

Neues vom Eisen: Referenzwerte - Biochemie - pflanzliches Eisen und Ferritin

Professor Dr. Klaus Günther

www.prof-dr-guenther.de

post@prof-dr-guenther.de

Referenzwerte D-A-CH

Alter	mg Eisen/Tag	
	weiblich	männlich
Säuglinge		
0 bis unter 4 Monate	0,5	0,5
4 bis unter 12 Monate	8	8
Kinder		
1 bis unter 7 Jahre	8	8
7 bis unter 10 Jahre	10	10
10 bis unter 15 Jahre	15	12
Jugendliche und Erwachsene		
15 bis unter 19 Jahre	15	12
19 bis unter 51 Jahre	15	10
51 Jahre und älter	10	10
Schwangere	30	
Stillende	20	

**Nationale Verzehrsstudie II:
75 % der Frauen in der Altersgruppe 14-50
Jahre und
14 % der Männer
erreichen nicht die Referenzwerte**

**Vorsicht bei Überdosierungen:
Fenton-Haber-Weiss-Reaktion**
$$\text{Fe}^{2+} + \text{H}_2\text{O}_2 \longrightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{OH}^- + \text{}^\circ\text{OH (Radikal)}$$

Referenzwerte - International

Institution	Schwangere (mg Fe/d)	Stillende (mg Fe/d)
D-A-CH	30	20
EFSA	16	16
WHO/FAO(a)	---	10/12,5/15/30
DoH (UK)	14,8	14,8
NAM (USA, Canada)	27	10
NHMRC (AUS, NZL)	27	10
Health Council (NL)	11	20
Nordic Councils of Ministers	---	15
FSA of Ireland	15	15

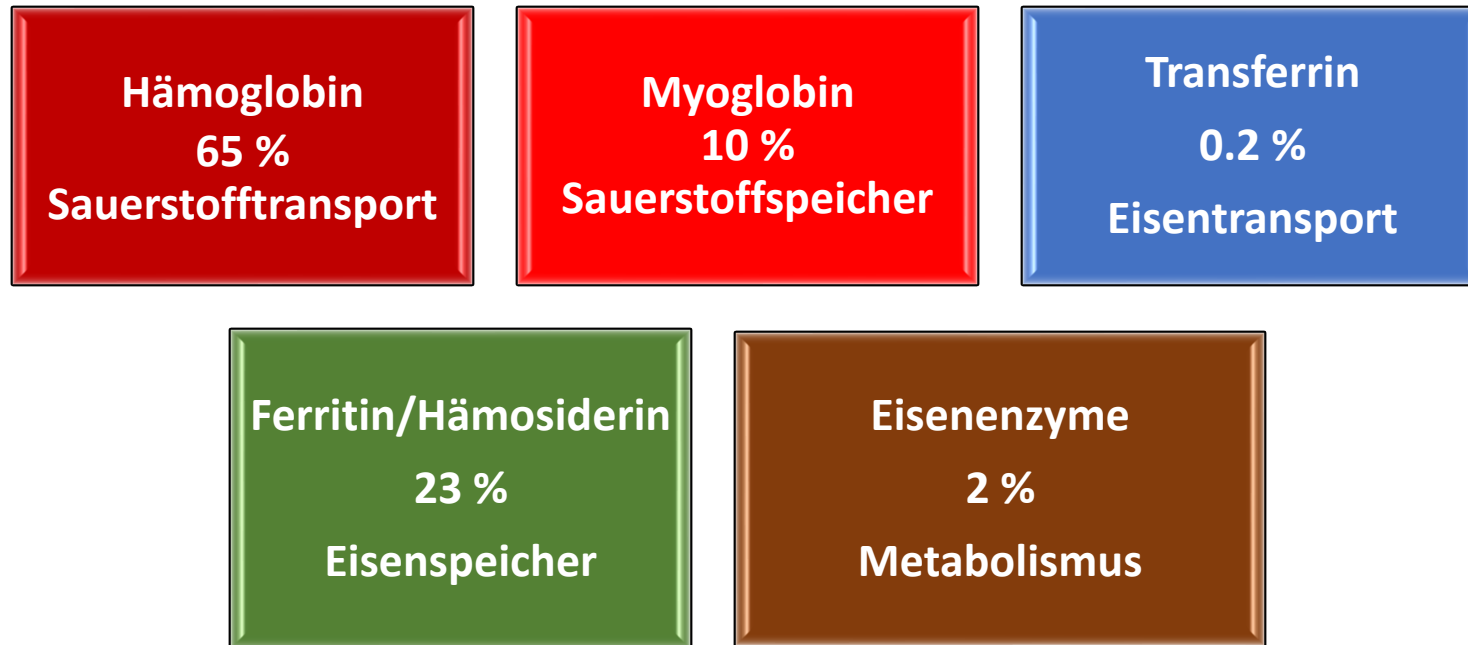
Homöostase: Absorption geht auf 66 % hoch

