



Klaus Günther

Ernährung bei Eisenmangel

Stoffwechsel – Bioverfügbarkeit –
Diagnostik

 Springer

Ernährung bei Eisenmangel

Klaus Günther

Ernährung bei Eisenmangel

Stoffwechsel – Bioverfügbarkeit –
Diagnostik

Klaus Günther
Institut für Bio- und Geowissenschaften
und Institut für Ernährungs- und
Lebensmittelwissenschaften
Forschungszentrum Jülich
und Universität Bonn
Jülich und Bonn, Nordrhein-Westfalen
Deutschland

ISBN 978-3-662-61345-0 ISBN 978-3-662-61346-7 (eBook)
<https://doi.org/10.1007/978-3-662-61346-7>

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature 2021

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von allgemein beschreibenden Bezeichnungen, Marken, Unternehmensnamen etc. in diesem Werk bedeutet nicht, dass diese frei durch jedermann benutzt werden dürfen. Die Berechtigung zur Benutzung unterliegt, auch ohne gesonderten Hinweis hierzu, den Regeln des Markenrechts. Die Rechte des jeweiligen Zeicheninhabers sind zu beachten.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen. Der Verlag bleibt im Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutionsadressen neutral.

Umschlagfoto: © fotomantello/[stock.adobe.com](https://www.stock.adobe.com)

Planung/Lektorat: Renate Eichhorn

Springer ist ein Imprint der eingetragenen Gesellschaft Springer-Verlag GmbH, DE und ist ein Teil von Springer Nature.

Die Anschrift der Gesellschaft ist: Heidelberger Platz 3, 14197 Berlin, Germany

*Für meine 3 lieben Sterne
und alle Weggefährten
auf dieser phantastischen Reise,
die man Leben nennt*

Vorwort

Ein Eisendefizit ist die häufigste Mangelkrankheit weltweit, obwohl das Element zu satten 5 % in über 100 verschiedenen Mineralien in der kontinentalen Erdkruste vorhanden ist, meistens als Oxid, Oxidhydroxid, Sulfid oder Carbonat. Dies hat mich immer in ein starkes Erstaunen versetzt, und ich habe mich gefragt, welche Gründe wohl dafür verantwortlich sein könnten. Innerhalb der primären Ernährungsziele der World Health Organization (WHO) steht seit der World Health Assembly (WHA) 2012 in Genf die globale Reduzierung der Anämie, die zum größten Anteil durch Eisenmangel verursacht wird, in der nahen Zukunft mit an erster Stelle. Grund genug also, sich als Chemiker, Biochemiker und Lebensmittelwissenschaftler intensiv mit diesem Ziel und der Thematik zu beschäftigen.

In der letzten Zeit hat sich viel getan in der Eisenbiochemie, und vor etwa 20 Jahren betrat Hepcidin die Bühne, ein zentraler Regulator des Eisenhaushalts, dessen Funktion vorher unbekannt war. Zahlreiche Eisenenzyme konnten inzwischen genau charakterisiert werden und ihre Funktion auch im Hirnstoffwechsel im Detail verstanden werden. Die Mechanismen der Eisenhomöostase im Organismus wurden genauer beschrieben, und die Eigenschaften von Ferritin in Lebensmitteln und dessen Resorption im Organismus erscheinen heute in einem neuen Licht.

In diesem Fachbuch möchte ich mich dem komplexen Thema von der lebensmittelchemischen und biochemischen Seite aus nähern, auf der ich selber langjährige Forschungserfahrung habe, aber natürlich das Gesamtbild nicht aus den Augen verlieren. Deshalb werden hier auch neue ernährungsmedizinische Aspekte und diagnostische Themen aus der Klinischen Chemie und Laboratoriumsmedizin besprochen werden.

