

**EINFLUSS DER VEGANEN ERNÄHRUNG
AUF DEN GESUNDHEITS- UND ERNÄHRUNGSSTATUS**

ERGEBNISSE DER DEUTSCHEN VEGAN STUDIE

Dem Fachbereich Chemie der Universität Hannover

**zur Erlangung des Grades
Doktor der Naturwissenschaften
Dr. rer. nat.**

**genehmigte Dissertation
von**

**Annika Waldmann
geboren am 13.07.1974 in Aurich**

2005

Referent: Prof. Dr. Andreas Hahn

Koreferent: Prof. Dr. Claus Leitzmann

Tag der Promotion: 11.11.2004

*Zwei wundervollen Menschen gewidmet:
Meinen Eltern*

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	1
2	LITERATURÜBERSICHTEN	3
2.1	VEGETARISMUS	3
2.1.1	Begrifflichkeiten und Definitionen	3
2.1.2	Klassifizierung und Charakteristika vegetarischer Kostformen	5
2.1.3	Motive für das Praktizieren vegetarischer Kostformen.....	6
2.1.4	Verbreitung vegetarischer Kostformen.....	7
2.1.5	Gesundheitliche Aspekte vegetarischer Kostformen.....	9
2.1.5.1	Lebensmittelzufuhr.....	10
2.1.5.2	Nährstoffzufuhr und -versorgung	11
2.1.5.3	Lebensstil-Faktoren.....	20
2.1.5.4	Morbidität und Mortalität	20
2.2	EISEN UND VEGANE ERNÄHRUNG.....	23
2.2.1	Eisenstoffwechsel.....	23
2.2.1.1	Eisengehalt und Verteilung im menschlichen Organismus	23
2.2.1.2	Nahrungszufuhr und Faktoren mit Einfluss auf die Absorption	24
2.2.1.3	Absorption und Transport	25
2.2.1.4	Speicherung, Turn over und Verluste	26
2.2.2	Bedarf und Zufuhrempfehlungen.....	27
2.2.3	Bestimmung des Eisenstatus	28
2.2.4	Eisenmangel: Prävalenz, Ursachen und Konsequenzen	31
2.2.5	Eisenüberladung	34
2.2.6	Eisen – Risikoparameter für chronische Erkrankungen?	34
2.2.7	Eisenstatus bei vegetarischer und veganer Ernährung	36
2.3	LIPIDE UND VEGANE ERNÄHRUNG	40
2.3.1	Das Lipidprofil – Risikoparameter für kardiovaskuläre Erkrankungen	40
2.3.2	Weitere Risikoparameter für das KHK-Risiko.....	43
2.3.3	Einflussfaktoren auf das Lipidprofil.....	46
2.3.4	Ernährungsstrategien zur Atheroskleroseprävention und –therapie	50
2.3.5	Das Lipidprofil bei vegetarischer und veganer Ernährung.....	51
3	EIGENE UNTERSUCHUNG: DIE DEUTSCHE VEGAN STUDIE.....	54
3.1	ZIEL, DESIGN UND ABLAUF	54
3.2	INSTRUMENTE UND METHODEN.....	56
3.2.1	Beschreibung der Erhebungsinstrumente.....	56

3.2.2	Bestimmung gesundheitsorientierter Daten	58
3.2.3	Bestimmung anthropometrischer Daten, Erhebung klinischer Befunde, Gewinnung der Blutproben.....	58
3.3	STATISTISCHE VERFAHREN.....	60
4	EIGENE ERGEBNISSE.....	63
4.1	DAS DVS-KOLLEKTIV	63
4.1.1	Gewinnung und Auswahl der Teilnehmer	63
4.1.2	Differenzierung des Kollektivs in strikte und moderate Veganer	64
4.1.3	Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft im Kollektiv der moderaten Veganer	65
4.1.4	Charakteristische Kenndaten des Gesamtkollektivs.....	67
4.1.4.1	Geschlechterverteilung	67
4.1.4.2	BMI und Alter.....	67
4.1.4.3	Zigaretten- und Alkoholkonsum.....	69
4.1.4.4	Sportliche Aktivität	70
4.1.4.5	Einnahme hormonhaltiger Präparate	71
4.1.4.6	Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln und anderen Supplementen	71
4.1.4.7	Hauptgrund für die Wahl der veganen Ernährung	74
4.1.4.8	Dauer des Praktizierens der veganen Ernährung	76
4.2	LEBENSMITTEL-, ENERGIE- UND NÄHRSTOFFZUFUHR.....	77
4.2.1	Lebensmittelverzehr	77
4.2.2	Zufuhr an Energie, Makronährstoffen, Alkohol und Ballaststoffen	80
4.2.3	Zufuhr an Mikronährstoffen	83
4.3	EISENSTATUS DER DVS-TEILNEHMERINNEN	85
4.3.1	Vorbemerkungen	85
4.3.2	Differenzierung des Kollektivs gemäß des menopausalen Status	85
4.3.3	Eisenzufuhr und Nahrungsquellen	87
4.3.4	Hämatologischer Status	88
4.3.4.1	Serum-Ferritin.....	89
4.3.4.2	Transferrinsättigung	91
4.3.4.3	MCHC.....	93
4.3.4.4	Hämoglobin	94
4.3.4.5	Eisenmangel bzw. Eisenmangelanämie.....	96
4.3.4.6	Zusammenhänge zwischen hämatologischen Parametern und Ernährungs- faktoren.....	97
4.3.5	Angaben zu Menstruation und Einnahme hormonhaltiger Präparate	98

4.4	ALIMENTÄRE LIPIDZUFUHR UND SERUMLIPIDPROFIL DER DVS-TEILNEHMER UND TEILNEHMERINNEN	101
4.4.1	Vorbemerkungen	101
4.4.2	Alimentäre Fettzufuhr – energetischer Beitrag und Fettsäureprofil	101
4.4.3	Zusammenhänge zwischen Lipidstatusparametern und Ernährungs- faktoren	102
4.4.4	Lipidprofil.....	103
4.4.4.1	Triglyzeride.....	104
4.4.4.2	Gesamt-Cholesterol	107
4.4.4.3	LDL-Cholesterol	110
4.4.4.4	HDL-Cholesterol	112
4.4.4.5	Atherogener Index	115
4.4.4.6	Lipoprotein(a)	117
4.4.4.7	Korrelationen zwischen den Lipidstatusparametern.....	118
5	DISKUSSION.....	119
5.1	LEBENSSTIL	121
5.2	LEBENSMITTEL-, ENERGIE-, MAKRO- UND MIKRONÄHRSTOFFZUFUHR	124
5.3	EISENSTATUS	133
5.4	LIPIDPROFIL	142
5.5	KONSEQUENZEN UND EMPFEHLUNGEN.....	148
6	ZUSAMMENFASSUNG UND FAZIT.....	152
7	SUMMARY	157
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	161
9	ANHANG.....	184

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Eisen-turn-over	27
Abbildung 2: Stoffwechsel von Homocystein	46
Abbildung 3: Zeitlicher Ablauf der DVS	55
Abbildung 4: Teilnehmerauswahl – Vom Studienbeginn bis zur statistischen Analyse.....	64
Abbildung 5: Geschlechterverteilung innerhalb der kostformspezifischen Subkollektive ..	67
Abbildung 6: Histogramm der Altersverteilung im DVS-Kollektiv	69
Abbildung 7: Häufigkeit und Intensität der sportlichen Aktivität im Gesamtkollektiv	71
Abbildung 8: Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln innerhalb der kost- formspezifischen Subkollektive	72
Abbildung 10: Hauptmotiv für die Wahl der veganen Kostform.....	75
Abbildung 11: Boxplots der Dauer der veganen Ernährung unter Berücksichtigung des Alters.....	76
Abbildung 12: Durchschnittlicher Lebensmittelverzehr des DVS-Kollektivs.....	77
Abbildung 13: Boxplots der alimentären Eisenzufuhr im weiblichen Subkollektiv	87
Abbildung 14: Serum-Ferritin-Konzentration in Abhängigkeit des Alters	89
Abbildung 15: Streudiagramme der Serum-Ferritin-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM ermittelten signifikanten Einflussfaktoren	91
Abbildung 16: Transferrinsättigung in Abhängigkeit des Alters.....	91
Abbildung 17: Transferrinsättigung in Klassen unter Berücksichtigung der altersspezifischen Subkollektive	92
Abbildung 18: MCHC-Werte in Abhängigkeit des Alters	93
Abbildung 19: Hämoglobin-Konzentration in Abhängigkeit des Alters	94
Abbildung 20: Streudiagramme der Hämoglobin-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM ermittelten signifikanten Einflussfaktoren	95
Abbildung 21: Prozentualer Anteil der DVS-Teilnehmerinnen mit depletierten Eisenspeichern, Eisenmangel bzw. Eisenmangelanämie differenziert nach den altersspezifischen Kollektiven	96
Abbildung 22: Angaben der DVS-Probandinnen zum Verlauf des Menstruationszyklus...	98
Abbildung 23: Boxplots der Serum-Ferritin-Konzentrationen differenziert nach den Angaben zur Stärke der Regelblutung.....	99
Abbildung 24: Häufigkeit von Menstruationsbeschwerden vor bzw. nach Umstellung auf eine vegane Ernährung.....	100
Abbildung 25: Boxplots der Triglyzerid-Konzentrationen unter Berücksichtigung der Striktheit der Kostform.....	104
Abbildung 26: Streudiagramme der Triglyzerid-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM signifikanten Einflussfaktoren	106

Abbildung 27: Boxplots der Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen unter Berücksichtigung der Striktheit der veganen Ernährung 107

Abbildung 28: Streudiagramme der Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM signifikanten Einflussfaktoren..... 109

Abbildung 29: Streudiagramm der LDL-Konzentration in Abhängigkeit des BMI 110

Abbildung 30: Boxplots der HDL-Konzentration 112

Abbildung 31: Boxplots des Quotienten Gesamt-Cholesterol/HDL-Cholesterol differenziert nach der Striktheit der veganen Ernährung 115

Abbildung 32: Histogramm der Lipoprotein(a)-Konzentrationen im Kollektiv der DVS 117

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Einteilung der vegetarischen Kostformen	5
Tabelle 2: Bewertung der Mikronährstoffzufuhr im Rahmen verschiedener Kostformen ..	19
Tabelle 3: Faktoren mit Einfluss auf die Eisenversorgung	25
Tabelle 4: Empfehlungen zur alimentären Eisenzufuhr	28
Tabelle 5: Referenzbereiche der Eisenstatusparameter für weibliche Kollektive	29
Tabelle 6: Stadien des Eisenstatus im Spiegel fünf hämatologischer Parameter	30
Tabelle 7: Parameter des Tri-Index-Modells	31
Tabelle 8: Alimentär zugeführtes Eisen und Statusparameter vegetarischer Kollektive ...	38
Tabelle 9: Referenzbereiche der Serumlipide im Überblick	43
Tabelle 10: Statusparameter des Lipidprofils vegetarischer Kollektive	53
Tabelle 11: Angaben zur Probenart, Labor und angewandeter Analyseverfahren der in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Blutparameter.....	59
Tabelle 12: Übersicht über statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung, die im Rahmen der DVS verwendet wurden, und deren Voraussetzungen	61
Tabelle 13: Signifikanzniveaus	61
Tabelle 14: Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft im Subkollektiv der moderaten Veganer	66
Tabelle 15: Gesamtenergiezufuhr und anteilige Energiemenge aus Lebensmitteln tierischer Herkunft	66
Tabelle 16: Klassifikation des Übergewichts bei Erwachsenen	68
Tabelle 17: Verteilung der DVS-Probanden auf die BMI-Klassen differenziert nach Geschlecht.....	68
Tabelle 18: Altersabhängige Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln	72
Tabelle 19: Hauptgrund für die Wahl der veganen Ernährungsform.....	75
Tabelle 20: Lebensmittelaufnahme des DVS-Kollektivs	79
Tabelle 21: Prozentualer Anteil der DVS-Teilnehmer, der die D-A-CH-Richtwerte zur Energiezufuhr unterschreitet	80
Tabelle 22: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe und Alkohol	82
Tabelle 23: Prozentualer Anteil des DVS-Kollektivs mit Vitamin-/Mineralstoffzufuhren unterhalb des D-A-CH-Referenzwertes	84
Tabelle 24: Antwortverhalten auf Frage 3.28 des Haupt-Fragebogens: „Befinden Sie sich in den Wechseljahren?“	85
Tabelle 25: Kreuztabelle alters- gegen kostformspezifische Kollektive	86
Tabelle 26: Parameter des hämatologischen Status der DVS-Teilnehmerinnen.....	88
Tabelle 27: Prädiktoren für die Serum-Ferritin-Konzentration ermittelt via ALM.....	90
Tabelle 28: Prädiktoren für die Hämoglobin-Konzentration ermittelt via ALM.....	95

Tabelle 29: Korrelationskoeffizienten (r) und zugehörige Signifikanzniveaus (p) zwischen Serum-Ferritin und weiteren hämatologischen Statusparametern.....	97
Tabelle 30: Prozentualer Energiebeitrag und Zufuhrmengen ausgewählter Fettsäuren .	102
Tabelle 31: Etablierte Statusparameter des Lipidprofils, Lipoprotein(a) sowie Homocystein im Überblick.....	103
Tabelle 32: Prädiktoren für die Triglyzerid-Konzentration ermittelt durch ALM.....	105
Tabelle 33: Prädiktoren für die Gesamt-Cholesterol-Konzentration ermittelt durch ALM	108
Tabelle 34: Prädiktoren für die LDL-Konzentration ermittelt durch ALM.....	111
Tabelle 35: Prädiktoren für die HDL-Konzentration im männlichen Subkollektiv ermittelt durch ALM	113
Tabelle 36: Prädiktoren für die HDL-Konzentration im weiblichen Subkollektiv ermittelt durch ALM	114
Tabelle 37: Prädiktoren für das Verhältnis Gesamt- zu HDL-Cholesterol ermittelt durch ALM.....	116
Tabelle 38: Korrelationskoeffizienten (r) und zugehörige Signifikanzniveaus (p) zwischen den Lipidstatusparametern im Gesamtkollektiv der DVS	118

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS UND GLOSSAR

ALM	Allgemeines Lineares Modell
BgVV	Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin
BLS	Bundeslebensmittelschlüssel
BMI	Body Mass Index
BMR	Basal Metabolic Rate = basale metabolische Rate (Grundumsatz)
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d	Tag
D-A-CH	Deutschland-Österreich-Schweiz
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung
DHA	Docosahexaensäure
d. h.	das heißt
dl	Deziliter
DVS	Deutsche Vegan Studie
EAR	Estimated Average Requirement = geschätzter mittlerer Bedarf (eines Nährstoffes)
EI	Estimated Intake = geschätzte Aufnahme, hier: geschätzte Energieaufnahme
En%	Energieprozent
EPA	Eicosapentaensäure
EPIC	European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition = EPIC ist eine multinationale prospektive Kohortenstudie, die Zusammenhänge zwischen der Ernährung, dem Ernährungsstatus, Lebensstil- und Umweltfaktoren und Inzidenz von Tumorerkrankungen und anderen chronischen Erkrankungen untersucht. Derzeit sind 520 000 Personen aus zehn europäischen Ländern (23 Zentren) eingeschlossen. Die Rekrutierung fand 1993-1999 statt. Es ist vorgesehen, die Studienteilnehmer mind. zehn Jahre lang im Rahmen des Follow Ups zu beobachten.
e. V.	eingetragener Verein
FAO	Food Agriculture Organisation
Ges.-Chol.	Gesamt-Cholesterol
g	Gramm
Hb	Hämoglobin
HDL	High Density Lipoprotein = Lipoprotein mit hoher Dichte
i. d. R.	in der Regel
inkl.	inklusive

(International) Task Force	International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease = Seit 1987 bestehende gemeinnützige Stiftung, deren Ziel darin besteht, die auf internationaler Ebene verfügbaren Informationen zur Prävention koronarer Herzkrankheiten zu sammeln und verfügbar zu machen.
Kap.	Kapitel
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
KHK	Koronare Herzerkrankungen
kJ	Kilojoule
l	Liter
LDL	Low Density Lipoprotein = Lipoprotein mit geringer Dichte
LOV	Lakto-Ovo-Vegetarier
m	männlich
MCHC	Mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten
MCV	Mittleres zelluläres Volumen
mg	Milligramm
ml	Milliliter
mind.	mindestens
MJ	Megajoule
MV	moderate Veganer der DVS; Lebensmitteln tierischen Ursprungs tragen zu maximal 5% der Gesamtenergiezufuhr bei.
mmol	Millimol
µmol	Mikromol
n	Anzahl
ng	Nanogramm
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey = in regelmäßigen Abständen auf nationaler Ebene durchgeführte Querschnittsstudie in den U.S.A., mit dem Ziel Informationen zum Ernährungs- und Gesundheitsstatus der U.S.-amerikanischen Bevölkerung zu gewinnen.
n.s.	nicht signifikant
NVS	Nationale Verzehrsstudie = zwischen 1985 und 1988 wurden 23 000 westdeutsche Bürger in einer repräsentativen Querschnittsstudie mit Hilfe von Verzehrsprotokollen nach ihren Ernährungsgewohnheiten befragt.
OV	Omnivoren
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PROCAM	Prospektive Cardiovasculäre Münster-Studie = seit 1978 durchgeführte bevölkerungsorientierte Untersuchung zur Erforschung der Ursachen des Herzinfarktes. Bisher wurden ca. 40 000 Arbeitnehmer aus großen Betrieben und Behörden in Westfalen und dem nördlichen Ruhrgebiet untersucht und nachbeobachtet.

r	Korrelationskoeffizient nach Pearson
r_s	Korrelationskoeffizient nach Spearman
RDA	Recommended Dietary Allowances = Empfohlene Zufuhr. Die RDA werden in einer Höhe festgelegt, die den Bedürfnissen nahezu aller Personen (97-98 %) einer Bevölkerung gerecht werden sollen. Damit entspricht der RDA-Wert den DA-CH-Referenzwerten.
ROS	Reaktive Sauerstoffspezies
SD	standard deviation = Standardabweichung
s. u.	siehe unten
SV	strenge Veganer der DVS, rein pflanzliche Kost
u. a.	und andere
UNU	United Nations University
U.S.A.	United States of Amerika
V	Veganer
VERA	Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik = mit einem Teilkollektiv der NVS (n=2 006, über 18-Jährige) durchgeführte Untersuchung, bei denen zusätzlich klinisch-chemische und –biochemische Parameter untersucht wurden.
vgl.	vergleiche
VLDL	Very Low Density Lipoprotein = Lipoprotein mit sehr geringer Dichte
vs.	versus
w	weiblich
WHO	World Health Organisation
WHR	Waist-to-Hip-Ratio
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil

1 EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die ernährungsphysiologische Bewertung vegetarischer Ernährungsformen wurde lange Zeit kontrovers diskutiert. Immer wieder wurde die Frage aufgeworfen, ob eine „fleischlose“ Kostform dazu geeignet sei, eine adäquate Versorgung mit Makro- und Mikronährstoffen zu gewährleisten. Vorurteile gegenüber dem Vegetarismus als Mangelernährung sind aus heutiger wissenschaftlicher Sicht allerdings nicht mehr haltbar. So kann unter Berücksichtigung der aktuellen Literaturlage davon ausgegangen werden, dass eine überwiegend pflanzliche Ernährung (lakto-ovo-vegetarische Ernährung) günstige Effekte auf die menschliche Gesundheit aufweist. Vielfältige internationale Untersuchungen zeigen, dass vegetarische Ernährungsformen grundsätzlich nicht nur in der Lage sind, eine adäquate Nährstoffversorgung zu gewährleisten, sondern zudem auch ein hohes präventives Potenzial besitzen. Epidemiologische Studien belegen eindrucksvoll die geringe(re)n Inzidenz- und Mortalitätsraten bezüglich neoplastischer und kardiovaskulärer Erkrankungen in vegetarischen Kohorten (vgl. Kapitel 2.1.5.4). Diese Tatsache mag zum einen durch den allgemein gesundheitsbewussteren Lebensstil von Vegetariern (vgl. Kapitel 2.1.5.3), zum anderen aber auch erheblich durch die Lebensmittelauswahl hervorgerufen werden, die im Wesentlichen den Empfehlungen zur gesund erhaltenen Ernährung entspricht (vgl. Kapitel 2.1.5.1).

Nach wie vor strittig ist die Frage, ob die gesundheitlichen Vorteile für alle Formen des Vegetarismus zu erwarten sind. Denn eben so wenig wie „der Fleischesser“ existiert, findet sich „der Vegetarier“. D. h. auch der Vegetarismus wird in unterschiedlichen Formen praktiziert, bei denen ein stark variierendes Spektrum an Lebensmitteln verzehrt werden kann (vgl. Kapitel 2.1.2). Die in der Allgemeinbevölkerung häufig zu findende Interpretation von „vegetarisch“ als „fleischlos“ ist aus wissenschaftlicher Sicht nicht differenziert genug und wird den in der Praxis existierenden mannigfaltigen Formen der vegetarischen Ernährungsweise keineswegs gerecht. Dabei ist gerade das verzehrte Spektrum an Lebensmitteln für die ernährungsphysiologische Bewertung des Vegetarismus' ausschlaggebend. Derzeit wird speziell eine pflanzenbetonte Ernährungsweise, die geringe Anteile an Lebensmitteln tierischer Herkunft enthält, als vorteilhaft angesehen. Immer noch kontrovers diskutiert wird hingegen, ob die positiven, präventiven Effekte einer überwiegend pflanzlichen Ernährung auch durch eine rein pflanzliche Kost (vegane Kost) hervorgerufen werden und/oder ob nicht langfristig gesehen eher negative Auswirkungen zu erwarten sind. Dementsprechend wird und

wurde bei veganer Ernährung beispielsweise eine adäquate Versorgung mit Nährstoffen, die in größerer Menge bzw. in höherer Bioverfügbarkeit in Lebensmitteln tierischen Ursprungs vorkommen (z. B. Vitamin B₂, B₆, B₁₂, Eisen, Kalzium, Jod, Zink), immer wieder in Frage gestellt.

Die Klärung dieser Frage wurde bislang auch dadurch erschwert, dass die vegane Kost in Vegetarier-Studien vielfach nicht differenziert untersucht wurde. So berücksichtigten vor allem ältere Untersuchungen mit „Vegetariern“ nicht, dass der Vegetarismus in unterschiedlichen Ausprägungen praktiziert wird. In den seltenen Fällen, in denen Veganer untersucht wurden, sind die Studienkollektive durchweg sehr klein. So bleibt ungewiss, inwieweit Untersuchungen mit veganen Studienkollektiven in der Größenordnung von minimal zehn (WILSON UND BALL 1999) bis maximal 38 Probanden (DRAPER ET AL. 1993) dazu geeignet sind, generelle Aussagen über das Ernährungsverhalten und den Gesundheitsstatus von Veganern zu treffen.

Die vorliegende Arbeit ist im Rahmen der Deutschen Vegan Studie (DVS) entstanden. Diese Untersuchung ist die erste Querschnittsstudie, die ein größeres Kollektiv von Veganern umfasst (Kapitel 4.1). Außerdem stellt sie die erste Untersuchung dieser Art für Deutschland dar. Mit Teilergebnissen dieses groß angelegten Studienprojekts befassen sich unter anderem die Dissertationen von DÖRR (1998) und KOSCHIZKE (in Vorbereitung). Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die **Auswirkungen einer veganen Lebensweise auf den Ernährungs- und Gesundheitsstatus** zu evaluieren. Dabei sollten insbesondere die Auswirkungen auf den *Eisenstatus im weiblichen Teilkollektiv* (Kapitel 4.3) der Studie sowie auf das *Lipidprofil* des Gesamtkollektivs (Kapitel 4.4) herausgearbeitet werden. Um Beziehungen zu Ernährungsverhalten und Lebensstil aufzeigen und im Rahmen der abschließenden Diskussion bewerten zu können, erfolgt vorab eine Darstellung der erhobenen Daten zum *Ernährungsverhalten* (Kapitel 4.2, Lebensmittelzufuhr sowie der daraus errechneten Zufuhr von Energie, Makro- und Mikronährstoffen) und zu *charakteristischen Lebensstilfaktoren* (Kapitel 4.1.4).

2 LITERATURÜBERSICHTEN

2.1 VEGETARISMUS

Zwischen vegetarischen und veganen Kostformen gibt es vielfältige Überschneidungen, was im allgemeinen Sprachgebrauch häufig dazu führt, dass die beiden Termini undifferenziert und falsch benutzt werden. Aus diesem Grund wird zunächst eine Definition von Begrifflichkeiten vorgenommen (Kapitel 2.1.1), wobei die Charakteristika der unterschiedlichen Ausprägungen vegetarischer Kostformen aufgezeigt werden (Kapitel 2.1.2). Anschließend werden Motive (Kapitel 2.1.3), Verbreitung (Kapitel 2.1.4) sowie gesundheitliche Aspekte vegetarischer Kostformen näher erörtert (Kapitel 2.1.5).

Auf die Darstellung historischer Aspekte des Vegetarismus wird hier verzichtet; es sei auf die Arbeiten von SPENCER (1995), DOMBROWSKI (1985) und HAUBLEITNER (1935) verwiesen.

2.1.1 BEGRIFFLICHKEITEN UND DEFINITIONEN

Die deutschen Bezeichnungen „**vegetarisch**“, „Vegetarier“ und „Vegetarismus“ wurden aus dem englischen Begriff „vegetarian“ abgeleitet, der wiederum auf das lateinische Wort „vegetare“ (beleben, wachsen) zurückgeht (LEITZMANN und HAHN 1996, S 14). SUSSMAN geht unter Berufung auf Geoffrey L. Rudd, den ehemaligen Sekretär der „English Vegetarian Society“, davon aus, dass der Begriff „vegetarian“ 1842 in England als Ersatz für die bis dahin gängigen Bezeichnungen „Gemüsekost“ bzw. „fleischlose Kost“ aus dem lateinischen „vegetus“ (ganz, gesund, lebendig, frisch) gebildet wurde (SUSSMAN 1996, S 13f.). Anderen Quellen zufolge wurde „vegetarian“ als Begriff jedoch erst fünf Jahre später geprägt. So gilt das Protokoll der Gründungssitzung der „Vegetarian Society of the United Kingdom“ vom 30. September 1847 als ältester schriftlicher Beleg (OLIVANT 2003, STEPANIAK 2003). Unstrittig hingegen ist die Bedeutung des Wortes, die sich seit 1842 (bzw. 1847) nicht verändert hat. Demnach gilt als „vegetarian“:

„[...] a person, who does not eat meat, fish, or fowl, and who may or may not eat dairy products or eggs“

(STEPANIAK 2003, SUSSMAN 1996, S 13f.).

Der Begriff „**vegan**“ – eine Verkürzung des Wortes „**vegetarian**“ – wurde knapp 100 Jahre später von Donald Watson geprägt (SPENCER 1995, S 317). Als Alternativen für die Bezeichnung der strikt vegetarischen Kostform wurden „allvega“, „total vegetarian“, „neo-vegetarian“, „dairyban“, „vitan“, „benevore“ und „bellevore“ diskutiert (FARHALL 1994). Der älteste schriftliche Beleg für das Wort „vegan“ findet sich laut WATSON (1988) in der Erstausgabe der „The Vegan News“, der Vereinszeitschrift der im November 1944 gegründeten „Vegan Society“¹:

“ ‘Vegetarian’ and ‘Frutarian’ are already associated with societies that allow the “fruits” of cows and fowls, therefore [...] we must make a new and appropriate word [...] I have used the title “The Vegan News”. Should we adopt this, our diet will soon become known as the *vegan* diet, and we should aspire to the rank of *vegans*.”

Im Gegensatz zur Definition des Wortes „Vegetarier“, die sich rein auf diätetische Merkmale bezieht, umfasst die Definition des Wortes „Veganismus“ weit mehr: Der Veganismus stellt nicht nur eine spezifische Ernährungsform dar, sondern ist zudem mit einer besonderen Lebensphilosophie assoziiert. Dies wird auch in dem “Memorandum of Association” der Vegan Society deutlich, das den Begriff “Veganismus” wie folgt definiert:

“[...] ‘veganism’ denotes a philosophy and way of living which seeks to exclude – as far as is possible and practical – all forms of exploitation of, and cruelty to, animals for food, clothing or any other purpose; and by extension, promotes the development and use of animal-free alternatives for the benefit of humans, animals, and the environment.”

(VEGAN SOCIETY 1979)

Allerdings besteht zwischen dem in der Definition formulierten Anspruch und der Realität eine Diskrepanz, denn wie in Kapitel 2.1.3 aufgezeigt, sind Veganer nicht zwangsläufig ethisch motiviert, sondern fällen die Entscheidung pro vegan vielfach auch auf Grund gesundheitlicher Überlegungen.

¹ Die Vegan Society ist eine von einer Gruppe um Donald Watson und Elsie Shrigley in Großbritannien gegründete Interessenvertretung.

2.1.2 KLASSIFIZIERUNG UND CHARAKTERISTIKA VEGETARISCHER KOSTFORMEN

Vegetarische Kostformen existieren in einer Vielzahl von Ausprägungen, was zu den schon angesprochenen Abgrenzungsproblemen führt. Charakteristisches Merkmal aller vegetarischen Ernährungsformen ist jedoch, dass Lebensmittel pflanzlicher Herkunft den Speiseplan dominieren, während der Verzehr von Produkten, die aus **getöteten** Tieren hergestellt werden, abgelehnt wird.

Tabelle 1: Einteilung der vegetarischen Kostformen (nach Leitzmann und Hahn 1996, S 15)

Bezeichnung der Kostform:	Im Speiseplan <u>nicht</u> enthaltene Lebensmittel:
Lakto-Ovo-Vegetarismus	Fisch und Fleisch sowie daraus hergestellte Produkte
Lakto-Vegetarismus	Fisch, Fleisch und Eier sowie daraus hergestellte Produkte
Ovo-Vegetarismus	Fisch, Fleisch und Milch sowie daraus hergestellte Produkte
Veganismus	
- strikte Vegetarier	Fisch, Fleisch, Milch und Eier sowie daraus hergestellte Produkte, evtl. auch Honig
- Rohköstler	(fast) alle vom Tier stammenden Lebensmittel sowie jede erhitzte Nahrung ²

Eine mögliche Einteilung vegetarischer Kostformen kann an Hand der Strenge bzw. des Meidens bestimmter Lebensmittelgruppen vorgenommen werden (Tabelle 1). Der **Lakto-Ovo-Vegetarismus** ist dabei die in Deutschland am weitesten verbreitete und am wenigsten eingeschränkte vegetarische Kostform. Der **Veganismus** hingegen stellt die strikteste Form des Vegetarismus dar. Vegan lebende Personen lehnen den Verzehr jeglicher Lebensmittel tierischer Herkunft ab. Zu den gemiedenen Produkten, kann – je nach Standpunkt – auch Bienenhonig gehören. Hinzu kommt, dass Veganer vielfach ebenso das Tragen von Woll- bzw. Lederkleidung sowie die Benutzung von Gebrauchsgegenständen, die aus tierischen Materialien hergestellt wurden (z. B. Hornkäämme und Echthaarpinsel), ablehnen und stattdessen auf Alternativen zurückgreifen (SCHÖNHÖFER-REMPT und LEITZMANN 1989, LEITZMANN und WINZEN 1983). Die in Tabelle 1 aufgezeigte Klassifizierung ist allerdings rein schematischer Natur, da in der Praxis zahlreiche **Übergangs- und Mischformen** existieren. Personen, die neben einer stark pflanzlich-orientierten Kost nur noch sehr selten Fleisch und Fleischprodukte

² Die Rohkost-Ernährung kann als vegane Ernährungsform praktiziert werden, denkbar sind jedoch auch lakto-ovo-vegetarische und Mischkost-Varianten.

(**Semi-Vegetarier**) oder Fisch (**Pesco-Vegetarier**) verzehren, sind dabei von besonderer Bedeutung. Mögliche Schwachpunkte einer vegetarischen Ernährung (vgl. Kapitel 2.1.5) können mit diesem Ernährungsverhalten vermieden werden. Aber gerade diese Personen – ebenso wie sog. **Pudding-Vegetarier**, die zwar den Verzehr von Fleisch und Fleischprodukten ablehnen, in deren Speiseplan jedoch vorwiegend stark verarbeitete Lebensmittel mit niedriger Nährstoffdichte einen großen Stellenwert einnehmen – stellen in wissenschaftlichen Studien ein Problem dar. So erschwert die Heterogenität der als Vegetarier klassifizierten Personen die Interpretation und den Vergleich von Daten unterschiedlicher Studien.

Auch beim **Übergang** von einer vegetarischen zu einer veganen Kostform existieren Mischformen, die als „**annähernd vegan**“ bezeichnet werden können, jedoch noch geringe Anteile tierischer Lebensmittel enthalten. Als Beispiele können die Kostformen nach Diamond und Diamond („Fit for life“) sowie nach Bruker angesehen werden. Beide Ernährungsformen sind stark pflanzlich ausgerichtet, erlauben allerdings den Verzehr von Milch und Milchprodukten in geringen Mengen (BRUKER 1987, S 324-333, DIAMOND und DIAMOND 1986, S 175-208).

2.1.3 MOTIVE FÜR DAS PRAKTIZIEREN VEGETARISCHER KOSTFORMEN

Die Entscheidung für eine vegetarische Kostform kann zum einen punktuell durch Schlüsselerlebnisse, eigene Erfahrungen und/oder Überlegungen (z. B. Besuch eines Schachthofes) ausgelöst werden. Zum anderen kann ein langfristiger Entscheidungsprozess vorausgehen, dem vielfältige Aspekte zu Grunde liegen. Die Motive für das Wählen und insbesondere für die Einhaltung einer vegetarischen Kostform unterliegen zudem vielfach einem Wandlungsprozess: Standen am Anfang evtl. gesundheitliche Aspekte (wie beispielsweise Allergien, Nahrungsmittelunverträglichkeiten, etc.) im Vordergrund, können diese im Laufe der Zeit von ethischen oder ästhetischen Gründen (z. B. Ablehnung von Massentierhaltung, Abneigung gegen den Anblick toter Tiere) abgelöst werden (BARR und CHAPMAN 2002, BEARDSWORTH und KEIL 1991, LEITZMANN und WINZEN 1983, DWYER et al. 1974).

Will man die Vielzahl möglicher Gründe zusammenfassen, bietet es sich an, zwischen **weltanschaulichen** (ethischen, religiösen, philosophischen) und **naturwissenschaftlichen** (gesundheitlichen, hygienischen, kosmetischen, ökologischen bzw. ökonomischen) **Gründen** zu differenzieren (LEITZMANN und WINZEN 1983). Verschiedene Untersuchungen belegen, dass trotz der Diversität möglicher Gründe ethisch-religiöse bzw. gesundheitliche Motive dominieren (LARSSON et al. 2003, BARR und CHAPMAN 2002, WORSLEY und SKRZYPIEC 1998, SANTOS und BOOTH 1996, JANELLE und BARR 1995,

BEARDSWORTH und KEIL 1991, ROSS 1991, S 34f., SCHÖNHÖFER-REMPF 1988, CLAUDE et al. 1987, THEFELD et al. 1986). Die genannten Untersuchungen konnten die Annahme, dass mit zunehmender Striktheit der vegetarischen Ernährung ethische Motive im Entscheidungsprozess dominieren (vgl. LEITZMANN und HAHN 1996, S 19), nicht bestätigen. Unter Berücksichtigung der dem Veganismus zu Grunde liegenden Definition (vgl. Kapitel 2.1.1) kann allerdings gesagt werden, dass der Veganismus an sich – im Gegensatz zum Vegetarismus – eine ethische Komponente beinhaltet. Jedoch sind diese ethischen Gesichtspunkte offenbar in der Praxis der Veganer schwächer ausgeprägt als gesundheitliche Motive.

2.1.4 VERBREITUNG VEGETARISCHER KOSTFORMEN

Die Anzahl von Vegetariern kann zum heutigen Zeitpunkt zwar nur geschätzt werden, dennoch scheint ihr Anteil an der (bundesdeutschen) Bevölkerung in den letzten Jahren zugenommen zu haben. So lebten 1995 nach Untersuchungen der Vegetarierverbände allein in sieben europäischen Ländern ca. 9 Millionen Vegetarier. Mit 3,5 Millionen Personen (entsprechend 7% der Bevölkerung) fand sich der größte Vegetarieranteil in Großbritannien; von diesen Menschen ernährten sich wiederum 200 000 Personen vegan. In Deutschland hingegen ernährten sich zu diesem Zeitpunkt etwa 2,9 Millionen Menschen **vegetarisch** (entsprechend 3,6 % der damaligen bundesdeutschen Bevölkerung), mit einem Veganeranteil von 250 000 Personen (LEITZMANN und HAHN 1996, S 13). Aus einer Schätzung des Vegetarierbunds Deutschlands e.V., geht hervor, dass im Jahr 2000 bereits **ca. 7% der bundesdeutschen Bevölkerung** (entsprechend 5,5 Millionen Menschen) eine vegetarische Ernährungsweise praktizieren sollen (N. N. 2000), was einer Verdoppelung des Vegetarieranteils in der bundesdeutschen Bevölkerung seit der letzten Untersuchung aus dem Jahr 1995 entspräche. Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass ein Vegetarieranteil von 7 % der bundesdeutschen Bevölkerung eher eine positive Abschätzung nach oben darstellt, so gaben im Rahmen des Bundes-Gesundheitssurveys 8 % der Frauen und 3 % der Männer der repräsentativen Stichprobe an, eine vegetarische Ernährung zu praktizieren (MENSINK 2001, S 13).

Aktuell bestätigte Zahlen zur Verbreitung des Veganismus in der erwachsenen Bevölkerung liegen lediglich für Großbritannien und die Vereinigten Staaten von Amerika vor: Nach Angaben der Vegan Society ernähren sich in Großbritannien rund 250 000 Personen **vegan** (TOMS 2002), bei einem prozentualen Anteil der Vegetarier an der Gesamtbevölkerung von 7 % (POVEY et al. 2001). Im Gegensatz zum europäischen Kontinent lag der Vegetarier- und Veganeranteil in der U.S.-amerikanischen Bevölkerung

im Jahr 2000 deutlich niedriger bei 2,5 % (entsprechend 4,8 Millionen Menschen), mit einem Anteil vegan lebender Menschen von weniger als 1 % der Vegetarier (entsprechend weniger als 48 000 Personen) (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION UND DIETITIANS OF CANADA 2003).

In Umea in Schweden scheint eine „vegetarisch – vegane Hochburg“ zumindest bei den Jugendlichen zu existieren. Der Anteil an Vegetariern liegt bei 8,8 %, der der Semi-Vegetarier bei 3,5 %. Zusätzlich ernähren sich dort 3,3 % der Jugendlichen vegan. In Stockholm (vegan: 0,4 %; lakto-ovo-vegetarisch: 1,8 %; semi-vegetarisch: 2,6 %) und in Bergen (Norwegen; vegan: 0,1 %; lakto-ovo-vegetarisch: 1,4 %; semi-vegetarisch: 2,3 %) hingegen liegen die Quoten deutlich niedriger (LARSSON et al. 2003, LARSSON et al. 2001).

Befragungen **Jugendlicher** und **junger Erwachsener** zeigen, dass diese stärker als ältere Menschen vegetarische Kostformen bevorzugen. So geht die Vegetarian Society UK (1991) davon aus, dass sich ca. 8 % der 11-18-jährigen vegetarisch ernähren. In den USA ist die Differenz zwischen Jung und Alt deutlich ausgeprägter: Nach den Untersuchungen von PERRY et al. (2001) kann ein Vegetarieranteil von ca. 6% der Heranwachsenden angenommen werden. Wird diese Zahl um die Anzahl der Semi-Vegetarier bereinigt, sinkt der Vegetarieranteil jedoch auf ca. 2 % (mit einem errechneten Veganeranteil von 0,13 % der Heranwachsenden) (PERRY et al. 2002) und liegt damit auf vergleichbarem Niveau wie bei den Erwachsenen (AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION UND DIETITIANS OF CANADA 2003).

Bei Betrachtung der geschlechtsspezifischen Verteilung scheint es, dass Frauen stärker als Männer zu vegetarisch ausgerichteten Kostformen tendieren. In der Mehrzahl der Untersuchungen mit Beteiligung vegetarisch lebender Personen beträgt das **Geschlechterverhältnis** rund 60 : 40 zu Gunsten der Frauen (z. B. HERRMANN et al. 2003, BARR und CHAPMAN 2002, LIGHTOWLER und DAVIES 2002, TOOHEY et al. 1998, RICHTER et al. 1993, ROTTKA et al. 1988, CLAUDE et al. 1987, LEITZMANN et al. 1987, FREELAND-GRAVES et al. 1986, BROOKS und KEMM 1979). Ob der höhere Frauenanteil hierbei jedoch tatsächlich auf eine höhere Zahl an Vegetarierinnen in der Gesamtbevölkerung oder vielmehr auf die höhere Bereitschaft von Frauen, an wissenschaftlichen Studien teilzunehmen, zurückgeführt werden kann, bleibt fraglich.

2.1.5 GESUNDHEITLICHE ASPEKTE VEGETARISCHER KOSTFORMEN

Seit längerer Zeit wird eine kontroverse Diskussion um die Vor- bzw. Nachteile vegetarischer Kostformen und in jüngerer Zeit auch gesondert um die gesundheitlichen Aspekte der veganen Ernährung geführt. Während die gesundheitlichen Vorteile der lakto-ovo-vegetarischen Kostformen recht gut dokumentiert sind (vgl. LEITZMANN und HAHN 1996), bedürfen vegane Kostformen aufgrund der z. T. eingeschränkten Lebensmittel-Auswahl einer kritischeren Betrachtung. Bislang existieren allerdings nur wenige Daten für rein vegane Kollektive. So gab es in der internationalen Fachliteratur noch vor ca. 15 Jahren lediglich vereinzelte Studien, die sich mit der ernährungsphysiologischen Bewertung einer veganen Kostform bzw. der Darstellung von biochemischen und klinischen Kenndaten von Veganern auseinandersetzen. Erst in jüngster Zeit hat sich die Lage – bedingt durch die Veröffentlichung von Daten zumeist kleinerer Veganerkollektive³ – etwas verbessert (HERRMANN et al. 2003, BISSOLI et al. 2002, LARSSON und JOHANSSON 2002, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, HADDAD et al. 1999a, WILSON und BALL 1999, DRAPER et al. 1993). Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Veröffentlichungen von Daten der britischen EPIC-Kohorte⁴ aus dem Arbeitskreis um Timothy Key⁵ (z. B. Davey et al. 2003, ALLEN et al. 2002, ALLEN et al. 2000).

Abgesehen von den risikomindernden Effekten bezüglich der Morbidität und Mortalität neoplastischer und kardiovaskulärer Erkrankungen (vgl. Kapitel 2.1.5.4), die vegetarische und vegane Kostformen sowie der damit assoziierte Lebensstil (vgl. Kapitel 2.1.5.3) mit sich bringen, werden in diesem Zusammenhang auch potenziell hervorgerufene Nährstoffdefizite (insbesondere Cobalamin, Riboflavin, Vitamin D sowie Kalzium, Zink und Eisen betreffend) diskutiert (DWYER 1999, HAVALA und DWYER 1993, ROTTKA 1990; vgl. Kapitel 2.1.5.2). Da sich Defizite u. a. aus der Zufuhr dieser Substanzen begründen lassen, wird im Folgenden auf die Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr bei vegetarischer und veganer Ernährung eingegangen. Zur Problematik der adäquaten Cobalaminversorgung bei veganer Ernährung sei auf die Dissertation von JOCHEN KOSCHIZKE (in Vorbereitung) verwiesen.

³ Die Datenbasen der genannten Veröffentlichungen umfassen minimal zehn (WILSON und BALL 1999) und maximal 38 vegan lebende Personen (DRAPER et al. 1993).

⁴ Das englische Teilkollektiv umfasst ca. 31 500 vegetarisch lebende Personen (inkl. rund 2 400 vegan lebende Personen), in Publikationen werden die Daten für die britische EPIC-Kohorte oftmals getrennt nach Kostformen dargestellt. Hier liegt also eine wertvolle Datenquelle vor, welche möglicherweise die Auswirkungen einer veganen Ernährung in einem größeren Kollektiv erfasst und damit beschreib- und interpretierbar macht.

⁵ Die Arbeit von ALLEN et al. (2000) stellt Daten von 233 Veganern vor, die aus 2002 von 292 Veganerinnen, während die Datenbasis von DAVEY et al. (2003) Daten von 1 522 vegan lebenden Frauen und 874 vegan lebenden Männern umfasst.

2.1.5.1 Lebensmittelzufuhr

Daten zur Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr werden über Verzehrerhebungen gewonnen. Die gegenwärtig aktuellste Informationsquelle zum Ernährungsverhalten der bundesdeutschen Durchschnittsbevölkerung (Mischköstler) stellen die Daten des Ernährungssurveys als Teilerhebung des Bundesgesundheitsurveys von 1998⁶ dar (MENSINK et al. 2002d). In der vorliegenden Arbeit dienen sie als Vergleichsgrundlage für die Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr. Dabei wird in Kauf genommen, dass in der Berichterstattung weder Angaben zum Anteil vegetarisch lebender Personen gemacht werden, noch dass diese in der Dokumentation differenziert dargestellt werden.

Das **Ernährungsverhalten** der **Durchschnittsbevölkerung** scheint sich in den 1990er Jahren **deutlich verändert** zu haben. Der Konsum pflanzlicher Lebensmittel wie Getreide, Obst und Gemüse ist angestiegen. Ein weiterer (leichter) Anstieg ist beim Verzehr von Fleisch zu verzeichnen, während der Verzehr von Wurstwaren rückläufig ist und der Fischkonsum stagniert. Milch und Käse werden im Vergleich zu den 1980er Jahren häufiger konsumiert, Eier hingegen seltener. Der Verzehr von Speisefetten und Ölen ist ebenso rückläufig wie der Konsum alkoholischer Getränke. Zu den Hauptnahrungsmitteln gehören derzeit Milch und Milchprodukte, Getreide und Brot, Obst und Gemüse sowie Kartoffeln (MENSINK 2002c, S 125-129, MENSINK et al. 2002a, S 82-112). Im Vergleich dazu scheinen die **Verzehrgewohnheiten** von **Vegetariern** während der letzten 50 Jahre eine gewisse **Kontinuität** aufzuzeigen. Lebensmittel, die hauptsächlich verzehrt werden, sind Vollgetreide, dunkle Brotsorten, Kartoffeln, Gemüse und Obst. Anregende Getränke wie Tee und Kaffee werden ebenso wie alkoholische Getränke in der Regel gemieden oder nur bedingt konsumiert (HADDAD und TANZMAN 2003, DONOVAN und GIBSON 1996, SCHÖNHÖFER-REMPT 1988, S 59-70, HARDINGE und CROOKS 1964, HARDINGE et al. 1958, HARDINGE und STARE 1954, MIRONE et al. 1954). Gesonderte Daten zum **Lebensmittelverzehr veganer Kollektive** liegen nur in geringer Anzahl vor. Bedingt durch den Ausschluss aller vom Tier stammender Produkte aus dem Speiseplan zählen Obst und Gemüse zu den Hauptnahrungsmitteln, gefolgt von Getreide(produkten) und Kartoffeln (LARSSON et al. 2001, SANDERS und PURVES 1981).

⁶ Der Bundes-Gesundheitssurvey wurde 1998 vom Robert-Koch-Institut durchgeführt. 7 124 Personen im Alter von 18-79 Jahren füllten einen Fragebogen (Angaben zum gesundheitsrelevanten Verhalten, Lebensbedingungen, Krankheiten, Lebensmittelhäufigkeitsliste) aus und wurden einer körperlichen Untersuchung (inkl. Labordiagnostik) unterzogen. Mit einem Teil dieser Personen (n=4 030; Alter 18-79 Jahre) wurde ein Ernährungssurvey durchgeführt. In einem persönlichen Interview wurde das Ernährungsverhalten an Hand der Ernährungssoftware DISHES 98 bestimmt. Das Programm basiert auf einer vereinfachten „Dietary History“-Methode und erfragt die übliche Ernährung der letzten vier Wochen. Aussagen über aufgenommene Nährstoffe werden mit Hilfe der im Programm integrierten Datenbank für Lebensmittelinhaltsstoffe (BLS; Version II.3) gewonnen (MENSINK 2002a, S 11f., MENSINK 2002b, S 15f.).

RESNICOW et al. (1991) listen Lebensmittel auf, die von Veganern signifikant häufiger verzehrt werden als von Mischköstlern. Der direkte Vergleich verdeutlicht, dass diese Lebensmittel (Mandeln, Cashewkerne sowie daraus hergestellte Butter, getrocknete Früchte, Zitrusfrüchte, Sojamilch, Vollkorngetreide und daraus hergestellte Produkte sowie Samen) im veganen Kollektiv zu 40 % der Energiezufuhr beitragen, während der energetische Beitrag der genannten Lebensmittel bei den Mischköstlern lediglich 7% beträgt.

2.1.5.2 Nährstoffzufuhr und -versorgung

Bei der ernährungsphysiologischen Bewertung von Kostformen können prinzipiell drei Herangehensweisen unterschieden werden:

- (1) Im Sinne eines „*Soll-Vergleichs*“ kann die beobachtete Nährstoffzufuhr mit Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr nationaler bzw. internationaler Fachgremien wie z. B. den D-A-CH-Referenzwerten⁷ verglichen werden.
- (2) Im Sinne eines „*Ist-Vergleichs*“ können die gewonnenen Daten denen der Durchschnittsbevölkerung bzw. anderer Vergleichskollektive gegenüber gestellt werden.
- (3) Geeignete klinische Statusparameter dienen als Bewertungsmaßstab.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde eine Kombination dieser drei Vorgehensweisen angewendet. Sofern Untersuchungen mit klinischen Statusparametern vorlagen, waren diese ausschlaggebend für die Beurteilung. Anderenfalls wurde die beobachtete Zufuhr im Kontext von Zufuhrempfehlungen und Zufuhren bei durchschnittlicher Mischkost bewertet.

Nährstoffzufuhr und –versorgung in der deutschen Durchschnittsbevölkerung

Das in Kapitel 2.1.5.1 aufgezeigte veränderte Ernährungsverhalten der deutschen Durchschnittsbevölkerung spiegelt sich auch bei der Betrachtung der Hauptnährstoffzufuhr deutlich wider. Während in den 1980er Jahren im Mittel noch ca. 40 % der zugeführten Energie über **Fette** aufgenommen wurden (HESEKER et al. 1994a, S 177), liegt der energetische Anteil der Fette im Mittel derzeit bei ca. 33 % der Gesamtenergiezufuhr

⁷ Die aktuellen Referenzwerte zur Nährstoffzufuhr enthalten Sicherheitszuschläge, die sicherstellen sollen, dass nahezu alle Personen (98 %) der jeweils angegebenen Alters- bzw. Bevölkerungsgruppe vor ernährungsbedingten Gesundheitsschäden geschützt werden. Des Weiteren ist die empfohlene Höhe zur Schaffung von Körperreserven bestimmt, so dass bei gesteigertem Bedarf und gleichzeitiger ungenügender Zufuhr auf die Reserven zurückgegriffen werden kann (DGE et al. 2000, S 7f.). Aus diesen Gründen kann bei einer Zufuhr unterhalb der Referenzwerte nicht automatisch für ein Individuum auf eine mangelhafte Versorgung geschlossen werden. Gleichwohl kann sie als Indiz für eine mögliche Unterversorgung dienen (DGE et al. 2000, S 10).

(MENSINK 2001, S 10). Dies bedeutet, dass 75 % der bundesdeutschen Bevölkerung über dem von der DGE empfohlenen Richtwert von 30 En% liegen, aber nur noch etwa 10 % der Bevölkerung mehr als 40 % der zugeführten Energie in Form von Nahrungsfetten aufnehmen. Da Lebensmittel tierischen Ursprungs wie Milchprodukte, Wurstwaren und Fleisch immer noch zu den Hauptfettlieferanten zählen, ist die Fettzufuhr allerdings nach wie vor durch einen hohen Anteil gesättigter Fettsäuren gekennzeichnet (DGE et al. 2000, S 43, MENSINK et al. 2002b, S 21-24). Für die **Kohlenhydratzufuhr** wird derzeit ein energetischer Anteil von mehr als 50 % an der Gesamtenergiezufuhr empfohlen. Auf Bevölkerungsebene beträgt der Kohlenhydratanteil z. Zt. etwa 47 En%. Hauptkohlenhydratlieferanten sind in erster Linie Brot, Süßwaren, Getreide, Obst, Milchprodukte und Kartoffeln (MENSINK et al. 2002b, S 21, 33-37, DGE et al. 2000, S 59). Die quantitativ bedeutendste **Ballaststoffquelle** stellt dementsprechend Brot dar, aber auch über Gemüse, Obst und Kartoffeln nimmt die Durchschnittsbevölkerung bedeutende Mengen auf. Da die Aufnahme von Ballaststoffen bei den Männern im Mittel bei etwa 28,5 g/d liegt und die Frauen durchschnittlich 24,4 g/d konsumieren, wird die empfohlene, tägliche Mindestmenge von 30 g von der Mehrheit der Frauen und etwas mehr als der Hälfte der Männer nicht realisiert (MENSINK et al. 2002b, S 37, DGE et al. 2000, S 62). Zur adäquaten Bedarfsdeckung wird derzeit eine **Proteinzufuhr** von 0,8 g Protein pro Tag und Kilogramm Körpergewicht empfohlen. Diese Menge entspricht einem Anteil von rund 8-10 % der zugeführten Energie. Auf Bevölkerungsebene liegt die Proteinaufnahme bei den Männern im Durchschnitt deutlich über diesem Niveau, während etwa 20 % der Frauen einen täglichen Proteinkonsum von weniger als 0,8 g/kg KG aufweisen (DGE et al. 2000, S 36, MENSINK et al. 2002b, S 29-31). Wird die Zufuhr der **Vitamine** und **Mineralstoffe** betrachtet, so überschreitet ein Großteil der männlichen Durchschnittsbevölkerung die aktuell empfohlenen Referenzwerte zur Nährstoffzufuhr. Ausnahmen bilden Vitamin D und Folat, deren Zufuhr insgesamt als unzureichend bezeichnet werden kann. Darüber hinaus erreicht etwa die Hälfte der Männer die aktuellen Referenzwerte zur Vitamin-E-Aufnahme und etwa ein Viertel die Werte zur Vitamin-C-Aufnahme nicht. Bei den Mineralstoffen ist in der männlichen Bevölkerung nach MENSINK et al. (2002c, S 80f.) lediglich Kalzium als kritisch anzusehen. Die mediane Zufuhr der Vitamine D, E und der Folatäquivalente liegt bei den Frauen unter den Referenzwerten. Bei etwa einem Viertel der Frauen liegt die Vitamin C-, Vitamin B₁- und die Vitamin-B₂-Aufnahme zu niedrig und fast die Hälfte der weiblichen Bevölkerung erreicht die empfohlenen Werte für Eisen und Kalzium nicht (MENSINK et al. 2002c, S 80f.). Da Deutschland als Jodmangelgebiet gilt (KARG 2000, S 6ff., DGE et al. 2000, S 180), ist davon auszugehen, dass auch die Jodzufuhr auf Bevölkerungsebene zu gering ist.

Werden klinische Statusparameter⁸ als Bewertungsmaßstab herangezogen, so ist prinzipiell die Versorgung mit Jod und Folsäure in der durchschnittlichen Gesamtbevölkerung als unzureichend zu bezeichnen (DGE et al. 2000, S 119ff., 181f., HESEKER 1999). Zudem weisen insbesondere ältere Personen vermehrt einen unzureichenden Versorgungsstatus mit Thiamin, Pyridoxin und Cobalamin sowie Kalzium und Magnesium auf (WOLTERS et al. 2003, HESEKER 1998, DGE 1996, HESEKER et al. 1994b, LINDENBAUM et al. 1994). Zu den Vitaminen und Mineralstoffen, mit denen schätzungsweise bis max. 15 % der Durchschnittsbevölkerung unterversorgt ist, zählen Vitamin D, Thiamin und Eisen (KOHLMEIER et al. 1995, HESEKER et al. 1994b).

Nährstoffzufuhr und –versorgung bei lakto-ovo-vegetarischer Ernährung

Wie Daten zur Energie- und Nährstoffzufuhr lakto-ovo-vegetarischer Kollektive belegen, kommt die aufgenommene Menge an **Energie** den Empfehlungen der Fachverbände sehr nahe. Auch die von der DGE empfohlene **Relation zur Nährstoffzufuhr** (mehr als 50 En% Kohlenhydrate, maximal 30 En% Fett, 8 – 10 En% Protein; DGE et al. 2000, S 36, 45, 59) erreichen Vegetarier mit einer üblichen Kostzusammenstellung vergleichsweise gut (vgl. Anhang A, Tabelle A1, S A2). Die **Kohlenhydrataufnahme** ist insbesondere durch eine vergleichsweise hohe Zufuhr komplexer Kohlenhydrate sowie einen hohen Anteil an Monosacchariden, bedingt durch den hohen Obstkonsum, gekennzeichnet. Über den vermehrten Verzehr von Käse können Lakto-Ovo-Vegetarier eine hohe **Fettzufuhr** aufweisen; im Allgemeinen entspricht der Energieanteil aus Fetten jedoch eher den Empfehlungen und überschreitet diese nur vereinzelt. Ebenfalls positiv zu bewerten ist das Fettsäuremuster, das in der Regel durch einen höheren Anteil an Mono- und Polyenfettsäuren charakterisiert ist, während gesättigte Fettsäuren nur in geringer Menge zugeführt werden (vgl. Anhang A, Tabelle A2, S A4). Die Zufuhr an **Protein** gestaltet sich hingegen bei den unterschiedlichen vegetarischen Kostformen sehr variabel. So wird die tägliche empfohlene Zufuhr von 0,8 g Protein/kg KG im Rahmen einer lakto-ovo-vegetarischen Ernährungsweise in den meisten Fällen überschritten (DAVEY et al. 2003, ALLEN et al. 2000, BALL und BARTLETT 1999, DONOVAN und GIBSON 1996, JANELLE und BARR 1995, DRAPER et al. 1993, MILLET et al. 1989, SCHÖNHÖFER-REMPT 1988, ABDULLA et al. 1984). Die Zufuhr essenzieller Aminosäuren gilt trotz der geringeren biologischen Wertigkeit pflanzlicher Proteine als gesichert (STRASSNER 1998, S 138, MESSINA und BURKE 1997), vorausgesetzt die Gesamtenergiezufuhr ist

⁸ Ein Problem in bei der Bewertung anhand klinischer Statusparameter liegt darin, dass für eine Mikronährstoffe wie z. B. für Zink, Pyridoxin bislang keine Analyseverfahren standardisiert und etabliert sind, deren Messergebnisse zuverlässig Rückschluss auf den entsprechenden Versorgungsstatus erlauben (FOOD AND NUTRITION BOARD 2001).

ausreichend, denn nur in diesem Fall stehen die essenziellen Aminosäuren quantitativ für die endogene Proteinsynthese zur Verfügung.

Problematisch kann sich die Proteinversorgung auch bei lakto-ovo-vegetarisch ernährten Kleinkindern und Jugendlichen in Zeiten vermehrten Wachstums gestalten (BALL 1997).

Die **Mineralstoffzufuhr** von Vegetariern bedarf ebenfalls einer differenzierten Betrachtung, allerdings liegen bislang nur vereinzelte Studien vor. Von diesen bewertet der überwiegende Teil den Versorgungsstatus an Hand der alimentären Zufuhr im Sinne eines Soll- bzw. Ist-Vergleichs. Studien, in denen der Versorgungsstatus unter Zuhilfenahme klinischer Messgrößen bewertet wird, sind rar.

Die Zufuhr der Mengenelemente **Magnesium** (Spannweite⁹: 337-396 mg/d) und **Kalium** (Spannweite: 2 884-3 867 mg/d), die als charakteristische Mengenelemente pflanzlicher Lebensmittel über eine vegetarische Ernährung reichlich zugeführt werden, liegt im Bereich nationaler und internationaler Empfehlungen bzw. überschreitet diese. Die Zufuhr von **Kalzium** (Spannweite: 707-1 087 mg/d) ist bei lakto-ovo-vegetarischer Kostform mit hohem Anteil von Milch und Milchprodukten als ausreichend anzusehen, wenn die Empfehlungen des *Food and Nutrition Boards* als Vergleichswerte herangezogen werden. Die D-A-CH-Referenzwerte sehen eine leicht höhere Zufuhr von 1 000 mg/d vor, sodass unter Zugrundelegung dieses Grenzwertes die Zufuhr nicht in allen Fällen als ausreichend anzusehen ist (DAVEY et al. 2003, DGE et al. 2000, S 159, DONOVAN und GIBSON 1996, JANELLE und BARR 1995).

Die Spurenelemente **Kupfer** und **Selen** werden etwa in gleichem Umfang aufgenommen wie im Rahmen einer Mischkost (DONOVAN und GIBSON 1996, JANELLE und BARR 1995).

Zu den Mineralstoffen, für die Bewertungen des Versorgungsstatus anhand klinischer Statusparameter vorgenommen wurden, zählen Zink und Eisen. Das Hauptproblem bei der Evaluation des **Zink**versorgungsstatus liegt allerdings darin, dass derzeit kein sensitiver Marker zur Statusbestimmung etabliert ist (HUNT 2003). Verschiedene Erhebungen belegen, dass zwischen vegetarischen und omnivoren Kollektiven bezüglich der Plasma-Zink-Konzentration kein statistisch signifikanter Unterschied besteht (DONOVAN und GIBSON 1996, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 1995, ANDERSON et al. 1981). Hunt und Mitarbeiter (1998) konnten jedoch zeigen, dass der Plasma-Zink-Spiegel nach 8wöchiger Ernährungsumstellung auf eine vegetarische Ernährung um 5% der Ausgangshöhe fiel, während die Plasma-Konzentration bei omnivorer Kost (mit vergleichbarem Zinkgehalt) im Rahmen natürlicher Schwankungen stabil blieb. Die alimentäre **Eisenzufuhr** liegt bei Vegetariern vielfach im Rahmen der Empfehlungen bzw.

⁹ Spannweite bezeichnet hier die Spannweite der mittleren Zufuhren.

sogar darüber (Spannweite: 8,44-29,3 mg/d). Klinisch manifeste Eisenmangelerscheinungen treten bei Personen mit lakto-ovo-vegetarischer Kost in vergleichbarer Höhe wie in der Durchschnittsbevölkerung auf. Allerdings liegen die hämatologischen Statusparameter bei vegetarisch ernährten Personen – insbesondere bei prämenopausalen Frauen – im Mittel niedriger als bei omnivoren Vergleichspersonen und befinden sich eher im unteren Normbereich, weshalb ein erhöhtes Mangelrisiko in Zeiten von Stress oder starker Eisenverluste angenommen werden kann (BALL und BARTLETT 1999, JANELLE und BARR 1995, DONOVAN und GIBSON 1995, CRAIG 1994).

Durch die Betonung pflanzlicher Lebensmittel im Rahmen vegetarischer Kostformen liegt die Zufuhr an **Vitaminen** meist in einem wünschenswert hohen Bereich. So gestaltet sich die Zufuhr der antioxidativ-wirksamen Vitamine **Ascorbinsäure** (Spannweite: 119-150 mg/d), **Tocopherol** (Spannweite: 11,6-16,1 mg/d) und **beta-Carotin** (Spannweite: 5,42-6,01 mg/d) vergleichsweise hoch. Gleiches gilt für die Aufnahme von **Folsäure** (Spannweite: 310-442 µg/d) und **Thiamin** (Spannweite: 1,31-1,90 mg/d), die bei Vegetariern deutlich höher liegen als in der Durchschnittsbevölkerung (DAVEY et al. 2003, BALL und BARTLETT 1999, DONOVAN und GIBSON 1996, JANELLE und BARR 1995, DRAPER et al. 1993, MILLET et al. 1989, SCHÖNHÖFER-REMPT 1988, ABDULLA et al. 1984). Als kritisch gilt die Zufuhr von Cobalamin und – in Abhängigkeit von der UV-Exposition – die Aufnahme von Vitamin D. Die Zufuhr an **Vitamin D** liegt bei Vegetariern ebenso wie bei vielen Mischköstlern unter den Empfehlungen¹⁰ (OUTILA et al. 2000, MESSINA und BURKE 1997). Vitamin-D-Mangelercheinungen treten allerdings weder bei erwachsenen Vegetariern noch in der erwachsenen Durchschnittsbevölkerung gehäuft in Erscheinung, da eine unzureichende Vitamin-D-Versorgung bei ausreichender UVB-Bestrahlung (Aufenthalt im Freien) über die endogene Synthese in der Haut kompensiert werden kann (DGE et al. 2000, S 83). Allerdings finden sich vermehrt Hinweise darauf, dass makrobiotisch bzw. vegetarisch ernährte Kinder unter einem erhöhten Rachitisrisiko leiden (SANDERS 1995, DAGNELIE et al. 1990, VAN STAVEREN et al. 1985, SHINWELL und GORODISHER 1982, RUDOLF et al. 1980). **Cobalamin** ist kein Syntheseprodukt des pflanzlichen Stoffwechsels und ist folglich nicht in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten. Derzeit wird angenommen, dass die Gehalte in Milch und Milchprodukten ausreichend seien, um eine bedarfsgerechte Aufnahme bei Lakto-Ovo-Vegetariern sicherzustellen (BÄSSLER et al. 1997, S 152f.). Dieser Annahme stehen jedoch Studienergebnisse von KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000a) sowie HADDAD et al. (1999a) und HERRMANN

¹⁰ Mittlere Vitamin-D-Zufuhr laut DAVEY et al. (2003):

Mischköstler: $3,39 \pm 2,00$ µg/d, Vegetarier: $1,56 \pm 1,20$ µg/d;

Mischköstlerinnen: $3,32 \pm 1,91$ µg/d, Vegetarierinnen: $1,51 \pm 1,15$ µg/d;

et al. (2001) entgegen, die übereinstimmend zeigen konnten, dass insbesondere langjährige Vegetarier häufiger erniedrigte Plasma-Cobalamin-Konzentrationen aufweisen als vergleichbare Omnivoren.

Nährstoffzufuhr und –versorgung bei veganer Ernährung

Während schon für die vegetarische Ernährung nur wenig Literatur zur alimentären Zufuhr von Makro- und Mikronährstoffen existiert, stellt sich die Situation für eine vegane Ernährung noch unbefriedigender dar: Es liegen nur wenige Arbeiten vor, die zudem vorwiegend älteren Datums sind. Erkenntnisse zu klinischen Statusparametern (zumeist kleinerer) veganer Kollektive sind in noch geringerer Anzahl vorhanden.

Bislang publizierte Daten deuten darauf hin, dass sich eine adäquate **Energie**zufuhr bei veganer Ernährung im Gegensatz zu einer lakto-ovo-vegetarischen Ernährungsweise als problematisch gestaltet (vgl. Anhang A, Tabelle A1, S A2), da bis auf Ölsamen und Nüsse nur wenig pflanzliche Lebensmittel eine hohe energetische Dichte aufweisen (ALEXANDER et al. 1994). Dieser Umstand wird zudem durch eine meist niedrige **Fett**zufuhr begünstigt (JANELLE und BARR 1995). In Bezug auf das Fettsäuremuster stimmen lakto-ovo-vegetarische und vegane Kostformen jedoch dahingehend überein, dass gesättigte Fettsäuren nur in geringer, Monoen- und Polyenfettsäuren in vergleichsweise größerer Menge aufgenommen werden als bei einer Mischkost (vgl. Anhang A, Tabelle A2, S A4). Gleiches gilt für die **Kohlenhydrataufnahme**, die im Rahmen einer veganen Kost ebenfalls durch einen hohen Anteil komplexer **Kohlenhydrate** als auch Monosaccharide gekennzeichnet ist. Die Energieaufnahme aus **Proteinen** liegt meist nahe oder unter den empfohlenen 10 En% (DAVEY et al. 2003, ALLEN et al. 2002, ALLEN et al. 2000, APPLEBY et al. 1999, WILSON und BALL 1999, JANELLE und BARR 1995, ALEXANDER et al. 1994, THOROGOOD et al. 1990, ROSHANAI und SANDERS 1984, ABDULLA et al. 1981), wobei die Zufuhr essenzieller Aminosäuren bei richtiger Kombination pflanzlicher Eiweißträger auch bei veganer Ernährung als gesichert gilt (STRASSNER 1998, S 138, MESSINA und BURKE 1997). Bei gleichzeitig ungenügender Gesamtenergieaufnahme ist die niedrige Proteinzufuhr allerdings als besonders kritisch anzusehen, da Proteine im Rahmen einer katabolen Stoffwechsellage in erster Linie zur Energiegewinnung herangezogen werden und nur in zweiter Linie dem Proteinstoffwechsel zur Verfügung stehen. So konnten KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (1999) zeigen, dass sich eine ausreichende Proteinzufuhr bei veganer Ernährung teilweise als schwierig gestaltet: 16 % der Veganer wiesen eine Hypoproteinämie auf (jedoch kein Mischköstler). Zusätzlich lag die Glutathion-Konzentration der Erythrozyten im veganen Kollektiv signifikant niedriger als im Kollektiv der Mischköstler und zeigt eine verminderte Aktivität der Glutathion-Peroxidase und Glutathion-S-Transferase in den Erythrozyten an.

Für die Mineralstoffe **Eisen** und **Zink** sind in der Literatur nominal hohe Zufuhrwerte (Spannweite Eisen: 14,1-17,7 mg/d; Spannweite Zink: 7,22-8,5 mg/d; DAVEY et al. 2003, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, JANELLE und BARR 1995) dokumentiert. Es scheint, dass die Eisenzufuhr in männlichen veganen Kollektiven bedarfsdeckend ist (OBEID et al. 2002, HADDAD et al. 1999a, WILSON und BALL 1999). Für weibliche, rein vegane Kollektiv liegt bislang eine Untersuchung mit zehn U.S.-amerikanischen Frauen vor. Diese Untersuchung lässt vermuten, dass eine adäquate Eisenbedarfsdeckung von weiblichen Personen nur schwierig zu realisieren ist (HADDAD et al. 1999a).

Auch für **Jod** stellt sich die Situation – insbesondere bei gesteigertem Bedarf – problematisch dar. Vereinzelt sind Fälle von Hypothyroidismus unter veganer Ernährung in Schwangerschaft und Stillzeit beschrieben worden (SHAIKH et al. 2003).

Weil pflanzliche Lebensmittel im Allgemeinen niedrige **Kalzium**gehalte aufweisen, ist eine ausreichende Kalziumversorgung im Rahmen einer veganen Kost problembehaftet (Spannweite: 555-610 mg/d). Allerdings könnte der geringen Proteinaufnahme von Veganern und der damit verbundenen, geringeren renalen Kalziumausscheidung (kalziumsparender Effekt) möglicherweise eine wichtige kompensatorische Bedeutung beigemessen werden (DAVEY et al. 2003, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, MESSINA und BURKE 1997, JANELLE und BARR 1995, WEAVER und PLawecki 1994, DWYER 1988, FREELAND-GRAVES 1988). KOHLENBERG-MÜLLER und RASCHKA (2003) konnten anhand einer kurzzeitigen Intervention bei jungen Erwachsenen zeigen, dass eine sorgfältig geplante vegane Ernährung trotz geringeren Kalziumgehalts eine ähnliche Kalziumbalance und einen vergleichbaren Knochen-Turn-Over (gemessen mittels der Ausscheidung von Desoxypyridinolin) aufwies wie eine lakto-vegetarische Ernährung¹¹. Da in Zeiten des Wachstums vermehrt Kalzium zum Knochenaufbau benötigt wird, ist die Kalziumversorgung vegan ernährter Kleinkinder hingegen als besonders kritisch anzusehen. Ebenfalls unzureichend ist die alimentäre Zufuhr von **Vitamin D**, das von Veganern – bedingt durch das Meiden von Milch und Milchprodukten – meist nur in Spuren aufgenommen wird (Spannweite: 0,80-0,88 µg/d; DAVEY et al. 2003, STRUCINSKA 2002, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, JANELLE und BARR 1995). Studien aus den Niederlanden, in denen makrobiotisch und damit überwiegend vegan ernährte Kleinkinder untersucht wurden, konnten schwere klinische Kalzium- und Vitamin-D-Mangel-

¹¹ Kalziumzufuhr= LOV: $1\ 322 \pm 303$ mg/d, V: 843 ± 140 mg/d ($p < 0,05$)

Absorptionsrate= LOV: 24 ± 8 %, V: 26 ± 15 % (n. s.)

Kalziumbalance= LOV: 211 ± 136 mg/d, V: 119 ± 113 mg/d (n. s.)

Ausscheidung von Desoxypyridinolin= LOV: 98 ± 23 mmol/d, V: 105 ± 31 mmol/l.

krankungen dokumentieren und verdeutlichen das erhöhte Rachitisrisiko von Kleinkindern bei veganer Ernährung (MESSINA und MANGELS 2001, DAGNELIE et al. 1990, VAN STAVEREN et al. 1985).

Milch und Milchprodukte stellen darüber hinaus eine wesentliche **Riboflavin**quelle dar, deshalb kann sich die Vitamin-B₂-Bedarfsdeckung im Rahmen einer veganen Ernährung ebenfalls als schwierig erweisen (ROTTKA et al. 1988). Laut DAVEY et al. (2003), LIGHTOWLER und DAVIES (2000) sowie JANELLE und BARR (1995) liegt die Spannweite der mittleren Riboflavinzufuhr jedoch bei 1,32-2,26 mg/d und somit im Bereich nationaler und internationaler Empfehlungen.

Cobalamin ist kein Syntheseprodukt des pflanzlichen Stoffwechsels und folglich nicht in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten. Durch den völligen Verzicht auf Lebensmittel tierischer Herkunft stellen insbesondere langjährige Veganer¹² und voll gestillte Säuglinge vegan lebender Frauen in Bezug auf Cobalamin eine Hochrisikogruppe dar (DAGNELIE 2003, HERRMANN et al. 2003, STRUCINSKA 2002, FOGARASI et al. 2001, CIANI et al. 2000, WILEY et al. 1999, STÖTTER und MAYRHOFER 1996). Vereinzelt wurden auch bei Jugendlichen megaloblastäre Anämien (CHIRON et al. 2001) sowie verminderte kognitive Funktionen, denen ein Cobalaminmangel zu Grunde lag, beobachtet (LOUWMAN et al. 2000).

Die Zufuhr von **Pyridoxin** liegt bei veganer Kost wünschenswert hoch (Spannweite: 1,80-2,23 mg/d; DAVEY et al. 2003, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, JANELLE und BARR 1995), dennoch konnte DÖRR (1998) zeigen, dass der Versorgungsstatus bei Veganern als marginal zu bezeichnen ist. Dieser Umstand lässt sich vermutlich darauf zurückführen, dass ein Großteil des in pflanzlicher Nahrung enthaltenen Pyridoxins glycosidisch gebundenes Pyridoxin ist und vom menschlichen Organismus nur schlecht resorbiert werden kann (REYNOLDS 1988). Derzeit wird davon ausgegangen, dass die mittlere Bioverfügbarkeit von oral verabreichten Pyridoxinglycosiden im Vergleich zu freiem Pyridoxin bei 50 bzw. 58 % liegt (NAKANO et al. 1997, GREGORY et al. 1991).

Werden die in dieser Übersicht vorgestellten Ergebnisse zusammengefasst, kann die in Tabelle 2 dargestellte Wertung vorgenommen werden.

¹² Auf Grund der Leberspeicher und der hohen Reutilisationsrate von Cobalamin wird derzeit davon ausgegangen, dass sich frühestens nach fünf bis zehnjähriger Cobalamin-freier-Ernährung leichte Mangelscheinungen einstellen (BÄSSLER et al. 1997, S 153).

Tabelle 2: Bewertung der Mikronährstoffzufuhr im Rahmen verschiedener Kostformen

	omnivore		lakto-ovo-vegetarische Ernährung		vegane	
	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen
Vitamin B ₁	fraglich	fraglich				
Vitamin B ₂	fraglich	fraglich			fraglich	fraglich
Vitamin B ₆					kritisch	kritisch
Vitamin B ₁₂			fraglich	fraglich	kritisch	kritisch
Folsäure	unzureichend	kritisch				
Vitamin C	fraglich	fraglich				
Vitamin D	fraglich	fraglich	kritisch	kritisch	kritisch	kritisch
Vitamin E	kritisch	kritisch				
Kalzium	kritisch	kritisch			fraglich	fraglich
Eisen		kritisch		fraglich/ kritisch		kritisch
Jod	kritisch	kritisch	kritisch	kritisch	kritisch	kritisch
Zink			fraglich	fraglich	fraglich/ kritisch	fraglich/ kritisch

fraglich = ca. 25 % der Personen weisen eine Zufuhr unterhalb der empfohlenen Werte bzw. einen ungenügenden Versorgungsstatus auf

kritisch = ca. 50 % der Personen weisen eine Zufuhr unterhalb der empfohlenen Werte bzw. einen ungenügenden Versorgungsstatus auf

unzureichend = nahezu alle Personen weisen eine Zufuhr unterhalb der empfohlenen Werte bzw. einen ungenügenden Versorgungsstatus auf

Freie Zellen bedeuten, dass die Zufuhr laut Literaturlage als ausreichend – im Sinne einer ausreichenden Versorgung – angesehen wird.

2.1.5.3 Lebensstil-Faktoren

In der Diskussion um die gesundheitlichen Vor- bzw. Nachteile wird vielfach übersehen, dass der Begriff „Vegetarismus“ nicht allein ein verändertes Ernährungsverhalten (geringe Zufuhr ungünstig anzusehender Nahrungsbestandteile, erhöhte Aufnahme gesundheitsfördernder Substanzen), sondern meist auch eine insgesamt veränderte **Lebensführung** einschließt. Da gerade diese Nicht-Ernährungsfaktoren einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die menschliche Gesundheit haben, sollten sie bei der Bewertung vegetarischer Kostform ebenfalls in die Betrachtung einbezogen werden. So konnten verschiedene Studien zeigen, dass das gesundheitsbewusste Verhalten bei **Vegetariern** und Veganern im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung wesentlich ausgeprägter ist: Vegetarier meiden oftmals den Konsum potenzieller Suchtmittel wie Alkohol oder Tabak und treiben vermehrt Sport bzw. verschiedene Formen der aktiven Entspannung (z. B. Yoga, Meditation). Vielfach ist auch das Ernährungswissen von Vegetariern ausgeprägter als das von Mischköstlern (HADDAD et al. 1999a, BALL 1997, JANELLE und BARR 1995, CHANG-CLAUDE und FRENTZEL-BEYME 1993, SCHÖNHÖFER-REMPT 1988, FREELAND-GRAVES et al. 1986, THEFELD et al. 1986). DAVEY et al. (2003) sowie auch FREELAND-GRAVES et al. (1986) konnten belegen, dass die gesundheitsbewusste Lebensführung bei **vegan lebenden Personen** im Vergleich zu Lakto-Ovo-Vegetariern stärkere Ausprägungen aufweist. So lag im veganen Kollektiv beispielsweise der Konsum der Genussmittel Alkohol und Tabak deutlich niedriger als im lakto-ovo-vegetarischen Vergleichskollektiv.

2.1.5.4 Morbidität und Mortalität

Gesundheitliche Vorteile **vegetarischer Ernährungsformen** und des damit assoziierten Lebensstils zeigen sich vor allem in der Verringerung des Risikos für chronisch-degenerative Krankheiten wie z. B. Herz-Kreislauf- und Tumor-Erkrankungen, das an Hand der niedrigen Morbiditäts- und Mortalitätsziffern von Vegetariern fest gemacht werden kann (APPLEBY et al. 1999, DWYER 1999, KEY et al. 1999, FRENTZEL-BEYME und CHANG-CLAUDE 1994, THOROGOOD et al. 1994). Hypertonie und erhöhte Cholesterolkonzentrationen werden nur selten gefunden (RAJARAM und SABATÉ 2000, KEY et al. 1999, BEILIN 1994, DWYER 1988), auch das Diabetesrisiko ist bei Vegetariern vergleichsweise gering ausgeprägt (JENKINS et al. 2003, SALONEN et al. 1995, DWYER 1988, SNOWDON und PHILLIPS 1985). Neben diesen präventiven Aspekten vermag eine lakto-ovo-vegetarische Kost auch gesundheitliche Vorteile hervorrufen, wenn sie im Sinne einer Therapie praktiziert wird. So finden sich z. B. Hinweise auf positive Auswirkungen bei rheumatoider Arthritis (KJELDSEN-KRAGH 1999, DWYER 1988).

Unter den präventiven Effekten, die von einer **veganen Ernährung** ausgehen, sind insbesondere das moderate Gewicht (DAVEY et al. 2003) und die damit verbundenen gesundheitlichen Vorteile wie z. B. das verminderte Hypertonie- (APPLEBY et al. 2002) sowie das gesenkte Diabetes-Risiko zu nennen. Desweiteren wird angenommen, dass eine vegane Ernährung, die sich u. a. in einer verbesserten Rheologie des Blutes niederschlägt, das Risiko für Retino- und Neuropathien bei Typ-II-Diabetikern herabsetzen kann (McCARTY 2002). Zusätzlich können sich erniedrigte IGF-I-Konzentrationen und down-regulierte IGF-I-Aktivitäten unter veganer Ernährung im Vergleich zur omnivorer und vegetarischer Kost (ALLEN et al. 2002, 2000) günstig – im Sinne einer Hemmung – bei Tumor induzierter Angiogenese auswirken (McCARTY 2003b) und das Risiko für die Entwicklung Tumoren in Mamma, Kolon, Prostata, Pankreas, Endometrium und Niere verringern (McCARTY 2001a, 2001b). Weiterhin wird angenommen, dass über diesen Wirkmechanismus Alterungsprozesse verlangsamt werden und eine verringerte endotheliale NO-Produktion resultiert (McCARTY 2003c).

Bezüglich der Auswirkungen einer veganen Ernährung auf die kardiovaskuläre Gesundheit liegt, wie in Kapitel 2.3.5 ausführlicher dargestellt, eine Anzahl von epidemiologischen Untersuchungen (mit zumeist kleineren Kollektiven) vor. Werden nur die klassischen Risikofaktoren (Lipidprofil, BMI, etc.) einbezogen, deuten die Ergebnisse dieser Studien auf ein niedrigeres Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen bei Veganern im Vergleich zu Lakto-Ovo-Vegetariern hin (z. B. KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000b, APPLEBY et al. 1999, TOOHEY et al. 1998, RICHTER et al. 1993). In jüngster Zeit wird allerdings diskutiert, dass diese Betrachtungsweise bei Veganern unzureichend ist. Danach soll, wie von HERRMANN et al. (2003, 2001), BISSOLI et al. (2002) sowie KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000a) beobachtet, die durch einen Cobalaminmangel bedingten erhöhten Homocysteinspiegel die übrigen Vorteile für das kardiovaskuläre System in Frage stellen.