(a) Referenzwerte für Bioverfügbarkeiten von 15%, 12%, 10% und 5%

**Internationale
Referenzwerte sind
durchaus unterschiedlich**

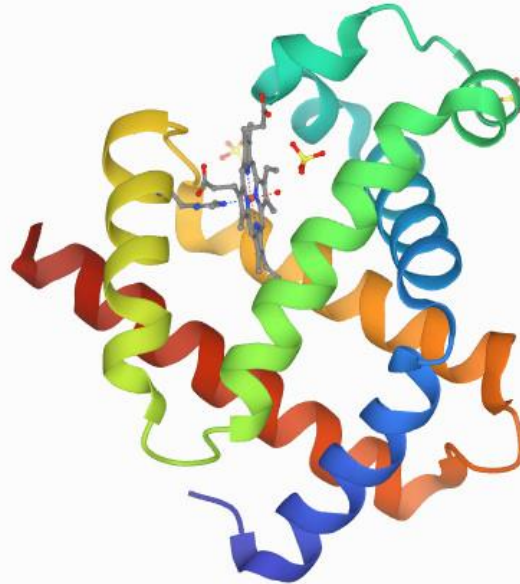
Der menschliche Körper enthält 3-4 g Eisen

Prozentuale Verteilung von Eisen im menschlichen Organismus (ca.)



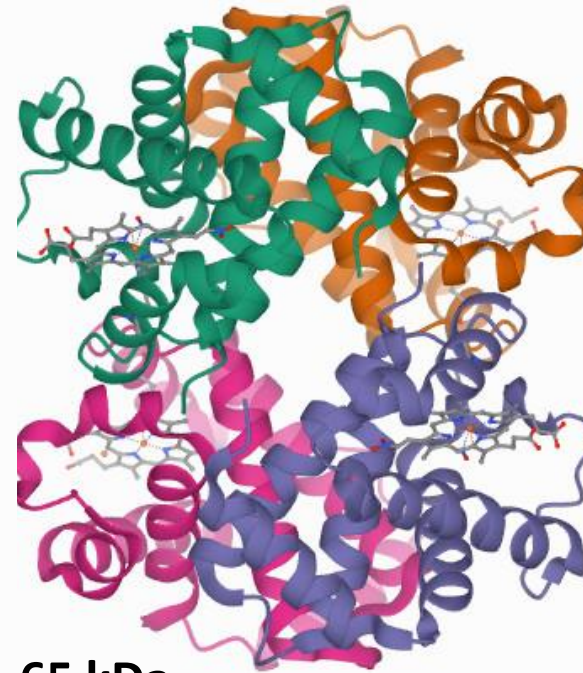
Myoglobin und Hämoglobin

Im Myoglobin ist Häm-Eisen eingeschlossen in einer Proteinmatrix. Es ist ein monomeres Protein und kommt in Muskelzellen vor und dient dort als Sauerstoffspeicher.



17 kDa

Myoglobine, Protein Data Bank (PDB) Nr.: 3RGK
Hubbard et al. J Mol Biol 20: 215-218 (1990).