Seit meiner Promotionsarbeit an der Universität Münster und der Habilitationszeit an der Universität Bonn in den 1990er-Jahren beschäftige ich mich mit Fragen der Bioverfügbarkeit von toxischen und essentiellen Elementen in Lebensmitteln und deren Bedeutung für den Menschen. Innerhalb meiner verschiedenen Forschungsgruppen war dabei insbesondere die Aufklärung der Bindungsformen der Elemente im Fokus des Interesses. Dabei stand immer auch das ganze Periodensystem im Blickpunkt, da die einzelnen Elemente und natürlich auch deren Spezies sich gegenseitig bei der Resorption im menschlichen Organismus beeinflussen. Erklärtes Ziel war dabei eine Multielement-Speziesanalytik, um einen möglichst vollständigen Einblick in die Bindungsverhältnisse in Lebensmitteln zu erhalten.

Zur Bearbeitung dieser interdisziplinären Thematik war die Beherrschung eines umfangreichen Methodenspektrums erforderlich, das von der selektiven Bestimmung der verschiedenen Elemente im Spurenbereich über leistungsfähige Trennmethode bis zur modernen Strukturaufklärung von Komplexbildnern und Proteinen durch hochauflösende Massenspektrometrie reichte.

Weiterhin kommt hinzu, dass ich seit vielen Jahren am Forschungszentrum Jülich tätig bin. Die hervorragenden und zukunftsorientierten Wissenschaftsmanager des Zentrums haben es sehr gut verstanden, dieses große Forschungsinstitut mit über 6000 Mitarbeitern weiter auf die drängenden Zukunftsthemen auszurichten, wozu natürlich auch die Verbesserung der weltweiten Ernährungssituation gehört.

Inzwischen bildet dort die Bioökonomie einen der drei Schwerpunktbereiche, neben den Forschungsaktivitäten auf den Feldern Energie und Information. Innerhalb der Bioökonomie spielt die Sicherung der Welternährung mit hochwertigen Lebensmitteln eine zentrale Rolle, und insbesondere die pflanzlichen Lebensmittel rücken immer weiter in den Fokus, da ihre Produktion weitaus klimaschonender erfolgen kann, als dies bei tierischen Produkten möglich ist. Rohstoffwende, Ernährungswende, Klimaschutz und Energiewende sind globale Herausforderungen, die alle Lebensbereiche betreffen.

Diese Themen finden auch in meinen Vorlesungen an der Universität Bonn eine immer größere Berücksichtigung und treffen dort auf einen hervorragenden Resonanzboden. Aufgrund kluger und nachhaltiger Strategien der Leitungsgremien, einer motivierenden Aufbruchstimmung in vielen Bereichen der Alma Mater und auch durch Berücksichtigung dieser neuen interdisziplinären, globalen Zusammenhänge konnte die Universität Bonn in der Exzellenzstrategie des Bundes sechs Exzellenzcluster für sich entscheiden, mehr als jede andere Universität in Deutschland, und ist seit 2019 Exzellenzuniversität.

So werden zum Beispiel in dem gemeinsamen Exzellenzcluster „PhenoRob“ der Landwirtschaftlichen Fakultät der Universität Bonn und des Forschungszentrums Jülich die Einsatzmöglichkeiten der Robotik zur nachhaltigen Nutzpflanzenproduktion untersucht. Eine wichtige neue Forschungseinheit, die auch die Produktion hochwertiger pflanzlicher Lebensmittel mit einem großen Anteil an essentiellen Mineralstoffen, Spurenelementen und anderen Mikronährstoffen in der Zukunft verbessern wird. Diese können dann gegen den „versteckten Hunger“ in der Welt eingesetzt werden, auch gegen den „versteckten Eisenhunger“.

Denn durch clever zusammengestellte, hochwertige Nahrungsmittel kann man einem Eisenmangel kräftig entgegenreten und ihn vermeiden. Dies möchte ich Ihnen in diesem Buch zeigen. Auch ausschließlich mit pflanzlichen Lebensmitteln. Hier gibt es neue und spannende wissenschaftliche Erkenntnisse, auf die ich ausführlich eingehen werde.

Weiterhin ist wichtig, dass man nicht in die Eisenfalle tappt. Durch den überwiegenden Verzehr von durchaus gesunden Lebensmitteln, die aber leider sehr wenig Eisen enthalten, kann dies schnell geschehen. Das kommt öfter vor, als man denkt, gerade bei ernährungsbewussten Menschen. Ein bisher unterschätzter

Gesichtspunkt, den ich in dem Buch mit Beispielen beschreibe und der mich selbst ziemlich überrascht hat.