Auch für den therapeutischen Einsatz einer veganen Ernährung finden sich Hinweise auf gesundheitsfördernde Effekte. So haben sich vegane Kostformen bei Personen mit rheumatoider Arthritis als symptomlindernd (McDOUGALL et al. 2002, HAFSTROM et al. 2001, HUBER et al. 2001, HÄNNINEN et al. 2000, KAARTINEN et al. 2000, HÄNNINEN et al. 1999) und in der Therapie von Hypertonikern als nützlich erwiesen (McCARTY 2003a, GOLDHAMER et al. 2002, GOLDHAMER et al. 2001). Zusätzlich wurden nach Umstellung auf eine vegane Ernährung verminderte Nüchtern-Glukose-Konzentrationen und eine Verringerung des Gewichts bei nicht-insulin-abhängigen Diabetikern beobachtet (NICHOLSON et al. 1999).

Abschließend kann festgestellt werden, dass das wissenschaftliche Datenmaterial insbesondere zu Auswirkungen rein pflanzlicher Kostformen nach wie vor sehr beschränkt ist. Zur Bestätigung der hier angesprochenen gesundheitlichen Aspekte wären daher weitere, größere Datenbasen umfassende Forschungsvorhaben, die sich mit den Eigenheiten und Auswirkungen pflanzenbetonter Kostformen – insbesondere einer rein veganen Ernährung – beschäftigen, wünschenswert.

2.2 EISEN UND VEGANE ERNÄHRUNG

Das Element Eisen gilt als einer der am intensivsten erforschten Mineralstoffe, u. a. deshalb, weil der Eisenmangel weltweit der häufigste Mikronährstoffmangel ist und die bedeutsamste Ursache mikrozytärer, hypochromer Anämien darstellt. Obwohl Eisen im menschlichen Organismus in einer Konzentration von rund 60 mg/kg KG vorliegt, wird es auf Grund seiner Funktion und Wirkungsweise zu den Spurenelementen gerechnet (HOFFBRAND et al. 2003, S 27, YIP 2001, S 313, FAIRBANKS 1999, S 194). Auf eine ausführliche Darstellung der Funktionen des Eisens wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit verzichtet und auf die Lehrbücher der Ernährungsphysiologie und Biochemie (z. B. LÖFFLER und PETRIDES 2003) verwiesen.

2.2.1 EISENSTOFFWECHSEL

Die Eisenbalance und der Eisenstoffwechsel werden wesentlich durch die drei Faktoren Speicher, Zufuhr und Verluste bestimmt. Der Eisenmetabolismus ist dadurch gekennzeichnet, dass die gastrointestinale Absorption den Hauptregulationsmechanismus für die Eisenbalance darstellt (YIP 2001, S 313).

2.2.1.1 Eisengehalt und Verteilung im menschlichen Organismus

Die Gesamtmenge an Eisen im Körper variiert mit dem Geschlecht, dem Gewicht, der Hämoglobinkonzentration und der Menge an gespeichertem Eisen. Generell kann gesagt werden, dass der Körpereisenbestand von Frauen 2-2,5 g beträgt, der von Männern 4-5 g (HOFFBRAND et al. 2003, S 27f., YIP 2001, S 313, FAIRBANKS 1999, S 194).

Die eisenenthaltenden Verbindungen des menschlichen Organismus können generell in zwei Kategorien eingeteilt werden: So existieren einerseits funktionelle Verbindungen, die metabolische oder enzymatische Funktionen wahrnehmen, und andererseits Zusammensetzungen, die zum Transport und zur Speicherung genutzt werden. Bei Männern findet sich rund ein Drittel des Eisenbestandes als Speichereisen wieder, während dieser Anteil bei Frauen etwa ein Achtel des Bestandes beträgt. Die wichtigsten eisenhaltigen Verbindungen stellen die funktionellen Häm-Verbindungen Hämoglobin und Myoglobin sowie die Cytochrome dar. Mehr als 60 % des Eisens liegt im Organismus als Bestandteil des sauerstofftransportierenden **Hämoglobins** in den Erythrozyten vor. **Myoglobin** liegt im Muskelgewebe in einer Konzentration von ungefähr fünf Milligramm pro Gramm Gewebe und trägt zu etwa 3,5 % des Gesamtkörperbestandes an Eisen bei. In Form von Myoglobin übernimmt Eisen die Funktion eines Sauerstoffspeichers, während es in den Cytochromen als Elektronenträger fungiert. Darüber hinaus ist Eisen in den

meisten Körperzellen als Bestandteil zahlreicher **Häm- und Nicht-Häm-Enzyme** in unterschiedlichen Stoffwechselwegen vertreten, allerdings liegen < 3 % des Gesamtkörperbestandes in dieser Form vor (HOFFBRAND et al. 2003, S 27f., FOOD AND NUTRITION BOARD 2001, S 290ff., YIP 2001, S 312f., FAIRBANKS 1999, S 194f.).

2.2.1.2 Nahrungszufuhr und Faktoren mit Einfluss auf die Absorption

Die Eisenversorgung der gesunden Durchschnittsbevölkerung wird im Wesentlichen durch die alimentäre Zufuhr des Spurenelementes bestimmt. Dabei ist nicht nur der absolute Eisengehalt eines Lebensmittels von Bedeutung, sondern vor allem die Bioverfügbarkeit aus der jeweiligen Lebensmittelmatrix bzw. der gesamten Kost. Diese wird sowohl durch die Bindungsform des Eisens als auch die Anwesenheit absorptionsfördernder oder -hemmender Faktoren determiniert. Lebensmittel tierischer Herkunft enthalten zu etwa 70 % porphyringebundenes Eisen, welches in seiner Bioverfügbarkeit nicht bzw. nur marginal durch Ernährungsfaktoren beeinflusst wird. Der quantitativ größere Anteil des Nahrungseisens (85 %) besteht hingegen aus anorganischen Eisenverbindungen, die nur unzureichend absorbiert werden. Sämtliches Eisen in pflanzlichen und nicht-zellulären tierischen Lebensmitteln (Eier, Milch und Milchprodukte) liegt in der ionischen Form (in zwei- bzw. dreiwertiger Form) vor. Das nur in geringem Umfang vorkommende zweiwertige Eisen fällt bei $\text{pH} > 8$ aus, wohingegen das überwiegend vorliegende dreiwertige Eisen zur Bildung schwerlöslicher Komplexe neigt und schon bei $\text{pH} > 5$ präzipitiert. Aus diesem Grund wird die Verfügbarkeit von anorganischem Nahrungseisen durch die Anwesenheit reduktiv wirksamer Faktoren begünstigt, während Komplexbildner die Bioverfügbarkeit herabsetzen (vgl. Tabelle 3; SCHÜMANN und WEISS 2002, S 138, SILBERNAGL und DESPOPOULOS 2001, S 90, YIP 2001, S 313, KASPER 2000, S 57f., VAUPEL 2000, S 839, HAMBRAEUS 1999, FAIRBANKS 1999, S 196-199).

Tabelle 3: Faktoren mit Einfluss auf die Eisenversorgung
 (nach: Hoffbrand et al. 2003, S 29, Fleming et al. 2002, Yip 2001, S 313f., Linder 1991, S 220)

Begünstigende Faktoren	Hemmende Faktoren
<ul style="list-style-type: none"> • Säuren: Salzsäure, Ascorbinsäure, Zitronensäure • Eisenmangel • Verstärkung der Erythropoese (bei: Hämolyse, Hypoxie, Hämorrhagie) • Erhöhte Absorption (zur Deckung des erhöhten Bedarfs) durch Schwangerschaft, Stillen, Wachstum, Leistungssport • primäre Hämochromatose • Fruktose • Nahrungsprotein, Aminosäuren: Histidin, Cystein, Methionin 	<ul style="list-style-type: none"> • Basen: Antazida, Pankreassekrete • Eisenüberschuss • Verminderung der Erythropoese • Infektionen, Entzündungen • Schwarzer Tee (Tannine), Kaffee • Desferrioxamin • Mangel an Nahrungsprotein • Ballaststoffe (mit Ausnahme von Zellulose) • Ausfällende Substanzen z. B. Phytinsäuren, Phosphate, Oxalate, Polyphenole • Erhöhte Zufuhr an: Kobalt, Kupfer, Zink, Cadmium, Mangan, Blei, Kalzium

2.2.1.3 Absorption und Transport

Das Ausmaß der Eisenabsorption wird durch den alimentären Eisengehalt, die Bioverfügbarkeit des Nahrungseisens, die Menge an endogen gespeichertem Eisen sowie die Höhe der Erythrozytenproduktionsrate beeinflusst. Üblicherweise liegt die **Absorptionsrate** alimentären Eisens zwischen 5-10 %, im Bedarfsfall kann sie allerdings bis zu 25 % und mehr betragen. Die Absorptionsrate von Nicht-Häm-Eisen (2-20 %) ist dabei im Vergleich zu der von Häm-Eisen (15-35 %) eher gering. Bei europäischer Mischkost deckt Häm-Eisen ca. 20-35 % des Eisenbedarfs. Die **Absorptionswege** beider Eisenformen differieren. So wird **ionisches Eisen**, das in zweiwertiger und in dreiwertiger Form vorliegen kann, ausschließlich als zweiwertiges Eisen an der luminalen Wand der Bürstensaumzellen absorbiert. Der Transport in die Epithelzelle erfolgt über das spezifische Rezeptorprotein (DCT-1; aktiver protonengekoppelter Mechanismus). Im Enterozyten wird das zweiwertige Eisen an Ferritin gebunden. Je nach physiologischer Situation verbleibt Ferritin entweder in Vesikeln im Enterozyten oder wird an das Plasma abgegeben. Somit übernimmt Ferritin in der Mukosazelle die Funktion eines kurzfristigen Eisenspeichers. Bei ausreichender Eisenversorgung wird das im Enterozyten gespeicherte Eisen mit der Abschilferung des Darmepithels wieder ausgeschieden. Bei

erhöhtem Eisenbedarf bzw. niedrigem Eisenbestand nimmt die Anzahl der apikalen DCT-1-Proteine zu, gleichzeitig sinkt der Ferritingehalt in den Epithelzellen. Das Eisen wird vermehrt aus Ferritin freigesetzt und über Ferroportin durch die basolaterale Membran transportiert. Vor der Bindung an das **Transportvehikel** Apotransferrin wird das zweiwertige Eisen durch eine membrangebundene Ferrioxidase (Hephaestin) oxidiert. In Form von Transferrin wird Eisen zu den peripheren Geweben transportiert und dort über entsprechende Transferrin-Rezeptoren in die Zellen aufgenommen. Nach der Abgabe des Eisens an die Zielzellen steht Apotransferrin erneut zur Eisenaufnahme und dessen Transport zur Verfügung. Das **Häm**-Molekül, ein Ferroprotoporphyrin, ist Bestandteil von Hämoglobin, Myoglobin und einigen eisenhaltigen Enzymen wie z. B. den Cytochromen. Es wird als intaktes Molekül durch einen spezifischen Rezeptor von den Enterozyten aufgenommen. Intrazellulär erfolgt die Freisetzung des Eisens aus dem Protoporphyrin durch eine Ferrioxigenase. Die Abgabe an das Plasma und Bindung an Apotransferrin erfolgt analog zum ionischen Eisen (JACOBASCH und BAUER-MARINOVIC 2004, HOFFBRAND et al. 2003, S 29f., SCHÜMANN und WEISS 2002, S 138, SILBERNAGL und DESPOPOULOS 2001, S 90, YIP 2001, S 313, KASPER 2000, S 57f., VAUPEL 2000, S 839, HAMBRAEUS 1999, FAIRBANKS 1999, S 196).

2.2.1.4 Speicherung, Turn over und Verluste

Prinzipiell existieren zwei **Speicherformen** für Eisen: Ferritin und Hämosiderin. Beide Verbindungen kommen primär in der Leber, den Zellen des retikuloendothelialen Systems (RE-Zellen) und im Knochenmark vor. Ferritin ist ein wasserlöslicher Eisen-Protein-Komplex, der durchschnittlich 25 Gewichtsprozent Eisen enthält. Allerdings können die Ferritinmoleküle stark in ihrem Eisengehalt variieren und bis zu 4 000 Eisenatome enthalten (HOFFBRAND et al. 2003, S 27f., YIP 2001, S 313f.).

Etwa die Hälfte des in der Leber gespeicherten Eisens liegt in Form von Hämosiderin vor. Der Eisen-turn-over wird hauptsächlich durch den Abbau und die Produktion von Erythrozyten determiniert, welche rund 2/3 des Gesamtkörperisens enthalten und eine Lebensspanne von 120 Tagen haben. Daraus ergibt sich ein rechnerischer **Turn-over** von ungefähr 20 mg/d. Allerdings wird ein großer Teil des Eisens aus degradierten Erythrozyten für die Hämoglobinsynthese wiederverwertet, sodass der tatsächliche Bedarf deutlich geringer ausfällt (vgl. Abbildung 1; HOFFBRAND et al. 2003, S 28, YIP 2001, S 313f.).

Gesunde Personen, die keine **Eisenverluste** über Blutungen aufweisen (10 ml Blut enthalten rund 4-5 mg Eisen), verlieren täglich nur einen sehr geringen Anteil des Körperisensbestandes über Darm, Nieren und Haut – Frauen zusätzlich über die Menstruation. Bei Männern beträgt diese Menge durchschnittlich ca. 1 mg Eisen pro Tag

(bzw. 0,013 mg/kg KG), bei prämenopausalen Frauen liegt sie um ein anderthalb- bis zweifaches höher; nach dem Klimakterium gleicht sich der Eisenverlust beider Geschlechter allerdings an. Bei Vorliegen einer Eisenüberladung kann die Eisenausscheidung auf max. 4mg/d gesteigert werden (HOFFBRAND et al. 2003, S 28, FOOD AND NUTRITION BOARD 2001, S 292, FAIRBANKS 1999, S 196, 207f).

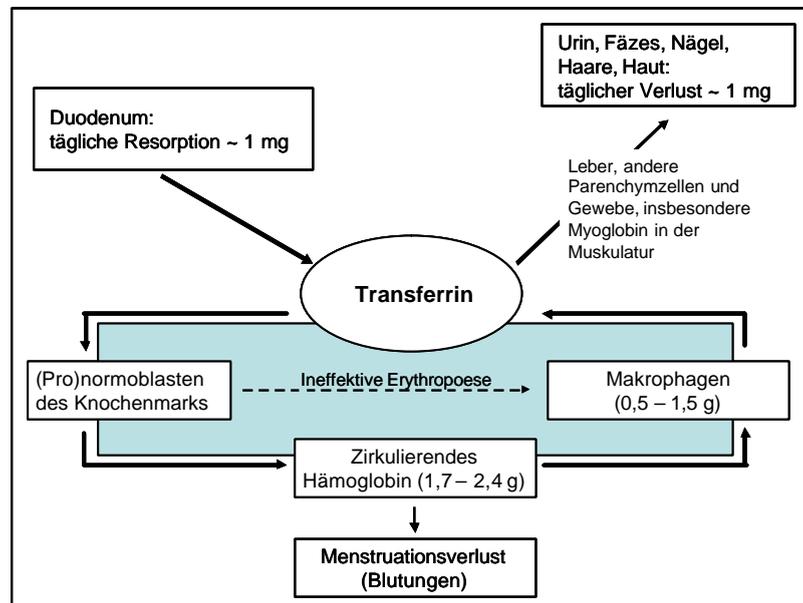


Abbildung 1: Eisen-turn-over (nach: Hoffbrand et al. 2003, S 28)

2.2.2 BEDARF UND ZUFUHREMPFEHLUNGEN

Eisen ist ein essenzielles Spurenelement, das mit der Nahrung zugeführt werden muss. Der jeweilige Bedarf ergibt sich aus den Verlusten und der durchschnittlichen Absorptionsrate, die für Eisen ca. 5-10 % beträgt. Bei bestehendem Eisenmangel oder bei erhöhtem Bedarf (z. B. in Schwangerschaft, Stillzeit, bei Leistungssport oder in Wachstumsphasen) wird die Absorptionsrate gesteigert und das alimentäre Eisen praktisch quantitativ resorbiert (vgl. Abschnitt 2.2.1.4) (SCHÜMANN und WEISS 2002, S 141, SILBERNAGL und DESPOPOULOS 2001, S 90, KARLSON et al. 1994, S 402). Tabelle 4 stellt die D-A-CH-Referenzwerte für erwachsene (nicht schwangere oder stillende) Frauen (w) und Männer (m) den aktuellen U.S.-amerikanischen Empfehlungen gegenüber.

**Tabelle 4: Empfehlungen zur alimentären Eisenzufuhr
(DGE et al. 2000, S 174, Food and Nutrition Board 2001, S 344)**

	D-A-CH-Referenzwert [mg/d]		Recommended Dietary Allowances [mg/d]	
	w	m	w	m
19 – 50 Jahre	15	10	18	8
≥ 50 Jahre	10	10	8	8

(Die Altergrenze des *Food and Nutrition Boards* liegt im Gegensatz zu den D-A-CH-Referenzwerten bei 51 und nicht bei 50 Jahren.)

2.2.3 BESTIMMUNG DES EISENSTATUS

Die Versorgung mit Eisen kann an Hand verschiedener Statusparameter bestimmt werden, wobei jeder hämatologische Parameter einen eigenen Aspekt des Stoffwechsels widerspiegelt.

Die **Serum-Eisen-Konzentration** unterliegt starken zirkadianen Schwankungen. Zusätzlich beeinflussen sowohl Alter, akute Entzündungen und chronische Erkrankungen als auch Östrogene die Konzentration, sodass ein großer biologischer Streubereich resultiert und der Körpereisenbestand nur unzureichend reflektiert wird. Ein kleiner Teil des körpereigenen **Ferritins** zirkuliert im Serum – diese Konzentration korreliert beim gesunden Menschen eng mit der verfügbaren Menge des im Gewebe und in den RE-Zellen gespeicherten Eisens (1 ng/ml entsprechen 6-8 mg Speichereisen). Eine herabgesetzte Serum-Ferritin-Konzentration ist daher der früheste Marker einer negativen Eisenbalance. Dieser enge Zusammenhang ist darin begründet, dass der intrazelluläre Eisengehalt der Enterozyten und der RE-Zellen sowohl die Ferritinsynthese als auch die aktive Sekretion ins Blut stimuliert. Die **Transferrinsättigung** reflektiert die Höhe des Eisentransportes zu den Geweben und dient daher (ergänzend) als aussagekräftiger Indikator der Eisenversorgung. Niedrige Werte (< 16 %) deuten auf einen ungenügenden Status hin, während hohe Werte (Frauen: > 50 %, Männer: > 60 %) eine hereditäre Hämochromatose anzeigen (vgl. Kapitel 2.2.5, *Eisenüberladung*). Sowohl die Höhe der Serum-Ferritin-Konzentration als auch die der Transferrinsättigung werden durch „Nicht-Eisen-Faktoren“ wie z.B. Infektionen und Entzündungen beeinflusst, daher ist die Aussagekraft beider Parameter bei alleiniger Betrachtung mit Limitationen belegt. **Protoporphyrin** ist der Präkursor für Hämoglobin. Ein Eisendefizit resultiert in herabgesetzter Hämoglobinsynthese, in dessen Folge Protoporphyrin in den Erythrozyten akkumuliert. Bereits vor der Ausbildung einer manifesten Eisenmangelanämie kommt es zum Abfall der Erythrozytenparameter, die dann mit zunehmendem Schweregrad der

Anämie kontinuierlich weiter abnehmen. Daher können mittels der additiven Bestimmung der **Hämoglobin-Konzentration der Erythrozyten (MCHC)** und des **mittleren zellulären Volumens der Erythrozyten (MCV)** genaue(re) Aussagen zum Eisenstatus gemacht werden. Wenn sich ein Eisenmangel entwickelt, werden zunächst die Eisenvorräte des Retikuloendotheliums (Ferritin und Hämosiderin) vollständig abgebaut. Erst danach tritt eine Anämie auf, die durch eine herabgesetzte Hämoglobinkonzentration und hypochrome, mikrozytäre Erythrozyten (erniedrigtes MCV und MCHC) gekennzeichnet ist. Im Knochenmarksaustriech zeigen sich verminderte Serum-Eisen- und Serum-Ferritin-Konzentrationen sowie ein verminderter Sideroblastenanteil. Wird die Anämie hingegen durch einen Folsäure- und/oder Cobalaminmangel verursacht, liegen hyperchrome, makrozytäre Erythrozyten vor (erhöhtes MCV und MCHC) vor¹³. Die Bestimmung der **Plasma-Hämoglobin-Konzentration** ist derzeit das am häufigsten angewendete Screening-Verfahren, um eine Anämie zu erfassen. Eine Eisenmangelanämie wird diagnostiziert, wenn neben einer erniedrigten Hämoglobinkonzentration zusätzlich Eisenstatusparameter vorliegen, die ein Eisendefizit anzeigen (HOFFBRAND et al. 2003, S 31-37, RÜKGAUER und KRUSE-JARRES 2002, S 690, YIP 2001, S 316f., HERRMANN und DRINGS 1998, S 970, KLEESIEK 1995, S 811, 833, GRESSNER und THOMAS 1995, S 230).

Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Referenzbereiche der genannten Statusparameter.

Tabelle 5: Referenzbereiche der Eisenstatusparameter für weibliche Kollektive (Referenzbereich: Labor der Justus-Liebig-Universität Gießen; Looker et al. 1997, Gressner und Thomas 1995, S 230ff., Kleesiek 1995, S 818f., 834, Bindra und Gibson 1986)

	Referenzbereich	Erschöpfte Eisen-speicher	Eisenmangel	Eisenmangel-anämie
Serum-Ferritin	60 – 130 ng/ml	< 30 ng/ml	< 12 ng/ml	< 10 ng/ml
Transferrin-sättigung	25 – 30 %	< 16 %	< 10 %	
Erythrozyten-Protoporphyrin	30 µg/l	30 µg/l	100 µg/l	200 µg/l
MCHC	31 – 37 g/dl	Normal	< 32 %	
Hämoglobin	120 – 160 g/l	Normal	Normal	< 120 g/l

¹³ Zur Problematik der durch einen Cobalaminmangel hervorgerufenen Anämie im DVS-Kollektiv sei auf die Dissertation von JOCHEN KOSCHIZKE (in Vorbereitung) verwiesen.

Werden diese (sowie weitere) Parameter herangezogen, kann der Eisenstatus in fünf Stadien eingeteilt werden; wobei am einen Ende der Skala eine Eisenüberladung und am anderen Ende die klinisch manifeste Eisenmangelanämie steht (Tabelle 6).

Tabelle 6: Stadien des Eisenstatus im Spiegel fünf hämatologischer Parameter (Yip 2001, S 317)

	Eisen- überladung	Normaler Eisenstatus	Erschöpfte Eisen- Speicher	Eisenmangel	Eisenmangel- Anämie
Serum-Ferritin	Erhöht	Normal	Erniedrigt	Erniedrigt	Stark erniedrigt
Transferrin- Sättigung	Stark erhöht	Normal	Normal	Erniedrigt	Erniedrigt
Erythrozyten- Protoporphyrin	Normal	Normal	Normal	Erhöht	Stark erhöht
MCV	Normal	Normal	Normal	Normal	Erniedrigt
Hämoglobin	Normal	Normal	Normal	Normal	Erniedrigt

Derzeit gilt die Analyse der Serum-Ferritin-Konzentration einer Blutprobe als das Standardverfahren zur Bestimmung des Eisenstatus. Eine Konzentration < 30 ng/ml zeigt eine Erschöpfung der Eisenspeicher bzw. eine negative Eisenbilanz an. Serum-Ferritin-Konzentrationen von < 12 ng/ml werden häufig als Indikator für einen latenten Eisenmangel verwendet, Konzentrationen < 10 ng/ml hingegen gelten als eindeutiges Anzeichen einer Eisenmangelanämie (PETRIDES 2003, S 706, YIP 2001, S 316, GRESSNER und THOMAS 1995, S 230). COOPER et al. (1996) weisen allerdings darauf hin, dass auf Grund der „day-to-day-variation“ drei (oder mehrere) Blutproben zur aussagekräftigen Ferritin-Bestimmung benötigt werden. Kann – wie im Rahmen der vorliegenden Untersuchung – nur auf eine Blutprobe zurückgegriffen werden, sollten zur differenzierten Diagnose eines Eisenmangels mehrere hämatologische Parameter herangezogen werden. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit das „**Tri-Index-Modell**“ verwendet (vgl. BINDRA und GIBSON 1986). Dieses Modell basiert auf drei unabhängigen Eisenparametern, die das jeweilige Stadium eines Eisenmangels repräsentieren (Tabelle 7).

Tabelle 7: Parameter des Tri-Index-Modells

Statusparameter	Cut-off	Aussagekraft
Serum-Ferritin-Konzentration	< 12 ng/ml	Indikator depletierter Eisenspeicher
Serum-Transferrinsättigung	< 16 %	Im Eisenmangel erhöht sich die Transferrin-Konzentration, da jedoch gleichzeitig die Eisen-Konzentration reduziert ist, zeigt eine erniedrigte Transferrin-Sättigung ein Eisendefizit an
Mittlere Hämoglobin-Konzentration der Erythrozyten (MCHC)	< 32 g/dl	Indikator des finalen Stadiums eines Eisenmangels

Im Rahmen des Modells wird ein Eisenmangel angenommen, wenn mind. zwei der drei Indizes unterhalb der genannten Referenzwerte liegen. Dabei ist allerdings zu berücksichtigen, dass erniedrigte Transferrinsättigungs- und MCHC-Werte ein fortgeschritteneres Eisendefizit anzeigen, als erniedrigte Serum-Ferritin-Konzentrationen für sich allein betrachtet (YIP 2001, S 317).

Für die vorliegende Arbeit wurden folgende Definitionen verwendet:

- (1) **depletierte Eisenspeicher** = Serum-Ferritin-Konzentration < 12 ng/ml
- (2) **Eisenmangel** = mind. 2 der Indizes des Tri-Index-Modells unterhalb der Grenzwerte
- (3) **Eisenmangelanämie** = Vorliegen einer Hämoglobin-Konzentration < 120 g/l sowie eines Eisenmangels.

2.2.4 EISENMANGEL: PRÄVALENZ, URSACHEN UND KONSEQUENZEN

Weltweit ist der Eisenmangel der am weitesten verbreitete Nährstoffmangel überhaupt. In den Entwicklungsländern liegt die **Prävalenz** bei ca. 30-40 % der prämenopausalen Frauen, während in den Industrieländern wie z.B. den U.S.A. ca. 11 % der prämenopausalen Frauen und 5-10 % der postmenopausalen Frauen sowie 1-2 % der Männer im Alter von 16-69 Jahren von einem Eisenmangel¹⁴ betroffen sind. Mit zunehmendem Alter – insbesondere ab 70 Jahren – steigt der Anteil eisen-defizitärer Personen auf Grund chronischer Krankheiten bzw. chronischer Blutverluste allerdings wieder an. So wird derzeit angenommen, dass ca. 30-40 % der älteren Personen in den Industrieländern von einem Eisenmangel betroffen sind (N. N. 2002, RAMAKRISHNAN und YIP 2002, YIP 2001, S 318, FAIRBANKS 1999, S 209ff., LOOKER et al. 1997). Eine finnische

¹⁴ Im Rahmen von NHANES II, NHANES III und NHANES 1999-2000 wurde ein Eisendefizit diagnostiziert, wenn mind. zwei der drei Indizes Serum -Ferritin, Transferrinsättigung und/oder Erythrozyten-Protoporphyrin unterhalb der Referenzwerte lagen. Eine Eisenmangelanämie wurde bei Vorliegen eines Eisendefizits in Kombination mit erniedrigten Hämoglobin-Konzentrationen diagnostiziert.

Untersuchung konnte zeigen, dass jüngere Frauen prozentual öfter von einer erniedrigten Ferritin-Konzentrationen (< 12 ng/dl; 20 %) betroffen sind als ältere Frauen (11 %). Eine Eisenmangelanämie wurde bei 5,8 % aller Studienteilnehmerinnen und 1,3 % der Teilnehmer festgestellt (LAHTI-KOSKI et al. 2003). Schwierig gestaltet sich die Beurteilung der Situation in Deutschland, da nur wenige Studiendaten publiziert sind. Ein weiteres Problem besteht in der Verwendung unterschiedlicher Parameter und differierender Grenzwerte zur Bewertung der Eisenversorgung. Derzeit kann angenommen werden, dass ca. 10 % der Frauen und 4 % der Männer im Alter von 25-34 Jahren von entleerten Eisenspeichern betroffen sind (Serum-Ferritin-Konzentration < 12 ng/ml als eisen-defizitär). In der Altersspanne 35-44 Jahre weisen 13 % der Frauen und 3 % der Männer erniedrigte Ferritin-Konzentrationen auf. Wird ein Eisenmangel durch eine zusätzliche vorhandene, erniedrigte Transferrinsättigung definiert, so weisen 13 % der Frauen und 10 % der Männer zwischen 35 und 44 Jahren eisen-defizitären Status auf (WAGENER et al. 2000, KOHLMEIER et al. 1995, S B17). Eine Untersuchung älteren Datums deutet darauf hin, dass schätzungsweise etwa 0,6 % der deutschen Bevölkerung von einer Eisenmangelanämie betroffen sind. Frauen leiden dabei etwa doppelt so häufig unter einer Eisenmangelanämie wie Männer (ARAB-KOHLMEIER et al. 1989, S 60). Entsprechende Untersuchungen aus den U.S.A deuten auf eine höhere Prävalenz – wenn auch mit abnehmender Tendenz – hin: Nach den Ergebnissen der NHANES III und NHANES 1999-2000 sind derzeit 5 % der Frauen im gebärfähigen Alter in den U.S.A. von einer Eisenmangelanämie betroffen (N. N. 2002, LOOKER et al. 1997), während an Hand der Ergebnisse von NHANES II noch davon ausgegangen wurde, dass 8,8 % der prämenopausalen Frauen anämisch auf Grund eines Eisenmangels seien (DALLMAN et al. 1984).

Unterschiedliche Erhebungen aus Europa und den U.S.A belegen eindrucksvoll, dass sowohl ein Eisendefizit als auch eine klinisch manifeste Eisenmangelanämie bei Männern seltener als bei Frauen vorkommen und dass Männer vergleichsweise häufiger erhöhte Serum-Ferritin-Konzentrationen aufweisen (LAHTI-KOSKI et al. 2003, MILMAN et al. 1999, NIEDERAU et al. 1998, BRUSSAARD et al. 1997, LOOKER et al. 1997).

Ein Eisenmangel bzw. die sich hieraus entwickelnde Anämie kann in verschiedenen **Ursachen** begründet sein:

- 1.) Mangelernährung
 - 2.) Malabsorption (z. B. bei Gluten-induzierter Enteropathie)
 - 3.) erhöhter/chronischer Eisenverlust (chronisch-entzündliche Erkrankungen, maligne Erkrankungen)
 - 4.) erhöhter Bedarf bei Schwangerschaft, Menorrhagie und Wachstum
- (HOFFBRAND et al. 2003, S 33, PETRIDES 2003, S 709, YIP 2001, S 319).

Die **Konsequenzen** eines Eisenmangels werden erst mit der Manifestation der Anämie evident, frühe(re) Stadien des Eisenmangels hingegen gehen im Erwachsenenalter mit eher unspezifischen Symptomen einher. So werden Blässe, Mundwinkelrhagaden, brüchige Nägel und Haare, Zungenbrennen, Appetitlosigkeit sowie Obstipation als frühe klinische Anzeichen eines Eisenmangels beschrieben. In Folge eines Eisenmangels ist die Hämsynthese – und damit auch die Hämoglobinsynthese – herabgesetzt. Zudem ist die Aktivität der eisenhaltigen Enzyme vermindert, sodass es zu einer Verringerung der körperlichen Leistungsfähigkeit, Schwäche und schnellerer Ermüdbarkeit kommen kann. Ebenso können die Thermoregulation und die Funktion des Immunsystems herabgesetzt werden. Ein erhöhtes Risiko für Komplikationen in der Schwangerschaft wie z. B. ein erhöhtes Risiko für eine Frühgeburt, ein erniedrigtes Geburtsgewicht oder ein erhöhtes Risiko für den plötzlichen Kindstod sind ebenfalls mit starken Eisendefiziten assoziiert (SCHÜMANN und WEISS 2002, S 141, SILBERNAGL und DESPOPOULOS 2001, S 90, HERRMANN und DRINGS 1998, S 970, KARLSON et al. 1994, S 402, DALLMAN 1987, BEARD et al. 1984, WATSON et al. 1980, VITERI und TORUN 1974). Im Gegensatz zu Erwachsenen geht ein latenter Eisenmangel bei (Klein-) Kindern aufgrund geringerer Speicher mit spezifischen Symptomen einher. So weisen eisen-defizitäre Kinder eine verschlechterte Psychomotorik und Verhaltensauffälligkeiten auf (LOZOFF 1988).

2.2.5 EISENÜBERLADUNG

Eine Eisenüberladung wird durch eine positive Eisenbilanz hervorgerufen, die auf eine über dem Bedarf liegende Absorption und die mangelnde Fähigkeit, überschüssiges Eisen bedarfsgerecht auszuscheiden, zurückzuführen ist. Sie wird durch erhöhte Serum-Eisen-Konzentrationen ($> 32 \mu\text{mol/l}$), sowie stark erhöhte Transferrinsättigungswerte (Frauen: $> 50\%$, Männer: $> 60\%$) reflektiert. Bei Eisenüberladungen werden **primäre bzw. sekundäre Formen** unterschieden. Zu den ersteren zählt die hederitäre Hämochromatose, eine autosomal rezessiv vererbte Erkrankung. Ihr liegt ein Defekt der gastrointestinalen Absorptionsregulation zu Grunde, die mit einer Akkumulation von Eisen im Organismus einhergeht. Sekundäre Eisenüberladungen resultieren meist aus hämatologischen Erkrankungen. Des Weiteren kann eine exzessive, sekundärbedingte Eisenakkumulation durch schwere Anämien hervorgerufen werden. Vergleichsweise eher seltene Ursachen der sekundären Eisenüberladung liegen hingegen in einer unverhältnismäßig erhöhten Eisenabsorption bei Alkoholismus oder in einer exzessiven oralen Zufuhr (YIP 2001, S 323, FAIRBANKS 1999, S 212-218). Bekanntestes Beispiel für eine alimentär-bedingte Eisenüberladung ist die „Bantu-Hämochromatose“, die unter den Bantu in Südafrika weit verbreitet ist und aus dem hohen Konsum eines stark eisenhaltigen Maize-Bieres (40-80 mg Eisen/l) resultiert (BOTHWELL et al. 1964).

Konsequenzen einer nicht behandelten Eisenüberladung sind Entzündungen, Schäden und Fibrosen verschiedener Organe. Betroffen sind insbesondere Leber, Pankreas und der Herzmuskel, so dass ein Ignorieren der Erkrankung zum Tode führen kann (SCHÜMANN und WEISS 2002, S 141, 146, SILBERNAGL und DESPOPOULOS 2001, S 90, YIP 2001, S 323).

2.2.6 EISEN – RISIKOPARAMETER FÜR CHRONISCHE ERKRANKUNGEN?

Während sich die Forschung lange Zeit nur auf den Eisenmetabolismus, einen suboptimalen Status und die daraus resultierenden Konsequenzen konzentrierte, rücken mögliche gesundheitsschädigende Konsequenzen einer übermäßigen Eisenversorgung in das Interesse jüngerer Untersuchungen.

Da Eisen auch prooxidative Eigenschaften aufweist, wird ein erhöhter Körperbestand u. a. als potenzieller Risikoparameter für Herz-Kreislauf-Erkrankungen sowie als Promotor für Tumorerkrankungen diskutiert. Mögliche Ursache-Wirkungs-Prinzipien liegen in der Bildung von reaktiven Sauerstoffspezies (ROS) über die Fenton-Reaktion und in den immunmodulatorischen Eigenschaften des Eisenmoleküls sowie dessen Bindungsproteinen (BOLDT 1999). Seit SULLIVAN (1981) die Hypothese aufgestellt hat, dass die Menge an Gesamtkörper-eisen das Risiko für **Herz-Kreislauf-Erkrankungen**

determiniert, hat es eine Vielzahl von epidemiologischen Untersuchungen gegeben, die versuchten, diese These zu stützen bzw. zu widerlegen. Mehr als 20 Studien wurden bis heute durchgeführt, doch nur drei Studien konnten einen statistischen Zusammenhang zwischen erhöhten Gesamtkörpereisenkonzentrationen und Herz-Kreislauf-Erkrankungen nachweisen. SEMPOS (2002) sowie DANESH und APPLEBY (1999) folgern deshalb, dass die Ergebnisse derzeit keine ausreichende Evidenz liefern, um Sullivans These hinreichend zu untermauern.

Auch der Zusammenhang zwischen erhöhten Körpereisenbeständen und **Tumorerkrankungen** wird derzeit noch kontrovers diskutiert. Da sowohl Eisen als auch die Eisenbindungsproteine immunregulatorische Eigenschaften aufweisen, ist anzunehmen, dass ein Abweichen von der Eisenbalance mit schwerwiegenden pathologischen Konsequenzen verbunden ist. So verursachen erhöhte Körpereisenbestände ein Ungleichgewicht der immunregulatorischen Balance der Art, sodass es zu gesteigerten Wachstumsraten von Krebszellen und infektiösen Organismen kommen kann (WALKER und WALKER 2000). Während experimentelle Studien darauf hinweisen, dass hohe Eisenbestände die Karzinogenese bzw. das Tumorwachstum beschleunigen (HUANG 2003), sind die Ergebnisse aus epidemiologischen Studien uneinheitlich. So konnten z. B. STEVENS et al. (1988) bei männlichen Studienteilnehmern einen positiven Zusammenhang zwischen der erhöhten Krebsmortalität und Eisenspiegeln nachweisen, während dieser Zusammenhang bei den Frauen nicht statistisch signifikant ausgeprägt war. Eine Übersichtsarbeit von NELSON (2001) zum Zusammenhang zwischen Eisen und kolorektalen Tumoren kommt zu dem Schluss, dass von erhöhten Gesamtkörpereisenspiegeln ein erhöhtes Risiko für kolorektale Tumoren ausgeht. BLANC et al. (2000) zeigen auf, dass 50 % der hepatozellulären Karzinome nicht-leber-zirrhotoser Patienten mit einer milden Eisenüberladung assoziiert sind. Dementsprechend postuliert YIP (2001, S 324), dass eine ausreichende Evidenz bis heute lediglich für den Zusammenhang zwischen hepatischen Tumoren und der Hämochromatose vorliegt.

2.2.7 EISENSTATUS BEI VEGETARISCHER UND VEGANER ERNÄHRUNG

Zur Eisenzufuhr und –versorgung vegetarisch lebender Kollektive liegen verschiedene Erhebungen vor (vgl. Tabelle 8). Die dabei gewonnen Ergebnisse sind uneinheitlich und aufgrund regionaler Unterschiede sowie der unterschiedlichen Zuordnung der Probanden schwierig zu bewerten. In vielen Studien werden auch Personen als Vegetarier bezeichnet, obwohl sie geringe Mengen an Fleisch und Fisch verzehren. Solche bisweilen auch als **Semi-Vegetarier** bezeichneten Probanden können den kostformspezifischen Subkollektiven nicht durch allgemein anerkannte Kriterien zugeordnet werden: So existieren Studien, in denen diese Personen als „Vegetarier“ (ALEXANDER et al. 1994¹⁵, BALL und BARTLETT 1999¹⁶, WILSON und BALL 1999¹⁷) bezeichnet werden, während andere Autoren diese Personen wiederum in die Gruppe der Mischköstler einbeziehen (HARMAN und PARNELL 1998¹⁸).

Werden diese Studien in ihrer Gesamtheit betrachtet, zeigt sich, dass die alimentäre Eisenzufuhr vielfach im Rahmen der Empfehlungen bzw. sogar darüber (Spannweite: 8,44-29,3 mg/d) lag. Hauptnahrungsquellen stellen Vollgetreide, Blattgemüse und evtl. angereicherte Lebensmittel dar. Die mittlere Serum-Ferritin-Konzentration lag – trotz geringfügig höherer mittlerer Eisenzufuhr in den Kollektiven von ALEXANDER et al. (1994), BALL und BARTLETT (1999) und HARMAN und PARNELL (1998) – niedriger als in omnivoren Kollektiven. Für die Hämoglobin-Konzentration gestaltete sich das Bild uneinheitlicher: BALL und BARTLETT (1999) konnten vergleichbare Hämoglobinspiegel zwischen Vegetariern und Mischköstlern nachweisen, während HARMAN und PARNELL (1998) bei den weiblichen Vegetarierinnen niedrigere und bei den männlichen Vegetariern höhere Werte fanden als bei den entsprechenden Mischköstlern. WILSON und BALL (1999) verglichen Omnivoren, Vegetarier und Veganer. Die Eisenzufuhr stieg mit abnehmendem Anteil tierischer Lebensmittel. Trotzdem wiesen die Omnivoren deutlich höhere Serum-Ferritin- sowie Hämoglobin-Konzentrationen auf. Im direkten Vergleich zwischen Veganern und Vegetariern konnten bei den Veganern leicht höhere Werte gemessen werden.

¹⁵ Fisch und Geflügel werden weniger als einmal pro Woche, „rotes Fleisch“ gar nicht verzehrt.

¹⁶ Fisch und Geflügel werden weniger als einmal pro Woche, „Rotes Fleisch“ weniger als einmal pro Monat verzehrt.

¹⁷ „Rotes Fleisch“, Geflügel und Fisch werden von der Mehrheit des Kollektivs nicht mehr als einmal pro Woche verzehrt.

¹⁸ Mäßiger Verzehr von „rotem Fleisch“.

Vergleichende Untersuchungen zwischen **omnivoren** und **rein vegetarischen Kollektiven** liegen aus Australien, China und Großbritannien vor. So zeigte sich in der **australischen** Erhebung von HELMAN und DARNTON-HILL (1987) eine signifikant niedrigere Ferritin-Konzentration der Vegetarier im Vergleich zu den Mittelwerten der Omnivoren. Dieses Ergebnis konnte durch REDDY und SANDERS (1990) für **Großbritannien** bestätigt werden. Trotz vergleichbar hoher Eisenzufuhr lagen die Serum-Ferritin-Konzentrationen vegetarisch lebender **Inderinnen** und **Kaukasierinnen** signifikant niedriger als im Mischkost-Kollektiv. WOO et al. (1998) erhoben den Eisenstatus **postmenopausaler, chinesischer Frauen** an Hand der Hämoglobin-Konzentration. Bei den Vegetarierinnen lag die mittlere Hämoglobin-Konzentration signifikant niedriger als bei den omnivoren Frauen. Insgesamt wurden 30,3 % der Vegetarierinnen und 10,1 % der Omnivoren als anämisch (Hämoglobin-Konzentration < 120 g/l) klassifiziert. Bei 48,5 % der anämischen Vegetarierinnen konnte ein Vitamin-B₁₂-Mangel und nur bei 6,1 % ein Eisenmangel als Anämieursache angesehen werden. Bei den Mischköstlerinnen war hingegen ein Eisenmangel in 21,7 % die Hauptursache der Anämie, während ein unzureichender Vitamin-B₁₂-Status nur in 4,3 % der Fälle verantwortlich gemacht werden konnte.

In **Deutschland** wurden bislang nur wenig groß angelegte Vegetarierstudien durchgeführt. Hämatologische Parameter der Teilnehmer sind für drei der Studien publiziert.

Im Rahmen der **Gießener Vegetarier Studie** wurden (nur) vegetarisch lebende Personen untersucht. Sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern lagen die mittleren Serum-Eisen-Konzentrationen (Frauen: $84,7 \pm 28,4 \mu\text{g/dl}$; Männer: $100 \pm 32,7 \mu\text{g/dl}$) im Normbereich. Die mittlere Hämoglobin-Konzentration befand sich bei den Frauen im unteren Normbereich und bei den Männern geringfügig unterhalb des unteren Referenzwertes von 140 g/l (LEITZMANN et al. 1987, S 11). In der **Vegetarier Studie des Bundes-Gesundheitsamtes (Berliner Vegetarier Studie)** wurden etwas niedrigere mittlere Serum-Eisen-Konzentrationen (Frauen: $80 \pm 29 \mu\text{g/dl}$; Männer: $92 \pm 34 \mu\text{g/dl}$) gemessen, während die Hämoglobin-Konzentration (Frauen: $131 \pm 9 \text{ g/l}$; Männer: $150 \pm 13 \text{ g/l}$) im Mittel höher lag. Weibliche Omnivoren des Vergleichskollektives wiesen höhere (Serum-Eisen: $91 \pm 33 \mu\text{g/dl}$; Hämoglobin: $136 \pm 9 \text{ g/l}$) und männliche Omnivoren vergleichbare Konzentrationen (Serum-Eisen: $92 \pm 32 \text{ g/l}$; Hämoglobin: $152 \pm 12 \text{ g/l}$) auf (ROTTKA 1987, S 25-28). OBEID et al. (2002) untersuchten 20 Semi-Vegetarier, 64 Lacto-(Ovo-)Vegetarier und 29 Veganer hinsichtlich des hämatologischen Status und konnten keine signifikanten Unterschiede für die mittleren Konzentrationen der Statusparameter feststellen. Im Gesamtkollektiv zeigten 43,7 % der Teilnehmerinnen Serum-Ferritin-

Konzentrationen < 15 ng/ml, während 13,8 % der Männer eine Konzentration < 30 ng/ml aufwiesen.

Studien zum hämatologischen Status von kleineren, rein **veganen Kollektiven** liegen aus den U.S.A. und Großbritannien vor. HADDAD et al. (1999a) konnten zeigen, dass die mittlere tägliche Eisenzufuhr im veganen Kollektiv höher lag als im vergleichbaren Mischkostkollektiv, sowohl bei Vernachlässigung als auch bei Berücksichtigung der Eisenzufuhr über Supplemente. Trotzdem zeigten die veganen Männer und Frauen im Mittel niedrigere Hämoglobin-Konzentrationen als die Omnivoren. Klinische Anzeichen einer Eisenmangelanämie wurden bei einer Mischköstlerin und zwei Veganerinnen (10 % bzw. 13,3 %) gefunden. Bei Betrachtung der Serum-Ferritin-Konzentration zeigt sich ein uneinheitliches Bild: Während vegane Männer im Mittel niedrigere Werte aufwiesen, zeigten die Veganerinnen im Mittel höhere Serum-Ferritin-Konzentrationen als die Mischköstlerinnen. Auch die Studienergebnisse von SANDERS et al. (1978) zeigen ein uneinheitliches Bild. Männliche Veganer (mit und ohne Vitamin-B₁₂-Supplementeinnahme) hatten im Mittel eine niedrigere Hämoglobin-Konzentration als vergleichbare Omnivoren, während vegan lebende Frauen (mit und ohne Vitamin-B₁₂-Supplementeinnahme) im Vergleich zu Mischköstlerinnen im Mittel höhere Hämoglobin-Konzentrationen aufwiesen.

Die nachfolgende Tabelle stellt in einer Übersicht die Ergebnisse der genannten Studien für die vegetarischen und veganen Kollektive dar.

Tabelle 8: Alimentär zugeführtes Eisen und Statusparameter vegetarischer Kollektive; Angaben in Mean

	Eisenzufuhr [mg/d]	Serum- Ferritin [ng/ml]	MCHC [g/dl]	Transferrin- sättigung [%]	Hämoglobin [g/l]
Sanders et al. (1978) V [n=34]	23		Frauen ^a : 34,0 Frauen ^b : 34,4 Männer ^a : 33,9 Männer ^b : 34,9		Frauen ^a : 141 Frauen ^b : 132 Männer ^a : 140 Männer ^b : 138
Helman und Darnton-Hill (1987) LOV [n=93]		Frauen: 30 Männer: 58			
Leitzmann et al. (1987) LOV [n=91]					Frauen: 127 Männer: 140
Rottka et al. (1987) LOV [n=123]					Frauen: 131 Männer: 150

	Eisenzufuhr [mg/d]	Serum- Ferritin [ng/ml]	MCHC [g/dl]	Transferrin- sättigung [%]	Hämoglobin [g/l]
Reddy und Sanders (1990) LOV ^{#, e} [n=40]	Kauk.: 13,8 Inder.: 12,7	Kauk.: 11,1 Inder.: 7,9	Kauk.: 33,7 Inder.: 32,7		Kauk.: 136 Inder.: 126
Alexander et al. (1994) LOV [n=50]	Frauen: 15,5 Männer: 20,0	Frauen: 13,6 Männer: 36,6			
Harman und Parnell (1998) LOV [n=24]	Frauen: 14,7 Männer: 15,5	Frauen: 50,4 Männer: 79,8			Frauen: 123,6 Männer: 150
Woo et al. (1998) LOV [#] [n=131]					123
Ball und Bartlett (1999) LOV [#] [n=50]	10,7	25			130
Haddad et al. (1999a) V [n=25]	Frauen: 17,6 Männer: 26,4	Frauen: 27 Männer: 72			Frauen: 132 Männer: 154
Wilson und Ball (1999) LOV [*] [n=39] V [*] [n=10]	V: 22,9 LOV: 20,4	V: 65 LOV: 64			V: 158 LOV: 140
Obeid et al. (2002) LOV ^f [n=64] V ^f [n=29]		Frauen: V: 21 LOV: 30 Männer: V: 30 LOV: 36		V: 26 LOV: 28	V: 139 LOV: 135

[#] nur Frauen

^{*} nur Männer

^a keine Einnahme von B₁₂-Supplementen

^b Einnahme von B₁₂-Supplementen

^c 18-39 Jahre

^d 40-64 Jahre

^e Geometrisches Mittel

^f Median

2.3 LIPIDE UND VEGANE ERNÄHRUNG

Verschiedene epidemiologische Studien zeigen, dass vegetarische Kostformen mit einem geringeren Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen assoziiert sind. Neben protektiven Ernährungs- und Lebensstilfaktoren wie z. B. der hohen Zufuhr antioxidativer Nahrungskomponenten, dem hohen Ballaststoffgehalt sowie der niedrigen Gesamtenergiezufuhr bzw. dem vergleichsweise niedrigeren BMI, dem geringeren Alkohol- und Nikotinkonsum und der höheren sportlichen Aktivität wird dabei insbesondere das günstige Lipidprofil vegetarisch lebender Personen, u. a. aufgrund des vergleichsweise niedrigen Fettkonsums bei günstigem Fettsäuremuster, als mögliche Ursache diskutiert (KEY et al. 2003, KWOK et al. 2000, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000b, APPLEBY et al. 1999, KEY et al. 1999, KEY et al. 1998, FAMODU et al. 1998, THOROGOOD et al. 1994, CHANG-CLAUDE et al. 1992, BURR und SWEETNAM 1982). Dies trifft offenbar auch auf Veganer zu, wie einige Untersuchungen kleinerer Kollektive zeigen (FISHER et al. 1986, THOROGOOD et al. 1987, MEDKOVA et al. 2002, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000b). Erhebungen zu „neueren“ Risikoparametern in veganen Kollektiven sind – mit Ausnahme des Homocysteins¹⁹ – jedoch selten.

2.3.1 DAS LIPIDPROFIL – RISIKOPARAMETER FÜR KARDIOVASKULÄRE ERKRANKUNGEN

Das Lipidprofil umfasst etablierte Basisparameter wie die Triglyzerid- und die Gesamt-Cholesterol-Konzentration, wobei letztere in die Subfraktionen HDL („high-density-lipoproteins“, Lipoproteine mit hoher Dichte), LDL („low-density-lipoproteins“, Lipoproteine mit geringer Dichte) und VLDL („very low-density-lipoproteins“, Lipoproteine mit sehr geringer Dichte) differenziert werden kann. Von prognostischer Aussagekraft in Bezug auf das kardiovaskuläre Risiko ist außerdem das Verhältnis Gesamt-Cholesterol/HDL-Cholesterol bzw. der Quotient LDL/HDL, da sich ein atherogenes Risikoprofil durch erhöhte LDL- und niedrige HDL-Konzentrationen auszeichnet. In Tabelle 9 sind Referenzwerte der genannten Serumlipide dargestellt.

Der Einfluss der **Triglyzeride** auf das atherosklerotische Geschehen wurde lange Zeit als marginal angesehen. Dabei wurde jedoch vernachlässigt, dass Störungen im

¹⁹ Für die ausführliche Darstellung des Homocysteins sei auf die Dissertation von JOCHEN KOSCHIZKE (in Vorbereitung) verwiesen.

Triglyzeridmetabolismus für Erhöhungen der Gesamt-Cholesterol-Konzentration, das vermehrte Auftreten atherogener *small dense* LDL und Senkungen der HDL-Konzentration verantwortlich sein können. Weiterhin existieren heute zunehmend Hinweise dafür, dass bestimmte triglyzeridreiche Lipoproteine atherogen wirken. Meta-Analysen zeigen, dass erhöhte Plasma-Triglyzerid-Konzentrationen einen unabhängigen Risikofaktor für koronare Herzerkrankungen darstellen. So sind Triglyzerid-Spiegel im Bereich von 150-400 mg/dl (1,7-4,5 mmol/l) mit einem erhöhten KHK-Risiko assoziiert; dies gilt insbesondere bei gleichzeitig erniedrigtem HDL-Spiegel. Besonders deutlich zeigt sich dieser Zusammenhang für Frauen, etwas weniger ausgeprägt, aber dennoch deutlich auch für Männer (KEIL et al. 2001, S 631, INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 225, ASSMANN und SCHULTE 1992, KANNEL 1987). Hinzu kommt, dass erhöhte Triglyzeridkonzentrationen oftmals mit weiteren kardiovaskulären Risikofaktoren wie Diabetes mellitus und abdomineller Adipositas vergesellschaftet sind (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 11f.). Zur Prävention der kardiovaskulärer Erkrankungen werden Konzentrationen < 150 mg/dl (< 1,7 mmol/l) empfohlen (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226).

Erhöhte **Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen** stellen einen unabhängigen Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen dar: Mit steigenden Konzentrationen erhöht sich das Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen kontinuierlich. Bei Personen < 30 Jahre sollte die Gesamt-Cholesterol-Konzentration daher ≤ 180 mg/dl ($\leq 4,65$ mmol/l) betragen, während bei Erwachsenen ≥ 30 Jahre eine Konzentration von ≤ 200 mg/dl ($\leq 5,2$ mmol/l) als erstrebenswert angesehen wird (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226, KANNEL 1987). Zur Abschätzung des kardiovaskulären Risikos ist die **LDL-Konzentration** allerdings besser geeignet als der Gesamt-Cholesterol-Spiegel, da LDL direkt und ursächlich mit der koronaren Herzerkrankung korreliert und somit einen (wesentlichen) unabhängigen Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen darstellt. So wird oxidierten LDL-Lipoproteinen eine zentrale Bedeutung in der Atherogenese beigemessen, da sie eine direkte proinflammatorische Wirkung in der Gefäßwand ausüben sowie über Scavenger-Rezeptoren in Makrophagen akkumulieren und auf diese Weise in Form lipidbeladener Schaumzellen in der Gefäßintima abgelagert werden. Kleine, dichte LDL (*small dense* LDL) gelten als sehr atherogen und treten vor allem in Verbindung mit einer Hypertriglyzeridämie (Triglyzeride im Bereich 4,51-11,27 mmol/l) bei zumeist gleichzeitig erniedrigten HDL-Werten auf. Zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen werden LDL-Konzentrationen < 135 mg/dl (< 3,5 mmol/l) empfohlen (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 10, RAJARAM und SABATE 2000, INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226).

Aufgrund der Bedeutung der HDL-Lipoproteine im Rahmen des reversen Cholesteroltransports (Mobilisierung und Transport von Cholesterol aus dem peripheren Gewebe sowie Arterien zurück zur Leber) gelten erniedrigte **HDL**-Konzentrationen als wichtiger Risikofaktor für die Atherosklerose und koronare Herzerkrankungen (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 10). Epidemiologische Untersuchungen konnten bestätigen, dass die HDL-Serumwerte stark invers mit dem Risiko für Erkrankungen der Koronararterien korrelieren. So zeigen z. B. Ergebnisse der Framingham Studie, dass HDL-Konzentrationen ≤ 46 mg/dl im Vergleich zu Konzentrationen ≥ 66 mg/dl mit einem sechsfach erhöhten Risiko für Myokardinfarkte einhergehen (ABBOTT et al. 1988). Bei geschlechtsdifferenzierter Auswertung der Framingham-Daten ergab sich für Männer mit HDL-Konzentrationen < 35 mg/dl im Vergleich zu Männern mit Konzentrationen > 54 mg/dl ein ca. vierfach erhöhtes KHK-Risiko. Frauen wiesen ein hierzu vergleichbares Risiko auf, wenn ein Grenzwert von 45 mg/dl unterschritten wurde (WILSON et al. 1988). Eine Risikoreduktion um zwei Prozent kann dabei bereits durch einen Anstieg der HDL-Konzentration um 1mg/dl erzielt werden (GORDON und RIFKIND 1989). U. a. deshalb werden im Rahmen der Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen folgende HDL-Konzentrationen als wünschenswert angesehen: Männer > 35 mg/dl ($> 0,8$ mmol/l); Frauen > 40 mg/dl ($> 1,1$ mmol/l) (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226, DWYER 1988). Die Fraktion der HDL ist jedoch nicht einheitlich, sondern kann auf Grund der unterschiedlichen Gehalte an Apolipoproteinen und Lipiden in drei Unterfraktionen differenziert werden: HDL₁, HDL₂ und HDL₃ (LÖFFLER 2003, S 624), wobei insbesondere der HDL₂-Subfraktion ein antiatherogenes Potenzial zugesprochen wird. Neuere Erkenntnisse deuten zudem darauf hin, dass auch HDL₃ eine negative Assoziation zum KHK-Risiko aufweist (KEIL et al. 2001, S 630f.). Der **Quotient Gesamt-Cholesterol zu HDL-Cholesterol** wird daher als bester Einzelprädiktor für das KHK-Risiko angesehen (CASTELLI et al. 1992), da er den gegensätzlichen Wirkungen der LDL- und HDL-Fraktionen in Bezug auf die Atherogenese gerecht wird. Dieses Verhältnis sollte den Grenzwert 5 nicht überschreiten, da bei höheren Werten ein starker Anstieg des KHK-Risikos zu beobachten ist (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226, KEIL et al. 2001, S 630).

Tabelle 9: Referenzbereiche der Serumlipide im Überblick

	International Task Force (1998, S 226)	American Heart Association (2004)
Triglyzeride [mmol/l]	< 1,7	< 1,7
Gesamt-Cholesterol [mmol/l]	< 5,2	< 5,2
HDL-Cholesterol [mmol/l]	w: > 1,0 m: > 0,9	> 1,6
LDL-Cholesterol [mmol/l]	< 3,5	< 2,4
Lipoprotein(a) [mg/dl]	< 30	

2.3.2 WEITERE RISIKOPARAMETER FÜR DAS KHK-RISIKO

In den letzten Jahrzehnten wurde durch zahlreiche Studien – darunter beispielsweise die Framingham Heart Study, Nurses Health Study sowie die PROCAM-Studie – versucht, Risikoparameter für kardiovaskuläre Erkrankungen zu identifizieren und Algorithmen zur Risikoabschätzung zu etablieren. Neben Faktoren wie Alter, männliches Geschlecht und familiärer Disposition können erhöhte Triglyzerid-, Gesamt-Cholesterol- sowie LDL-Konzentrationen, Hypertonie, Adipositas, Diabetes mellitus und Nikotinkonsum heute zu den etablierten Risikoparametern gezählt werden (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 14-18, RASHID et al. 2003, HUGHES 2000, INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 221, CASTELLI 1996).

Allerdings können diese Risikofaktoren in nur rund 50 % der kardiovaskulären Erkrankungen als Ursache angesehen werden. Diese Tatsache regte in den letzten Jahren zahlreiche Forschungsprojekte zur Suche nach weiteren Risikomarkern für Herz-Kreislauf-Erkrankungen an. Zu den „neueren“ Risikomarkern zählen inflammatorische (u. a. C-reaktives Protein, Interleukin-6 1), infektiöse und hämostatische (u. a. Fibrinogen, Faktor VII, Plasminogen Aktivator Inhibitor) Faktoren, Lipid-verwandte Faktoren (u. a. Lipoprotein(a), *small dense* LDL, Remnant Lipoproteine) sowie weitere Faktoren (u. a. Homocystein, Mikroalbuminurie, Insulinresistenz) (HACKAM und ANAND 2003, HOREJSI und CESKA 2000, HUGHES 2000, KASPER 2000, S 298, INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 229, REFSUM et al. 1998, CASTELLI 1996, RODRIGUEZ et al. 1994).

Eine mögliche Verbindung zwischen einer erhöhten Lipoprotein(a)-Konzentration und kardiovaskulären Erkrankungen wurde 1963 erstmal durch Berg beschrieben, der für Patienten mit Myokardinfarkt höhere Serum-Konzentrationen nachweisen konnte, als für geschlechts- und alters-gematchte Personen (BERG 1963). Heute gilt **Lipoprotein(a)** als unabhängiger Risikofaktor der koronaren Herzkrankheit, da es in der Arterienwand

abgelagert werden kann, hemmend in die Fibrinolyse eingreift und prothrombische Wirkung ausübt (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 12, KRAFT und UTERMANN 2001, S 177, HOREJSI und CESKA 2000, RODRIGUEZ et al. 1994, STEINMETZ und UTERMANN 1992). GRAINGER et al. (1993) konnten außerdem zeigen, dass Lipoprotein(a) einen möglichen Stimulus für die Proliferation glatter Muskelzellen darstellt.

In Bezug auf die Lipidzusammensetzung und den Apolipoproteingehalt gleicht Lipoprotein(a) der LDL-Fraktion, unterscheidet sich von dieser jedoch durch ein zusätzliches Lipoprotein(a)-spezifisches Glykoprotein (Apo (a)). Letzteres ist durch seine hohe Homologie (75 %) zu Plasminogen charakterisiert (MCLEAN et al. 1987), weshalb Lipoprotein(a) als mögliches Bindeglied zwischen Thrombogenese und Atherogenese diskutiert wird (KRAFT und UTERMANN 2001, S 177). Im Gegensatz zu den anderen Lipoproteinen variiert die Lipoprotein(a)-Konzentration in der Bevölkerung mit einer Streuung im Bereich von < 0,5 bis > 400 mg/dl, erheblich. Die für Individuen relativ konstanten Werte deuten jedoch darauf hin, dass die Lipoprotein(a)-Konzentration in höherem Maße als die der anderen Lipoproteine genetisch determiniert ist und sich weder durch diätetische noch medikamentöse Maßnahmen beeinflussen lässt (KRAFT und UTERMANN 2001, S 180, KASPER 2000, S 298, STEINMETZ und UTERMANN 1992). Verschiedene Studien (u. a. PAN et al. 2002, SPRECHER 2000, RODRIGUEZ et al. 1994) deuten jedoch darauf hin, dass die hochdosierte Gabe von Niacin (Dosis: 2 g/d) neben positiven Effekten auf die übrigen Lipoproteinfraktionen auch die Lipoprotein(a)-Konzentration zu senken vermag.

Der Schwellenwert für Lipoprotein(a) wird bei 30 mg/dl angegeben (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226), höhere Werte sind mit einem höheren kardiovaskulären Risiko assoziiert. Bis heute existiert jedoch keine allgemein anerkannte, standardisierte Bestimmungsmethode, so dass der Nutzen einer Lipoprotein(a)-Bestimmung im Sinne eines Screenings mit Limitationen belegt ist (HACKAM und ANAND 2003).

Als weiterer bedeutender und unabhängiger Risikofaktor für pathologische Veränderungen der koronaren, zerebralen und peripheren Arterien wird die endogen synthetisierte schwefelhaltige Aminosäure **Homocystein** angesehen. So zeigen epidemiologische Studien z. B. die Assoziation zwischen erhöhten Konzentrationen und dem Auftreten von Myokardinfarkten an. Bis heute existieren allerdings keine Daten, die nachweislich belegen, dass Homocystein ein verursachender Faktor in der Pathogenese der Atherosklerose ist (REFSUM et al. 1998, BOUSHEY et al. 1995). Daher gilt es, in weiteren Untersuchungen zu klären, ob die beobachtete Assoziation lediglich durch die Korrelation des Homocysteins mit anderen Risikofaktoren hervorgerufen wird

(confounding), oder ob ein tatsächlicher Zusammenhang besteht (HACKAM und ANAND 2003).

Als mögliche Beiträge des Homocysteins zum erhöhten Risiko werden derzeit folgende Wirkmechanismen diskutiert: (1) Erhöhung des oxidativen Stress an der Arterienwand, (2) Endotheldysfunktion, (3) Aktivierung der Thrombozyten, (4) Erhöhung der Monozyten-Rekrutierung bei der beginnenden Atherosklerose, (5) Erhöhung der Proliferationsrate der vaskulären glatten Muskelzellen sowie (6) gesteigerte Koagulationsneigung des Blutes (HACKAM und ANAND 2003, STANGER et al. 2003, HANRATTY et al. 2001, COPPOLA et al. 2000, VAN GULDENER und STEHOUWER 2000).

Homocystein entsteht endogen als Intermediärprodukt im Stoffwechsel der essenziellen Aminosäure Methionin. Da ihr Abbau von den B-Vitaminen abhängig ist (vgl. Abbildung 2), kann ein Defizit der Vitamine B₆, B₁₂ und Folsäure bzw. eine eingeschränkte Enzymaktivität durch Abbauhemmung zur intrazellulären Erhöhung der Homocysteinkonzentration führen. Entsprechend kann eine gesteigerte Zufuhr dieser Vitamine zur Senkung einer erhöhten Konzentration beitragen (KREUZER und TIEFENBACHER 2003, S 18, STANGER et al. 2003). SELHUB und Mitarbeiter schätzen, dass mindestens 2/3 der Fälle von Hyperhomocysteinämie auf einen ungenügenden Status der genannten Vitamine zurückzuführen sind (SELHUB et al. 1993).

Bis heute existiert allerdings keine standardisierte Definition für die Hyperhomocysteinämie (HERRMANN et al. 2001, SELHUB et al 1993). REFSUM et al. (1998) sowie STEIN und McBRIDE (1998) werten den Bereich 5-15 µmol/l als "normal", während eine moderate Hyperhomocysteinämie bei Werten von 15-30 µmol/l angenommen wird (REFSUM et al. 1998, WELCH und LOSCALZO 1998). Die D.A.CH.-Liga Homocystein definiert eine moderate Hyperhomocysteinämie bereits ab einer Konzentration von > 12 µmol/l, da epidemiologische Studien eine Risikoerhöhung für das Auftreten atherosklerotischer Veränderungen und der Gesamtmortalität bei Homocysteinkonzentrationen ab 10 µmol/l in einer linearen Dosis-Wirkungs-Beziehung belegen. Zusätzliche Risikofaktoren (Rauchen, Hypertonie, Diabetes mellitus, Hyperlipidämie) können das Risiko additiv, synergistisch (durch Interaktion mit Homocystein) oder überproportional erhöhen (STANGER et al. 2003), daher werden Konzentrationen < 8 µmol/l in der Prävention atherosklerotischer Erkrankungen als erstrebenswert angesehen (WOODSIDE et al. 1996).

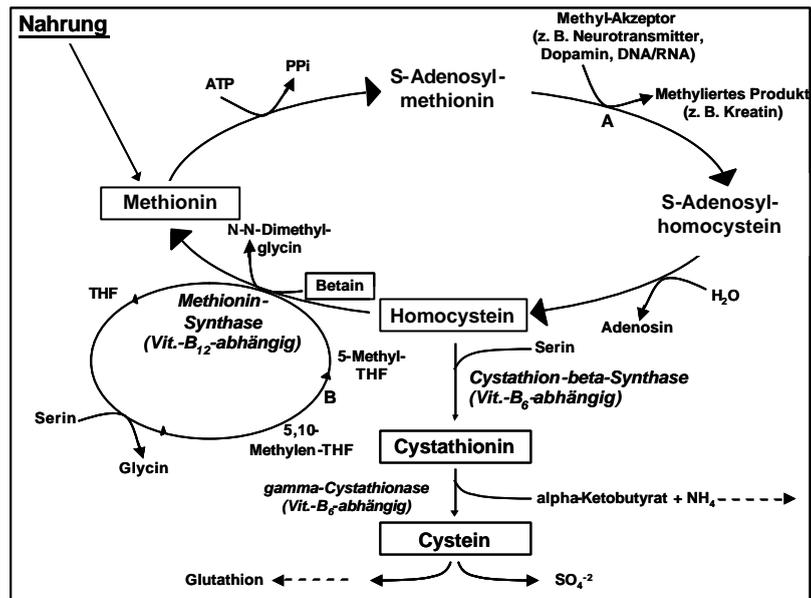


Abbildung 2: Stoffwechsel von Homocystein (Stanger et al. 2003)

2.3.3 EINFLUSSFAKTOREN AUF DAS LIPIDPROFIL

Die Höhe der Plasma-Lipoprotein-Konzentrationen wird neben der genetischen Determination (Alter, Geschlecht, Rasse) auch durch die modifizierbaren Lebensstilfaktoren (Ernährungsverhalten, Konsum der Genussmittel Alkohol und Nikotin, körperliche Bewegung) bestimmt. Insbesondere das Ernährungsverhalten (z. B. Menge und Art der alimentär zugeführten Fettsäuren, Kohlenhydrat- und Ballaststoffzufuhr) übt einen wesentlichen Einfluss auf das Lipidprofil aus (WOLFRAM 2001, S 375, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 376).

Erhöhte **Triglyzerid-Konzentrationen** treten vor allem in Folge bzw. in Kombination mit abdomineller Adipositas, Alkoholabusus und Diabetes mellitus auf. Eine Normalisierung des Körpergewichts und eine Einschränkung des Alkoholkonsums zeigen häufig zufriedenstellende Triglyzerid-Senkungen. Eine Ernährungsumstellung auf eine kohlenhydratreiche Ernährung (mit einem hohen Anteil an Mono- und Disacchariden) resultiert vorübergehend in einer vermehrten Synthese von endogenen VLDL-Triglyzeriden und führt damit zu einer kohlenhydratinduzierten Hypertriglyzeridämie im Nüchternblut. Beim gesunden Menschen sorgt ein regulativer Mechanismus schon nach wenigen Tagen für eine Downregulation der Triglyzeridsynthese und erreicht so eine Normalisierung des Nüchtern-Triglyzerid-Spiegels (WOLFRAM 2001, S 379f., WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 380). Bei Hypertriglyzeridämie lässt sich die Triglyzerid-Konzentration wirksam durch Monoen- und omega-3-Polyenfettsäuren senken. Der Einfluss der omega-6-Polyenfettsäuren ist hingegen nicht zweifelsfrei geklärt. So zeigen sie laut SACKS (2002; SACKS und KATAN 2002) sicher senkende Effekte, während WAHRBURG und ASSMANN

(1999, S 380) noch von einer unsicheren Datenlage ausgehen.

Im Gegensatz zu den Cholesterolfractionen wird die Triglyzerid-Konzentration im Plasma stark durch die Nahrungsaufnahme beeinflusst (postprandialer Anstieg vor allem nach Mahlzeit mit hohem Anteil an Mono- und Disacchariden) und zeigt deutliche zirkadiane Schwankungen (WOLFRAM 2001, S 378f.).

Ein klinisch relevanter Unterschied zwischen dem Nüchternwert und der postprandialen Cholesterol-Konzentration besteht nicht. Allerdings wird die **Gesamt-Cholesterol-Konzentration** maßgeblich durch die Menge und Art des alimentär zugeführten Fetts, den Alkoholkonsum und das Rauchverhalten sowie die körperliche Aktivität bestimmt (WOLFRAM 2001, S 376-379, DWYER 1988). Der Einfluss von Nahrungscholesterol auf den Serum-Cholesterol-Spiegel ist hingegen von untergeordneter Bedeutung und in Abhängigkeit von individuellen Variablen (genetische Determination u. a. der intestinalen Resorptionsrate, Exkretion mit der Galle) großen Schwankungen unterworfen. So resultiert bei Hyperrespondern eine erhöhte Zufuhr von Cholesterol über die Nahrung in einem deutlichen Anstieg des Gesamt-Cholesterols, welcher hauptsächlich auf den Anstieg des LDL-Cholesterols zurückzuführen ist (WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 380). Aus Populationsstudien sind positive Korrelationen zwischen den LDL-Konzentrationen und der Aufnahme von gesättigten Fettsäuren und Cholesterol bekannt, während negative Assoziationen zur Aufnahme mehrfach ungesättigter Fettsäuren und Ballaststoffen bestätigt sind (WOLFRAM 2001, S 376, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379). Letztere entfalten ihre hypocholesterolämische Wirkung über zwei direkte metabolische Mechanismen: Einerseits tragen lösliche Ballaststoffe durch die intestinale Bindung von Gallensäuren und deren Entzug aus dem enterohepatischen Kreislauf zur Gallensalzneusynthese und damit zur Absenkung des hepatischen Cholesterolpools bei. Andererseits inhibiert resorbierte Propionsäure, die als eines der Endprodukte der mikrobiellen Fermentation nicht-löslicher Ballaststoffe Kolon entsteht, die hepatische Cholesterol-Synthese (RAJARAM und SABATE 2000, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 381). Die indirekte Wirkung, nämlich der zumeist geringere Energie- und Fettgehalt einer ballaststoffhaltigen Kost, ist allerdings von größerer Bedeutung als die direkten, metabolischen Effekte (WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 381).

Die Serumkonzentration der **LDL** – und damit auch die Gesamt-Cholesterol-Konzentration – lässt sich durch regelmäßige körperliche Aktivität sowie durch eine Kost, die reich an einfach ungesättigten und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (des omega-6-Typs) ist, senken (SACKS 2002, LECHLER 2001, S 42f.). Interventionsstudien zeigen, dass durch omega-6-Polyenfettsäuren eine stärkere Reduktion als durch Monoenfettsäuren erzielt

werden kann (SACKS und KATAN 2002). Da die LDL-Konzentration in direkter Beziehung zur Aufnahme gesättigter Fettsäuren und in umgekehrt proportionaler Relation zur Kohlenhydrataufnahme steht (WOLFRAM 2001, S 376), ist anzunehmen, dass der Ersatz gesättigter Fettsäuren in der Kost den LDL-Spiegel günstig beeinflussen kann. So kommen MENSINK und KATAN (1992) in einer Meta-Analyse zu dem Schluss, dass der Austausch von 10 En% gesättigter Fettsäuren durch Kohlenhydrate, Monoen- oder Polyenfettsäuren zu einer Reduktion der LDL-Konzentration um durchschnittlich 13, 15 bzw. 18 mg/dl führt. Da Polyenfettsäuren eine höhere Oxidationsanfälligkeit aufweisen als Monoenfettsäuren und da ein erhöhter Konsum mehrfach ungesättigter omega-6-Fettsäuren (12-15 En%) zur Absenkung des HDL-Cholesterols führt, sehen aktuelle Ernährungsempfehlungen eine Betonung der einfach ungesättigten Fettsäuren vor (DGE et al. 2000, S 45, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379f.). Im Gegensatz zu den ungesättigten Fettsäuren in cis-Konfiguration geht die erhöhte Zufuhr an Transfettsäuren (mehr als 10-20 g pro Tag) aus gehärteten Fetten (und zu geringen Anteilen auch aus Milch und Milchprodukten) mit einem nennenswerten Anstieg des LDL-Cholesterols einher. Inwieweit sich diese Effekte schon bei einer derzeit in Deutschland üblichen Zufuhr in Höhe 4-6 g/d nachteilig auswirken, bleibt abschließend zu klären, gilt aber als wahrscheinlich (WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379f.). Eine geeignete diätetische Maßnahme zur Senkung der LDL-Konzentration ist die erhöhte Zufuhr von Nikotinsäure. Eine Gabe von 3 g/d resultiert in einer Senkung der Größenordnung von rund 10 % (ELAM et al. 2000), d. h. dass zur Erzielung pharmakologischer Effekte Dosierungen eingesetzt werden, die über eine übliche westliche Mischkost nicht zu realisieren sind.

Patienten mit Hypercholesterolämie profitieren vom Ersatz tierischer Proteine durch pflanzliche Proteine – insbesondere Sojaproteine (WOLFRAM 2001, S 391). DESROCHES et al. (2004) konnten in einer Human-Interventionsstudie belegen, dass Sojaproteine im Vergleich zu tierischen Proteinen die LDL-Partikel-Verteilung im Sinne eines weniger atherogenen Musters verändern. LIN et al. (2004) zeigten, dass die kombinierte Gabe von Phytosterolen und Sojaproteinen synergistische Effekte im Sinne einer stärkeren cholesterolsenkenden Wirkung im Vergleich zur Summe der Einzeleffekte aufweist.

Neben Ernährungs- und Lebensstilfaktoren werden die Serum-**HDL**-Konzentrationen maßgeblich durch das Geschlecht determiniert. Während Jungen höhere Spiegel als Mädchen aufweisen, kehrt sich dieses Verhältnis im Jugendlichen- bzw. Erwachsenenalter ins Gegenteil: Nach der Pubertät sinken die HDL-Konzentrationen bei männlichen Jugendlichen um 15-20 %, während die Spiegel der Frauen relativ konstant bleiben.

Unter den Lebensstilfaktoren nimmt insbesondere die körperliche Bewegung einen

wichtigen Stellenwert ein. So ist eine regelmäßige körperliche Aktivität mit einem Anstieg der HDL-Konzentration assoziiert, wobei Ausdauersportarten effektiver als kraftaufwändige Sportarten wirken. Der mäßige Konsum von Alkohol führt ebenfalls zu einer Erhöhung der HDL-Konzentration, allerdings kann ein regelmäßiger Alkoholkonsum auf Grund der Suchtproblematik nicht zur KHK-Prävention empfohlen werden (LECHLER 2001, S 42f.). Analog zu Gesamt- und LDL-Cholesterol ist die HDL-Konzentration auch von der Menge des Nahrungsfettes und der Art der Fettsäuren abhängig (WOLFRAM 2001, S 391). Ernährungsinterventionen konnten zeigen, dass der Austausch von Fetten durch Kohlenhydrate – im Sinne einer fettarmen, kohlenhydratreichen Kost – sowohl zu einer Reduktion des HDL- als auch des LDL-Cholesterols führt und damit der atherogene Index weitgehend unverändert bleibt. Werden allerdings gesättigte Fettsäuren durch ungesättigte Fettsäuren ersetzt, fällt die LDL-Konzentration proportional stärker als die HDL-Konzentration, so dass ein verringerter atherogener Index resultiert (SACKS und KATAN 2002). Eine erhöhte Zufuhr von Transfettsäuren führt hingegen neben dem schon erwähnten Anstieg von LDL- und Gesamt-Cholesterol zu einem Abfall des HDL-Cholesterols. Diese Lipidprofilverschiebung zu Ungunsten des HDL hat einen erhöhten atherogenen Index zur Folge (WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 380).

Werden Kohlenhydrate hingegen durch Monoen- und omega-6-Polyenfettsäuren substituiert, ist eine Erhöhung des HDL-Cholesterols zu beobachten (SACKS 2002). Allerdings sollte die Substitution nicht nach oben unbegrenzt vorgenommen werden, da schon eine Zufuhr von mehrfach ungesättigten omega-6-Fettsäuren ≥ 12 En% HDL-senkende Effekte hervorruft (WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379). Als potentestes Agens zur Anhebung der HDL-Konzentration durch nicht-medikamentöse, diätetische Maßnahmen gilt derzeit Nicotinsäure: Erhöhungen um bis zu 30 % konnten durch Gaben in Höhe von 3 g/d hervorgerufen werden (ELAM et al. 2000).

2.3.4 ERNÄHRUNGSSTRATEGIEN ZUR ATHEROSKLEROSEPRÄVENTION UND – THERAPIE

Zur Primärprävention der Atherosklerose wird ebenso wie für die Therapie der Hypercholesterolämie eine Kost empfohlen, die folgenden Grundsätzen entspricht:

Grundsatz 1: Bedarfsangepasste Energiezufuhr

Grundsatz 2: Verminderung der Fettzufuhr auf 30 En% durch Reduzierung des Anteils gesättigter Fettsäuren auf max. 7-10 En%.

Grundsatz 3: Erhöhung des Anteils an Monoenfettsäuren (10-15 En%) und Polyenfettsäuren (7-8 En%)

Grundsatz 4: Relation von omega-6 zu omega-3-Fettsäuren sollte 5:1 entsprechen

Grundsatz 5: Verminderung der alimentären Cholesterolzufuhr (< 300 mg/d)

Grundsatz 6: Steigerung der Zufuhr von komplexen Kohlenhydraten und Ballaststoffen

Grundsatz 7: Hohe Zufuhr von Vitaminen und sekundären Pflanzenstoffen mit antioxidativen Eigenschaften

Das Praktizieren einer Ernährung, die Grundsatz 5 gerecht wird, geht mit einer indirekten Wirkung auf das Lipidprofil einher, da die meisten cholesterolreichen Lebensmittel zugleich einen hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren und einen niedrigen Gehalt an Ballaststoffgehalt aufweisen (WOLFRAM 2001, S 418, DGE et al. 2000, S 213, KRAUSS et al. 2000, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 383f., INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 241).

2.3.5 DAS LIPIDPROFIL BEI VEGETARISCHER UND VEGANER ERNÄHRUNG

Vegetarische und auch vegane Kostformen stellen weitestgehend die Umsetzung der in Kapitel 2.3.4 aufgezeigten Ernährungsstrategien zur Prävention atherosklerotischer Erkrankungen dar.

Verschiedene epidemiologische Studien belegen eine im Vergleich niedrigere Gesamtenergieaufnahme und Fettzufuhr bei günstigerem Fettsäuremuster in vegetarischen und veganen Kollektiven (DAVEY et al. 2003, HOFFMANN et al. 2001, APPLEBY et al. 1999, LI et al. 1999, HARMANN und PARNELL 1998) und zeigen, dass über eine vegane Ernährung in der Regel weniger Fett zugeführt wird als über eine lakto-ovo-vegetarische Ernährung (DAVEY et al. 2003, APPLEBY et al. 1999, TOOHEY et al. 1998, ROSHANAI und SANDERS 1984). Unter Berücksichtigung dieses Hintergrundes und der in Kapitel 2.3.3 dargestellten Einflüsse von Ernährungsfaktoren auf das Lipidprofil ist zu erwarten, dass sich die Lipidprofile omnivorer, vegetarischer bzw. veganer Kollektive unterscheiden.