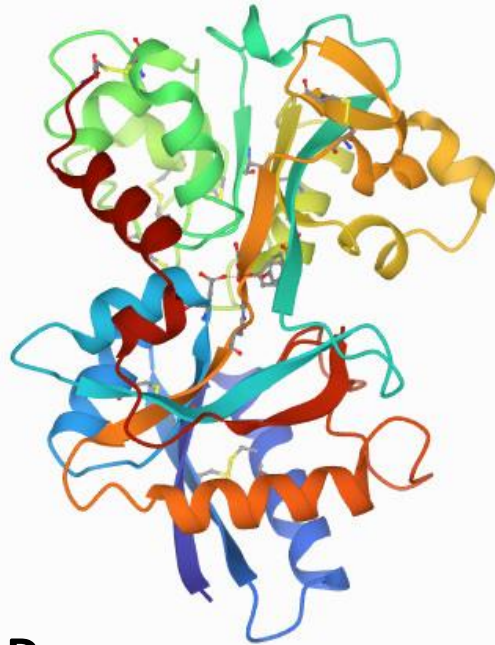
65 kDa

Hemoglobine, Protein Data Bank (PDB) Nr.: 3O05
Yi et al. Biochemistry 50: 8323-8332 (2011).

Hämoglobin ist ein tetrameres Protein. Es besteht aus 4 Myoglobin-ähnlichen Untereinheiten, die kooperativ zusammenarbeiten. Es ist wichtig für den Sauerstofftransport im Organismus.

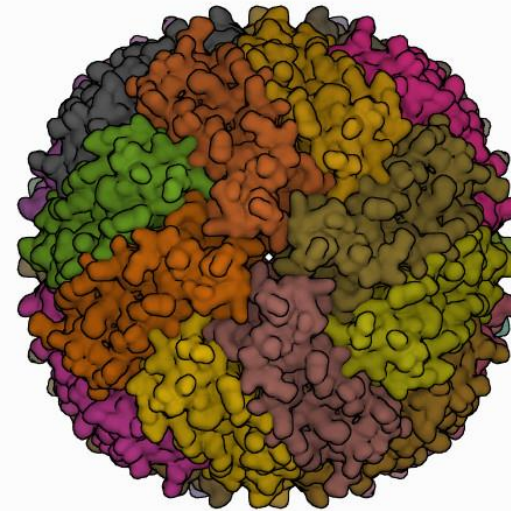
Transferrin und Ferritin

Transferrin ist das Transportprotein für Eisen im Blut. Es ist ein Glycoprotein und bindet 2 Fe-(III)-Ionen pro Molekül.



75 kDa

Transferrin, Protein Data Bank (PDB) Nr.: 1A8E
MacGillivray et al. Biochemistry 37: 7919-7928 (1998).



**Apoprotein
450 kDa**

Ferritin, Protein Data Bank (PDB) Nr.: 6FTV
Ciambelotti et al. Dalton Trans 47: 11429-11437 (2018).

Ferritin ist das Speicherprotein für Eisen im Organismus. Es besteht aus einer Proteinhülle und einem Eisenkern mit bis zu 4000 Fe-(III)-Ionen mit Sauerstoff und Phosphat.

Die Hülle besteht aus 24 Proteinen und ist sehr stabil.

Eisen in Enzymen - Hirnstoffwechsel

Eisenmangel kann zu Katecholamin-Mangel führen und damit auch die Ursache für Depressionen sein

Laborwerte Anämie **Hb-Werte:**

< 12 g/dl Frauen
< 13 g/dl Männer

Weitere Referenzwerte:

Transferrinsättigung:

20-45 %

Ferritin (methodenabhängig):

