

Bernd Röhrig

**Der Zink- und Kupfergehalt von
Lebensmitteln aus ökologischem Landbau
und der Zink- und Kupferverzehr
erwachsener Vegetarier**

Doktorarbeit / Dissertation

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

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

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

Copyright © 1998 Diplom.de
ISBN: 9783832410384

**Der Zink- und Kupfergehalt von Lebensmitteln aus
ökologischem Landbau und der Zink- und Kupferverzehr
erwachsener Vegetarier**

Bernd Röhrig

Der Zink- und Kupfergehalt von Lebensmitteln aus ökologischem Landbau und der Zink- und Kupfer- verzehr erwachsener Vegetarier

Dissertation
an der Friedrich-Schiller-Universität Jena
Juni 1998 Abgabe



Diplomarbeiten Agentur
Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke
und Guido Meyer GbR

Hermannstal 119 k
22119 Hamburg

agentur@diplom.de
www.diplom.de

ID 1038

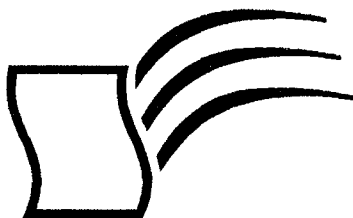
Röhrig, Bernd: Der Zink- und Kupfergehalt von Lebensmitteln aus ökologischem Landbau und der Zink- und Kupferverzehr erwachsener Vegetarier / Bernd Röhrig –
Hamburg: Diplomarbeiten Agentur, 1998
Zugl.: Jena, Universität, Dissertation, 1998

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey, Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke & Guido Meyer GbR
Diplomarbeiten Agentur, <http://www.diplom.de>, Hamburg
Printed in Germany



Diplomarbeiten Agentur

Wissensquellen gewinnbringend nutzen

Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Magisterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

Wettbewerbsvorteile verschaffen – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

<http://www.diplom.de> bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

Individueller Service – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit

Ihr Team der Diplomarbeiten Agentur

Dipl. Kfm. Dipl. Hdl. Björn Bedey –
Dipl. Wi.-Ing. Martin Haschke —
und Guido Meyer GbR —

Hermannstal 119 k —
22119 Hamburg —

Fon: 040 / 655 99 20 —
Fax: 040 / 655 99 222 —

agentur@diplom.de —
www.diplom.de —

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Zink und Kupfer	3
2.2	Vegetarische Ernährungsweise	13
2.3	Ökologische Landwirtschaft	16
3	Material und Methoden	19
3.1	Material	19
3.1.1	Lebensmittel aus ökologischem Landbau	19
3.1.2	Die Zink- und Kupferaufnahme erwachsener Vegetarier und Mischköstler.	20
3.2	Probenaufbereitung	22
3.3	Messung	22
3.4	Auswertung	24
4	Ergebnisse	25
4.1	Zink- und Kupfergehalt der Lebensmittel aus ökologischem Landbau	25
4.1.1	Zinkgehalt der Lebensmittel aus ökologischem Landbau	26
4.1.1.1	Zinkgehalt verschiedener Fruchtarten	26
4.1.1.2	Zinkgehalt verschiedener Gemüsearten	27
4.1.1.3	Zinkgehalt ausgewählter Speisehülsenfrüchte und Ölsaaten	28
4.1.1.4	Zinkgehalt der Gewürze und Küchenkräuter	30
4.1.1.5	Zinkgehalt von Kaffee, Schokolade, Tee und Kakao	31
4.1.1.6	Zinkgehalt von Zucker, Honig, Bonbons, süßem Brotaufstrich, Pudding und Fertigsuppen	33
4.1.1.7	Zinkgehalt von Getreide, Getreideerzeugnissen und Backwaren	35
4.1.1.8	Zinkgehalt der Milch und Milchprodukte	40
4.1.1.9	Zinkgehalt von Fleisch, Wurst, Eiern, vegetarischem Brotaufstrich und Tofu	41
4.1.1.10	Zinkgehalt pflanzlicher Lebensmittel in Abhängigkeit von der Zeit und den Anbaubedingungen	43
4.1.1.11	Diskussion zum Zinkgehalt der Lebensmittel aus ökologischem Landbau .	44