Vergleichende Untersuchungen zwischen **Lakto-Ovo-Vegetariern** und **Mischköstlern** liegen aus dem **deutschsprachigen Raum** von RICHTER et al. (1993) und HOFFMANN et al. (2001) vor. Das Studienkollektiv von RICHTER et al. (1993) schloss sowohl Männer als auch Frauen ein, während HOFFMANN et al. (2001) lediglich Frauen untersuchten. Beide Studien zeigten, dass der mittlere BMI der lakto-ovo-vegetarischen Kollektive signifikant niedriger lag als bei den untersuchten Mischköstlern. Der direkte Vergleich des Lipidprofils zeigte, dass die mittleren Triglyzerid-, LDL- und Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen bei den vegetarisch lebenden Personen niedriger und die mittleren HDL-Konzentrationen höher lagen. Statistisch signifikante Unterschiede konnten allerdings nur für die Triglyzerid-Konzentration im Kollektiv der Giessener Vollwert Studie festgestellt werden (HOFFMANN ET AL. 2001). KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000b) konnte diese Ergebnisse für ein **slowakisches Kollektiv** mit statistischer Signifikanz für alle untersuchten Lipidparameter bestätigen.

Eine entsprechende Untersuchung aus **Neuseeland** (HARMAN und PARNELL 1998) zeigte hingegen, dass sowohl der mittlere BMI, die mittlere Energiezufuhr als auch die erhobenen Lipidstatusparameter bei Vegetariern und Mischköstlern auf vergleichbarem Niveau lagen. Dieses Ergebnis liegt möglicherweise in der Kollektivzusammensetzung begründet, da die Gruppe der Omnivoren auch Semi-Vegetarier umfasste, die nur gelegentlich Fleisch verzehrten. Hierdurch ergibt sich bei diesem speziellen omnivoren Kollektiv ein vergleichsweise günstigerer Lipidstatus als in omnivoren Kollektiven mit höherem Fleischkonsum. LI et al. (1999) untersuchten omnivor und vegetarisch lebende

Australierinnen, die sich in Bezug auf statistische Kenngrößen wie mittleres Alter und BMI nicht unterschieden. In Bezug auf die biochemischen Parameter unterschieden sich lediglich die mittleren Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen signifikant voneinander, während sich die LDL-, HDL- und Triglyzerid-Konzentrationen auf vergleichbarem Niveau befanden. Auffallend an dieser Studie sind die erhobenen mittleren Lipoprotein(a)-Konzentration, die bei den Vegetarierinnen deutlich niedriger ($17,2 \pm 19,3$ mg/dl) lagen als bei den omnivoren Frauen ($24,7 \pm 25,6$ mg/dl). Ob dieser Unterschied allerdings auf die Kostform zurückgeführt werden kann, bleibt vor dem Hintergrund der nur bedingt durch Ernährungsfaktoren zu beeinflussenden Lipoprotein(a)-Konzentrationen in Frage gestellt.

In Bezug auf die Unterschiede zwischen Vegetariern und Veganern konnten in den 1980ern an Hand kleiner Kollektive bereits ROSHANAI und SANDERS (1984), FISCHER et al. (1986), THOROGOOD et al. (1987) ebenso wie APPLEBY et al. (1999) in einer aktuelleren Untersuchung zeigen, dass **amerikanische** und **britische Veganer** ein günstigeres Lipidprofil als vergleichbare Vegetarier aufweisen. KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000b) konnten dieses Ergebnis für ein **sklowakisches Kollektiv** bestätigen, während TOOHEY et al. (1998) das im direkten Vergleich vorteilhaftere Lipidprofil für ein **afro-amerikanisches Kollektiv** und FAMODU et al. (1998) für ein **negroides, afrikanisches Kollektiv** dokumentieren konnten.

Neuere Ergebnisse deuten allerdings darauf hin, dass die alleinige Betrachtung der Effekte einer veganen Ernährung auf das Lipidprofil ungeeignet scheint, um eine uneingeschränkte Empfehlung dieser Kostform zur Atherosklerose-Prävention abgeben zu können. So gewinnt Homocystein als möglicher, unabhängiger kardiovaskulärer Risikofaktor zunehmend an Beachtung und könnte sich auf Grund des unzureichenden Cobalamin- bzw. Pyridoxinstatus insbesondere bei veganer und z.T. auch bei vegetarischer Ernährung als problematisch erweisen (HERRMANN et al. 2003, BISSOLI et al. 2002, DONALDSON 2000, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000b).

Tabelle 10 stellt in einer Übersicht die zitierten Studienergebnisse dar.

Tabelle 10: Statusparameter des Lipidprofils vegetarischer Kollektive; Angaben in Mean

	Triglyzeride [mmol/l]	Gesamt- Cholesterol [mmol/l]	HDL-Cholesterol [mmol/l]	LDL-Cholesterol [mmol/l]
Roshanai und Sanders (1984) V [n=22]	Männer: 0,72 Frauen: 0,60	Männer: 3,57 Frauen: 3,74	Männer: 1,33 Frauen: 1,45	Männer: 1,91 Frauen: 2,02
Fisher et al. (1986) LOV [n=15] V [n=10]	V: 1,16 LOV: 1,07	V: 3,48 LOV: 3,89	V: 0,95 LOV: 1,18	V: 2,27 LOV: 2,57
Richter et al. (1993) LOV [n=66] LV [n=24] V [n=29]		Männer: V: 3,96 LV: 4,37 LOV: 5,09 Frauen: V: 4,89 LV: 5,20 LOV: 4,97	Männer: V: 1,05 LV: 1,07 LOV: 1,09 Frauen: V: 1,27 LV: 1,42 LOV: 1,45	
Famodu et al. (1998) LOV [n=28] V [n=8]	V: 0,9 LOV: 1,2	V: 4,5 LOV: 4,8		
Harman und Parnell (1998) LOV, LV, V [n=24]	Männer: 1,2 Frauen: 1,0	Männer: 5,0 Frauen: 4,8	Männer: 1,2 Frauen: 1,4	Männer: 3,2 Frauen: 3,0
Toohey et al. (1998) LOV [n=149] V [n=46]	Männer: V: 0,94 LOV: 1,25 Frauen: V: 0,94 LOV: 1,14	Männer: V: 3,52 LOV: 4,23 Frauen: V: 3,85 LOV: 4,68	Männer: V: 1,12 LOV: 1,20 Frauen: V: 1,39 LOV: 1,37	Männer: V: 2,04 LOV: 2,43 Frauen: V: 2,07 LOV: 2,79
Appleby et al. (1999) LOV [n=1550] V [n=114] ⁺		V: 4,29 LOV: 4,88	V: 1,49 LOV: 1,50	V: 2,28 LOV: 2,74
Li et al. (1999) LOV [n=50] [#]	0,91	4,13	1,51	2,26
Hoffmann et al. (2001) LOV [n=111] ^{#*}	1,84	5,40	1,66	3,31
Krajcovicova-Kudlackova et al. (2000b) LOV [n=54] V [n=32]	V: 1,30 LOV: 1,21	V: 4,38 LOV: 4,65	V: 1,48 LOV: 1,42	V: 2,32 LOV: 2,69

⁺ Adjustiert für Alter und Geschlecht[#] nur Frauen^{*} Median

3 EIGENE UNTERSUCHUNG: DIE DEUTSCHE VEGAN STUDIE

Wie schon angesprochen, sind die Auswirkungen eines vegetarischen Ernährungs- und Lebensstils mittlerweile recht gut dokumentiert. Insbesondere die Arbeiten aus den Arbeitskreisen um Gary Fraser (Adventists Health Study, U.S.A.) sowie um Margaret Thorogood und Jim Mann (Oxford Vegetarian Study, U.K.) haben zu einem besseren Verständnis der vegetarischen Kostformen und ihrer Effekte auf die menschliche Gesundheit beigetragen.

Ein großes Manko älterer Studien ist, dass Daten von vegan lebenden Personen selten separat dargestellt sind. Deshalb kann bis heute gesagt werden, dass sowohl internationale als auch nationale Untersuchungen zu den Auswirkungen eines veganen Ernährungs- und Lebensstils nur in geringer Zahl vorliegen.

Die im Rahmen der vorliegenden Arbeit dargestellte Deutsche Vegan Studie (DVS) zielte darauf ab, zu einem besseren Verständnis der Auswirkungen eines veganen Ernährungs- und Lebensstil beizutragen und somit die bestehende Wissenslücke wenigstens teilweise zu schließen. Aus diesem Grund wurde im Rahmen der DVS bundesweit erstmals ein größeres Kollektiv vegan lebender Menschen rekrutiert und umfangreiches Datenmaterial erhoben. Evaluiert wurden u. a. das Ernährungs- und Gesundheitsverhalten sowie der Gesundheitsstatus. Neben der vorliegenden Arbeit stellen weitere Dissertationen²⁰ und Examensarbeiten²¹ jeweils Teilergebnisse des groß angelegten Projekts vor.

3.1 ZIEL, DESIGN UND ABLAUF

Ziel dieser Querschnittserhebung war es, Daten zur Lebensweise, zum Ernährungs- und Gesundheitsverhalten sowie zum Gesundheitsstatus von Veganern zu ermitteln.

Um ein ausreichend großes Kollektiv rekrutieren zu können, wurden im Spätsommer/Herbst 1993 Anzeigen in acht deutschlandweit erscheinenden Zeitschriften aus dem Reform-, Naturkost- und Vegetarismusbereich²² geschaltet. 868 interessierte Personen meldeten sich auf den Aufruf zur Studienteilnahme (vgl. Anhang A, Abbildung A1, S A1). Mit einem Teilkollektiv (n=42) wurde eine Pilotstudie durchgeführt; die

²⁰ DÖRR 1998, KOSCHIZKE, in Vorbereitung

²¹ ATIK 2001, HENNIES 1996, ABELE 1995, WEHLING 1995

²² Besser leben, Der Vegetarier, Fit für's Leben, inform, Natur und Medizin, neuform-Kurier, Schrot und Korn, UGB-Forum.

restlichen Studieninteressenten erhielten einen Vor-Fragebogen, der zur Überprüfung der Ein- bzw. Ausschlusskriterien der eigentlichen Studie diente. Um in das DVS-Kollektiv aufgenommen zu werden, mussten die Personen ein Mindestalter von 18 Jahren erreicht haben, seit mindestens einem Jahr eine vegane Ernährungsweise praktizieren und sich bereit erklären, an allen Studienphasen teilzunehmen. Schwangere und/oder stillende Frauen sowie Personen mit schwer wiegenden Erkrankungen wurden nicht in die Studie eingeschlossen.

Geeignete Teilnehmer erhielten im Frühjahr 1994 den Haupt-Fragebogen. Sechs Monate später wurde das erste Ernährungsprotokoll verschickt, weitere sechs Monate später ein zweites. Die Feldstudie²³ (Erhebung anthropometrischer Daten, klinischer Befunde und Durchführung klinischer Untersuchungen in 33 verschiedenen Untersuchungszentren; vgl. Kapitel 3.2.3) wurde im Zeitraum Mai – Juni 1995 durchgeführt.

Abbildung 3 stellt den zeitlichen Ablauf und die verschiedenen Abschnitte der Studie graphisch dar.

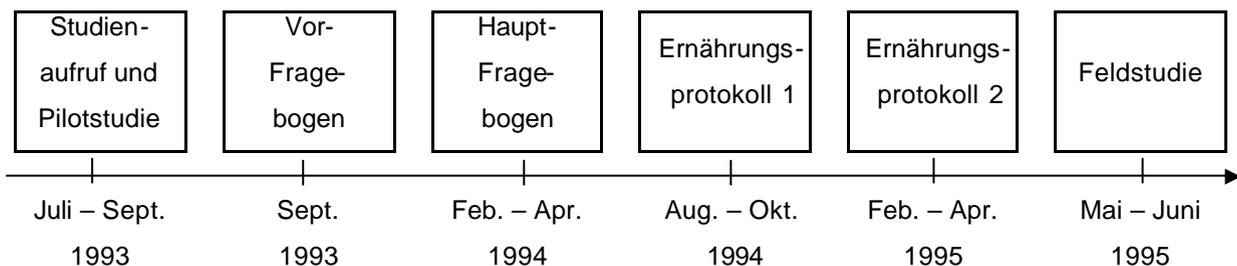


Abbildung 3: Zeitlicher Ablauf der DVS

²³ Der Begriff „Feldstudie“ entstammt ursprünglich den empirischen Sozialwissenschaften. Er beschreibt die Tätigkeit des Forschers, der seinen Arbeitsplatz verlässt und sich in die Gesellschaft hinein begibt (d. h. sich in das Feld hinein begibt), um dort Informationen zu gewinnen. Die Feldforschung ist primär explorativ angelegt, d. h. man will erfahren, was in der Gesellschaft passiert, welche Vorgänge ablaufen und welcher Weise sich diese auswirken.

Wird der Begriff „Feldstudie“ auf ernährungsepidemiologische Fragestellungen übertragen, bedeutet dies, dass Studienteilnehmer i. d. R. zu einer mobilen oder stationären Untersuchungsstelle gebeten werden, wo klinische Untersuchungen durchgeführt werden (OLTERS DORF 1995, S 86f.).

3.2 INSTRUMENTE UND METHODEN

3.2.1 BESCHREIBUNG DER ERHEBUNGSINSTRUMENTE

Zur Erhebung der Daten wurden im Rahmen der Deutschen Vegan Studie ein Vor- bzw. Haupt-Fragebogen, zwei Ernährungsprotokolle sowie ein Anamnesebogen (im Rahmen der Blutuntersuchung) eingesetzt. Kopien dieser Erhebungsinstrumente sind in Anhang B enthalten.

Der **Vor-Fragebogen** diente zur Überprüfung der Ein- und Ausschlusskriterien und damit zur Auswahl des DVS-Kollektivs. Sozio-demographische Daten, Art und Dauer der Kostform, Motivation und Einstellung, Ernährungs- und Gesundheitsverhalten, Lebensgewohnheiten, Krankheiten sowie das Ernährungswissen und Einstellungen zu allgemeinen bzw. Ernährungsthemen wurden mit Hilfe des **Haupt-Fragebogens** erfasst. Der Fragebogen wurde per Post an geeignete Teilnehmer geschickt und von diesen ausgefüllt. Ein Teil der Fragen diente der erneuten Überprüfung des Zutreffens von Ein- bzw. des Nicht-Zutreffens von Ausschlusskriterien. Personen, die den Einschlusskriterien nicht entsprachen, wurden vom weiteren Studienverlauf ausgeschlossen.

Für die **Erfassung des Lebensmittel-Verzehrs** wurde eine direkte Ernährungserhebungsmethode gewählt: Eingesetzt wurde ein an die Studie angepasstes, semi-quantitatives, geschlossenes Schätzprotokoll, welches 199 für eine vegane Ernährung typische Lebensmittel, Lebensmittelgruppen und Gerichte sowie sieben nicht-vegane Lebensmittel (Eier, Butter, Milch und verschiedene Milchprodukte) enthielt. Für alle Lebensmittel waren haushaltsübliche Portionsgrößen (z. B. Esslöffel, Teelöffel, Scheibe) sowie das dazugehörige Gewicht angegeben. Die fotografische Darstellung ausgewählter Lebensmittel sollte den Befragten die Abschätzung der jeweiligen Portionsgrößen erleichtern. Zusätzlich bestand während den Protokollführungsphasen die Möglichkeit, bei Fragen/Unklarheiten telefonisch eine Diplom-Ökotrophologin zu kontaktieren.

Um saisonal bedingte Unterschiede im Lebensmittel-Verzehr auszugleichen, wurde je ein Ernährungsprotokoll im Herbst bzw. im Frühling an die Teilnehmer ausgegeben. Die Teilnehmer wurden angewiesen, ihren Lebensmittel-Verzehr über den Zeitraum von jeweils neun Tagen zu protokollieren. Die ersten beiden Tage dienten als Eingewöhnungsphase und wurden nicht in die Auswertung einbezogen.

Zur Erfassung der Summe der verzehrten Lebensmittelportionen und zur Berechnung der zugeführten Nährstoffe kamen eigens entwickelte Softwareanwendungen zum Einsatz, die auf verschiedenen Datenbank-Programmen (Paradox, F&A, MS-Access) aufgebaut waren. Als Grundlage der Berechnungen diente der vom Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin (BgVV) entwickelte Bundeslebensmittelschlüssel (BLS), Version II.2 (BgVV, Berlin, Deutschland). Der BLS enthält allerdings keine Nährstoffangaben für vegane Lebensmittel oder vegane Gerichte, so dass die Datenbank – soweit möglich – um die entsprechenden Lebensmittel bzw. Gerichte erweitert werden musste. Zu diesem Zweck wurden analytische Kenndaten laut Herstellerangaben übernommen, welche im Wesentlichen Gehalte der Hauptnährstoffe Protein, Fett sowie Kohlenhydrate und Angaben zum Energiewert umfassten. Für fehlende Nährstoffe erfolgte eine Nullsetzung, da ihr Ersatz durch anderweitig berechnete oder ermittelte Werte nur eine falsche Genauigkeit vorgetäuscht hätte.

Nach Erfassung aller Ernährungsprotokolle enthielt die Datenbank 245 Lebensmittel. Um einen Vergleich der eigenen Ergebnisse mit den Ergebnissen der VERA-Studie und den Ergebnissen des Ernährungssurveys zu ermöglichen, wurde eine Einteilung der Lebensmittel in 23 Gruppen vorgenommen (vgl. HESEKER et al. 1994a, S 69). Durch dieses Verfahren wurde außerdem eine bessere Übersicht bei der Darstellung des Lebensmittelverzehrs erzielt.

Zur Überprüfung der **Validität der errechneten Energiezufuhr** wurde die Berechnung des Quotienten aus geschätzter Energieaufnahme zum Grundumsatz zu Grunde gelegt (estimated intake/basal metabolic rate; EI/BMR). Liegt der errechnete Wert unter dem Grenzwert von 1,35, kann davon ausgegangen werden, dass eine Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen (*underreporting*) durch das Ernährungsprotokoll vorliegt (McGOWAN et al. 2001, GOLDBERG et al. 1991). Der zur Berechnung des Quotienten „EI/BMR“ benötigte Grundumsatz wurde im Rahmen der DVS-Studie mittels der FAO/WHO/UNU-Gleichung aus dem Jahr 1985 bestimmt. Diese Gleichung(en) basieren auf einer Schätzung unter Berücksichtigung von Alter und Gewicht (FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION 1985).

3.2.2 BESTIMMUNG GESUNDHEITSORIENTierter DATEN

Gesundheitsorientierte Daten (z. B. Rauchhäufigkeit, Alkoholkonsum, Einnahme von Medikamenten und Nahrungsergänzungsmitteln, Sporthäufigkeit) wurden durch den Haupt-Fragebogen erfasst (vgl. Kapitel 3.2.1).

3.2.3 BESTIMMUNG ANTHROPOMETRISCHER DATEN, ERHEBUNG KLINISCHER BEFUNDE, GEWINNUNG DER BLUTPROBEN

Um die Anfahrtswege für die Probanden möglichst gering zu halten, fanden die Untersuchungen der Feldstudie in 33 verschiedenen Städten²⁴ im gesamtdeutschen Bundesgebiet statt. Den Probanden wurden im Rahmen der Feldstudie Blutproben entnommen, daneben wurden anthropometrische Daten sowie grundlegende klinische Befunde erfasst. Zwei mobile Teams, bestehend aus Ärzten, Ernährungswissenschaftlern, Krankenschwestern und medizinisch-technischem Personal standen hierzu zur Verfügung. In der Regel wurden Räume kirchlicher Einrichtungen genutzt.

Die anthropometrischen Daten wurden folgendermaßen erhoben: Das Körpergewicht wurde mittels einer geeichten Personenwaage, die Körpergröße unter Zuhilfenahme eines Maßbandes erfasst. Die Körperzusammensetzung wurde anhand des Futrex 5000/A (Fa. VicMedic Systems, Filderstadt, Deutschland) berechnet. Des Weiteren wurden Puls- und Blutdruckwerte durch geeichte, digitale Messgeräte ermittelt.

Das durch approbierte Ärzte entnommene venöse Nüchternblut wurde – sofern für die verschiedenen Analysen notwendig – jeweils direkt vor Ort aufbereitet und noch am gleichen Tag an die kooperierenden klinischen Labors weitergeleitet. Alle Untersuchungen wurden nach den Standardverfahren der Deutschen Gesellschaft für klinische Chemie durchgeführt.

Tabelle 11 listet die im Rahmen der DVS erhobenen und in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Parameter auf.

²⁴

Abtsgmünd	Augsburg	Bad Laasphe	Bad Segeberg	Berlin
Bonn	Braunschweig	Bremen	Bretzfeld	Darmstadt
Dortmund	Essen	Düsseldorf	Erlangen	Frankfurt a.M.
Hamburg	Hannover	Kassel	Koblenz	Kulmbach
Lahr	Leipzig	Ludwigshafen	Mainz	Memmingen
Minden	München	Nonweiler	Nürnberg	Siegen
Stuttgart	Würzburg	Zell		

Tabelle 11: Angaben zur Probenart, Labor und angewandeter Analysemethode der in der vorliegenden Arbeit berücksichtigten Blutparameter

Parameter	Probenart	Labor	Methode
Klinische Chemie			
Eisen	Serum	Gießen*	Atomabsorptionsspektroskopie
Ferritin	Serum	Gießen*	Partikelverstärkte Nephelometrie
Transferrin	Serum	Gießen*	Nephelometrie
Homocystein	Plasma (EDTA)	Homburg [†]	HPLC
Hämatologie (kleines Blutbild)			
Erythrozyten	Plasma (EDTA)	Gießen*	Auszählung mittels Coulter® STKS
Hämoglobin	Plasma (EDTA)	Gießen*	Cyanmethhämoglobin-Methode
MCHC	Plasma (EDTA)	Gießen*	Coulter® STKS
Lipide			
Gesamt-Cholesterol	Serum	Gießen*	Enzymatischer Farbttest (Chol Cholesterik CHOD-PAP-Methode, Fa. Boehringer, Mannheim)
HDL-Cholesterol	Serum	Gießen*	Enzymatischer Farbttest (Chol Cholesterik Zusatzkit CHOD-PAP- Methode, Fa. Boehringer, Mannheim)
LDL-Cholesterol	Serum	Gießen*	Polyvinylsulfatfällung (PVS-Methode, Fa. Boehringer, Mannheim)
Lipoprotein(a)	Serum	Hannover [#]	kinetische Nephelometrie (Beckman-Array®-System, Beckman Instruments GmbH, München)
Triglyzeride	Serum	Gießen*	Enzymatischer Farbttest (GPO-PAP-Methode, Fa. Boehringer, Mannheim)

* Klinisches Labor Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Klinische Chemie und Pathobiochemie

[†] Klinisch-Chemisches Zentrallabor an den Universitätskliniken des Saarlandes in Homburg

[#] Labor der Medizinischen Hochschule Hannover (Laborstandort: Oststadt Krankenhaus Hannover)

3.3 STATISTISCHE VERFAHREN

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS für Windows (Version 11.5; Chicago, Illinois, USA, 2003).

Als **statistische Kennzahlen** werden i. d. R. bei gegebener Normalverteilung das arithmetische Mittel (Mean) und die Standardabweichung (SD) angegeben, bei nicht-normalverteilten Werten werden Median und als Streuungsmaß der 90 %-Wertebereich (5- / 95er Perzentile) berechnet. Eine Ausnahme bilden die Angaben zum durchschnittlichen Lebensmittelverzehr. Hier wird generell der Mittelwert (Mean) angegeben, da einige Lebensmittel von einem Großteil des Kollektivs nicht verzehrt wurden. Bei Betrachtung des Medians würde die Aufnahme „Null“ betragen, was zu einer weniger aussagekräftigen Darstellung der Ergebnisse führen würde.

Zur **Überprüfung** der Daten **auf Normalverteilung** wurde im Rahmen der vorliegenden Arbeit der Kolmogorov-Smirnov-Test bei einer Stichprobe (Testverteilung: Normal) herangezogen. Bei einer errechneten Irrtumswahrscheinlichkeit von weniger als 5 % wurde die Nullhypothese (H_0 =die gegebene Verteilung entspricht einer Normalverteilung) abgelehnt und eine Schiefverteilung der entsprechenden Daten angenommen.

Zur **Überprüfung von Hypothesen** wurde ein Testverfahren entsprechend der Verteilung, der Anzahl und Art der Stichproben sowie des Skalenniveaus der Daten ausgewählt (Tabelle 12). Die Nullhypothese wurde für die Testverfahren nur dann zurückgewiesen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$ war. Zur Charakterisierung statistisch nachweisbarer Unterschiede wurden die in Tabelle 13 angeführten Signifikanzniveaus genutzt.

Irrtumswahrscheinlichkeiten im Bereich >5 bis $\leq 7\%$ wurden als Trend zur Signifikanz interpretiert.

Tabelle 12: Übersicht über statistische Verfahren zur Hypothesenprüfung, die im Rahmen der DVS verwendet wurden, und deren Voraussetzungen

Anzahl	Stichproben		Normalverteilung	Testverfahren
	unabhängig / verbunden	Skala		
2	unabhängig	metrisch	ja	t-Test für unabhängige Stichproben
2	unabhängig	metrisch	nein	U-Test nach Mann-Whitney
2	unabhängig	ordinal		U-Test nach Mann-Whitney
2	unabhängig	nominal		Chi-Quadrat nach Pearson / Exakter Test nach Fisher (2-3 Merkmalsausprägungen) U-Test nach Mann-Whitney (≥ 4 Merkmalsausprägungen)

Tabelle 13: Signifikanzniveaus

$p \leq 0,05$	signifikanter Unterschied	Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 5 \%$
$p \leq 0,01$	hoch signifikanter Unterschied	Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 1 \%$
$p \leq 0,001$	höchst signifikanter Unterschied	Irrtumswahrscheinlichkeit $\leq 0,1 \%$

Um Zusammenhänge zwischen zwei Parametern zu untersuchen, wurden unterschiedliche **Korrelationen** verwendet. Bei vorhandener Normalverteilung metrischer Daten wurde der Pearson-Korrelationskoeffizient (r), bei nicht gegebener Normalverteilung und bei ordinalen Daten der Spearman-Korrelationskoeffizient (r_s) berechnet. Um Scheinkorrelationen²⁵ auszuschließen, wurde in einigen Fällen eine **partielle Korrelation** durchgeführt.

Die im Rahmen von SPSS angebotene partielle Korrelation setzt die Normalverteilung aller drei in das Modell einbezogenen Variablen voraus. Wenn aus dem zu korrelierenden Variablenpaar nur eine Variable normalverteilt war – die Voraussetzung also nicht erfüllt war – diente stattdessen eine **multiple lineare Regression** (mlR) als Berechnungsgrundlage. Die mlR setzt nämlich nur die Normalverteilung der abhängigen Variable (bzw. die Normalverteilung der Residuen der abhängigen Variable) voraus, nicht aber die der unabhängigen Variablen. Der p -Wert der mlR entspricht in diesem Fall demjenigen der partiellen Korrelation (HECKER 2002). Die mlR (Methode: Schrittweise) wurde außerdem angewendet, um das Ausmaß des Einflusses mehrerer unabhängiger,

²⁵ Als Scheinkorrelation wird eine Korrelation zwischen zwei Messgrößen bezeichnet, die durch eine dritte Messgröße verursacht wird, die sowohl mit der ersten als auch mit der zweiten Messgröße korreliert (SCHNEIDER 1997, S 44).

metrisch-skalierten Variablen auf eine abhängige, ebenfalls metrisch-skalierte Variable zu untersuchen. Zur Beschreibung der Güte der Anpassung durch die mlR wurde das adjustierte Bestimmtheitsmaß²⁶ Beta angegeben. Waren die Residuen der abhängigen Variablen nicht-normalverteilt, so wurden die log-transformierten Werte der entsprechenden Variablen in die mlR einbezogen.

Um den Einfluss von mehreren Prädiktoren auf einen Prädiktanten zu untersuchen, wurde das **Allgemeine Lineare Modell** (ALM) herangezogen. Es bietet die Möglichkeit sowohl metrisch-skalierte Variablen (Kovariaten) als auch ordinal- und nominal-skalierte Variablen (Faktoren) in ein Modell zur Vorhersage einer abhängigen, metrisch-skalierten Variable einzubeziehen. Letztendlich zielt das ALM darauf ab, die Streuung der abhängigen Variable über eine Vielzahl von Prädiktoren und deren Kombinationen (Wechselwirkungsterme) zu einem möglichst großen Anteil zu erklären. Die statistische Prüfung auf unterschiedliche Wirkung der Faktoren bzw. ihrer Interaktion erfolgt mittels des F-Tests. Hierbei werden die Effekte einzelner Variablen (Haupteffekte) bzw. die Effekte von Wechselwirkungstermen mittels F-Verteilung auf ihren signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable überprüft.

Die Bestimmtheitsmaß R^2 (auch Eta-Quadrat) dient als Maßzahl zur Beurteilung der Modellgüte. Es gibt Aufschluss darüber, wie groß der Anteil der durch das Modell erklärten Streuung im Vergleich zur nicht-erklärten Streuung ist. Werden mehr als 6 Faktoren bzw. Kovariaten in das Modell einbezogen, sollte das adjustierte (korrigierte) R^2 , welches um die Anzahl der im Modell enthaltenen Faktoren korrigiert wird²⁷, für die Interpretation herangezogen werden. Für alle Berechnungen mittels ALM wurde ein Modell Typ IV zu Grunde gelegt, welches ungleiche Fallzahlen in den Zellen zulässt (GLOWATZKI 2003).

²⁶ Das (nicht adjustierte) Bestimmtheitsmaß (B) errechnet sich aus dem Quotienten: erklärte Varianz/Gesamtvarianz (BÜHL und ZÖFEL 2000, S 336).

Wird nur eine erklärende Variable in die mlR einbezogen, dann entspricht B dem quadrierten Koeffizienten aus der Korrelationsrechnung.

Das adjustierte Bestimmtheitsmaß (Beta = $B/\text{Standardfehler von } B$) gibt Aufschluss über die Relevanz des Prädiktors/ der Prädiktoren auf die abhängige Variable.

²⁷ Korrigiertes $R^2 = [(Zahl \text{ der Prädiktoren} - 1 \cdot R^2) / (Fallzahl - Zahl \text{ der Prädiktoren} - 1)]$

4 EIGENE ERGEBNISSE

4.1 DAS DVS-KOLLEKTIV

4.1.1 GEWINNUNG UND AUSWAHL DER TEILNEHMER

Auf den Studienaufruf meldeten sich 868 Interessenten. An diese wurden Vor-Fragebögen versendet, um Einschluss- bzw. Ausschlusskriterien abzufragen. 654 Vor-Fragebögen kamen beantwortet zurück (Rücklaufquote: 75,3 %). 239 mögliche Teilnehmer mussten ausgeschlossen werden, da ein oder mehrere Ausschlusskriterien auf sie zutrafen. Für die weiteren Untersuchungsphasen verblieben folglich 415 Teilnehmer, diese erhielten im Zeitraum Februar – April 1994 den Haupt-Fragebogen. Die Rücklaufquote betrug 90,6 % (n=376). Wiederum mussten einige Teilnehmer ausgeschlossen werden (n=23), da sie die Einschlusskriterien nicht erfüllten (widersprüchliche Angaben zum Vor-Fragebogen). Sechs bzw. zwölf Monate später erhielten 353 Personen das erste und das zweite Ernährungsprotokoll mit einem Rücklauf von n=279 (79 %) bzw. n=287 (81,3 %). Die Feldstudie, zu deren Teilnahme sich von den eingeladenen 353 Teilnehmern 212 der Befragten zur Verfügung stellten, wurde nach drei weiteren Monaten (Mai – Juni 1995) durchgeführt. Darunter waren acht Teilnehmer, die kein Ernährungsprotokoll, fünf, die nur das erste Ernährungsprotokoll und 21 Personen, die nur das zweite Ernährungsprotokoll ausgefüllt hatten. Beide Protokolle wurden von insgesamt 178 Teilnehmern ausgefüllt. Nachträglich mussten hiervon jedoch zwei Personen auf Grund der Angabe „Fleischverzehr“ sowie 22 Weitere auf Grund zu hoher Energieaufnahme aus Eiern bzw. Milch und Milchprodukten (mehr als 5 % der Gesamtenergieaufnahme; vgl. Kapitel 3.3.1) ausgeschlossen werden. Für die nachfolgende statistische Analyse verblieben somit insgesamt 154 vegan lebende Personen im DVS-Kollektiv (Abbildung 4).

Versendung des Vor-Fragebogens an interessierte Personen (n=868)

Rücklauf: 75,3 %

Ausschluss von 239 Interessenten

Versendung des Haupt-Fragebogens (n=415)

Rücklauf: 90,6 %

Ausschluss von 23 Interessenten

Versendung des 1.
Ernährungsprotokolls
(n=353)

Rücklauf: 79,0 %

Versendung des 2.
Ernährungsprotokolls
(n=353)

Rücklauf: 81,3 %

Einladung zur
Untersuchung,
Blutabnahme (n=353)

Beteiligung: 60,0 %

Vorliegen von beiden Ernährungsprotokollen, Teilnahme an Blutabnahme (n=178)

Ausschluss von 24 Teilnehmern (zu hoher Verzehr von Milch und Milchprodukten bzw. Fleischverzehr)

Statistische Analyse (n=154)

Abbildung 4: Teilnehmerauswahl – Vom Studienbeginn bis zur statistischen Analyse

4.1.2 DIFFERENZIERUNG DES KOLLEKTIVS IN STRIKTE UND MODERATE VEGANER

Im Zuge der Auswertung der Ernährungsprotokolle zeigte sich, dass einige Teilnehmer, die sich selbst als Veganer bezeichneten, geringe Mengen an Lebensmitteln tierischer Herkunft (Butter, Käse und Quark, Sahne bzw. Eier) verzehrten²⁸. Aus diesem Grund wurde das Kollektiv für die Auswertung der vorliegenden Arbeit in zwei Subkollektive unterteilt:

1. die **strengen Veganer (SV, n=98)**, die sich rein pflanzlich ernährten, sowie
2. die **moderaten Veganer²⁹ (MV, n=56)**, die einen Anteil bis zu 5 % ihrer täglich aufgenommenen Energie aus Lebensmitteln tierischer Herkunft bezogen (s. u.).

²⁸ Personen, die angaben Fleisch und/oder Fisch zu verzehren, wurden grundsätzlich vom weiteren Studienverlauf ausgeschlossen.

²⁹ Bei der Verwendung der Bezeichnung „moderate Veganer“ wird in Kauf genommen, dass es per Definition keine moderaten Veganer geben kann. Wie schon erwähnt, existieren Misch- und Übergangsformen, die zwar größtenteils vegan ausgelegt sind, aber geringe Mengen an Eiern, Milch- und Milchprodukten im Speiseplan zulassen (vgl. BRUKER 1987, DIAMOND und DIAMOND 1986). Werden die extrem geringen verzehrten Mengen an Eiern und Milch(-produkten) im Kollektiv der moderaten Veganer betrachtet, wird zudem deutlich, dass es

Dieser Einteilung lag folgende Überlegung zu Grunde: Auf Grundlage der VERA-Daten wurden rechnerische Abschätzungen zum Verzehr tierischer Produkte und ihres energetischen Anteils an der Gesamtenergiezufuhr (Mean: 10,1 MJ/d) vorgenommen. Demnach liegt die durchschnittliche Energiezufuhr über Lebensmittel tierischer Herkunft (Fleisch und Fleischwaren, Fisch, Milch und Milcherzeugnisse, Eier) im Rahmen einer Mischkosternährung bei ca. 30 En% (entsprechend ca. 3,10 MJ/d). Werden nur die für das DVS-Kollektiv relevanten Lebensmittel tierischen Ursprungs berücksichtigt (Eier, Käse, Quark, Butter sowie Milch und sonstige Milcherzeugnisse), liegt der energetische Anteil in der deutschen Durchschnittsbevölkerung bei ca. 14 % der Gesamtenergiezufuhr (entsprechend ca. 1,40 MJ/d) (HESEKER et al. 1994a, S 75). Für den Einschluss der Teilnehmer in die statistische Endauswertung der Deutschen Vegan Studie wurde eine maximale Energiezufuhr aus Lebensmitteln tierischer Herkunft von 5 % der Gesamtenergiezufuhr festgesetzt.

4.1.3 VERZEHR VON LEBENSMITTELN TIERISCHER HERKUNFT IM KOLLEKTIV DER MODERATEN VEGANER

Das DVS-Kollektiv konnte in 98 strenge und 56 moderate Veganer differenziert werden. Während die strengen Veganer eine rein pflanzliche Ernährung praktizierten, nahmen die moderaten Veganer geringe Mengen Lebensmittel tierischer Herkunft auf. Tabelle 14 gibt einen Überblick über die entsprechenden Verzehrsmengen dieser Lebensmittel.

Bei Betrachtung der durchschnittlichen Gesamtenergiezufuhr und der anteiligen, prozentualen Energiemenge aus Lebensmitteln tierischer Herkunft wird besonders deutlich, wie gering die Aufnahme war (Tabelle 15). Im Vergleich zum Kollektiv der VERA-Studie nahmen die Teilnehmer der Deutschen Vegan Studie im Mittel lediglich 2,75 % derjenigen Energiemenge, die das VERA-Kollektiv aus Eiern, Milch und Milchprodukten bezog, über die genannten Lebensmittel auf.

nicht gerechtfertigt scheint, diese Personen als Lakto-Ovo-Vegetarier zu bezeichnen, da zu diesen eine deutliche Abgrenzung besteht.

Tabelle 14: Verzehr von Lebensmitteln tierischer Herkunft im Subkollektiv der moderaten Veganer

Lebensmittel tierischer Herkunft	Verzehr [g/d] Median (5- / 95-er Perzentile)	Verzehr [g/d] Mean \pm SD	Energiebeitrag [kJ/d] Mean \pm SD
Eier	0,00 (0,00 / 4,29)	0,88 \pm 3,31	5,84 \pm 22,0
Milch und Milchzeugnisse	0,45 (0,00 / 25,91)	4,72 \pm 8,93	12,7 \pm 24,0
Käse und Quark	0,00 (0,00 / 8,93)	1,40 \pm 3,78	9,94 \pm 26,9
Butter	0,57 (0,00 / 6,61)	1,83 \pm 2,26	56,7 \pm 69,9

Tabelle 15: Gesamtenergiezufuhr und anteilige Energiemenge aus Lebensmitteln tierischer Herkunft (Mean \pm SD)

	SV (n=98)	MV (n=56)	P
Gesamtenergiezufuhr [KJ/d]	8 594 \pm 2968	7 604 \pm 2276	0,033*
Anteil vom Tier stammener Produkte [KJ/d]	0	85,2 \pm 78,6	< 0,001 [#]
Anteil vom Tier stammener Produkte [En%]	0	1,24 \pm 1,19	< 0,001 [#]

* t-Test für unabhängige Stichproben

[#] U-Test nach Mann-Whitney

4.1.4 CHARAKTERISTISCHE KENNDATEN DES GESAMTKOLLEKTIVS

4.1.4.1 Geschlechterverteilung

Abbildung 5 stellt die prozentuale Geschlechterverteilung in Abhängigkeit der kostformspezifischen Subkollektive dar. Ein Trend zur signifikant unterschiedlichen Verteilung war mit $p=0,070$ (Chi-Quadrat-Test) gegeben.

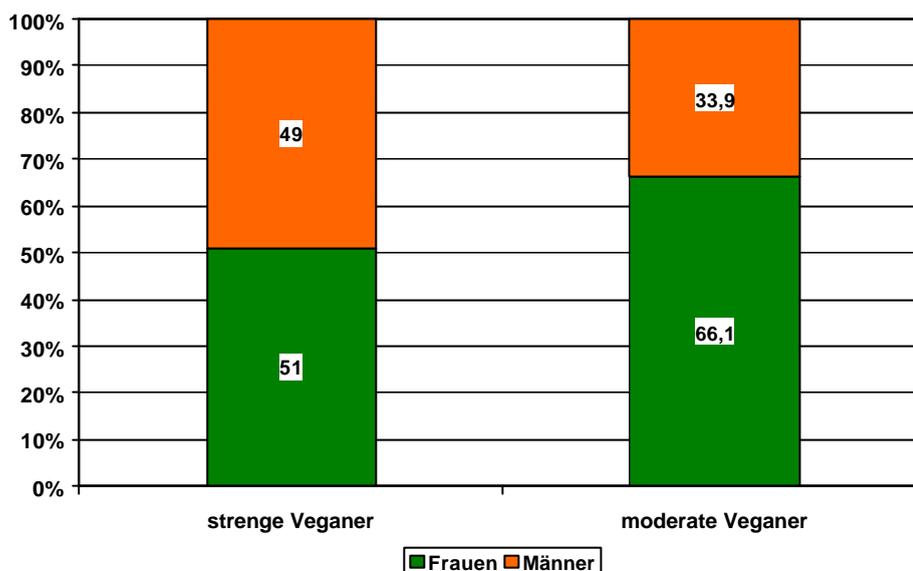


Abbildung 5: Geschlechterverteilung innerhalb der kostformspezifischen Subkollektive

4.1.4.2 BMI und Alter

Der **Body Mass Index** (BMI) wurde entsprechend der Formel $BMI [kg/m^2] = \text{Körpergewicht [kg]} / (\text{Körperlänge [m]}^2)$ berechnet. Zur Klassifizierung des BMI wurde die in Tabelle 16 dargestellte Einteilung gewählt.

Der mittlere BMI des Studienkollektivs betrug $21,3 \pm 2,54 kg/m^2$. Differenziert nach den Geschlechtern ergab sich für die männlichen und weiblichen Teilnehmer ein mittlerer BMI von $22,9 \pm 2,50 kg/m^2$ bzw. $20,8 \pm 2,48 kg/m^2$. Das ALM verdeutlicht, dass sowohl die Variablen Alter ($p=0,008$) und Geschlecht ($p=0,005$) als auch die Höhe des Gemüseverzehr ($p=0,033$) einen signifikanten Einfluss auf den BMI einnahmen³⁰. Das korrigierte R^2 in Höhe von 0,104 zeigt allerdings an, dass die durch dieses Modell erklärte Varianz gering war.

³⁰ Korrelationsrechnungen sowie weitere Varianzmodelle konnten hingegen zeigen, dass die Striktheit der veganen Kostform und der Verzehr anderer Lebensmittelgruppen, die Gesamtenergiezufuhr, der Proteinanteil, die Ballaststoffzufuhr ebenso wie die sportliche Aktivität keinen signifikanten Einfluss auf den BMI ausübten.

Tabelle 17 stellt die Verteilung der Studienteilnehmer auf BMI-Klassen (differenziert nach Geschlechtern) dar. Ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Klassifizierung bestand weder zwischen den geschlechtsspezifischen Subkollektiven ($p=0,979$; Chi-Quadrat-Test) noch zwischen den kostformspezifischen Subkollektiven ($p=0,482$; Chi-Quadrat-Test; Daten nicht dargestellt).

Tabelle 16: Klassifikation des Übergewichts bei Erwachsenen

Klassifikation	BMI [kg/m ²]	Risiko für Komorbiditäten
Untergewicht	Frauen: < 19 Männer: < 20	gering, jedoch erhöhtes Risiko für andere klinische Probleme
Normalgewicht	Frauen: 19 – < 24 Männer: 20 – < 25	durchschnittlich
Übergewicht	Frauen: ≥ 24 Männer: ≥ 25	
prä-adipös	24 / 25 – < 30	leicht erhöht
Adipositas Klasse I	30,0 – < 35	erhöht
Adipositas Klasse II	35,0 – < 40	deutlich erhöht/ernst
Adipositas Klasse III	≥ 40	schwerwiegend

Tabelle 17: Verteilung der DVS-Probanden auf die BMI-Klassen differenziert nach Geschlecht

	Frauen (n=87)	Männer (n=67)
Untergewicht	25,3 %	25,4 %
Normalgewicht	63,2 %	64,2 %
Übergewicht	11,5 %	10,4 %

Das **Alter** der DVS-Studienteilnehmer wurde entsprechend der Angabe des Geburtstages im Haupt-Fragebogen errechnet, als Bezugszeitpunkt wurde Mai 1995 (Beginn der Feldstudie) angesetzt. Das Mindestalter für die Teilnahme betrug 18 Jahre, eine Begrenzung nach oben wurde nicht festgelegt. Abbildung 6 stellt die Altersverteilung des Kollektivs dar.

Das mittlere Alter des DVS-Kollektivs betrug $44,2 \pm 15,0$ Jahre. Ein signifikanter Unterschied bestand weder zwischen den geschlechtsspezifischen Subkollektiven

($p=0,799$; t-Test für unabhängige Stichproben) noch zwischen den kostformspezifischen Subkollektiven ($p=0,358$; t-Test für unabhängige Stichproben).

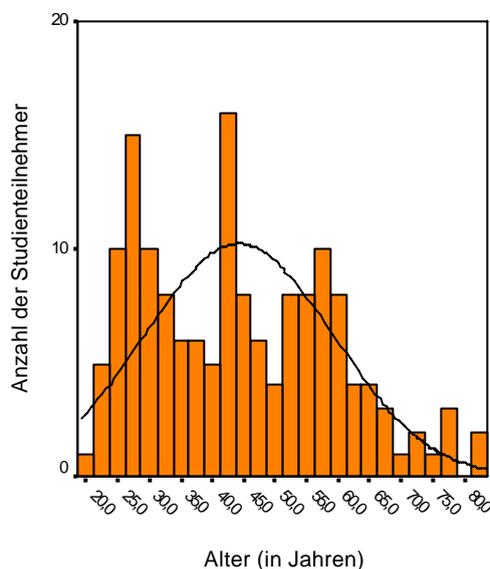


Abbildung 6: Histogramm der Altersverteilung im DVS-Kollektiv

4.1.4.3 Zigaretten- und Alkoholkonsum

Die überwiegende Mehrheit des DVS-Kollektivs (96,8 %) setzte sich aus **Nichtrauchern** zusammen. Lediglich 2,6 % der Veganer (drei strenge und ein moderater Veganer) führten einen täglichen Konsum von 210 Zigaretten an, während nur ein moderater Veganer einen Zigarettenkonsum von 10-30 Zigaretten pro Tag angab.

Die Aufnahme von **Alkohol** aus alkoholischen Getränken wurde über das Ernährungsprotokoll erfasst. 72,7 % der DVS-Teilnehmer nahmen in den Befragungszeiträumen keinen Alkohol über alkoholische Getränke zu sich. Bei Betrachtung der Subkollektive „strenge Veganer“/„moderate Veganer“ verzichteten 77,6 % bzw. 64,3 % der Befragten auf den Konsum alkoholischer Getränke. Dieser Unterschied war mit $p=0,075$ (Chi-Quadrat-Test) statistisch nicht signifikant verschieden.

In Anbetracht dieser Zahlen lag die mittlere Alkoholaufnahme des Gesamtkollektivs mit $0,76 \pm 3,14$ g Alkohol/d erwartungsgemäß niedrig. Zwischen den kostformspezifischen Subkollektiven zeigte sich mit $p=0,058$ (U-Test nach Mann-Whitney) ein Trend zur Signifikanz (SV: $0,65 \pm 3,15$ g/d; MV: $0,96 \pm 3,13$ g/d). Ein signifikanter Unterschied zwischen den geschlechtsspezifischen Subkollektiven konnte nicht festgestellt werden ($p=0,600$; U-Test nach Mann-Whitney). Wurden nur diejenigen Studienteilnehmer betrachtet, die Alkohol konsumierten ($n=42$; 20 Männer und 22 Frauen), so lag die mittlere Alkoholaufnahme mit $2,79 \pm 5,56$ g/d immer noch vergleichsweise niedrig. Der Trend zur

signifikant unterschiedlichen Alkoholaufnahme über alkoholische Getränke zwischen strengen und moderaten Veganern war nicht mehr gegeben (SV: $2,88 \pm 6,26$ g/d; MV: $2,69 \pm 4,84$ g/d; $p=0,427$; U-Test nach Mann-Whitney).

4.1.4.4 Sportliche Aktivität

Durch den Haupt-Fragebogen wurde die sportliche Aktivität pro Woche erfasst.

Hierzu erfolgte eine Aufteilung der **Sportarten** in die Bereiche

1. Ausdauersport
2. Kraft-Ausdauer-Sport
3. Schnellkraftsport
4. Kraftsport

und gegebenenfalls eine Zusammenfassung der Angaben zu den genannten Gruppen.

Ferner wurde die **Dauer** der sportlichen Betätigung erhoben.

Einer wöchentlichen sportlichen Aktivität von weniger als einer Stunde wurde der Zeitwert „1“ zugewiesen, einer sportlichen Betätigung mit einer Gesamtdauer von ein bis zwei Stunden pro Woche der Zeitwert „2“. Lag die sportliche Betätigung bei mehr als 2 Stunden pro Woche wurde ein Zeitwert von „3“ vergeben. Dieses Verfahren wurde für alle angegebenen Aktivitäten der vier Bereiche angewendet.

Um den unterschiedlichen Intensitäten der verschiedenen Sportarten gerecht zu werden, wurde zu den Zeitwerten der Kraft-Ausdauer-Sportarten der Wert 1, zu den Schnellkraftsportarten der Wert 2 und zu den Zeitwerten des Kraftsportes der Wert 3 hinzu addiert.

Durch dieses Rechenverfahren ergab sich eine Skala mit Zeit-Intensitäts-Werten von 0-14. Diese Skala wurde wie folgt unterteilt: Sportliche Betätigung „selten/nie“ (0-1), „wenig/mittel“ (2-4) bzw. „viel“ (≥ 5).

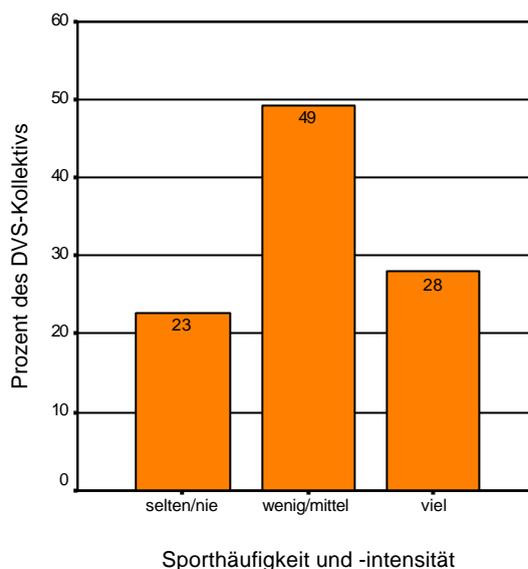


Abbildung 7: Häufigkeit und Intensität der sportlichen Aktivität im Gesamtkollektiv

Das Sportverhalten des DVS-Kollektivs stellt sich wie in Abbildung 7 aufgezeigt dar. Ein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf die körperliche Aktivität konnte weder für die geschlechtsspezifischen noch für die kostformspezifischen Untergruppen gefunden werden ($p=0,432$ bzw. $p=0,546$; Chi-Quadrat-Test; Daten nicht dargestellt).

4.1.4.5 Einnahme hormonhaltiger Präparate

Von 87 DVS-Teilnehmerinnen gaben lediglich drei jüngere Frauen an, orale Kontrazeptiva zu verwenden. Sieben weitere Frauen (darunter eine junge Frau, Alter: 36,7 Jahre) nahmen Medikamente gegen klimakterische Beschwerden (Wortlaut des Fragebogens: „Hormonpräparate gegen Wechseljahresbeschwerden“) ein.

4.1.4.6 Einnahme von Nahrungsergänzungsmitteln und anderen Supplementen

46,1 % der DVS-Teilnehmer waren regelmäßige Konsumenten von Nahrungsergänzungsmitteln³¹. Der Unterschied zwischen den kostformspezifischen Subkollektiven war statistisch nicht signifikant ($p=0,541$; Chi-Quadrat; Abbildung 8).

³¹ Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden – unabhängig vom jeweiligen rechtlichen Status der Präparate – unter Nahrungsergänzungsmitteln folgende Produkte verstanden: Multivitamin-, Vitamin-C- sowie Vitamin-B₁₂-Präparate, Eisensupplemente, Mineralstoffkombinationspräparate sowie Monopräparate (Eisen, Kalzium, Jod) des weiteren Ballaststoffe, Hefe und Algen in verkapselter Darreichungsform.

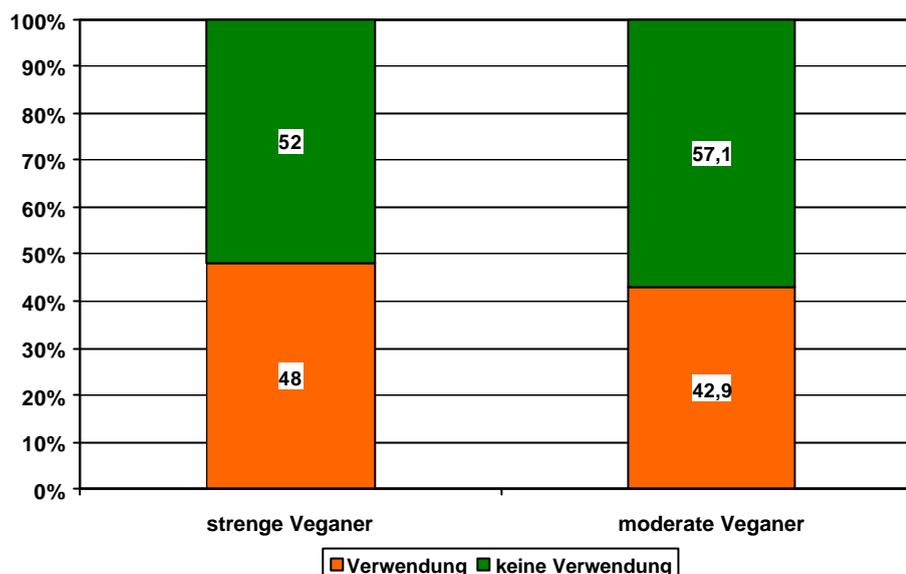


Abbildung 8: Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln innerhalb der kostformspezifischen Subkollektive

Frauen griffen dabei tendenziell häufiger zu Supplementen (50,6 %) als Männer (40,3 %), dieser Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant ausgeprägt ($p=0,205$; Chi-Quadrat-Test). Allerdings zeigte es sich, dass die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln altersabhängig war (Tabelle 18). Während rund 62 % der Personen bis zu einem Alter von 51 Jahren keine Supplemente einnahmen, kehrt sich diese Tatsache mit zunehmendem Alter ins Gegenteil. So verwenden ca. 60 % der Befragten in der Gruppe der Älteren (≥ 51 Jahre) regelmäßig Nährstoffsupplemente. Im DVS-Kollektiv lag der mittlere Obst- und Gemüseverzehr bei den Verwendern von Supplementen rund 300 g niedriger als bei Personen, die keine Nahrungsergänzungsmittel verwendeten (1 292 g/d vs. 1 600 g/d; $p=0,001$; t -Test für unabhängige Stichproben).

Tabelle 18: Altersabhängige Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln

	Verwendung (n=71)	keine Verwendung (n=83)
18 - < 25 Jahre	33 %	66 %
25 - < 51 Jahre	38,5 %	61,5 %
51 - < 65 Jahre	65 %	35 %
≥ 65 Jahre	50 %	50 %

$p=0,013$ (U-Test nach Mann-Whitney)

Eine Übersicht über die Art und Einnahmehäufigkeit der eingenommenen Nahrungsergänzungspräparate gibt Abbildung 9. Dabei reichte die Spannweite über die

Einnahme von Einzelpräparaten bis zur gleichzeitigen Verwendung von sieben Präparaten: Knapp die Hälfte (49,3 %) der Verwender (n=71) gaben an, ein Präparat einzunehmen; 28,2 % supplementierten mit zwei Produkten. Drei Nahrungsergänzungsmittel wurden von 14,1 % der Verwender konsumiert, während nur noch 5,63 % angaben, vier Präparate einzunehmen. Je eine Person nahm fünf bzw. sieben Supplemente ein.

Neben den in Abbildung 9 aufgeführten Nahrungsergänzungsmitteln wurden eine Reihe weiterer Produkte verwendet (siehe nachfolgende Aufzählung), die z. T. noch in den Bereich der Nahrungsergänzungsmittel (z. B. Chrom, Molybdän, Selen) fallen. Auf Grund der geringen Verwendung durch das Kollektiv fanden die „Exoten“ allerdings keine Berücksichtigung in der Gruppe der Nahrungsergänzungsmittel. Wenn nicht anders gekennzeichnet, wurden die nachfolgend aufgeführten Produkte von je einer Person verwendet.

- Algen
- Augenkapseln (Vitamin A)
- Biomagnesin
- Blütenpollen
- Brennnesseltabletten,
Brennnesseltee (*je 1 Person*)
- Chromium 6 TF
- Golden Yucca
- Hefeextrakt Marmite
- Heilerde (*3 Personen*)
- Knoblauchkapseln (*3 Personen*)
- Kohle (*3 Personen*)
- Molybdän
- Nachtkerzenöl-Kapseln
- Omniflora
- Panchelidon Tropfen
- Pollen 6 LM
- Selen (*4 Personen*)
- Vit. B-Komplex
- Vitam R

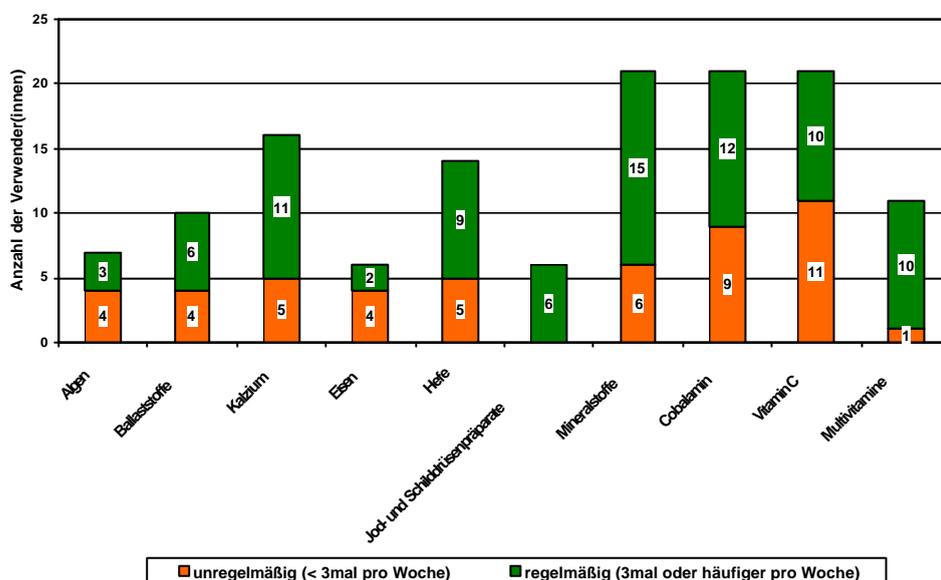


Abbildung 9: Häufigkeit und Regelmäßigkeit der Anwendung von Nahrungsergänzungsmitteln im Gesamtkollektiv

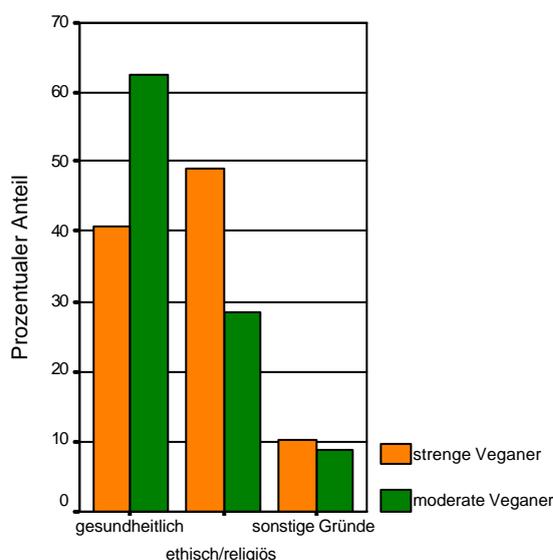
4.1.4.7 Hauptgrund für die Wahl der veganen Ernährung

Bei der Befragung nach dem Hauptgrund für eine vegane Ernährungsweise (Tabelle 19) fällt auf, dass Frauen eher aus gesundheitlichen Gründen, Männer eher aus ethisch/religiösen Gründen eine vegane Kostform praktizieren. Werden die Motive in die drei Kategorien „gesundheitliche“, „ethisch/religiöse“ und „sonstige Gründe“ eingeteilt, ist die geschlechter-spezifische Verteilung auf die drei Kategorien statistisch signifikant verschieden ($p=0,009$; Chi-Quadrat-Test).

Tabelle 19: Hauptgrund für die Wahl der veganen Ernährungsform (% der Nennungen)

	Gesamt (n=154)	Männer (n=67)	Frauen (n=87)
gesundheitlich	56,4	43,0	64,5
ethisch/religiös/spirituell	35,4	50,7	26,1
ästhetisch/geschmacklich	3,7	2,8	4,3
kosmetisch	1,3	0,7	1,7
hygienisch/toxikologisch	0,8	0,7	0,9
ökologisch	0,5	0,7	0,4
sozial	0,3	-	0,4
sonstiges	1,6	1,4	1,7

Wird die Einteilung in strenge und moderate Veganer berücksichtigt, zeigt sich folgendes Bild: Als Hauptgrund für die Umstellung auf eine vegane Ernährung wurden von 48,9 % der strengen Veganer und 28,6 % der moderaten Veganer ethisch/religiöse Gründe genannt. Gesundheitliche Gründe waren für 40,8 % der strengen und 62,5 % der moderaten Veganer ausschlaggebend. Ästhetische, hygienische, kosmetische, ökologische oder soziale Gründe spielten in ihrer Gesamtheit hingegen nur zu 7,14 % bzw. 8,93 % eine Rolle (Abbildung 10). Die Verteilung auf die „drei“ Hauptmotive ist zwischen den kostformspezifischen Subkollektiven mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2,9 % statistisch signifikant verschieden (Chi-Quadrat-Test).

**Abbildung 10: Hauptmotiv für die Wahl der veganen Kostform**

4.1.4.8 Dauer des Praktizierens der veganen Ernährung

Im Median praktizierte das DVS-Gesamtkollektiv zum Zeitpunkt Mai 1995 (Beginn der Feldstudie) seit 3,93 (2,30 / 18,9) Jahren eine vegane Ernährung. In Bezug auf die Dauer der veganen Ernährung bestand zwischen strengen und moderaten Veganern ein nahezu signifikanter Unterschied: Strenge Veganer führten die vegane Ernährung im Median ca. ein Jahr länger aus als die moderaten Veganer (SV: 4,30 (2,36 / 20,1); MV: 3,42 (2,36 / 17,4); $p=0,058$; U-Test nach Mann-Whitney). Zudem bestand zwischen dem Alter der Teilnehmer und der Dauer der veganen Ernährung ein statistisch signifikanter, wenn auch schwach ausgeprägter Zusammenhang ($r_s=0,229$, $p=0,004$; vgl. Abbildung 11). Werden die Variablen „Alter“ ($p<0,001$), „Geschlecht“ ($p=0,109$) und „Striktheit der veganen Kostform“ ($p=0,030$) als Prädiktoren in ein ALM einbezogen, zeigt sich allerdings, dass lediglich 14,6 % der Streuung der Variable „Dauer der veganen Ernährung“ durch die genannten Prädiktoren erklärt werden kann.

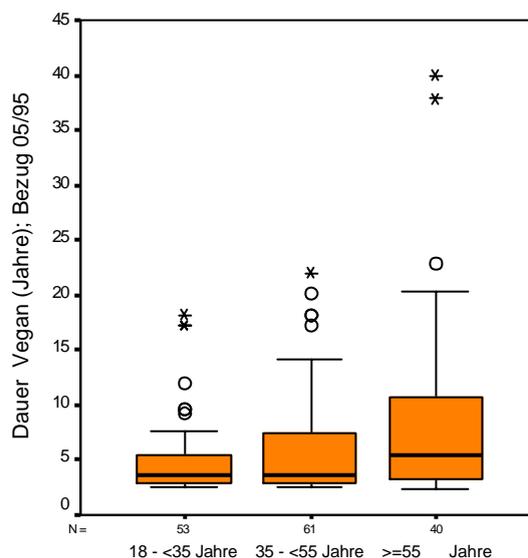


Abbildung 11: Boxplots der Dauer der veganen Ernährung unter Berücksichtigung des Alters

4.2 LEBENSMITTEL-, ENERGIE- UND NÄHRSTOFFZUFUHR

Die Erhebung des Lebensmittel- und Getränkekonsums der DVS-Probanden erfolgte, wie in Kapitel 3.2.1 dargelegt, durch zwei Ernährungsprotokolle.

4.2.1 LEBENSMITTELVERZEHR

Hauptnahrungsmittel des DVS-Kollektivs waren Gemüse, Südfrüchte und sonstiges Obst, gefolgt von Getreide und daraus hergestellten Produkten, Nahrungsmitteln sowie Kartoffeln (Abbildung 12). Bemerkenswert ist der geringe Konsum koffein- und alkoholhaltiger Getränke im Vergleich zum Konsum nicht-alkoholischer Getränke (Tabelle 20, S 78).

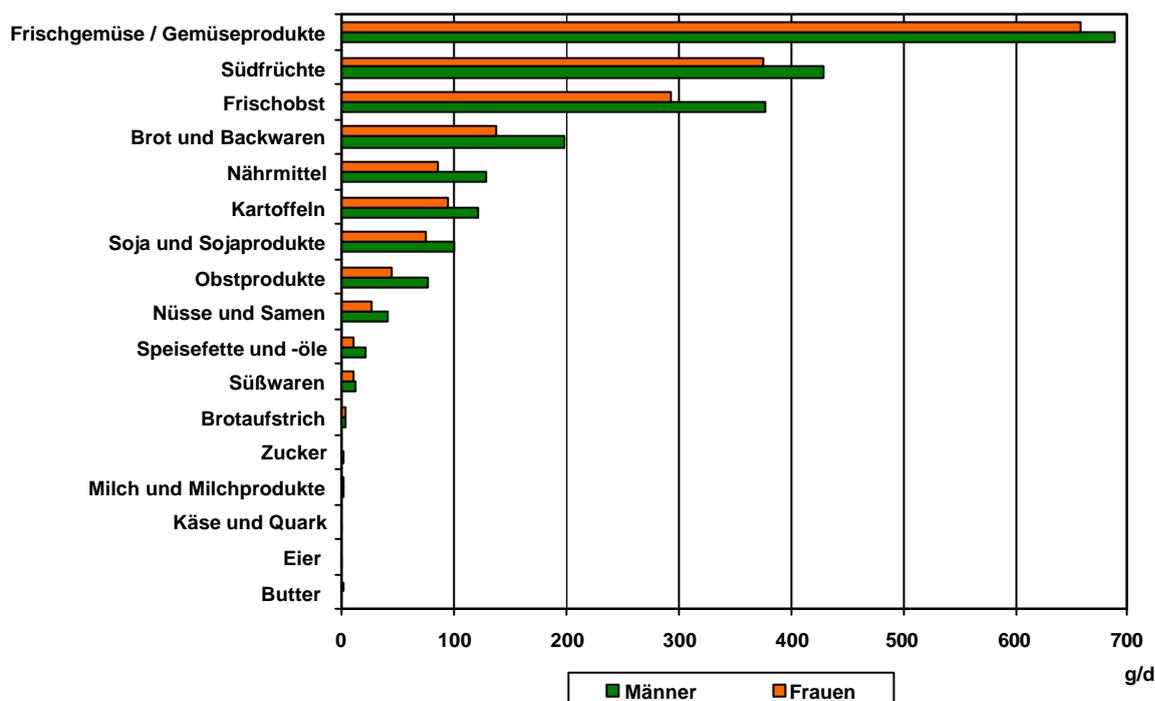


Abbildung 12: Durchschnittlicher Lebensmittelverzehr des DVS-Kollektivs

Den DGE-Empfehlungen zu Folge ist eine vollwertige (in Sinne einer gesund erhaltenden) Ernährung durch einen hohen **Obst- und Gemüsekonsum** (650 g pro Tag = 5 Portionen) gekennzeichnet (DGE 2004a, DGE 2004b). Das DVS-Kollektiv realisierte diese Menge zum überwiegenden Teil (DVS-Variationsbreite des Obst- und Gemüsekonsums: 395 – 4 565 g/d), lediglich 8,4 % der Teilnehmer nahmen weniger als 650 g Obst und Gemüse auf. Der Gebrauch von pflanzlichen **Speisefetten und Ölen** erfolgte äußerst sparsam und

lag mit $15,4 \pm 17,9$ g/d niedriger als die DGE-Empfehlungen, die für die Gesamtfettzufuhr eine Spannweite von 25-45 g Fett und Öle pro Tag vorsehen (DGE 2004b).

Die **Flüssigkeitszufuhr** aus nicht alkoholischen Getränken lag im Mittel bei rund einem Liter pro Tag und damit unter den Empfehlungen der DGE von mind. 1,5 Litern pro Tag (DGE 2004b). Diese Menge wurde lediglich von einem Fünftel des DVS-Kollektivs realisiert.

Wurden die Essgewohnheiten der strengen und der moderaten Veganer verglichen, zeigten sich statistisch signifikante Unterschiede für den Verzehr von Südfrüchten ($p=0,038$; U-Test nach Mann-Whitney), die Verwendung von Brotaufstrichen ($p=0,013$; U-Test nach Mann-Whitney) und den Konsum alkoholischer Getränke ($p=0,018$; U-Test nach Mann-Whitney) (vgl. auch Tabelle 20, S 78).

Die geschlechtsdifferenzierte Darstellung des Lebensmittelverzehrs findet sich im Anhang (Tabellen A3 und A4, S A6f.).

Tabelle 20: Lebensmittelaufnahme des DVS-Kollektivs (in g/d; Mean \pm SD)

Lebensmittelgruppe	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)
Eier	0,32 \pm 2,03	-	0,88 \pm 3,31
Milch und Milchprodukte	1,72 \pm 5,82	-	4,72 \pm 8,93
Käse und Quark	0,51 \pm 2,37	-	1,40 \pm 3,78
Butter	0,67 \pm 1,62	-	1,84 \pm 2,26
Speisefette und Speiseöle	15,4 \pm 17,9	17,5 \pm 20,8	11,6 \pm 10,6
Brot und Backwaren	163 \pm 114	171 \pm 122	149 \pm 96,7
Nährmittel	105 \pm 84,6	112 \pm 81,1	92,7 \pm 72,9
Kartoffeln	106 \pm 92,1	110 \pm 97,2	99,2 \pm 82,8
Frischgemüse und Gemüseprodukte	670 \pm 273	678 \pm 290	657 \pm 243
Frischobst	330 \pm 243	331 \pm 250	329 \pm 232
Südfrüchte	398 \pm 359	374 \pm 368	442 \pm 341
Obstprodukte	59,0 \pm 52,3	63,3 \pm 58,4	51,4 \pm 38,6
Brotaufstriche	3,20 \pm 5,93	3,99 \pm 6,87	1,82 \pm 3,39
Zucker	0,79 \pm 2,37	1,09 \pm 2,91	0,25 \pm 2,48
Süßwaren	11,3 \pm 12,6	11,8 \pm 14,3	10,4 \pm 8,97
Gewürze und andere Zutaten	0,07 \pm 0,76	0,11 \pm 0,95	0,01 \pm 0,09
Alkoholfreie Getränke	1 047 \pm 665	1 051 \pm 622	1 040 \pm 739
Alkoholische Getränke	12,8 \pm 65,5	13,0 \pm 77,0	12,5 \pm 38,7
Röstkaffee	23,6 \pm 76,8	25,6 \pm 82,1	20,2 \pm 66,9
Tee	57,2 \pm 201	55,6 \pm 164	60,0 \pm 256

4.2.2 ZUFUHR AN ENERGIE, MAKRONÄHRSTOFFEN, ALKOHOL UND BALLASTSTOFFEN

Die mittlere **Energiezufuhr** lag im Gesamtkollektiv bei $8,23 \pm 2,77$ MJ/d, wobei die strengen Veganer ($8,59 \pm 2,97$ MJ/d) im Mittel mehr Energie aufnahmen als die moderaten Veganer ($7,60 \pm 2,28$ MJ/d) ($p=0,039$; U-Test nach Mann-Whitney). Erwartungsgemäß lag die mittlere tägliche Energiezufuhr der Frauen ($7,04 \pm 1,78$ MJ) niedriger als die der Männer ($7,98 \pm 2,99$ MJ).

Der Energiebedarf ist von verschiedenen exogenen und endogenen Faktoren abhängig, so dass allgemeingültige Aussagen zum Bedarf schwierig zu treffen sind und zudem wenig sinnvoll erscheinen. Die in den „D-A-CH-Referenzwerten“ empfohlenen **Richtwerte zur Energiezufuhr** versuchen den Einfluss verschiedener Faktoren insofern zu berücksichtigen, dass für die Geschlechter und Altersstufen – in Abhängigkeit der körperlichen Aktivität – separate Werte vorgeschlagen werden (DGE et al. 2000, S 31). Werden Alter und Geschlecht der DVS-Probanden als Kontrollvariablen berücksichtigt und ein PAL-Wert von 1,4 herangezogen, zeigte sich, dass der überwiegende Teil des Kollektivs – mit Ausnahme der Personen < 25 Jahren – die empfohlenen Richtwerte nicht erreichte (Tabelle 21). Wird der Bewertung ein höherer PAL (1,7), welcher der erhöhten körperlichen Aktivität des Kollektivs Rechnung trägt, zu Grunde gelegt, stellt sich die Situation noch drastischer dar: So erreichen z. B. nahezu 90 % der Männer und Frauen nicht die empfohlene Zufuhr von 12 MJ/d bzw. 9,5 MJ/d.

Tabelle 21: Prozentualer Anteil der DVS-Teilnehmer, der die D-A-CH-Richtwerte (DGE et al. 2000, S 31) zur Energiezufuhr unterschreitet

	Männer (n=67)	Frauen (n=87)
Altersklasse 19 - < 25 Jahre (m: 10,6 MJ; w: 8,12 MJ)	14,3	-
Altersklasse 25 - < 51 Jahre (m: 10,2 MJ; w: 7,84 MJ)	63,9	67,3
Altersklasse 51 - < 65 Jahre (m: 9,24 MJ; w: 7,42 MJ)	47,4	81,0
Altersklasse \leq 65 Jahre (m: 8,26 MJ; w: 6,86 MJ)	60,0	33,3

Basis: Altersstandardisierte Empfehlungen; PAL 1,4

Da bei der Erfassung der Lebensmittelmengen häufig methodische Fehler auftreten (z. B. Fehleinschätzung der Verzehrsmengen durch die Probanden), wurde die **Validität der errechneten Energiezufuhr** überprüft. Hierzu diente der Quotient aus geschätzter

Energieaufnahme/Grundumsatz (estimated intake/basal metabolic rate; EI/BMR). Ein Quotient unterhalb des Grenzwertes von 1,35 deutet auf eine Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen und damit der aufgenommenen Energie hin (McGOWAN et al. 2001, GOLDBERG et al. 1991). Bei Betrachtung des Gesamtkollektivs zeigte sich, dass 55,2 % aller Studienteilnehmer einen Quotienten $< 1,35$ aufwiesen. Die geschlechtsdifferenzierte Betrachtung verdeutlichte, dass 60,9 % der Frauen und 47,8 % der Männer ($p=0,076$; Chi-Quadrat-Test) zu einer Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen bzw. der zugeführten Energiemengen neigten.

Tabelle 22 gibt einen Überblick über die absolute Aufnahme an Kohlenhydraten, Fetten, Proteinen und Alkohol sowie deren relative Anteile an der Energiezufuhr. Dabei wird deutlich, dass die Verteilung der Makronährstoffe in sehr guter Übereinstimmung mit den Empfehlungen von Fachgremien stand. So lag der relative Anteil der Fette an der Energieaufnahme genau im Bereich der von der DGE empfohlenen Größenordnung von maximal 30 En%. Die Kohlenhydratzufuhr betrug mehr als die Hälfte der Gesamtenergieaufnahme und lag damit ebenso im wünschenswerten Bereich wie die relative Proteinzufuhr. Die mittlere Zufuhr von Ballaststoffen lag im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie bei 56,7 g/d und überstieg damit deutlich die als wünschenswert angesehene Menge von mind. 30 g/d. Strenge Veganer nahmen mit 58,6 g/d vergleichsweise höhere Ballaststoffmengen als das Subkollektiv der moderaten Veganer (53,3 g/d) auf. Lediglich fünf DVS-Teilnehmer verzeichneten eine Ballaststoffzufuhr unterhalb von 30 g/d.

Da die Energiezufuhr des Studienkollektivs auffallend niedrig war, wurde zusätzlich geprüft, ob die Studienteilnehmer auch absolut gesehen die wünschenswerte Proteinzufuhr von täglich 0,8 g/kg KG erreichten. Hierbei zeigte sich, dass 37 % des Kollektivs eine Proteinzufuhr von weniger als 0,8 g/kg KG aufwiesen (Spannweite: 0,39-2,89 g/kg KG). Moderate Veganer (53,6 %) waren dabei signifikant häufiger betroffen als strenge Veganer (28,6 %; $p=0,002$; Chi-Quadrat-Test).

Tabelle 22: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe und Alkohol (Mean \pm SD)

	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)
Gesamtenergie [MJ/d]	8,23 \pm 2,77	8,59 \pm 2,97	7,60 \pm 2,28
Kohlenhydrate [g/d]	274 \pm 90,3	281 \pm 96,1	259 \pm 77,8
<i>Kohlenhydrate [En%]</i>	57,1 \pm 7,48	56,4 \pm 7,74	58,2 \pm 6,94
Protein [g/d]	55,7 \pm 21,2	59,3 \pm 22,0	49,4 \pm 18,1
<i>Protein [En%]</i>	11,6 \pm 2,07	11,9 \pm 2,11	11,0 \pm 1,90
<i>Protein [g/kg KG und Tag]</i>	0,90 \pm 0,32	0,94 \pm 0,36	0,81 \pm 0,27
Fett [g/d]	67,6 \pm 32,5	72,0 \pm 35,6	59,7 \pm 24,9
<i>Fett [En%]</i>	29,7 \pm 7,82	30,3 \pm 8,21	28,8 \pm 7,02
Alkohol [g/d]	0,77 \pm 3,14	0,66 \pm 3,15	0,97 \pm 3,13
<i>Alkohol [En%]</i>	0,27 \pm 1,12	0,22 \pm 1,11	0,35 \pm 1,13

(Die prozentualen Angaben summieren sich auf Grund von Ungenauigkeiten im BLS nicht auf 100 %.)

Statistisch signifikante bzw. höchst signifikante Unterschiede zwischen den kostform-spezifischen Subkollektiven ergaben sich bei der Betrachtung der Nährstoffzufuhr [g/d] in Bezug auf Fett ($p=0,013$; t-Test für unabhängige Stichproben) und Protein ($p=0,002$; U-Test nach Mann-Whitney). Wurde die prozentuale Zufuhr der täglich aufgenommenen Energiemenge betrachtet, blieb der statistisch signifikante Unterschied für die zugeführte Proteinmenge ($p=0,013$; t-Test für unabhängige Stichproben) bestehen. Der Vergleich der prozentualen Energiezufuhr durch Alkohol von strengen und moderaten Veganern ergab mit $p=0,065$ (U-Test nach Mann-Whitney) einen Trend zur Signifikanz (Tabelle 22).

Die geschlechtsdifferenzierte Darstellung dieser Daten findet sich im Anhang (Tabellen A5 und A6, S A8f.).

4.2.3 ZUFUHR AN MIKRONÄHRSTOFFEN

In Deutschland erfolgt die Darstellung der Vitamin- und Mineralstoffzufuhr in der Regel als „Zufuhr in Gramm (bzw. Milli- oder Mikrogramm) pro Tag“ (vgl. MENSINK et al. 2002d, HESEKER et al. 1994a). Da sich die kostformspezifischen Subkollektive der Deutschen Vegan Studie jedoch in Bezug auf ihre Energiezufuhr signifikant unterschieden ($p=0,039$; U-Test nach Mann-Whitney), werden im Rahmen dieser Arbeit zusätzlich die Nährstoffdichten bezogen auf 1 MJ angegeben und mit den D-A-CH-Referenzwerten verglichen.

Bei Betrachtung der medianen täglichen alimentären Vitamin- und Mineralstoffzufuhr im Gesamtkollektiv konnte festgestellt werden, dass die Teilnehmer der Deutschen Vegan Studie mit ihrem Ernährungsverhalten die aktuellen D-A-CH-Referenzwerte zur Vitamin- und Mineralstoffzufuhr erreichten, mit Ausnahme von Kalzium, Jod sowie Vitamin D und Cobalamin. Gleiches galt für die Zufuhr dargestellt als Nährstoffdichte (vgl. Anhang, Tabellen A7 – A12, S A10 – A21).

Statistisch signifikante Unterschiede bestanden zwischen strengen und moderaten Veganern in Bezug auf die Nährstoffdichten von Ascorbinsäure ($p=0,002$; t-Test für unabhängige Stichproben), Retinol-Äquivalent ($p=0,017$; U-Test nach Mann-Whitney) und Kalium ($p=0,008$; t-Test für unabhängige Stichproben).

Unter Berücksichtigung der alters- und geschlechtsspezifischen Referenzwerte zeigte sich jedoch, dass ein Großteil der Probanden die D-A-CH-Referenzwerte für die Mineralstoff- und Vitaminzufuhr unterschritt. So lag die **Zink**aufnahme bei 20,1 % aller DVS-Teilnehmer unterhalb der Empfehlungen. Die empfohlene **Riboflavin**zufuhr wurde von 48,0 % nicht erreicht, während 76,0 % der Probanden die empfohlene Zufuhrmenge für **Kalzium** nicht erreichten. Noch drastischer stellt sich die Situation für **Cobalamin** und **Jod** dar: Nur 5,3 % bzw. 1,3 % aller Studienteilnehmer realisierten die empfohlenen Zufuhrmengen. Die Zufuhr an **Vitamin D**³² lag im gesamten Kollektiv (100 %) unterhalb des Referenzwertes (Tabelle 23).

³² Anzumerken ist, dass weder die Jodaufnahme über jodierte Lebensmittel erfasst wurde, noch die Vitamin-D-Eigensynthese abgeschätzt werden kann.