Garniert habe ich diese zentralen Botschaften mit vielen neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen aus der Eisenbiochemie und der Bioverfügbarkeit des Elements aus Lebensmitteln, die natürlich nicht vollständig sein können, da sie den Rahmen des Buches sprengen würden. Weiterhin finden sich viele Hinweise auf neue Publikationen zum Thema, die zur professionellen Vertiefung des Stoffs einladen.

Einfache Regeln zur Eisenversorgung mit natürlichen Lebensmitteln dürfen auch in einem Fachbuch nicht fehlen. Deshalb sind die wichtigsten Fakten in prägnanten Faustregeln am Ende des Buches zusammengefasst.

Bei einem Verdacht auf Eisenmangel und bei Krankheiten ersetzt dieses Buch natürlich nicht den Arztbesuch, und an keiner Stelle werden Therapieempfehlungen ausgesprochen. Es zeigt aber einfache Wege auf, wie man durch die gezielte Auswahl von natürlichen Lebensmitteln seinen Eisenstatus wesentlich verbessern kann.

Das Cover zum Buch ist bewusst gewählt. Es zeigt einen Ausschnitt aus einem Werk von Giuseppe Arcimboldo (1526–1593), einem italienischen Maler der Spätrenaissance, speziell des Manierismus, aus Mailand. Berühmt sind seine Porträts, die er aus Früchten und Gemüse komponierte und damit überraschende Wirkungen erzielt.

Pflanzliches Eisen ist viel wertvoller, als man bisher dachte. Dies ist eine zentrale Botschaft des vorliegenden Buches. Ist das nicht auch überraschend?

Bonn
im April 2021

Prof. Dr. Klaus Günther

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird in diesem Buch überwiegend das generische Maskulinum verwendet. Dies impliziert immer beide Formen, schließt also die weibliche Form mit ein.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
	Literatur	5
2	Biochemie des Eisens	7
2.1	Die Häm-Gruppe	8
2.2	Myoglobin und Hämoglobin	10
2.3	Ferritin und Hämosiderin	13
2.4	Transferrin	14
2.5	Eisenzyme	15
2.6	Eisen im Hirnstoffwechsel	18
2.7	Eisen im Immunsystem	23
	Literatur	27
3	Systemische Eisenhomöostase	29
3.1	Eisenabsorption und Eisenrecycling	29
3.2	Molekularer Mechanismus der Eisenreduktion	32
3.3	Regulation durch Hepcidin	35
	Literatur	40
4	Anämie und Eisenmangel	43
4.1	Weltweite Problematik	44
4.2	Weitere Ursachen	47
	Literatur	49
5	Diagnostik von Eisenmangelzuständen	51
5.1	Grunddiagnostik	51
5.2	Weiterführende Diagnostik	54
	Literatur	61
6	Der Eisenbedarf	63
6.1	Internationale Referenzwerte	63
6.2	Nährstoffbezugswert für die tägliche Zufuhr von Eisen	73
6.3	Obergrenze der Eisenzufuhr	74
	Literatur	79

7	Bioverfügbarkeit	81
7.1	Speziesanalytik von Eisen in Lebensmitteln	85
7.2	Nahrungsbestandteile und Homöostase	91
7.3	Eigenschaften und Aufnahme von Ferritin	93
	Literatur	102
8	Ernährung bei Eisenmangel	105
8.1	Eisengehalte in Lebensmitteln	105
8.2	Die Eisen-Negativ-Liste	120
8.3	Beispiele für eisenhaltige Gerichte	124
8.4	Faustregeln für eine optimale Eisenversorgung	127
	Literatur	129
9	Eisen und besondere Ernährungsformen	131
9.1	Vegetarische und vegane Ernährung	131
9.2	Kindheit, Jugend und Alter	141
9.3	Schwangerschaft und Stillperiode	143
9.4	Sportliche Aktivitäten	144
	Literatur	146
10	Eisensupplementierung	149
10.1	Arzneimittel	149
10.2	Nahrungsergänzungsmittel	151
	Literatur	155
	Stichwortverzeichnis	157