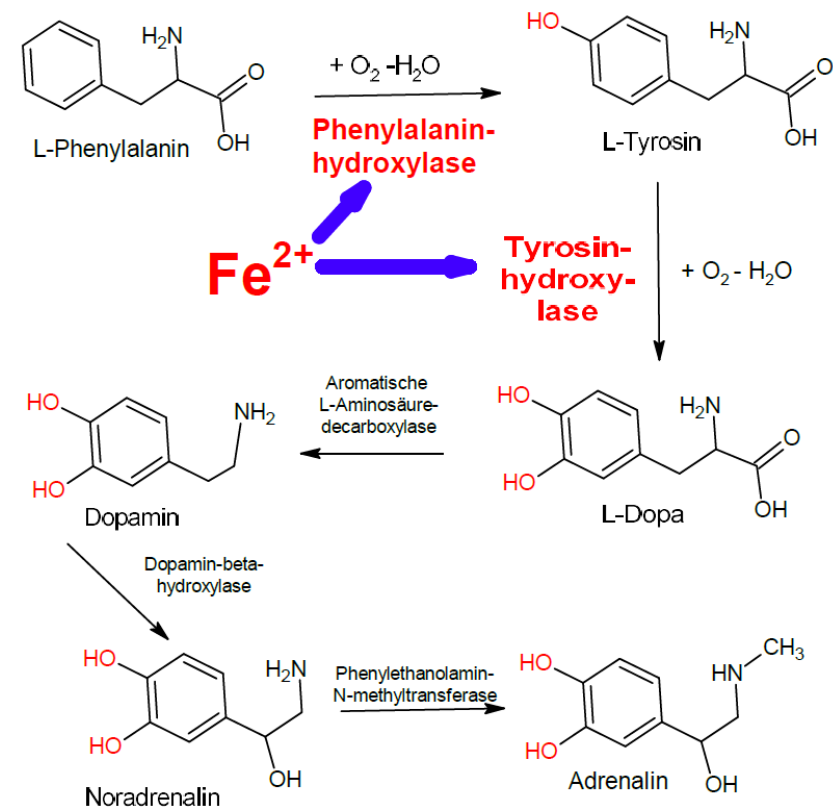
30-300 µg/l

C-reaktives Protein (CRP),

Entzündungsmarker:

< 5 mg/l

**Kleines
Laborlatein**



Die 3 Aufnahmewege für Eisen

Aktuell: Chang X, et al. : A dual function on ferritin – its holo form for iron supplementation and apo form for delivery systems. Annual Review of Food Science and Technology 2023; 14: 113-133

Theil EC. Iron, ferritin, and nutrition, Annual Review of Nutrition 2004; 24: 327-343

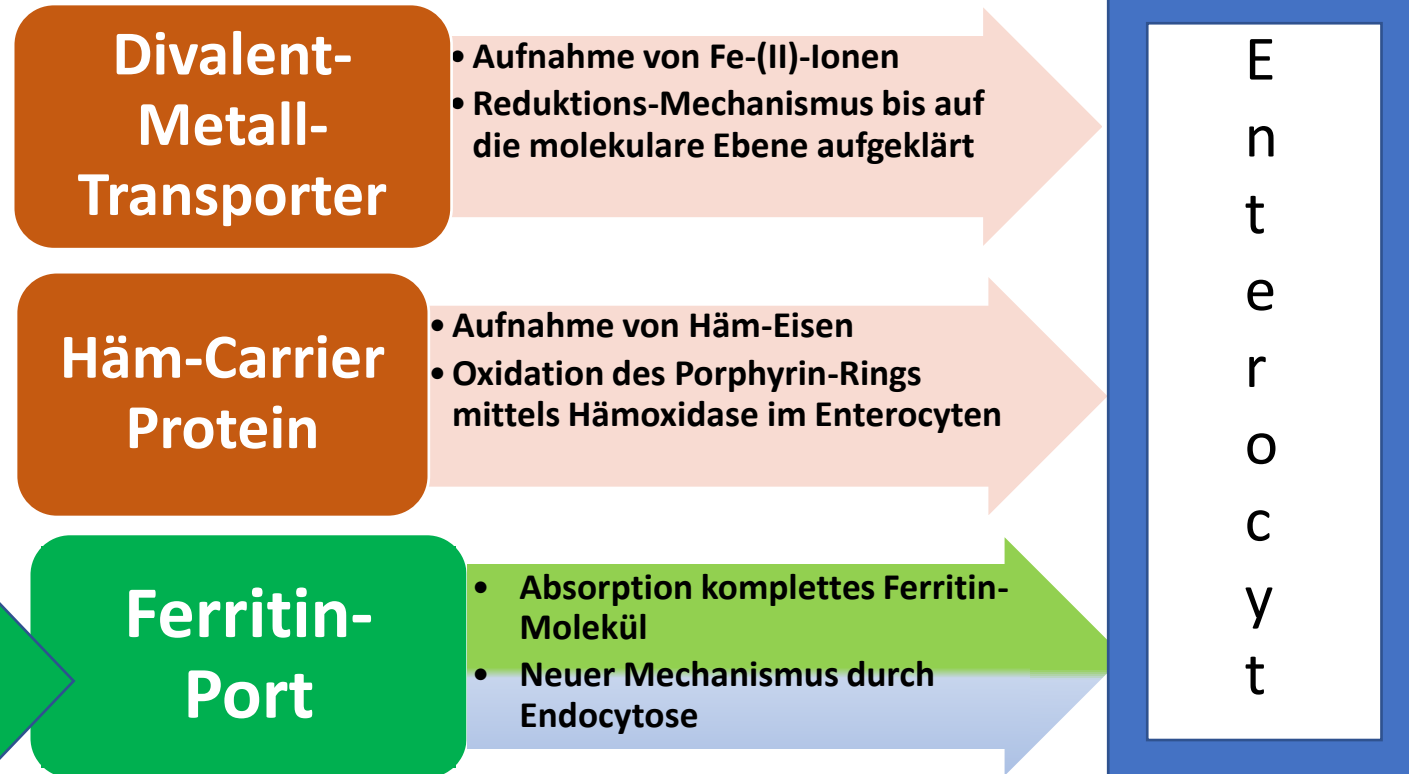
Theil EC, Chen H, Miranda C, Janser H, Eisenhans B, Nunez MT, Pizarro F, Schümann K. Absorption of iron from ferritin is independent of heme iron and ferrous salts in woman and rat intestinal segments. The Journal of Nutrition 2012; 142: 478-483