Tabelle 23: Prozentualer Anteil des DVS-Kollektivs mit Vitamin-/Mineralstoffzufuhren unterhalb des entsprechenden D-A-CH-Referenzwertes

	Zufuhr unterhalb des D-A-CH-Referenzwertes [%]
Riboflavin	20,1
Cobalamin	94,7
Vitamin D	100
Kalzium	76,0
Jod	98,3
Zink	20,1

Auffallend war die hohe, im Mittel deutlich über den D-A-CH-Referenzwerten liegende Zufuhr von **Folsäure** sowie der antioxidativen **Vitamine C, E** und **beta-Carotin**. So wiesen 95,5 % eine Vitamin-C-Zufuhr von ≥ 100 mg/d und 77,3 % eine tägliche Zufuhr von ≥ 400 μ g Folat-Äquivalenten auf. Zufuhrwerte oberhalb der Referenzwerte für Vitamin E wurden von 94,0 % der Männer und von 87,4 % der Frauen erreicht. Beta-Carotin erfüllt zwei wesentliche Funktionen im menschlichen Organismus: Zum einen dient es als Provitamin A und trägt damit zur Deckung des Vitamin-A-Bedarfs bei, zum anderen weist es antioxidative Eigenschaften auf. Rund 75 % der Männer und 92 % der Frauen nahmen beta-Carotin in einer Höhe auf, die über der empfohlenen Zufuhr zur Vitamin-A-Bedarfdeckung (m: 6 mg/d bzw. w: 4,8 mg/d) lag.

4.3 EISENSTATUS DER DVS-TEILNEHMERINNEN

4.3.1 VORBEMERKUNGEN

Wie in Kapitel 2.2.1.2, 2.2.4 und 2.2.7 dargestellt, gestaltet sich der Eisenstatus von omnivor, vegetarisch bzw. vegan lebenden Männern vergleichsweise unproblematisch. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit auf die ausführliche Darstellung des Eisenstatus der männlichen DVS-Teilnehmer verzichtet (vgl. Anhang A, Tabelle A13, S A22) und stattdessen der Eisenstatus der Teilnehmerinnen näher betrachtet.

4.3.2 DIFFERENZIERUNG DES KOLLEKTIVS GEMÄß DES MENOPAUSALEN STATUS

Da der physiologische Eisenverlust mit dem Eintritt in die Menopause abnimmt, ist anzunehmen, dass sich der Eisenstatus von Frauen mit fortschreitendem Alter positiv verändert. Aus diesem Grund wurde bei der statistischen Analyse der erhobenen Daten zwischen jüngeren (mit regelmäßiger Menses) und älteren Frauen (mit unregelmäßiger bzw. ohne Menses) unterschieden. Üblicherweise wird in der Literatur eine Altersgrenze von 50 Jahren zur entsprechenden Unterteilung genutzt. Auch für die Teilnehmerinnen der Deutschen Vegan Studie traf diese Einteilung (mit Einschränkungen) zu (Tabelle 24).

Tabelle 24: Antwortverhalten auf Frage 3.28 des Haupt-Fragebogens: „Befinden Sie sich in den Wechseljahren?“

	19 - < 50 Jahre (n=57)	≥ 50 Jahre (n=30)
nein, sie sind bereits vorbei	-	17
ja, ich bin noch mittendrin	-	9
nein, noch nicht	54	1
ich weiß es nicht	3	3

Lediglich sechs Frauen konnten nicht angeben, ob sie sich bereits im Klimakterium befanden. Bei näherer Betrachtung dieser Frauen zeigte sich, dass zwei der jüngeren Frauen (Alter: 30,9 bzw. 38,6 Jahre) nach Selbstauskunft noch regelmäßige Menstruationszyklen aufwiesen; lediglich eine der jüngeren Teilnehmerinnen gab an, keine Menses zu haben. Es ist anzunehmen, dass bei dieser Frau (Alter: 43,7 Jahre; strenge Veganerin; BMI: 13,9 kg/m²; Energiezufuhr: 3,61 MJ/d) eine Amenorrhoe infolge einer Malnutrition vorlag. Von den drei älteren Frauen gaben zwei der Befragten an, keine

Regelblutungen mehr zu haben (Alter: 52 und 61,6 Jahre), während die dritte Frau (Alter: 54,1 Jahre) vom häufigen Ausbleiben der Menses berichtete. Mit dem Ziel möglichst homogene Kollektive zu definieren, wurden diese sechs Frauen nicht in die statistische Analyse einbezogen.

Von den verbleibenden 81 Frauen gaben fünf DVS-Teilnehmerinnen (vier jüngere und eine ältere Frau) im Rahmen der Fragebogenerhebung an, regelmäßig **Eisensupplemente** zu verwenden. Da nicht bekannt ist, ob diese Frauen die Eisensupplemente auf Grund eines bekannten Eisenmangels oder rein prophylaktisch einnahmen, wurden sie in der Analyse ebenfalls nicht berücksichtigt. Somit verblieben für die statistische Analyse 50 jüngere und 25 ältere Frauen in den jeweiligen Subkollektiven.

Da sich jüngere und ältere Frauen in Bezug auf die Zuordnung zur strikt bzw. moderat veganen Ernährung nicht statistisch signifikant unterschieden ($p=0,869$; Chi-Quadrat-Test; Tabelle 25), wurden die nachfolgend dargestellten Daten nur unter Berücksichtigung der alters- und nicht der kostformspezifischen Kollektive ausgewertet. Charakteristische Kenndaten der beiden Kollektive sind in Tabelle A14 (vgl. Anhang A, S A22) dargestellt.

Tabelle 25: Kreuztabelle alters- gegen kostformspezifische Kollektive

	Jüngere Frauen (n=50)	Ältere Frauen (n=25)
Strenge Veganerinnen (n=43)	29	14
Moderate Veganerinnen (n=32)	21	11

4.3.3 EISENZUFUHR UND NAHRUNGSQUELLEN

Die mittlere tägliche Eisenzufuhr der Studienteilnehmerinnen lag bei $19,9 \pm 5,53$ mg/d. Mit $20,0 \pm 5,77$ mg/d bzw. $19,6 \pm 5,14$ mg/d unterschieden sich die errechneten mittleren Zufuhren der jüngeren und älteren Frauen statistisch nicht signifikant ($p=0,799$; t-Test für unabhängige Stichproben).

Sowohl die DGE (15 mg/d bzw. 10 mg/d) als auch das *Food and Nutrition Board* (RDA: 18 mg/d bzw. 8 mg/d) geben unterschiedliche Richtwerte für die Eisenzufuhr von jüngeren und älteren Frauen heraus (FOOD AND NUTRITION BOARD 2001, S 344, DGE et al. 2000, S 174). Werden diese Werte zu Grunde gelegt, erreichten 18,0 % der jüngeren Frauen den D-A-CH-Referenzwert und 42,0 % der jüngeren Frauen die Empfehlung des *Food and Nutrition Boards* nicht. Hingegen wiesen alle älteren Teilnehmerinnen Eisenzufuhren oberhalb der empfohlenen Werte auf (Abbildung 13).

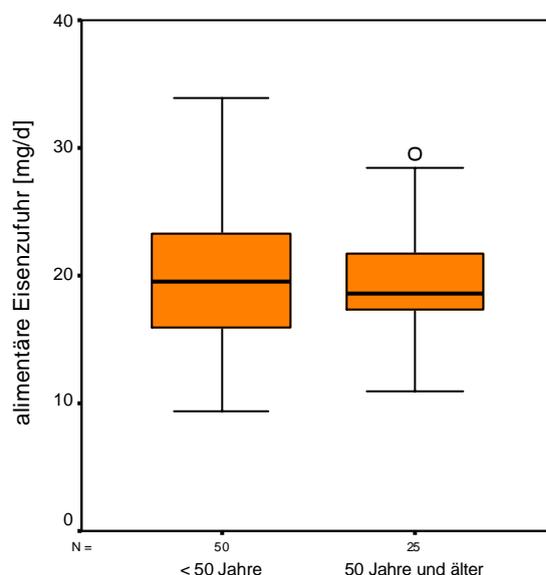


Abbildung 13: Boxplots der alimentären Eisenzufuhr im weiblichen Subkollektiv

Als Hauptaufnahmequellen für Eisen konnten im DVS-Kollektiv ballaststoffreiche und/oder fruchtsäurereiche Lebensmittelgruppen identifiziert werden. So wurden nahezu 36 % der alimentären Eisenzufuhr über Gemüse, ca. 24 % über Obst und etwa 25 % über Cerealien aufgenommen.

4.3.4 HÄMATOLOGISCHER STATUS

Zur Beurteilung der Eisenversorgung wurden die in Kapitel 2.2.3 (*Bestimmung des Eisenstatus*) beschriebenen Statusparameter herangezogen:

- 1.) Serum-Ferritin
- 2.) Transferrinsättigung
- 3.) Mittlere Hämoglobin-Konzentration der Erythrozyten (MCHC)
- 4.) Hämoglobin

Die Kenndaten der im weiteren Verlauf des Kapitels näher dargestellten hämatologischen Parameter sind in Tabelle 26 zusammengefasst. Von den dargestellten Parametern unterschieden sich nur die mittleren Serum-Ferritin-Konzentrationen statistisch signifikant ($p=0,001$; U-Test nach Mann-Whitney) zwischen den jüngeren und den älteren Teilnehmerinnen.

Tabelle 26: Parameter des hämatologischen Status der DVS-Teilnehmerinnen (Median, 5- / 95-er Perzentile)

	< 50 Jahre (n=50)	≥ 50 Jahre (n=25)	P
Serum-Ferritin [ng/ml]	14,0 (5,0 / 84,6)	28,0 (5,0 / 70,5)	0,001*
% < 12 ng/ml	40,0	12,0	
% < 6 ng/ml	12,0	8,0	
Transferrinsättigung [%]	20,0 (7,73 / 43,6)	17,3 (8,58 / 37,9)	0,462 [#]
% < 16%	36,0	36,0	
MCHC [g/dl]	33,4 (32,2 / 34,4)	33,3 (31,5 / 34,6)	0,972 [#]
% < 32 g/dl	2,0	4,0	
Hämoglobin [g/l]	132 (117 / 151)	134 (117 / 151)	0,390 [#]
% < 120 g/l	6,0	8,0	

* U-Test nach Mann-Whitney

[#] t-Test für unabhängige Stichproben

Nachfolgend werden die einzelnen Parameter separat beschrieben, um dann gemeinsam als Indikatoren für einen Eisenmangel bzw. eine Eisenmangelanämie dargestellt zu werden.

4.3.4.1 Serum-Ferritin

Die mediane Ferritin-Konzentration lag im weiblichen Gesamtkollektiv bei 18,6 ng/ml (10,8 ng/ml / 30,9 ng/ml). Das Streudiagramm der Serum-Ferritin-Konzentrationen verdeutlicht, dass 70,7 % der Frauen Werte unter 30 ng/ml aufwiesen, die auf eine beginnende **Erschöpfung der Eisenspeicher** hindeuteten. Jüngere Frauen zeigten dabei häufiger Serumkonzentrationen unterhalb von 30 ng/ml (78 %) als ältere Frauen (56 %, Abbildung 14). Dieser Unterschied war mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 4,9 % (Chi-Quadrat-Test) statistisch signifikant. Eine Serum-Ferritin-Konzentration $< 12 \text{ ng/ml}$ ³³, gleichbedeutend mit entleerten Eisenspeichern, ergab sich bei 40 % der jüngeren und 12 % der älteren Frauen ($p=0,013$; Chi-Quadrat-Test). Demgegenüber wies keine der DVS-Teilnehmerinnen eine Ferritin-Konzentration oberhalb des aus präventivmedizinischer Sicht als kritisch angesehenen Grenzwertes von $> 200 \text{ ng/ml}$ auf (SALONEN et al. 1992). Rund 97 % der Teilnehmerinnen lagen sogar weit unter diesem Wert und wiesen eine Serum-Ferritin-Konzentration $< 100 \text{ ng/ml}$ auf.

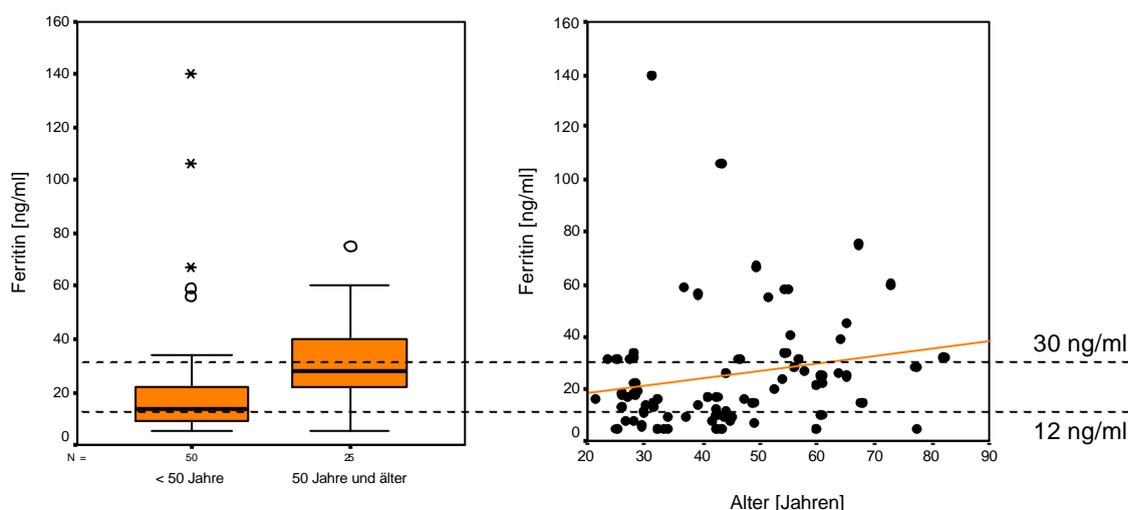


Abbildung 14: Serum-Ferritin-Konzentration in Abhängigkeit des Alters

Die Regressionsgerade ($y = 12,715 + 0,181x$; $R^2 = 0,033$; $p = 0,120$) verdeutlicht, dass die Serum-Ferritin-Konzentration mit zunehmendem Alter anstieg, allerdings war dieser Zusammenhang nicht statistisch signifikant. Ferner war die durch diese Regressionsgleichung erklärte Varianz mit 3,3 % äußerst gering.

Aus diesem Grund wurde mittels des ALM nach Prädiktoren für den Serum-Ferritin-Spiegel innerhalb des DVS-Kollektivs gesucht. Als mögliche Erklärungsvariablen wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Einflussfaktoren herangezogen, sofern sie mittels

³³ In der klinischen Praxis wird dieser Grenzwert oftmals zur Diagnose eines Eisenmangels genutzt.

Fragebogen bzw. Ernährungsprotokoll erhoben worden waren. Zusätzlich wurden die Dauer der veganen Ernährung, die Striktheit der Ausprägung sowie der Konsum von Sojaprodukten berücksichtigt.

Keines der Modelle erreichte statistische Signifikanz, so dass anzunehmen ist, dass die Serum-Ferritin-Konzentration der DVS-Teilnehmerinnen durch weitere, in den DVS-Daten nicht oder nur ungenau (im Sinne einer subjektiven Einschätzung) erfasste Einflüsse bestimmt wurden bzw. die Kostform an sich der Haupteinflussfaktor sein könnte. Das Modell mit der höchsten Güte bei gleichzeitig nahezu statistischer Signifikanz ist in Tabelle 27 dargestellt³⁴.

Tabelle 27: Prädiktoren für die Serum-Ferritin-Konzentration ermittelt via ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	2,092	0,056	0,179
Konstanter Term	3,652	0,060	0,052
Methioninzufuhr [g/d]	5,667	0,020	0,078
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	5,236	0,025	0,072
BMI [kg/m²]	4,032	0,049	0,057
Konsum von Nahrungsmitteln [g/d]	3,273	0,075	0,047
Proteinzufuhr [En%]	2,868	0,095	0,041
Altersklassen [<50 / ≥ 50 Jahre]	2,684	0,106	0,039
Konsum von Tee [g/d]	2,157	0,147	0,031

R-Quadrat: 0,179 (korrigiertes R-Quadrat: 0,094)

Nachfolgend werden die drei Einzelfaktoren mit signifikantem Einfluss aus dem (nicht signifikanten) ALM in Streudiagrammen der Serum-Ferritin-Konzentration gegenübergestellt (Abbildung 15). Es wird deutlich, dass – sofern die Einflussfaktoren einzeln betrachtet werden – lediglich der BMI signifikanten Einfluss auf die Ferritin-Konzentration zeigte. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass die Serum-Ferritin-Konzentration – entgegen den Literaturangaben – mit steigender Methioninzufuhr absank. Aber auch dieser Zusammenhang war statistisch nicht signifikant ausgeprägt.

³⁴ Der Einbezug weiterer aus der Literatur bekannter Einflussfaktoren auf den Eisenstatus (z. B. Zufuhr von Vitamin C, Eisen, Histidin, Stärke und Regelmäßigkeit der Menstruationsblutungen) führt zur abnehmenden Güte des Modells (abnehmendes Eta-Quadrat) sowie zur Erhöhung der Irrtumswahrscheinlichkeit (zunehmende Größe des p-Wertes).

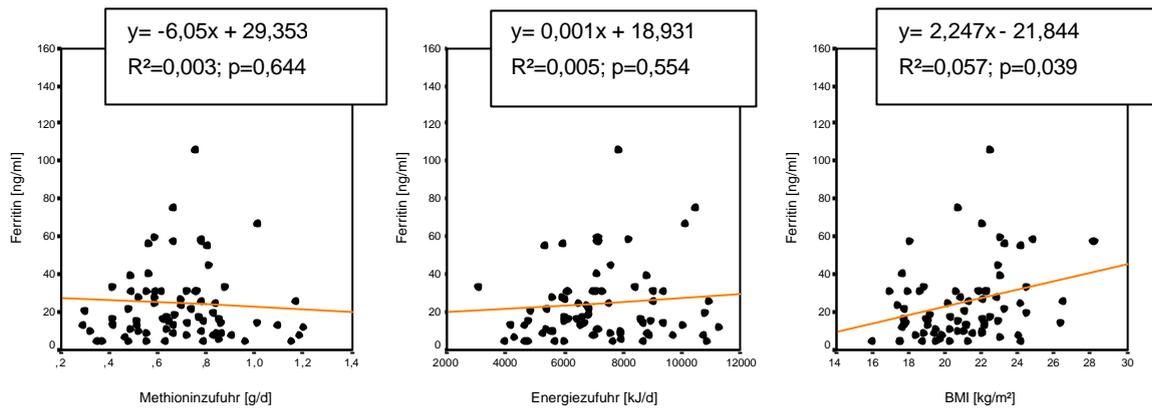


Abbildung 15: Streudiagramme der Serum-Ferritin-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM ermittelten signifikanten Einflussfaktoren

4.3.4.2 Transferrinsättigung

Die mediane Transferrinsättigung lag im weiblichen Gesamtkollektiv bei 18,2 % (8,25 % / 39,4 %). Abbildung 16 verdeutlicht, dass der überwiegende Anteil der DVS-Teilnehmerinnen Werte außerhalb des Referenzbereiches zeigte, wobei Abweichungen nach unten gleichbedeutend mit einer mangelhaften Sättigung sind. Im Gesamtkollektiv fielen 70,7 % der Teilnehmerinnen in den Wertebereich < 25 %, der ein früher Indikator einer ungenügenden Transferrinsättigung und damit einer unzureichenden Eisenversorgung ist.

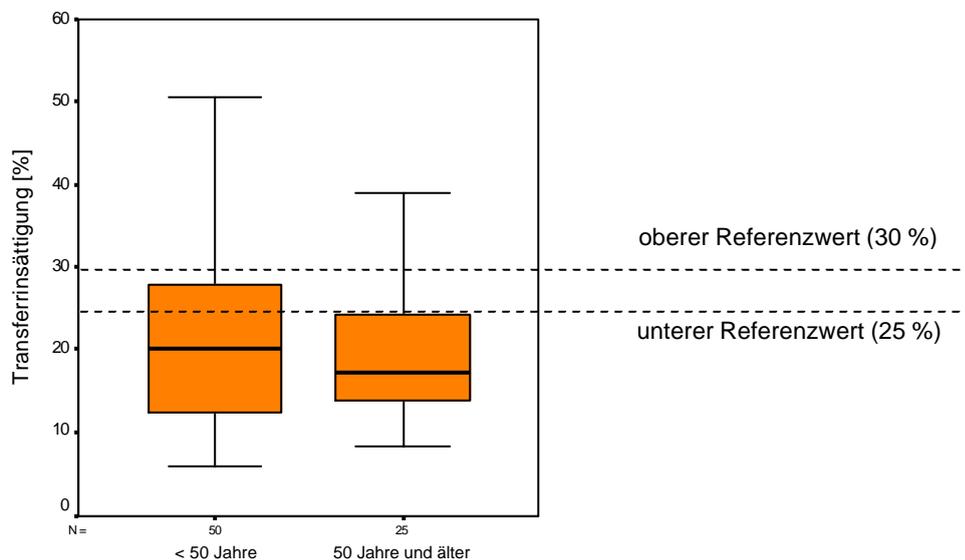


Abbildung 16: Transferrinsättigung in Abhängigkeit des Alters

Im Rahmen des Tri-Index-Modells wird eine Transferrinsättigung < 16 % als Indikator eines Eisenmangels angesehen (BINDRA und GIBSON 1986). 36,0 % aller DVS-Probantinnen wiesen Werte unterhalb dieses Grenzwertes auf. Es fällt auf, dass die

Werte für die Transferrinsättigung innerhalb des Kollektivs der jüngeren Frauen stärker streuten (Variationsbreite: 5,77 – 50,7 %) als im Kollektiv der älteren Teilnehmerinnen (Variationsbreite: 8,28 – 39,0 %). Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Subkollektiven war weder in Bezug auf die mittlere Transferrinsättigung (siehe Tabelle 26, $p=0,462$; t-Test für unabhängige Stichproben) noch für die Einteilung in Klassen gemäß Abbildung 17 messbar ($p=0,358$; Chi-Quadrat-Test). Auch die Korrelationsrechnung bestätigte, dass der Zusammenhang zwischen Alter und Transferrinsättigung statistisch nicht signifikant war ($r= -0,105$, $p=0,375$).

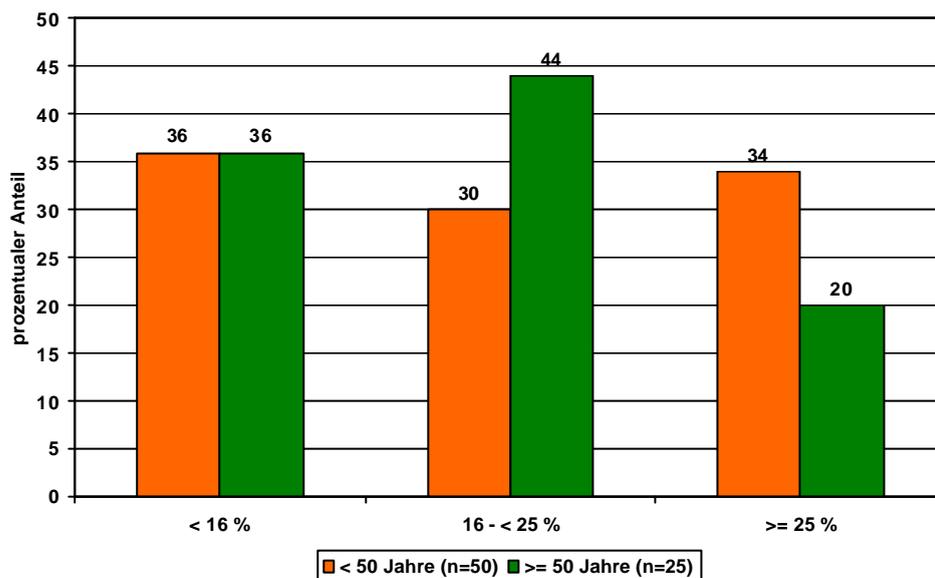


Abbildung 17: Transferrinsättigung in Klassen unter Berücksichtigung der altersspezifischen Subkollektive

4.3.4.3 MCHC

Im weiblichen Gesamtkollektiv betrug der mediane MCHC-Wert 33,4 g/dl (32,2 g/dl / 34,4 g/dl). Bei Betrachtung der nachfolgenden Boxplots wird deutlich, dass bei den DVS-Teilnehmerinnen keine Abweichungen vom Referenzbereich existierten (Abbildung 18). Im Rahmen des Tri-Index-Modells werden MCHC-Werte unter 32 g/dl als kritisch erachtet (BINDRA und GIBSON 1986). Lediglich zwei Frauen (je eine jüngere und eine ältere Frau) wiesen MCHC-Werte unterhalb dieses Grenzwertes auf.

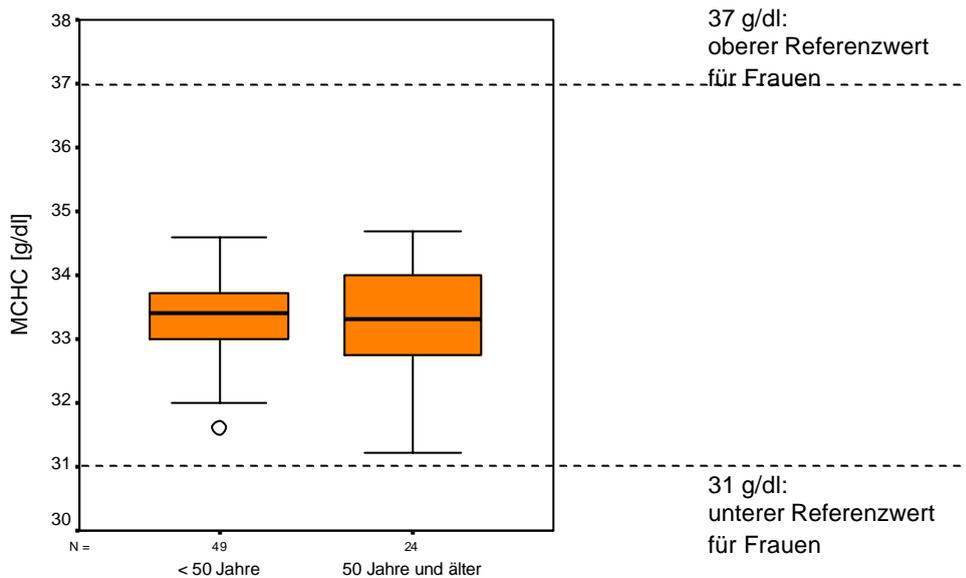


Abbildung 18: MCHC-Werte in Abhängigkeit des Alters

Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem MCHC-Wert und dem Alter konnte nicht nachgewiesen werden ($r = -0,140$; $p = 0,236$). Dementsprechend unterschieden sich die Alterskollektive auch nicht in Bezug auf den mittleren MCHC-Wert (vgl. Tabelle 26, $p = 0,972$; t-Test für unabhängige Stichproben).

4.3.4.4 Hämoglobin

Die mediane Hämoglobin-Konzentration lag im untersuchten Kollektiv bei 133 g/l (117 g/l / 150 g/l). Bei Betrachtung der Boxplots (Abbildung 19) zeigt sich, dass der überwiegende Teil der DVS-Teilnehmerinnen Hämoglobin-Konzentrationen innerhalb des Normalbereiches aufwies. Abweichungen nach oben existierten nicht. 72,6 % aller Frauen wiesen Werte < 140 g/l auf und 6,8 % aller weiblichen DVS-Probanden zeigten Werte unterhalb des Referenzbereiches.

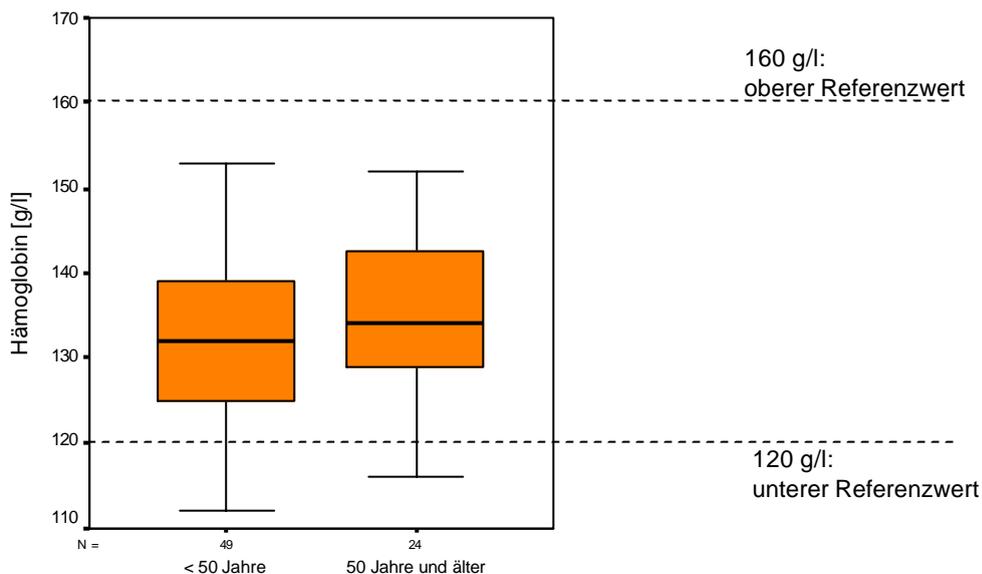


Abbildung 19: Hämoglobin-Konzentration in Abhängigkeit des Alters

Ein statistisch signifikanter Unterschied in Bezug auf die Hämoglobin-Konzentration konnte für die nach Alter differenzierten Subkollektive (siehe Tabelle 26, $p=0,390$; t-Test für unabhängige Stichproben) ebenso wenig nachgewiesen werden wie eine statistisch gesicherte Assoziation zwischen der Hämoglobin-Konzentration und dem Alter der Teilnehmerinnen ($r=0,027$, $p=0,823$). Auch die Höhe der Eisenzufuhr ($r=0,070$, $p=0,557$) und die Dauer der veganen Ernährung ($r_s=0,136$, $p=0,251$) standen in keinem linearem Zusammenhang zur Hämoglobin-Konzentration.

Aus diesem Grund wurde mittels der ALM nach Prädiktoren für die Hämoglobin-Konzentration innerhalb des DVS-Kollektivs gesucht. Als mögliche Erklärungsvariablen wurden die in Tabelle 3 aufgeführten Einflussfaktoren herangezogen, sofern sie mittels Fragebogen bzw. Ernährungsprotokoll erhoben worden waren. Zusätzlich wurden der BMI, die Dauer der veganen Ernährung, die Striktheit der Ausprägung sowie der Konsum von Sojaprodukten bzw. von Obst und Gemüse berücksichtigt.

Keines der Modelle erreichte statistische Signifikanz. Deshalb ist anzunehmen, dass die Hämoglobin-Konzentration der DVS-Teilnehmerinnen durch weitere in den DVS-Daten

nicht erfasste Einflüsse bestimmt wurde bzw. die Kostform an sich der Haupteinflussfaktor sein könnte. Das Modell mit der höchsten Güte bei gleichzeitig niedrigster Irrtumswahrscheinlichkeit ist in Tabelle 28 dargestellt.

Tabelle 28: Prädiktoren für die Hämoglobin-Konzentration ermittelt via ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	1,888	0,077	0,191
Konstanter Term	9,714	0,003	0,132
Methioninzufuhr [g/d]	6,718	0,012	0,095
Proteinzufuhr [En%]	6,105	0,016	0,087
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	5,364	0,024	0,077
Konsum von Obst und Gemüse [g/d]	2,976	0,089	0,044
Serum-Ferritin [ng/ml]	2,296	0,135	0,035
Teekonsum [g/d]	2,200	0,143	0,033
BMI [kg/m ²]	1,673	0,201	0,025
Eisenzufuhr [mg/d]	1,515	0,223	0,023

R-Quadrat: 0,191 (korrigiertes R-Quadrat: 0,090)

Nachfolgend werden die drei Einzelfaktoren mit signifikantem Einfluss aus dem ALM in Streudiagrammen der Hämoglobin-Konzentration gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass – sofern die Einflussfaktoren einzeln betrachtet werden – keiner der Faktoren einen signifikanten Einfluss zeigte.

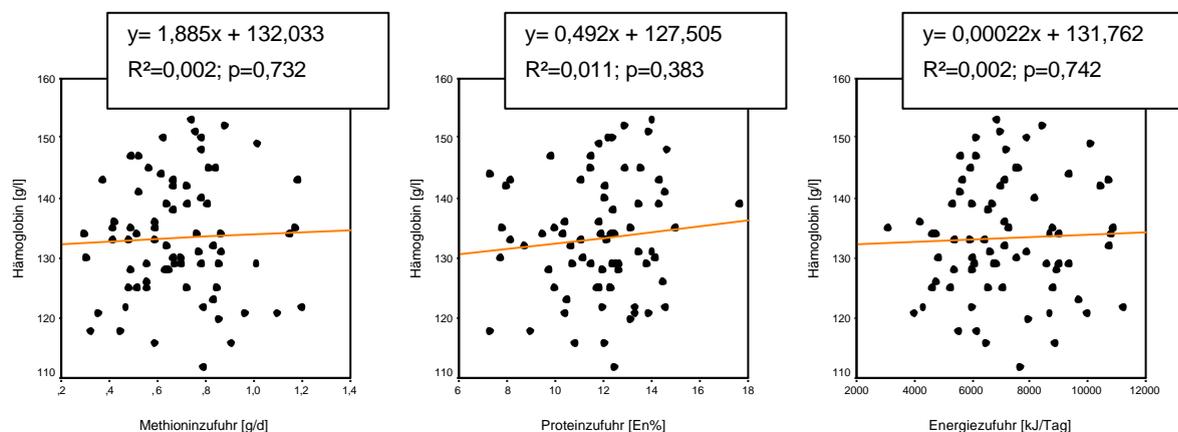


Abbildung 20: Streudiagramme der Hämoglobin-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM ermittelten signifikanten Einflussfaktoren

4.3.4.5 Eisenmangel bzw. Eisenmangelanämie

Um einen **Eisenmangel** zu diagnostizieren, wird in der klinischen Praxis oftmals eine Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml herangezogen. In der vorliegenden Arbeit das Vorliegen einer solchen Konzentration als Anzeichen depletierter Eisenspeicher gewertet und das von BINDRA und GIBSON (1986) empfohlene Tri-Index-Modell als Bewertungsmaßstab für das Vorliegen eines Eisendefizits angewendet (vgl. Kapitel 2.2.3, *Bestimmung des Eisenstatus*).

40,0 % der jüngeren Frauen und 12,0 % der älteren Frauen wiesen depletierte Eisenspeicher auf ($p=0,013$, Chi-Quadrat-Test). Wurde das Tri-Index-Modell, welches ein späteres Eisenmangelstadium anzeigt, herangezogen, halbierte sich der Wert der als eisen-defizitär klassifizierten jüngeren Frauen auf 20 %, während der Wert für die älteren Frauen stabil blieb (Abbildung 21). Der Unterschied – 20 % vs. 12 % der Frauen mit Eisenmangel – zwischen den Subkollektiven war nicht mehr signifikant ausgeprägt ($p=0,525$, Exakter Test nach Fisher, 2-seitig).

Eine **Eisenmangelanämie** wird bei Vorhandensein eines Eisenmangels und Hämoglobinwerten < 120 g/dl diagnostiziert (WALLER et al. 1992, S 662). Zwei jüngere Frauen und eine ältere Frau wiesen an Hand dieser Kriterien zum Studienzeitpunkt eine Eisenmangelanämie auf. Der Unterschied zwischen den Subkollektiven war statistisch nicht signifikant ($p>0,999$, Exakter Test nach Fisher, 2-seitig).

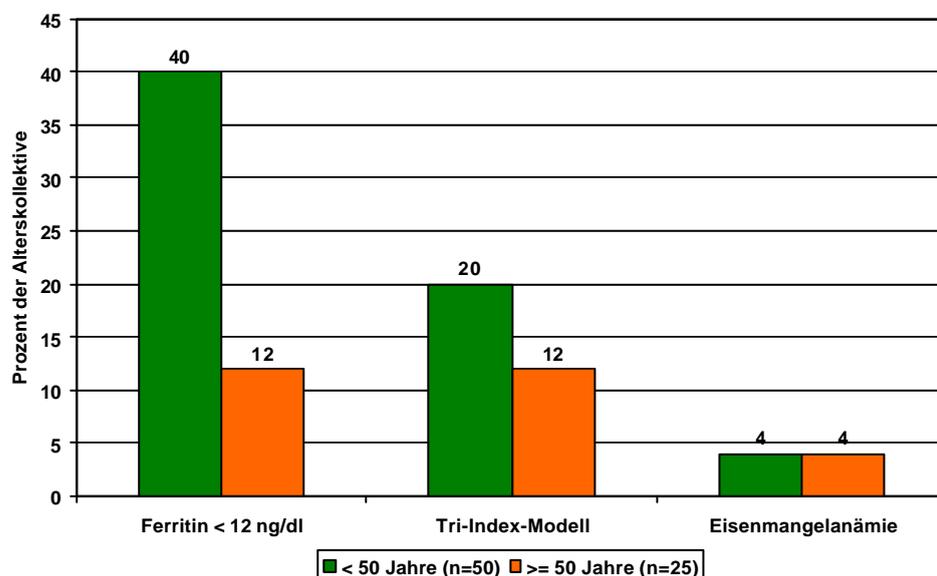


Abbildung 21: Prozentualer Anteil der DVS-Teilnehmerinnen mit depletierten Eisenspeichern, Eisenmangel bzw. Eisenmangelanämie differenziert nach den altersspezifischen Kollektiven

4.3.4.6 Zusammenhänge zwischen hämatologischen Parametern und Ernährungsfaktoren

Wie erwartet, konnten verschiedene Korrelationen zwischen den hämatologischen Parametern sowohl für das weibliche Gesamtkollektiv als auch für die Alterskollektive gefunden werden (Tabelle 29). Allerdings war der Zusammenhang zwischen der Serum-Ferritin-Konzentration und dem MCHC-Wert weder für das Gesamtkollektiv noch in den Subkollektiven statistisch signifikant ausgeprägt.

Generell ist zu sagen, dass die Zusammenhänge im Kollektiv der jüngeren Frauen enger sowie von größerer statistischer Signifikanz waren als im Kollektiv der älteren Frauen und im Gesamtkollektiv.

Tabelle 29: Korrelationskoeffizienten (r) und zugehörige Signifikanzniveaus (p) zwischen Serum-Ferritin und weiteren hämatologischen Statusparametern

	Serum-Ferritin [ng/ml]		
	Gesamt (n=75)	jüngere Frauen (n=50)	ältere Frauen (n=25)
Transferrinsättigung [%]	$r_s=0,513$ $p<0,001$	$r_s=0,613$ $p<0,001$	$r=0,310$ $p=0,131$
Transferrin [$\mu\text{mol/l}$]	$r_s= -0,555$ $p<0,001$	$r_s= -0,517$ $p<0,001$	$r= -0,281$ $p=0,173$
MCHC [g/dl]	$r_s=0,022$ $p=0,850$	$r_s=0,058$ $p=0,692$	$r=0,081$ $p=0,708$
Hämoglobin [g/l]	$r_s=0,469$ $p<0,001$	$r_s=0,495$ $p<0,001$	$r=0,494$ $p=0,014$
Hämatokrit	$r_s=0,443$ $p<0,001$	$r_s=0,476$ $p<0,001$	$r=0,439$ $p=0,032$

r_s = Korrelation nach Spearman

r = Korrelation nach Pearson

Aus der Literatur ist bekannt, dass verschiedene exogene Faktoren Einfluss auf den Eisenstatus nehmen (vgl. Kapitel 2.2.1.2; *Nahrungszufuhr und Faktoren mit Einfluss auf die Absorption*). Deshalb wurde im Rahmen der DVS auf statistisch gesicherte Zusammenhänge zwischen den hämatologischen Parametern und verschiedenen Ernährungsfaktoren³⁵ getestet. Mit Ausnahme einer schwachen, inversen Korrelation zwischen der Serum-Ferritin-Konzentration und der Zufuhr von Soja und Sojaprodukten im Gesamtkollektiv ($p=0,042$, $r_s= -0,218$) konnten jedoch keine statistisch signifikanten Korrelationen nachgewiesen werden.

³⁵ U. a. Proteinzufuhr bei Kontrolle gegen die Strenge der Kostform; Zufuhr von: Eisen, Vitamin C, Ballaststoffen, Alkohol, Kohlenhydraten, Fett, Tee und Kaffee.

4.3.5 ANGABEN ZU MENSTRUATION UND EINNAHME HORMONHALTIGER PRÄPARATE

Abbildung 22 stellt das Antwortverhalten auf die Frage nach dem Verlauf des Menstruationszyklus dar. Von 75 DVS-Teilnehmerinnen gaben lediglich drei der jüngeren Frauen an, orale Kontrazeptiva zu verwenden. Sechs weitere Frauen (fünf ältere und eine jüngere Frau) gaben an, Medikamente gegen klimakterische Beschwerden einzunehmen. Der Menstruationsverlauf wurden von den drei Verwenderinnen oraler Kontrazeptiva aus dem Subkollektiv der jüngeren Frauen als (sehr) regelmäßig angegeben, während 18 % der jüngeren Frauen ohne Kontrazeptivaeinnahme ihren Zyklus als unregelmäßig beschrieben. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen Zyklusregelmäßigkeit und dem BMI konnte im Kollektiv der jüngeren Frauen nicht nachgewiesen werden ($r_s=0,114$; $p=0,429$).

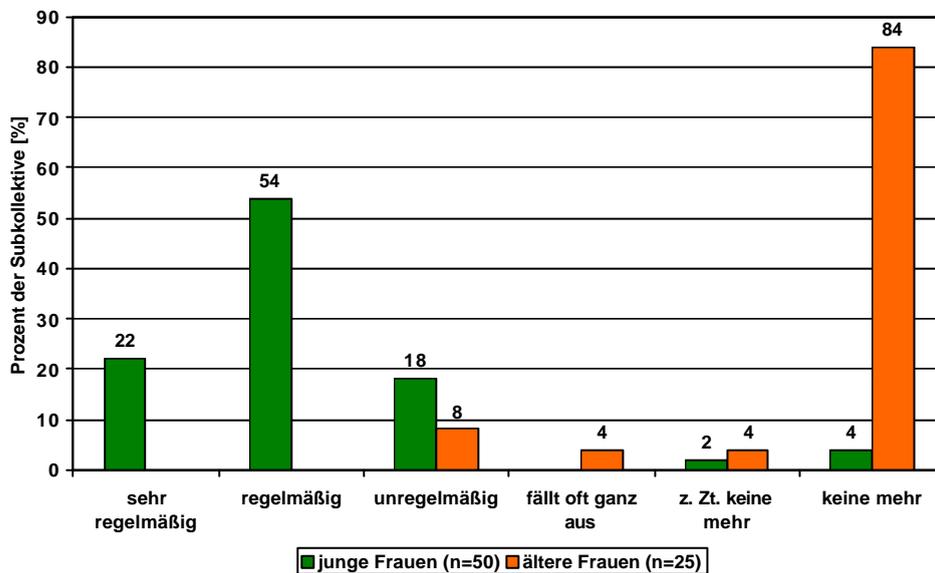


Abbildung 22: Angaben der DVS-Probandinnen zum Verlauf des Menstruationszyklus

Von denjenigen Frauen, die noch Regelblutungen aufwiesen und auf die Frage nach der Stärke der Menstruationsblutung antworteten (46 jüngere Frauen, drei ältere Frauen), wurden diese von 16,3 % als (sehr) stark, von 59,2 % als mittelmäßig und von 24,5 % als schwach eingestuft. Ein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen der Stärke der Regelblutung und dem BMI konnte ebenso wenig beobachtet werden ($r_s= -0,115$; $p=0,431$) wie ein Zusammenhang mit den Serum-Ferritin-Konzentrationen ($r_s=0,242$; $p=0,084$) – allerdings wiesen Frauen mit schwächeren Menstruationsblutungen tendenziell höhere Serum-Ferritin-Konzentrationen auf (Abbildung 23).

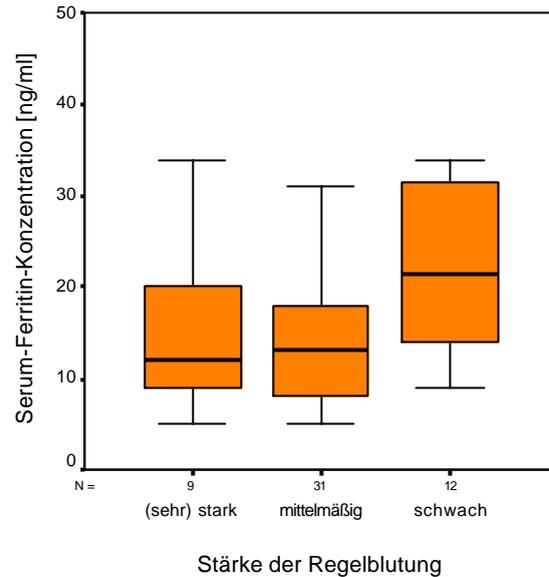


Abbildung 23: Boxplots der Serum-Ferritin-Konzentrationen differenziert nach den Angaben zur Stärke der Regelblutung

Veränderungen in der Stärke und Dauer der Regelblutungen wurden von 27,1 % aller Frauen mit der Umstellung auf die vegane Ernährung beobachtet³⁶. Diese äußerten sich am häufigsten in kürzeren und schwächeren Zyklen (n=8), weniger schmerzhaften Regelblutungen (n=4) sowie regelmäßigeren Zyklen (n=4). Nach der Umstellung auf eine vegane Ernährung zeigten drei Frauen gelegentlich ausbleibende Regelblutungen.

Das Auftreten von Menstruationsbeschwerden veränderte sich signifikant mit der Umstellung auf die vegane Ernährung ($p=0,003$, Wilcoxon-Test; Abbildung 24). Bezogen auf das weibliche Gesamtkollektiv stellte sich die Situation wie folgt dar: Vor der Umstellung auf die vegane Ernährung gaben 29,9 % der Probandinnen an, (fast) nie Menstruationsbeschwerden empfunden zu haben, nach der Umstellung waren es 44,0 %. Während 22,7 % der Frauen vor der Umstellung auf die vegane Ernährung angaben, des Öfteren unter Beschwerden zu leiden, sank dieser Anteil nach der Umstellung auf 8,0 %.

³⁶ 18,6 % der Frauen stellten die Ernährung erst nach der Menopause um.

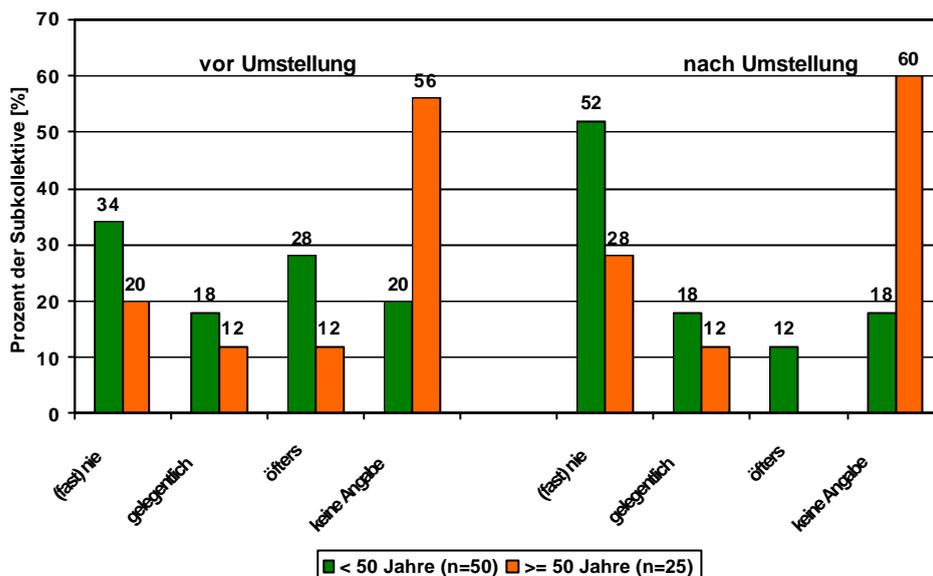


Abbildung 24: Häufigkeit von Menstruationsbeschwerden vor bzw. nach Umstellung auf eine vegane Ernährung

4.4 ALIMENTÄRE LIPIDZUFUHR UND SERUMLIPIDPROFIL DER DVS- TEILNEHMER UND -TEILNEHMERINNEN

4.4.1 VORBEMERKUNGEN

Auf der Ebene der einfaktoriellen statistischen Analyse wurde im ersten Schritt generell auf Unterschiede zwischen strengen und moderaten Veganern getestet, während dann im weiteren Verlauf der Einfluss bekannter Risikoparameter bzw. möglicher Confounder (Geschlecht, BMI, Alter, etc.; vgl. Kapitel 2.3.3; *Einflussfaktoren auf das Lipidprofil*) im Rahmen multifaktorieller Verfahren berücksichtigt wurde. Für die statistische Analyse der HDL-Konzentration war es auf Grund der geschlechtsbedingten Unterschiede zusätzlich notwendig, das Kollektiv in ein weibliches und ein männliches Subkollektiv zu differenzieren.

Eine Stratifizierung hinsichtlich bestimmter Risikoparameter wie z. B. bezüglich des Rauchverhaltens wurde als nicht notwendig erachtet, weil die Risikofaktoren im Gesamtkollektiv nur in geringer Ausprägung vorlagen (vgl. Kapitel 2.1.5.3; *Lebensstil-Faktoren*) und statisch signifikante Zusammenhänge, Einflüsse nicht gegeben waren.

4.4.2 ALIMENTÄRE FETTZUFUHR – ENERGETISCHER BEITRAG UND FETT- SÄUREPROFIL

Wie in Tabelle 22 (siehe S 81) dargestellt, nahmen die Teilnehmer der Deutschen Vegan Studie im Mittel pro Tag 67,6 g Fett mit der Nahrung auf. Diese Menge entsprach einem Anteil von 29,7 En% und erfüllte damit die Empfehlungen von Ernährungsfachverbänden, die eine Fettzufuhr in Höhe von maximal 30 En% der Nahrungsenergie befürworten. Die Empfehlungen sehen weiterhin vor, dass max. 10 En% der Gesamtenergiezufuhr über gesättigte, mind. 10 En% über einfach ungesättigte und ca. 7 En% über mehrfach ungesättigte Fettsäuren gedeckt werden sollen (DGE et al. 2000, S 44f.). Tabelle 30 ist zu entnehmen, dass die DVS-Probanden im Mittel auch dieser Empfehlung gerecht wurden. Das Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure wich im DVS-Kollektiv jedoch deutlich von dem empfohlenen Verhältnis von 5:1 ab (DGE et al. 2000, S 56). Die geschlechtsdifferenzierte Darstellung der in Tabelle 30 dargestellten Daten findet sich im Anhang A (Tabelle A15, S A23)

Ein statistisch signifikanter Unterschied konnte zwischen strengen und moderaten Veganern in Bezug auf die Zufuhr von einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie die Zufuhr von Linolsäure festgestellt werden. Auch das Verhältnis der Aufnahme

von Linolsäure und alpha-Linolensäure unterschied sich nicht statistisch signifikant zwischen den Subkollektiven.

Tabelle 30: Prozentualer Energiebeitrag und Zufuhrmengen ausgewählter Fettsäuren (Mean \pm SD)

	SV (n=98)	MV (n=56)	P
Gesättigte Fettsäuren [En%]	5,91 \pm 1,66	6,16 \pm 1,84	0,377 *
Einfach ungesättigte Fettsäuren [En%]	12,5 \pm 5,51	12,3 \pm 4,79	0,019 #
Mehrfach ungesättigte Fettsäuren [En%]	9,06 \pm 3,48	7,84 \pm 2,78	0,026 *
Omega-6-Fettsäuren:			
Linolsäure; 18:2 [g/d]	19,2 \pm 10,4	14,4 \pm 7,21	0,003 #
Arachidonsäure; 20:4 [g/d]	0,03 \pm 0,03	0,03 \pm 0,04	0,251 #
Omega-3-Fettsäuren:			
alpha-Linolensäure; 18:3 [g/d]	1,97 \pm 1,15	1,93 \pm 1,13	0,774 #
Eicosapentaensäure; 20:5 [g/d]	0,01 \pm 0,02	0,007 \pm 0,02	0,629 #
Docosahexaensäure; 22:6 [g/d]	0,005 \pm 0,008	0,006 \pm 0,006	0,198 #
Verhältnis 18:2 zu 18:3	10,1 : 1	7,96 : 1	< 0,001 *

* t-Test für unabhängige Stichproben

U-Test nach Mann-Whitney

4.4.3 ZUSAMMENHÄNGE ZWISCHEN LIPIDSTATUSPARAMETERN UND ERNÄHRUNGSFAKTOREN

Bivariate Korrelationen zwischen den Serumlipiden und verschiedenen Ernährungsfaktoren konnten im untersuchten Kollektiv nur in geringer Zahl und – wenn vorhanden – nur in schwacher Ausprägung gefunden werden (vgl. Anhang A, Tabelle A16, S A24). So zeigten im Gesamtkollektiv die Gesamtenergiezufuhr, der Anteil gesättigter Fettsäuren und die Ballaststoffzufuhr einen signifikanten positiven Zusammenhang und die Niacinzufuhr eine inverse Korrelation mit den Cholesterolkonzentrationen (Gesamt-, HDL-, LDL-Cholesterol). Aus der Literatur ist ein Einfluss von höheren Niacingaben (≥ 2 g/d; PAN et al. 2002, SPRECHER 2000, RODRIGUEZ et al. 1994) auf Lipoprotein(a) bekannt. Im DVS-Kollektiv, das eine mittlere Niacinzufuhr von 25,3 \pm

8,60 mg/d aufwies, konnte kein statistisch signifikanter Einfluss des alimentär aufgenommenen Niacins auf die Serumlipide nachgewiesen werden. Eine statistisch signifikante Assoziation zwischen der Verzehrshöhe bestimmter Lebensmittelgruppen wie beispielsweise „Obst“, „Nüsse und Samen“, etc. und den Serumlipiden konnte im untersuchten Kollektiv ebenfalls nicht bestätigt werden.

Weil angenommen wurde, dass die Serumlipide durch die Gesamtheit der Ernährungsfaktoren bzw. eine Kombination verschiedener Ernährungs-, Lebensstilfaktoren und der genetischen Determination beeinflusst werden, wurde in der vorliegenden Arbeit mittels Allgemeiner Linearer Modelle versucht, Faktoren mit maßgeblichem Einfluss zu identifizieren.

4.4.4 LIPIDPROFIL

Tabelle 31 gibt eine Übersicht über die etablierten Basisparameter des Lipidprofils und Lipoprotein(a). Außerdem wird als weiterer, nicht zum Lipidprofil zählender Risikoparameter die mittlere Homocystein-Konzentration aufgeführt.

Statistisch signifikante Unterschiede zwischen strengen und moderaten Veganern wurden lediglich für die Parameter Gesamt-Cholesterol ($p=0,044$; t-Test für unabhängige Stichproben) und Homocystein ($p=0,004$; U-Test nach Mann-Whitney) festgestellt.

Tabelle 31: Etablierte Statusparameter des Lipidprofils, Lipoprotein(a) sowie Homocystein im Überblick (Mean \pm SD)

	SV (n=98)	MV (n=56)	P
Triglyzeride [mmol/l]	0,96 \pm 0,80	0,95 \pm 0,55	0,724 #
Gesamt-Cholesterol [mmol/l]	4,36 \pm 0,97	4,75 \pm 1,22	0,044 *
HDL [mmol/l]	w 1,39 \pm 0,33	1,48 \pm 0,33	0,225 *
	m 1,21 \pm 0,31	1,27 \pm 0,33	0,508 *
LDL [mmol/l]	2,53 \pm 0,90	2,81 \pm 1,09	0,108 *
Gesamt-/HDL- Cholesterol	3,49 \pm 1,02	3,48 \pm 0,89	0,759 #
Lipoprotein(a) [mg/dl]	29,9 \pm 40,1	17,8 \pm 24,9	0,110 #
Homocystein [μ mol/l] ³⁷	21,5 \pm 24,5	12,4 \pm 9,18	0,004 #

* t-Test für unabhängige Stichproben

U-Test nach Mann-Whitney

³⁷ Auf die ausführliche Darstellung des Parameters Homocysteins wurde in der vorliegenden Arbeit verzichtet, es sei auf die Dissertation von JOCHEN KOSCHIZKE (in Vorbereitung) verwiesen.

4.4.4.1 Triglyzeride

Die mediane Triglyzerid-Konzentration lag im Gesamtkollektiv bei 0,81 mmol/l (0,43 mmol/l / 1,70 mmol/l) und somit im unteren Bereich des vom Labor definierten Referenzbereiches (0,7-2,3 mmol/l; Abbildung 25). Laut *International Task Force* und *American Heart Association* sind in der Primärprävention der Arteriosklerose Triglyzerid-Konzentrationen < 1,7 mmol/l anzustreben (AMERICAN HEART ASSOCIATION 2004, INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226). Wird dieser Wert als Bewertungsmaßstab herangezogen, fielen 95,9% der Probanden in den Bereich der wünschenswerten Konzentration.

Eine Hyperlipidämie ist definiert durch Triglyzerid-Konzentrationen > 4,5 mmol/l. Da nur ein Studienteilnehmer (SV, Alter: 49,7 Jahre, BMI: 25,2 kg/m², WHR: 0,95, Dauer der veganen Ernährung: 3,12 Jahre, Triglyzeridkonzentration: 7,5 mmol/l)³⁸ eine derart erhöhte Triglyzerid-Konzentration aufwies, lag die Prävalenz der Hyperlipidämie im beschriebenen Kollektiv bei 0,65 %.

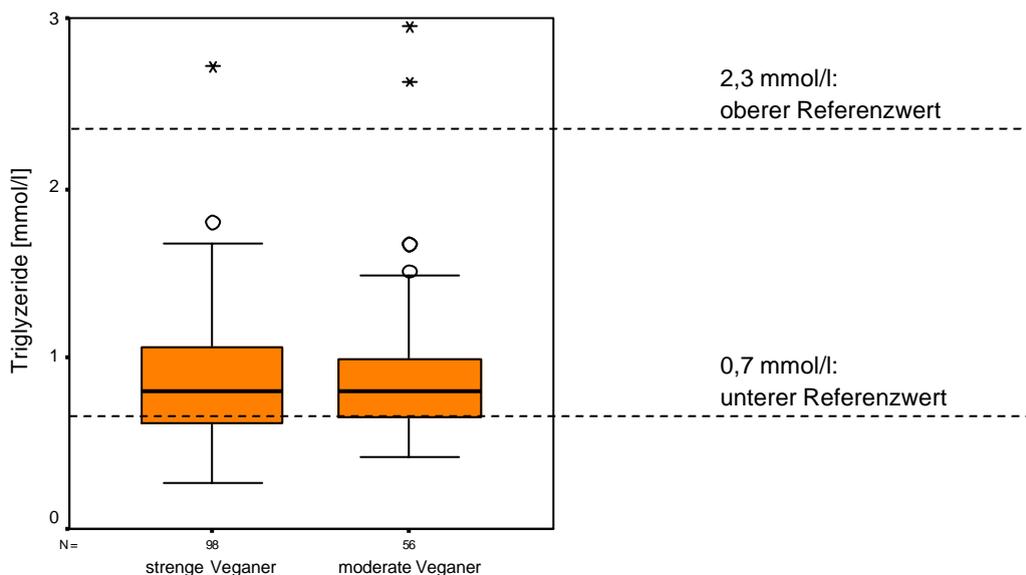


Abbildung 25: Boxplots der Triglyzerid-Konzentrationen unter Berücksichtigung der Striktheit der Kostform

Strenge und moderate Veganer unterschieden sich nicht statistisch signifikant hinsichtlich der mittleren Triglyzerid-Konzentration (Abbildung 25, vgl. auch Tabelle 31).

³⁸ Der hier beschriebene Proband wurde für die folgenden Berechnungen von der statistischen Analyse ausgeschlossen. Es ist anzunehmen, dass in diesem Fall eine Stoffwechselstörung bzw. ein Messwertfehler vorlag.

Mittels ALM wurde nach Prädiktoren für die Triglyzerid-Konzentration innerhalb des DVS-Kollektivs gesucht. Als mögliche Erklärungsvariablen wurden die in Kapitel 2.3.3 (*Einflussfaktoren auf das Lipidprofil*) aufgeführten Einflussfaktoren herangezogen. Zusätzlich wurden die Dauer der veganen Ernährung und die Striktheit der Ausprägung, das Alter sowie die anthropometrischen Kenngrößen BMI und WHR berücksichtigt. Das Modell mit der höchsten Güte bei gleichzeitig größtmöglicher statistischer Signifikanz ist in Tabelle 32 dargestellt. Durch dieses Modell werden 15,7 % (adj. R²: 0,116) der Streuung der Triglyzerid-Konzentration erklärt.

Tabelle 32: Prädiktoren für die Triglyzerid-Konzentration ermittelt durch ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Korrigiertes Modell	30,874	0,001	0,157
Konstanter Term	30,179	0,077	0,021
alpha-Linolensäurezufuhr [g/d]	80,034	0,005	0,052
Linolsäurezufuhr [g/d]	50,933	0,016	0,039
Dauer [Jahren]	40,618	0,033	0,031
Waist-to-Hip-Ratio	40,537	0,035	0,030
Alter [Jahren]	30,114	0,080	0,021
BMI [kg/m ²]	20,027	0,157	0,014
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	10,518	0,220	0,010

R-Quadrat: 0,157 (adjustiertes R-Quadrat: 0,116)

In Abbildung 26 sind die Einzelfaktoren mit signifikantem Einfluss aus dem ALM in Streudiagrammen der Triglyzerid-Konzentration gegenübergestellt. Es wird deutlich, dass – sofern die Einflussfaktoren einzeln betrachtet werden – lediglich der WHR einen signifikanten Einfluss zeigte.

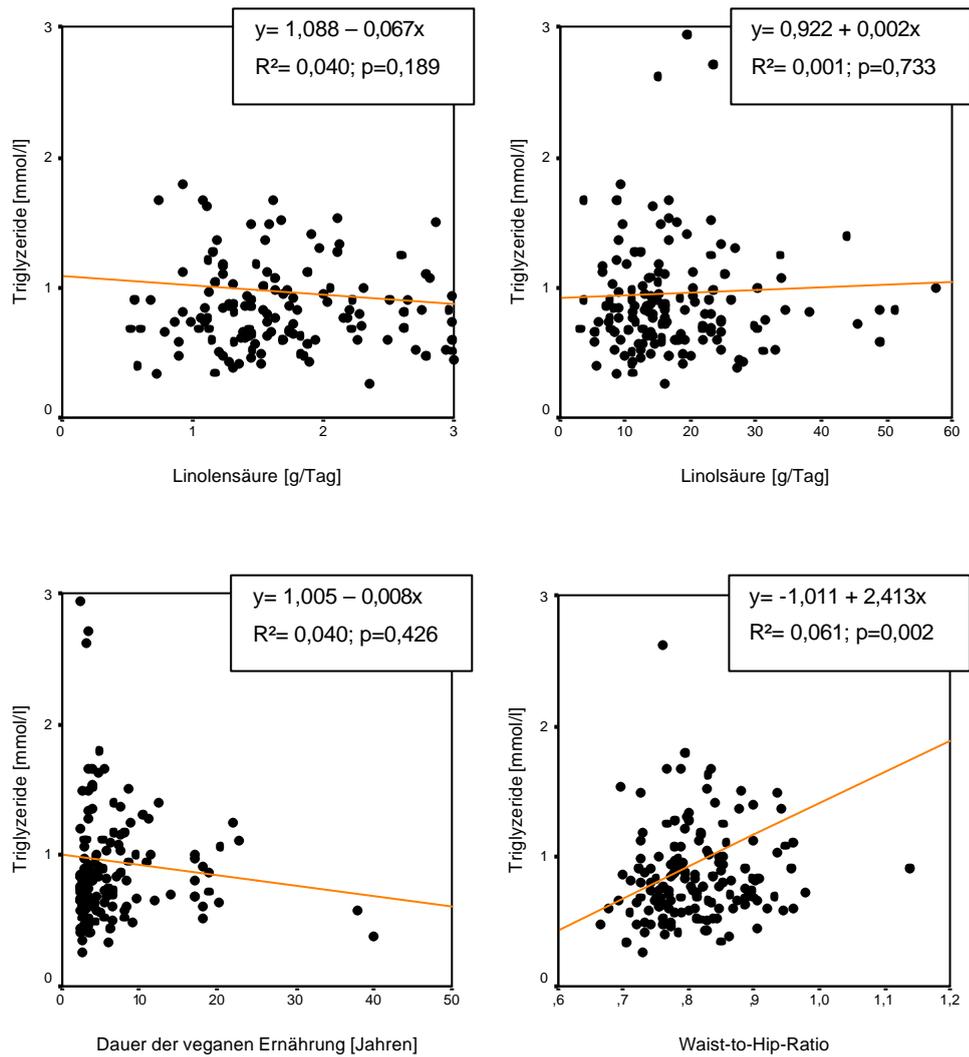


Abbildung 26: Streudiagramme der Triglyzerid-Konzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM signifikanten Einflussfaktoren

4.4.4.2 Gesamt-Cholesterol

Im Gesamtkollektiv lag die mediane Gesamt-Cholesterol-Konzentration bei 4,33 mmol/l (2,97 mmol/l / 6,74 mmol/l). Aus Abbildung 27 ist ersichtlich, dass 12,3 % der DVS-Probanden Konzentrationen oberhalb des vom Labor angegebenen Referenzbereiches (5,7 mmol/l entsprechend 220 mg/dl) aufwiesen. Dabei waren prozentual gesehen mehr moderate Veganer (21,4 %) als strenge Veganer (7,1 %) von erhöhten Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen betroffen. Wird der von der *International Task Force* und der *American Heart Association* zur Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen angesetzte Höchstwert von 5,2 mmol/l (entsprechend 200 mg/dl) zu Grunde gelegt, wurden bei 21,4 % der Studienteilnehmer (SV: 16,7 %; MV: 30,4 %) erhöhte Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen gemessen.

Im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie waren lediglich zwei Teilnehmerinnen (eine strenge (8,3 mmol/l) und eine moderate Veganerin (8,15 mmol/l)) von einer **Hypercholesterolämie**³⁹ betroffen, somit lag die Prävalenz im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie bei 1,3 %.

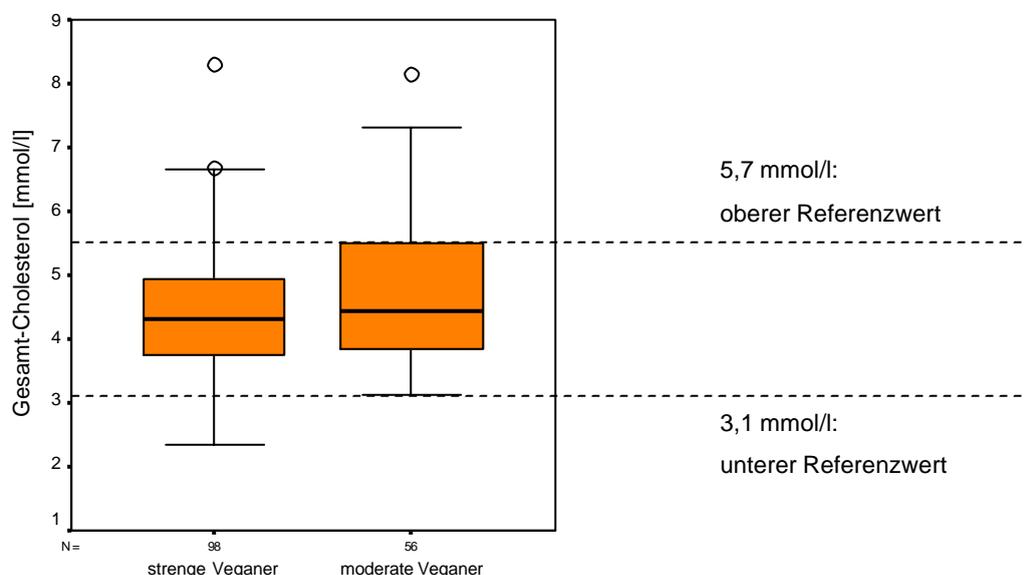


Abbildung 27: Boxplots der Gesamt-Cholesterol-Konzentrationen unter Berücksichtigung der Striktheit der veganen Ernährung

Im Subkollektiv der strengen Veganer lag die mittlere Gesamt-Cholesterol-Konzentration um 0,39 mmol/l niedriger als bei den moderaten Veganern. Dieser Unterschied war mit

³⁹ Gesamt-Cholesterol-Konzentration > 7,6 mmol/l (entsprechend 290 mg/dl; KELLER und ZÖLLNER 2001, S 76)

einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 4,4 % (t-Test für unabhängige Stichproben; vgl. Tabelle 31, S 102) statistisch signifikant ausgeprägt.

Tabelle 33: Prädiktoren für die Gesamt-Cholesterol-Konzentration ermittelt durch ALM

	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Adjustiertes Modell	7,030	<0,001	0,433
Konstanter Term	18,109	<0,001	0,116
Alter [Jahren]	53,501	<0,001	0,279
Geschlecht	5,997	0,016	0,042
Zufuhr von Ballaststoffen [g/d]	4,707	0,032	0,033
Zufuhr von Docosahexaensäure [g/d]	4,116	0,044	0,029
Zufuhr von Fett [g/d]	3,969	0,048	0,028
Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren [g/d]	3,343	0,070	0,024
Dauer der veganen Ernährung [Jahren]	2,040	0,155	0,015
Wechselwirkungsterm aus Geschlecht und Striktheit der veganen Ernährung	2,172	0,143	0,015
BMI [kg/m ²]	1,968	0,163	0,014
Zufuhr von Eicosapentaensäure [g/d]	1,091	0,298	0,008
Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren [g/d]	1,164	0,283	0,008
Zufuhr von Cholesterol [mg/d]	0,871	0,352	0,006
Zufuhr von Alkohol [g/d]	0,708	0,401	0,005
Zufuhr von Niacin [mg/d]	0,608	0,437	0,004
Striktheit der veganen Ernährung	0,319	0,573	0,002

R-Quadrat: 0,433 (adjustiertes R-Quadrat: 0,372)

Mittels ALM wurde nach Prädiktoren für die Cholesterol-Konzentration innerhalb des DVS-Kollektivs gesucht. Als mögliche Erklärungsvariablen wurden die in Kapitel 2.3.3 (*Einflussfaktoren auf das Lipidprofil*) aufgeführten Einflussfaktoren herangezogen, zusätzlich wurden die Dauer der veganen Ernährung und die Striktheit der Ausprägung, das Geschlecht, das Alter sowie der BMI berücksichtigt. Das Modell mit der höchsten Güte bei gleichzeitig größtmöglicher statistischer Signifikanz ist in Tabelle 33 dargestellt. Durch dieses Modell werden 43,3 % der Streuung (adj. R²: 0,372) der Gesamt-Cholesterol-Konzentration erklärt.

Obwohl sich strenge und moderate Veganer hinsichtlich der mittleren Cholesterolkonzentration (Abbildung 27, vgl. auch Tabelle 31, S 102) statistisch signifikant unterschieden, wurde dieser Effekt im Rahmen des ALM durch den Einfluss anderer Prädiktoren überlagert. Der in Tabelle A16 (vgl. Anhang A, S A24) aufgezeigte Zusammenhang mit der Linolsäurezufuhr wurde im Rahmen der ALM nicht relevant ($Eta \leq 0,001$; $p \geq 0,5$), stattdessen gewann die Docosahexaensäure an Vorhersagekraft. Als stärkster Prädiktor identifizierte das ALM das Alter der Studienteilnehmer: 27,9 % der Varianz der Cholesterolkonzentrationen wurden durch das Alter erklärt.

Werden die fünf Prädiktoren mit statistischer Signifikanz aus dem ALM der Gesamtcholesterolkonzentration separat gegenübergestellt und auf einen Zusammenhang überprüft, zeigte sich, dass mit steigendem Alter die Cholesterolkonzentrationen signifikant anstiegen, während mit steigender Ballaststoffzufuhr und steigender Zufuhr von Fett die Cholesterolkonzentration signifikant abfiel (Abbildung 28).

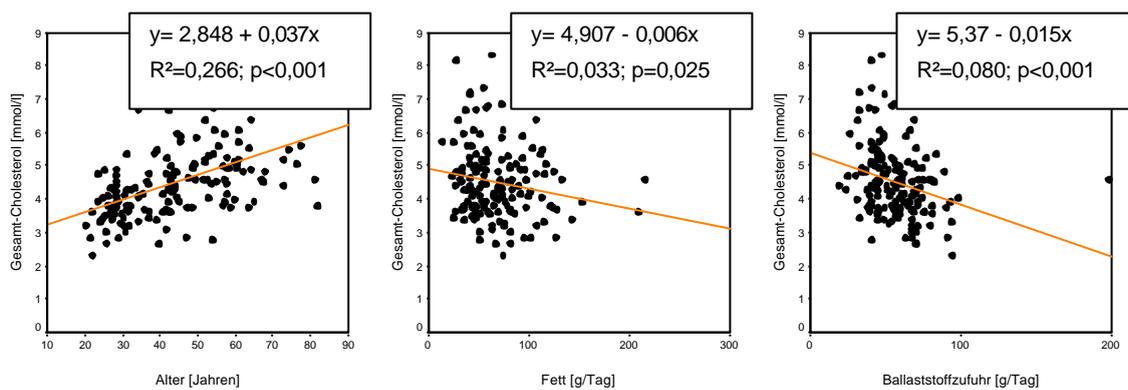


Abbildung 28: Streudiagramme der Gesamtcholesterolkonzentrationen in Abhängigkeit der im Rahmen des ALM signifikanten Einflussfaktoren

4.4.4.3 LDL-Cholesterol

Im Gesamtkollektiv betrug die mediane LDL-Konzentration 2,46 mmol/l (1,35 mmol/l / 4,55 mmol/l). 12,6 % der DVS-Teilnehmer wiesen LDL-Konzentrationen auf, die in einem Bereich > 3,8 mmol/l (entsprechend 150 mg/dl) lagen und damit als erhöht bezeichnet werden können. Wurde der von der *International Task Force* empfohlene, obere Grenzwert von 3,5 mmol/l (135 mg/dl) als Referenzwert herangezogen, erhöhte sich der Anteil an Probanden mit erhöhten LDL-Konzentrationen auf 16,3 %. Die *American Heart Association* erachtet einen LDL-Cholesterol-Wert von < 2,4 mmol/l (entsprechend 100 mg/dl) als anstrebenswert. Wird dieser Grenzwert herangezogen, wiesen 52,6 % der Probanden eine erhöhte LDL-Konzentration auf (SV: 50,6 %; MV: 55,8 %). Im Mittel wiesen strenge Veganer ($2,53 \pm 0,90$ mmol/l) einen niedrigeren LDL-Spiegel auf als moderate Veganer ($2,81 \pm 1,09$ mmol/l), dieser Unterschied war allerdings nicht statistisch signifikant ausgeprägt. Erwartungsgemäß zeigte sich eine statistisch signifikante Assoziation zwischen der LDL-Konzentration und dem BMI ($r=0,238$, $p=0,006$; Abbildung 29). Außerdem konnte ein deutlich ausgeprägter, höchst signifikanter Zusammenhang des LDL-Cholesterols mit dem Alter im Gesamtkollektiv ($r=0,551$, $p<0,001$) ebenso wie in den Subkollektiven (strenge Veganer: $r=0,598$, $p<0,001$; moderate Veganer: $r=0,494$, $p<0,001$) nachgewiesen werden, wobei mit steigendem Alter ansteigende Konzentrationen assoziiert waren.

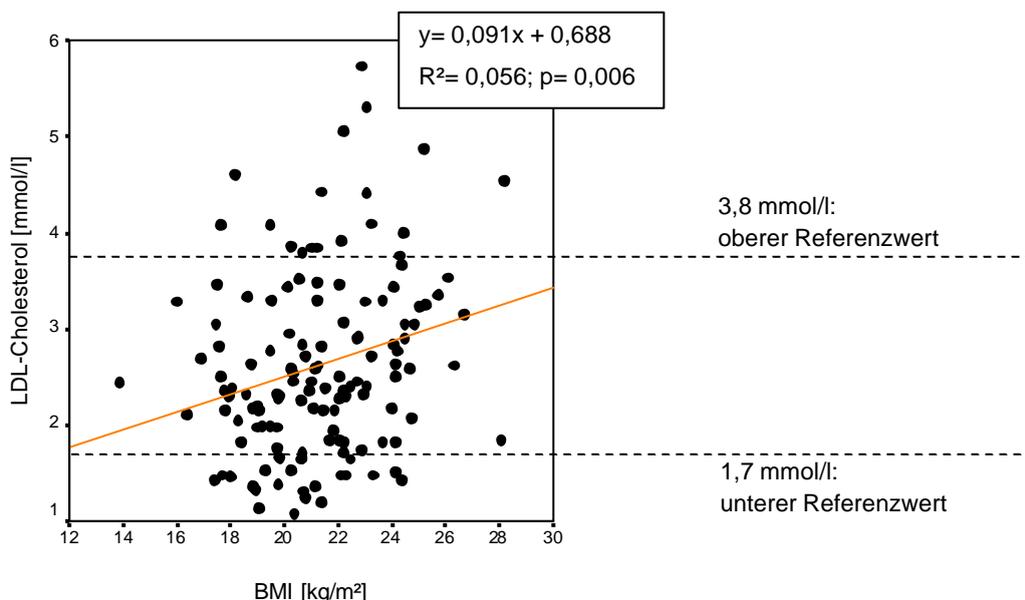


Abbildung 29: Streudiagramm der LDL-Konzentration in Abhängigkeit des BMI

Mittels ALM wurde nach Prädiktoren für die LDL-Konzentration gesucht. Das in Tabelle 34 aufgeführte Modell war in der Lage, 46,5 % der Varianz (adj. R^2 : 0,412) zu erklären. Als

stärkste Vorhersagevariablen wurden das Alter und der BMI der Studienteilnehmer identifiziert, während aus der Literatur bekannte Einflussfaktoren im Rahmen der DVS eher von untergeordneter Relevanz waren bzw. keine Rolle spielten.

Tabelle 34: Prädiktoren für die LDL-Konzentration ermittelt durch ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Adjustiertes Modell	8,832	<0,001	0,465
Konstanter Term	0,263	0,609	0,002
Alter [Jahren]	55,301	<0,001	0,312
BMI [kg/m²]	7,426	0,007	0,057
Wechselwirkungsterm Geschlecht und Striktheit der Ernährung	5,560	0,020	0,044
Geschlecht	3,254	0,074	0,026
Ballaststoffzufuhr [g/d]	2,517	0,115	0,020
Waist-to-Hip-Ratio	1,605	0,208	0,013
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	1,361	0,246	0,011
Sportliche Aktivität	1,381	0,242	0,011
Zufuhr von Docosahexaensäure [g/d]	1,289	0,258	0,010
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	0,866	0,354	0,007
Verzehr von Obst und Gemüse [g/d]	0,257	0,613	0,002
Striktheit der Ernährung	0,271	0,603	0,002

R-Quadrat: 0,465 (adjustiertes R-Quadrat: 0,412)

4.4.4.4 HDL-Cholesterol

Im **männlichen Subkollektiv** betrug die mediane HDL-Konzentration 1,20 mmol/l (0,77 mmol/l / 1,75 mmol/l). Im Mittel lag die HDL-Konzentration der strengen Veganer 0,06 mmol/l niedriger als die der moderaten Veganer, dieser Unterschied war jedoch nicht statistisch signifikant ausgeprägt (Tabelle 31, S 102). Zur Primärprävention arteriosklerotischer Erkrankungen sollten Männer laut *International Task Force* eine HDL-Konzentration von mind. 0,9 mmol/l (mind. 35 mg/dl) aufweisen. Dieser Wert wurde von 6,1 % des Gesamtkollektivs (zwei strengen Veganern) unterschritten (Abbildung 30). Die *American Heart Association* sieht eine HDL-Konzentration > 1,6 mmol/l (60 mg/dl) als anstrebenswert an. Lediglich fünf strenge Veganer und vier moderater Veganer wiesen eine Serum-Konzentration in dieser Höhe auf.

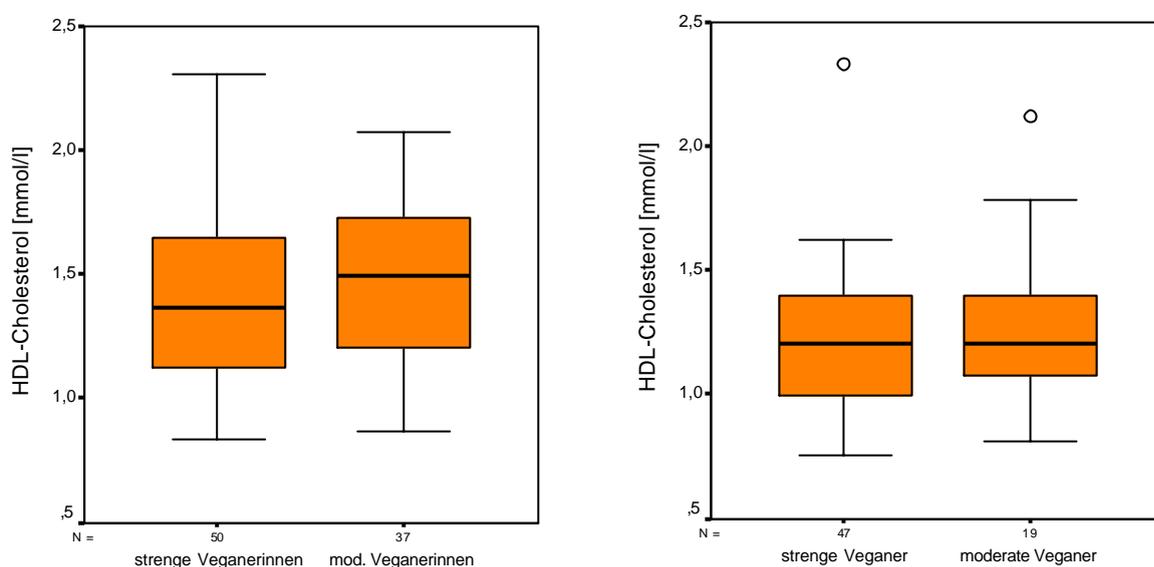


Abbildung 30: Boxplots der HDL-Konzentration

Mittels ALM wurde nach Prädiktoren für das HDL-Cholesterol gesucht. Das in Tabelle 35 dargestellte Modell besaß eine Anpassungsgüte von 39,3 % (adj. R^2 : 0,295). Als stärkste Prädiktoren erwiesen sich im männlichen Subkollektiv die Zufuhr von Alpha-Linolensäure und sowohl der relative Anteil einfach und mehrfach ungesättigter Fettsäuren sowie des Alkohols an der Gesamtenergiezufuhr als auch die Gesamtenergiezufuhr per se.