4.1.2 Kupfergehalt der Lebensmittel aus ökologischem Landbau	49
4.1.2.1 Kupfergehalt verschiedener Fruchtarten	49
4.1.2.2 Kupfergehalt verschiedener Gemüsearten	50
4.1.2.3 Kupfergehalt ausgewählter Speisehülsenfrüchte und Ölsaaten	51
4.1.2.4 Kupfergehalt der Gewürze und Küchenkräuter	52
4.1.2.5 Kupfergehalt von Kaffee, Schokolade, Tee und Kakao	53
4.1.2.6 Kupfergehalt von Zucker, Honig, Bonbons, süßem Brotaufstrich, Pudding und Fertigsuppen	54
4.1.2.7 Kupfergehalt von Getreide, Getreideerzeugnissen und Backwaren	56
4.1.2.8 Kupfergehalt der Milch und Milchprodukte	60
4.1.2.9 Kupfergehalt von Fleisch, Wurst, Eiern, vegetarischem Brotaufstrich und Tofu	62
4.1.2.10 Kupfergehalt pflanzlicher Lebensmittel in Abhängigkeit von der Zeit und den Anbaubedingungen	63
4.1.2.11 Diskussion zum Kupfergehalt der Lebensmittel aus ökologischem Landbau	64
4.2 Der Trockenmasse-, Energie-, Zink- und Kupferverzehr erwachsener Vegetarier und Mischköstler	69
4.2.1 Die Trockenmasse- und Energieaufnahme Erwachsener	69
4.2.1.1 Die Trockenmasseaufnahme der Vegetarier	69
4.2.1.2 Die Energieaufnahme der Vegetarier und Mischköstler	70
4.2.1.3 Die Trockenmasseaufnahme der Mischköstler	71
4.2.1.4 Diskussion zur Trockenmasse- und Energieaufnahme Erwachsener	72
4.2.2 Die Zinkaufnahme Erwachsener	75
4.2.2.1 Die Zinkaufnahme der Mischköstler	75
4.2.2.2 Die Zinkaufnahme der Vegetarier	76
4.2.2.3 Diskussion zur Zinkaufnahme Erwachsener	78
4.2.3 Die Kupferaufnahme Erwachsener	88
4.2.3.1 Die Kupferaufnahme der Mischköstler	88
4.2.3.2 Die Kupferaufnahme der Vegetarier	89
4.2.3.3 Diskussion zur Kupferaufnahme Erwachsener	91
5 Zusammenfassung	99

Literaturverzeichnis

Selbständigkeitserklärung

Danksagung

Lebenslauf

Abkürzungsverzeichnis

ADA	American Dietetic Association
AGÖL	Arbeitsgemeinschaft Ökologischer Landbau e. V.
Ca	Calcium
Cu	Kupfer
cv	Variationskoeffizient
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung e. V.
FS	Frischsubstanz
Fp	Signifikanzniveau bei der einfaktoriellen oder einfach mehrfaktoriellen Varianzanalyse
KM	Körpermasse
n	Anzahl
p	Signifikanzniveau beim t-Test nach Student
r	Korrelationskoeffizient
s	Standardabweichung
T	Temperatur
TS	Trockensubstanz
TS%	Quotient aus Trocken- und Frischsubstanz (in Prozent)
WHO	World Health Organization
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
Zn	Zink