Lv C, Zhao G, Lönnerdal B. Bioavailability of iron from plant and animal ferritins. The Journal of Nutritional Biochemistry 2015; 26: 532-540

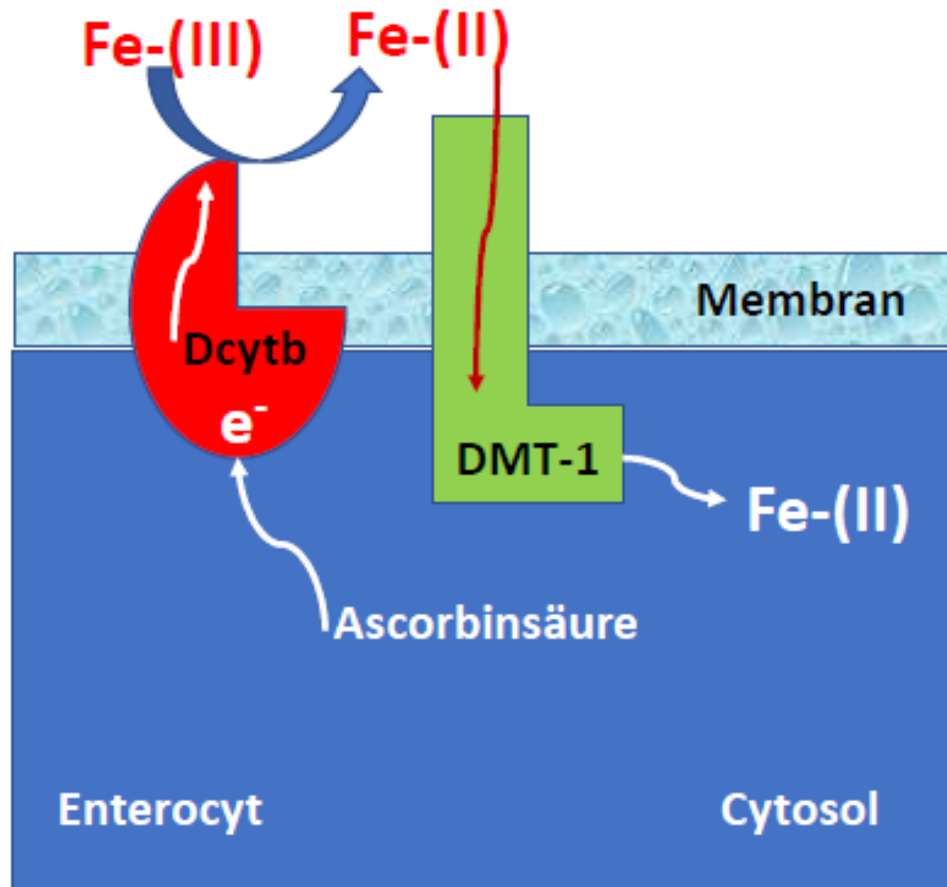
Masuda T, Chen H, Zhao G. Structure, function, and nutrition of ferritin from foodstuffs. In: Zhao, G. (ed.) Mineral containing proteins: Roles in nutrition 2017, Springer Nature Singapore.