Tabelle 35: Prädiktoren für die HDL-Konzentration im männlichen Subkollektiv ermittelt durch ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Adjustiertes Modell	4,025	0,001	0,393
Konstanter Term	16,430	0,000	0,227
Zufuhr von alpha-Linolensäure [g/d]	8,554	0,005	0,133
Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	6,638	0,013	0,106
Alkoholzufuhr [En%]	5,463	0,023	0,089
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	4,779	0,033	0,079
Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	4,758	0,033	0,078
Alter [Jahren]	3,973	0,051	0,066
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	2,333	0,132	0,040
Waist-to-Hip-Ratio	1,231	0,272	0,022
BMI [kg/m ²]	1,156	0,287	0,020

R-Quadrat: 0,393 (adjustiertes R-Quadrat: 0,295)

Im **weiblichen Subkollektiv** lag die mediane HDL-Konzentration bei 1,41 mmol/l (0,87 mmol/l / 1,99 mmol/l) und damit vergleichsweise höher als im männlichen Subkollektiv. Strenge Veganerinnen wiesen im Mittel eine um 0,11 mmol/l niedrigere HDL-Konzentration als moderate Veganerinnen auf, jedoch war auch dieser Unterschied nicht statistisch signifikant ausgeprägt. 26,4% der Frauen wiesen HDL-Konzentrationen unterhalb des Labor-Referenzwertes von 1,1 mmol/l (45 mg/dl) auf (15 strenge Veganerinnen und neun moderate Veganerinnen; $p=0,558$; Chi-Quadrat-Test). Die *International Task Force* sieht einen leicht niedrigeren Wert von 1,0 mmol/l (40 mg/dl) als Referenzwert vor. Wurde dieser Wert zu Grunde gelegt, verringerte sich der Anteil von Frauen mit erniedrigten HDL-Konzentrationen auf 9,2% (fünf strenge und drei moderate Veganerinnen). Wurde hingegen der von der American Heart Association propagierte Wert von $> 1,6$ mmol/l (entsprechend 60 mg/dl) zu Grunde gelegt, wiesen je 66% der strengen und moderaten Veganerinnen erniedrigte HDL-Konzentrationen auf.

Bei Betrachtung der Boxplots wird deutlich, dass die Streubreite vergleichsweise höher war als im männlichen Subkollektiv. Ein möglicher Grund für die breitere Streuung könnte

in der hormonellen Beeinflussung liegen, deshalb wurde überprüft, ob sich die HDL-Konzentration jüngerer Frauen (< 50 Jahren) signifikant von der älterer Frauen unterscheidet. Dies war jedoch nicht der Fall (jüngere Frauen: $1,40 \pm 0,34$ mmol/l; ältere Frauen: $1,48 \pm 0,32$ mmol/l; $p=0,295$; t-Test für unabhängige Stichproben).

Das in Tabelle 36 dargestellte ALM vermochte 32,6 % der Streuung (adj. R^2 : 0,257) des HDL-Cholesterols zu erklären. Als stärkste Vorhersagevariablen erwiesen sich die Zufuhr gesättigter Fettsäuren sowie die Zufuhr von Arachidonsäure. Aus der Literatur bekannte Einflussfaktoren wie z. B. die sportliche Aktivität oder die Niacinzufuhr erhöhten zwar die Anpassungsgüte des Modells, wurden aber nicht als statistisch signifikante Prädiktoren identifiziert.

Tabelle 36: Prädiktoren für die HDL-Konzentration im weiblichen Subkollektiv ermittelt durch ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Adjustiertes Modell	4,715	<0,001	0,326
Konstanter Term	59,313	<0,001	0,432
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	6,948	0,010	0,082
Zufuhr von Arachidonsäure [g/d]	6,270	0,014	0,074
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	3,107	0,082	0,038
Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	1,806	0,183	0,023
Zufuhr von alpha-Linolensäure [g/d]	1,194	0,278	0,015
Sportliche Aktivität	0,803	0,373	0,010
Zufuhr von Docosahexaensäure [g/d]	0,458	0,500	0,006
Zufuhr von Niacin [mg/d]	0,215	0,644	0,003

R-Quadrat: 0,326 (adjustiertes R-Quadrat: 0,257)

4.4.4.5 Atherogener Index

Der Quotient **Gesamt-Cholesterol/HDL-Cholesterol** gilt als bester Prädiktor für das Risiko kardiovaskulärer Erkrankungen und sollte einen Wert von 5 nicht überschreiten (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226, CASTELLI et al. 1992). Im Mittel wies das DVS-Kollektiv einen Quotienten von $3,49 \pm 3,30$ auf. 92,2 % der Teilnehmer fielen somit in den wünschenswerten Bereich und nur 7,8 % der Teilnehmer wiesen einen erhöhten atherogenen Index auf. Strenge und moderate Veganer unterschieden sich hinsichtlich der mittleren Höhe des Quotienten nicht statistisch signifikant ($p=0,759$; U-Test nach Mann-Whitney).

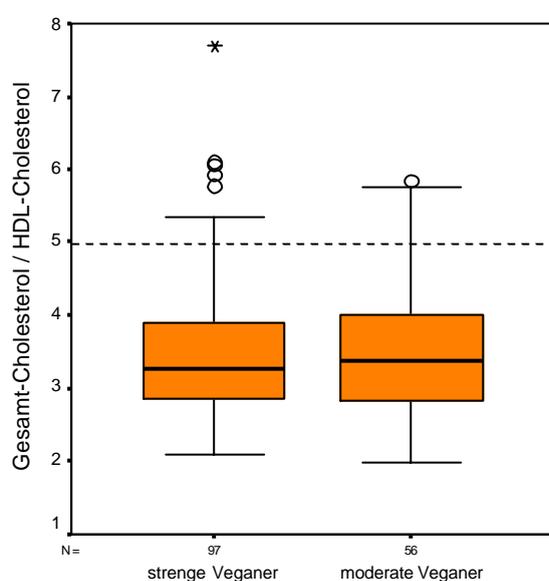


Abbildung 31: Boxplots des Quotienten Gesamt-Cholesterol/HDL-Cholesterol differenziert nach der Striktheit der veganen Ernährung

Da eine statistische Assoziation sowohl zum Alter ($r=0,275$; $p=0,001$) als auch zum BMI ($r=0,270$; $p=0,001$) und Waist-to-Hip-Ratio ($r=0,214$; $p=0,008$) bestand, wurde ein multifaktorieller Ansatz gewählt (ALM), um den Gesamt-Einfluss dieser und weiterer Prädiktoren zu bestimmen. Das in Tabelle 37 dargestellte Modell hatte eine Anpassungsgüte von 25,3 % (adj. R^2 : 0,183). Als stärkster Prädiktor erwies sich das Alter der Studienteilnehmer gefolgt von der Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren, während die Assoziation zum WHR im Rahmen des Modells nicht statistisch ausgeprägt war.

Tabelle 37: Prädiktoren für das Verhältnis Gesamt- zu HDL-Cholesterol ermittelt durch ALM

Quelle	F	Signifikanz	Partielles Eta-Quadrat
Adjustiertes Modell	30,621	<0,001	0,253
Konstanter Term	10,377	0,243	0,010
Alter [Jahren]	120,454	0,001	0,082
Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	60,879	0,010	0,047
BMI [kg/m²]	40,257	0,041	0,030
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	40,097	0,045	0,029
Zufuhr von Gesamtfett [En%]	30,531	0,062	0,025
Zufuhr von alpha-Linolensäure [g/d]	30,229	0,075	0,023
Gesamtenergiezufuhr [MJ/d]	30,115	0,080	0,022
Zufuhr von Docosahexaensäure [g/d]	20,807	0,096	0,020
Verzehr von Nüssen und Samen [g/d]	10,557	0,214	0,011
Proteinzufuhr [En%]	10,379	0,242	0,010
Sportliche Aktivität	10,144	0,287	0,008
Verzehr von Obst und Gemüse [g/d]	0,702	0,403	0,005
Waist-to-Hip-Ratio	0,509	0,477	0,004

R-Quadrat: 0,253 (adjustiertes R-Quadrat: 0,183)

4.4.4.6 Lipoprotein(a)

Im Gesamtkollektiv betrug die mediane Lipoprotein(a)-Konzentration 8,13 mg/dl (2,00 mg/dl / 106 mg/dl). Abbildung 32 illustriert die linksgipflige Verteilung im DVS-Kollektiv. Im Rahmen der Arterioskleroseprävention wird ein Wert < 30 mg/dl angestrebt. 74,1 % der DVS-Teilnehmer wiesen Lipoprotein(a)-Konzentrationen unterhalb dieses Referenzwertes auf. Obwohl die mediane Lipoprotein(a)-Konzentration der moderaten Veganer (6,73 mg/dl) nur ca. 2/3 der Höhe der strengen Veganer (9,40 mg/dl) betrug, war dieser Unterschied statistisch nicht signifikant ausgeprägt (vgl. auch Tabelle 31, S 102).

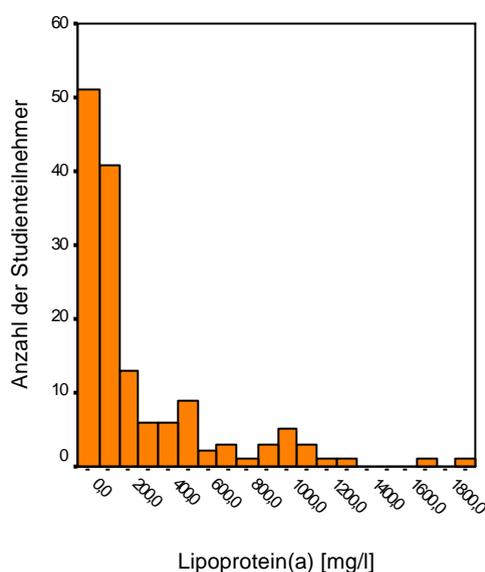


Abbildung 32: Histogramm der Lipoprotein(a)-Konzentrationen im Kollektiv der DVS

Keines der gerechneten Allgemeinen Linearen Modelle erreichte statistische Signifikanz. Ergebnisse der Korrelationsrechnung deuten darauf hin, dass im Gesamtkollektiv das Alter mit $r_s=0,297$ ($p<0,001$) einen höchst signifikanten Einfluss zeigte. Des Weiteren konnten Assoziationen zur Gesamt- und zur LDL-Cholesterol-Konzentration aufgezeigt werden (Tabelle 38).

4.4.4.7 Korrelationen zwischen den Lipidstatusparametern

Wie erwartet, konnten vielfältige Korrelationen zwischen den biochemischen Parametern für das Gesamtkollektiv gefunden werden. Der stärkste Zusammenhang ($r_s=0,946$) wurde erwartungsgemäß zwischen der Höhe der Gesamt-Cholesterol-Konzentration und der Höhe des LDL-Spiegels gefunden (Tabelle 38).

Tabelle 38: Spearman-Korrelationskoeffizienten (r_s) und zugehörige Signifikanzniveaus (p) zwischen den Lipidstatusparametern im Gesamtkollektiv der DVS

		Lp(a) [mg/dl]	Triglyzeride [mmol/l]	Gesamt- Cholesterol [mmol/l]	HDL [mmol/l]
Triglyzeride [mmol/l]	r_s	0,126			
	p	0,128			
Gesamt-Cholesterol [mmol/l]	r_s	0,282	0,386		
	p	0,001	<0,001		
HDL [mmol/l]	r_s	0,034	-0,265	0,385	
	p	0,681	0,001	<0,001	
LDL [mmol/l]	r_s	0,308	0,391	0,946	-0,743[#]
	p	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

[#] partielle Korrelation; Confounder: Gesamt-Cholesterol-Konzentration

(signifikante p-Werte und zugehörige Korrelationskoeffizienten sind **fett** gedruckt)

5 DISKUSSION

Seit längerer Zeit wird eine kontroverse Diskussion um die Vor- bzw. Nachteile vegetarischer Kostformen und in jüngerer Zeit auch gesondert um die gesundheitlichen Aspekte der veganen Ernährung geführt. Auf Grund der aktuellen Literaturlage kann davon ausgegangen werden, dass eine überwiegend pflanzliche Ernährung (lakto-ovo-vegetarische Ernährung) günstige Effekte auf die menschliche Gesundheit zeigt. Vielfältige internationale Untersuchungen belegen, dass vegetarische Ernährungsformen grundsätzlich nicht nur in der Lage sind, eine adäquate Nährstoffversorgung zu gewährleisten, sondern zudem auch ein hohes präventives Potenzial besitzen (vgl. Kapitel 2.1.5.4). Vegane Kostformen hingegen bedürfen aufgrund der z.T. eingeschränkten Lebensmittelauswahl einer kritischeren Betrachtung. Bis heute ist fraglich, ob die positiven, präventiven Effekte einer überwiegend pflanzlichen Ernährung auch durch eine rein pflanzliche Kost hervorgerufen werden und/oder ob nicht langfristig gesehen eher negative Auswirkungen zu erwarten sind.

Ein großes Hindernis zur Klärung dieser Frage liegt in der Tatsache, dass die vegane Kost mit ihrer Vielfalt an unterschiedlichen Ausprägungen von den biomedizinischen Disziplinen lange Zeit nicht beachtet oder nur sehr pauschal bewertet wurde. So existieren bislang nur wenige Daten für rein vegane Kollektive. Erst in jüngster Zeit hat sich die Lage – bedingt durch die Veröffentlichung von biochemischen und klinischen Kenndaten zumeist kleinerer Veganerkollektive – etwas verbessert (vgl. Kapitel 2.1.5). Besonders hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die Veröffentlichungen von Daten der britischen EPIC-Kohorte (z. B. DAVEY et al. 2003, ALLEN et al. 2002, ALLEN et al. 2000). Größere Erhebungen mit deutschen Veganern liegen allerdings bislang nicht vor.

Generell ist anzumerken, dass der multinationale Vergleich von Daten mit Limitationen behaftet ist. Die eingeschränkte Vergleichbarkeit liegt zum einen in kulturell bedingt variierenden Verzehrsmustern und der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Lebensmitteln begründet, zum anderen aber auch in der international differierenden Anreicherungspraxis von Lebensmitteln im Allgemeinen und von „Vegetarier“- bzw. „Veganer-Lebensmitteln“ im Speziellen. Dies gilt insbesondere für Verzehrserhebungen und Nährstoffzufuhrberechnungen aus Großbritannien. Auf Grund der besonderen Historie (vgl. Kapitel 2.1.1), der gesellschaftlichen Verwurzelung und Akzeptanz vegetarischer Kostformen sind Staat

und Lebensmittelhersteller sensibilisiert für die möglichen Schwachpunkte einer solchen Ernährung und haben mit entsprechenden Regelungen reagiert. So existiert heute eine breite Produktpalette an Lebensmitteln, die für Vegetarier und Veganer ausgelobt und entsprechend gesetzlicher Vorgabe mit Vitamin B₁₂ angereichert sind. Eine ausreichende Vitamin-B₁₂-Zufuhr (im Sinne einer adäquaten Versorgung) im Rahmen einer lakto-ovo-vegetarischen Kost in Großbritannien lässt also nicht zwangsläufig darauf schließen, dass eine bedarfsdeckende Vitamin-B₁₂-Zufuhr auch in anderen Nationen unproblematisch über eine lakto-ovo-vegetarische Kost zu realisieren ist. Als Beispiele seien Studienergebnisse aus der Slowakei (KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000a) sowie Deutschland (HERRMANN et al. 2001) angeführt, die übereinstimmend zeigen konnten, dass insbesondere langjährige Vegetarier häufiger erniedrigte Plasma-Cobalamin-Konzentrationen aufweisen als vergleichbare Omnivoren.

Ein weiteres Problem bei der Interpretation der publizierten Studienergebnisse liegt einerseits in der Diskrepanz zwischen tatsächlich praktizierter Kostform (der objektiven Einordnung) und der Selbsteinschätzung der Probanden (der subjektiven Einschätzung). Andererseits geschieht auch die Zuordnung der Probanden zu den kostformspezifischen Teilkollektiven durch das Studienteam nicht immer „sauber“ im Sinne der Definition vegetarischer Kostformen (vgl. Kapitel 2.1.2), dieses Problem ist besonders ausgeprägt für die Gruppe der Semi-Vegetarier (vgl. Kapitel 2.2.7).

Auf den Studienaufruf der DVS, für die ausdrücklich Veganer gesucht wurden (vgl. Anhang A, Abbildung A1, S A1), meldeten sich rund 270 Personen, die in einem der Erhebungsinstrumente den Verzehr von Fleisch und Fleischprodukten dokumentierten. Ca. 80 weitere Personen verzehrten geringe bis mäßige Mengen an Eiern, Milch und Milchprodukten. Um dem in der Praxis beobachteten Verzehrverhalten von „Veganern“ gerecht zu werden bzw. dies abzubilden, wurden neben den 98 „strengen“ Veganern 54 weitere, „moderate“ Veganer in die Studie eingeschlossen. Als Einschlusskriterium wurde ein maximaler energetischer Beitrag an der Gesamtenergiezufuhr von 5 En% festgelegt (vgl. Kapitel 4.1.1).

Auf Grund der Erfahrungen aus der DVS kann festgestellt werden, dass bei der ernährungsphysiologischen Beurteilung von Kostformen, der Untersuchung von Personen mit (extremen) Kostformen, eine permanente Kontrolle des Verzehrverhaltens über unterschiedliche Erhebungsinstrumente zwingend erforderlich scheint, um die Übereinstimmung von Selbsteinschätzung und tatsächlich praktizierter Kostform fortlaufend zu bestätigen.

Die Deutsche Vegan Studie zielte darauf ab, einen Beitrag zu dem derzeit noch unzulänglichen Wissen um die Auswirkungen einer veganen Ernährungs- und Lebensweise auf den Gesundheits- und Ernährungsstatus zu leisten. In der vorliegenden Arbeit wurden Lebensstilfaktoren und das Ernährungsverhalten dargestellt. Außerdem wurden die Analyseergebnisse der klinischen Parameter des hämatologischen Profils und die des Lipidprofils vorgestellt.

5.1 LEBENSSTIL

Das Kollektiv der Deutschen Vegan Studie bestand zu 64,6 % aus Frauen und zu 35,4 % aus Männern. Damit bestätigt sich das in der Mehrzahl der Untersuchungen mit Beteiligung vegetarisch lebender Personen gefundene **Geschlechterverhältnis** von rund 60:40 zu Gunsten der Frauen (z. B. TOOHEY et al. 1998, RICHTER et al. 1993, CLAUDE et al. 1987, LEITZMANN et al. 1987, ROTTKA et al. 1988, FREELAND-GRAVES et al. 1986, BROOKS und KEMM 1979). Inwieweit dieses Verhältnis allerdings auf dem prozentual gesehen höheren Bevölkerungsanteil, der höheren Bereitschaft zur Studienteilnahme oder der beobachteten, vermehrten Adaption pflanzenbetonter Kostform von Frauen beruht, bleibt fraglich. Allerdings gaben auch im Rahmen des Bundes-Gesundheitssurveys von 1998 prozentual mehr Frauen (8 %) als Männer (3 %) an, eine vorwiegend bis ausschließlich vegetarischen Ernährung zu praktizieren. Unter den 18- bis 24jährigen Frauen betrug der Anteil sogar 16 % (MENSINK 2001, S 13).

Im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung waren die DVS-Studienteilnehmer überdurchschnittlich schlank. So lagen im DVS-Kollektiv 10,5 % der Männer im **BMI-Bereich 25-30 kg/m²**, bzw. bzw. 11,5 % der Frauen im Bereich 24-30 kg/m². Wobei sich die Werte eher im unteren Bereich dieser Wertespannen bewegten (der mittlere BMI der übergewichtigen Männer lag bei $26,0 \pm 1,08$ kg/m² und der der Frauen bei $25,1 \pm 1,40$ kg/m²). In der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) wurden 37,8 % der Männer und 31,3 % der Frauen als übergewichtig eingestuft. Daten der Mikrozensus-Befragung 2003 stützen die Daten der NVS für die Durchschnittsbevölkerung: So lagen die Anteile bei 44,1 % bzw. 28,9 %. Ein BMI **> 30 kg/m²** wurde im DVS-Kollektiv nicht, jedoch bei 7,1 % der NVS-Teilnehmer und bei 12,3 % der Mikrozensus-Befragten beobachtet (STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND 2004, SCHNEIDER et al. 1992, S 59). Daten des Bundes-Gesundheitssurveys 98 deuten allerdings auf eine höhere Prävalenz von Übergewicht und Adipositas hin. So konnten 76 % der Männer und 50 % der Frauen als übergewichtig (BMI > 25 kg/m²) und 20 % der Bevölkerung als adipös (BMI > 30 kg/m²) eingestuft werden (MENSINK 2001, S 9). Ein niedriger BMI kann ebenso wie ein hoher BMI als Risikofaktor angesehen werden. Er kann Indikator für eine Malnutrition sein bzw.

Erkrankungen anzeigen oder letztendlich zu ihnen führen. 25,3 % des DVS-Kollektivs wurden als untergewichtig klassifiziert (BMI: Männer **< 20 kg/m²**; Frauen: < 19 kg/m²).

Der niedrige mittlere BMI von 21,2 kg/m² des Gesamt-Kollektivs steht in Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Veganerstudien, die einen mittleren BMI im Bereich von 20,7-23,3 kg/m² dokumentieren (DAVEY et al. 2003, LARSSON und JOHANSSON 2002, LI et al. 2000, LIGHTOWLER und DAVIES 2000, WILSON und BALL 1999, JANELLE und BARR 1995). Für vegetarische Kollektive ist ein leicht höherer BMI-Bereich belegt (21,2-24,1 kg/m²; DAVEY et al. 2003, LI et al. 2000, WILSON und BALL 1999, HARMAN und PARNELL 1998, JANELLE und BARR 1995, RICHTER et al. 1993).

Verglichen mit der Durchschnittsbevölkerung praktizieren **Vegetarier** einen gesünderen Lebensstil: Der Konsum von Genussmitteln wie Alkohol bzw. **Tabak** liegt niedriger als in omnivoren Vergleichskollektiven, während die körperliche Aktivität oftmals höher liegt (DWYER 1999, HESEKER et al. 1994a, S 42, ROTTKA 1990, MCKENZIE 1967). Dass das gesundheitsbewusstere Verhalten auch für Veganer zutrifft, wurde durch die Daten der Deutschen Vegan Studie bestätigt: Rund 97 % der Studienteilnehmer waren nach Selbstauskunft Nichtraucher. Im Vergleich dazu, liegt der Anteil der Nichtraucher in der deutschen Durchschnittsbevölkerung deutlich niedriger (54,5 % der Männer und 62,5 % der Frauen) (HESEKER et al. 1994a, S 21). Daten der englischen EPIC-Kohorte bestätigen, dass Personen mit vegetarischer (Raucher: 9%, Raucherinnen: 8%) bzw. veganer Ernährung (Raucher: 8%, Raucherinnen: 10%) selten rauchen. Allerdings lag der Nichtraucheranteil (Männer: 90 %, Frauen: 89 %) im omnivoren Kollektiv vergleichbar hoch und deutet damit auf eine insgesamt gesundheitsbewusste Kohorte hin (DAVEY et al. 2003). Angesichts der Tatsache, dass in Deutschland jährlich etwa 120 000 vorzeitig tabakbedingte Todesfälle zu verzeichnen sind (JOHN und HANKE 2001, WELTE et al. 2000), ist der hohe Anteil an Nichtrauchern positiv zu beurteilen und trägt sicherlich zu der geringeren Morbidität durch neoplastische und kardiovaskuläre Veränderungen in vegetarischen und veganen Kollektiven bei.

Für den **Alkohol**konsum gestaltete sich die Situation wie folgt: 70,1 % der Studienteilnehmer und 74,7 % der Studienteilnehmerinnen der Deutschen Vegan Studie konsumierten keinen Alkohol, während der Anteil in der Durchschnittsbevölkerung bei 14,9 % der Männer und 31,8 % der Frauen liegt (HESEKER et al. 1994a ,S 43). Im Hinblick auf die Diskussion über ein mögliches (kardio-)protektives Potential einer moderaten Alkoholzufuhr, wird eine mittlere Zufuhr von 10 g Alkohol/Tag für Frauen und von 20 g Alkohol/Tag für Männer von den Fachgesellschaften als gesundheitlich unbedenklich erachtet (DGE et al. 2000, S 66f.). Die Teilnehmer der DVS konsumierten im Mittel weniger als 10 % der als gesundheitlich unbedenklich angesehenen Menge. Lediglich eine Frau (SV) sowie ein Mann (MV) konsumierten täglich mehr als 10 bzw. 20 g

Alkohol. Der energetische Beitrag lag im DVS-Kollektiv bei 0,3 En%. In der deutschen Durchschnittsbevölkerung liegt der energetische Anteil des Alkohols an der Gesamtenergiezufuhr bei den Männern bei etwa 4,5-5 En% und bei den Frauen bei etwa 1,7-2 En%. Deutsche Männer nehmen durchschnittlich etwa dreimal soviel Alkohol zu sich (17,4 g/d) wie Frauen (5,2 g/d). Ein täglicher Konsum von mehr als 40 g Alkohol wird von 11 % der deutschen Männer überschritten, während rund 5% der deutschen Frauen täglich mehr als 20 g Alkohol zu sich nehmen (MENSINK et al. 1999). Auch die Daten der englischen EPIC-Kohorte zeigen, dass Männer prozentual gesehen, mehr Energie über Alkohol beziehen als Frauen. Der Unterschied zwischen omnivoren (5,20 %) und veganen Männern (4,02 %) ebenso wie zwischen omnivoren (2,89 %) und veganen Frauen (2,63 %) ist allerdings nicht signifikant verschieden und deutet auf das insgesamt gesundheitsbewusste Verhalten dieser Kohorte hin (DAVEY et al. 2003).

Wie u. a. durch MENSINK und STRÖBEL (1999), KLIPSTEIN-GROBUSCH et al. (1998) und BENDER et al. (1992) gezeigt, geht die Verwendung von **Nahrungsergänzungsmitteln** mit dem Wunsch einher, den eigenen Gesundheitsstatus zu optimieren. Paradoxerweise nehmen jedoch gerade diejenigen Personen, die sich durch eine überdurchschnittlich hohe Zufuhr an Vitaminen und Mineralstoffen sowie einen hohen Obst- und Gemüsekonsum auszeichnen, vermehrt Supplemente zu sich (POLLARD et al. 2001, KIRK et al. 1999, KLIPSTEIN-GROBUSCH 1998, SLESINSKI et al. 1996, KOPLAN et al. 1986). Im DVS-Kollektiv traf diese Beobachtung allerdings nicht zu. So lag der mittlere Obst- und Gemüseverzehr bei den Verwendern von Supplementen rund 300 g niedriger als bei Personen, die keine Nahrungsergänzungsmittel verwendeten (1 292 g/d vs. 1600 g/d; $p=0,001$; t-Test für unabhängige Stichproben). DVS-Frauen (50,6 %) nahmen häufiger als Männer (40,3 %) Nahrungsergänzungsmittel zu sich. Auch in anderen Studien konnte das zwischen den Geschlechtern differierende Einnahmeverhalten von Supplementen beobachtet werden (WOLTERS und HAHN 2001, KLIPSTEIN-GROBUSCH et al. 1998, SLESINSKI et al. 1996, BLOCK et al. 1988, KOPLAN et al. 1986). Die steigende Verwendung mit zunehmendem Alter ist ebenfalls mehrfach dokumentiert (WOLTERS und HAHN 2001, KIRK et al. 1999). So nahmen 57,5 % der über 55-jährigen aber nur rund 40 % der jüngeren Teilnehmer Supplemente ein. In Deutschland ist die Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln in den letzten 10 Jahren deutlich angestiegen (FISCHER und DÖRING 1999). Dennoch zeichnen aktuelle Zahlen eine niedrigere Verwendung (BEITZ et al. 2002, HAHN und WOLTERS 2001) als in der Deutschen Vegan Studie: 46,1 % der Teilnehmer(-Innen) nahmen mind. ein Nahrungsergänzungsmittel auf. Dieses Ergebnis stimmt mit Ergebnissen anderer Studien überein, in denen gezeigt werden konnte, dass sowohl Vegetarier als auch Veganer häufiger als omnivore Vergleichspersonen dazu

neigen, Nahrungsergänzungsmittel zu verwenden (POLLARD et al. 2001, KIRK et al. 1999, DRAPER et al. 1993). Was neben dem oben angesprochenen Punkt einerseits auf den Wunsch der Gesundheitsoptimierung andererseits aber auch auf die größere Spannweite der verwendeten Produkte zurückzuführen sein dürfte. So verwenden die DVS-Teilnehmer nicht nur Nahrungsergänzungsmittel im klassischen Sinne (Vitamin- und Mineralstoffpräparate), sondern eine Vielzahl weiterer Produkte (z. B. Blütenpollen, Brennnesselzubereitungen, Kieselerde, Nachtkerzenölkapseln).

5.2 LEBENSMITTEL-, ENERGIE-, MAKRO- UND MIKRONÄHRSTOFFZUFUHR

Die im Rahmen der DVS gewonnenen Daten zur Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr werden mit den Daten des Ernährungssurveys 1998, in dem die Normalbevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland erfasst wurde, verglichen („Ist-Vergleich“). Im Sinne eines „Soll-Vergleichs“ wurden die Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr der DGE et al. (2000) sowie der DGE-Lebensmittelkreis (DGE 2004a, DGE 2004b) herangezogen. Zur Einordnung der eigenen Ergebnisse in den internationalen Kontext wurden publizierte Daten anderer Veganer- und Vegetarierkollektive herangezogen. Diese Daten wurden allerdings hauptsächlich in den U.S.A. und in Großbritannien erhoben, sodass auf Grund des unterschiedlichen kulturellen Hintergrundes und der variierenden Verfügbarkeit von Lebensmitteln bzw. der differierenden Anreicherungspraxis die Ergebnisse nur bedingt vergleichbar sind.

Im Rahmen der DVS wurde zur Erhebung der Lebensmittelzufuhr ein Ernährungsprotokoll eingesetzt, welches auf den validierten Protokollen der Gießener Rohkost-Studie (STRASSNER 1998, S 69) und der Gießener Vollwert-Studie (HOFFMAN et al. 1994) basierte. Bei der Betrachtung und Interpretation der aus den Protokollen gewonnenen Daten gilt es zu berücksichtigen, dass Ernährungsprotokolle lediglich die Nährstoffzufuhr eines vergleichsweise kurzen Zeitraums erfassen und üblicherweise auftretende intraindividuelle Varianzen in Menge und Zusammenstellung der Speisen nur ansatzweise dokumentieren (*Momentaufnahme*). Außerdem kann es, bedingt durch das Protokollführen der Studienteilnehmer, bewusst oder unbewusst zu veränderten Verzehrsgewohnheiten im Sinne eines gesundheitsbewussteren bzw. eines veränderten Essverhaltens (zur Vereinfachung der Protokollführung) kommen (*reaktives Verhalten*). Ein weiteres Problem liegt in der richtigen Einschätzung der Verzehrsmengen durch die Protokollführenden (*information bias*) (HESEKER et al. 1994a, S 9, HESEKER et al. 1994b, S 121). Das Hauptproblem im Rahmen von Ernährungserhebungen liegt also in

der Etablierung eines Messinstruments, das auf der einen Seite valide ist und sich auf der anderen Seite dazu eignet, eine hohe Compliance hervorzurufen. Wiegeprotokolle werden allgemein als „Gold-Standard“ (im Sinne exakter Resultate) angesehen. Allerdings sind sie stark reaktiv und mit einem hohen Aufwand für die Probanden verbunden, der wiederum in einer niedrigen Compliance oder in veränderten, weniger komplexen Verzehrsmustern resultieren kann. Direkte, semi-quantitative Methoden wie das hier eingesetzte Ernährungsprotokoll sind einfacher zu handhaben, jedoch weniger akkurat, gelten aber als wichtige Vereinfachung der Wiegemethode (OLTERSDORF 1995, S 170ff.). Das DVS-Ernährungsprotokoll basierte – wie schon angesprochen – auf den Protokollen der Gießener Rohkost-Studie und der Gießener Vollwert-Studie, die jeweils durch Wiegemethoden validiert worden waren. Im direkten Vergleich lieferten die Ernährungsprotokolle der Giessener Rohkost- bzw. Vollwert-Studie der Wiegemethode entsprechende Ergebnisse, allerdings lagen die geschätzten, in Haushaltsgrößen angegebenen Mengen etwas höher. Die errechneten Aufnahmen von Energie und Hauptnährstoffen war annähernd ähnlich, während die Mineralstoff- und Vitaminaufnahmen durch die beiden Ernährungsprotokolle eher überschätzt wurden (STRASSNER 1998, S 69, HOFFMAN et al. 1994).

Da jedoch im Zusammenhang mit Ernährungserhebungen oft von einer systematischen Unterschätzung der Energie- und Nährstoffaufnahme ausgegangen wird (VAN STAVEREN und OCKE 2001, S 606ff., 611f., PUDEL und WESTENHÖFER 1998, S 290f., WITSCHI 1990), sollte die Validität der errechneten Energiezufuhr überprüft werden.

Ein Ansatz zur Validitätsüberprüfung liegt in der Berechnung des Quotienten aus der geschätzten Energieaufnahme zum Grundumsatz (estimated intake/basal metabolic rate; EI/BMR). Liegt der errechnete Wert unter dem Grenzwert von 1,35, kann davon ausgegangen werden, dass eine Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen durch das Ernährungsprotokoll vorliegt (MCGOWAN et al. 2001, GOLDBERG et al. 1991). Wird dieser Grenzwert auf das DVS-Kollektiv angewendet, zeigt sich, dass rund die Hälfte der Studienteilnehmer(-Innen) einen Quotienten $< 1,35$ aufwiesen. Die geschlechtsdifferenzierte Betrachtung verdeutlichte, dass 60,9 % der Frauen und 47,8 % der Männer ($p=0,076$; Chi-Quadrat) zu einer Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen neigten.

Vor diesem Hintergrund und der Tatsache, dass die Daten des Bundes-Lebensmittel-Schlüssels (BLS) um die Angaben für vegane Lebensmittel und Gerichte ergänzt werden mussten (die Herstellerangaben allerdings oftmals nur Energie- und Makronährstoffgehalte umfassten), sollten die errechneten Zufuhrwerte insbesondere der Vitamin- und Mineralstoffaufnahme eher als negative Abschätzung nach unten gewertet werden. Es ist

davon auszugehen, dass die tatsächliche Zufuhr etwas höher liegen dürfte als die errechnete Zufuhr.

Die Auswertung der Ernährungsprotokolle zeigte in Bezug auf den **Lebensmittelverzehr** im DVS-Kollektiv folgendes Bild: Generell – und erwartungsgemäß – lag der Verzehr von Getreideprodukten, Gemüse, Obst und nicht-alkoholischen Getränken im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie höher als in der Durchschnittsbevölkerung. Im Gegensatz dazu wurden Fette und Öle, Brotaufstriche, Zucker, Süßigkeiten, alkoholische Getränke, Kaffee und Tee seltener als in der Durchschnittsbevölkerung verzehrt (MENSINK et al. 1999). Hauptsächlich wurden von den DVS-Probanden **Obst und Gemüse** (Mean: 1458 g/d; Spannweite: 395 – 4 565 g/d) verzehrt. Dieser Wert lag etwa um den Faktor 3,5 höher als im Kollektiv des Ernährungssurveys (MENSINK et al. 1999), erreicht aber nur ca. $\frac{3}{4}$ der Aufnahme des veganen Subkollektivs der Gießener Rohkost-Studie (STRASSNER 1998, S 207). Den DGE-Empfehlungen entsprechend ist eine vollwertige Ernährung durch einen hohen Obst- und Gemüse-Konsum (650 g pro Tag, 43 % der Gesamtnahrungsmenge) gekennzeichnet (DGE 2004a, S 54). Obwohl Obst und Gemüse die Hauptnahrungsmittel des DVS-Kollektivs darstellten, verzehrten 8,4 % der Teilnehmer (n=13) weniger als 650 g Obst und Gemüse pro Tag. Davon fielen lediglich zwei Personen (569 und 645 g/d) in die Gruppe derer, mit einem EI/BMR $\geq 1,35$ und elf Personen in die Gruppe mit EI/BMR $< 1,35$ (Spannweite: 395-635 g/d), sodass auf Grund der vorliegenden Unterschätzung der verzehrten Lebensmittelmengen angenommen werden kann, dass die Empfehlung täglich reichlich Obst und Gemüse zu verzehren, von nahezu dem gesamten Kollektiv realisiert wurde.

Der Verzehr von Brot und Backwaren sowie Kartoffeln lag im DVS-Kollektiv auf vergleichbarem Niveau wie in der Durchschnittsbevölkerung (MENSINK et al. 1999). Allerdings lagen der Konsum von **Brot** mit 163 ± 114 g/d und der Verzehr von **Kartoffeln** ($106 \pm 92,1$ g/d) unterhalb der DGE-Empfehlung, welche einen täglichen Verzehr von ca. 450 g bzw. 30 % der Gesamtnahrungsmenge vorsieht (DGE 2004a, S 54).

Der Gebrauch von **Speisefetten und Ölen** erfolgte äußerst sparsam und lag mit $15,4 \pm 17,9$ g/d unterhalb der DGE-Empfehlung, welche 25-45 g/d an Streich- und Kochfetten vorsieht (DGE 2004b, S 73). Lediglich 17,5 % der DVS-Teilnehmer überschritten eine tägliche Zufuhr von 30 g und nur 6,7 % der Probanden überschritten eine Zufuhr von 45 g/d. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass 24 DVS-Teilnehmer (15,6 %) angaben, bei der Speisenzubereitung gänzlich auf Fette und Öle zu verzichten. Da die von Veganern üblicherweise verwendeten pflanzlichen Öle eine wertvolle Quelle für Polyenfettsäuren und Vitamin E darstellen und als hochenergetische Lebensmittel außerdem dazu beitragen, den Energiebedarf zu decken, ist der Verzicht dieser Probanden auf Fette und

Öle kritisch zu bewerten. Wird die Aufnahme von Fetten und Ölen in der Durchschnittsbevölkerung zum Vergleich herangezogen, zeigt sich, dass die DVS-Teilnehmer rund 2/3 der in der BRD verzehrten Menge zu sich nahmen (MENSINK et al. 1999).

Im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung konsumierten die DVS-Teilnehmer mehr **nicht-alkoholische Getränke** (MENSINK et al. 2002a, S 84-87, 110ff.), dennoch wurden die derzeit empfohlenen 1,5-2 Liter pro Tag im Mittel nicht erreicht (DGE 2004b, S 73, DGE et al. 2000, S 146).

Der DGE-Ernährungskreis hat zum Ziel die D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr in Empfehlungen für die Lebensmittelzufuhr umsetzen. In visualisierter Form wird das anzustrebende Mengenverhältnis der sieben Lebensmittelgruppen im Rahmen einer vollwertigen Ernährung dargestellt. Ca. 30 % der zu verzehrenden Lebensmittel sollen der Lebensmittelgruppe Getreide, Getreideprodukte und Kartoffeln entstammen (450 g/d), weitere 26 % (400 g) entfallen auf Gemüse und Salat, 17 % (250 g) auf Obst. Lebensmittel tierischer Herkunft hingegen sollen im Rahmen der vollwertigen Ernährung etwa ein Viertel der verzehrten Lebensmittel ausmachen (18 % entspr. 265 g Milch und Milchprodukte bzw. 7 % entspr. 100 g Fleisch, Wurst, Fisch, Eier). Die Kernaussage des Kreises lautet, dass die tägliche Kost eine Kombination vielfältiger Lebensmittel aus allen sieben Gruppen unter Berücksichtigung des Mengenverhältnisses darstellen soll (DGE 2004a, S 54). Da Veganer Lebensmittel tierischer Herkunft nicht verzehren und pflanzliche Lebensmittel energieärmer, nährstoffdichter – bei teilweise verminderter Bioverfügbarkeit der Vitamine und Mineralstoffe – sind, stellt sich jedoch die Frage, ob allgemein gehaltene Ernährungsempfehlungen generell auch auf extreme Ernährungsformen anwendbar sind oder ob nicht viel mehr kostform-spezifische Empfehlungen kreiert und herangezogen werden müssten. Ein möglicher Vorstoß, der in diese Richtung geht, kommt aus den U.S.A., wo **modifizierte Ernährungspyramiden** für vegetarische (HADDAD et al. 1999b) und vegane Kostformen (VENTI und JOHNSTON 2002) existieren. Diese Ernährungsempfehlungen basieren auf der Überlegung, dass der Ersatz von Fleisch durch Fleischersatzprodukte in einer verringerten Zufuhr von Vitamin B₁₂ und mit einer verminderten Bioverfügbarkeit von Mineralstoffen wie beispielsweise Kalzium und Eisen einhergeht. Die Einführung von drei neuen Lebensmittelgruppen (grünblättrige Gemüse, getrocknete Früchte, Nüsse und Samen) und Empfehlungen zur Zufuhrhöhe dieser Lebensmittelgruppen sollen dazu beitragen, die Protein-, Eisen-, Kalzium- und Zinkzufuhr zu erhöhen. Berücksichtigt wurde auch die schlechtere Proteinverdaulichkeit einer reinen Pflanzenkost im Vergleich zu omnivorer Kost, sodass die Empfehlungen auf eine Proteinzufuhr in Höhe von 1,0 g pro kg KG zugeschnitten sind. Bestandteil der Ernährungsempfehlungen für Veganer ist außerdem eine Supplementierung mit

Vitamin B₁₂ (2,4 µg/d), Vitamin D (200 IU/d) und Kalzium (600 mg/d), sowie der Ratschlag körperlich aktiv zu sein und täglich mind. zwei Liter Wasser zu trinken (VENTI und JOHNSTON 2002, vgl. Anhang A, Abbildung A2, S A1). Da die Empfehlungen u. a. auf Grund kultureller Unterschiede und einer variierenden Praxis der Lebensmittelanreicherung nicht in identischer Form übertragbar sind, wäre eine Entwicklung solch angepasster Empfehlungen auch für Deutschland wünschenswert.

Wie oben dargestellt, waren Obst und Gemüse bezogen auf das Gewicht die Hauptnahrungsmittel im DVS-Kollektiv und Lebensmittel tierischen Ursprungs wurden definitionsgemäß nicht bzw. nur in marginalen Mengen verzehrt. Deshalb war zu erwarten, dass die zugeführte Energie niedriger als in der Durchschnittsbevölkerung ausfallen und dass die relativen Anteile der Makronährstoffe an der Gesamtenergiezufuhr eher den D-A-CH-Referenzwerten entsprechen würde als bei omnivorer Kost, die üblicherweise durch eine vergleichsweise hohe Fett- und niedrigere Kohlenhydratzufuhr gekennzeichnet ist. Außerdem war damit zu rechnen, dass die Zufuhr von Vitaminen und Mineralstoffen, die ausschließlich (Vitamin B₁₂), hauptsächlich (Vitamin B₂, Jod) bzw. in besser verfügbarer Form (z. B. Kalzium) in Lebensmitteln tierischer Herkunft vorkommen, niedriger als in der Durchschnittsbevölkerung ausfallen würde. Andererseits war zu erwarten, dass die Zufuhr antioxidativer Vitamine (Vitamin C, E und beta-Carotin) auf Grund des höheren Obst- und Gemüsekonsums deutlich höher liegen sollte.

Die mittlere **Energiezufuhr** lag im Gesamtkollektiv bei rund 8 MJ/d (Männer: 9,78 MJ/d, Frauen: 7,04 MJ/d) und damit um rund 10 % niedriger als in der Durchschnittsbevölkerung (10,5 bzw. 7,74 MJ/d; MENSINK et al. 1999) und den deutschen EPIC-Kohorten (Potsdam= Männer: 10,7 MJ/d, Frauen: 7,54 MJ/d; Heidelberg= Männer: 10,4 MJ/d, Frauen: 7,86 MJ/d; LINSEISEN et al. 2003). Werden in der Literatur publizierte Werte für vegane und vegetarische Kollektive herangezogen, liegt die Energiezufuhr der DVS-Teilnehmer im Rahmen der Spannweite für vegan lebende Männer (7,7-11,6 MJ/d) und Frauen (6,9-9,3 MJ/d) und eher im unteren Bereich der Werte für vegetarisch lebende Männer (8,78-11,0 MJ/d) bzw. unter den Werten vegetarisch lebender Frauen (6,9-8,2 MJ/d) (vgl. Anhang A, Tabelle A1, S A2; DAVEY et al. 2003, APPLEBY et al. 1999, BALL und BARTLETT 1999, HADDAD et al. 1999a, LI et al. 1999, WILSON und BALL 1999, FAMODU et al. 1998, HARMAN und PARNELL 1998, TOOHEY et al. 1998, JANELLE und BARR 1995, ALEXANDER et al. 1994, DRAPER et al. 1993, SANDERS und ROSHANAI 1992, THOROGOOD et al. 1990, ROTTKA et al. 1988). Wird nur die mittlere Energiezufuhr derjenigen Personen mit EI/BMR $\geq 1,35$ betrachtet ($10,3 \pm 2,55$ MJ/d), übersteigt die Energiezufuhr den Wert für die Durchschnittsbevölkerung im Mittel leicht (MENSINK et al. 1999) und bewegt sich im

oberen Bereich der in der Literatur für vegetarische und vegane Kollektive dokumentierten Zufuhren.

Derzeit wird von den deutsch-sprachigen Ernährungsfachgesellschaften im Rahmen einer vollwertigen Ernährung folgende Relation zur Hauptnährstoffzufuhr empfohlen: Kohlenhydrate sollten mehr als 50 % zur täglichen Energiezufuhr beitragen. Der energetische Beitrag des Fettes sollte auf max. 30 % beschränkt werden und Proteine in einer Höhe von 8-10 En% zugeführt werden (DGE et al. 2000). Diese Empfehlungen sollen einen wirksamen Beitrag zur Krankheitsprophylaxe leisten, indem sie darauf abzielen, eine mögliche Überversorgung mit Energie, Fett, Cholesterin und Purinen und deren gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkungen zu vermeiden, sowie den Grundbedarf an Proteinen und essenziellen Fettsäuren zu sichern (DGE et al. 2000, S 17).

Das Verzehrverhalten im DVS-Kollektiv führte dazu, dass 57,1 % der Energiezufuhr über Kohlenhydrate bezogen wurden, während Proteine mit 11,6 En% und Fette mit 29,7 En% zur Energiezufuhr beitrugen. Damit entsprach die **Relation der Hauptnährstoffzufuhr** im DVS-Kollektiv den aktuellen Empfehlungen und steht in Übereinstimmung mit den Zufuhrwerten anderer Veganerkollektive (vgl. Anhang A, Tabelle A1, S A2), während in der deutschen Durchschnittsbevölkerung der energetische Anteil der Fette (ca. 33 %) und der Proteine (ca. 15,5 %) zu hoch liegt (MENSINK et al. 1999). Teilnehmer der beiden deutschen EPIC-Kohorten liegen mit ihrer Fettzufuhr im Bereich von 36,0-40,3 En% und damit deutlich über dem D-A-CH-Referenzwert von max. 30 En%. Eine Absenkung der Zufuhr gesättigter Fettsäuren von derzeit rund 15-16 En% (LINSEISEN et al. 2003) auf die empfohlenen max. 10 En% würde eine Annäherung an die Empfehlungen ermöglichen. Die **Fettzufuhr** im DVS-Kollektiv lag mit 29,7 En% im Bereich der D-A-CH-Referenzwerte (DGE et al. 2000, S 43). Das Verhältnis der Fettsäuren zueinander (Tabelle 30, S 101) entsprach außerdem den Empfehlungen zur Prävention und auch zur Therapie von Hyperlipidämien (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 241), sodass ein günstiges Lipidprofil zu erwarten ist.

Während die U.S.-amerikanische Durchschnittsbevölkerung weit davon entfernt ist, das empfohlene Verhältnis von **Linol- zu alpha-Linolensäure** in Höhe von 5:1 zu realisieren (ca. 20-30:1, SIMOPOULOS 1999), kommen die DVS-Teilnehmer diesem Verhältnis deutlich näher (9,3:1). Die beiden deutschen EPIC-Kohorten realisieren das empfohlene Verhältnis allerdings noch besser (Quotient der omega-6 zu omega-3 Fettsäuren: 7,21-8,55:1, LINSEISEN et al. 2003). Ein Grund für das vergleichsweise schlechtere Abschneiden des DVS-Kollektivs dürfte neben der geringeren Aufnahme von Eicosapentaen- und Docosahexaensäure (EPA, DHA) durch den Verzicht auf Fisch

insbesondere in der niedrigeren Aufnahme von alpha-Linolensäure bei veganer Kost liegen. Der früher häufig herangezogene P/S-Quotient, der mehr als 0,5 betragen sollte, fällt im DVS-Kollektiv (1,49) deutlich günstiger aus als in der Durchschnittsbevölkerung (0,36, MENSINK et al. 1999) und in den deutschen EPIC-Kohorten (P/S: 0,45-0,51, LINSEISEN et al. 2003) und ist vergleichbar mit denen der veganen EPIC-Oxford-Kohorten (Männer: 1,57; Frauen: 1,49; DAVEY et al. 2003). Die alte Definition des P/S-Quotienten wird den neueren Erkenntnissen über die Wirkung der einfach ungesättigten Fettsäuren bei fettreicher Kost (cholesterolsenkender Effekt) und von Transfettsäuren (cholesterolsteigernder Effekt, vermutlich auch Anhebung des Lipoprotein(a)) nicht mehr gerecht (WOLFRAM 2001, S 385), sodass heute das Verhältnis der omega-6- zu omega-3 Fettsäuren als etabliertes Gütekriterium gilt.

Vor dem Hintergrund der niedrigen Energieaufnahme ist der relative Anteil der **Proteine** im DVS-Kollektiv (11,6 En%) als suboptimal anzusehen. Im Rahmen einer durchschnittlichen westlichen Mischkost sollte die absolute Proteinzufuhr 0,8 kg pro Kilogramm Körpergewicht und Tag betragen (DGE et al. 2000, S 36). Wird diese Mindestzufuhr als Referenzwert auf das DVS-Kollektiv angewendet, nahmen ca. 37 % des Kollektivs eine unzureichende Proteinmenge zu sich. Auf Grund der schlechteren Verdaulichkeit des pflanzlichen Proteins wird bei überwiegend pflanzlicher Kost allerdings empfohlen, einen Referenzwert von 1,0 g Protein pro Kilogramm Körpergewicht zu Grunde zu legen (VENTI und JOHNSTON 2002). Wurde dieser Grenzwert herangezogen, fielen 68,8 % des Kollektivs in den Bereich einer ungenügenden Proteinzufuhr.

Alkohol als Energielieferant spielte im DVS-Kollektiv keine nennenswerte Rolle. So wurden im Mittel täglich nur ca. 0,3 % der zugeführten Energie in Form von Alkohol aufgenommen. Für die Ballaststoffzufuhr gilt derzeit ein Richtwert von mind. 30 g/d (DGE et al. 2000, S 62). Die mittlere Zufuhr von **Ballaststoffen** lag im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie bei 56,7 g/d und damit höher als der Richtwert und höher als in den meisten anderen Veganerkollektiven (vgl. Anhang A, Tabelle A1, S A2). Strenge Veganer nahmen mit 58,6 g/d vergleichbar viel Ballaststoffe auf wie die moderaten Veganer (53,3 g/d). Lediglich fünf DVS-Teilnehmer wiesen eine Ballaststoffzufuhr unterhalb von 30 g/d auf. In der deutschen Durchschnittsbevölkerung liegt die Ballaststoffzufuhr hingegen deutlich unterhalb den derzeit empfohlenen 30 g/d, rund 50 % der Männer und mehr als 75 % der Frauen erreichen die Zufuhrempfehlung nicht (MENSINK et al. 2002c, S 36f.).

Die aktuellen Referenzwerte zur Mikronährstoffzufuhr gehen von einem durchschnittlichen Bedarf aus und enthalten Sicherheitszuschläge, die sicherstellen sollen, dass nahezu alle Personen (98 %) der jeweils angegebenen Alters- bzw. Bevölkerungsgruppe vor ernährungsbedingten Gesundheitsschäden geschützt werden. Des Weiteren ist die

empfohlene Höhe zur Schaffung von Körperreserven bestimmt, sodass bei gesteigertem Bedarf und gleichzeitiger ungenügender Zufuhr auf die Reserven zurückgegriffen werden kann. Eine unterhalb der empfohlenen Werte liegende Nährstoffzufuhr eines einzelnen Individuums, lässt also nicht zwangsläufig auf eine Mangelversorgung bei dieser Person schließen. Allerdings erhöht sie die Wahrscheinlichkeit einer Unterversorgung (DGE et al. 2000, S 7-10). Eine Aussage zum Versorgungsstatus sollte daher immer durch die Analyse geeigneter Statusparameter/Biomarker gestützt werden. Dies wird besonders deutlich bei der Betrachtung der Vitamine B₆ und B₁₂, sowie der Mineralstoffe Eisen und Zink.

Die Zufuhrempfehlungen setzen außerdem eine im Rahmen einer omnivoren Kost übliche, mittlere Bioverfügbarkeit der Mikronährstoffe voraus. Für pflanzenbetonte Kostformen muss allerdings eine veränderte Bioverfügbarkeit einzelner Mikronährstoffe angenommen werden. So konnten z. B. HUNT et al. (1998) zeigen, dass sich die Bioverfügbarkeit von Zink im Rahmen einer vegetarischen Kost deutlich von der einer omnivoren Kost unterscheidet und unter Berücksichtigung des unterschiedlichen Zinkgehalts in einer um 35 % niedrigeren Absorption resultiert. Entsprechende Untersuchungsergebnisse zum Eisen liegen ebenfalls aus dieser Arbeitsgruppe vor (HUNT und ROUGHEAD 1999), während DÖRR (1998) die unzureichende Pyridoxin-Versorgung trotz nominal hoher Zufuhr im Kollektiv der DVS aufzeigen konnte. Eine Anpassung der Zufuhrempfehlungen für vegetarische Kostformen wäre daher denkbar und wünschenswert.

Die Teilnehmer und Teilnehmerinnen der Deutschen Vegan Studie erfüllten im statistischen Mittel die Empfehlungen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung bezüglich der **Vitamin- und Mineralstoffzufuhr** mit Ausnahme von Kalzium, Jod, Cobalamin und Vitamin D. Unter Berücksichtigung der alters- und geschlechts-spezifischen Referenzwerte zeigte sich jedoch, dass ein Großteil der Probanden Mineralstoff- und Vitaminzufuhren unterhalb der Referenzwerte aufwies (vgl. Anhang A, Tabellen A7-A12, S A10-A20). So lag die **Zinkaufnahme** bei 20,1 % aller DVS-Teilnehmer unterhalb der Empfehlungen. Die empfohlene **Riboflavinzufuhr** wurde von 48,0 % nicht erreicht, während 76,0 % der Probanden die empfohlene Zufuhrmenge für **Kalzium** nicht erreichten. Noch drastischer stellt sich die Situation für **Cobalamin** und **Jod** dar: Nur 5,3 % bzw. 1,3 % aller Studienteilnehmer konnten Zufuhren oberhalb der empfohlenen

Werte aufweisen. Die Zufuhr an **Vitamin D**⁴⁰ lag im gesamten Kollektiv unterhalb des Referenzwertes. Aus präventiv-medizinischer Sicht ist die hohe, im Mittel deutlich über den D-A-CH-Referenzwerten liegende Zufuhr von **Folsäure** sowie der antioxidativen **Vitamine C, E** und **beta-Carotin** zu begrüßen (vgl. z. B. GEY 1995). So wiesen 95,5 % eine Vitamin-C-Zufuhr von ≥ 100 mg/d und 77,3 % eine tägliche Zufuhr von ≥ 400 μ g Folat-Äquivalenten auf. Zufuhrwerte oberhalb der Referenzwerte für Vitamin E wurden von 94,0 % der Männer und von 87,4 % der Frauen erreicht. Rund 75 % der Männer wiesen eine Zufuhr von ≥ 6 mg beta-Carotin pro Tag auf, während 92,0 % der Frauen täglich $\geq 4,8$ mg beta-Carotin aufnahmen (DGE et al. 2000, S 69, 87, 137, 117).

Damit stellt sich die Situation in der deutschen Durchschnittsbevölkerung nur teilweise vergleichbar dar: Zu den Vitaminen, deren Aufnahme unterhalb der Referenzwerte lag, gehören die Calciferole (mind. 75 % der Bevölkerung), die Tocopherole (ca. 50 %) sowie Folsäure (mind. 75 %) und Vitamin C (ca. 25 %), während die Mehrheit der Durchschnittsbevölkerung die aktuelle Riboflavinempfehlung erreicht. Cobalamin stellt in der männlichen Durchschnittsbevölkerung kein Problem dar, während ca. 10 % der Frauen Zufuhren unterhalb der empfohlenen 3 μ g/d aufweisen (MENSINK et al. 2002c, S 47-80). In Bezug auf die Mineralstoffzufuhr kann festgestellt werden, dass die empfohlene Kalziumzufuhr von ca. 30 % der Bevölkerung nicht erreicht wird. Ca. 50 % der Frauen haben eine im Vergleich zu den Referenzwerten zu niedrige Eisenzufuhr (MENSINK et al. 2002c, S 80f.). Daten der Verbundstudie „Jod-Monitoring 1996“ zeigen, dass von der Durchschnittsbevölkerung im Mittel 119 μ g Jod pro Tag aufgenommen werden (bei großen individuellen Schwankungen). Diese Menge entspricht rund 60 % der in den D-A-CH-Referenzwerten vorgesehenen Menge. Da im Rahmen des Monitorings auch die Jodkonzentration im Urin unterhalb der von der WHO als Indikator einer ausreichenden Jodversorgung festgelegten 10 μ g/dl lag, kann festgestellt werden, dass ein mäßiger Jodmangel in der deutschen Durchschnittsbevölkerung weit verbreitet ist (KARG 2000, S 6ff.).

Zusammenfassung:

Das DVS-Kollektiv zeichnete sich durch einen gesundheitsbewussten Lebensstil aus. So verzichtete die Mehrzahl der Studienteilnehmer auf den Konsum von Tabakwaren und alkoholischen Getränken. Der Wunsch die eigene Gesundheit zu optimieren, schlug sich auch in der Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln wider.

⁴⁰ Generell gilt, dass an Hand von Zufuhrzahlen nur bedingt auf die Versorgung geschlossen werden kann. Dies wird insbesondere deutlich am Beispiel von Vitamin D und Jod. Bei einer Zufuhr unterhalb der Empfehlungen auf Versorgungslücken zu schließen, ist nicht angebracht, da im Rahmen der DVS weder die Jodaufnahme über jodierte Lebensmittel erfasst wurde, noch die Eigensynthese an Vitamin D geschätzt werden kann.

Der mittlere BMI des Kollektivs lag im unteren Normalbereich. Als übergewichtig konnten rund 10 % des Kollektivs eingestuft werden, während rund ein Viertel des Kollektivs untergewichtig war. Dies dürfte das Resultat der insgesamt niedrigen Energiezufuhr und hohen körperlichen Aktivität im Kollektiv sein. Durch die praktizierte Kostzusammensetzung wurde die derzeit empfohlene Relation der Makronährstoffe sehr gut realisiert, allerdings lag die Gesamtenergiezufuhr auffallend niedrig.

Die gewonnenen Daten (vgl. Anhang A, Tabellen A7-A12, S A10-A20) bestätigen die häufig geäußerten Vermutungen, dass vegane Kostformen eine ungenügende Zufuhr an Cobalamin, Riboflavin und Calciferolen, sowie der Mineralstoffe Kalzium und Zink (vgl. Kapitel 2.1.5.2) mit sich bringen können. Die Wahl einer moderaten Form des Veganismus brachte hinsichtlich der Nährstoffdichten keine deutlichen Vorteile mit sich. Wurden die geschlechtsspezifischen Subkollektive betrachtet, zeigten sich bei den moderat vegan lebenden Männern mit Ausnahme von Zink höhere Nährstoffdichten (vgl. Anhang A, Tabelle A11, S A18). Bei den Frauen stellte sich die Situation umgekehrt dar: Mit Ausnahme von Kalzium wies die Kost der strengen Veganerinnen höhere Nährstoffdichten als die der moderaten Veganerinnen auf (vgl. Anhang A, Tabelle A12, S A20).

5.3 EISENSTATUS

Eisen ist ein essenzielles Spurenelement, das mit der Nahrung zugeführt werden muss. Neben der genetischen Determination nehmen Quantität und Qualität des zugeführten alimentären Eisens sowie die Anwesenheit von absorptionshemmenden bzw. -fördernden Faktoren wesentlichen Einfluss auf den Eisenstatus. Weltweit ist der Eisenmangel der am weitesten verbreitete Nährstoffmangel überhaupt und die häufigste Ursache von Anämien. Ein Eisenmangel bzw. die sich hieraus entwickelnde Anämie kann durch verschiedene Ursachen begründet sein – einerseits in einer unzureichenden Zufuhr, andererseits in erhöhtem Eisenverlust oder Bedarf (vgl. Kapitel 2.2). Da schwangere und stillende Frauen ebenso wie Personen mit schwerwiegenden Erkrankungen (z. B. Krebserkrankungen) von der Teilnahme an der Deutschen Vegan Studie ausgeschlossen waren, wird angenommen, dass das Vorliegen eines Eisenmangels im beschriebenen Kollektiv auf eine unzureichende alimentäre Zufuhr zurückgeführt werden kann.

Zur Bestimmung des Eisenstatus wird derzeit die Analyse der Serum-Ferritin-Konzentration einer Blutprobe als das Standardverfahren angesehen. Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml zeigen depletierte Eisenspeicher an und werden in der klinischen Praxis häufig als Indikator eines latenten Eisenmangels verwendet (PETRIDES

2003, S 706, YIP 2001, S 316, GRESSNER und THOMAS 1995, S 230). COOPER et al. (1996) weisen allerdings darauf hin, dass auf Grund der „*day-to-day-variation*“ drei (oder mehr) Blutproben zur aussagekräftigen Ferritin-Bestimmung benötigt werden. Kann – wie im Rahmen der vorliegenden Untersuchung – nur auf eine Blutprobe zurückgegriffen werden, sollten zur differenzierten Diagnose eines Eisenmangels eine Kombination unterschiedlicher hämatologischer Parameter herangezogen werden. Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit das „**Tri-Index-Modell**“ (vgl. BINDRA und GIBSON 1986) zur Feststellung eines Eisenmangels verwendet. Im Rahmen des Modells wird ein Eisenmangel angenommen, wenn mind. zwei der drei Indizes (Ferritin, Transferrin-sättigung bzw. MCHC) unterhalb der genannten Referenzwerte liegen. Bei dieser Vorgehensweise ist allerdings zu berücksichtigen, dass erniedrigte Transferrinsättigungs- und MCHC-Werte ein fortgeschritteneres Eisendefizit anzeigen, als erniedrigte Serum-Ferritin-Konzentrationen für sich allein betrachtet (YIP 2001, S 317).

Die mittlere alimentäre **Zufuhr** von Eisen lag innerhalb der altersspezifischen Subkollektive (jüngere Frauen: 20,0 mg/d; ältere Frauen: 19,9 mg/d) auf vergleichbarer Höhe und deutlich über den D-A-CH-Referenzwerten und den RDA-Werten des *Food and Nutrition Boards* (FOOD AND NUTRITION BOARD 2001, S 344, DGE et al. 2000, S 174; vgl. auch Tabelle 3, S 25). Bei dem Vergleich der alimentären Eisenzufuhr mit Referenzwerten gilt es zu bedenken, dass die D-A-CH-Referenzwerte auf eine übliche Mischkost zugeschnitten sind und eine Absorptionsrate des alimentären Eisen in Höhe von 5-15 % voraussetzen. Es ist jedoch davon auszugehen, dass bei rein pflanzlicher Kost die Absorptionsrate auf Grund der geringeren Verfügbarkeit des anorganischen Eisens (2-20 %) im Vergleich zu Häm-Eisen (15-35 %) (vgl. Kapitel 2.2.1.3) deutlich niedriger liegen dürfte. Eine angepasste Zufuhrempfehlung für vegetarisch bzw. vegan lebende Personen wäre daher wünschenswert und sinnvoll. Den Zufuhrempfehlungen des *Food and Nutrition Boards* liegt eine angenommene, mittlere Bioverfügbarkeit des Eisens im Rahmen einer Mischkost in Höhe von 18 % zu Grunde. Aus dieser Tatsache lässt sich u. a. die im Vergleich niedrigere Zufuhrempfehlung gegenüber den D-A-CH-Referenzwerten erklären. Wird eine mittlere Bioverfügbarkeit des Eisens bei pflanzenbetonter Kost von 10 % und bei reiner Pflanzenkost von 5% angenommen (FOOD AND NUTRITION BOARD 2001, S 351), müssten die RDA für jüngere, lakto-ovo-vegetarische Frauen bei rund 32 mg/d und die für vegan lebende Frauen bei ca. 65 mg/d liegen.

Diese Werte sind über die Nahrung nicht (bzw. möglicherweise in seltenen Ausnahmefällen) zu realisieren. Die Eisenzufuhr des weiblichen DVS-Kollektivs lag mit rund 20 mg/d auf vergleichbarem Niveau wie die Eisenzufuhren (der Frauen) innerhalb der veganen Kollektive von SANDERS et al. (1978), HADDAD et al. (1999a) sowie WILSON

und BALL (1999), während in der Literatur für weibliche, lakto-ovo-vegetarische Kollektive niedrigere Zufuhren (10,7 – 15,5 mg/d) dokumentiert sind (Tabelle 8 S 38f.; BALL und BARTLETT 1999, HADDAD et al. 1999a, WILSON und BALL 1999, HARMAN und PARNELL 1998, ALEXANDER et al. 1994, REDDY und SANDERS 1990, ANDERSON et al. 1981)⁴¹.

Hauptquellen für die alimentäre Eisenzufuhr im DVS-Kollektiv waren Gemüse (rund 36 % der Eisenzufuhr), Obst (rund 24 %) und Cerealien (rund 25 %). Als weitere nennenswerte Quellen konnten Nüsse und Samen (ca. 5%) sowie Sojaprodukte (ca. 4%) identifiziert werden. Damit sind die Ergebnisse nur teilweise vergleichbar mit denen von BALL und BARTLETT (1999), WILSON und BALL (1999) sowie ALEXANDER et al. (1994). Hier konnten im Rahmen einer lakto-ovo-vegetarischen Kost zwar dieselben Lebensmittelgruppen als Hauptquellen identifiziert werden, jedoch lieferten Cerealien und daraus hergestellte Produkte den größten Beitrag (35 – 45 %) zur alimentären Eisenzufuhr.

Innerhalb des DVS-Kollektivs herrschte eine nominal hohe Eisenzufuhr vor. Auf Grund der geringeren Bioverfügbarkeit des anorganischen Eisens aus pflanzlichen Quellen einerseits und der hohen Zufuhr an Absorptionsinhibitoren (vgl. u. a. die Ballaststoffzufuhr) andererseits, ist jedoch anzunehmen, dass die Absorptionsrate eher im unteren Bereich der üblicherweise angenommenen Spannweite von 5-15 % für eine übliche Mischkost liegt. Um zu überprüfen, ob die nominal hohe Zufuhr bei rein pflanzlicher Ernährung in einer adäquaten Versorgung resultiert, wurde der Eisenstatus mittels hämatologischer Parameter bestimmt. Herangezogen wurden zum einen die Serum-Ferritin-Konzentration als etablierter Marker des Eisenstatus, der eine Erschöpfung der Eisenspeicher anzeigt, zum anderen – wie in Kapitel 2.2.4 dargelegt – das Tri-Index-Modell, welches ein fortgeschritteneres Stadium des Eisenmangels markiert, jedoch auf Grund der starken Schwankungen des Ferritin-Spiegels als ein sensitiverer Marker gilt, solange nur auf eine Blutprobe zurückgegriffen werden kann (BINDRA und GIBSON 1986). Im Median lag die **Serum-Ferritin-Konzentration** der jüngeren Frauen signifikant niedriger (14 ng/ml) als die der älteren Frauen (28 ng/ml). Angesichts der kontroversen Diskussion um die gesundheitsbeeinträchtigenden Effekte (erhöhtes Risiko für hepatische Tumoren, evtl. auch für kolorektale Tumoren, evtl. erhöhtes Risiko für Herz-Kreislauf-Erkrankungen) erhöhter Körpereisenbestände (SEMPOS 2002, NELSON 2001, WALKER und WALKER 2000, DANESH et al. 1999, STEVENS et al. 1988; vgl. auch Kapitel 2.2.6) ist es positiv zu bewerten, dass keine der DVS-Teilnehmerinnen eine Ferritin-Konzentration oberhalb des Grenzwertes von 200 ng/ml

⁴¹ Zur Problematik der unterschiedlichen Zuordnung von Semi-Vegetariern in vegetarische bzw. omnivore Subkollektive in den genannten Studien sei auf Kapitel 2.2.5 verwiesen.

aufwies. Stattdessen lag bei rund 97 % der Teilnehmerinnen die Ferritin-Konzentration unterhalb von 100 ng/ml. Allerdings wiesen 70,7 % der Frauen Werte auf, die eine beginnende Erschöpfung der Eisenspeicher (< 30 ng/ml) anzeigen. Dies deutet darauf hin, dass für das weibliche Subkollektiv der DVS in Zeiten des erhöhten Eisenbedarfs, bei Stress oder erhöhten Blutverlusten ein erhöhtes Risiko besteht, einen Eisenmangel zu entwickeln. Jüngere Frauen (78 %) waren prozentual stärker von erniedrigten Serum-Ferritin-Konzentrationen (< 30 ng/ml) betroffen als ältere Frauen (56 %; $p=0,049$, Chi-Quadrat-Test). Dementsprechend wurden auch signifikant mehr jüngere Frauen (40 % vs. 12 %; $p=0,013$, Chi-Quadrat-Test) mit einer Konzentration < 12 ng/ml identifiziert.

Wird dieser Wert als Indikator eines Eisenmangels herangezogen, lag die Prävalenz bei den jüngeren Frauen des DVS-Kollektivs um ein Vierfaches höher als in der deutschen **Durchschnittsbevölkerung** (ca. 10 % prämenopausalen Frauen in Deutschland sollen derzeit von einem Eisenmangel betroffen sein, wenn eine Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml als Diagnosekriterium herangezogen wird; WAGENER et al. 2000, KOHLMEIER 1995, B17). Wurde allerdings das **Tri-Index-Modell** zur Bewertung herangezogen, halbierte sich die Anzahl der als eisendefizitär klassifizierten jüngeren Frauen im DVS-Kollektiv auf 20 %, während der Anteil der eisendefizitären älteren Frauen weiterhin bei 12 % lag, sodass der Unterschied zwischen Mischköstlerinnen und Veganerinnen weniger dramatisch erscheint. Allerdings liegt die Prävalenz des fortgeschritteneren Eisenmangels (identifiziert an Hand des Tri-Index-Modells) immer noch um ein Zweifaches höher als die Prävalenz des latenten Mangels (Serum-Ferritin-Konzentration < 12 ng/ml) in der deutschen Durchschnittsbevölkerung. Eine **Eisenmangelanämie** wurde im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie bei 4% aller Probandinnen diagnostiziert. Dieser Wert liegt deutlich über den Werten, die von ARAB-KOHLMEYER et al. (1989, S 60; 0,6 %) und WAGENER et al. (2000; 2,2 %) für deutsche omnivore Frauen genannt werden, jedoch unter dem Wert, der für ein vergleichbares, U.S.-amerikanisches Kollektiv von **Veganerinnen** (HADDAD et al. 1999a; 13,3 %) dokumentiert ist. Auch HADDAD et al. (1999a) konnten eine unterschiedliche Prävalenz von Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml zwischen Veganerinnen und Omnivoren aufzeigen – allerdings war der Unterschied nicht ganz so stark ausgeprägt. So wiesen 26,7 % der Frauen im veganen Subkollektiv depletierte Speicher auf, während dieser Anteil bei den Mischköstlerinnen bei 20,7 % lag. Ergebnisse der NHANES III deuten darauf hin, dass in der U.S.-amerikanischen Durchschnittsbevölkerung mit ca. 11 % deutlich weniger Frauen von einem Eisenmangel betroffen sind als im omnivoren Studienkollektiv von HADDAD et al. (1999a). Ein möglicher Grund liegt in der unterschiedlichen Definition, während HADDAD et al. (1999a) einen Eisenmangel anhand einer Serum-Ferritin-Konzentration < 12 ng/ml

definieren, liegt der Definition in der NHANES ein multiples Model zu Grunde (Serum-Ferritin, Transferrinsättigung, Erythrozytenprotoporphyrin; YIP 2001, S 318), sodass unterschiedliche Stadien des Mangels erfasst werden.

Im Kollektiv von HADDAD et al. (1999a) lagen die mittleren Serum-Ferritin-Konzentrationen der Veganerinnen höher (27 ng/ml) als die der omnivoren Frauen (22 ng/ml), allerdings waren prozentual mehr Veganerinnen (26,7 %) als Mischköstlerinnen (20,7 %) von Konzentrationen < 12 ng/ml betroffen. Die Hämoglobin-Konzentration lag auf vergleichbarem Niveau (V: 154 g/l, OV: 156 g/l). Zwei Veganerinnen und eine Mischköstlerin wiesen Konzentrationen < 120 g/l auf. SANDERS et al. (1978) konnten widersprüchliche Ergebnisse zwischen den geschlechtsspezifischen Kollektiven zeigen. So lag im weiblichen Subkollektiv der mittlere Hämoglobin-Spiegel höher als bei den Omnivoren. Während im männlichen Subkollektiv die Konzentration bei den Omnivoren höher lag. Kein Studienteilnehmer bzw. keine Studienteilnehmerin wies eine Hämoglobin-Konzentration auf, die eine Anämie angezeigt hätte. In beiden Subkollektiven lagen die MCHC-Werte von Mischköstlern und Veganern auf vergleichbarem Niveau. OBEID et al. (2002) konnten hingegen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Statusparametern des (geschlechtlich gemischten) veganen und des lakto-(ovo-)vegetarischen Subkollektivs feststellen. Im veganen Kollektiv lag die mediane Ferritin-Konzentration ebenso wie die Transferrinsättigung niedriger als im lakto-(ovo-)vegetarischen Kollektiv, die Hämoglobin-Konzentration lag hingegen bei den Veganern im Median leicht höher (135 g/l vs. 139 g/l).

Werden die publizierten Daten **lakto-ovo-vegetarischer Kollektive** betrachtet, ist zu beobachten, dass die mittleren Serum-Ferritin-Konzentrationen – teilweise signifikant – niedriger liegen und sich eher im unteren Normbereich befinden als die mittleren Ferritin-Spiegel omnivorer Vergleichskollektive (BALL und BARTLETT 1999, HARMAN und PARNELL 1998, ALEXANDER et al. 1994, REDDY und SANDERS 1990, HELMAN und DARNTON-HILL 1987). Wird der Anteil an Personen mit Ferritin-Werten < 12 ng/ml verglichen, zeigen sich in den (älteren) Arbeiten von HELMAN und DARNTON-HILL (1987; LOV: 27 %, OV: 12 %), von REDDY und SANDERS (1990; LOV: 55,6 %, OV: 27,3%) höhere Prävalenzen unter den Lakto-Ovo-Vegetariern, während neuere Arbeiten auf eine nicht signifikant unterschiedliche Prävalenz hindeuten (ALEXANDER et al. 1994; LOV: 41,2 %, OV: 39 %; BALL und BARTLETT 1999; LOV: 18%, OV: 12,5 %). Bemerkenswert ist die insgesamt hohe Rate an eisendefizitären Personen im Kollektiv von ALEXANDER et al. (1994). Mit rund 40 % liegt sie um ein fünffaches höher als die Prävalenz, die von SCHAAF et al. (2000) für neuseeländische Studentinnen europäischer Abstammung dokumentiert ist. Anzumerken ist, dass SCHAAF et al. (2000) den Eisenmangel anhand einer erniedrigten Serum-Ferritin-Konzentration (< 12 ng/ml) und einer verminderten Eisensättigung

(< 14 %) definieren und damit ein späteres Stadium des Eisenmangels erfassen als ALEXANDER et al. (1994).

Wird die **Hämoglobin**-Konzentration als Indikator einer Anämie betrachtet, zeigt sich für die lakto-ovo-vegetarische Ernährung folgendes Bild: Im Rahmen der Berliner Vegetarier Studie konnten vergleichbare mittlere Hämoglobin-Konzentrationen zwischen Lakto-Ovo-Vegetariern (Frauen: 131 g/l, Männer: 150 g/l) und Omnivoren (Frauen: 136 g/l, Männer: 152 g/l) nachgewiesen werden (ROTTKA 1987). Auch ANDERSON et al. (1981) konnten für kanadische Lakto-Ovo-Vegetarierinnen eine Hämoglobin-Konzentration dokumentieren (131 g/l), die nahezu identisch war mit dem mittleren Wert, der von WEATHERBURN et al. (1970) für die weibliche, kanadische Durchschnittsbevölkerung berichtet wird (130 g/l). BINDRA und GIBSON (1986) wiesen für kanadische Immigranten aus Ost-Indien mit (vorwiegend) lakto-ovo-vegetarischer Ernährung ebenfalls mittlere Hämoglobin-Konzentrationen im Bereich (131-136 g/l) nach. Allerdings lag der Anteil von Frauen, bei denen eine Eisenmangelanämie identifiziert wurde, mit 15,7 % deutlich höher als der üblicherweise angenommene Anteil von 5,6 % in Nordamerika (LOOKER et al. 1997, DALLMANN et al. 1984). Bemerkenswerterweise lag die Anämieprävalenz jedoch auf vergleichbarem Niveau wie sie für außerhalb von Kanada lebende Ost-Indierinnen dokumentiert ist (14,4 %; MACPHAIL et al. 1981). BINDRA und GIBSON (1986) erklären ihre Ergebnisse durch das traditionelle Essverhalten der Immigranten. So galt *chapatti* (ein Vollkornbrot) als Hauptquelle für die alimentäre Zufuhr. Dieses Brot enthält hohe Gehalte an Phytinsäure und Ballaststoffen, sodass eine herabgesetzte Bioverfügbarkeit für das enthaltene Eisen angenommen werden kann. Zusätzlich ist die indische Küche gekennzeichnet durch polyphenolhaltige Lebensmittel, Gewürze und Tees, die zusätzlich die Eisenbioverfügbarkeit beeinträchtigen.

Vergleichbare Studienergebnisse konnten von REDDY und SANDERS (1990), die indische und kaukasische Vegetarierinnen verglichen, erbracht werden. Auch hier stellte sich der Eisenstatus der Kaukasierinnen trotz vergleichbarer Eisenzufuhr besser dar. So wurde keine Kaukasierin, jedoch 8,7 % der Indierinnen als anämisch (Hämoglobin \leq 115 g/l) klassifiziert. Neuere Untersuchungen von HARMAN und PARNELL (1998) sowie von BALL und BARTLETT (1999) deuten auf leicht höhere mittlere Hämoglobin-Konzentrationen bei den omnivor ernährten Personen, jedoch auf eine vergleichbare Anämieprävalenz hin. Eine Untersuchung aus China konnte zeigen, dass vegetarisch lebende Frauen häufiger von einer Anämie betroffen waren (30,3 %) als omnivore Frauen (10,1 %). Allerdings wurde bei den Vegetarierinnen die Ursache häufiger in einem Cobalamin- als in einem

Eisenmangel gesehen, während bei den Mischköstlerinnen der Eisenmangel als dominierende Ursache angesehen wurde⁴² (Woo et al. 1998).

Neben der genetischen Determination und den Körperbeständen nehmen die Quantität und Qualität des alimentären Eisens wesentlichen Einfluss auf die Eisenabsorption. Aber auch die Anwesenheit von bzw. die Balance zwischen Stoffen mit absorptionsfördernder bzw. inhibierender Wirkung beeinflusst die Absorptionsrate (SCHÜMANN und WEISS 2002, S 138, YIP 2001, S 313f., HALLBERG et al. 1989). Da kein statistisch gesicherter **Zusammenhang** zwischen der Höhe der **alimentären Eisenzufuhr** und den **hämatologischen Statusparametern** im weiblichen DVS-Kollektiv nachgewiesen werden konnte, wurden die aus der Literatur **bekanntesten Einflussfaktoren** mittels Korrelationsrechnungen und Allgemeinen Linearen Modellen auf signifikante Assoziationen bzw. Einflüsse überprüft. Es zeigte sich, dass eine schwache, inverse Assoziation zwischen der Serum-Ferritin-Konzentration und der Aufnahme von Soja und Sojaprodukten bestand. Damit stehen unsere Ergebnisse in Übereinstimmung zu den Ergebnissen anderer Studien, die inverse Assoziationen zwischen dem Sojakonsum und dem Eisenstatus bzw. inhibierende Effekte für die Aufnahme von Soja (bzw. Phytinsäure) auf die Nicht-Häm-Eisen-Absorption fanden (HURRELL et al. 1992, HALLBERG et al. 1989, COOK et al. 1981). Im Rahmen eines ALM mit Trend zur Signifikanz ($p=0,056$) konnten die Methionin- und die Gesamtenergiezufuhr sowie der BMI als Prädiktoren für die Serum-Ferritin-Konzentrationen identifiziert werden. Außerhalb des ALM (im Rahmen bivariater Korrelationen) bestand allerdings lediglich zwischen dem BMI und der Ferritin-Konzentration eine signifikante Assoziation. Möglicherweise gibt ein niedriger BMI in diesem Fall Hinweise auf eine unzureichende Gesamtenergie-, Makro- und Mikronährstoffzufuhr, sodass die niedrige Ferritin-Konzentration als Indikator einer allgemein ungünstigen Versorgungssituation angesehen werden kann.

Wie oben dargestellt, existierten so gut wie keine Korrelationen zwischen dem Eisenstatus und der Zufuhr von Eisen und absorptionsbeeinflussenden Stoffen. Deshalb kann angenommen werden, dass im DVS-Kollektiv entweder die Kostform als solche den Eisenstatus determiniert, und/oder möglicherweise Faktoren wie z. B. die Stärke der Regelblutung Einfluss nehmen. Hierbei handelt es sich um Faktoren, die durch den Fragebogen mit subjektiver Einschätzung erfasst wurden und daher möglicherweise mit einem hohen *bias* belegt sind. Auf einen möglichen Zusammenhang deutet die Tatsache

⁴² Zur Prävalenz der hyperchromen, makrozytären Eisenmangelanämie, die durch eine unzureichende Cobalamin- bzw. Folsäureversorgung hervorgerufen wird, sei auf die Dissertation von JOCHEN KOSCHIZKE (in Vorbereitung) verwiesen.

hin, dass Frauen mit schwächeren Menstruationsblutungen tendenziell höhere Serum-Ferritin-Konzentrationen aufwiesen ($r_s=0,242$; $p=0,084$). Dieses Resultat steht zudem in Übereinstimmung zu den Ergebnissen von ALEXANDER et al. (1994). Auch hier wiesen Teilnehmerinnen mit subjektiv empfundenen, starken Regelblutungen tendenziell niedrigere Serum-Ferritin-Konzentrationen auf als Frauen, die ihre Blutungen als schwach einstufen ($p=0,052$).

