.

<https://proveg.com/de/ernaehrung/anzahl-vegan-vegetarischer-menschen/>

Beguín Y. Soluble transferrin receptor for the evaluation of erythropoiesis and iron status. Clin Chim Acta 329: 9–22, 2003

Punnonen K, Irljälä K, Rajamäki A. Iron-deficiency anemia is associated with high concentrations of transferrin receptor in serum. Clin Chem 40:774–776, 1994.

Brugnara C., Zurakowski D., Dicanzio J., Boyd T. & Platt O. Reticulocyte hemoglobin content to diagnose iron deficiency in children. JAMA 281:2225–2230, 1999.

Thomas L, Thomas C, Heimpel H. Neue Parameter zur Diagnostik von Eisenmangelzuständen: Retikulozytenhämoglobin und löslicher Transferrinrezeptor. Dtsch Arztebl 102:A-580/B-488/C-455, 2005.

Mast AE, Blinder MA, Dietzen DJ. Reticulocyte hemoglobin content. Am J Hematol 83:307–310, 2008.

Kostenlose Fachinformationen in unserem Praxisportal

Um Sie im Praxisalltag auch fachlich zu unterstützen, haben wir Ihnen kostenlose Broschüren, Faltblätter und Factsheets zusammengestellt. Diese Fachinformationen stehen Ärzten und ihren Teams im Praxisportal des LIS kostenlos zum Download zur Verfügung.

Jetzt informieren und herunterladen – direkt im Praxisportal unter www.lis.koeln/praxisportal

Sie haben noch keinen Zugang? Dann wenden Sie sich einfach an Ihren Ansprechpartner aus unserem Service-Team.

Praxisberatung	Köln, Bonn und Meckenheim	+49 (0) 174 53 69 471
Praxisberatung	Rhein-Erft-Kreis	+49 (0) 174 53 70 148

MVZ Labor im Sommershof GmbH
Ärztliche Leitung:
Dr. med. Christiane Boogen MBA

**Privatärztliche Gemeinschaft
für Diagnostik Köln-Bonn**

Bioscientia Labor Ingelheim

Hauptstraße 71 – 73, 50996 Köln
Telefon +49 221 93 55 56-0
Telefax +49 221 93 55 56-99
post@lis.koeln, www.lis.koeln