Theil EC. Methods for isolation, use an analysis of ferritin, United States Patent Application Publication No. US 2017/0087209A1, Mar. 30, 2017

Beispiele für Publikationen



Divalent-Metall-Transporter



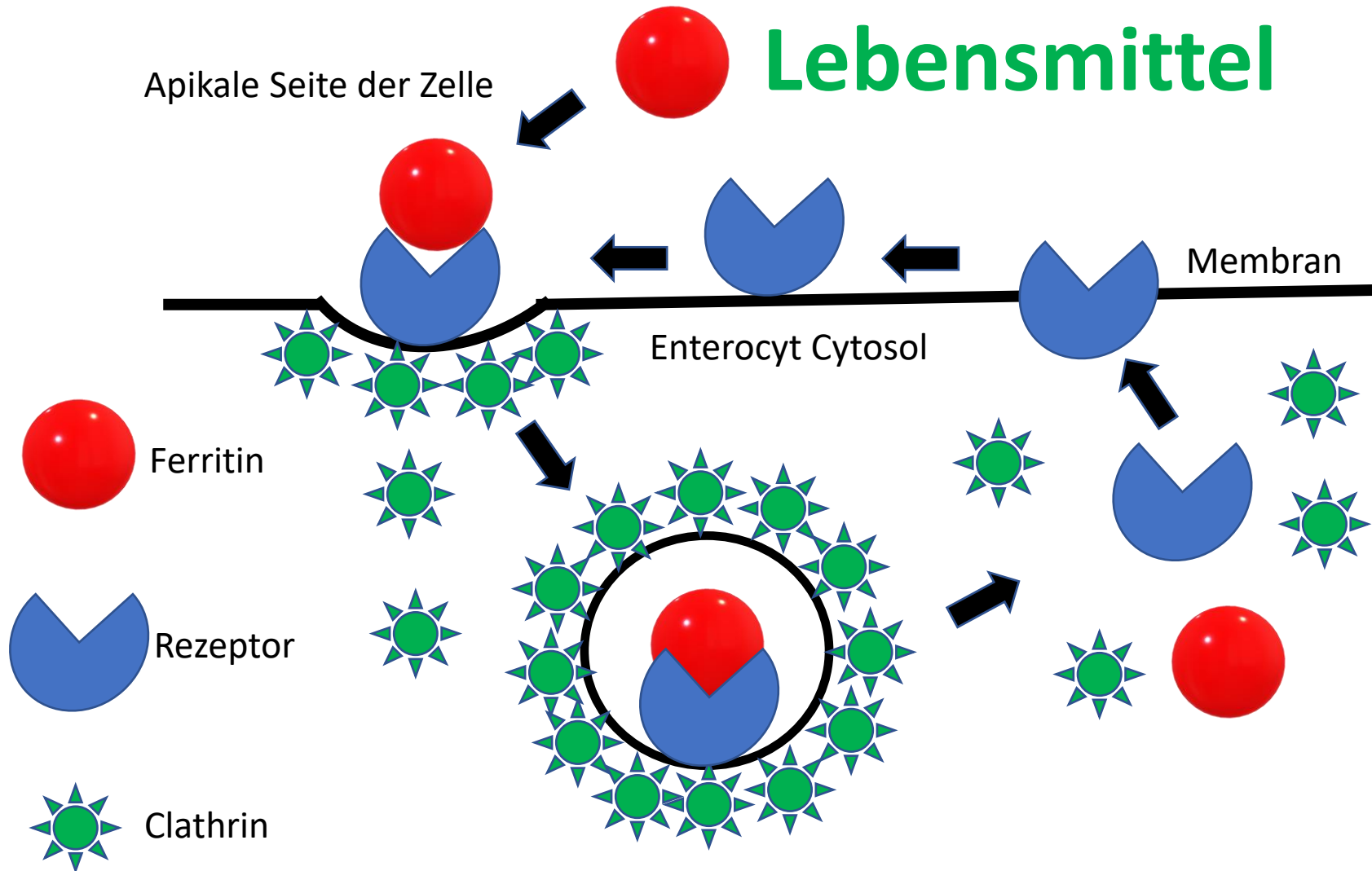
Dcytb: Duodenales Cytochrom b

Ascorbinsäure ist für die Eisenaufnahme sehr wichtig

**Tomaten: 25 mg/100 g
Paprika bis zu 150 mg/100g**



Clathrin-vermittelte Endocytose



Beispiele für Gehalte von Eisen (Trockengewicht) und Ferritin-Eisen:

Linsen:
6 mg Eisen/100 g
davon **69 % Ferritin-Eisen**

Erbsen:
4,5 mg Eisen/100 g
davon **62 % Ferritin-Eisen**

Sojabohnen:
6,6 mg Eisen/100 g
davon **38 % Ferritin-Eisen**

Günther, Ernährung bei Eisenmangel,
Springer 2021

Eisengehalte in Lebensmitteln

Häufiger Irrtum: Tierische Lebensmittel enthalten mehr Eisen als pflanzliche Lebensmittel