Rund 75 % der jüngeren DVS-Frauen beschrieben ihren **Menstruationszyklus** als (sehr) regelmäßig. Dieser Anteil lag damit höher als in dem von KOEBNICK et al. (1999) beschriebenen Rohkostkollektiv, jedoch niedriger als in einem hoch selektierten Kollektiv von BARR (1999, s. u.). Daten für Mischköstlerinnen zeigen eine Prävalenz irregulärer Zyklen von 2-17 % (MCLEAN und BARR 2003, SOLOMON et al. 2002, NICODEMUS 2001, CARLBERG et al. 1983, PETTERSSON et al. 1973). Unter den jüngeren Frauen im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie lag die Prävalenz (15,8 %) damit im oberen Bereich der publizierten Daten. KOEBNICK et al. (1999) untersuchten den Einfluss einer Rohkosternährung auf den BMI und den Menstruationszyklus. Lediglich 0,6 % der Teilnehmerinnen⁴³ verwendeten orale Kontrazeptiva. Der Zyklus wurde in 60 % der gültigen Antworten als regelmäßig beschrieben, 10 % gaben unregelmäßige Zyklen und 30 % eine Amenorrhoe an. Die Stärke der Regelblutungen wurde von 9,1 % als (sehr) stark, von 53,3 % als mittel und von 37,7 % als schwach empfunden. Von allen Studienteilnehmerinnen im gebärfähigen Alter litten 23 % unter einer Amenorrhoe. Frauen mit partieller bzw. totaler Amenorrhoe verzehrten signifikant höhere Mengen an Rohkost ($p=0,008$) und hatten einen signifikant niedrigeren BMI ($p=0,000$) als Frauen mit regelmäßigen Zyklen. Der beschriebene Zusammenhang zwischen BMI und Regelmäßigkeit des Menstruationszyklus' konnte im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie nicht bestätigt werden ($r_s=0,114$; $p=0,429$; Subkollektiv der jüngeren Frauen). Möglicherweise liegt hier ein *bias* durch die Selbsteinschätzung der Regelmäßigkeit – anstelle einer Dokumentation des Zyklus über einen definierten Zeitraum – vor. PEDERSEN et al. (1991) fanden in ihrem Kollektiv prämenopausaler, vegetarischer Frauen (Alter: $35,5 \pm 1,2$ Jahre) einen mit dem DVS-Kollektiv vergleichbar hohen Anteil (73,5 %) an Frauen mit regelmäßigen Zyklen (11-13 Zyklen pro Jahr), während 95,1 % der omnivoren Frauen ihren Zyklus als regelmäßig darstellten. Kontrazeptiva wurden vom omnivoren Kollektiv im Mittel länger ($3,00 \pm 0,53$ Jahre vs. $1,40 \pm 0,38$ Jahre; $p < 0,05$) verwendet als von den Vegetarierinnen. Angaben zur Verwendung von Kontrazeptiva in dem von PEDERSEN et al. (1991) beschriebenen Kollektiv wurden nicht gegeben, daher ist zu erwägen, ob der höhere Anteil regelmäßiger Zyklen im nicht-vegetarischen Kollektiv auf

⁴³ Das mittlere Alter der prämenopausalen Frauen lag bei $32,9 \pm 0,63$ Jahren, der mittlere BMI bei $20,1 \pm 0,1$ kg/m².

die insgesamt höhere Einnahmeprävalenz von Kontrazeptiva zurückzuführen sein könnte. BARR (1999) untersuchte ein hoch selektiertes⁴⁴ Kollektiv vegetarischer und omnivorer Frauen. Die mittlere Zykluslänge in den Subkollektiven unterschied sich nicht signifikant voneinander. Jedoch zeigten die vegetarischen Frauen im Vergleich zu den Mischköstlerinnen längere Lutealphasen ($11,2 \pm 2,6$ Tage vs. $9,1 \pm 3,8$ Tage; $p < 0,05$) und weniger anovulatorische Zyklen (4,6 % vs. 15,1 %; $p < 0,01$). Aus diesen Ergebnissen folgert die Autorin, dass Zyklusunregelmäßigkeiten unter Vegetarierinnen seltener vorkommen als unter omnivoren Frauen, allerdings unter der Prämisse, dass die vegetarisch lebenden Frauen einen stabilen BMI im Normalbereich aufweisen und ihre Kostform über einen längeren Zeitraum praktizieren. Es wird jedoch von BARR angezweifelt, inwiefern das hoch selektierte Kollektiv der vegetarischen bzw. der omnivoren „Durchschnittsfrau“ entspricht.

Da irreguläre Menstruationszyklen, die oftmals auf eine physiologische Dysbalance hinweisen, sowohl das Risiko für Hüftfrakturen (durch Östrogenmangel hervorgerufene Dysbalance zwischen Knochenauf- und -abbau; NICODEMUS et al. 2001) als auch das Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen (durch Östrogendefizit niedrigere HDL-Cholesterol-, höhere LDL-Cholesterol- und Triglyzerid-Konzentration; SOLOMON et al. 2002, LAROSA 2001, S 791) im postmenopausalen Alter erhöhen, ist eine Regulierung des Zyklus anzustreben. Insbesondere bei Frauen mit hoher sportlicher Aktivität und/oder geringem Körpergewicht, kann eine Verhaltensänderung kombiniert mit einer Anpassung der Energie- und Eisenzufuhr an den Bedarf eine Normalisierung der Zyklen bewirken (CHEN und BRZYSKI 1999).

Zusammenfassung:

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Daten der Deutschen Vegan Studie mit den dargestellten Ergebnissen anderer veganer Kollektive insoweit in Konsens stehen, dass die mittleren Konzentrationen der Statusparameter eher im unteren Bereich der Referenzbereiche angesiedelt waren.

Die Tatsache, dass statistisch signifikante Einflüsse einzelner Komponenten der praktizierten Ernährung auf den Eisenstatus nicht identifiziert werden konnten, lässt die Vermutung aufkommen, dass die vegane Kost in ihrer Gesamtheit einen wesentlichen Einfluss auf den Eisenstatus einnimmt und zur erhöhten Prävalenz von erschöpften Eisenspeichern, latentem Eisenmangel und Eisenmangelanämie beiträgt.

⁴⁴ Einschlusskriterien: Stabiler BMI im Bereich von 18-25 kg/m², Alter zwischen 20-40 Jahren, keine Verwendung von Kontrazeptiva innerhalb der letzten sechs Monate, Nullparität, sportliche Aktivität < 7 Stunden/Woche, < 1 alkoholisches Getränk/Tag, Zyklen mit normaler Länge, vegetarische Ernährungsweise seit mind. 2 Jahren.

Der Zusammenhang zwischen einer pflanzenbetonten Ernährung und dem Menstruationszyklus ist vielschichtig und deshalb schwierig zu bewerten. Wesentlichen Einfluss auf die unterschiedlichen Ergebnisse bei Mischköstlerinnen und Frauen mit überwiegender bzw. rein pflanzlicher Ernährung nimmt sicherlich der variierende Eisenstatus. Aber auch der unterschiedliche BMI, die differierende sportliche Aktivität, sowie die verschieden ausgeprägte Verwendung von Kontrazeptiva werden ihren Niederschlag finden.

Die lange Zeit vorherrschende Annahme, dass mit einer lakto-ovo-vegetarischen Kostform auf Grund des hohen Anteils anorganischen Eisens keine ausreichende Eisenzufuhr zu realisieren sei, kann durch die publizierten Daten jedoch als widerlegt angesehen werden. So unterscheidet sich in der Mehrzahl der (neueren) Untersuchungen der Anteil an Personen mit Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml zwischen omnivoren und lakto-ovo-vegetarischen Kollektiven nicht, wenn auch die mittleren Werte in den vegetarischen Kollektiven oftmals niedriger liegt. Allerdings stellt sich die Situation für Veganerinnen anders dar. Trotz nominal höherer Eisenzuführen im Vergleich zu lakto-ovo-vegetarischen und omnivoren Kollektiven, weisen signifikant mehr Veganerinnen Serum-Ferritin-Konzentrationen < 12 ng/ml auf. Zusätzlich weist der hohe Anteil an Frauen mit Ferritin-Spiegeln < 30 ng/ml auf ein erhöhtes Risiko in Zeiten von Stress oder bei erhöhtem Blutverlust bei gleich bleibendem Verzehrverhalten hin.

5.4 LIPIDPROFIL

In den westlichen Industrieländern besteht ein hohes Risiko für koronare Herzerkrankungen. Kardiovaskuläre Erkrankungen, die sich auf Grund atherosklerotischer Veränderungen entwickeln, sind in Deutschland die Haupttodesursache (STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND 2002). Neben genetischen Faktoren sind exogene Einflüsse, wie Lebensstil und Ernährung an der Ätiologie der Atherosklerose beteiligt. Erhöhte Triglyzerid-, Gesamt-Cholesterol-, LDL-Cholesterol-Konzentrationen im Plasma, ein erhöhter atherogener Index und eine erniedrigte HDL-Cholesterol-Konzentration gelten als Prädiktoren eines erhöhten Risikos und werden – neben Rauchen und Hypertonie – als Hauptrisikofaktoren angesehen.

Basierend auf den Ergebnissen groß angelegter prospektiver Kohortenstudien wie z. B. der Framingham-Studie, die eine Assoziation zwischen dem prozentualen Beitrag des Gesamtfetts an der Gesamtenergiezufuhr sowie dem Anteil der gesättigten Fettsäuren und der Inzidenz für kardiovaskuläre Erkrankungen belegen (POSNER et al. 1991), galt die Reduktion der Fettzufuhr als erklärtes Hauptziel der Ernährungsempfehlungen in den letzten Jahrzehnten. Schlagwörter wie „fettarm“ und „fettfrei“ waren assoziiert mit

„gesund“ bzw. „herzgesund“.

Mittlerweile liegt eine Vielzahl von metabolischen Studien, prospektiven Kohortenstudien und klinischen Versuchen vor, die ausreichende Evidenz liefern, dass sich insbesondere drei Ernährungsstrategien als effektiv in der Prävention kardiovaskulärer Erkrankungen erwiesen haben: (1) Substitution der gesättigten und Trans-Fettsäuren durch nicht-hydrogenierte ungesättigte Fettsäuren, v. a. in Form von Monoenfettsäuren (2) hohe Zufuhr von omega-3-Fettsäuren aus Fischen, Fischöl, Supplementen oder pflanzlichen Quellen (3) hoher Konsum von Obst, Gemüse, Nüssen und Vollkornprodukten, geringer Konsum von Produkten aus Auszugsmehl (HU und WILLETT 2002).

Die von HU und WILLETT (2002) angeführten Strategien sind im Wesentlichen eine Zusammenfassung der Ernährungsrichtlinien des *Nutrition Committees of the American Heart Association* (KRAUSS et al. 2000) und der *International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease* (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 241) zur Prävention und Therapie kardiovaskulärer Erkrankungen.

Das **Ernährungsverhalten** des DVS-Kollektivs stellte weitestgehend eine Umsetzung dieser Ernährungsstrategien dar. So waren Obst und Gemüse bezogen auf das Gewicht die Hauptnahrungsmittel und 94,8 % derjenigen, die Brot und Backwaren konsumierten, verzehrten hauptsächlich Vollkornvarianten. Der energetische Beitrag gesättigter Fettsäuren zur Gesamtenergiezufuhr lag im Gesamt-Kollektiv bei rund 6% und damit wünschenswert niedrig, während die Monoenfettsäuren mit rund 12 % die Hauptkomponente der Fettzufuhr darstellten. Die Zufuhr der langkettigen omega-3-Fettsäuren EPA und DHA lag allerdings durch den Verzicht auf Fisch mit rund 15 mg/d sehr niedrig und bedarf einer Optimierung, da diese Menge lediglich 1,5 % der derzeit zur Vorbeugung von Herz-Kreislauf-Erkrankungen empfohlenen Zufuhrhöhe von 0,5 En% bzw. rund 1g EPA/DHA entspricht (DGE et al. 2000, S 53, BNF 1995). Verschiedene klinische Studien konnten zeigen, dass die EPA und DHA-Gewebe-Konzentrationen bei veganer Ernährung erniedrigt sind (vgl. DAVIS und KRIS-ETHERTON 2003, AGREN et al. 1995, SANDERS und REDDY 1992, FISHER et al. 1986). Vor dem Hintergrund kardioprotektiver Effekte (antiinflammatorische, antithrombotische, antiarrhythmische, hypolipidämische und vasodilatatorische Eigenschaften; SIMOPOULOS 1999) der omega-3-Fettsäuren – insbesondere der langkettigen Fettsäuren – und der geringen Konversionsrate aus alpha-Linolensäure bei gleichzeitig hoher Linolsäurezufuhr (max. 10 %) kann also ein höherer Bedarf für Veganer angenommen werden.

Verschiedene epidemiologische Studien konnten eine im Vergleich niedrigere Gesamtenergieaufnahme und Fettzufuhr bei günstigerem Fettsäuremuster in

vegetarischen und veganen Kollektiven aufzeigen (DAVEY et al. 2003, HOFFMANN et al. 2001, APPLEBY et al. 1999, LI et al. 1999, HARMANN und PARNELL 1998). Über eine vegane Ernährung wird in der Regel (noch) weniger Fett zugeführt als über eine lakto-ovo-vegetarische Ernährung (DAVEY et al. 2003, APPLEBY et al. 1999, TOOHEY et al. 1998, ROSHANAI und SANDERS 1984). Werden zusätzlich die in Kapitel 2.3.3 dargestellten Einflüsse von Ernährungsfaktoren auf das Lipidprofil vor diesem Hintergrund berücksichtigt, so ist zu erwarten, dass sich die Lipidprofile omnivorer, vegetarischer bzw. veganer Kollektive unterscheiden.

RICHTER et al. (1993), HOFFMANN et al. (2001) und KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000) konnten diese Erwartung für lakto-ovo-vegetarische Kollektive bestätigen. In Bezug auf die Unterschiede zwischen Vegetariern und Veganern konnten bereits ROSHANAI und SANDERS (1984), FISHER et al. (1986), THOROGOOD et al. (1987) ebenso wie FAMODU et al. (1998), TOOHEY et al. (1998), APPLEBY et al. (1999) und KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. (2000) zeigen, dass Veganer ein günstigeres Lipidprofil als vergleichbare Vegetarier aufweisen. Im Rahmen der Deutschen Vegan Studie konnte das günstige Lipidprofil bei veganer Ernährung erstmals für ein größeres Kollektiv deutscher Veganer nachgewiesen werden. Der überwiegende Teil der Studienteilnehmer wies Serum-Lipid-Konzentrationen auf, die im Referenzbereich lagen. Eine Hyperlipidämie wurde nur bei einem Teilnehmer festgestellt (Prävalenz bezogen auf das Gesamtkollektiv 0,65 %) und von einer Hypercholesterolämie waren zwei Teilnehmer (1,3 %) betroffen. Damit lag die Anzahl der betroffenen Personen deutlich unter der Prävalenz, die von RICHTER et al. (1993) im Rahmen des Lipidscreenings-Projektes für die Leipziger Bevölkerung (rund 10 %) dokumentiert ist und unterhalb der Prävalenz, die von LAASER (1994) für die deutsche Bundesbevölkerung angenommen wird (40 %).

Der mittlere **atherogene Index** von $3,49 \pm 3,30$ im DVS-Kollektiv lag ebenfalls niedriger als in der Leipziger Allgemeinbevölkerung und den vegetarischen, veganen Subkollektiven der Leipziger Untersuchung (Männer: LOV: $5,1 \pm 2,1$; V: $4,0 \pm 1,0$; Frauen: LOV: $3,7 \pm 1,3$; V: $4,2 \pm 1,9$) und zeigt ein im direkten Vergleich geringeres Risiko der DVS-Teilnehmer an. Ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen strengen und moderaten Veganern der DVS in Bezug auf den atherogenen Index war nicht gegeben, obwohl die Gesamt-Cholesterol-Konzentration bei den moderaten Veganern deutlich (statistisch signifikant) höher und die HDL-Konzentration leicht höher lag. Einen erhöhten Index wiesen rund 8% der DVS-Teilnehmer auf. Im Rahmen des ALM konnten die aus der Literatur bekannten Einflussfaktoren (Alter, BMI, Zufuhr gesättigter und einfach ungesättigter Fettsäuren; WOLFRAM 2001, S 375, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 376) als Prädiktoren identifiziert werden. Im Zuge der bivariaten Korrelation war jedoch nur der

inverse Zusammenhang zwischen der Monoenfettsäurezufuhr und dem atherogenen Index ausgeprägt.

Die bivariate Korrelation der Lipidstatusparameter konnte bestätigen, dass die **Risikofaktoren vergesellschaftet** auftreten. So konnte gezeigt werden, dass im Rahmen der DVS hohe Triglyzerid-Konzentrationen mit erhöhten Gesamt-Cholesterolkonzentrationen ($r_s=0,386$, $p<0,001$) und einem höheren atherogenen Index ($r_s=0,550$, $p<0,001$) einhergingen, wohingegen niedrige Triglyzerid-Spiegel, die mit einem verringerten Risiko assoziiert sind, in Kombination mit präventiv anzusehenden hohen HDL-Konzentrationen auftraten ($r_s= -0,265$, $p<0,001$).

Auch für Lipoprotein(a) und Gesamt-Cholesterol bzw. LDL-Cholesterol konnte im DVS-Kollektiv ein schwacher, positiver Zusammenhang nachgewiesen werden und bestätigt damit die Ergebnisse von HEINIMANN et al. (1996) und LI et al. (1999), die einen Zusammenhang zwischen den Lipoprotein(a)- und den Cholesterolkonzentrationen für ältere Kollektive dokumentieren konnten. Heute ist Lipoprotein(a) als wichtiger unabhängiger Risikofaktor für koronare Herzerkrankungen etabliert und es besteht Konsens, dass erhöhte Plasma- bzw. Serumspiegel mit einem erhöhten Risiko einhergehen (vgl. HACKAM und ANAND 2003, HAJJAR und NACHMAN 1996, SCANU 1992). Im DVS-Kollektiv lag eine linksschiefe Verteilung der **Lipoprotein(a)**-Konzentration vor, wie sie auch für andere Kohorten belegt ist (KAMBOH et al. 2000, LI et al. 1999, WONG et al. 1999, SCHRIEWER et al. 1984). Rund 25 % der DVS-Teilnehmer wiesen eine Lipoprotein(a)-Konzentration > 30 mg/dl auf, die unter präventiv-medizinischen Gesichtspunkten nicht überschritten werden sollte. Wird ein Grenzwert von 25 mg/dl angenommen, lagen 28,6 % der DVS-Probanden oberhalb des Grenzwertes. Der entsprechende Anteil in der bundesdeutschen Gesamtbevölkerung liegt mit 15 % deutlich niedriger (SCHMITZ und HERRMANN 1995, S 499). In Bezug auf das Risiko für atherosklerotische Veränderungen bzw. kardiovaskuläre Erkrankungen kann durch die Kombination mit den gleichzeitig günstigeren Werten für die etablierten Parameter Triglyzeride, Gesamt-, LDL- und HDL-Cholesterol sowie atherogener Index ein geringeres Risiko im Vergleich zur Durchschnittsbevölkerung angenommen werden. Im Rahmen der DVS konnte kein ALM mit statistischer Signifikanz identifiziert werden, lediglich das Alter zeigte neben der Gesamt- und der LDL-Cholesterolkonzentration eine signifikante Assoziation, sodass der aus der Literatur (u. a. HACKAM und ANAND 2003, SCANU 1992) bekannte starke Einfluss der genetischen Komponente auf den Lipoprotein(a)-Spiegel auch für das DVS-Kollektiv angenommen werden kann.

Im Mittel lag die **Triglyzerid-Konzentration** bei rund 0,96 mmol/l und damit deutlich unter

dem empfohlenen Höchstwert von 1,7 mmol/l (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 226). Das Ernährungsverhalten der DVS-Teilnehmer ist durch einen hohen energetischen Beitrag der Kohlenhydrate zur Gesamtenergiezufuhr gekennzeichnet (ca. 57 En%). Eine Ernährungsumstellung auf eine kohlenhydratreiche Kost, die vor allem durch einen hohen Gehalt an Mono- und Disacchariden gekennzeichnet ist, resultiert vorübergehend in einer vermehrten Synthese von VLDL-Triglyzeriden und damit in einer kohlenhydratinduzierten Hypertriglyzeridämie. Im DVS-Kollektiv konnte diese nicht beobachtet werden, was auf eine Adaptation an die langfristig hohe Kohlenhydratzufuhr (Downregulation der endogenen Triglyzeridsynthese; WOLFRAM 2001, S 379f., WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 380) schließen lässt. Im Rahmen des ALM konnten sowohl die Linol- als auch die alpha-Linolensäurezufuhr als signifikante Prädiktoren für die Triglyzerid-Konzentration ermittelt werden. Außerhalb des ALM waren die Zusammenhänge allerdings nicht signifikant ausgeprägt, bestätigen jedoch tendenziell den senkenden Effekt der omega-3-Polyenfettsäuren (hier alpha-Linolensäure) auf die Triglyzerid-Konzentration (WOLFRAM 2001, S 393, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379f.).

Mit steigender Ballaststoffzufuhr war eine sinkende **Gesamt-Cholesterolkonzentration** zu beobachten und mit zunehmendem Alter eine ansteigende Konzentration assoziiert. Der inverse Zusammenhang zwischen der Gesamtfettzufuhr und der Gesamt-Cholesterolkonzentration steht auf den ersten Blick im Widerspruch zu den Literaturdaten (WOLFRAM 2001, S 387f.), lässt sich jedoch vor dem Hintergrund erklären, dass Teilnehmer der DVS den größten Anteil der Fettzufuhr über Monoenfettsäuren konsumieren, für die auch in der Literatur inverse Zusammenhänge mit der Cholesterolkonzentration beschrieben sind (WOLFRAM 2001, S 386).

Im Rahmen des ALM erwiesen sich Alter und BMI als stärkste Prädiktoren für die **LDL-Konzentration**. Der aus der Literatur bekannte senkende Effekt von Phytosterinen (MIETTINEN et al. 1995, MATTSON et al. 1982) konnte weder im Rahmen des ALM noch durch bivariate Korrelationen für das DVS-Kollektiv bestätigt werden. Die positive Korrelation der LDL-Spiegel mit der Zufuhr gesättigter Fettsäuren bestätigt die Literaturdaten (u. a. HEGSTED et al. 1965, KEYS et al. 1965). Zu erwarten wäre in diesem Zusammenhang eine inverse Korrelation mit der Aufnahme einfach ungesättigter Fettsäuren (WOLFRAM 2001, S 389, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379), die über eine passive Wirkung (Aufheben der LDL-Rezeptor Suppression, die durch eine hohe Zufuhr an gesättigten Fettsäuren hervorgerufen wird) den LDL-Spiegel im Serum senken. Dieser Zusammenhang konnte in der DVS ebenso wenig nachgewiesen werden, wie ein (inverser) Zusammenhang mit der Zufuhr von Polyenfettsäuren.

Literaturdaten lassen positive Zusammenhänge zwischen der sportlichen Aktivität, einem moderaten Konsum von Alkohol (WOLFRAM 2001, S 391), dem Östrogenstatus und der **HDL-Konzentrationen** erwarten, während senkende Effekte einer hohen Zufuhr von omega-6-Fettsäuren (> 12-15 En%) beschrieben sind (WOLFRAM 2001, S 392, WAHRBURG und ASSMANN 1999, S 379, PHILLIPSON et al. 1985, SHEPHERD 1978). Wurde das weibliche Subkollektiv in jüngere und ältere Frauen differenziert, konnte kein signifikanter Unterschied bezüglich der mittleren HDL-Konzentration festgestellt werden ($p=0,295$; t Test für unabhängige Stichproben). Der Einfluss des Alkohols auf die HDL-Werte war nur im männlichen Subkollektiv quantitativ erfassbar, während der Alkoholkonsum im weiblichen Subkollektiv nicht zu den Prädiktoren zählte. Möglicherweise ist dies auf den (insgesamt) geringen Konsum alkoholischer Getränke und den hohen Anteil abstinenter Frauen zurückzuführen. Unerwarteterweise zeigte sich im männlichen Subkollektiv ein Einfluss der Polyenfettsäurezufuhr, obwohl die Zufuhr im Mittel bei rund 8,6 En% und damit in einer Höhe lag, die noch keinen Effekt vermuten lassen würde. Außerhalb des ALM war der Einfluss der mehrfach ungesättigten Fettsäuren auf die HDL-Konzentration jedoch nicht statistisch signifikant quantifizierbar – weder für die Polyenfettsäurezufuhr als stetige Variable noch in klassifizierter Form (< bzw. \geq 12 En%).

Im Rahmen der ALM konnte **Niacin** als Prädiktor für die Gesamt-Cholesterol- und die HDL-Konzentration im weiblichen Subkollektiv identifiziert werden. Allerdings war der Beitrag nur gering und der Einfluss nicht signifikant ausgeprägt. Auf der Ebene der bivariaten Korrelationen konnten inverse Zusammenhänge sowohl mit der Gesamt-Cholesterol- als auch mit der HDL- und LDL-Konzentration festgestellt werden. Nicotinsäure gilt als eines der potentesten diätetischen Mittel zur Behandlung von Hyperlipidämien. Allerdings kommen hierbei Dosen in einer Höhe zum Einsatz, die über eine normale Ernährung nicht zu realisieren sind (2 g/d; PAN et al. 2002, SPRECHER 2000, RODRIGUEZ et al. 1994). Das DVS-Kollektiv verzehrte mit rund 24 mg/d nur rund ein 100stel der zur Therapie eingesetzten Menge (Menge mit pharmakologischer Wirkung). Es bleibt fraglich, ob nicht beispielsweise die Niacinzufuhr Indikator eines hohen Konsums von Vollkornprodukten ist und damit den Einfluss von Ballaststoffen bzw. anderen sekundären Pflanzenstoffen abbildet.

Zusammenfassung:

Das DVS-Kollektiv praktiziert weitestgehend eine Ernährung, in der die Richtlinien des *Nutrition Committees of the American Heart Association* (KRAUSS et al. 2000) und der *International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease* (INTERNATIONAL TASK FORCE 1998, S 241) zur Prävention und Therapie von Hyperlipidämien umgesetzt sind. Lediglich die Zufuhr der langkettigen omega-3-Fettsäuren bedarf einer Optimierung. Das

resultierende günstige Lipidprofil bestätigt jedoch insgesamt die Effektivität der Richtlinien. HARMAN und PARNELL (1998) postulieren, dass Lebensstilfaktoren wie Rauchen und Alkoholkonsum oder auch die sportliche Aktivität möglicherweise einen größeren Einfluss auf das Lipidprofil als die Ernährungsfaktoren ausüben. Während laut WOLFRAM (2001, S 375) sowie WAHRBURG und ASSMANN (1999, S 376) die Höhe der Plasma-Lipoproteinkonzentrationen neben modifizierbaren Lebensstilfaktoren (Konsum der Genussmittel Alkohol und Nikotin, körperliche Bewegung) und der genetischen Determination (Alter, Geschlecht, Rasse) wesentlich durch das Ernährungsverhalten (z. B. Menge und Art der alimentär zugeführten Fettsäuren, Kohlenhydrat- und Ballaststoffzufuhr) bestimmt wird. Im DVS-Kollektiv konnte kein quantitativer Effekt der modifizierbaren Lebensstilfaktoren nachgewiesen werden. Allerdings dürfte dies in der insgesamt geringen Ausprägung dieser Faktoren begründet liegen. Es ist anzunehmen, dass das Praktizieren eines veganen Lebensstils – und damit ein günstiges Verhalten bezüglich der Lebensstilfaktoren – mit gesundheitlichen Vorteilen bezüglich atherosklerotischer Veränderungen und kardiovaskulärer Erkrankungen verbunden ist. Neuere Ergebnisse deuten allerdings darauf hin, dass eine vegane Ernährung aufgrund des günstigen Lipidprofils nicht uneingeschränkt zur Atherosklerose-Prävention empfohlen werden kann. So gewinnt die Bedeutung von Homocystein als möglicher, unabhängiger kardiovaskulärer Risikofaktor zunehmend an Beachtung und könnte sich auf Grund des unzureichenden Cobalamin- bzw. Pyridoxinstatus insbesondere bei veganer und z. T. auch bei vegetarischer Ernährung als problematisch erweisen (HERRMANN et al. 2003, BISSOLI et al. 2002, DONALDSON 2000, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000).

5.5 KONSEQUENZEN UND EMPFEHLUNGEN

Die Ergebnisse der DVS bestätigen, dass die Kernprobleme einer rein pflanzlichen Kost in einer bedarfsgerechten Energie-, Eisen- und Vitamin-B₁₂-Zufuhr liegen. Darüber hinaus können Kalzium, Zink, Jod und Vitamin B₆ als weitere Risikonährstoffe angesehen werden.

Rund 25 % des DVS-Kollektivs wurden als untergewichtig eingestuft. In Anbetracht des hohen Anteils untergewichtiger Personen stellt sich somit die Frage, ob **Ernährungsempfehlungen** wie die D-A-CH-Referenzwerte, die darauf abzielen, eine ausreichende Versorgung bei einer im weitesten Sinne üblichen Ernährung sicherzustellen, auch bei extrem einseitigen Ernährungsformen – wie der veganen Ernährung – greifen. Eine mögliche **Anpassung der Empfehlungen** auf

Makronährstoffebene in Form einer höheren Zufuhrempfehlung für Proteine (Berücksichtigung der schlechteren Bioverfügbarkeit) und Fette (zur Sicherung des Energiebedarfs und des Bedarfs an essentiellen Fettsäuren) wäre denkbar und wünschenswert. Ein praktischer Ansatz auf Lebensmittelebene sähe z. B. die Empfehlung eines gesteigerten Nusskonsums (hochenergetisch, günstiges Fettsäuremuster, gute Proteinquelle) vor.

Das Verhältnis der Linol- zu alpha-Linolensäure lag im Kollektiv der DVS im Mittel bei 9,3:1. Auf Grund der prothrombotischen, proaggregatorischen und inflammatorischen Eigenschaften der Dien- und Tetraen-Eicosanoide (Prekursor: omega-6-Fettsäuren) und der antithrombotischen und antiaggregatorischen Wirkungen der aus omega-3-Fettsäuren synthetisierten Trien- und Pentaen-Eicosanoide wäre eine Absenkung des Quotienten auf < 5 aus ernährungsphysiologischer Sicht wünschenswert (SIMOPOULOS 1999). Eine gezielte Auswahl pflanzlicher Fette mit hohem alpha-Linolensäuregehalt wie z. B. Walnussöl oder Leinöl kann zur Absenkung des Quotienten beitragen und wird vegan lebenden Personen empfohlen.

Die differenzierte Betrachtung von Eisenzufuhr und Eisenstatus ergab, dass trotz nominal hoher Zufuhr 40 % der jüngeren Frauen von depletierten Eisenspeichern betroffen waren. Im Subkollektiv der älteren Frauen lag dieser Anteil mit 12 % deutlich niedriger. Wurde das Tri-Index-Modell zur Diagnose eines Eisenmangels herangezogen, wurden 20 % der jüngeren und 12 % der älteren Frauen als eisendefizitär eingestuft. Je 4 % der Frauen litten unter einer Eisenmangelanämie.

Eine additive Gabe von **Eisen** wird als die effektivste Maßnahme zur Verbesserung des Eisenstatus bei Eisenmangelanämie angesehen. Zur Supplementierung sollten zweiwertige Eisenverbindungen eingesetzt werden wie beispielsweise Eisen-(II)-Sulfat. Eisenhaltige Medikamente können bis zu 100 mg Eisen pro Einzeldosis (Tablette, Ampulle) enthalten, während Nahrungsergänzungsmittel zumeist eine additive Tagesdosis von 35 mg vorsehen. Die orale Eisentherapie sollte lange genug durchgeführt werden, um sowohl die Anämie zu beheben als auch die endogenen Speicher zu füllen. Hieraus ergibt sich in den meisten Fällen eine Therapiedauer von 6 Monaten. Während dieser Zeit sollte die Hämoglobinkonzentration etwa alle 3 Wochen um bis zu 0,2 g/l ansteigen (HOFFBRAND et al. 2003, S 36). Ob und inwieweit eine Supplementierung schon in nicht-anämischen Mangelstadien sinnvoll sein kann, wird nach wie vor kontrovers diskutiert (HÜFNER 2003, S 141). Interventionsstudien, die diätetische Maßnahmen (vor allem Erhöhung des Häm-Eisen-Anteils über den regelmäßigen Verzehr von Fleischmahlzeiten) einer Supplementierung bei nicht-anämischen, eisendefizitären

Frauen gegenüberstellten, zeigten eine vergleichbare Statusoptimierung durch beide Maßnahmen. Dabei schlug sich die Besserung sowohl in hämatologischen Statusparametern (HEATH et al. 2001) als auch in einer Abnahme der Symptome Müdigkeit und Schwäche, sowie in einer Verbesserung des mentalen Status nieder (VERDON et al. 2003, PATTERSON et al. 2001).

Eine Überprüfung des Eisenstatus und ggf. eine Supplementierung dieses Mineralstoffs wird insbesondere prämenopausalen Veganerinnen empfohlen.

Die mittlere **Kalzium**zufuhr lag im untersuchten Kollektiv bei 812 mg/d. 76 % der Studienteilnehmer wiesen eine Zufuhr auf, die unterhalb der alters- und geschlechtsspezifischen D-A-CH-Referenzwerte zur Kalziumzufuhr lagen. In Anbetracht der verringerten Knochendichte und des erhöhten Osteoporoserisikos bei ungenügender Kalziumversorgung ist eine Erhöhung der Zufuhr anzustreben. Verschiedene Untersuchungen konnten belegen, dass prä- und postmenopausale Frauen mit vegetarischer bzw. veganer Ernährung eine geringe Knochendichte aufweisen als Frauen omnivorer Vergleichsgruppen (BARR et al. 1998, LAU et al. 1998, CHIU 1997). VENTI und JOHNSTON (2002) empfehlen daher für vegan lebende Erwachsene eine additive Zufuhr von 600 mg/d. Eine mögliche Alternative zur Supplementierung wird in dem Konsum kalziumreicher Mineralwässer (mind. 300 mg/l) gesehen (BOHMER et al. 2000). Da nur rund 20 % der DVS-Teilnehmer die empfohlene Aufnahmemenge nicht-alkoholischer Getränke in Höhe von mind. 1,5 Litern pro Tag (DGE 2004b) realisierten, zielt die Empfehlung und vor allem die Umsetzung vermehrt nicht-alkoholische Getränke – insbesondere kalziumhaltige Mineralwässer – zu konsumieren, auf einen zweifachen Benefit ab.

Ein weiteres Problem stellt die bedarfsgerechte Vitamin-B₁₂-Zufuhr bei veganer Ernährung dar. Da **Cobalamin** kein Syntheseprodukt des pflanzlichen Stoffwechsels und folglich nicht in pflanzlichen Lebensmitteln enthalten ist, stellen insbesondere langjährige Veganer und voll gestillte Säuglinge vegan lebender Frauen durch den völligen Verzicht auf Lebensmittel tierischer Herkunft eine Hochrisikogruppe dar (DAGNELIE 2003, HERRMANN et al. 2003, STRUCINSKA 2002, FOGARASI et al. 2001, CIANI et al. 2000, WILEY et al. 1999, STÖTTER und MAYRHOFER 1996). Pflanzliche Lebensmittel, die mikrobiell oder fäkal kontaminiert sind, werden als mögliche Vitamin-B₁₂-Quellen einer vegetarischen Kost diskutiert. Darüber hinaus wird immer noch untersucht, ob milchsauer-vergorene Lebensmittel, unterschiedliche Algenspezies (roh oder in getrocknetem Zustand) bzw. daraus hergestellte Nahrungsergänzungsmittel Cobalamin oder lediglich entsprechende

Analoga enthalten, durch die die Vitamin-B₁₂-Bioverfügbarkeit sogar herabgesetzt werden könnte (WATANABE et al. 2002, YAMADA et al. 1999, DAGNELIE et al. 1991).

Studienergebnisse deuten darauf hin, dass die adäquate Vitamin-B₁₂-Versorgung von Veganern weltweit ein Problem darstellt (z. B. HERRMANN et al. 2003, BISSOLI et al. 2002, DONALDSON 2000, KRAJCOVICOVA-KUDLACKOVA et al. 2000b). Ein ungenügender Cobalaminstatus hat direkte und indirekte gesundheitsbeeinträchtigende Effekte. Zum einen führt ein Mangel zur megaloblastären Anämie und zur funikulären Myelose; zum anderen führt ein Cobalaminmangel zu einem erhöhten Homocysteinspiegel, der wiederum mit einem erhöhten Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen einhergeht. Eine Vitamin-B₁₂-Supplementierung kann bei pflanzenbetonter Kost oftmals zu einer Absenkung der Homocystein-Konzentration beitragen (STANGER et al. 2003, MEZZANO et al. 2000) und ist daher bei veganer Ernährung dringend anzuraten. Die Gabe von 1 µg/d gilt als ausreichend, um den Minimalbedarf zu decken (BÄSSLER et al. 1997, S 151). Vor dem Hintergrund präventiv-medizinischer Aspekte sehen spezielle Ernährungsempfehlungen für Veganer aus den U.S.A. jedoch eine Supplementierung von 2,4 µg/d vor (VENTI und JOHNSTON 2002).

Die derzeit gültigen Empfehlungen zur **Mikronährstoffzufuhr** zielen auf eine Sicherstellung des Nährstoffbedarfs im Rahmen einer Mischkost ab. Da Veganer Lebensmittel tierischer Herkunft nicht verzehren und pflanzliche Lebensmittel energieärmer, nährstoffdichter – bei veränderter, teilweise verminderter Bioverfügbarkeit der Vitamine und Mineralstoffe – sind, stellt sich jedoch die Frage, ob allgemein gehaltene Ernährungsempfehlungen generell auch auf extreme Ernährungsformen anwendbar sind oder ob nicht viel mehr kostform-spezifische Empfehlungen kreiert und herangezogen werden müssten. Die DVS-Ergebnisse verdeutlichen, dass eine **Anpassung der Empfehlungen** geboten ist, in der die differierenden Bioverfügbarkeiten berücksichtigt werden.

Die Diskrepanz zwischen der beobachteten, augenscheinlich ausreichenden Zufuhr und dem schlechten klinisch messbaren Status (hier: Eisen) verdeutlicht die Notwendigkeit, **klinische Statusparameter zur ernährungsphysiologischen Beurteilung** einer (extremen) Kostform heranzuziehen. Eine reine Bewertung auf Nährstoffzufuhrebene ergibt durch die variierende Bioverfügbarkeit einzelner Nährstoffe sowie nur unzureichend abschätzbare Nährstoffinteraktionen lediglich ein stark verzerrtes Bild.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, einen Beitrag zum derzeit noch unzulänglichen Wissen um die gesundheitlichen Auswirkungen einer veganen Ernährungs- und Lebensweise anhand der im Rahmen der Deutschen Vegan Studie erhobenen Daten zu leisten. In die Endauswertung der Studie wurden 154 vegan lebende Personen (87 Frauen und 67 Männer) aus dem gesamten Bundesgebiet aufgenommen. Das Studienkollektiv zeichnete sich durch eine gesundheitsbewusste Lebensführung aus. So lag der Anteil an Nichtrauchern im beobachteten Kollektiv bei rund 97 % und der Anteil an Personen, die im Befragungszeitraum keine alkoholischen Getränke konsumierten, bei rund 73 %. Der Wunsch, die eigene Gesundheit zu optimieren, spiegelte sich auch in der Verwendung von Nahrungsergänzungsmitteln wider: Rund 50 % der Studienteilnehmer ergänzten ihre Nahrung durch Supplemente, wobei ältere Teilnehmer (≥ 51 Jahre) eine höhere Einnahmeprävalenz aufwiesen als die Jüngeren. Die sportliche Aktivität wurde von 23 % der Studienteilnehmer als gering, von 49 % als mittel und von 28 % als hoch eingeschätzt. Der mittlere BMI des Kollektivs lag mit $21,3 \text{ kg/m}^2$ im unteren Normalbereich.

Die Analyse des Lebensmittelverzehr ergab, dass sich die DVS-Probanden hauptsächlich von Obst und Gemüse sowie Brot, Backwaren und Nahrungsmitteln ernährten. Fette und Öle, Süßwaren, koffeinhaltige und alkoholische Getränke wurden nur in geringer Menge konsumiert. In das Studienkollektiv wurde eine kleinere Gruppe ($n=56$) moderater Veganer eingeschlossen, die geringe Mengen an Milch(-produkten) und Eiern verzehrten. Eine Bezeichnung dieser Personen als „restriktive Lakto-Ovo-Vegetarier“ schien nicht gerechtfertigt, wie die folgenden Daten demonstrieren: Im Mittel verzehrten die moderaten Veganer pro Monat ca. ein halbes Ei, weniger als 150 ml Milch(-produkte) und etwa 40 g Käse und/oder Quark sowie rund 50 g Butter.

Durch die praktizierte Kostzusammenstellung wurde die derzeit von Ernährungsfachgremien empfohlene Relation der Makronährstoffe sehr gut realisiert (DVS= Kohlenhydrate: 57 Energieprozent (En%), Fett: 29,7 En%, Protein: 11,6 En%). Auch das Fettverteilungsmuster der Kost stellte sich bei den Studienteilnehmern positiv dar: Gesättigte Fettsäuren trugen im Mittel zu 8 % der Gesamtenergiemenge bei, während einfach ungesättigte und mehrfach ungesättigte Fettsäuren einen Anteil von 12 En% bzw. 8,5 En% an der Gesamtenergiezufuhr ausmachten. Das Verhältnis von

omega-6 zu omega-3 Fettsäuren lag im DVS-Kollektiv bei 9,3:1. Die Gesamtenergiezufuhr lag mit $8,23 \pm 2,77$ MJ/d auffallend niedrig. Eine ausreichende Gesamtenergiezufuhr wurde nicht von allen Studienteilnehmer realisiert, dies wird durch die Tatsache bestätigt, dass rund ein Viertel der Studienteilnehmer als untergewichtig klassifiziert wurde (Frauen BMI < 19 kg/m²; Männer BMI < 20 kg/m²).

In Anbetracht der Energie- und Makronährstoffzufuhr sowie des hohen Anteils untergewichtiger Personen stellt sich die Frage, ob Ernährungsempfehlungen wie die D-A-CH-Referenzwerte, die darauf abzielen, eine ausreichende Versorgung bei einer im weitesten Sinne üblichen Ernährung sicherzustellen, auch bei extrem einseitigen Ernährungsformen – wie der veganen Ernährung – greifen. Eine mögliche Anpassung der Empfehlungen auf Makronährstoffebene in Form einer höheren Zufuhrempfehlung für Proteine (Berücksichtigung der schlechteren Bioverfügbarkeit) und Fette (zur Sicherung des Energiebedarfs und des Bedarfs an essentiellen Fettsäuren) wäre denkbar und wünschenswert.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wurde die Zufuhr von Mikronährstoffen der Studienteilnehmer dargelegt. Im Mittel lag die Zufuhrhöhe an Vitaminen und Mineralstoffen oberhalb der aktuellen Empfehlungen – mit Ausnahme von Cobalamin, Kalzium und Jod, sodass gefolgert werden kann, dass über eine vegane Ernährung – mit Ausnahme einiger Risikonährstoffe – adäquate Mengen an Vitaminen und Mineralstoffen zugeführt werden können, sofern als Bewertungsmaßstab die aktuellen Zufuhrempfehlungen herangezogen werden.

Eine gezielte Nahrungsergänzung um die (Risiko-)Stoffe sollte von vegan lebenden Personen in Betracht gezogen werden.

Im Kontext ernährungsphysiologischer Bewertungen von Kostformen sollten neben dem Vergleich von beobachteter Nährstoffzufuhr und entsprechenden Empfehlungen auch klinische Parameter herangezogen werden. Dies wurde besonders deutlich bei der Betrachtung des Eisenstatus des weiblichen Subkollektivs der Deutschen Vegan Studie. Trotz nominal hoher Zufuhr von durchschnittlich $19,9 \pm 5,53$ mg/d, wiesen 40 % der jüngeren Frauen entleerte Eisenspeicher auf (Serum-Ferritin-Konzentration < 12 ng/ml) und 20 % der jüngeren Frauen zeigten bereits ein fortgeschrittenes Mangelstadium auf (Tri-Index-Modell). Zusätzlich wies der hohe Anteil an Frauen (70,7 %) mit Ferritin-Spiegeln < 30 ng/ml auf ein erhöhtes Risiko in Zeiten von Stress oder bei erhöhtem Blutverlust bei gleichbleibendem Verzehrverhalten hin. Im Vergleich dazu liegt die Eisenmangelprävalenz in der deutschen Bevölkerung mit rund 10 % der prämenopausalen Frauen ebenso wie die Prävalenz der Eisenmangelanämie (1 % vs. rund 5 % in

der DVS) deutlich niedriger. Die Tatsache, dass keine statistisch signifikanten Einflüsse einzelner Komponenten der praktizierten Ernährung auf den Eisenstatus identifiziert werden konnten, lässt die Vermutung aufkommen, dass die vegane Kost in ihrer Gesamtheit einen wesentlichen Einfluss auf den Eisenstatus einnimmt und zur erhöhten Prävalenz von Personen mit erschöpften Eisenspeichern, latentem Eisenmangel und Eisenmangelanämie beiträgt oder dass andere Einflüsse wie beispielsweise die Stärke und Regelmäßigkeit der Menstruationsblutungen dominieren.

Die Diskrepanz zwischen der hohen alimentären Eisen-Zufuhr und dem schlechten (klinisch messbaren) Status verdeutlicht die Notwendigkeit, klinische Statusparameter zur ernährungsphysiologischen Beurteilung einer (extremen) Kostform heranzuziehen. Eine reine Bewertung auf Nährstoffzufuhrebene ergibt durch die variierende Bioverfügbarkeit einzelner Nährstoffe sowie nur unzureichend abschätzbare Nährstoffinteraktionen lediglich ein stark verzerrtes Bild.

Wenn auf den Verzehr von Lebensmitteln tierischen Ursprungs verzichtet wird, kann eine Eisen-Supplementierung bei Personen mit erschöpften Eisenspeichern zur Besserung des Allgemeinzustandes beitragen. Die Supplementierung sollte jedoch angesichts der kontroversen Diskussion um die gesundheitsbeeinträchtigenden Wirkungen erhöhter Körper-Eisenbestände (z. B. gesteigertes Risiko für die Ausbildung eines hepatischen Tumors) durch eine regelmäßige Kontrolle des Eisenstatus begleitet werden.

Bekanntermaßen haben unterschiedliche Nährstoffe eine bedeutende Rolle in der Pathogenese von Erkrankungen inne. Aus diesem Grund sollte überprüft werden, ob die vegane Ernährung Auswirkungen auf die etablierten Risikofaktoren für atherosklerotische und kardiovaskuläre Erkrankungen habe. Der Zusammenhang zwischen Ernährung, Lipidstatusparametern und kardiovaskulärem Risiko ist heute als wissenschaftlich gesichert anzusehen. Aus diesem Grund wurde das Lipidprofil der Studienteilnehmer untersucht.

Im Hinblick auf das Risiko für atherosklerotische Veränderungen und kardiovaskuläre Erkrankungen praktizierte das untersuchte Kollektiv eine Ernährung, in der die Richtlinien des *Nutrition Committee of the American Heart Association* und der *International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease* zur Prävention und Therapie von Hyperlipidämien weitestgehend umgesetzt waren. Dementsprechend wies das DVS-Kollektiv ein günstiges Lipidprofil auf. Wichtigster Risikofaktor in der Pathogenese der Koronaren Herzkrankheit ist die Hypercholesterolämie. Nahezu 40 % aller bundesdeutschen Bürger sind hiervon betroffen. Im Kollektiv der Deutschen Vegan Studie

betrug die Prävalenz hingegen $< 2\%$. Auch für die Hypertriglyzeridämie kann inzwischen ein Zusammenhang mit der Pathogenese einer Atherosklerose als gesichert angenommen werden: Ergebnisse der PROCAM-Studie zeigen, dass in Deutschland rund 19 % der Männer und etwa 4 % der Frauen von einer Hypertriglyzeridämie betroffen sind. Im Vergleich dazu konnte im untersuchten Studienkollektiv lediglich ein Veganer als hyperlipidämisch klassifiziert werden, damit lag die Prävalenz im Kollektiv bei $< 1\%$.

Im Gegensatz zu dem vorteilhaften Lipidprofil stellen sich zwei neuere Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen im DVS-Kollektiv allerdings weniger günstig dar. So wiesen rund 25 % der Teilnehmer erhöhte Lipoprotein(a)-Konzentrationen auf und zeigten somit ein erhöhtes genetisch determiniertes Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen an. Auch die mittlere Homocystein-Konzentration lag mit $21,5 \pm 24,5 \mu\text{mol/l}$ im Subkollektiv der strengen Veganer bzw. mit $12,4 \pm 9,18 \mu\text{mol/l}$ bei den moderaten Veganern deutlich oberhalb des zur Prävention atherosklerotischer Veränderungen empfohlenen Wertes von $8 \mu\text{mol/l}$. Als Ursache der Hyperhomocysteinämie konnte im DVS-Kollektiv eine unzureichende Vitamin-B₁₂-Versorgung identifiziert werden.

Insgesamt zeigte sich, dass die vegane Ernährungsform positive Effekte auf die Statusparameter des Lipidprofils aufwies. Für die in der vorliegenden Arbeit betrachteten Parameter ergab sich kein klarer Vorteil der einen oder anderen veganen Kostform. Wird allerdings die Homocystein-Konzentration (und die Vitamin-B₁₂-Konzentration) mit berücksichtigt, zeigt eine moderat vegane Kostform deutliche Vorteile. Aus der Literatur ist bekannt, dass eine Vitamin-B₁₂-Supplementierung in vielen Fällen effektiv zu einer Absenkung der Homocystein-Konzentration beitragen kann. Daher wird (streng) vegan lebenden Personen eine Vitamin-B₁₂-Supplementierung angeraten, um die positiven (risikomindernden) Effekte einer rein pflanzlichen Kostform bezüglich atherosklerotischer Erkrankungen zu unterstützen.

Abschließend lässt sich feststellen, dass die Ergebnisse der Deutschen Vegan Studie auf Folgendes hindeuten:

- (1) Mit einer veganen Ernährung ist ein Lebensstil verbunden, der als gesundheitsfördernd angesehen werden kann.
- (2) Eine vegane Ernährung ist durch eine günstige Relation der Hauptnährstoffe, einen hohen Gehalt an antioxidativen Substanzen und Ballaststoffen gekennzeichnet.

- (3) Die vegane Ernährung und der assoziierte Lebensstil resultieren in einem Lipidprofil, das mit einem geringen Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen einhergeht.
- (4) Eine bedarfsangepasste Energiezufuhr erscheint problematisch.
- (5) Eine erhöhte Zufuhr von Kalzium, Eisen, Jod, Vitamin B₁₂ und alpha-Linolensäure ist anzustreben.
- (6) Mögliche Schwachpunkte einer veganen Ernährung wie eine inadäquate Eisen- und Vitamin-B₁₂-Versorgung sollten an Hand geeigneter klinischer Parameter überprüft und gegebenenfalls durch eine Supplementierung ausgeglichen werden.

Im Rahmen der DVS konnte gezeigt werden, dass den gesundheitlichen Vorteilen (1-3) einer reinen Pflanzenkost schwerwiegende Mängel (4-5) gegenüberstehen. Aus diesem Grund, ist eine vegane Kostform nicht uneingeschränkt als Dauerkostform empfehlenswert. Erwachsenen Personen, die sich vegan ernähren wollen, wird eine sehr sorgfältige Kostzusammenstellung und additive Zufuhr der Risikonährstoffe empfohlen. Vulnerablen Personengruppen bzw. Personen mit erhöhtem Bedarf an Mikro- und/oder Makronährstoffen (Älteren, Schwangeren, Stillenden, Heranwachsenden, Kindern) wird von der Praktizierung einer veganen Ernährungsweise abgeraten. Eine Überprüfung der Risikonährstoffe sollte in geeigneten Abständen anhand geeigneter Statusparameter erfolgen.

Schlagworte: vegan, Eisenstatus, Lipidprofil

7 SUMMARY

This doctoral thesis evaluated a number of health effects of a vegan diet and its associated life style, analysing data from the German Vegan Study. The study was conducted as a cross-sectional study in Germany. In the presented results the study cohort included 154 vegan living persons (87 females and 67 males). The study cohort was characterized by a health conscious life style: 97 % were non-smokers and about 73 % of the cohort stated, to abstain from alcoholic beverages. The wish to optimize the own health status was mirrored in the use of dietary supplements. About 50 % of the study cohort supplemented their diet, with older (≥ 51 years) persons using supplements more frequently than younger ones. Physical activity was stated to be low by 23 % of the participants, while 49 % and 28 % were moderate and highly active, respectively. The calculated mean BMI (21.3 kg/m^2) was at the lower range of the definition of “normal weight”.

Taking a closer look at the consumption patterns of the participants revealed that their diet consisted mainly out of fruit, vegetables, bread, pastries, cereals and nutriments. Fats and oils, sweets, coffee, tea and alcoholic beverages were consumed only sparingly. There was a small group of moderate vegans ($n=56$) that consumed small amounts of milk, dairy products, and eggs. To name them restricted lacto-ovo-vegetarians didn't seem appropriate as the following data demonstrates: Mean consumption per month was $\frac{1}{2}$ egg, less than 150 ml milk/dairy products and about 40 g cheese/curd as well as nearly 50 g butter.

The nutritional behaviour resulted in a macronutrient pattern that met the current official recommendations from the German Nutrition Society quite well (carbohydrates: 57 energy percent (En%), fat: 29.7 En%, protein: 11.6 %). Saturated fatty acids contributed 8 En% of total energy, while monounsaturated and polyunsaturated fatty acids contributed 12 En% and 8.5 En%, respectively. The results showed that the ratio of omega-6 to omega-3 fatty acids was 9.3:1 in the studied cohort. In total the energy intake ($8.23 \pm 2.77 \text{ MJ/d}$) was remarkably low. The appropriate energy intake was clearly not realised in all cases, this is supported by the fact that $\frac{1}{4}$ of the cohort were classified as underweight (females BMI $< 19 \text{ kg/m}^2$; males BMI $< 20 \text{ kg/m}^2$).

Using the intake data of these nutrients as an example, it can already be concluded that dietary recommendations that aim at providing adequate amounts of nutrients in the

course of common, omnivorous diets seem not to be useful in extreme dietary forms – such as the vegan diet. Therefore an adaptation of the specific intake recommendations for macronutrients resulting in a higher reference value for protein (considering the lower bioavailability) and fat (assuring energy needs and the need for essential fatty acids) would be feasible and desirable.

Examining the intake of micronutrients was the next step. The mean intake of vitamins and minerals was above current recommendations, with the exception of vitamin B₁₂, calcium and iodine. Thus, one can conclude, that (based on comparisons with the reference values for dietary intakes) a vegan diet provides – with the exception of some risk nutrients – adequate amounts of vitamins and minerals.

A targeted supplementation of the risk nutrients should be considered by vegan living persons.

Besides data over nutrient intake it is relevant to analyse the nutrient status via clinical status parameters. In the studied cohort, this became especially evident for iron. Even though the mean iron intake was high (19.9 ± 5.53 mg/d), 4 % of the total female cohort showed iron deficiency anaemia. The situation seemed more drastic for younger women (< 50 years of age). 40 % of these had a latent deficiency (serum ferritin concentration < 12 ng/mL), and a further 20 % had reached a progressed stadium of iron deficiency as indicated by the Tri-Index-Model. Additionally, the high proportion of women (70.7 %) with serum ferritin concentrations < 30 ng/mL gave an idea of an elevated risk of iron deficiency in cases of stress or increased blood loss. Published data about the corresponding values in the general population of Germany indicate a lower prevalence: About 10 % of premenopausal women are iron deficient and only 1 % show iron deficient anaemia.

It was impossible to identify single diet components as predictors of iron status in the female cohort of the German Vegan Study. Therefore it is concluded that the vegan diet per se had a significant impact on iron status und resulted in an increased prevalence of depleted iron stores, iron deficiency and iron deficient anaemia. Other influencing factors like the strength and the regularity of menstrual blood losses seemed to be of additionally importance.

Once again, the shown discrepancy between the high dietary intake and the inadequate clinical status illustrates the necessity to use clinical status parameters to evaluate the health effects of an extreme dietary form. An evaluation solely on the basis of analyses of dietary intakes results in incorrect conclusions, since the varying of bioavailability of

nutrients as well as the interactions between various nutrients consumed at the same time are not considered.

If no food of animal origin is consumed and iron stores begin to deplete, an iron supplementation can be useful, i. e. leading to an optimised general well being. Because of the controversial discussion of negative side effects of increased iron stores (i. e. increased risk for neoplastic diseases of the liver), the supplementation should be monitored regularly by analysing clinical status parameters.

As it is known that many nutritional factors play an important role in disease development, it was of interest if the vegan diet had an effect on the acknowledged risk factors for atherosclerosis and cardiovascular disease. Today the association between hyperlipidemia and pathogenesis of atherosclerosis is confirmed. The study participants practised a diet that largely met the recommendations for prevention and therapy of hyperlipidemia of the *Nutrition Committee of the American Heart Association* and the *International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease*. Furthermore the lipid profile was considered to be favourable in the course of prevention of atherosclerosis and cardiovascular diseases. In the cohort of the German Vegan Study only one male showed a triglyceride concentration > 4.5 mmol/L, whereas the results of the PROCAM-study indicate that nearly 19 % of German males and about 4% of German females are affected by hyperlipidemia. Hypercholesterolemia is the main risk factor in the pathogenesis of a coronary heart disease. The prevalence within the studied vegan cohort was below 2 %, whereas nearly 40 % of the German general population (as shown by the PROCAM-study) are affected by increased serum cholesterol concentrations.

Contrastingly two younger risk factors can be considered as less optimal in the studied cohort: Nearly 25 % showed increased lipoprotein(a)-concentrations, that indicate an enlarged genetic determined risk for cardiovascular diseases. Furthermore, the mean homocysteine concentration was 21.5 ± 24.5 $\mu\text{mol/L}$ in the subcohort of the pure vegans and 12.4 ± 9.18 $\mu\text{mol/L}$ in the moderate vegans. The values were clearly above the threshold value of 8 $\mu\text{mol/L}$ which is recommended for the prevention of coronary heart disease. In the studied cohort the elevated homocysteine concentration could be traced back to an insufficient vitamin-B₁₂-supply.

Altogether it was shown that a vegan diet had positive effects on the status parameters of the lipid profile. Yet, no clear extra benefit was seen from neither the pure nor from the moderate vegan diet for the analysed lipid parameters. Regarding the homocysteine plasma concentrations it is evident that a moderate vegan diet shows health advantages.

For it is known from the literature that a cobalamin supplementation can effectively reduce hyperhomocysteinemia in most cases, vegan persons should supplement their diet with vitamin B₁₂ in order to support the positive effects of a plant-only diet on atherosclerotic risk.

Finally, the following can be concluded from the results of the German Vegan Study:

- (1) The life style that is associated with practising a vegan diet shows health promoting effects.
- (2) A vegan diet is characterised by a favourable macronutrient relation, a high content of antioxidant compounds and fibre.
- (3) The vegan diet and its related life style cause a lipid profile that is linked with a low risk for cardiovascular diseases.
- (4) Energy requirements seem to be difficult to fulfil in the course of a vegan diet.
- (5) Intake of calcium, iron, iodine, cobalamin and alpha-linoleic acid should be achieved.
- (6) Possible shortcomings of a vegan diet, such as an inadequate supply with iron and vitamin B₁₂, should be monitored regularly using clinical status parameters and should be supplemented in case of deficiency.

In the course of a vegan diet the potential benefits (1-3) are opposed by serious deficits (4-5). Thus, practising a vegan diet is recommended only with limitations. Adult persons who want to eat and live vegan are encouraged to be aware of potential risks, plan their menu very carefully and supplement their diet with the risk nutrients. Persons with special needs (i. e. elderly, pregnant and/or nursing women, adolescents and children) are discouraged to practise a vegan diet. Status of possible risk nutrients should be monitored regularly by analysing clinical status parameters.

key words: vegan, iron status, lipid profile

8 LITERATURVERZEICHNIS

- **Abbott RD, Wilson PW, Kannel WB, Castelli WP** (1988): High density lipoprotein cholesterol, total cholesterol screening, and myocardial infarction. The Framingham Study. *Arteriosclerosis* **8** (3), 207-211.
- **Abdulla M, Andersson I, Asp NG, Berthelsen K, Birkhed D, Dencker I, Johansson CG, Jägerstad M, Kolar K, Nair BM, Nilsson-Ehle P, Norden A, Rassner S, Akesson B, Öckerman PA** (1981): Nutrient intake and health status of vegans: chemical analyses of diets using the duplicate portion sample technique. *Am. J. Clin. Nutr.* **34** (11), 2464-2477.
- **Abdulla M, Aly KO, Andersson I, Asp NG, Birkhed D, Dencker I, Johansson CG, Jägerstad M, Kolar K, Nair BM, Nilsson-Ehle P, Norden A, Rassner S, Svensson S, Akesson B, Öckerman PA** (1984): Nutrient intake and health status of lactovegetarians: chemical analyses of diets using the duplicate portion sample technique. *Am. J. Clin. Nutr.* **40** (2), 325-338.
- **Abele G** (1995): Ernährungswissen und Ernährungsglaube vegan lebender Menschen. Ergebnisse der Vegan-Studie Hannover-Gießen. Hausarbeit im Rahmen des Ersten Staatsexamens für das Lehramt an berufsbildenden Schulen im Lande Niedersachsen, Universität Hannover.
- **Agren JJ, Tormala ML, Nenonen MT, Hänninen OO** (1995): Fatty acid composition of erythrocyte, platelet, and serum lipids in strict vegans. *Lipids* **30** (4), 365-369.
- **Alexander D, Ball MJ, Mann J** (1994): Nutrient intake and haematological status of vegetarians and age-sex matched omnivores. *Eur. J. Clin. Nutr.* **48** (8), 538-546.
- **Allen NE, Appleby PN, Davey GK, Key TJ** (2000): Hormones and diet: low insulin-like growth factor-I but normal bioavailable androgens in vegan men. *Br. J. Cancer* **83** (1), 95-97.
- **Allen NE, Appleby PN, Davey GK, Kaaks R, Rinaldi S, Key TJ** (2002): The Associations of Diet with Serum Insulin-like Growth Factor I and Its Main Binding Proteins in 292 Women Meat-Eaters, Vegetarians, Vegans. *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.* **11** (11), 1441-1448.
- **American Dietetic Association, Dietitians of Canada** (2003): Position paper of the American Dietetic Association and the Dietitians of Canada: vegetarian diets. *J. Am. Diet. Assoc.* **103** (6), 748-765.
- **American Heart Association** (2004): AHA Scientific Position. Cholesterol, Lowering the Levels. Elektronisches Dokument, URL am 17.06.2004
<http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=4509>.
- **Anderson BM, Gibson RS, Sabry JH** (1981): The iron and zinc status of long-term vegetarian women. *Am. J. Clin. Nutr.* **34** (6), 1042-1048.
- **Appleby PN, Davey GK, Key TJ** (2002): Hypertension and blood pressure among meat eaters, fish eaters, vegetarians and vegans in EPIC-Oxford. *Public Health Nutr.* **5** (5), 645-654.
- **Appleby PN, Thorogood M, Mann JI, Key TJ** (1999): The Oxford Vegetarian Study: an overview. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 525S-531S.

- **Arab-Kohlmeier L, Sichert-Oevermann W, Schettler G** (1989): Eisenzufuhr und Eisenstatus der Bevölkerung in der Bundesrepublik Deutschland (Ergebnisse der Heidelberger Männer Studie, Heidelberger Frauen Studie, Ernährungs- und Gesundheitsstudie). Berlin, Springer Verlag, S 166.
- **Assmann G, Schulte H** (1992): The Importance of Triglycerides: Results from the Prospective Cardiovascular Münster (PROCAM) Study. *Eur. J. Epidemiol.* **8** (Suppl. 1), 99-103.
- **Atik J** (2001): Einfluss einer veganen Ernährung auf den Fettstoffwechsel. Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an berufsbildenden Schulen im Lande Niedersachsen, Universität Hannover.
- **Ball MJ** (1997): Vegetarian, vegan or meat eater – The pros and the cons. *Aust. Fam. Physician* **26** (11), 1269-1274.
- **Ball MJ, Bartlett MA** (1999): Dietary intake and iron status of Australian vegetarian women. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3), 353-358.
- **Barr SI** (1999): Vegetarianism and menstrual cycle disturbances: is there an association? *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 549S-554S.
- **Barr SI, Chapman GE** (2002): Perceptions and practices of self-defined current vegetarian, former vegetarian, and nonvegetarian women. *J. Am. Diet. Assoc.* **102** (3), 354-360.
- **Barr SI, Prior JC, Janelle KC, Lentle BC** (1998): Spinal bone density in premenopausal vegetarian and nonvegetarian women: cross-sectional and prospective comparisons. *J. Am. Diet. Assoc.* **98** (7), 760-765.
- **Bässler KH, Golly I, Loew D, Pietrzik K** (1997): Vitamin-Lexikon für Ärzte, Apotheker und Ernährungswissenschaftler. 2. vollständig überarb. und erw. Auflage, Stuttgart, Gustav Fischer Verlag, S 534.
- **Beard J, Green W, Miller L, Finch C** (1984): Effect of iron-deficiency anemia on hormone levels and thermoregulation during cold exposure. *Am. J. Physiol.* **247** (1 Pt 2), R114-R149.
- **Beardsworth A, Keil T** (1991): Health-related beliefs and dietary practices among vegetarians and vegans: a qualitative study. *Health Education Journal* **50** (1), 38-42.
- **Beilin LJ** (1994): Vegetarian and other complex diets, fats, fiber, and hypertension. *Am. J. Clin. Nutr.* **59** (5 Suppl.), 1130S-1135S.
- **Beitz R, Mensink GBM, Fischer B, Thamm M** (2002): Vitamins – dietary intake and intake from dietary supplements in Germany. *Eur. J. Clin. Nutr.* **56** (6), 539-545.
- **Berg K** (1963): A new serum type system in man: the Lp-system. *Acta Pathol. Microbiol. Scand.* **59**: 369-382.
- **Bender MM, Levy AS, Schlucker RE, Yetley EA** (1992): Trends in prevalence and magnitude of vitamin and mineral supplement usage and correlation with health status. *J. Am. Diet Assoc.* **92** (9), 1096-1101.
- **Biesalski HK, Fürst P, Kasper H, Kluthe R, Pöler W, Puchstein C, Stähelin HB; Hrsg.** (1999): Ernährungsmedizin. 2. überarb. und erw. Auflage. Stuttgart, Thieme, S 708.
- **Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K; Hrsg.** (2002): Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Prävention und Therapie mit Mikronährstoffen. Stuttgart, Thieme, S 774.

- **Bindra GS, Gibson RS** (1986): Iron status of predominantly lacto-ovo vegetarian East Indian immigrants to Canada: a model approach. *Am. J. Clin. Nutr.* **44** (5), 643-652.
- **Bissoli L, Di Francesco V, Ballarin A, Mandragona R, Trespidi R, Brocco G, Caruso B, Bosello O, Zamboni M** (2002): Effect of Vegetarian Diet on Homocysteine Levels. *Ann. Nutr. Metab.* **46** (2), 73-79.
- **Blanc JF, Bioulac-Sage P, Balabaud C** (2000): Iron overload and cancer. *Bull. Acad. Natl. Med.* **184** (2), 355-363. (Medline-Abstract, Artikel in Französisch)
- **Block G, Cox C, Madans J, Schreiber GB, Licitra L, Melia N** (1988): Vitamin supplement use by demographic characteristics. *Am. J. Epidemiol.* **127** (2), 297-309.
- **BNF** (British Nutrition Foundation (1995): n-3 fatty acids and health. Briefing paper. London.
- **Bohmer H, Muller H, Resch KL** (2000): Calcium supplementation with calcium-rich mineral waters: a systematic review and meta-analysis of its bioavailability. *Osteoporos. Int.* **11** (11), 938-943.
- **Boldt DH** (1999): New perspectives on iron: an introduction. *Am. J. Med. Sci.* **318** (4), 207-212.
- **Bothwell TH, Seftel H, Jacobs P Torrance JD, Baumslag N** (1964): Iron overload in Bantu subjects: studies on the availability of iron in Bantu beer. *Am. J. Clin. Nutr.* **14**, 47-51.
- **Boushey CJ, Beresford SA, Omenn GS, Motulsky AG** (1995): A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folic acid intakes. *JAMA* **274** (13), 1049-1057.
- **Bowman BA, Russel RM**; Hrsg. (2001): Present Knowledge in Nutrition. 8th Edition, Washington, International Life Sciences Institute-Nutrition Foundation, S 805.
- **Brooks R, Kemm JR** (1979): Vegan diet and life-style; A preliminary study by postal questionnaire. *Proc. Nutr. Soc.* **38** (1), 15A.
- **Bruker MO** (1987): Unsere Nahrung – unser Schicksal. 18. Auflage, Lahnstein, E.M.U.-Verlags-GmbH, S 428.
- **Brussaard JH, Brants HA, Bouman M, Lowik MR** (1997): Iron intake and iron status among adults in the Netherlands. *Eur. J. Clin. Nutr.* **51** (Suppl 3), S51-S58.
- **Bühl A, Zöfel P** (2000): SPSS Version 10. Einführung in die moderne Datenanalyse unter Windows. 7., überarb. und erw. Auflage, München, Addison-Wesley, S 734.
- **Burr ML, Sweetnam PM** (1982): Vegetarianism, dietary fiber, and mortality. *Am. J. Clin Nutr.* **36** (5), 873-877.
- **Carlberg KA, Buckman MT, Peake GT, Riedesel ML** (1983): A survey of menstrual function in athletes. *Eur. J. Appl. Physiol.* **51**, 211-222.
- **Castelli WP, Anderson K, Wilson PW, Levy D** (1992): Lipids and risk of coronary heart disease. The Framingham Study. *Ann. Epidemiol.* **2** (1-2), 23-28.
- **Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R** (1993): Dietary and Lifestyle Determinants of Mortality among German Vegetarians. *Int. J. Epidemiol.* **22** (2), 228-236.
- **Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R, Eilber U** (1992): Mortality pattern of German vegetarians after 11 year follow up. *Epidemiology* **3** (5), 395-401.
- **Chen EC, Brzyski RG** (1999): Exercise and reproductive dysfunction. *Fertil. Steril.* **71** (1), 1-6.

- **Chiu JF, Lan SJ, Yang CY, Wang PW, Yao WJ, Su LH, Hsieh CC** (1997): Long-term vegetarian diet and bone mineral density in postmenopausal Taiwanese women. *Calcif. Tissue Int.* **60** (3), 245-259.
- **Chiron R, Dabadie A, Gandemer-Delignieres V, Balencon M, Legall E, Roussey M** (2001): Anemia and limping in a vegetarian adolescent. *Arch. Pediatr.* **8** (1), 62-65. (Medline-Abstract, Artikel in Französisch)
- **Ciani F, Poggi GM, Pasquini E, Donati MA, Zammarchi E** (2000): Prolonged exclusive breast-feeding from vegan mother causing an acute onset of isolated methylmalonic aciduria due to a mild mutase deficiency. *Clin. Nutr.* **19** (2), 137-139.
- **Claude J, Frentzel-Beyme R, Eilber U** (1987): Prospektive epidemiologische Studie bei Vegetariern. In: Vegetarier Bund Deutschland e.V.; Hrsg.: Studien mit Vegetariern. Göttingen, Echo-Verlag, S 13-22.
- **Cook JD, Morck TA, Lynch SR** (1981): The inhibitory effect of soy products on nonheme iron absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.* **34** (12), 2622-2629.
- **Cooper MJ, Zlotkin SH** (1996): Day-to-day variation of transferrin receptor and ferritin in healthy men and women. *Am. J. Clin. Nutr.* **64** (5), 738-742.
- **Coppola A, Davi G, De Stefano, Mancini FP, Cerbone AM, Di Minno G** (2000): Homocysteine, coagulation, platelet function, and thrombosis. *Semin. Thromb. Hemost.* **26** (3), 243-254.
- **Craig WJ** (1994): Iron status of vegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* **59** (5 Suppl.), 1233S-1237S.
- **Dagnelie PC** (2003): Nutrition and health – potential health benefits and risks of vegetarianism and limited consumption of meat in the Netherlands. *Ned. Tijdschr. Geneesk.* **147** (27), 1308-1313. (Medline-Abstract, Artikel in Niederländisch)
- **Dagnelie PC, Vergote FJ, van Staveren WE, van den Berg H, Dingjan PG, Hautvast JG** (1990): High prevalence of rickets in infants on macrobiotic diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **51** (2), 202-208.
- **Dagnelie PC, van Staveren WA, van den Berg H** (1991): Vitamin B-12 from algae appears not to be bioavailable. *Am. J. Clin. Nutr.* **53** (3), 695-697.
- **Dallman PR** (1987): Iron deficiency and the immune response. *Am. J. Clin. Nutr.* **46** (2), 329-334.
- **Dallman PR, Yip R, Johnson C** (1984): Prevalence and causes of anemia in the United States, 1976 to 1980. *Am. J. Clin. Nutr.* **39** (3), 437-445.
- **Danesh J, Appleby P** (1999): Coronary Heart Disease and Iron Status: Meta-Analyses of prospective studies. *Circulation* **99** (7), 852-854.
- **Davey GK, Spencer EA, Appleby PN, Allen NE, Knox KH, Key TJ** (2003): EPIC-Oxford: lifestyle characteristics and nutrient intakes in a cohort of 33 883 meat-eaters and 31 546 non meat-eaters in the UK. *Public Health Nutrition* **6** (3), 259-268.
- **Davis BC, Kris-Etherton PM** (2003): Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (3 Suppl), 640S-646S.

- **Desroches S, Mauger JF, Ausman L M, Lichtenstein AH, Lamarche B** (2004): Soy protein favorably affects LDL size independently of isoflavones in hypercholesterolemic men and women. *J. Nutr.* **134** (3), 574-579.
- **DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung]**; Hrsg (1996): Ernährungsbericht 1996. Frankfurt am Main, Druckerei Heinrich GmbH.
- **DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung]**; Hrsg. (2000): Ernährungsbericht 2000. Frankfurt am Main, Druckerei Heinrich GmbH, S 393.
- **DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung], Österreichische Gesellschaft für Ernährung, Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung, Schweizerische Vereinigung für Ernährung** (2000): Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Frankfurt am Main, Umschau/Braus, S 240.
- **DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung]** (2004a): Der neue DGE-Ernährungskreis. Eine runde Sache. DGE-info 4/2004, S 54-55.
- **DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung]** (2004b): DGE-Ernährungskreis – Lebensmittelmengen. DGE-info 5/2004, S 73.
- **Diamond H, Diamond M** (1986): Fit fürs Leben – Fit for Life. München, Goldmann, S 346.
- **Dombrowski DA** (1985): Vegetarianism: The philosophy behind the ethical diet. Wellingborough, Thorsons Publishers Limited, S 186.
- **Donaldson MS** (2000): Metabolic vitamin B12 status on a mostly raw vegan diet with follow-up using tablets, nutritional yeast, or probiotic supplements. *Ann. Nutr. Metab.* **44** (5-6), 229-234.
- **Donovan UM, Gibson RS** (1995): Iron and zinc status of young women aged 14 to 19 years consuming vegetarian and omnivorous diets. *J. Am. Coll. Nutr.* **14** (5), 463-472.
- **Donovan UM, Gibson RS** (1996): Dietary intakes of adolescent females consuming vegetarian, semi-vegetarian, and omnivorous Diets. *J. Adol. Health* **18** (4), 292-300.
- **Dörr B** (1998): Zufuhr und Versorgung mit Vitamin B₆ bei veganer Ernährung. Ergebnisse der Deutschen Vegan Studie. Dissertation, Universität Hannover.
- **Draper A, Lewis J, Malhotra N, Wheeler E** (1993): The energy and nutrient intakes of different types of vegetarians: a case for supplements? *Br. J. Nutr.* **69** (1), 3-19.
- **Dwyer J** (1988): Health aspects of vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **48** (3 Suppl.), 712-738.
- **Dwyer J** (1999): Convergence of plant-rich and plant-only diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 620S-622S.
- **Dwyer JT, Mayer LDVH, Dowd K, Kandel RF, Mayer J** (1974): The "new" vegetarians: the natural high? *J. Am. Diet. Assoc.* **65** (5), 529-36.
- **Elam MB, Hunninghake DB, Davis KB, Garg R, Johnson C, Egan D, Kostis JB, Sheps DS, Brinton EA** (2000): Effect of niacin on lipid and lipoprotein levels and glycemic control in patients with diabetes and peripheral arterial disease: The ADMIT study: A randomized trial. Arterial Disease Multiple Intervention Trial. *JAMA* **284** (10), 1263-1270.
- **Fairbanks VF** (1999): Iron in Medicine and Nutrition. In: Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC (Hrsg.): Modern Nutrition in Health and Disease. Ninth Edition, Baltimore, Williams & Wilkins, S 193-221.

- **Famodu AA, Osilesi O, Makinde YO, Osonuga OA** (1998): Blood Pressure and Blood Lipid Levels among Vegetarian, Semi-Vegetarian, and Non-Vegetarian Native Africans. *Clin. Biochem.* **31** (7), 545-549.
- **Farhall R** (1994): The Vegan Society – The First Fifty Years. *The Vegan (New Series)* **10** (3), i-xiii.
- **Fischer B, Döring A** (1999): Häufigkeit der Einnahme von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten. Vergleich nationaler und internationaler Studien. *Ernährungs-Umschau* **46**, 44-47.
- **Fisher M, Levine PF, Weiner B, Ockene IS, Johnson B, Johnson MH, Natale AM, Vaudreuil CH, Hoogasian J** (1986): The effect of vegetarian diets on plasma lipids and platelet levels. *Arch. Intern. Med.* **146** (6), 1193-1197.
- **Fleming DJ, Tucker KL, Jacques PF, Dallal GE, Wilson PWF, Wood RJ** (2002): Dietary factors associated with the risk of high iron stores in the elderly Framingham Heart Study cohort. *Am. J. Clin. Nutr.* **76** (6), 1375-1384.
- **Fogarasi A, Neuwirth M, Bekesi A, Bocskai E** (2001): Macrocytic anemia and neurological signs due to vitamin B₁₂ deficiency in a breast-fed infant of a strict vegetarian mother. *Orv. Hetil.* **142** (46), 2581-2585. (Medline-Abstract, Artikel in Ungarisch)
- **Fokkema MR, Brouwer DA, Hasperhoven MB, Hetteema Y, Bemelmans WJ, Muskiet FA** (2000): Polyunsaturated fatty acid status of Dutch vegans and omnivores. *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids* **63** (5), 279-285.
- **Food and Nutrition Board** (2001): Dietary reference intakes for vitamin A, vitamin K, arsenic, boron, chromium, copper, iodine, iron manganese, molybdenum, nickel, silicon, vanadium, and zinc: a report of the Panel on Micronutrients, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients and of Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board, Institute of Medicine. Washington, National Academy of Sciences, S 773.
- **Freeland-Graves JH** (1988): Mineral adequacy of vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **48** (3 Suppl.), 859-862.
- **Freeland-Graves JH, Greninger SA, Young RK** (1986): A demographic and social profile of age- and sex-matched vegetarians and nonvegetarians. *J. Am. Diet. Assoc.* **86** (7), 907-913.
- **Frentzel-Beyme R, Chang-Claude J** (1994): Vegetarian diets and colon cancer: the German experience. *Am. J. Clin. Nutr.* **59** (5 Suppl.), 1143S-1152S.
- **Gey KF** (1995): Cardiovascular disease and vitamins. Concurrent correction of "suboptimal" plasma antioxidant levels may, as important part of "optimal" nutrition, help to prevent early stages of cardiovascular disease and cancer, respectively. *Bibl. Nutr. Dieta.* **52**, 75-91.
- **Glowatzki M** (2003): persönliche Mitteilung, Oktober 2003.
- **Goldberg GR, Black AE, Jebb SA, Cole TJ, Murgatroyd PR, Coward WA, Prentice AM** (1991): Critical evaluation of energy intake data using fundamental principles of energy physiology: 1. Derivation of cut-off limits to identify under-recording. *Eur. J. Clin. Nutr.* **45** (12), 569-581.

- **Goldhamer AC, Lisle DJ, Parpia B, Anderson SV, Campbell TC** (2001): Medically supervised water-only fasting in the treatment hypertension. *Manipulative Physiol. Ther.* **24** (5), 335-339.
- **Goldhamer AC, Lisle DJ, Sultana P, Anderson SV, Parpia B, Hughes B, Campbell TC** (2002): Medically supervised water-only fasting in the treatment of borderline hypertension. *J. Altern. Complement. Med.* **8** (5), 643-650.
- **Gordon DJ, Rifkind BM** (1989): High-density lipoprotein – the clinical implications of recent studies. *N. Engl. J. Med.* **321** (19), 1311-1316.
- **Grainger DJ, Kirschenlohr HL, Metcalfe JC, Weissberg PL, Wade DP, Lawn RM** (1993): Proliferation of Human Smooth Muscle Cells Promoted by Lipoprotein (a). *Science* **260** (5114), 1655-1658.
- **Gregory JF 3rd, Trumbo PR, Bailey LB, Toth JP, Baumgartner TG, Cerda JJ** (1991): Bioavailability of pyridoxine-5'-beta-D-glucoside determined in humans by stable-isotope methods. *J. Nutr.* **121** (2), 177-186.
- **Greiling H, Gressner AM**; Hrsg. (1995): Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie. 3. Neubearb. Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 1464.
- **Gressner AM, Thomas L** (1995): Proteinstoffwechsel. In: Greiling H und Gressner AM; Hrsg. (1995): Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie. 3. Neubearb. Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 194-246.
- **Hackam DG, Anand SS** (2003): Emerging Risk Factors for Atherosclerotic Vascular Disease. *JAMA* **290** (7), 932-940.
- **Haddad EH, Tanzman JS** (2003): What do vegetarians in the United States eat? *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (3 Suppl.), 626S-632S.
- **Haddad EH, Berk LS, Kettinger JD, Hubbard RW, Peters WR** (1999a): Dietary intake and biochemical, hematologic, and immune status of vegans compared with nonvegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 586S-593S.
- **Haddad EH, Sabate J, Whitten CG** (1999b): Vegetarian food guide pyramid: a conceptual framework. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 615S-619S.
- **Hafstrom I, Ringertz B, Spangberg A, von Zweigbergk L, Brannemark S, Nylander I, Ronnelid J, Laasonen L, Klareskog L** (2001): A vegan diet free of gluten improves the signs and symptoms of rheumatoid arthritis: the effects on arthritis correlate with a reduction in antibodies to food antigens. *Rheumatology (Oxford)* **40** (10), 1175-1179.
- **Hajjar KA, Nachman RL** (1996): The role of Lipoprotein(a) in arteriogenesis and thrombosis. *Annu. Rev. Med.* **47**, 423-442.
- **Hallberg L, Brune M, Rossander L** (1989): Iron absorption in man: ascorbic acid and dose-dependent inhibition by phytate. *Am. J. Clin. Nutr.* **49** (1), 140-144.
- **Hambraeus L** (1999): Animal- and plant-food-based diets and iron status: benefits and costs. *Proc. Nutr. Soc.* **58** (2), 235-242.
- **Hänninen O, Rauma AL, Kaartinen K, Nenonen M** (1999): Vegan diet in physiological health promotion. *Acta Physiol. Hung.* **86** (3-4), 171-180.