1 Einleitung

Die Zahl der Menschen, die sich vegetarisch ernähren, nimmt in der Bundesrepublik Deutschland ebenso wie in anderen europäischen Ländern zu (Draper et al. 1993, Leitzmann und Hahn 1996). Die Gründe für eine vegetarische Ernährungsweise sind vielfältig (Dwyer 1988, Draper et al. 1993, Sanders und Reddy 1994). Neben dem Verzicht auf den Verzehr von Fleisch, Wurst und Fisch, werden von Personen mit vegetarischer Kostform bestimmte Lebensmittel und Lebensmittelgruppen häufiger verzehrt als von Nichtvegetariern. Mehrere Studien zeigten, daß in der von Vegetariern aufgenommenen Nahrung der Anteil an Früchten, Gemüse, Getreide, Getreideerzeugnissen sowie Vollkornprodukten höher als in der von Mischköstlern ist (Wirths et al. 1987, Rottka et al. 1988, Draper et al. 1993, Sanders und Reddy 1994). Da gesundheitliche Gründe bei der Nahrungsmittelauswahl von Vegetariern eine wichtige Rolle spielen, bevorzugen Vegetarier meist nicht oder nur geringfügig verarbeitete Lebensmittel ohne Zusatzstoffe (Schönhöfer-Rempt und Leitzmann 1989). Aus diesem Grund ist der Anteil der Personen, die Lebensmittel aus kontrolliert ökologischem Landbau konsumieren bei den Vegetariern höher als bei den Mischköstlern (Thefeld et al. 1986, Schönhöfer-Rempt und Leitzmann 1989).

Ökologisch erzeugte Lebensmittel unterscheiden sich von konventionell produzierten nicht nur durch unterschiedliche Düngung, fehlenden Pestizideinsatz und den Fütterungsmethoden, sondern auch hinsichtlich des Einsatzes und des Verarbeitungsgrades der verwendeten Zutaten. Die Auswirkungen des ökologischen Landbaues im Vergleich zur konventionellen Landwirtschaft auf den Zink- und Kupfergehalt von Nahrungsmitteln wurden bisher kaum untersucht bzw. sind unbekannt. Ein Ziel dieser Arbeit war daher, die Zink- und Kupfergehalte häufig verzehrter Lebensmittel aus ökologischem Landbau zu bestimmen und deren Gehalte mit konventionell hergestellten Produkten zu vergleichen. Insbesondere sollte der Einfluß der Erzeugung der Rohlebensmittel und deren Verarbeitung auf den Zink- und Kupfergehalt dieser Lebensmittel geprüft werden. Weiterhin wurden einige, speziell von Vegetariern und/oder Natur- und Vollwertköstlern bevorzugt konsumierte Lebensmittel aus dem ökologischen Landbau hinsichtlich ihres Zink- und Kupfergehaltes analysiert. Die Untersuchungen sollen einen Überblick über das vorliegende Zink- und Kupferangebot ökologisch produzierter Lebensmittel geben.

Die Spurenelementaufnahme Erwachsener resultiert aus der Menge der täglich verzehrten Lebensmittel und Getränke und deren Spurenelementgehalt. Daher ist neben anderen Einflußfaktoren möglicherweise auch ein Einfluß der Kostform auf die Zink- und Kupferaufnahme gegeben. Der Zink- und Kupferverzehr erwachsener Vegetarier wurde anhand der Duplikatmethode in Deutschland bisher nicht ermittelt. Aus diesem Grund erfolgte die Durchführung

einer Duplikatstudie mit Vegetariern. Die Aufnahmedaten der Vegetarier wurden mit denen von Mischköstlern, die ebenfalls an Duplikatversuchen teilnahmen, verglichen. Neben dem Zink- und Kupferverzehr von Vegetariern erfolgte die Bestimmung der Trockenmasseaufnahme, der Energiezufuhr sowie der Zink- und Kupferkonzentration der Nahrungs- und Getränketrockensubstanz. Der Vergleich der Aufnahmedaten der Vegetarier mit denen von Mischköstlern und mit den Empfehlungen der WHO ermöglicht eine Beurteilung der vegetarischen Kostform hinsichtlich der Zink- und Kupferversorgung. Unter Berücksichtigung der Aufnahmedaten, der Verzehrprotokolle und der analysierten Zink- und Kupfergehalte der Lebensmittel sollten Empfehlungen zur Verbesserung der Zink- und Kupferversorgung von Vegetariern und Nichtvegetariern gegeben werden.