Linsen

4-8 mg Fe/100 g

**Eisengehalte
ähnlich !**

Linsen = Steak

**Bioverfügbarkeit?
DMT-1/Homöostase,
+ neuer Aufnahmeweg**



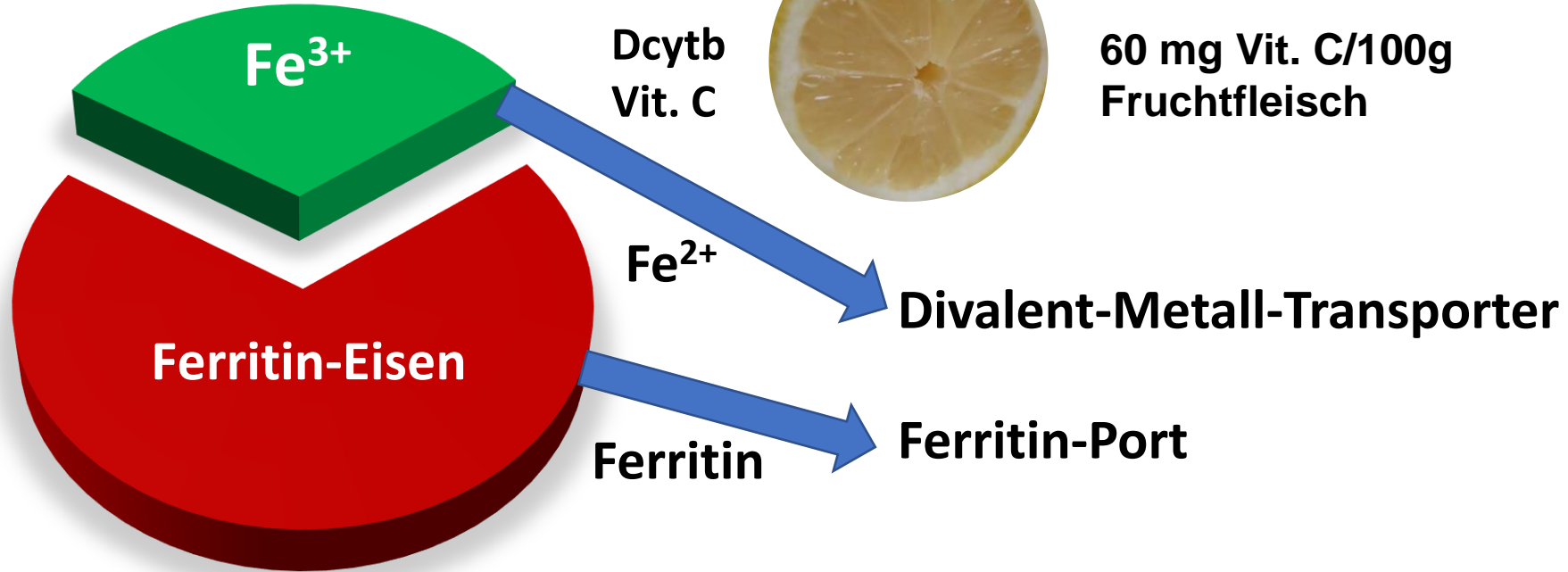
Steak

4-5 mg Fe/100g

- Bei Eisenmangel: Lebensmittel mit hohen Eisengehalten und hoher täglicher Zufuhr wählen (Gewürze werden überschätzt)
- Beurteilung der Eisengehalte: Frisch-/Trockengewicht beachten, “Spinat Affäre” (viele Tabellen fehlerhaft)
- Gute pflanzliche Eisenquellen sind z.B. Hülsenfrüchte wie Linsen, Bohnen, Erbsen und Vollkorngetreide, Haferflocken, Nüsse
- Grundregel: Eine gute Portion Hülsenfrüchte pro Tag deckt schon die halbe Eisenreferenzmenge ab

Beispiel Eisenaufnahme aus Linsen

50 %



Linsengericht verzehrsfertig
(300 g) enthält ca. 7 mg Fe
NRV Fe: 14 mg, Nutrient Reference Value,
Lebensmittelinformationsverordnung

Von den 7 mg Fe, werden ca. 5 mg (70 %) durch den
Ferritin-Port resorbiert
Die restlichen 30 % können nach Reduktion zu Fe-(II)
über den DMT-1 aufgenommen werden

Praktische Tipps

- **vorteilhaft sind kleine verteilte eisenreiche Mahlzeiten und gekeimte/fermentierte Lebensmittel (Phytat-Abbau, z.B. Getreide)**
- **Kaffee, Tee vermindern die Eisenresorption (Komplexbildner) und auch Milch (Calcium), einige Medikamente**
- **Kombination von Ascorbinsäure (Fruchtsäfte, Gemüsesäfte) und Eisenquelle ideal**



● Einfache Kalkulation der Eisenaufnahme

Berechnung der **Eisenaufnahme Linsen-Hummus**:

300 g rote Linsen verzehrfertig (12 mg Fe), 25 g Tahina (2,25 mg Fe), 10 g Knoblauch (0,15 mg Fe), 50 g Zitrone geschält (0,15 mg Fe), 100 g Walnüsse (4 mg Fe), 50 g Mandeln (2 mg), 50 g Sonnenblumenkerne (2,5 mg Eisen), 100 g Tomaten (0,5 mg Fe), 1 g Kreuzkümmel gemahlen (0,7 mg Fe).