- **Hänninen O, Kaartinen K, Rauma AL, Nenonen M, Torronen R, Hakkinen AS, Adlercreutz H, Laakso J** (2000): Antioxidants in vegan diet and rheumatic disorders. *Toxicology* **30** (155), 45-53.
- **Hanratty CG, McGrath LT, McAuley DF, Young IS, Johnston GD** (2001): The effects of oral methionine and homocysteine on endothelial dysfunction. *Heart* **85** (3), 326-330.
- **Hardinge MG, Stare FJ** (1954) Nutritional studies of vegetarians. I. Nutritional, physical, and laboratory findings. *Am. J. Clin. Nutr.* **2** (2), 73-82.
- **Hardinge MG, Crooks H** (1964) Non-flesh dietaries. III. Adequate and inadequate. *J. Am. Diet. Assoc.* **45** (6), 537-542.
- **Hardinge MG, Chambers AC, Crooks H, Stare FJ** (1958): Nutritional studies of vegetarians. III. Dietary levels of fiber. *Am. J. Clin. Nutr.* **6** (5), 523-525.
- **Harman SK, Parnell WR** (1998): The nutritional health of New Zealand vegetarian and non-vegetarian Seventh-Day-Adventists: selected vitamin, mineral and lipid levels. *NZ. Med. J.* **111** (1062), 91-94.
- **Haußleitner J** (1935): Der Vegetarismus in der Antike. Berlin, Alfred Töpelmann, S 427.
- **Havala S, Dwyer J** (1993): Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J. Am. Diet. Assoc.* **93** (11), 1317-1319.
- **Heath AL, Skeaff CM, O'Brien SM, Williams SM, Gibson RS** (2001): Can Dietary Treatment of Non-Anemic Iron Deficiency Improve Iron Status? *J. Am. Coll. Nutr.* **20** (5), 477-484.
- **Hecker H** (2002): persönliche Mitteilung am 25.01.2002
- **Hegsted DM, McGandy RB, Myers ML, Stare FJ** (1965): Quantitative effects of dietary fat on serum cholesterol in man. *Am. J. Clin. Nutr.* **17** (5), 281-295.
- **Heinimann K, Stähelin HB, Perrig-Chiello P, Perrig WO, Ehrensam R, Meier B, Krings F** (1996): Lipoprotein(a) und Plasma-Lipide bei 429 Betagten und Hochbetagten: Bedeutung als Risikofaktor, Einfluss von Ernährung und Lebensstil. *Schweiz. Med. Wochenschr.* **126** (35), 1487.
- **Helman AD, Darnton-Hill I** (1987): Vitamin and iron status in new vegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* **45** (4), 785-789.
- **Hennies MI** (1996): Untersuchung zur Eisenversorgung von Veganern. Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an berufsbildenden Schulen im Lande Niedersachsen, Universität Hannover.
- **Herrmann R, Drings P** (1998): Erythropoese. In: Schettler G und Greten H (1998): Innere Medizin. Band II. 9. komplett überarb. und neu gestaltete Auflage, Stuttgart, Thieme, S 963-988.
- **Herrmann W, Schorr H, Purschwitz, Rassoul F, Richter V** (2001): Total homocysteine, vitamin B₁₂, and total antioxidant status in vegetarians. *Clin. Chem.* **47** (6), 1094-1101.
- **Herrmann W, Schorr H, Obeid R, Geisel J** (2003): Vitamin B-12 Status, particularly holotranscobalamin II and methylmalonic acid concentrations, and hyperhomocysteinemia in vegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (1), 131-136.

- **Heseker H** (1998): Magnesium. Funktionen, Physiologie, Stoffwechsel, Empfehlungen und Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. *Ernährungs-Umschau* **45**, 374 – 376.
- **Heseker H** (1999): Jod. Funktionen, Physiologie, Stoffwechsel, Empfehlungen und Versorgung in der Bundesrepublik Deutschland. *Ernährungs-Umschau* **46**, 55 – 59.
- **Heseker H, Adolf T, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Kübler W, Matiaske B, Moch KJ, Nitsche A, Schneider R, Zipp A** (1994a): Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. Band III der VERA-Schriftenreihe (Hrsg. W. Kübler et al.). 2. überarb. Auflage, Niederkleen, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck.
- **Heseker H, Schneider R, Moch KJ, Kohlmeier M, Kübler W** (1994b): Vitaminversorgung Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland. Band IV der VERA-Schriftenreihe (Hrsg. W. Kübler et al.). Niederkleen, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck.
- **Hoffbrand AV, Pettit JR, Moss PAH, Hoelzer** (2003): Grundkurs Hämatologie. 2. akt. und erw. Auflage, Berlin, Blackwell Verlag, S 359.
- **Hoffmann I, Kohl M, Groeneveld M, Leitzmann C** (1994): Development and validation of a new instrument to measure food intake. *Am. J. Clin. Nutr.* **59** (5 Suppl.), 284S.
- **Hoffmann I, Groeneveld MJ, Boeing H, Koebnick C, Golf S, Katz N, Leitzmann C** (2001): Giessen Wholesome Nutrition Study: relation between a health-conscious diet and blood lipids. *Eur. J. Clin. Nutr.* **55** (10), 887-895.
- **Horejsi B, Ceska R** (2000): Apolipoproteins and atherosclerosis. Apolipoprotein E and apolipoprotein (a) as candidate genes of premature development of atherosclerosis. *Physiol. Res.* **49** (Suppl. 1), S63-S69.
- **Hu FB, Willett WC** (2002): Optimal diets for prevention of coronary heart disease. *JAMA* **288** (20), 2569-2578.
- **Huang X** (2003): Iron overload and its association with cancer risk in humans: evidence for iron as a carcinogenic metal. *Mutat. Res.* **533** (1-2), 153-171.
- **Huber R, Herdrich A, Rostock M, Vogel T** (2001): Klinische Remission einer HLA B27-positiven Sakroiliitis unter veganer Diät. *Forsch. Komplementärmed. Klass. Naturheilkd.* **8** (4), 228-231.
- **Hüfner M** (2003): Eisen. In: Schauder P, Ollenschläger G; Hrsg. (2003): Ernährungsmedizin. Prävention und Therapie. 2. Auflage, Urban und Fischer, München, S 137-143.
- **Hughes S** (2000): Novel risk factors for coronary heart disease: emerging connections. *J. Cardiovasc. Nurs.* **14** (2), 91-103.
- **Hunt JR** (2003): Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (3 Suppl.), 633S-639S.
- **Hunt JR, Roughead ZK** (1999): Nonheme-iron absorption, fecal ferritin excretion, and blood indexes of iron status in women consuming controlled lactoovovegetarian diets for 8 wk. *Am. J. Clin. Nutr.* **69** (5), 944-952.
- **Hunt JR, Matthys LA, Johnson LK** (1998): Zinc absorption, mineral balance, and blood lipids in women consuming controlled lactoovovegetarian and omnivorous diets for 8 wk. *Am. J. Clin. Nutr.* **67** (3), 421-430.

- **Hurrell RF, Juillerat MA, Reddy MB, Lynch SR, Dassenko SA, Cook JD** (1992): Soy protein, phytate, and iron absorption in humans. *Am. J. Clin. Nutr.* **56** (3), 573-578.
- **International Task Force [The International Task Force for Prevention of Coronary Heart Disease in Cooperation with the International Atherosclerosis Society]** (1998): Coronary Heart Disease: Reducing the Risk. The scientific background for primary and secondary prevention of coronary heart disease. A worldwide view. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* **8**, 205-271.
- **Jacobasch G, Bauer-Marinovic M** (2004): Eisen, ein Januskopf-Element. Teil 1: Eisenbedarf, -mangel und -stoffwechsel. *Ernährungs-Umschau* **51** (5), 172-177.
- **Janelle KC, Barr SI** (1995): Nutrient intakes and eating behaviour scores of vegetarian and nonvegetarian women. *J. Am. Diet. Assoc.* **95** (2), 180-186.
- **Jenkins DJ, Kendall CW, Marchie A, Jenkins AL, Augustin LS, Ludwig DS, Barnard ND, Anderson JW** (2003): Type 2 diabetes and the vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (3 Suppl.), 610S-616S.
- **John U, Hanke M** (2001): Tabakrauch-attributable Mortalität in den deutschen Bundesländern. *Gesundheitswesen* **63** (3), 363-369.
- **Kamboh MI, McGarvey ST, Aston CE, Ferrell RE, Bausserman L** (2000): Plasma lipoprotein(a) distribution and its correlates among Samoans. *Human. Biol.* **72** (2), 321-336.
- **Kannel WB** (1987): Metabolic risk factors for coronary heart disease in women: perspective from the Framingham Study. *Am. Heart J.* **114** (2), 413-419.
- **Karg G** (2000): Zur Entwicklung der Ernährungslage in Deutschland. In: DGE [Deutsche Gesellschaft für Ernährung]; Hrsg. (2000): Ernährungsbericht 2000. Frankfurt am Main, Druckerei Heinrich GmbH, S 17-79.
- **Karlson P, Doenecke D, Koolman J** (1994): Kurzes Lehrbuch der Biochemie für Mediziner und Naturwissenschaftler. 14., neubearb. Aufl., Stuttgart, Thieme, S 580.
- **Kaartinen K, Lammi K, Hypen M, Nenonen M, Männinen O, Rauma AL** (2000): Vegan diet alleviates fibromyalgia symptoms. *Scand. J. Rheumatol.* **29** (5), 308-313.
- **Kasper H** (2000): Ernährungsmedizin und Diätetik. 9. neubearb. Auflage, München, Urban & Fischer, S 623.
- **Keil U, Spelsberg A, Liese AD** (2001): Epidemiologie der Atheroskleroserisiken. In: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG; Hrsg.: Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Stuttgart, Schattauer, S 624-644.
- **Keller C, Zöllner N** (2001): Primäre Dyslipoproteinämien. Familiäre Hypercholesterinämien. In: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG; Hrsg.: Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Stuttgart, Schattauer, S 72-91.
- **Key TJ, Fraser GE, Thorogood M, Appleby PN, Beral V, Reeves G, Burr ML, Chang-Claude J, Frentzel-Beyme R, Kuzma JW, McPherson K** (1998): Mortality in vegetarians and non-vegetarians: a collaborative analysis of 8.300 deaths among 76.000 men and women in five prospective studies. *Public Health Nutr.* **1** (1), 33-41.

- **Key TJ, Davey GK, Appelby PN** (1999): Health benefits of a vegetarian diet. *Proc. Nutr. Soc.* **58** (2), 271-275.
- **Key TJ, Appleby PN, Davey GK, Allen NE, Spencer EA, Travis RC** (2003): Mortality in British vegetarians: review and preliminary results from EPIC-Oxford. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (3 Suppl.), 533S-538S.
- **Keys A, Anderson JT, Grande F** (1965): Serum cholesterol responses to changes in the diet. IV. Particular saturated fatty acids in the diet. *Metabolism* **14**, 776-786.
- **Kirk SFL, Cade JE, Barrett JH, Conner M** (1999): Diet and lifestyle characteristics associated with dietary supplement use in women. *Public Health Nutr.* **2** (1), 69-73.
- **Kjeldsen-Kragh J** (1999): Rheumatoid arthritis treated with vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3 Suppl.), 594S-600S.
- **Kleesiek K** (1995): Blutzellen und blutbildende Organe. In: Greiling H und Gressner AM; Hrsg. (1995): Lehrbuch der Klinischen Chemie und Pathobiochemie. 3. Neubearb. Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 804-886.
- **Klipstein-Grobusch K, Kroke A, Voß S, Boeing H** (1998): Einfluss von Lebensstilfaktoren auf die Verwendung von Supplementen in der Brandenburger Ernährungs- und Krebsstudie. *Z. Ernährungswiss.* **37** (1), 38-46.
- **Koebnick C, Strassner S, Hoffmann, Leitzmann C** (1999): Consequences of a Long-Term Raw Food Diet on Body Weight and Menstruation: Results of a Questionnaire Survey. *Ann. Nutr. Metab.* **43** (2), 69-79.
- **Kohlenberg-Müller K, Raschka L** (2003): Calcium balance in young adults on a vegan and lactovegetarian diet. *J. Bone. Miner. Metab.* **21** (1), 28-33.
- **Kohlmeier M, Thefeld W, Stelte W, Grimm R, Häußler A, Hünchen K, Reuter U, Saupe J, Schek A, Kübler W** (1995): Versorgung Erwachsener mit Mineralstoffen und Spurenelementen in der Bundesrepublik Deutschland. In: Kübler W, Anders HJ, Heeschen W; Hrsg.: VERA-Schriftenreihe Band V, Wiesbaden, Wiss. Fachverlag Dr. Fleck, S B17.
- **Koplan JP, Annett LJ, Layde PM, Rubin GL** (1986): Nutrient intake and supplementation in the United States (NHANES II). *Am. J. Public Health* **76** (3), 287-289.
- **Koschizke JW** (in Vorbereitung): Vitamin-B₁₂-Zufuhr und -Versorgung von Veganern. Ergebnisse der Deutschen Vegan Studie. Promotionsvorhaben, Promotionsgesuch eingereicht beim Fachbereich Chemie der Universität Hannover.
- **Kraft HG, Utermann G** (2001): Primäre Dyslipoproteinämien. In: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG (Hrsg.): Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 176-188.
- **Krajcovicova-Kudlackova M, Blazicek P, Kopcova J, Bederova A, Babinska K** (2000a): Homocysteine levels in vegetarians versus omnivores. *Ann. Nutr. Metab.* **44** (3), 135-138.
- **Krajcovicova-Kudlackova M, Simoncic R, Bederova A, Brtkova A, Magalova T, Bartekova S** (1999): Alternative nutrition and glutathione levels. *Cesk. Lek. Cesk.* **138** (17), 528-531. (Medline-Abstract, Artikel in Slowakisch)

- **Krajcovicova-Kudlackova M, Simoncic R, Babinska K, Bederova A, Brtkova A, Magalova T, Grancicova E** (1995): Selected Vitamins and Trace Elements in Blood of Vegetarians. *Ann. Nutr. Metab.* **39** (6), 334-339.
- **Krajcovicova-Kudlackova M, Blazicek P, Babinska K, Kopcova J, Klvanova J, Bederova A, Magalova T** (2000b): Traditional and alternative nutrition – levels of homocysteine and lipid parameters in adults. *Scand. J. Clin. Lab. Invest.* **60** (8), 657-664.
- **Krauss RM, Eckel RH, Howard B, Appel LJ, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Erdman JW Jr, Kris-Etherton P, Goldberg IJ, Kotchen TA, Lichtenstein AH, Mitch WE, Mullis R, Robinson K, Wylie-Rosett J, St Jeor S, Suttie J, Bazzarre TL**; Nutrition Committee American Heart Association (2000): AHA Scientific Statement: AHA Dietary Guidelines. Revision 2000: a statement for healthcare professionals from the Nutrition Committee of the American Heart Association. *J. Nutr.* **131** (1), 132-146.
- **Kreuzer J, Tiefenbacher C** (2003): Atherosklerose – Taschenatlas spezial. Stuttgart, Georg Thieme Verlag, S 151.
- **Kwok TK, Woo J, Ho S, Sham A** (2000): Vegetarianism and ischemic heart disease in older Chinese women. *J. Am. Coll. Nutr.* **19** (5), 622-627.
- **Laaser U** (1994): Nutzen und Kosten bei Früherkennung und Frühbehandlung der Hypercholesterinämie. *Z. Kardiol.* **83** (Suppl 6), 163-167.
- **Lahti-Koski M, Valsta LM, Alfthan G, Tapanainen H, Aro A** (2003): Iron status of adults in the capital area of Finland. *Eur. J. Nutr.* **42** (5), 287-292.
- **LaRosa JC** (2001): Dyslipoproteinämien bei Frauen. In: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG; Hrsg.: Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Stuttgart, Schattauer, S 783-796.
- **Larsson CL, Johansson GK** (2002): Dietary intake and nutritional status of young vegans and omnivores in Sweden. *Am. J. Clin. Nutr.* **76** (1), 100-106.
- **Larsson CL, Klock KS, Astrom AN, Haugejorden O** (2001): Food habits of young Swedish and Norwegian vegetarians and omnivores. *Public Health Nutrition* **4** (5), 1005-1014.
- **Larsson CL, Ronnlund U, Johansson G, Dahlgreen L** (2003): Veganism as status passage: the process of becoming a vegan among youths in Sweden. *Appetite* **42** (1), 61-67.
- **Lau EM, Kwok T, Woo J, Ho SC** (1998): Bone mineral density in Chinese elderly female vegetarians, vegans, lactovegetarians and omnivores. *Eur. J. Clin. Nutr.* **52** (1), 60-64.
- **Lechler T** (2001): Blutfette – Freie Radikale und Vitamine. Stuttgart, Sonntag, S 274.
- **Leitzmann C, Winzen A** (1983): Vegetarische Kostformen - alternative Ernährung. *Aktuelle Ernährungsmedizin* **8** (6), 228-234.
- **Leitzmann C, Hahn A** (1996): Vegetarische Ernährung. Stuttgart, Ulmer, S 445.
- **Leitzmann C, Schönhöfer R, Boy M, Schneider O** (1987): Ernährung und Gesundheit von Vegetariern. In: Vegetarier Bund Deutschland e.V.; Hrsg.: Studien mit Vegetariern. Göttingen, Echo-Verlag, S 5-12.
- **Li D, Ball M, Bartlett M, Sinclair A** (1999): Lipoprotein (a), essential fatty acid status and lipoprotein lipids in female Australian vegetarians. *Clin. Sci.* **97** (2), 175-181.

- **Li D, Sinclair AJ, Mann NJ, Turner A, Ball MJ** (2000): Selected micronutrient intake and status in men with different meat intakes, vegetarians and vegans. *Asia Pacific J. Clin. Nutr.* **9** (1), 18-23.
- **Lightowler HJ, Davies GJ** (2000): Micronutrient intakes in a group of UK vegans and the contribution of self-selected dietary supplements. *J. R. Soc. Health* **120** (2), 117-124.
- **Lightowler HJ, Davies GJ** (2002): Assessment of iodine intake in vegans: weighed dietary record vs. duplicate portion technique. *Eur. J. Clin. Nutr.* **56** (8), 765-770.
- **Lin Y, Meijer GW, Vermeer MA, Trautwein EA** (2004): Soy protein enhances the cholesterol-lowering effect of plant sterol esters in cholesterol-fed hamsters. *J. Nutr.* **134** (1), 143-148.
- **Lindenbaum J, Rosenberg IH, Wilson PW, Stabler SP, Allen RH** (1994): Prevalence of cobalamin deficiency in the Framingham elderly population. *Am. J. Clin. Nutr.* **60**, 2 – 11.
- **Linder MC**; ed. (1991): Nutritional biochemistry and metabolism with clinical applications. 2nd edition, New York, Elsevier, S 603.
- **Linseisen J, Schulze MB, Saadatian-Elahi M, Kroke A, Miller AB, Boeing H** (2003): Quantity and Quality of Dietary Fat, Carbohydrate, and Fibre Intake in the German EPIC Cohorts. *Ann. Nutr. Metab.* **47** (1), 37-46.
- **Löffler G** (2003): Stoffwechsel von Phosphoglyceriden, Sphingolipiden und Cholesterol. In: Löffler G und Petrides PE, Hrsg. (2003): Biochemie & Pathobiochemie. 7. völlig neu bearbeitete Auflage, Berlin, Springer, S 599-628.
- **Löffler G, Petrides PE**, Hrsg. (2003): Biochemie & Pathobiochemie. 7. völlig neu bearbeitete Auflage, Berlin, Springer, S 1267.
- **Looker AC, Dallman PR, Carroll MD, Gunter EW, Johnson CL** (1997): Prevalence of Iron Deficiency in the United States. *JAMA* **277** (12), 973-976.
- **Louwman MW, van Dusseldorp M, van de Vijver FJ, Thomas CM, Schneede J, Ueland PM, Refsum H, van Staveren** (2000): Signs of impaired cognitive function in adolescents with marginal cobalamin status. *Am. J. Clin. Nutr.* **72** (3), 762-769.
- **Lozoff B** (1988): Behavioral alterations in iron deficiency. *Adv. Pediatr.* **35**, 331-359.
- **MacPhail AP, Bothwell TH, Torrance JD, Derman DP, Bezwoda WR, Charlton RW, Mayet FGH** (1981): Iron nutrition in Indian woman at different ages. *S. Afr. Med. J.* **59** (6), 939-942.
- **Mattson FH, Grundy SM, Crouse JR** (1982): Optimizing the effect of plant sterols on cholesterol absorption in man. *Am. J. Clin. Nutr.* **35** (4), 697-700.
- **McCarty MF** (2001a): Mortality from Western Cancers rose dramatically among African-Americans during the 20th century: are dietary animal products to blame? *Med. Hypotheses.* **57** (2), 169-174.
- **McCarty MF** (2001b): Insulin secretion as a determinant of pancreatic cancer risk. *Med. Hypotheses.* **57** (2), 146-150.
- **McCarty MF** (2002): Favorable impact of a vegan diet with exercise on hemorheology: implications for control of diabetic neuropathy. *Med. Hypotheses.* **58** (6), 476-486.

- **McCarty MF** (2003a): A preliminary fast may potentiate response to a subsequent low-salt, low-fat vegan diet in the management of hypertension – fasting as a strategy for breaking metabolic vicious cycles. *Med. Hypotheses*. **60** (5), 624-633.
- **McCarty MF** (2003b): A wholly nutritional ‘multifocal angiostatic therapy’ for control of disseminated cancer. *Med. Hypotheses*. **61** (6), 1-15.
- **McCarty MF** (2003c): A low-fat, whole-food vegan diet, as well as other strategies that down-regulate IGF-I activity, may slow the human aging process. *Med. Hypotheses*. **60** (6), 784-792.
- **McDougall J, Bruce B, Spiller G, Westerdahl J, McDougall M** (2002): Effects of a very low-fat, vegan diet in subjects with rheumatoid arthritis. *J. Altern. Complement. Med.* **8** (1), 71-75.
- **McGowan MJ, Harrington KE, Kiely M, Robson PJ, Livingstone MB, Gibney MJ** (2001): An evaluation of energy intakes and the ratio of energy intake to estimated basal metabolic rate (EI/BMR_{est}) in the North/South Ireland Food Consumption Survey. *Public Health Nutr.* **4** (5A), 1043-1050.
- **McKenzie JC** (1967): Social and economic implications of minority food habits. *Proc. Nutr. Soc.* **26** (2), 197-205.
- **McLean JA, Barr SI** (2003): Cognitive dietary restraint is associated with eating behaviours, lifestyle practices, personality characteristics and menstrual irregularity in college women. *Appetite* **40** (2), 185-192.
- **McLean JW, Tomlinson JE, Kuang WJ, Eaton DL, Chen EY, Fless GM, Scanu AM, Lawn RM** (1987): cDNA sequence of human apolipoprotein(a) is homologous to plasminogen. *Nature* **300** (6144), 132-137.
- **Medkova IL, Mosiakina LI, Biriukova LS** (2002): Estimation of action of lactoovo-vegetarian and vegan diets on blood levels of atherogenic lipoproteins in healthy people. *Vopr. Pitan.* **71** (4), 17-19. (Medline-Abstract, Artikel in Russisch)
- **Mensink GBM** (2001): Wie ist der Gesundheits- und Ernährungszustand in Deutschland? In: Oltersdorf U, Gedrich K; Hrsg. (2001): Ernährungsziele unserer Gesellschaft: die Beiträge der Ernährungsverhaltenswissenschaft. 22. Wissenschaftliche Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V. (AGEV). 12-13. Oktober 2000, Bonn. Karlsruhe, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, S 7-15.
- **Mensink G** (2002a): Der Bundes-Gesundheitssurvey – eine Bestandsaufnahme der Gesundheit. In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 11-14.
- **Mensink G** (2002b): Der Ernährungssurvey. In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 15-16.
- **Mensink G** (2002c): Was hat sich geändert? In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir

heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 125-130.

- **Mensink GBM, Thamm M, Haas K** (1999): Die Ernährung in Deutschland 1998. *Gesundheitswesen* **61** (Sonderheft 2), S200-S206.
- **Mensink G, Burger M, Beitz R** (2002b): Energie und Makronährstoffe. In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 17-40.
- **Mensink G, Henschel Y, Beitz R, Burger M** (2002c): Vitamine und Mineralstoffe. In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 41-81.
- **Mensink G, Hintzpeter B, Beitz R, Burger M** (2002a): Lebensmittelkonsum. In: Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B (2002): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH, S 82-112.
- **Mensink G, Burger M, Beitz R, Henschel Y, Hintzpeter B** (2002d): Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes. Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. [Hrsg. Robert Koch-Institut, Berlin]. Berlin, MuK, Medien- und Kommunikations GmbH.
- **Mensink GB, Ströbel A** (1999): Einnahme von Nahrungsergänzungspräparaten und Ernährungsverhalten. *Gesundheitswesen* **61** (Sonderausgabe), S132-S137.
- **Mensink PR, Katan MB** (1992): Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arterioscler. Thromb.* **12** (8), 911-919.
- **Messina VK, Burke KI** (1997): Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. *J. Am. Diet. Assoc.* **93** (11), 1317-1321.
- **Messina V, Mangels AR** (2001): Considerations in planning vegan diets: children. *J. Am. Diet. Assoc.* **101** (6), 661-669.
- **Mezzano D, Kosiel K, Martinez C, Cuevas A, Panes O, Aranda E, Strobel P, Perez DD, Pereira J, Rozowski J, Leighton F** (2000): Cardiovascular risk factors in vegetarians. Normalization of hyperhomocysteinemia with vitamin B₁₂ and reduction of platelet aggregation with n-3 fatty acids. *Thromb. Res.* **100** (3), 153-160.
- **Miettinen TA, Puska P, Gylling H, Vanhanen H, Vartiainen E** (1995): Reduction of serum cholesterol with sitostanol-ester margarine in a mildly hypercholesterolemic population. *N. Engl. J. Med.* **333** (20), 1308-1312.
- **Millet P, Guillard JC, Fuchs F, Klepping J** (1989): Nutrient intake and vitamin status of healthy French vegetarians and nonvegetarians. *Am. J. Clin. Nutr.* **50** (4), 718-727.

- **Milman N, Ovesen L, Byg K, Graudal N** (1999): Iron status in Danes updated 1994. I: prevalence of iron deficiency and iron overload in 1332 men aged 40-70 years. Influence of blood donation, alcohol intake, and iron supplementation. *Ann. Hematol.* **78** (9), 393-400.
- **Mirone L** (1954): Nutrient Intake and Blood Findings of Men on a Diet devoid of Meat. *Am. J. Clin. Nutr.* **2** (4), 246-251.
- **N. N.** (2000): Sieben Prozent sind Vegetarier. *Fleischwirtschaft* **80** (12), 6.
- **N. N.** (2002): Iron Deficiency – United States, 1999-2000. *Morb. Mortal. Wkly. Rep.* **51** (40), 897-899.
- **Nakano H, McMahon LG, Gregory JF 3rd** (1997): Pyridoxine-5'-beta-glucoside exhibits incomplete bioavailability as a source of vitamin B₆ and partially inhibits the utilization of co-ingested pyridoxine in humans. *J. Nutr.* **127** (8), 1508-1513.
- **Nelson RL** (2001): Iron and colorectal cancer risk: human studies. *Nutr. Rev.* **59** (5), 140-148.
- **Nicholson AS, Sklar M, Barnard ND, Gore S, Sullivan R, Browning S** (1999): Toward improved management of NIDDM: A randomized, controlled, pilot intervention using a lowfat, vegetarian diet. *Prev. Med.* **29** (2), 87-91.
- **Nicodemus KK, Folsom AR, Anderson KE** (2001): Menstrual history and risk of hip fractures in postmenopausal women. The Iowa Women's Health Study. *Am. J. Epidemiol.* **153** (3), 251-255.
- **Niederau C, Niederau CM, Lange S, Littauer A, Abdel-Jalil N, Maurer M, Haussinger D, Strohmeyer G** (1998): Screening for hemochromatosis and iron deficiency in employees and primary care patients in Western Germany. *Ann. Intern. Med.* **128** (5), 337-345.
- **Obeid R, Geisel J, Schorr H, Hübner U, Herrmann W** (2002): The impact of vegetarianism on some haematological parameters. *Eur. J. Haematol.* **69** (5-6), 275-279.
- **Olivant C** (2003): persönliche Mitteilung des Information and Customer Services Manager, Vegetarian Society of the United Kingdom.
- **Oltersdorf US** (1995): Ernährungsepidemiologie. Mensch, Ernährung, Umwelt. Stuttgart, Ulmer, S 351.
- **Oltersdorf U, Gedrich K**; Hrsg. (2001): Ernährungsziele unserer Gesellschaft: die Beiträge der Ernährungsverhaltenswissenschaft. 22. Wissenschaftliche Jahrestagung der Arbeitsgemeinschaft Ernährungsverhalten e.V. (AGEV). 12-13. Oktober 2000, Bonn. Karlsruhe, Bundesforschungsanstalt für Ernährung, S 147.
- **Outila TA, Karkkainen MU, Seppanen RH, Lamberg-Allardt CJ** (2000): Dietary intake of vitamin D in premenopausal, healthy vegans was insufficient to maintain concentrations of serum 25-hydroxyvitamin D and intact parathyroid hormone within normal ranges during winter in Finland. *J. Am. Diet. Assoc.* **100** (6), 434-441.
- **Pan J, Van JT, Chan E, Kesala RL, Lin M, Charles MA** (2002): Extended-release niacin treatment of the atherogenic lipid profile and lipoprotein (a) in diabetes. *Metabolism* **51** (9), 1120-1127.

- **Patterson AJ, Brown WJ, Roberts DCK** (2001): Dietary and Supplement Treatment of Iron Deficiency Results in Improvements in General Health and Fatigue in Australian Women of Childbearing Age. *J. Am. Coll. Nutr.* **20** (4), 377-342.
- **Pedersen AB, Bartholomew MJ, Dolence LA, Aljadir LP, Netteburg KL, Lloyd T** (1991): Menstrual differences due to vegetarian and nonvegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* **53** (4), 879-885.
- **Perry CL, McGuire MT, Neumark-Sztainer D, Story M** (2001): Characteristics of vegetarian adolescents in a multiethnic urban population. *J. Adolesc. Health* **29** (6), 406-416.
- **Perry CL, McGuire MT, Neumark-Sztainer D, Story M** (2002): Adolescent vegetarians: How well do their dietary patterns meet the Healthy People 2010 objectives? *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* **156** (5), 431-437.
- **Petrides PE** (2003): Spurenelemente. In: Löffler G und Petrides PE, Hrsg.: Biochemie und Pathobiochemie. 7. völlig neu bearbeitete Auflage, Berlin, Springer, S 697-719.
- **Pettersson F, Fries H, Nillius SJ** (1973): Epidemiology of secondary amenorrhea: I. Incidence and prevalence rates. *Am. J. Obstet. Gynecol.* **177** (1), 80-86.
- **Phillipson BE, Rothrock DW, Connor WE, Harris WS, Illingworth DR** (1985): Reduction of plasma lipids, lipoproteins, and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *N. Engl. J. Med.* **312** (19), 1210-1216.
- **Pollard J, Greenwood D, Kirk S, Cade J** (2001): Lifestyle factors affecting fruit and vegetable consumption in the UK Women's Cohort Study. *Appetite* **37** (1), 71-79.
- **Posner BM, Cobb JL, Belanger AJ, Cupples A, D'Agostino RB, Stokes III J** (1991): Dietary lipid predictors of coronary heart disease in men. *Arch. Intern. Med.* **151** (6), 1181-1187.
- **Povey R, Wellens B, Conner M** (2001): Attitudes towards following meat, vegetarian, and vegan diets: an examination of the role of ambivalence. *Appetite* **37** (1), 15-26.
- **Pudel V, Westenhöfer J** (1998): Ernährungspsychologie. 2., überarb. und erw. Auflage, Göttingen, Hogrefe, S 383.
- **Rajaram S, Sabate J** (2000): Health benefits of a vegetarian diet. *Nutrition* **16** (7-8), 531-533.
- **Ramakrishnan U, Yip R** (2002): Experiences and Challenges in Industrialized Countries: Control of Iron Deficiency in Industrialized Countries. *J. Nutr.* **132** (4. Suppl.), 820S-824S.
- **Rashid MN, Fuentes F, Touchon RC, Wehner PS** (2003): Obesity and the risk for cardiovascular disease. *Prev. Cardiol.* **6** (1), 42-47.
- **Reddy S, Sanders TAB** (1990): Haematological studies on pre-menopausal Indian and Caucasian vegetarians compared with Caucasian omnivores. *Br. J. Nutr.* **64** (2), 331-338.
- **Refsum H, Ueland PM, Nygard O, Vollset SE** (1998): Homocysteine and cardiovascular disease. *Ann. Rev. Med.* **49**, 31-62.
- **Resnicow K, Barone J, Engle A, Miller S, Haley NJ, Fleming D, Wynder E** (1991): Diet and serum lipids in vegan vegetarians: A model for risk reduction. *J. Am. Diet. Assoc.* **91** (4), 447-453.
- **Reynolds RD** (1988): Bioavailability of vitamin B-6 from plant foods. *Am. J. Clin. Nutr.* **48** (3 Suppl.), 863-867.

- **Richter V, Rassoul F, Purschwitz K, Hentschel B, Rotzsch W** (1993): Lipidscreening auf Bevölkerungsebene und bei Vegetariern. *Aktuelle Ernährungsmedizin* **18**, 286-290.
- **Rodriguez CR, Seman LJ, Ordovas JM, Jenner J, Genest MS Jr, Wilson PW, Schaefer EJ** (1994): Lipoprotein (a) and coronary heart disease. *Chem. Phys. Lipids* **67-68**, 389-398.
- **Roshanai F, Sanders TA** (1984): Assessment of fatty acid intakes in vegans and omnivores. *Hum. Nutr. Appl. Nutr.* **38** (5), 345-354.
- **Ross H** (1991): Zum Motivationsprofil der Vegetarier in drei europäischen Sprachräumen. Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Medizin. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, S 84.
- **Rottka H** (1987): Vegetarier-Studie des Bundes-Gesundheitsamtes. Die Berliner Vegetarier-Studie. In: Vegetarier Bund Deutschland e.V.; Hrsg.: Studien mit Vegetariern. Göttingen, Echo-Verlag, S 23-32.
- **Rottka H** (1990): Health and vegetarian life-style. *Bibl. Nutr. Dieta.* **45**, 176-194.
- **Rottka H, Hermann-Kunz E, Hahn B, Lang HP** (1988): Berliner Vegetarier Studie – 1. Mitteilung: Lebensmittelverzehr, Nährstoff- und Energieaufnahme im Vergleich zu Nicht-Vegetariern. *Aktuelle Ernährungsmedizin* **13**, 161-170.
- **Rückgauer M, Kruse-Jarres JD** (2002): Aussagekraft der Parameter für die Statusbestimmung. In: Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K; Hrsg. (2002): Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Prävention und Therapie mit Mikronährstoffen. Stuttgart, Thieme, S 687-695.
- **Rudolf M, Arulanantham K, Greenstein RM** (1980): Unsuspected nutritional rickets. *Pediatrics.* **66** (1), 72-76.
- **Sacks FM** (2002): Dietary fat, the Mediterranean diet, and health: Reports from Scientific exchanges, 1998 and 2000. Introduction. *Am. J. Med.* **113** (9B): 1S-4S.
- **Sacks FM, Katan M** (2002): Randomized Clinical Trials on the Effects of Dietary Fat and Carbohydrate on Plasma Lipoproteins and Cardiovascular Disease. *Am. J. Med.* **113** (9B): 13S-24S.
- **Salonen JT, Nyyssönen K, Korpela H, Tuomilehto J, Seppanen R, Salonen R** (1992): High stored iron levels are associated with excess risk of myocardial infarction in eastern Finnish men. *Circulation* **86** (3), 803-811.
- **Salonen JT, Nyyssönen K, Tuomainen TP, Maenpaa PH, Korpela H, Kaplan GA, Lynch J, Helmrich SP, Salonen R** (1995): Increased risk of non-insulin dependent diabetes mellitus at low vitamin E concentration: a four year follow-up study in men. *Br. Med. J.* **311** (7013), 1124-1127.
- **Sanders TA** (1995): Vegetarian diets and children. *Pediatr. Clin. North Am.* **42** (4), 955-965.
- **Sanders TAB, Purves R** (1981): An Anthropometric and Dietary Assessment of the Nutritional Status of Vegan Preschool Children. *J. Hum. Nutr.* **35** (5), 349-357.
- **Sanders TA, Reddy S** (1992): The influence of a vegetarian diet on the fatty acid composition of human milk and the essential fatty acid status of the infant. *J. Pediatr.* **120** (4 Pt. 2), S71-S77.

- **Sanders TAB, Ellis FR, Dickerson JWT** (1978): Haematological studies on vegans. *Br. J. Nutr.* **40** (9), 9-15.
- **Santos ML, Booth DA** (1996): Influences on meat avoidance among British students. *Appetite* **27** (3), 197-205.
- **Scanu AM** (1992): Lipoprotein(a): a genetic risk factor for premature coronary heart disease. *J. Am. Med. Assoc.* **267** (24), 3326-3329.
- **Schaaf D, Scragg R, Metcalf P, Grant C, Buchanan J** (2000): Prevalence of iron deficiency in Auckland high school students. *N. Z. Med. J.* **113** (1116), 347-350.
- **Schauder P, Ollenschläger G**; Hrsg. (2003): Ernährungsmethoden. Prävention und Therapie. 2. Auflage, Urban und Fischer, München, S 997.
- **Schmidt RF, Thews G, Lang F**, Hrsg. (2000): Physiologie des Menschen. 28., korrigierte und aktual. Auflage, Berlin, Springer, S 891.
- **Schmitz G, Lackner KJ** (2001): Labordiagnostik von Hyper- und Dyslipoproteinämien. h: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG (Hrsg.): Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 347-373.
- **Schneider R** (1997): Vom Umgang mit Zahlen und Daten. Eine praxisnahe Einführung in die Statistik und Ernährungsepidemiologie. Frankfurt am Main, Umschau Zeitschriftenverlag, S 320.
- **Schneider R, Eberhardt W, Hesecker H, Moch KJ** (1992): Die VERA-Stichprobe im Vergleich mit Volkszählung, Mikrozensus und anderen nationalen Untersuchungen. Band II der VERA-Schriftenreihe (Hrsg. W Kübler et al.). Niederkleen, Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck.
- **Schönhöfer-Rempt R** (1988): Gießener Vegetarierstudie – Ernährungsgewohnheiten, Gesundheitsverhalten sowie Einstellung und Wissen zu ernährungsbezogenen Themen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen, S 204.
- **Schönhöfer-Rempt R, Leitzmann C** (1989): Ernährungsgewohnheiten von Vegetariern. *Ernährungs-Umschau* **36** (2), 56-61.
- **Schriewer H, Assmann G, Sandkamp M, Schulte H** (1984): The relationship of lipoprotein(a) (Lp(a)) to risk factors of coronary heart disease: initial results of the prospective epidemiological study on company employees in Westfalia. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* **22** (9), 591-596.
- **Schümann K, Weiss G** (2002): Eisen. In: Biesalski HK, Köhrle J, Schümann K (Hrsg.): Vitamine, Spurenelemente und Mineralstoffe. Stuttgart, Thieme, S 137-147.
- **Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG** (Hrsg.) (2001): Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 911.
- **Selhub J, Jacques PF, Wilson PWF, Rush D, Rosenberg IH** (1993). Vitamin status and intake as primary determinants of homocysteinemia in an elderly population. *JAMA* **270** (22), 2693-2698.
- **Sempos CT** (2002): Do body iron stores increase the risk of developing coronary heart disease? *Am. J. Clin. Nutr.* **76** (3), 501-503.

- **Shaikh MG, Anderson JM, Hall SK, Jackson MA** (2003): Transient neonatal hypothyroidism due to a maternal vegan diet. *J. Pediatr. Endocrinol. Metab.* **16** (1), 111-113.
- **Shepherd J, Packard CJ, Patsch JR, Gotto AM Jr, Taunton OD** (1978): Effects of dietary polyunsaturated and saturated fat on the properties of high density lipoproteins and the metabolism of apolipoprotein A-I. *J. Clin. Invest.* **61** (6), 1582-1592.
- **Shils ME, Olson JA, Shike M, Ross AC** (1999): Modern Nutrition in Health and Disease. 9th Edition, Baltimore, Williams & Wilkins, S 1951.
- **Shinwell ED, Gorodischer R** (1982): Totally vegetarian diets and infant nutrition. *Pediatrics.* **70** (4), 582-586.
- **Siegenthaler W, Kaufmann W, Hornbostel H, Waller HD**; Hrsg. (1992): Lehrbuch der inneren Medizin. 3. Neubearb. und erw. Auflage, Stuttgart, Georg Thieme Verlag, S 1516.
- **Silbernagl S, Despopoulos A** (2001): Taschenatlas der Physiologie. 5. komplett überarb. und neu gestaltete Auflage, Stuttgart, Thieme, S 436.
- **Simopoulos AP** (1999): Essential fatty acids in health and chronic disease. *Am. J. Clin. Nutr.* **70** (3. Suppl.), 560S-569S.
- **Slesinski MJ, Subar AF, Kahle LL** (1996): Dietary intake of fat and other nutrients is related to the use of vitamin and mineral supplements in the United States: The 1992 National Health Interview Survey. *J. Nutr.* **126** (12), 3001-3008.
- **Snowdon DA, Phillips RL** (1985): Does a vegetarian diet reduce the occurrence of diabetes. *Am. J. Public Health* **75** (5), 507-512.
- **Solomon CG, Hu FB, Dunaif A, Rich-Edwards JE, Stampfer MJ, Willett WC, Speizer FE, Manson JE** (2002): Menstrual Cycle Irregularity and Risk for Future Cardiovascular Disease. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* **87** (5), 2013-2017.
- **Spencer C** (1995): The heretic's feast – A history behind vegetarianism. Hanover and London, University Press of New England, S 402.
- **Sprecher DL** (2000): Raising high-density lipoprotein cholesterol with niacin and fibrates: a comparative review. *Am. J. Cardiol.* **86** (12A), 46L-50L.
- **Stanger O, Herrmann W, Pietrzik K, Fowler B, Geisel J, Dierkes J, Weger M** (2003): Konsensuspapier der D.A.CH.-Liga Homocystein über den rationellen klinischen Umgang mit Homocystein, Folsäure und B-Vitaminen bei kardiovaskulären und thrombotischen Erkrankungen – Richtlinien und Empfehlungen. *J. Kardiol.* **10** (5), 190-199.
- **Statistisches Bundesamt Deutschland** (2002): Todesursachen, Säuglingssterblichkeit und Schwangerschaftsabbrüche. Elektronische Veröffentlichung, URL am 23.11.2002: <http://www.destatis.de/cgi-bin/printview.pl>.
- **Statistisches Bundesamt Deutschland** (2004): Körpermaße der Bevölkerung nach Altersgruppen. Ergebnisse der Mikrozensus-Befragung im Mai 2003. Elektronische Veröffentlichung, URL am 29.04.2004: <http://www.destatis.de/basis/d/gesu/gesutab8.htm>.
- **Stein JH, McBride PE** (1998): Hyperhomocysteinemia and atherosclerotic vascular disease: pathophysiology, screening, and treatment. *Arch. Intern. Med.* **158** (12), 1301-1316.

- **Steinmetz A, Utermann G** (1992): Lipoprotein (a) als Risikofaktor für Arteriosklerose. *Internist* **33** (1), 24-31.
- **Stepaniak J** (2003): The Name Game: Coming to Terms. URL am 24.06.2003: <http://vegsource.com/joanne/essays/namegame.htm>.
- **Stevens RG, Jones DY, Micozzi MS, Taylor PR** (1988): Body iron stores and the risk of cancer. *N. Engl. J. Med.* **319** (16), 1047-1052.
- **Stötter M, Mayrhofer H** (1996): Veganische Ernährung: Neurologische Symptomatik, schwere Entwicklungs- und Gedeihstörung bei Säuglingen und Kleinkindern durch Vitamin B₁₂-Mangel. *Aktuelle Ernährungsmedizin* **21**, 4-7.
- **Strassner C** (1998): Ernähren sich Rohköstler gesünder? Die Gießener Rohkost-Studie. Heidelberg, Verlag für Medizin und Gesundheit, S 243.
- **Strucinska M** (2002): Vegetarian diets of breastfeeding women in the light of dietary recommendations. *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.* **53** (1), 65-79. (Medline-Abstract, Artikel in Polnisch)
- **Sullivan JL** (1981): Iron and the sex difference in heart disease risk. *Lancet* **1** (8233), 1293-1294.
- **Sussman VS** (1996): Die vegetarische Alternative. Waldfeucht, Hans-Nietsch-Verlag, S 238.
- **Thefeld W, Rottka H, Melchert HU** (1986): Verhaltensweise und Gesundheitszustand von Vegetariern: Erste Fragebogenergebnisse der Berliner Vegetarierstudie. *Aktuelle Ernährungsmedizin* **11**, S 127-135.
- **Thorogood M, Mann J, Appelby P, McPherson K** (1994): Risk of death from cancer and ischaemic heart disease in meat and non-meat eaters. *BMJ* **308** (6945), 1667-1670.
- **Thorogood M, Roe L, McPherson K, Mann J** (1990): Dietary intake and plasma lipid levels: lessons from a study of the diet of health conscious groups. *BMJ.* **300** (6735), 1297-1301.
- **Thorogood M, Carter R, Benfield L, McPherson K, Mann JL** (1987): Plasma lipids and lipoprotein cholesterol concentrations in people with different diets in Britain. *Br. Med. J.* **295** (6594), 351-353.
- **Toms C** (2002): Persönliche Mitteilung der Vegan Society (UK).
- **Toohey ML, Harris MA, DeWitt W, Foster G, Schmidt WD, Melby CL** (1998): Cardiovascular Disease Risk Factors are lower in African-American Vegans Compared to Lacto-Ovo-Vegetarians. *J. Am. Coll. Nutr.* **17** (5), 425-435.
- **van Guldener C, Stehouwer CD** (2000): Hyperhomocysteinemia, vascular pathology, and endothelial dysfunction. *Semin. Thromb. Hemost.* **26** (3), 281-289.
- **van Staveren WA, Ocke MC** (2001): Estimation of dietary intake. In: Bowman BA, Russel RM; Hrsg. (2001): Present knowledge in nutrition. 8. Auflage, Washington, ILSI Nutrition Foundation, S 605-616.
- **van Staveren WA, Dhuyvetter JH, Bons A, Zeelen M, Hautvast JG** (1985): Food consumption and height/weight status of Dutch preschool children on alternative diets. *J. Am. Diet. Assoc.* **85** (12), 1579-1584.

- **Vaupel S** (2000): Funktionen des Magen-Darm-Traktes. In: Schmidt RF, Thews G, Lang F; Hrsg.: Physiologie des Menschen. 28. korrigierte und aktual. Auflage, Berlin, Springer, S 806-848.
- **Vegan Society** (1979): Memorandum of Association of the Vegan Society, S 13.
- **Vegetarier Bund Deutschland e.V.** (Hrsg.): Studien mit Vegetariern. Göttingen, Echo-Verlag.
- **Venti CA, Johnston CS** (2002): Modified Food Guide Pyramid for Lactovegetarians and Vegans. *J. Nutr.* **132** (5), 1050-1054.
- **Verdon F, Burnand B, Fallab Stubi CL, Bonard C, Graff M, Michaud A, Bischoff T, de Vevey M, Studer JP, Herzig L, Chapuis C, Tissot J, Pecoud A, Favrat B** (2003): Iron supplementation for unexplained fatigue in non-anaemic women: double blind randomised placebo controlled trial. *BMJ* **326** (7399), 1124-1127.
- **Viteri FE, Torun B** (1974): Anemia and physical work capacity. *Clin. Hematol.* **3**, 609-626.
- **Wagener IE, Bergmann RL, Kamtsiuris P, Eisenreich B, Andres B, Eckert C, Dudenhausen JW, Bergmann KE** (2000): Prävalenz und Risikofaktoren Von Eisenmangel bei jungen Müttern. *Gesundheitswesen* **62** (3), 176-178.
- **Wahrburg U, Assmann A** (1999): Hyperlipoproteinämien. In: Biesalski HK et al. (Hrsg.): Ernährungsmedizin. 2. überarb. und erw. Auflage. Stuttgart, Thieme, S 376-390.
- **Walker EM Jr, Walker SM** (2000): Effects of iron overload on the immune system. *Ann. Clin. Lab. Sci.* **30** (4), 354-365.
- **Waller HD, Benöhr HC, Müller CA** (1992): Störungen der Erythropoese. In: Siegenthaler W, Kaufmann W, Hornbostel H, Waller HD; Hrsg. (1992): Lehrbuch der inneren Medizin. 3. neubearb. und erw. Auflage, Stuttgart, Georg Thieme Verlag, S 662-692.
- **Watanabe F, Takenaka S, Kittaka-Katsura H, Ebara S, Miyamoto E** (2002): Characterization and bioavailability of vitamin B12-compounds from edible algae. *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)* **48** (5), 325-331.
- **Watson D** (1988): Out of the past. *The Vegan*, Summer 1988, 10-11.
- **Watson WS, Hume R, Moore MR** (1980): Oral absorption of lead and iron. *Lancet* **2** (8188), 236-237.
- **Weatherburn MW, Stewart BJ, Logan JE, Walker CB, Allen RH** (1970): A survey of hemoglobin values in Canada. *Can. Med. Assoc. J.* **102** (5), 493-498.
- **Weaver CM, Plawecki KL** (1994): Dietary calcium – adequacy of a vegetarian diet. *Am. J. Clin. Nutr.* **59** (5 Suppl.), 1238S-1241S.
- **Wehling A** (1995): Motive und Lebenseinstellungen von Veganern. Ergebnisse der Vegan-Studie Hannover-Gießen. Hausarbeit im Rahmen der Ersten Staatsprüfung für das Lehramt an berufsbildenden Schulen im Lande Niedersachsen, Universität Hannover.
- **Welch GN, Loscalzo J** (1998). Homocysteine and atherothrombosis. *N. Engl. J. Med.* **338** (15), 1042–1050.
- **Welte R, König HH, Leidl R** (2000): The costs of health damage and productivity losses attributable to cigarette smoking in Germany. *Eur. J. Public Health* **10** (1), 30-38.

- **Wiley V, Carpenter K, Wilcken B** (1999): Newborn screening with tandem mass spectrometry: 12 months' experience in NSW Australia. *Acta Paediatr. Suppl.* **88** (432), 48-51.
- **Wilson AK, Ball MJ** (1999): Nutrient intake and iron status of Australian male vegetarians. *Eur. J. Clin. Nutr.* **53** (3), 189-194.
- **Wilson PW, Abbott RD, Castelli WP** (1988): High density lipoprotein cholesterol and mortality. The Framingham Heart Study. *Arteriosclerosis* **8** (6), 737-741.
- **Witschi JC** (1990): Short-Term dietary recall and recording methods. In: Willet W; Hrsg. (1990): Nutritional epidemiology. New York, Oxford Press.
- **Wolfram G** (2001): Ernährungstherapie. In: Schwandt P, Richter WO, Parhofer KG (Hrsg.): Handbuch der Fettstoffwechselstörungen. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage, Stuttgart, Schattauer, S 374-426.
- **Wolters M, Hahn A** (2001): Nahrungsergänzungsmittel aus Sicht des Konsumenten – Ergebnisse einer repräsentativen Umfrage in Niedersachsen. *Ernährungs-Umschau* **48** (4), 136-141.
- **Wolters M, Hermann S, Hahn A** (2003): B vitamin status and concentrations of homocysteine and methylmalonic acid in elderly German women. *Am. J. Clin. Nutr.* **78** (4), 765-772.
- **Wong MS, Chew WL, Aw TC** (1999): Serum lipoprotein(a) profiles in a Singaporean population. *Pathology* **31** (3), 225-229.
- **Woo J, Kwok T, Ho SC, Sham A, Lau E** (1998): Nutritional status of elderly Chinese vegetarians. *Age Aging* **27** (4), 455-461.
- **Woodside JV, Yarnell JW, McMaster D, Young IS, Harmon DL, McCrum EE, Patterson CC, Gey KF, Whitehead AS, Evans A** (1996): Effect of B-group vitamins and antioxidant vitamins on hyperhomocysteinemia: a double-blind, randomized, factorial-design, controlled trial. *Am. J. Clin. Nutr.* **67** (5), 858–866.
- **Worsley A, Skrzypiec G** (1998): Teenage vegetarianism: prevalence, social and cognitive contexts. *Appetite* **30** (2), 151-170.
- **Yamada K, Yamada Y, Fukuda M, Yamada S** (1999): Bioavailability of dried asakusanori (pophyra tenera) as a source of Cobalamin (vitamin B12). *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* **69** (6), 412-418.
- **Yip R** (2001): Iron. In: Bowman BA and Russel RM (editors): Present Knowledge in Nutrition. 8th Edition, Washington, International Life Sciences Institute-Nutrition Foundation, S 311-328.

9 ANHANG

ANHANG A: ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung A1: Aufruf zur Teilnahme an der Deutschen Vegan Studie; Anzeige erschienen im September 1993 im „neuform-Kurier“	A2
Abbildung A2: Angepasste Ernährungspyramide für Lakto-Ovo-Vegetarier und Veganer ...	A2
Tabelle A1: Energiezufuhr in anderen Vegetarier- bzw. Veganerkollektiven (Mean).....	A3
Tabelle A2: Zufuhr von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren von Vegetariern und Veganern.....	A5
Tabelle A3: Lebensmittelaufnahme der DVS-Männer	A7
Tabelle A4: Lebensmittelaufnahme der DVS-Frauen	A8
Tabelle A5: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe (+ Alkohol) der DVS-Männer	A9
Tabelle A6: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe (+ Alkohol) der DVS-Frauen	A10
Tabelle A7: Vitaminzufuhr des DVS-Kollektivs.....	A11
Tabelle A8: Vitaminzufuhr der DVS-Männer	A13
Tabelle A9: Vitaminzufuhr der DVS-Frauen	A15
Tabelle A10: Mineralstoffzufuhr des DVS-Kollektivs	A17
Tabelle A11: Mineralstoffzufuhr der DVS-Männer.....	A19
Tabelle A12: Mineralstoffzufuhr der DVS-Frauen	A21
Tabelle A13: Parameter des hämatologischen Profils der DVS-Männer.....	A23
Tabelle A14: Charakteristika der Alterskollektive.....	A23
Tabelle A15: Zufuhr von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie Zufuhrmengen ausgewählter Fettsäuren.....	A24
Tabelle A16: Korrelationskoeffizienten und p-Werte zwischen Lipidstatusparametern und ausgewählten Ernährungsfaktoren im DVS-Kollektiv	A25

Gesucht:

Veganer für Studie

Das Institut für Ernährungswissenschaften der Universität Gießen plant eine Studie zur Erhebung der Ernährungs- und Gesundheitssituation von Personen, die sich nur von pflanzlichen Lebensmitteln ernähren (also ohne Milch, Milchprodukte, Eier, Fleischwaren, Fisch, Meeresfrüchte, Geflügel).

Wenn Sie Veganer sind und Interesse haben, an der Studie teilzunehmen, schreiben Sie bitte Ihre genaue Anschrift sowie das Stichwort „neufom-KURIER“ auf eine Postkarte und senden Sie diese umgehend an:

Prof. Dr. Claus Leitzmann
 Institut für Ernährungswissenschaft
 Wilhelmstr. 20, 35392 Gießen
 Herzlichen Dank für Ihr Interesse.

Abbildung A1: Aufruf zur Teilnahme an der Deutschen Vegan Studie; Anzeige erschienen im September 1993 im „neufom-Kurier“

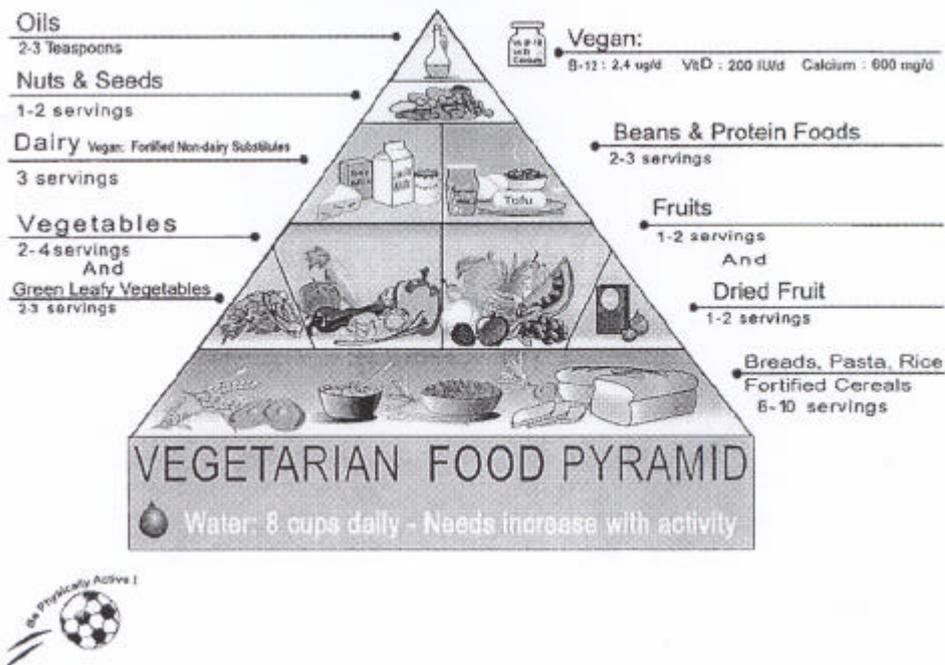


Abbildung A2: Angepasste Ernährungspyramide für Lakto-Ovo-Vegetarier und Veganer (VENTI und JOHNSTON 2002)

Tabelle A1: Energiezufuhr in anderen Vegetarier- bzw. Veganerkollektiven (Mean) – Teil I

Autoren	Gesamtenergie (MJ/d)	KH (En%)	Proteine (En%)	Fette (En%)	Ballaststoffe (g/d)
Alexander et al. (1994) LOV [n=45] V [n=5] Männer	V: 7,7 LOV: 9,5		V: 12,2 LOV: 12,5	V: 29,1 LOV: 34,1	V: 36,0 LOV: 34,4
Appleby et al. (1999) LOV [n=1550] V [n=114]	Frauen: V: 8,0 LOV: 8,2 Männer: V: 10,8 LOV: 11,0	Frauen: V: 51,4 LOV: 46,4 Männer: V: 52,5 LOV: 47,7	Frauen : V: 12,2 LOV: 12,4 Männer: V: 11,3 LOV: 12,2	Frauen: V: 36,2 LOV: 39,6 Männer: V: 33,5 LOV: 36,4	Frauen: V: 42,7 LOV: 31,3 Männer: V: 55,3 LOV: 41,8
Ball und Bartlett (1999) LOV [n=50] Frauen	LOV: 6,9	LOV: 51,8	LOV: 14,1	LOV: 34,1	LOV: 24,4
Davey et al. (2003) LOV [n=16 095] V [n=2 112]	Frauen: V: 6,97 LOV: 7,60 Männer: V: 8,01 LOV: 8,78	Frauen: V: 56,1 LOV: 52,9 Männer: V: 54,9 LOV: 51,2	Frauen: V: 13,5 LOV: 13,8 Männer: V: 12,9 LOV: 13,1	Frauen: V: 27,8 LOV: 30,4 Männer: V: 28,1 LOV: 31,1	
Draper et al. (1993) LOV [52] V [n=38]	Frauen: V: 7,36 LOV: 7,67 Männer: V: 9,20 LOV: 9,40		Frauen: V: 10,8 LOV: 12,6 Männer: V: 11,7 LOV: 12,0	Frauen: V: 34 LOV: 37 Männer: V: 34 LOV: 37	Frauen: V: 36 LOV: 33 Männer: V: 34 LOV: 33
Famodu et al. (1998) LOV [n=28] V [n=8]	V: 7,87 LOV: 8,81	V: 58,4 LOV: 54,7	V: 11,9 LOV: 16,1		
Haddad et al. (1999a) V [n=25]	Frauen: 7,09 Männer: 9,29		Frauen: 12 Männer: 13	Frauen: 25 Männer: 26	Frauen: 38 Männer: 48
Harman und Parnell (1998) LOV, LV, V [n=24]	Frauen: 7,8 Männer: 9,5	Frauen: 60,6 Männer: 63,3	Frauen: 12,2 Männer: 12,1	Frauen: 27,8 Männer: 25,3	

Tabelle A1: Energiezufuhr in anderen Vegetarier- bzw. Veganerkollektiven (Mean) – Teil II

Autoren	Gesamtenergie (MJ/d)	KH (En%)	Proteine (En%)	Fette (En%)	Ballaststoffe (g/d)
Janelle und Barr (1995) LOV [n=15] V [n=8]		V: 60,9 LOV: 55,9	V: 10,4 LOV: 11,5	V: 28,3 LOV: 32,1	
Li et al. (1999) LOV [n=50] #	6,92	49,1	13,4	31,8	
Rottka et al. (1988) LOV	Frauen: 8,16 Männer: 10,9	Frauen: 47 Männer: 43	Frauen: 13 Männer: 14	Frauen: 38 Männer: 38	Frauen: 35 Männer: 44
Sanders und Roshanai (1992) V [n=22]	Frauen: 9,3 Männer: 10,7	Frauen: 53 Männer: 51	Frauen: 12,0 Männer: 10,9	Frauen: 34,0 Männer: 36,6	Frauen: 38 Männer: 48
Thorogood et al. (1990) LOV, V [je 26 Frauen und Männer]	Frauen: V: 8,0 LOV: 8,2 Männer: V: 10,8 LOV: 11,0	Frauen: V: 51,4 LOV: 46,4 Männer: V: 52,5 LOV: 47,7	Frauen: V: 12,2 LOV: 12,4 Männer: V: 11,3 LOV: 12,2	Frauen: V: 36,2 LOV: 39,4 Männer: V: 33,5 LOV: 36,4	Frauen: V: 42,7 LOV: 31,3 Männer: V: 55,3 LOV: 41,8
Toohey et al. (1998) LOV [n=149] V [n=46]	Frauen: V: 7,83 LOV: 8,07 Männer: V: 7,85 LOV: 9,90	Frauen: V: 60,5 LOV: 58,7 Männer: V: 63,3 LOV: 57,7	Frauen: V: 11,3 LOV: 11,7 Männer: V: 12,0 LOV: 12,1	Frauen: V: 28,2 LOV: 29,1 Männer: V: 24,4 LOV: 30,0	
Wilson und Ball (1999) LOV [n=39], V [n=10] Männer	V: 11,6 LOV: 10,5	V: 59,1 LOV: 54,5	V: 12,4 LOV: 15,5	V: 28,0 LOV: 28,2	V: 63,8 LOV: 49,8

* Adjustiert für Alter und Geschlecht

nur Frauen

* Median

Tabelle A2: Zufuhr von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren von Vegetariern und Veganern

Autoren	gesättigte Fettsäuren (En%)	einfach ungesättigte Fettsäuren (En%)	mehrfach ungesättigte Fettsäuren (En%)
Alexander et al. (1994) LOV [n=45] V [n=5] Männer	V: 6,6 LOV: 12,1		V: 9,4 LOV: 7,5
Appleby et al. (1999) LOV [n=1550] V [n=114]+	Männer: V: 6,2 LOV: 12,1 Frauen: V: 7,4 LOV: 14,3	Männer: V: 7,85 LOV: 9,90 Frauen: V: 7,83 LOV: 8,07	
Ball und Bartlett (1999) LOV Frauen [n=50]	LOV: 14,2		LOV: 7,1
Davey et al. (2003) LOV [n=16 095] V [n=2 112]	Frauen: V: 5,11 LOV: 9,33 Männer: V: 4,99 LOV: 9,37		Frauen: V: 7,20 LOV: 5,29 Männer: V: 7,53 LOV: 5,67
Famodu et al. (1998) LOV [n=28] V [n=8]	V: 5,3 LOV: 6,1		V: 11,3 LOV: 10,8
Fokkema et al. (2000) V [n=12]	Frauen: 13,3 Männer: 9,5	Frauen: 13,3 Männer: 10,3	Frauen: 11,3 Männer: 8,1
Haddad et al. (1999a) V [n=25]	Frauen: 6 Männer: 5	Frauen: 10 Männer: 9	Frauen: 8 Männer: 9
Harman und Parnell (1998) LOV, LV, V [n=24]	Frauen: 9,4 Männer: 11,3	Frauen: 11,0 Männer: 11,1	Frauen: 6,8 Männer: 9,1
Janelle und Barr (1995) LOV [n=15] V [n=8] Frauen	V: 6,9 LOV: 10,6	V: 11,9 LOV: 12,4	V: 8,0 LOV: 7,0
Li et al. (1999) LOV [n=50] #	12,3	10,9	6,0

Tabelle A2: Zufuhr von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren von Vegetariern und Veganern – Teil II

Autoren	gesättigte Fettsäuren (En%)	einfach ungesättigte Fettsäuren (En%)	mehrfach ungesättigte Fettsäuren (En%)
Thorogood et al. (1990) LOV, V [n=104]	Frauen: V: 7,4 LOV: 14,3 Männer: V: 6,2 LOV: 12,1		
Toohey et al. (1998) LOV [n=149] V [n=46]	Frauen: V: 4,8 LOV: 6,6 Männer: V: 4,8 LOV: 6,2		Frauen: V: 9,0 LOV: 8,1 Männer: V: 8,4 LOV: 8,6
Wilson und Ball (1999) LOV [n=39], V [n=10] Männer	V: 5,85 LOV: 8,54	V: 11,7 LOV: 10,2	V: 8,70 LOV: 6,96

Tabelle A3: Lebensmittelaufnahme der DVS-Männer (in g/d; Mean \pm SD)

Lebensmittelgruppe	Gesamt	SV	MV
Eier	0,51 \pm 2,96	-	1,80 \pm 5,45
Milch und Milchprodukte	1,05 \pm 4,34	-	3,69 \pm 7,67
Käse und Quark	0,68 \pm 2,90	-	2,39 \pm 5,15
Butter	0,35 \pm 1,02	-	1,24 \pm 1,63
Speisefette und Speiseöle	21,9 \pm 22,6	25,8 \pm 22,7	12,0 \pm 8,86
Brot und Backwaren	198 \pm 143	207 \pm 151	174 \pm 122
Nährmittel	129 \pm 101	126 \pm 92,6	137 \pm 123
Kartoffeln	121 \pm 94,8	124 \pm 95,2	112 \pm 95,8
Frischgemüse und Gemüseprodukte	688 \pm 303	696 \pm 325	666 \pm 248
Frischobst	378 \pm 273	374 \pm 286	388 \pm 242
Südfrüchte	429 \pm 432	442 \pm 470	395 \pm 324
Obstprodukte	76,8 \pm 65,0	76,9 \pm 71,6	76,6 \pm 45,9
Brotaufstrich	3,96 \pm 7,39	4,56 \pm 8,33	2,44 \pm 3,97
Zucker	1,23 \pm 3,26	1,62 \pm 3,78	0,25 \pm 0,46
Süßwaren	11,8 \pm 13,1	11,7 \pm 14,0	12,2 \pm 10,7
Gewürze und andere Zutaten	0,03 \pm 0,19	0,03 \pm 0,21	0,04 \pm 0,16
Alkoholfreie Getränke	1032 \pm 670	967 \pm 538	1200 \pm 921
Alkoholische Getränke	12,8 \pm 47,1	7,43 \pm 38,3	26,5 \pm 63,5
Röstkaffee	22,2 \pm 74,2	25,2 \pm 79,7	14,8 \pm 59,2
Tee	36,3 \pm 117	46,8 \pm 137	9,77 \pm 20,3

Tabelle A4: Lebensmittelaufnahme der DVS-Frauen (in g/d; Mean \pm SD)

Lebensmittelgruppe	Gesamt	SV	MV
Eier	0,17 \pm 0,75	-	0,41 \pm 1,11
Milch und Milchprodukte	2,23 \pm 6,72	-	5,25 \pm 9,57
Käse und Quark	0,38 \pm 1,86	-	0,89 \pm 2,79
Butter	0,91 \pm 1,93	-	2,14 \pm 2,49
Speisefette und Speiseöle	10,4 \pm 11,1	9,62 \pm 11,7	11,3 \pm 10,4
Brot und Backwaren	137 \pm 75,5	137 \pm 73,2	136 \pm 79,4
Nährmittel	85,8 \pm 63,8	97,7 \pm 66,4	69,7 \pm 57,2
Kartoffeln	95,2 \pm 88,9	97,2 \pm 98,2	92,5 \pm 75,8
Frischgemüse und Gemüseprodukte	657 \pm 249	661 \pm 255	652 \pm 244
Frischobst	294 \pm 212	290 \pm 204	299 \pm 225
Südfrüchte	375 \pm 291	308 \pm 217	465 \pm 351
Obstprodukte	45,3 \pm 34,4	50,3 \pm 38,6	38,5 \pm 26,6
Brotaufstrich	2,61 \pm 4,44	3,44 \pm 5,11	1,50 \pm 3,05
Zucker	0,44 \pm 1,25	0,59 \pm 1,57	0,25 \pm 0,57
Süßwaren	10,9 \pm 12,3	11,8 \pm 14,8	9,45 \pm 7,91
Gewürze und andere Zutaten	0,11 \pm 1,00	0,19 \pm 1,31	0,00 \pm 0,00
Alkoholfreie Getränke	1058 \pm 664	1133 \pm 689	958 \pm 623
Alkoholische Getränke	12,8 \pm 77,0	18,3 \pm 101	5,35 \pm 10,9
Röstkaffee	24,7 \pm 79,1	26,0 \pm 85,2	22,9 \pm 71,2
Tee	73,3 \pm 247	64,0 \pm 187	85,8 \pm 313

Tabelle A5: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe (+ Alkohol) der DVS-Männer (Mean \pm SD)

	Gesamt	SV	MV
Gesamtenergie [kJ/d]	9779 \pm 2990	10016 \pm 3179	9183 \pm 2423
Kohlenhydrate [g/d]	321 \pm 95,7	326 \pm 102	310 \pm 79,5
<i>Kohlenhydrate [Energieprozent]</i>	<i>56,4 \pm 7,41</i>	<i>55,8 \pm 7,95</i>	<i>57,9 \pm 5,76</i>
Eiweiß [g/d]	65,3 \pm 24,0	66,7 \pm 25,2	61,7 \pm 20,8
<i>Eiweiß [Energieprozent]</i>	<i>11,4 \pm 2,05</i>	<i>11,4 \pm 2,10</i>	<i>11,4 \pm 1,97</i>
Fett [g/d]	82,5 \pm 36,5	86,4 \pm 38,8	72,8 \pm 28,6
<i>Fett [Energieprozent]</i>	<i>306 \pm 7,92</i>	<i>31,4 \pm 8,61</i>	<i>28,7 \pm 5,58</i>
Alkohol [g/d]	0,88 \pm 3,16	0,42 \pm 1,70	2,04 \pm 5,19
<i>Alkohol [Energieprozent]</i>	<i>0,29 \pm 1,10</i>	<i>0,13 \pm 0,52</i>	<i>0,70 \pm 1,88</i>

(Die prozentualen Angaben ergeben auf Grund von Ungenauigkeiten im BLS keine 100 % bei der Addition)

Tabelle A6: Verteilung der Energiezufuhr auf die Hauptnährstoffe (+ Alkohol) der DVS-Frauen (Mean \pm SD)

	Gesamt	SV	MV
Gesamtenergie [kJ/d]	7044 \pm 1872	7229 \pm 1967	6794 \pm 1730
Kohlenhydrate [g/d]	237 \pm 65,7	239 \pm 67,8	233 \pm 63,5
<i>Kohlenhydrate [Energieprozent]</i>	<i>57,5 \pm 7,54</i>	<i>56,9 \pm 7,56</i>	<i>58,4 \pm 7,54</i>
Eiweiß [g/d]	48,3 \pm 15,1	52,3 \pm 15,7	43,0 \pm 12,7
<i>Eiweiß [Energieprozent]</i>	<i>11,7 \pm 2,08</i>	<i>12,4 \pm 2,01</i>	<i>10,8 \pm 1,85</i>
Fett [g/d]	56,1 \pm 23,5	58,3 \pm 25,8	53,0 \pm 20,0
<i>Fett [Energieprozent]</i>	<i>29,0 \pm 7,70</i>	<i>29,2 \pm 7,76</i>	<i>28,8 \pm 7,73</i>
Alkohol [g/d]	0,68 \pm 3,14	0,88 \pm 4,10	0,42 \pm 0,74
<i>Alkohol [Energieprozent]</i>	<i>0,25 \pm 1,14</i>	<i>0,32 \pm 1,48</i>	<i>0,17 \pm 0,31</i>

(Die prozentualen Angaben ergeben auf Grund von Ungenauigkeiten im BLS keine 100 % bei der Addition)

Tabelle A7: Vitaminzufuhr des DVS-Kollektivs (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Retinol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	1,68 (0,75 / 3,96)	1,60 (0,56 / 4,50)	1,85 (0,85 / 4,02)	w: 0,80 m: 1,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,22 (0,11 / 0,54)	0,20 (0,09 / 0,50)	0,23 (0,12 / 0,62)	0,10
Vitamin D				
Zufuhr [µg/d]	0,49 (0,01 / 1,90)	0,45 (0,00 / 1,86)	0,57 (0,06 / 1,94)	5,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,06 (0,00 / 0,20)	0,05 (0,00 / 0,20)	0,07 (0,01 / 0,21)	w: 0,60 m: 0,50
Tocopherol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	21,0 (10,7 / 46,9)	22,1 (11,3 / 55,5)	18,8 (9,07 / 40,5)	w: 12,0 m: 14,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,57 (1,83 / 4,82)	2,62 (1,83 / 5,00)	2,54 (1,76 / 4,72)	-
Thiamin				
Zufuhr [mg/d]	1,72 (0,90 / 2,97)	1,83 (0,87 / 3,26)	1,56 (0,90 / 2,54)	w: 1,00 m: 1,20
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,22 (0,16 / 0,32)	0,22 (0,17 / 0,38)	0,21 (0,16 / 0,27)	-
Riboflavin				
Zufuhr [mg/d]	1,27 (0,71 / 2,05)	1,33 (0,71 / 2,11)	1,22 (0,70 / 2,04)	w: 1,20 m: 1,40
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,16 (0,12 / 0,23)	0,16 (0,12 / 0,23)	0,16 (0,13 / 0,24)	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A7: Vitaminzufuhr des DVS-Kollektivs (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil II

	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Niacin				
Zufuhr [mg/d]	24,1 (13,6 / 39,5)	25,4 (14,9 / 39,7)	21,9 (10,8 / 38,7)	w: 13,0 m: 16,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	3,09 (2,30 / 3,81)	3,14 (2,28 / 3,92)	2,98 (2,38 / 3,59)	-
Vitamin B₆				
Zufuhr [mg/d]	2,61 (1,33 / 4,32)	2,67 (1,35 / 4,35)	2,51 (1,21 / 4,36)	w: 1,20 m: 1,50
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,32 (0,22 / 0,45)	0,31 (0,22 / 0,47)	0,34 (0,25 / 0,45)	0,15
Gesamt-Folsäure				
Zufuhr [µg/d]	497 (273 / 755)	508 (284 / 792)	469 (257 / 748)	400
Nährstoffdichte [µg/MJ]	60,6 (44,5 / 91,9)	59,9 (41,9 / 91,9)	63,5 (48,4 / 92,8)	w: 51,0 m: 39,0
Vitamin B₁₂				
Zufuhr [µg/d]	0,27 (0,00 / 3,15)	0,30 (0,00 / 3,69)	0,23 (0,00 / 2,81)	3,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,03 (0,00 / 0,36)	0,04 (0,00 / 0,47)	0,03 (0,00 / 0,22)	w: 0,38 m: 0,29
Vitamin C				
Zufuhr [mg/d]	279 (104 / 696)	260 (88,4 / 722)	303 (110 / 658)	100
Nährstoffdichte [mg/MJ]	35,1 (16,1 / 83,9)	32,5 (15,4 / 69,8)	43,8 (17,3 / 93,5)	w: 13,0 m: 10,0

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A8: Vitaminzufuhr der DVS-Männer (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	SV (n=48)	MV (n=19)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Retinol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	1,66 (0,51 / 5,05)	2,07 (0,67 / 3,81)	0,006 (t-Test)	1,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,18 (0,06 / 0,44)	0,20 (0,11 / 0,54)	n.s.	0,10
Calciferol				
Zufuhr [µg/d]	0,62 (0,02 / 2,42)	0,61 (0,02 / 3,38)	n.s.	5,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,07 (0,00 / 0,20)	0,07 (0,00 / 0,41)	n.s.	0,50
Tocopherol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	26,9 (13,0 / 67,9)	22,7 (9,38 / 40,8)	n.s.	14,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,80 (1,88 / 5,11)	2,55 (1,43 / 4,72)	n.s.	-
Thiamin				
Zufuhr [mg/d]	2,08 (1,25 / 3,44)	1,92 (0,94 / 3,52)	n.s.	1,20
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,21 (0,16 / 0,37)	0,21 (0,15 / 0,34)	n.s.	-
Riboflavin				
Zufuhr [mg/d]	1,50 (0,79 / 2,49)	1,43 (0,75 / 2,20)	n.s.	1,40
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,15 (0,11 / 0,22)	0,16 (0,12 / 0,24)	n.s.	-
Niacin				
Zufuhr [mg/d]	29,0 (16,2 / 44,4)	26,8 (14,5 / 47,6)	n.s.	16,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	3,02 (2,19 / 3,86)	2,96 (2,30 / 3,68)	n.s.	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A8: Vitaminzufuhr der DVS-Männer (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil II

	SV (n=48)	MV (n=19)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Vitamin B₆				
Zufuhr [mg/d]	2,89 (1,55 / 5,32)	2,86 (1,51 / 4,62)	n.s.	1,50
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,30 (0,18 / 0,41)	0,31 (0,22 / 0,44)	n.s.	0,15
Gesamt-Folsäure				
Zufuhr [µg/d]	577 (276 / 901)	526 (261 / 754)	n.s.	400
Nährstoffdichte [µg/MJ]	55,0 (35,8 / 83,1)	53,7 (48,1 / 92,6)	n.s.	39,0
Vitamin B₁₂				
Zufuhr [µg/d]	0,31 (0,00 / 4,30)	0,42 (0,00 / 4,33)	n.s.	3,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,04 (0,00 / 0,41)	0,04 (0,00 / 0,37)	n.s.	0,29
Vitamin C				
Zufuhr [mg/d]	268 (87,7 / 816)	271 (96,1 / 653)	n.s.	100
Nährstoffdichte [µg/MJ]	25,2 (13,3 / 72,7)	27,9 (16,7 / 76,8)	n.s.	10,0

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A9: Vitaminzufuhr der DVS-Frauen (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	SV (n=50)	MV (n=37)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Retinol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	1,59 (0,79 / 3,53)	1,82 (0,93 / 5,25)	n.s.	0,80
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,23 (0,13 / 0,55)	0,27 (0,14 / 0,72)	n.s.	0,10
Calciferol				
Zufuhr [µg/d]	0,35 (0,00 / 1,65)	0,55 (0,06 / 1,32)	n.s.	5,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,05 (0,00 / 0,23)	0,07 (0,01 / 0,20)	n.s.	0,60
Tocopherol-Äquivalent				
Zufuhr [mg/d]	18,2 (8,93 / 34,6)	17,3 (8,66 / 33,1)	n.s.	12,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,45 (1,81 / 4,94)	2,53 (1,76 / 4,76)	n.s.	-
Thiamin				
Zufuhr [mg/d]	1,65 (0,80 / 2,97)	1,38 (0,83 / 2,23)	0,005 (t-Test)	1,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,23 (0,17 / 0,43)	0,21 (0,16 / 0,26)	0,032 (Mann-Whitney-U)	-
Riboflavin				
Zufuhr [mg/d]	1,18 (0,68 / 1,90)	1,15 (0,64 / 2,04)	n.s.	1,20
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,17 (0,14 / 0,25)	0,17 (0,14 / 0,24)	n.s.	-
Niacin				
Zufuhr [mg/d]	22,8 (11,7 / 36,5)	19,7 (10,4 / 29,9)	0,016 (t-Test)	13,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	3,30 (2,50 / 4,22)	3,02 (2,37 / 3,53)	0,030 (t-Test)	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A9: Vitaminzufuhr der DVS-Frauen (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil II

	SV (n=50)	MV (n=37)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Vitamin B₆				
Zufuhr [mg/d]	2,40 (1,13 / 4,25)	2,25 (1,14 / 4,13)	n.s.	1,20
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,34 (0,26 / 0,51)	0,35 (0,25 / 0,45)	n.s.	0,15
Gesamt-Folsäure				
Zufuhr [µg/d]	463 (282 / 771)	454 (253 / 739)	n.s.	400
Nährstoffdichte [µg/MJ]	62,9 (50,4 / 108)	66,3 (48,4 / 95,7)	n.s.	51,0
Vitamin B₁₂				
Zufuhr [µg/d]	0,26 (0,01 / 2,70)	0,19 (0,00 / 1,13)	n.s.	3,00
Nährstoffdichte [µg/MJ]	0,03 (0,00 / 0,49)	0,03 (0,00 / 0,17)	n.s.	0,38
Vitamin C				
Zufuhr [mg/d]	251 (95,2 / 526)	315 (110 / 733)	0,020 (t-Test)	100
Nährstoffdichte [µg/MJ]	35,1 (18,1 / 75,0)	49,5 (22,6 / 97,0)	0,001 (t-Test)	13,0

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A10: Mineralstoffzufuhr des DVS-Kollektivs (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Natrium				
Zufuhr [g/d]	1,94 (0,43 / 3,78)	2,12 (0,57 / 3,97)	1,62 (0,29 / 3,44)	0,55
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,26 (0,06 / 0,45)	0,28 (0,06 / 0,50)	0,23 (0,04 / 0,39)	-
Kalium				
Zufuhr [g/d]	4,67 (2,68 / 7,49)	4,72 (2,69 / 7,50)	4,36 (2,63 / 7,58)	2,00
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,58 (0,44 / 0,87)	0,57 (0,43 / 0,80)	0,62 (0,44 / 0,89)	-
Kalzium				
Zufuhr [mg/d]	812 (455 / 1.337)	829 (467 / 1.414)	784 (382 / 1.337)	1000
Nährstoffdichte [mg/MJ]	99,4 (65,2 / 171)	97,7 (65,1 / 169)	107 (65,2 / 184)	w: 128 m: 98,0
Phosphor				
Zufuhr [mg/d]	1.269 (690 / 2.175)	1.322 (765 / 2.280)	1.155 (580 / 1.954)	700
Nährstoffdichte [mg/MJ]	168 (110 / 205)	170 (110 / 211)	164 (108 / 197)	-
Magnesium				
Zufuhr [mg/d]	577 (338 / 929)	618 (356 / 997)	549 (322 / 904)	w: 300 m: 350
Nährstoffdichte [mg/MJ]	75,0 (57,2 / 100)	75,6 (56,3 / 97,2)	74,0 (58,6 / 103)	w: 38,0 m: 34,0
Zink				
Zufuhr [mg/d]	10,7 (5,60 / 17,8)	10,9 (6,84 / 20,1)	10,1 (4,67 / 17,5)	w: 7,00 m: 10,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,40 (0,88 / 1,89)	1,41 (0,90 / 1,93)	1,37 (0,85 / 1,89)	w: 0,90 m: 1,00

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A10: Mineralstoffzufuhr des DVS-Kollektivs (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil II

	Gesamt (n=154)	SV (n=98)	MV (n=56)	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Eisen				
Zufuhr [mg/d]	20,8 (11,9 / 32,1)	21,2 (12,8 / 34,8)	19,8 (10,8 / 29,7)	w: 15,0 m: 10,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,66 (1,98 / 3,44)	2,66 (1,93 / 3,54)	2,68 (2,02 / 3,43)	w: 1,90 m: 1,00
Jod				
Zufuhr [mg/d]	78,1 (45,1 / 137)	76,5 (46,3 / 134)	79,9 (43,2 / 140)	200
Nährstoffdichte [mg/MJ]	9,52 (6,34 / 18,3)	9,29 (6,07 / 17,9)	10,5 (7,39 / 19,6)	w: 26,0 m: 20,0
Kupfer				
Zufuhr [mg/d]	3,03 (1,69 / 5,07)	3,18 (1,76 / 5,32)	2,85 (1,64 / 4,43)	1,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,38 (0,31 / 0,51)	0,39 (0,30 / 0,53)	0,38 (0,32 / 0,49)	-
Mangan				
Zufuhr [mg/d]	7,94 (4,17 / 14,6)	8,42 (4,58 / 14,9)	7,53 (3,54 / 13,3)	2,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,03 (0,60 / 1,65)	1,07 (0,61 / 1,66)	1,00 (0,58 / 1,68)	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A11: Mineralstoffzufuhr der DVS-Männer (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	SV (n=48)	MV (n=17)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Natrium				
Zufuhr [g/d]	2,23 (0,51 / 4,29)	2,07 (0,40 / 3,73)	n.s.	0,55
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,25 (0,06 / 0,44)	0,23 (0,07 / 0,40)	n.s.	-
Kalium				
Zufuhr [g/d]	5,43 (2,84 / 9,31)	5,12 (2,60 / 7,89)	n.s.	2,00
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,53 (0,36 / 0,78)	0,55 (0,40 / 0,87)	n.s.	-
Kalzium				
Zufuhr [mg/d]	838 (482 / 1465)	865 (266 / 1845)	n.s.	1000
Nährstoffdichte [mg/MJ]	90,7 (55,3 / 141)	95,2 (52,4 / 183)	n.s.	98,0
Phosphor				
Zufuhr [mg/d]	1556 (978 / 2541)	1484 (759 / 2195)	n.s.	700
Nährstoffdichte [mg/MJ]	164 (109 / 212)	156 (117 / 205)	n.s.	-
Magnesium				
Zufuhr [mg/d]	703 (419 / 1116)	711 (307 / 1007)	n.s.	350
Nährstoffdichte [mg/MJ]	69,6 (51,6 / 96,1)	67,7 (54,4 / 99,8)	n.s.	34,0
Zink				
Zufuhr [mg/d]	12,7 (7,54 / 23,2)	12,6 (5,70 / 17,8)	n.s.	10,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,36 (0,86 / 1,90)	1,26 (0,78 / 1,89)	n.s.	1,00

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A11: Mineralstoffzufuhr der DVS-Männer (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil II

	SV (n=48)	MV (n=17)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Eisen				
Zufuhr [mg/d]	24,5 (14,4 / 36,5)	23,6 (12,9 / 32,2)	n.s.	10,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,54 (1,83 / 3,17)	2,46 (1,84 / 3,40)	n.s.	1,00
Jod				
Zufuhr [mg/d]	81,5 (41,0 / 133)	85,6 (40,2 / 156)	n.s.	200
Nährstoffdichte [mg/MJ]	8,92 (5,37 / 14,1)	8,67 (7,00 / 27,6)	n.s.	20,0
Kupfer				
Zufuhr [mg/d]	3,63 (2,14 / 6,39)	3,61 (1,79 / 5,73)	n.s.	1,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,37 (0,28 / 0,46)	0,37 (0,28 / 0,51)	n.s.	-
Mangan				
Zufuhr [mg/d]	10,2 (5,14 / 19,3)	8,66 (3,44 / 15,0)	n.s.	2,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,00 (0,59 / 1,73)	1,01 (0,50 / 1,49)	n.s.	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A12: Mineralstoffzufuhr der DVS-Frauen (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	SV (n=50)	MV (n=37)	P	D-A-CH- Referenzwert DGE et al. 2000
Natrium				
Zufuhr [g/d]	1,94 (0,50 / 3,62)	1,46 (0,24 / 3,00)	0,024 (t-Test)	0,55
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,29 (0,06 / 0,57)	0,23 (0,04 / 0,40)	0,020 (t-Test)	-
Kalium				
Zufuhr [g/d]	4,20 (2,36 / 6,90)	4,21 (2,59 / 7,74)	n.s.	2,00
Nährstoffdichte [g/MJ]	0,60 (0,49 / 0,88)	0,67 (0,46 / 0,91)	n.s.	-
Kalzium				
Zufuhr [mg/d]	775 (449 / 1282)	760 (384 / 1292)	n.s.	1000
Nährstoffdichte [mg/MJ]	106 (66,5 / 188)	114 (65,8 / 195)	n.s.	128
Phosphor				
Zufuhr [mg/d]	1187 (627 / 2060)	1006 (554 / 1633)	0,035 (t-Test)	700
Nährstoffdichte [mg/MJ]	178 (124 / 212)	167 (104 / 196)	0,018 (t-Test)	-
Magnesium				
Zufuhr [mg/d]	558 (337 / 929)	497 (318 / 898)	n.s.	300
Nährstoffdichte [mg/MJ]	81,7 (61,2 / 107)	74,4 (58,6 / 107)	n.s.	38,0
Zink				
Zufuhr [mg/d]	9,78 (5,04 / 16,8)	8,90 (4,31 / 15,5)	n.s.	7,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,47 (0,98 / 1,97)	1,40 (0,85 / 1,90)	n.s.	0,90

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A12: Mineralstoffzufuhr der DVS-Frauen (Median, 5-/95-Perzentile) – Teil I

	SV (n=50)	MV (n=37)	P	D-A-CH- Referenzwert* DGE et al. 2000
Eisen				
Zufuhr [mg/d]	19,4 (10,9 / 31,9)	17,7 (10,1 / 29,4)	n.s.	15,0
Nährstoffdichte [mg/MJ]	2,79 (2,15 / 3,68)	2,74 (2,17 / 3,60)	n.s.	1,90
Jod				
Zufuhr [mg/d]	71,8 (44,9 / 158)	74,9 (42,4 / 131)	n.s.	200
Nährstoffdichte [mg/MJ]	10,2 (6,81 / 26,0)	11,3 (7,39 / 19,5)	n.s.	26,0
Kupfer				
Zufuhr [mg/d]	2,88 (1,65 / 4,96)	2,57 (1,61 / 4,43)	n.s.	1,00-1,50
Nährstoffdichte [mg/MJ]	0,40 (0,33 / 0,55)	0,38 (0,33 / 0,49)	n.s.	-
Mangan				
Zufuhr [mg/d]	7,69 (3,94 / 13,4)	6,46 (3,47 / 13,3)	n.s.	2,00-5,00
Nährstoffdichte [mg/MJ]	1,11 (0,67 / 1,66)	0,99 (0,58 / 2,22)	n.s.	-

* Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird nur der Wert für die Altersgruppe der 25 – 51 Jährigen genannt.