Im einzelnen ergaben sich folgende Aufgaben:

- Analyse der Zink- und Kupfergehalte häufig verzehrter Lebensmittel aus kontrolliert ökologischem Landbau und Vergleich mit Lebensmitteln aus konventioneller Erzeugung
- Prüfung der Zink- und Kupferkonzentration ausgewählter, speziell von Vegetariern und/oder Natur- und Vollwertköstlern konsumierten Lebensmitteln aus ökologischem Landbau
- Bestimmung der Trockenmasse- und Energieaufnahme erwachsener Vegetarier und Nichtvegetarier
- Ermittlung des Zink- und Kupferverzehrs von Vegetariern mittels der Duplikatmethode
- Feststellung der Zink- und Kupferaufnahme von Mischköstlern in Abhängigkeit vom Versuchszeitpunkt (1988, 1992, 1996) anhand der Duplikatmethode
- Vergleich der Zink- und Kupferaufnahme der Vegetarier und Mischköstler
- Beurteilung der Zink- und Kupferversorgung von Vegetariern und Nichtvegetariern anhand des Bedarfs und der Verzehrsempfehlungen

2 Literaturübersicht

2.1 Zink und Kupfer

Vorkommen

Kupfer und Zink stehen als Übergangsmetalle in der 1. bzw. 2. Nebengruppe des Periodensystems der Elemente und sind mit den Ordnungszahlen 29 (Kupfer) und 30 (Zink) benachbart. Kupfer befindet sich mit einem Gehalt von rund 70 ppm in der oberen Erdkruste an 25. Stelle der Häufigkeitsliste der Elemente (Willmes 1978) und Zink mit etwa 200 ppm an 23. Stelle der Häufigkeitsliste der Elemente (Willmes 1993). Beide Elemente sind neben Aluminium und Eisen die am häufigsten industriell verwendeten Metalle. Insbesondere Messing, eine Legierung aus Zink und Kupfer, wurde schon von den Griechen und Römern benutzt (Falbe und Regitz 1992). Kupfer wird am häufigsten in der Elektroindustrie und Elektronik als Leitermaterial zur Herstellung von Elektrodrähten und Elektrokabeln eingesetzt. Kupfer spielt gleichfalls als Bestandteil von Legierungen (insbesondere Messing) und der Produktion von Dachabdeckungen, Dachrinnen sowie Rohrleitungen eine wichtige Rolle (Falbe und Regitz 1992, Willmes 1993). Aufgrund seiner guten Wärmeleitfähigkeit findet Kupfer darüber hinaus für Apparaturen in Molkereien, Brauereien, Zuckerfabriken und für die Herstellung von Heizungsrohren und Kühlschlangen Verwendung. In der Landwirtschaft wird Kupfer als Düngemittelzusatz und Fungizid angewandt (Finck 1992, Rousseau 1995, AGÖL 1996). Die Hauptmenge des Zinks wird zum Verzinken von Stahl gebraucht. Zinkpigmente, die Anstichfarben zugesetzt werden, wirken korrosionsschützend (Falbe und Regitz 1992). Weiterhin kommt Zink bei der Herstellung verschiedener Legierungen, in der Münzproduktion, als Zusatz zu Kosmetika, in Fluoreszenzlampen, Batterien und Televisionsgeräten zum Einsatz (Vahrenkamp 1988, Willmes 1993).

Essentialität und Wirkung

Die Essentialität des Kupfers als wichtiger Faktor bei der Hämoglobinbildung wurde von Hart et al. (1928) im Tierversuch ermittelt. Die essentielle Bedeutung des Zinks für ein normales Wachstum konnte wenig später bei Nagetieren demonstriert werden (Todd et al. 1934, Bertrand und Bhattacharjee 1935). Zink und Kupfer sind sowohl aktive als auch strukturbildende Bestandteile zahlreicher Enzyme.

Zink ist Bestandteil von mehr als 200 Enzymen und Hormonen. Zinkmetallenzyme kommen in allen sechs Enzymklassen vor und sind bedeutsam bei der Verdauung von Kohlenhydraten, Fetten und Proteinen, dem Knochenbau, der Regulation des Säure-Basen-Haushaltes, der Synthese von Hämoglobin, dem Abbau von Alkohol, dem Fettsäurestoffwechsel, der Zellteilung, der Genexpression sowie der Nukleinsäure- und Proteinsynthese (Prasad und Oberleas 1971,