In der gesamten Zubereitung von 686 g befinden sich damit 24,25 mg Eisen.

Durch eine Portion von 100 g werden 3,5 mg Eisen aufgenommen, das sind **25 % der Referenzmenge** von 14 mg.



Günther, Ernährung bei Eisenmangel, Springer 2021

● Einfache Kalkulation der Eisenaufnahme

Köstlicher, sämiger **Linsen-Hummus** mit guter, streichfähiger Konsistenz



Günther, Ernährung bei Eisenmangel, Springer 2021

100 g

25 %

Günther, Eisenmangel beheben mit natürlichen Lebensmitteln, Springer 2019

Literatur

Empfohlene tägliche Eisen-Zufuhr für verschiedene Personengruppen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung

[D-A-CH \(2015\) Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, 2. Auflage, DGE, Bonn](#)

Ratgeber, allgemeinverständlich, mit Vorstellung einfacher Beispiele für die schnelle Abschätzung der Eisenaufnahme durch verschiedene Gerichte

[K. Günther \(2019\), Eisenmangel beheben mit natürlichen Lebensmitteln - Ratgeber für alle Ernährungstypen, Springer Nature](#)

Fachbuch mit ausführlichen Hintergrundinformationen

[K. Günther \(2021\), Ernährung bei Eisenmangel - Stoffwechsel - Bioverfügbarkeit - Diagnostik, Springer Nature](#)

Englische Ausgabe des Fachbuchs

[K. Günther \(2023\), Diet for Iron Deficiency - Metabolism - Bioavailability - Diagnostics, Springer Nature](#)

Lehrbuch der Lebensmittelchemie, neue aktualisierte Auflage

[G. Schwedt und K. Günther \(2023\), Taschenatlas der Lebensmittelchemie, Wiley-VCH](#)