Tabelle A13: Parameter des hämatologischen Status der DVS-Männer (Median, 5-/95-Perzentile)

	Gesamt (n=67)	SV (n=48)	MV (n=19)	P *
Serum-Ferritin [ng/ml]	44,0 (14,8 / 118)	44,0 (11,6 / 105)	44,0 (14,0 / 153)	0,516
% < 12 ng/ml	3	4,2	-	
Transferrinsättigung [%]	23,3 (11,5 / 48,5)	21,9 (10,1 / 47,5)	24,2 (14,2 / 66,6)	0,073
% < 16%	18,5	21,7	10,5	
MCHC [g/dl]	33,5 (32,4 / 34,2)	33,5 (32,4 / 34,2)	33,7 (32,3 / 34,2)	0,456
% < 32 g/dl	1,5	2,1	-	
Hämoglobin [g/l]	153 (127 / 166)	152 (125 / 167)	154 (135 / 166)	0,472
% < 130 g/l	4,5	6,3	-	

* t-Test für unabhängige Stichproben

Tabelle A14: Charakteristika der Alterskollektive (Mean \pm SD)

	19- < 50 Jahre (n=50)	\geq 50 Jahre (n=30)
Alter [Jahren]	35,4 \pm 8,11	62,0 \pm 8,31
Dauer der veganen Ernährung [Jahren]	5,23 \pm 3,60	6,98 \pm 4,95
BMI [kg/m ²]	20,4 \pm 2,01	21,9 \pm 3,06
Energiezufuhr [MJ/d]	8,20 \pm 1,91	7,10 \pm 1,79
Energiezufuhr aus Lebensmitteln tierischer Herkunft [En%]	0,47 \pm 0,96	0,82 \pm 1,30
Proteinzufuhr [%]	11,9 \pm 1,67	11,6 \pm 2,72
Proteinzufuhr [g/d und kg Körpergewicht]	0,90 \pm 0,31	0,83 \pm 0,22
Eisenzufuhr [mg/d]	20,0 \pm 5,77	19,6 \pm 5,14
Ballaststoffzufuhr [g/d]	52,3 \pm 15,6	51,0 \pm 14,7

Tabelle A15: Zufuhr von gesättigten, einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie Zufuhrmengen ausgewählter Fettsäuren (Mean \pm SD)

		Frauen		Männer	
		SV (n=50)	MV (n=37)	SV (n=48)	MV (n=19)
Gesättigte Fettsäuren [Energie%]		5,64 \pm 1,56	6,34 \pm 1,97	6,18 \pm 1,72	5,82 \pm 1,54
Einfach ungesättigte [Energie%]	FS	12,3 \pm 5,39	12,3 \pm 5,59	12,6 \pm 5,67	12,2 \pm 2,76
Mehrfach ungesättigte [Energie%]	FS	8,39 \pm 2,48	7,74 \pm 2,71	9,77 \pm 4,13	8,03 \pm 2,97
18:2 [g/d]		14,6 \pm 5,85	12,7 \pm 5,79	24,0 \pm 11,9	17,6 \pm 8,63
18:3 [g/d]		1,58 \pm 0,66	1,76 \pm 0,94	2,37 \pm 1,39	2,25 \pm 1,39
20:4 [g/d]		0,03 \pm 0,03	0,03 \pm 0,02	0,04 \pm 0,03	0,04 \pm 0,7
20:5 [g/d]		0,008 \pm 0,01	0,009 \pm 0,002	0,01 \pm 0,02	0,005 \pm 0,07
22:6 [g/d]		0,004 \pm 0,006	0,005 \pm 0,005	0,0067 \pm 0,01	0,008 \pm 0,008

Ein statistisch signifikanter Unterschied wurde im männlichen Subkollektiv für die Linolsäurezufuhr berechnet: Streng vegane Männer nahmen bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 2 % (t-Test) im Mittel mehr Linolsäure über ihre Kost auf. Ein Trend zur Signifikanz ($p=0,069$; t-Test) wurde im weiblichen Subkollektiv zwischen strengen und moderaten Veganerinnen in Bezug auf die mittlere, prozentuale Energiezufuhr aus gesättigten Fettsäuren ermittelt.

Tabelle A16: Korrelationskoeffizienten und p-Werte zwischen Lipidstatusparametern und ausgewählten Ernährungsfaktoren im DVS-Kollektiv – Teil I

		Trigly. [mmol/l]	Gesamt- Cholest. [mmol/l]	HDL [mmol/l]	LDL [mmol/l]	Ges.- Chol./HDL	Lp (a) [mg/l]
Energie [MJ/Tag]	r_s	0,028	-0,322	-0,311	-0,261	-0,002	0,054
	p	0,732	<0,001	<0,001	0,002	0,981	0,519
Eiweiß [En%]	r_s	-0,053	-0,085	-0,018	-0,091	-0,087	0,018
	p	0,517	0,292	0,829	0,292	0,282	0,831
Fett [En%]	r_s	-0,056	0,129	0,172	0,134	-0,057	0,015
	p	0,494	0,110	0,034	0,121	0,485	0,857
KH [En%]	r_s	0,073	-0,132	-0,193	-0,123	0,082	0,003
	p	0,368	0,104	0,017	0,154	0,311	0,972
Cholesterol [mg/Tag]	r_s	-0,049	0,039	0,072	0,076	-0,019	-0,030
	p	0,548	0,635	0,375	0,381	0,811	0,718
Zufuhr gesättigter Fettsäuren [En%]	r_s	-0,091	0,245	0,258	0,267	-0,032	0,029
	p	0,261	0,002	0,001	0,002	0,692	0,731
Zufuhr einfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	r_s	-0,106	0,011	0,202	-0,008	-0,169	0,017
	p	0,192	0,892	0,012	0,927	0,037	0,842
Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren [En%]	r_s	-0,023	0,075	-0,013	0,092	0,037	-0,035
	p	0,780	0,354	0,870	0,288	0,649	0,675

signifikante p-Werte und zugehörige Korrelationskoeffizienten sind **fett** gedruckt

Tabelle A16: Korrelationskoeffizienten und p-Werte zwischen Lipidstatusparametern und ausgewählten Ernährungsfaktoren im DVS-Kollektiv – Teil II

		Trigly. [mmol/l]	Gesamt- Cholest. [mmol/l]	HDL [mmol/l]	LDL [mmol/l]	Ges.- Chol./HDL	Lp (a) [mg/l]
Zufuhr von Linolsäure [g/Tag]	r_s	0,002	-0,150	-0,217	-0,088	0,028	0,005
	p	0,982	0,063	0,007	0,313	0,727	0,950
Zufuhr von Linolensäure [g/Tag]	r_s	-0,028	-0,103	-0,153	-0,053	0,067	0,029
	p	0,728	0,203	0,060	0,538	0,409	0,730
Zufuhr von Arachidonsäure [g/Tag]	r_s	-0,011	-0,174	-0,131	-0,139	-0,051	0,018
	p	0,889	0,031	0,107	0,108	0,535	0,833
Zufuhr von Eicosapentaensäure [g/Tag]	r_s	-0,063	0,003	0,108	0,007	-0,094	-0,064
	p	0,440	0,969	0,183	0,934	0,250	0,442
Zufuhr von Docosahexaensäure [g/Tag]	r_s	0,043	-0,062	-0,040	-0,059	-0,049	-0,112
	p	0,597	0,446	0,620	0,498	0,546	0,175
Vitamin C [mg/Tag]	r_s	0,017	-0,089	-0,063	-0,071	0,035	0,069
	p	0,839	0,274	0,441	0,412	0,671	0,403
Niacin [mg/Tag]	r_s	0,016	-0,359	-0,288	-0,333	-0,071	0,037
	p	0,839	<0,001	<0,001	<0,001	0,381	0,656
Alkohol [g/Tag]	r_s	0,083	0,028	0,009	0,064	0,033	-0,082
	p	0,304	0,731	0,908	0,461	0,689	0,325
Ballaststoffe [g/Tag]	r_s	0,012	-0,324	-0,319	-0,287	0,021	0,128
	p	0,884	<0,001	<0,001	0,001	0,794	0,124

signifikante p-Werte und zugehörige Korrelationskoeffizienten sind **fett** gedruckt

ANHANG B: ERHEBUNGSINSTRUMENTE

VOR-FRAGEBOGEN

ANAMNESEBOGEN

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL

HAUPT-FRAGEBOGEN

VOR-FRAGEBOGEN



JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN

Prof. Dr. Claus Leitzmann

Institut für Ernährungswissenschaft

Prof. Dr. C. Leitzmann, Wilhelmsstraße 20, 35392 Gießen

Gießen, November 1993
 Wilhelmsstraße 20
 Telefon (0641) 702 - 6032 (Durchwahl)
 - 6037 (Labor)
 - 6025 (Sekretariat)
 Telefon (0641) 702 - 6035
 Telex 492 956 un g d

Vegan-Studie

Liebe Interessentin, lieber Interessent,

wir freuen uns, daß Sie sich für die Teilnahme an dieser wissenschaftlichen Studie zur Verfügung stellen wollen.

Ziel dieser Studie ist die Erfassung von Daten zur Ernährungs- und Gesundheitssituation von Veganern, um die Praxis einer veganen Ernährungsweise zu ermitteln. Dabei sollen sowohl die Vorteile als auch mögliche Nachteile dieser Ernährungsform dokumentiert werden. Aus eventuell auftretenden Ernährungsfehlern sollen Empfehlungen abgeleitet werden, um eine günstige Nährstoffzufuhr zu fördern.

Als Anlage erhalten Sie einen Kurzfragebogen mit der Bitte, diesen möglichst umgehend auszufüllen und im beiliegenden, adressierten Briefumschlag an uns zurückzusenden. Die Auswertung des Fragebogens erlaubt uns, die Studienteilnehmer festzulegen. Diese erhalten voraussichtlich im Januar 1994 einen ausführlichen Fragebogen zum Ernährungs- und Gesundheitsverhalten. Zu einem späteren Zeitpunkt ist ein Verzehrsprotokoll sowie eine Blutuntersuchung geplant, um genaue Daten zum Ernährungs- und Gesundheitszustand zu erhalten.

Wir versichern Ihnen, daß Ihre Angaben nur für unsere Studie verwendet und in keinem Fall an andere Stellen weitergegeben werden. Für die Auswertung wird Ihre Adresse von den anderen Angaben abgetrennt, so daß Anonymität gewährleistet ist. Um auch evtl. Fehlerhaft oder unvollständig ausgefüllte Fragebogen berücksichtigen zu können und damit Ihre Mühe nicht umsonst ist, erfolgt im Bedarfsfall eine direkte Rückfrage bei Ihnen.

Übrigens, haben Sie schon Ihre veganen Freunde, Verwandten usw. auf die Teilnahme an dieser Studie angesprochen?

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit.

Mit freundlichen Grüßen

C. Leitzmann

Prof. Dr. rer. nat.
 Claus Leitzmann

J. Koschizke

Diplom-Ernährungswissenschaftler
 Jochen Koschizke (Tel. 04131-187696)

Kurzfragebogen (Bitte deutlich in Blockschrift/ ausfüllen!)

Name, Vorname:
 Straße
 neue PLZ, Ort:
 Telefon:

1. Wann sind Sie geboren? _____/_____/19
 Monat Jahr
 Männlich Weiblich
2. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an:
 Gemischtkost
 Lacto-vegetarische Kost
 Ovo-lacto-veget. Kost
 Rohkost
3. Wie ernährten Sie sich, bevor Sie Veganer wurden?
 _____/_____/19
 Monat Jahr
 Gemischtkost
 Lacto-vegetarische Kost
 Ovo-lacto-veget. Kost
 Rohkost
4. Ab welchem Zeitpunkt praktizierten Sie dies von Ihnen oben angegebene Ernährungsweise?
 _____/_____/19
 Monat Jahr
5. Seit wann ungefähr ernähren Sie sich vegan, d. h. ausschließlich von pflanzlichen Lebensmitteln?
 _____/_____/19
 Monat Jahr
6. Wie oft verzehren Sie Lebensmittel aus folgenden Gruppen? (Versuchen Sie bitte die Verzehrshäufigkeit einer Mahlzeit mit diesen Lebensmitteln anzugeben! Bitte nur eine Zahl pro Zeile eintragen.)

Lebensmittel	Häufigkeit pro Tag	Woche	Monat
Milch, Milchprodukte (z.B. Butter, Käse, Joghurt)	_____	_____	_____
Eier	_____	_____	_____
Fleisch, Fleischwaren	_____	_____	_____
Fisch, Meeresfrüchte, Geflügel	_____	_____	_____
7. An wievielen Tagen im letzten Halbjahr konnten Sie sich nicht vegan ernähren? Z. B. bei Besuch, im Urlaub, bei Krankheit, bei Teilnahme an Kantinenverpflegung usw. (Schätzen Sie bitte die Gesamtzeit ein!)
 Mehr als 4 Wochen
 2-4 Wochen
 Weniger als 1 Woche
 Nie, ich ernähre mich ausnahmslos vegan.
8. Sind Sie bereit, weiterhin an der Studie einschließlich Blutuntersuchung und Ernährungsprotokoll teilzunehmen?
 Ja Nein

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!

ANAMNESEBOGEN

Name, Vorname: _____ Id.-Nr.: _____

8. Welche **Medikamente** (auch Vitaminsubstanzen, Stärkungsmittel etc.) nehmen Sie zur Zeit ein? (Falls Ihnen der Präparatenamen nicht genügt ist, bitte Art des Medikaments angeben, z. B. "Ermüdungsstabilisier")

Medikament	Dosis
z. B. Aspirin 500 mg	3 x 1 tagl.

9. Waren die **Blutfette** oder der **Cholesterinspiegel** im Blut vor der Umstellung auf vegane Ernährung erhöht?

- Nein. Ja, leicht erhöht. Ja, stark erhöht. Ist mir nicht bekannt.

10. Haben oder hatten Sie jemals eine **Allergie** oder **Unverträglichkeitsreaktion**?

- Ja. Nein.

11. Haben oder hatten Sie jemals **Neurodermitis** (atopische Dermatitis, endogenes Ekzem)?

- Ja. Nein.

Falls Sie die **Fragen 10 und 11 mit Nein beantwortet haben, endet hier für Sie der Fragebogen. Vielen Dank fürs Mitmachen!**

12. Bitte nennen Sie die **Stoffe, Lebensmittel, Situationen, auf die Ihr Körper allergisch reagiert**(e) bzw. die zu **Neurodermitisreaktionen** führten.

Nur für ärztliche Ergänzungen

Name, Vorname: _____ Id.-Nr.: _____

13. Bitte **beschreiben** Sie die **Beschwerden** bzw. **Symptome**.

Nur für ärztliche Ergänzungen

14. Wie **häufig** traten bzw. treten die **Symptome** auf? (Setzen Sie bitte in jeder Spalte nur ein Kreuz!)

Häufigkeit	vor der Umstellung	nach der Umstellung
täglich/ständig		
2-4 x pro Woche		
3-4 x pro Monat		
1-2 x pro Monat		
< 1 x pro Monat		
gar nicht		
in Abhängigkeit von der Jahreszeit		

15. Wie **lange** dauerten bzw. dauern die **Symptome** an? (Setzen Sie bitte in jeder Spalte nur ein Kreuz!)

Dauer	vor der Umstellung	nach der Umstellung
weniger als 3 Stunden		
3-12 h		
12-24 h		
2-3 Tage		
4-6 Tage		
eine Woche und/oder länger		

16. Wie **sehr** wurden bzw. werden Sie durch die **Symptome** in Ihrem **Wohlbefinden** **beeinträchtigt**? Bitte bewerten Sie mit den Noten 1 bis 5 (1 = kaum Beeinträchtigung, 5 = sehr stark Beeinträchtigung).

Note
Vor der Umstellung
Nach der Umstellung

Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Geduld. Bitte geben Sie den Fragebogen ausgefüllt bei der Blutentnahme ab.

Name, Vorname: _____ Id.-Nr.: _____

Name: _____

Vorname: _____

Geburtsdag: _____

Ich erkläre mich bereit, mir im Rahmen der Deutschen Vegan-Studie Blut abnehmen zu lassen und dieses für ernährungswissenschaftliche, medizinische Untersuchungen zur Verfügung zu stellen.

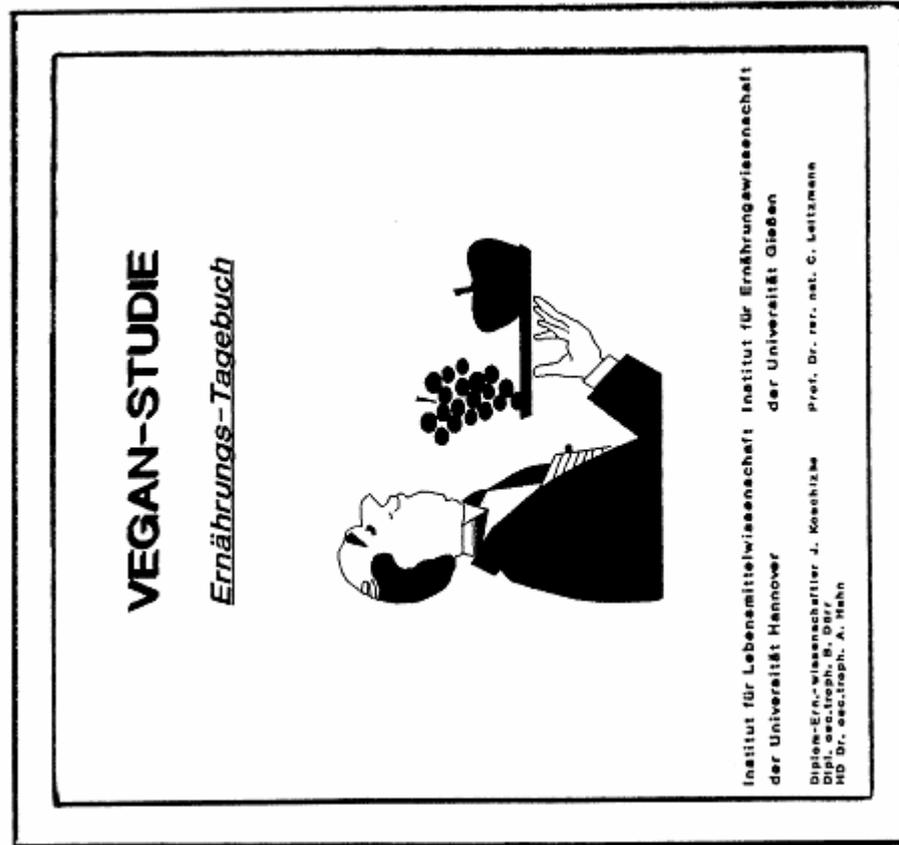
Ort, Datum: _____ Unterschrift: _____

Uhrzeit der Blutabnahme:

Anthropometrische Untersuchungen

Wert	Verfahren	Bemerkung	Prüfer	Fettmasse (Futrex)
Körpergewicht (kg) (ohne Schuhe)	mechan. /elektron.	Bekleidung: leicht/mittel /schwer		
Körperlänge (cm) (ohne Schuhe)				
Blutdruck (mm HG)	links /rechts			
Puls (60 Sek. Dauer)				
Hüftumfang (cm)	3 x messen!			
Taille (cm)	3 x messen!			(Protokoll einkleben)
Fettmasse (Futrex)				

ERNÄHRUNGSPROTOKOLL



Bitte geben Sie uns nochmals Ihr Alter und Ihr momentanes Gewicht an. Diese Angaben benötigen wir, um Ihre Daten individuell auswerten zu können.



Wie alt sind Sie: _____ Jahre

Wie ist Ihr momentanes Gewicht: _____ kg



Da wir Ihre persönlichen Daten auswerten, möchten wir Sie bitten, uns die Erlaubnis dazu zu geben und nachfolgende Erklärung zu unterschreiben.

Hiermit erkläre ich mein Einverständnis, daß meine persönlichen Daten erhoben und ausschließlich für wissenschaftliche Zwecke zur Aussage über die Nährstoffzufuhr von Vegetariern genutzt werden. Die Daten sind gespeichert und werden nach Beendigung des Projektes vernichtet. Eine Weitergabe der personenbezogenen Daten an Dritte wird von mir nicht genehmigt.

Datum _____ Unterschrift _____

— Sind Sie an der Auswertung Ihrer Verzehrsgewohnheiten interessiert? Dann werden wir Ihnen diese zuschicken, nachdem das 2. Tegebuch im Frühling bei uns eingegangen ist.

Ich bin an der Zusendung der Analyse meiner Ernährungsgewohnheiten interessiert.

Ich bin nicht an der Zusendung dieser Daten interessiert und verzichte auf die Auswertung.

Nun geht es an das Aufschreiben der Lebensmittel: Wie soll das Tagebuch ausgefüllt werden?

Damit Sie die einzelnen Lebensmittel leichter

finden können, haben wir sie zu

folgenden Gruppen zusammengefaßt:

Gemüse, Kartoffeln

Obst

Bäckwaren (Brot, Frühstücksflocken)

Nüsse/Samen/Trockenfrüchte

Getreide/Lebensmittel tier. Herkunft

Süßwaren/Fertigprodukte

Brotbackwaren/Öl/Flanet, Fette/Öle

Sonstige Lebensmittel

Am besten blättern Sie das Tagebuch einmal

durch, um einen Überblick zu bekommen, wo

welche Lebensmittel zu finden sind. In der

ersten Spalte finden Sie das entsprechende

Lebensmittel. In der zweiten Spalte steht die

gramm- bzw. ml-Angabe der **durchschnitt-**

lichen Portionsgröße.¹⁾ Die Löffel- und andere

Maßangaben beziehen sich immer auf

normale, im Haushalt übliche Größen.

¹⁾ Falls Ihnen die Angabe von Portionsgrößen unklar ist, geben Sie einfach

die Menge in Gramm an.



Denken Sie bitte daran, daß die Lebensmittel

immer im rohen Zustand aufgeführt sind. Die

Soße zum Brokkoli, das Dressing zum Salat

oder das Öl zum Braten muß immer extra

aufgeführt werden. Gewürze wie Salz,

getrocknete Kräuter und Senf brauchen Sie

uns nicht anzugeben.



Hinter jedem Lebensmittel folgen **3 Kästchen**, für

jeden Tag eines. Sie brauchen nur für jede

verzehrte Portion einen Strich in das

entsprechende Kästchen zu machen.¹⁾ Die

letzten beiden Kästchen sind für uns

bestimmt. Daher sollen diese auch nicht

beschriftet werden.



Damit Sie sich noch besser vorstellen

können, wieviel beispielsweise 100 g Salat

ist, haben wir einige Lebensmittel foto-

graphiert. Die **Fotos** mit den passenden

Mengenangaben sind auf den letzten Seiten

abgedruckt.

Am Ende des Tagebuches sind alle Lebens-

mittel mit den entsprechenden Nummern

alphabetisch aufgeführt. Hier sind auch

Lebensmittel dabei, die zwar so nicht im

Tagebuch zu finden sind, jedoch den ent-

sprechenden Analysen des angegebene-

Lebensmittels zugeordnet werden können.

Es kommt immer wieder vor, daß wir

Abkürzungen im Tagebuch verwenden. Hier

sind sie zusammengefaßt:

EL Eslöffel

getr. getrocknet

gr. groß

K., Kugel

kl. klein

r. rot

Sch. Scheibe

schw. schwarz

St. Stück

T. Teller

Tabl. Tablette

TL Teelöffel

Tr. Tropfen



WAS IST, WENN SIE ANDERE MENGEN

VERZEHREN ALS WIR STANDARDMÄßIG ALS

PORTIONSGRÖÖE VORGEHEN?

Versuchen Sie, durch halbe Stücke die gegebenen

Mengen an vorgegebenen Mengen anzugleichen.

Wiegt Ihre Scheibe Vollkornrot z.B. 75 g, unser Wert

liegt bei 50g, tragen Sie bitte 1 1/2 Stücke an.

Falls Ihnen dies zu unzulänglich ist, können Sie auch

entweder die Mengenangaben daneben schreiben. Dann

führen wir die Umrechnung durch.

WAS IST MIT LEBENSMITTELN, DIE SIE

NICHT FINDEN KÖNNEN?

Entweder versuchen Sie, das entsprechende Lebens-

mittel einem ähnlichen Lebensmittel zuzuordnen. Die

zweite Möglichkeit ist, die fehlenden Lebensmittel am

Ende des Tagebuches auf der dafür vorgesehenen Seite

zu notieren.

WAS IST, WENN SIE AUßER HAUS ESSEN?

Diese Gerichte können Sie unter den Fertiggerichten

finden. Andernfalls können Sie bestimmt ungefähr

abschätzen, wieweil der einzelnen Lebensmittel für

dieses Gericht verwendet wird.



¹⁾ Falls Ihnen die Angabe von Portionsgrößen unklar ist, geben Sie einfach die Menge in Gramm an.

GEMÜSE

FRISCHES GEMÜSE/HÜLSENFRÜCHTE

Lebensmittel	8	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10	Nr
1 EL Avocado	5g											1
Apfels. grü.	35g											2
Apfelschale	250g											3
1/2 Avocado	150g											4
1/2 Aubergine	250g											5
Basilikum, Sg., Bohren, Spinaer, EL	20g											6
Beize	100g											7
Beinlaich, Chanaoli, Chivone	100g											8
Bohnen, grün	100g											9
Kidney, weiße, Mungo-Bohnen, Linsen, Erbsen, grün.	50g											10
1 EL geklammerte Linsen, Kichererbsen	50g											203
Bohnen	100g											204
14 Bohnen, Witzbohnen, Wirsing	100g											31
Grünkohl	100g											12
Erdbein, grün, frisch, 1 EL	20g											13
1/2 Fenchel	125g											14
Korngelb, 1 Zehn	2g											15
14 Knollen-Sellerie	150g											16
1/2 Kohlrabi	75g											17
Kresse, 1 EL	5g											18
Kürbis	100g											19
1/2 St. Lauch, Fisch-zwetschel	100g											20
Linsen	100g											21
Grünkohl, 4 EL	100g											22
1 Möhre	50g											23
Öliven, 5 Stk	25g											24

HIER SIND IMMER MITTELGROSSE STÜCKE GEMEINT.



Beachten Sie auch bitte die Fotos!
Wir haben einige Gemüsesorten fotografiert und die entsprechenden Mengenangaben daneben geschrieben.

Die Portionsgröße von 60 g bei den Hülsenfrüchten (Nr. 10), bezieht sich auf die ungekochte Ware.

Feldsalat und Linsen finden Sie bei Nr. 37 bzw. 21.



Blattsalat und Bohnen haben wir fotografiert.



Auch andere Kräuter können Sie bei Kresse eintragen.

1/2 Kolben Mais entspricht ebenfalls 100g.

FRISCHES GEMÜSE/KARTOFFELN
GEMÜSE
KARTOFFELN

Lebensmittel	g	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Σ	Nr
Palmherzen	100g											25
1/2 Paprika	100g											26
Pfeffersauce	100g											27
5 Pilze	100g											28
5 Radieschen	50g											29
1/4 Retch, 1/3 Blattläse												30
Rosenkohl	100g											31
Rote Beete	100g											32
Sauerkraut	100g											33
essig-, milch-saures Gemüse	100g											34
1/4 Salatgurke	150g											35
Schwarz-wurzel	100g											36
Sojabohnen, getrocknet	60g											37
Spinat, Feld-salat, Mangold	100g											38
Spargel	250g											39
Süßkriiben	100g											40
2 kl. Tomaten	100g											41
Topinambur	100g											42
1/2 Zucchini	100g											43
Zuckererbsen-schoten	100g											44
1 kl. Zwiebel	50g											45
1 kl. Kartoffel gekocht	80g											46
Kartoffelpüree, EL	30g											47
Pommes frites, 5 Kroketten, 1 kl. K.-pulver	100g											48
Bratkart., EL	30g											49
Kartoffelkub., 2 K.-saaten	100g											

VERGESSEN SIE NICHT, AUCH DIE ZUTATEN ZU NOTIEREN, DIE SIE ZUM ZUBEREITEN DES GEMÜSES BENÖTIGEN.



1 EL Sauerkraut wiegt 12 g.
100 g Sauerkraut finden Sie auf einem Foto abgedruckt.

1 daumengroße Saure Gewürzgurke bringt 15 g auf die Waage.

1 daumendicke Stange Spargel wiegt 50 g.

Eine kleine Tomate ist so groß wie ein Tischtennis-Ball.

Zucchini wiegen Sie am besten ab, da es so viele verschiedene Formen und Größen gibt.

Eine kleine Zwiebel ist so groß wie ein Tischtennisball.



Eine kleine Kartoffel ist so groß wie ein Hühnerrei.

1880

FRISCHES OBST

Lebensmittel	g	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Σ	Nr	
Ananas, 2 Sch.	100g												50
1 Apfel/Birne	125g												51
1 Apfelsine	250g												52
1 Aprikose	50g												53
1 Banane	125g												54
Beeren (Eich-, Brom-, Heidel-, Röh-, F. Joh., Stachelbeere)	150g												55
1 Feige frisch	80g												56
1/2 Grapefruit	200g												57
Holunderbeere	100g												58
schw. Joh. beer.	150g												59
Kirschen, 3 Pflaumen	100g												60
1 Kiwi	100g												61
1 Mango	250g												62
1 Mirabelle/ Reinschleude	10g												63
1 Nektarine/ Pfirsich	125g												64
Passionfrucht	30g												65
Papaya	150g												66
10 Weintrauben	30g												67
1 Zitrone Mandarine	100g												68
1/4 kleine Honigmelone	125g												69
Wassermelone, 1 Sch.	150g												70
Obstkonserven (2 Birnen- Pflaumen/ Cocaiaif.) Obstkompost	100g												71

DIE MENGENANGABEN ENTSPRECHEN IMMER MITTELGRÖßEN FRÜCHTEN.

Eine 250 g schwere Apfelsine ist so groß wie ein Tennisball.



Schwarze und Rote Johannisbeeren unterscheiden sich stark im Vitamin- und Ballaststoffgehalt.



Eine Portion Beeren haben wir fotografiert.

150 g Erdbeeren entspricht 9 walnußgroßen Erdbeeren.

Die Trockenfrüchte haben die Nummern 103-110.



1 mittelgroße Traube wiegt ca. 500 g.

100 g Obstkompost entspricht 6 EL.

GETREIDE/TIER. LEBENSMITTEL

Lebensmittel	g	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Σ	Nr.
Getreidekörner * ganze Körn/ gemahlen/ Flocke	10g											111
* gekümt	10g											112
Hafer: gemahlen/ gesiebt/ ganzes Korn	10g											113
Amaranth/ Quinoa * gemahlen/ ganzes Korn * gekocht	10g 30g											114 115
Mais, ganzes Korn/gemahlen	10g											116
Sojabohnen	10g											117
Auszugsmehl	8g											118
Speisestärke	2g											119
Hirse: * gemahlen/ ganzes Korn * gekocht	10g 30g											120 121
Vollkornreis, gemahlen/ ganzes Korn * gekocht	10g 30g											122 123
geschälter Reis gekocht	30g											124
Sojanudeln, gekocht	100g											125
Vollkornmehl eifrei, gekocht weiße Nudeln eifrei, gekocht	100g 100g											126 127

GETREIDE
TIER. LEBENSMITTEL

→ DIE ANGEGEBENEN PORTIONSGRÖßEN BEZIEHEN SICH IMMER AUF 1 GESTRICHENEN EL.

Auch Buchweizen bei dem Getreide angeben.



1 EL gekochter Reis wiegt etwa 30g.

Für Frischkornbrot bitte das Gewicht des Getreides vor dem Einweichen notieren.



20 g Sahne entsprechen 2 EL flüssiger oder 1 EL geschlagener Sahne.

Auch Crème fraîche gehört zur Sahne.

Falls Sie doch ab und zu noch andere Produkte tier. Herkunft wie Käse, Milch verzehren, können Sie diese unter "Sonstiges" eintragen.

LEBENSMITTEL TIER. HERKUNFT:

Sure Sahne	15g											128
Schlagahne	20g											129
1 Ei												130
Joghurt, TL	5g											131

SONSTIGES:

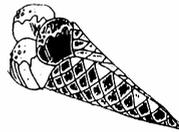
SÜßWAREN/FERTIGPRODUKTE

Lebensmittel	g	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	Nr.
1 Bonbon, Lakritze	3g											132
Carobriegel	50g											133
1 K. Fruchtgala	15g											134
Fruchtschokolade	50g											135
Göttermilch, ohne Zucker	150g											136
1 TL Kakopulver	2g											137
Kartoffelchips, Erdnussöl	150g											138
Pistazien, geröstet	10g											139
Milchriegel	25g											140
Popcorn, Reisweizen	50g											141
10 Salzstangen	10g											142
1 Salzcracker	5g											143
2 Stückchen Schokolade, Praline	10g											144



Weinnummis bitte auch bei Bonbon eintragen.

10 g Pistazien mit Schale entsprechen 10 Stück.



Bei den Fertigerichten sind Mittelwerte berechnet. Sie können auch die einzelnen Zutaten angeben.

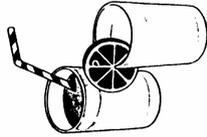
1 T. Eintopf (Hilfenfrüchte)	250 ml												145
Gemüsebrühe	250												146
1 Bechling aus Gemüse/Tofu/Getreide	150g												147
Tempeh	15g												205
Tofu	100g												148
Soja/Tofuwurst	50g												149
TVP-Fleisch	50g												150
Gemüsepizza	300g												151
Feinkostsalate, 1 EL (Kart., Waldorfsalat)	30g												152
gem. Salat mit Dressing	100g												153
gemachtes Gemüse mit Rahmaße	150g												154

TVP bedeutet **textured vegetable protein**, es handelt sich hier um verarbeitete Sojabohnen. Die Gewichtsangabe bezieht sich auf das Trockenprodukt.

"Unsere" Pizza hat einen Durchmesser von ca. 20 cm. Wenn Ihre Pizza kleiner oder größer ist, machen Sie bitte weniger bzw. mehr Striche.



1 kleine Tasse Kaffee/Tee enthält etwa 125 ml



GETRÄNKE/SUPPEN/SOßEN
a) Alkoholfreie Getränke

Lebensmittel	ml	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	Σ	Nr.	
Fruchwaff, Fruchwastar	200												177
Gemüsesaft	200												178
Getreidekaffee	125												179
Kaffee	125												180
Kamne- Brottrunk	100												181
Käuter-, Früchtee	125												182
light-Getränke	200												183
Limonade, Cola	200												184
Mineralwasser	200												185
Multivitamin- saft	200												186
Schwarzer/ Grüner Tee	125												187
Sojamilch	100												188
Sojamilch, vitaminisiert	100												189

b) alkohol. Getränke

Bier	100												190
* alkoholfrei	100												191
* mit Alkohol	100												192
Malzbier	100												193
Wein, Sekt	125												194
Likör/ Brandywein	2cl												

SUPPEN/SOßEN

Gemüsebrühe, instant, TL	3g												195
Hefopaste, TL	5g												196
Tomatenmark Ketchup, EL	15g												197
Sojasoße, EL	15g												198
Miso, EL	15g												199

GETRÄNKE
SUPPEN/SOßEN

HAUPT-FRAGEBOGEN

1.6 Welche positiven Änderungen in Ihrem Befinden traten nach der Umstellung auf die vegane Ernährung auf? *Mehrfachnennungen möglich!*

- gesteigertes körperliches Wohlbefinden
- klareres Denk-, besseres Konzentrationsvermögen
- Besserung, Heilung von Krankheiten
- keine (eindeutigen) Änderungen
- Sonstiges:

- erwünschte Gewichtsabnahme
- Verbesserung des Hautzustandes
- Normalisierung des Stuhlganges
- keine (eindeutigen) Änderungen
- Sonstiges:

1.7 Wie lange ungefähr dauerte bei Ihnen die Umstellungszeit von der vorigen Ernährungsweise auf die vegane Ernährungsweise (= Zeit von der Entscheidung bis zur völligen Umsetzung)?

- von einem Tag auf den anderen
- bis zu 1 Monat
- 1-6 Monate
- länger als 1 Jahr

1.8 Waren Sie während der Umstellungsphase in Behandlung bei einem Arzt bzw. Heilpraktiker?

- ja
- nein

1.9 Welche Schwierigkeiten traten bei Ihnen während dieser Umstellungsphase auf? *Mehrfachnennungen möglich!*

- ständiger/frühzeitiger Hunger
- Appetit nach anderen Lebensmitteln
- Heißhunger
- Müdigkeit, Leistungsschwäche
- unerwünschte Gewichtszunahme
- unerwünschte Gewichtsabnahme
- Frieren
- Blähungen
- Ablehnung durch die Umgebung
- ungewohntes Körpergefühl
- keine Schwierigkeiten
- Sonstiges:

1.10 Welche negativen Änderungen in Ihrem Befinden traten nach der Umstellung auf die vegane Ernährung auf? *Mehrfachnennungen möglich!*

- Verdauungsprobleme, Blähungen
- Müdigkeit, Leistungsschwäche
- Anämie
- keine (eindeutigen) Änderungen
- Sonstiges:

1.11 Was war der Anstoß, sich für eine vegane Ernährung zu entscheiden?

- eigene Erlebnisse zum Leiden von Tieren
- Berichte über das Leiden von Tieren
- Vorbild anderer Personen
- Gespräche mit Freunden, Verwandten etc.
- Krankheit im Familien-/Bekanntenkreis
- eigene Krankheit
- Auftreten von Tierkrankheiten/-seuchen
- Sonstiges:

1.12 Nach welcher Ernährungslehre ernähren Sie sich? *Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!*

- Anthroposophische Ernährung (Dr. Veith, Weimar, Newstart)
- Vitalernährung nach Peter
- Ernährung nach Bircher-Benner
- Ernährung nach Bruker
- Instinktotherapie nach Burger
- Urmédeizin nach Chrysostomos
- Fit for Life / Diamonds
- Hay-sche Trennkost
- Vollwerternährung nach von Koerber, Männle, Leitzmann
- vegane Ernährung ohne freie Fette (Dr. Veith, Weimar, Newstart)
- Vitalernährung nach Peter
- Schmitzer-Kost (Intensiv-, Normal-)
- Leben ohne Kochtopf / Wandmaker
- Urgesetz nach Sommer
- Mazdaznan
- Waerland-Kost
- Makrobiotik
- Sonstiges:

1.13 Welche anderen Ernährungslehren haben Sie bereits ausprobiert? *Mehrfachnennungen sind möglich!*

- Anthroposophische Ernährung (Dr. Veith, Weimar, Newstart)
- Ayurvedische Ernährungsweise
- Ernährung nach Bircher-Benner
- Ernährung nach Bruker
- Instinktotherapie nach Burger
- Urmédeizin nach Chrysostomos
- Fit for Life / Diamonds
- Hay-sche Trennkost
- Vollwerternährung nach von Koerber, Männle, Leitzmann
- vegane Ernährung ohne freie Fette (Dr. Veith, Weimar, Newstart)
- Vitalernährung nach Peter
- Schmitzer-Kost (Intensiv-, Normal-)
- Leben ohne Kochtopf / Wandmaker
- Urgesetz nach Sommer
- Mazdaznan
- Waerland-Kost
- Makrobiotik
- Sonstiges:

1.14 Wie ist Ihre grundsätzliche Einstellung zur Verwendung von Zutaten bzw. zum Verzehr von Lebensmitteln, die tierischen Ursprungs sind bzw. Bestandteile tierischen Ursprungs enthalten oder die nicht eindeutig pflanzlichen Ursprungs sind? *Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur 1 Spalte an!*

	verwende ich (bei Bedarf)	verwende ich nicht wegen tierischen Ursprungs	verwende ich grundsätzlich nicht	Sachverhalt ist mir nicht bekannt
Arzneimittel in Kapselform				
Campani (Bitterlikör)				
Gelatine				
Gelée Royale				
Honig				
Lebertran				
Milchzucker				
Pilze				
Vitamin-D-haltige Pflanzenmargarine				

1.15 Wie verhalten Sie sich bei **Lebensmitteln** und **Speisen**, aus deren Kennzeichnung nicht eindeutig hervorgeht, daß sie rein pflanzlich sind? Bitte unterscheiden Sie bei Ihrer Antwort, ob es sich um einen Einzelfall handelt oder um eine möglicherweise häufigere Verwendung. *Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!*

	Einzelfall	Wiederholungsfall
Ich erkunde mich beim Verkäufer/Hersteller.		
Ich verwende das Produkt, auch ohne mich erkundigt zu haben.		
Ich lehne es ab, dieses Produkt zu verwenden.		

1.16 Welche Mahlzeiten nehmen Sie normalerweise an einem Tag ein?
Mehrfachnennungen sind möglich!

- 1. Frühstück Nachmittagszwischenmahlzeit Ich habe kein festes Mahlzeitenmuster.
- 2. Frühstück Abendessen
- Mittagessen Spätmittag

1.17 Wie verhalten Sie sich, wenn Ihnen bei **Außerhausmahlzeiten** (z. B. Besuch, Urlaub, Tagungen, Kantinenverpflegung, Krankenhausaufenthalt) Speisen angeboten werden, die **nicht vegan** sind?
Bitte unterscheiden Sie bei Ihrer Antwort, ob es sich beim Mahlzeitenangebot nur um eine Mahlzeit handelt oder über einen längeren Zeitraum. Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!

	Einzelfall	Wiederholungsfall
Ich verzehre die angebotenen Speisen nicht.		
Ich bringe meine eigenen Speisen mit.		
Ich verzehre die angebotenen Speisen.		

1.18 In welchen Situationen **weichen** Sie von sich aus von Ihrer veganen Ernährungsweise ab?
Mehrfachnennungen möglich!

- bei Krankheit bei persönlichen Problemen
- bei Stress gar nicht
- während Schwangerschaft, Stillzeit Sonstiges:

1.19 Aus welchen **Gründen** haben Sie sich für die vegane Ernährungsweise entschieden?
Bitte kreuzen Sie einen Hauptgrund an! Weitere, nicht so wichtige Gründe können Sie unter "Nebengrund" vermerken, ansonsten geben Sie bitte "trifft nicht zu" an.

	Hauptgrund	Nebengrund
	trifft auch zu	trifft nicht zu
A ästhetische, geschmackliche Gründe (z. B. Ekel vor Fleisch, höherer Genuß pflanzlicher Gerichte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
B ethische, religiöse, spirituelle Gründe (z. B. Lebensrecht für Tiere, Weltungsproblem, Freisetzung geistiger Kräfte, Kuhmilch ist von Natur aus nur für das Kalb)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
C gesundheitliche Gründe (z. B. Vorbeugung vor bzw. Heilung von Erkrankungen, Steigerung der Leistungsfähigkeit und des Wohlbefindens)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D hygienisch-toxikologische Gründe (z. B. Salmonellen in Eiern, Verminderung der Schadstoffaufnahme)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
E kosmetische Gründe (z. B. Gewichtsabnahme, Beseitigung von Hautunreinheiten)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
F ökologische Gründe (z. B. Vermeidung von Umweltbelastung)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
G ökonomische Gründe (z. B. begrenzte finanzielle Möglichkeiten, Sparen für andere Werte)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
H soziale Gründe (z. B. Erziehung, Gewohnheit, Gruppeneinflüsse)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
I Sonstiges:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1.20 Falls Sie sich vor Ihrer Umstellung auf die vegane Ernährung (ovo-)lacto-vegetarisch ernährten, was war der **Hauptgrund** für Ihre (ovo-)lacto-vegetarische Ernährungsweise?
Bitte tragen Sie den betreffenden Buchstaben aus Frage 1.19 ein!

- Ich habe mich vorher nicht (ovo-)lacto-vegetarisch ernährt. Buchstabe _____

1.21 In welchem Umfang versuchen Sie bei der **Speisezusammensetzung** den **Bedarf** des Körpers an **Nährstoffen** wie z. B. Eiweiß, Mineralstoffen und Vitaminen zu berücksichtigen?
Mehrfachnennungen möglich!

- Ich bemühe mich in erster Linie um Abwechslung.
- Ich achte in erster Linie auf die Bekömmlichkeit und den Geschmack.
- Ich bemühe mich, auf eine ausreichende, ausgewogene Zufuhr an Nährstoffen zu achten.
- Ich mache mir im Prinzip keine Gedanken.

2 Art der Lebensmittel und Bezugsquellen

2.1 Wie oft essen Sie die folgenden Lebensmittel in den jeweiligen Zubereitungsarten?
 Bitte geben Sie in jeder Zeile die durchschnittliche Häufigkeit pro Woche an. Als Bezugsbasis ist die Mahlzeit gemeint. D. h. wenn Sie beispielsweise zweimal täglich rohes Obst verzehren, ist in das Feld "roh, ungekocht"/"Obst" eine "14" (2 x 7) einzutragen. Falls Sie eine der genannten Zubereitungsarten seltener als 1 mal pro Woche wählen, tragen Sie bitte eine "0" ein.

Zubereitungsart	Häufigkeit pro Woche		
	Obst	Gemüse	Kartoffeln Hülsenfrüchte Getreide (ohne Brot)
roh, ungekocht			
in Wasser/Fett gedünstet/geschmort			
in Wasser gegart			
im Backofen gebacken			
in der Mikrowelle zubereitet			
gebraten			
frittiert			

2.2 Woher beziehen Sie folgende Lebensmittel überwiegend? Bei evtl. saisonalen Unterschieden bezeichnen Sie Ihre Antwort auf die Sommerzeit. Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur 1 Spalte an!

	Versandhandel	Reformhaus	Naturkostladen	Bauernhofmarkt	Supermarkt Einzelhandel	Eigenanbau
Obst						
Trockenfrüchte						
Gemüse						
Getreide						
Getreideprodukte, Teigwaren						
Kartoffeln						
Hülsenfrüchte						
Nüsse, Samen						
Öle, Fette						

2.3 Verzehren Sie folgende Lebensmittel überwiegend aus einem bestimmten Anbau? Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur 1 Spalte an!

	konventionell	biologisch bzw. Umstellungsbetrieb	weiß ich nicht / nicht wichtig
Obst			
Trockenfrüchte			
Gemüse			
Getreide			
Getreideprodukte, Teigwaren			
Kartoffeln			

	konventionell	biologisch bzw. Umstellungsbetrieb	weiß ich nicht / nicht wichtig
Hülsenfrüchte			
Nüsse, Samen			
Öle, Fette			

2.4 Welche Getränke nehmen Sie überwiegend zu sich? Bitte kreuzen Sie höchstens 2 Antworten an!

- Wasser, Mineralwasser, dest. Wasser etc.
- Kräutertee, Früchtetee
- Obst-, Gemüsesaft
- Bier, Apfelwein
- Spirituosen
- Wein, Sekt, Longdrinks u. a.
- Limonaden, Colagetränke
- Getreidekaffee
- Kaffee (auch koffeinfrei), grüner/schwarzer Tee, andere Teesorten
- keines der genannten Getränke
- Ich nehme grundsätzlich keine Getränke zu mir.

2.5 Wieviel trinken Sie durchschnittlich pro Tag? Orientierungshilfe: Kaffee-, Teetasse $\approx 0,15$ Liter; große Tasse, Wasser-, Weinglas $\approx 0,20$ Liter.

- mehr als 2 Liter
- 1 bis 2 Liter
- weniger als 1 Liter
- gar nicht

2.6 Welche Art von Salz verwenden Sie überwiegend? Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!

- Salz (Tafel-, Kräuter-, Meersalz)
- jodiertes Salz (Tafel-, Kräuter-, Meersalz)
- kein Salz

2.7 Welche Zutaten verwenden Sie überwiegend zum Würzen Ihrer Speisen? Bitte kreuzen Sie höchstens 2 Antworten an!

- (Kräuter-, Meer-, Tafel-)Salz
- Fertigwürzen (z.B. Maggi, Cenofix) und / oder Gemüsebrühe (Pulver, Würfel)
- Gewürze, Kräuter
- Hefeextrakt
- Sojasaucen, Miso
- keine Zutaten

2.8 Wie hoch schätzen Sie den durchschnittlichen Anteil unerhitzter Frischkost in der täglichen Nahrungsmenge?

- weniger als 1/4
- 1/2 bis 3/4
- 3/4 bis ausschließlich Frischkost
- 1/4 bis 1/2

2.9 Welches Mehl verwenden Sie überwiegend zum Kuchenbacken? Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!

- Type 405-Type 812
- Type 1050-Type 1600
- Vollkornmehl
- Fertigmischungen
- Ich backe gar nicht.

2.10 Aus welchem Mehl bestehen überwiegend die von Ihnen verzehrten Backwaren (z. B. Brot, Brötchen, Knäckebrot)? Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!

- helles Mehl
- helles Mehl mit Zusatz von Getreidekörnern bzw. Vollkornmehl
- Vollkornmehl
- Ich esse keine Backwaren.

2.11 Wie oft bereiten Sie Teile Ihrer Mahlzeiten selbst zu oder kaufen Sie diese ein bzw. greifen Sie auf industriell vorgefertigte Nahrungsmittel zurück?
 Wenn Sie eine Produktgruppe überhaupt nicht verwenden, brauchen Sie dies nur in der Spalte "verwende ich nie" anzukreuzen! Ansonsten kreuzen Sie bitte pro Zeile die entsprechenden Vorgaben der Rubriken "Selbstzubereitung" und "Einkauf als Fertigware" an!

	verwende ich nie	Selbstzubereitung		Einkauf als Fertigware	
		öfters	gelegentlich	öfters	gelegentlich
Bratlinge					
Brot, Brötchen					
Brotaufstrich, pikant					
Eierteigwaren					
Feinkostsalate (z.B. Kartoffel-, Waldorf-Salat)					
Gemüsezubereitung (z.B. eingelegt, tiefgefroren)					
Kartoffelprodukte (z.B. Puffer, Kroketten, Pommes frites)					
Kekse, Gebäck					
Kuchen					
(Salat-)Mayonnaise					
Marmelade, Konfitüre					
Müsl					
Nudelsaucen					
Nußnuse					
Obstzubereitung (z.B. Kompott, getrocknet, tiefgefroren)					
Pizza					
Saft (Obst-, Gemüsesaft)					
Salatdressings					
Sauce, Saucenpulver (für Beilagen)					
Sojamilch, Sojajoghurt, Tofu					
Teigwaren					

2.12 Wie oft verzehren bzw. verwenden Sie Produkte aus folgenden Gruppen? Bitte geben Sie pro Zeile nur 1 Antwort an!

	öfters	gelegentlich	nie
Bratlingsmischungen			
calcium-angereicherte Säfte			
Fertig-, Trockensuppen			
Multi-Vitamin-Säfte			
Müslzerzeugnisse/Frühstücksflocken mit Vitamin-/Mineralstoffzusatz			
Vegetarische Feinkostzerzeugnisse (z.B. Soja-Wurstchen, Aufschnitt)			
Zuckeraustauschstoffe, künstliche Süßstoffe			

Hinweis: An dieser Studie nehmen Personen mit unterschiedlicher Ausprägung der veganen Ernährungsweise teil. Aus diesem Grund werden alle Teilnehmer gebeten, die beiden folgenden Tabellen auszufüllen, auch wenn sie keine tierischen Produkte verzehren. Tragen Sie bitte in diesem Fall in der letzten Spalte eine "0" ein!
 Bitte geben Sie an, wieviele Portionen Sie von jedem der aufgeführten Lebensmittel verzehren. Rechnen Sie hierfür die von Ihnen verzehrte Menge entsprechend der angegebenen Portionsmenge um. Falls Sie eines der angegebenen Lebensmittel täglich oder mehrmals täglich verzehren, tragen Sie bitte die Anzahl der verzehrten Portionen in der Spalte "pro Tag" ein. Wenn Sie ein Lebensmittel nicht täglich verzehren, dann geben Sie bitte die Anzahl der Portionen in der Spalte "pro Woche" an. Bei seltener verzehrten Lebensmitteln tragen Sie bitte die entsprechende Zahl in der Spalte "pro Monat" ein. Sollten Sie ein Lebensmittel überhaupt nicht verzehren, dann tragen Sie bitte eine "0" in die Spalte "pro Monat" ein.

2.13 Wie oft verzehren Sie folgende Lebensmittel einer ovo-lacto-vegetarischen Ernährung?

	Häufigkeit		
	pro Tag	pro Woche	pro Monat
2.13.1 Vorzugsmilch, Rohmilch	1 Glas	200 ml	
2.13.2 Pasteurisierte Milch	1 Glas	200 ml	
2.13.3 H-Milch	1 Glas	200 ml	
2.13.4 Joghurt, Dickmilch o. ä.	1 Eßlöffel	20 g	
2.13.5 Quark, Frischkäse	1 Eßlöffel	30 g	
2.13.6 Hartkäse, Weichkäse	1 Scheibe	30 g	
2.13.7 Butter	1 Stück/1 Eßlöffel	10 g	
2.13.8 süße Sahne, saure Sahne	1 Eßlöffel	20 g	
2.13.9 sonstige Milchprodukte:	1 Portion		
2.13.10 Eier*	1 Stück	55 g	

* Bitte geben Sie hier nur die direkt verzehrten Eier (z. B. Frühstückseier) an und nicht die "versteckten" Eier, wie z. B. in Nudeln oder Gebäck!

2.14 Wie oft verzehren Sie folgende Lebensmittel tierischen Ursprungs?

		Häufigkeit		
		pro Tag	pro Woche	pro Monat
2.14.1	Fleisch	1 Portion	150 g	
2.14.2	Innereien	1 Portion	125 g	
2.14.3	Geflügel	1 Portion	150 g	
2.14.4	Fleisch-, Wurstwaren, Schinken	1 Portion	35 g	
2.14.5	Sub-, Salzwasserrfisch	1 Portion	150 g	
2.14.6	Meeresfrüchte	1 EBöffel	10 g	
2.14.7	Schnellimbüprodukte (z.B. Hamburger)	1 Portion	150 g	
2.14.8	Sonstiges:	1 Portion		

- 3 Rund um die Gesundheit**
- 3.1 Wie groß sind Sie? (Ohne Schuhe) cm
- 3.2 Wieviel Kilogramm wiegen Sie? (Ohne Kleidung, morgens, nüchtern) kg
- 3.3 Wie hat sich Ihr Körpergewicht insgesamt seit der Umstellung auf die vegane Ernährung geändert?
 Ich habe abgenommen um kg. Mein Gewicht ist unverändert.
 Ich habe zugenommen um kg.
- 3.4 Verändert sich Ihr Körpergewicht nach erfolgter Ernährungsumstellung noch immer?
 Ja, ich nehme zu. Ja, ich nehme ab. Nein, mein Gewicht ist ziemlich konstant.
- 3.5 Wie sind Sie mit Ihrem Körpergewicht zufrieden?
 Ich möchte abnehmen um kg. Ich bin mit meinem Gewicht zufrieden.
 Ich möchte zunehmen um kg. Ich möchte zunehmen um kg.
- 3.6 War für Sie eine eigene Krankheit der entscheidende Anlaß für eine Umstellung auf die vegane Ernährung?
 ja nein, weiter mit Frage 3.12
- 3.7 Um welche Krankheit handelt es sich?
Bitte nur die wichtigste Krankheit nennen!
- 3.8 Wurde diese Krankheit von einem Arzt festgestellt?
 ja nein
- 3.9 Seit wann leiden bzw. litten Sie unter dieser Krankheit? Von /19... bis /19...
Monat Jahr Monat Jahr
- 3.10 Waren Sie mit dieser Krankheit in Behandlung?
Mehrfachnennungen sind möglich!
 ja, in ärztlicher Behandlung ja, beim Heilpraktiker nein

Die folgenden Fragen richten sich an Frauen. Für Männer geht es weiter mit Frage 4.1

3.28 Befinden Sie sich in den Wechseljahren?

- nein, sie sind bereits vorbei.
- ja, ich bin noch mittendrin.
- nein, noch nicht.
- ich weiß es nicht.

3.29 Wie verläuft derzeit Ihre Regelblutung?

- sehr regelmäßig
- regelmäßig
- unregelmäßig
- fällt oft ganz aus
- habe ich zur Zeit nicht (z.B. Stillzeit)
- habe ich nicht mehr.

3.30 Hat sich Ihre Regelblutung seit der Umstellung auf die vegane Ernährung verändert?

- nein, keine Änderung
- ja, und zwar Art der Änderung
- nein, ich habe mich erst nach den Wechseljahren vegan ernährt. Bitte weiter mit Frage 3.32.

3.31 Wie schätzen Sie Ihre Regelblutung ein?

- sehr stark
- stark
- mittelmäßig
- schwach

3.32 Wieviele Kinder haben Sie geboren?

- _____
- Keine. Bitte weiter mit Frage 3.34

3.33 Wie war Ihre Ernährung während der Schwangerschaft und in der Stillzeit? Wie schwer und wie groß war das Kind?

Schwangerschaft	vegane Ernährung während der Schwangerschaft (ja/nein)	Geburtsgewicht des Kindes in g	Geburtsjahr des Kindes	Körpergröße des Kindes in cm	vegane Ernährung während der Stillzeit (ja/nein)
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					

3.34 Sind Sie derzeit schwanger? nein, bitte weiter mit Frage 4.1 ja, voraussichtlicher Geburtstermin / 19 Monat Jahr

3.35 Verändern Sie während der Schwangerschaft Ihre zuvor übliche Ernährungsweise?

- nein
- ja, und zwar Art der Änderung

4 Familie, Ausbildung und Beruf

Die folgenden Angaben benötigen wir, um die Studienteilnehmer in sinnvolle Gruppen einteilen zu können. Wir bitten Sie um möglichst wahrheitsgetreue Antworten und versichern Ihnen nochmals, daß Ihre Daten von uns anonym ausgewertet werden.

4.1 In welcher Wohnsituation leben Sie momentan?
Tragen Sie bitte gegebenenfalls die Anzahl der Personen ein. Sie persönlich miteingeschlossen!

	Anzahl der Personen gesamt	davon Kinder
<input type="checkbox"/> mit Familie (einschließlich Verwandten)		
<input type="checkbox"/> mit Partner und evtl. mit Kindern		
<input type="checkbox"/> in einer Wohngemeinschaft		
<input type="checkbox"/> allein		

4.2 Wie hoch ist das monatliche Netto-Einkommen, das Ihrem gesamten Haushalt normalerweise zur Verfügung steht?
Falls Sie in einer Wohngemeinschaft leben, geben Sie bitte nur Ihr persönliches Einkommen an!

- unter 1000 DM
- 1000-2000 DM
- 2000-3000 DM
- 3000-4000 DM
- über 4000 DM

4.3 Wieviele Personen werden mit diesem Einkommen versorgt?

4.4 Wieviel geben Sie monatlich für Lebensmittel aus?

- unter 500 DM
- 500-750 DM
- 750-1000 DM
- 1000-1250 DM
- 1250-1500 DM
- über 1500 DM

4.5 Wieviele Kinder haben Sie, und wie sah bzw. sieht heute deren Ernährung aus?
Wenn Sie keine Kinder haben, tragen Sie bitte jeweils eine "0" ein!

Anzahl Kinder	unter 15 Jahre	über 15 Jahre
gesamt		
davon sich zeitweilig oder immer vegan ernährend		

4.6 Wie urteilt die Mehrheit der Personen aus Ihrer Umgebung über Ihre vegane Lebensweise? Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur eine Antwort an! Sollten z. B. Ihre Eltern bereits verstorben sein oder haben Sie keine Arbeitskollegen, so kreuzen Sie bitte die letzte Spalte an!

	positiv	neutral	negativ	weiß ich nicht/ habe ich nicht
Vater				
Mutter				
Partner				
Kinder				
Freunde, Bekannte				
Arbeitskollegen				

4.7 Welche Personengruppe Ihrer Umgebung ernährt sich ebenfalls vegan? Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur eine Antwort an! Sollten z. B. Ihre Eltern bereits verstorben sein oder haben Sie keine Arbeitskollegen, so kreuzen Sie bitte die letzte Spalte an!

	ernährt sich vegan	ernährt sich nicht vegan	weiß ich nicht/ habe ich nicht
Vater			
Mutter			
Partner			
Kinder			
Freunde, Bekannte			
Arbeitskollegen			

4.8 Welchen höchsten allgemeinen Schulabschluss bzw. beruflichen Ausbildungsabschluss haben Sie? Bitte kreuzen Sie nur 1 Antwort an!

- Volkshauptschule
- Realschule, Mittlere Reife etc.
- Fachhochschulreife
- allgemeine, fachgebundene Hochschulreife
- Ausbildung mit Berufsschul- oder Berufsfachschulabschluss
- Meister-/Techniker- oder gleichwertiger Fachschulabschluss
- Fachhochschulabschluss
- Hochschulabschluss
- keinen der genannten Abschlüsse

4.9 Welche der folgenden Angaben trifft auf Ihre derzeitige Situation zu?

- Ausbildung (Schule, Studium, Beruf)
- Beamter
- Angestellter
- Selbständiger
- Arbeiter
- in Rente/Pension
- teilweise erwerbstätig
- soziales Jahr, Wehrpflicht, Zivildienst
- ausschließlich Hausfrau, Hausmann
- arbeitslos
- Sonstiges:

5 Sport und Freizeit

5.1 Wieviel Zeit verbringen Sie durchschnittlich pro Woche mit folgenden Sportarten? Wenn Sie beispielsweise Rad fahren und kugeln, tragen Sie bitte die Summe der für beide Sportarten verbrachten Zeit ein. Kreuzen Sie bitte pro Zeile nur 1 Spalte an!

Sportart	Beispiele	Zeit in Stunden (h)	
		bis 1 h	1-2 h mehr als 2 h
Ausdauersport	Radfahren (Freizeit), Skilanglauf, Gehen, Wandern, Tanzen, Golf, Kegeln, Auto-, Motorradspport, Eislaufen, Schwimmen (Freizeitsport), Mittel-, Langstreckenlauf, Reiten, Sportsport (Fußball, Handball, Wasserball, Tennis, Kanufahren etc.)		
Kraftausdauersport	Bergsteigen, Boxen, Ringen, Judo, Rudern, Surfen, Regatta-Segeln, Wasserski, Ski alpin, Turnierreiten, Bodybuilding, Kampfsport, Schwimmsport, Radsport		
Schnellkraftsport	Turnen, Fechten, Squash, Eiskunstlauf, Kunstturnen, Gymnastik, Bogenschießen, Kurzstreckenlauf, Kurzstreckenschwimmen, Skispringen, leichtathletische Sprungdisziplinen		
Kraftsport	Gewichtheben, Wurf-, Stobdisziplinen		

Ich treibe keinen Sport.

5.2 Wieviele Stunden schlafen bzw. ruhen Sie in der Regel innerhalb von 24 Stunden?

- mehr als 10 Stunden
- 8-10 Stunden
- 6-8 Stunden
- weniger als 6 Stunden

5.3 Wie oft gehen Sie monatlich in die Sauna? Bitte geben Sie einen Durchschnittswert an, da Sie vielleicht im Sommer nicht so häufig in die Sauna gehen wie im Winter!

- 3-4 mal
- 1-2 mal
- mehr als 4 mal
- weniger als 1 mal
- Ich gehe nie in die Sauna.

5.4 Welche der folgenden Entspannungsarten üben Sie aus und wieviel Zeit verbringen Sie damit pro Tag? Kreuzen Sie bitte pro Zeile nur 1 Spalte an! Mehrfachnennungen sind möglich!

	Zeit in Stunden (h)	
	bis 0,5 h	0,5- 1 h 1-2 h mehr als 2 h
Autogenes Training		
Meditation		
Yoga		
Sonstiges:		

5.5 Wie schätzen Sie den Einfluß Ihres Glaubens bzw. Ihrer Religion auf Ihre Gesundheit ein?

6 Umwelt, Gesellschaft, Information, Bücher

- 6.1 Verwenden Sie in Ihrem eigenen Garten chemische (synthetische) Pflanzenschutzmittel?
 regelmäßig (auch zur Vorbeugung) nie Ich habe keinen Garten.
 gelegentlich (nur bei akutem Befall) Ich weiß es nicht.

6.2 Welche Meinung haben Sie zu folgenden gesellschaftlichen, umweltbezogenen und gesundheitsorientierten Themen? Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur 1 Spalte an!

	grundsätzliche Befürwortung	Befürwortung in bestimmten Fällen	grundsätzliche Ablehnung
Verhütungsmittel (Pille etc.)			
Haltung von Haustieren			
Betreiben von Tierparks/Zoos			
Fernsehfilm mit Tieren			
Genetechnik			
Impfung			
Pflanzliche Arzneimittel			
Schulmedizin			
Tierversuche			
Zirkus mit Tiernummern			

6.3 Verwenden Sie Gebrauchsgegenstände, die in irgendeiner Form vom Tier stammen?
 Bitte kreuzen Sie pro Zeile nur 1 Spalte an!

	verwende ich uneingeschränkt	verwende ich, bemühe mich aber um Alternativen	verwende ich grundsätzlich nicht
Bienenwachs, -kerzen			
Kosmetik (Lippenstift etc.)			
Lederschuhe			
Leder-, Peitzkleidung			
Ledergeldbörse, Ledertasche			
Pinset, Bürsten, Kämmе			
Schaffell			
Seide			
Wash-, Putzmittel			
Wollkleidung, Wolldecken			

- weiß ich nicht

- groß gering weiß ich nicht
 mittelmaßig gar nicht

5.6 Welcher Konfession bzw. Bewegung gehören Sie an?

5.7 In welcher Form fasten Sie?
 totales oder Null-Fasten Ich faste nicht. Bitte weiter mit Frage 5.12.
 modifiziertes Fasten (z.B. mit Proteinzusatz) Sonstiges:

5.8 Aus welchem Grund fasten Sie überwiegend?
 wegen einer Krankheit zur Gewichtsreduktion Sonstiges:

5.9 Wie häufig haben Sie in den vergangenen 12 Monaten gefastet?
 einmal pro Woche mehrmals im Jahr gar nicht. Bitte weiter mit Frage 5.12.
 mehrmals pro Monat einmal im Jahr

5.10 Wie lange haben Sie dann durchschnittlich gefastet?
 einen Tag 5-7 Tage länger als 14 Tage
 2-4 Tage 8-14 Tage

5.11 Wo fasten Sie dann?
 zu Hause, alleine in einer Gruppe (Fastenseminar der VHS etc.)
 zu Hause, zusammen mit anderen Sonstiges:

5.12 In welchen Vereinen, Einrichtungen etc. engagieren Sie sich in Ihrer Freizeit?
 Vereine für Umwelt-, Naturschutz soziale Einrichtungen Selbsthilfegruppen
 Gesundheitsgruppen konfessionelle Institutionen
 politische Parteien Ich engagiere mich in keinem der genannten Bereiche.
 esoterische Gruppen Vereine für Tierschutz

6.4 Welche Informationsquellen benutzen Sie überwiegend bei Fragen zur Ernährung?

Bitte kreuzen Sie höchstens 2 Antworten an!

- Volkshochschule
- Verbrauchberatung
- Tagespresse/Publicumszeitschriften
- Friends-, Bekanntenkreis
- Rundfunk, Fernsehen
- Eltern
- Eigenes Empfinden, Meditation
- Gesundheitsroschüren von Krankenkassen, Apotheken etc.
- Haus-, Facharzt
- Naturkostladen
- Reformhaus
- Apotheker
- Fachbücher, Fachzeitschriften
- Fortbildungskurse
- Hellpraktiker
- Sonstiges:

6.5 Durch welche Bücher haben Sie sich hauptsächlich über die vegane Ernährung informiert?

Bitte ordnen Sie diese nach der Wichtigkeit für Sie! Nennen Sie bitte Autor und Titel!

	Autor	Titel
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		

7 Fragen zur Ernährung

Im folgenden sind einige Thesen zum Thema Ernährung und Gesundheit aufgeführt. Bitte kreuzen Sie in der Skala an, inwieweit Sie den einzelnen Aussagen aufgrund Ihrer persönlichen Überzeugung zustimmen.

- | | stimmt | stimmt überwie- | stimmt überwie- | stimmt |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | g | gend | gend nicht | gar nicht |
| 7.1 Ein Erwachsener kann Milch und Milchprodukte nicht verwerten. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.2 Wenn manßt, wozu man Lust hat und was einem schmeckt, dann erhält der Körper automatisch alle wichtigen Nährstoffe. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.3 Industriell hergestellte Lebensmittel schaden der Gesundheit. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.4 Man kann sich auch mit einer ausgewogenen Kost mit mäßigem Anteil tierischer Lebensmittel gesund ernähren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.5 Für die Entwicklung von Seele und Geist ist eine vegane Ernährung ganz wichtig. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.6 Es ist wichtig, andere Menschen von der Notwendigkeit einer veganen Ernährungsweise zu überzeugen. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.7 Für die persönliche Gesundheit ist nicht nur die Ernährung wichtig, sondern auch andere Verhaltensweisen, wie ein ausgewogenes Verhältnis von Arbeit und Ruhe etc. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.8 Es ist für einen Erwachsenen nicht schwierig, sich als Veganer gesund zu ernähren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.9 Veganer sind in der Regel gesünder als Mischkostler. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.10 Mit einer veganen Ernährung können fast alle Krankheiten geheilt werden. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.11 Es ist schwierig, Säuglinge und Kleinkinder vegan zu ernähren. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.12 Die heutige Ernährungswissenschaft klärt die Menschen nicht über die wirklichen Krankheitsursachen auf. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7.13 Bei einer veganen Ernährung braucht man keine Angst zu haben, daß man zuviel Fett verzehrt. | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

- 8.9 Wie hoch sollte der von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlene Anteil der täglichen Energiezufuhr sein, der durch den Verzehr von Fett etc. aufgenommen wird?
- weniger als 15 % 25 - 30 % mehr als 35 %
 15 - 25 % 30 - 35 % weiß ich nicht

Wir danken Ihnen ganz herzlich für Ihre Mühe, die Sie für das Ausfüllen unseres Fragebogens aufgewendet haben. Für Rückfragen steht Ihnen gerne Herr Koschizke unter der Telefonnummer 04131-187696 (sonntags bis donnerstags ab 18.00 Uhr) zur Verfügung.

Im Laufe des Jahres werden wir Ihnen die nächsten Unterlagen zukommen lassen.

Bis dahin verbleiben wir mit freundlichen Grüßen

C. Leitzmann J. Koschizke
 Prof. Dr. rer. Nat. Dipl.-Ernährungswissenschaftler
 Claus Leitzmann Jochen Koschizke

Persönliche Anmerkungen:

8 Fragen zu Ihrem Ernährungswissen

Bitte beantworten Sie folgende Fragen spontan. Wenn Sie einige Fragen nicht beantworten können, schlagen Sie bitte nicht in Büchern nach, um die richtige Antwort zu finden. Es werden keine "Noten" vergeben. Mehrfachnennungen sind bei einzelnen Fragen möglich!

- 8.1 Wieviel Nahrungsenergie benötigt ein normalgewichtiger Mann mit sitzender Tätigkeit?

- ca. 1.600 kcal/Tag ca. 2.400 kcal/Tag ca. 3.200 kcal
 ca. 2.000 kcal/Tag ca. 2.800 kcal/Tag weiß ich nicht

- 8.2 Wieviel Nahrungsenergie benötigt eine normalgewichtige Frau mit sitzender Tätigkeit?

- ca. 1.200 kcal/Tag ca. 2.000 kcal/Tag ca. 2.800 kcal
 ca. 1.600 kcal/Tag ca. 2.400 kcal/Tag weiß ich nicht

- 8.3 Aus welchen Stoffen sind Eiweiße aufgebaut?

- Fettsäuren Mineralstoffen Vitaminen
 Purine Aminosäuren weiß ich nicht

- 8.4 Welche der folgenden Lebensmittel enthalten relativ viel Eiweiß?

- Gemüse Nüsse Milch
 Salat Hülsenfrüchte weiß ich nicht

- 8.5 Welche der folgenden Lebensmittel sind gute Calciumquellen?

- Weizen Vollmilch Tofu
 Mandeln Hefe weiß ich nicht

- 8.6 Welche Lebensmittelkombinationen sind günstig, um die biologische Wertigkeit von einzelnen Nahrungsmitteln aufzuwerten?

- Bohnen und Mais Weizen und Erdnüsse Kartoffeln und Ei
 Salat und Mandeln Weizen und Hefe weiß ich nicht

- 8.7 Welche Lebensmittel enthalten Vitamin B₁₂?

- Hefe Meersalz Spirulina
 Sauerkraut Tempel weiß ich nicht

- 8.8 Welche Lebensmittel enthalten relativ viel Eisen?

- Spinat Weizen Rosinen
 Sojamehl Kürbiskerne weiß ich nicht

- 8.9 Wie hoch sollte der von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung empfohlene Anteil der täglichen Energiezufuhr sein, der durch den Verzehr von Fett etc. aufgenommen wird?

LEBENS LAUF

Persönliche Daten

Annika Waldmann
Ziegelstr. 23 d
23 556 Lübeck (0451 – 290 89 82)
13.07.1974 in Aurich
deutsch
ledig, keine Kinder

Schul Ausbildung

August 1981 – Juli 1985
August 1985 – Juli 1987
August 1987 – Juni 1994

Grundschule Spetzerfehn
(4 Grundschuljahre)
HS + RS mit Orientierungsstufe Großfehn
(2 Schuljahre Orientierungsstufe)
Gymnasium Ulricianum Aurich
(7 Schuljahre Sekundarstufe I + II, Leistungskurse: Mathe,
Chemie)
Abschluss: Allgemeine Hochschulreife, großes Latinum,
Graecum (Note 2,1)

Hochschulstudium

Oktober 1995 – Dezember
2000

Universität Hannover: Lehramt an berufsbildenden Schulen
Fachrichtung Lebensmittelwissenschaft
Unterrichtsfach Germanistik
Abschluss: Diplom-Berufspädagogin Fachrichtung
Lebensmittelwissenschaft (Note 1,0)

Arbeitsverhältnisse

Januar 2001 –
Dezember 2002

Wissenschaftliche Hilfskraft (mit Abschluss) der Universität
Hannover, Zentrum Angewandte Chemie, Institut für
Lebensmittelwissenschaft in der Abteilung
Humanernährung und Ernährungsphysiologie (Teilzeit)
Promotionsvorhaben: „Einfluss einer veganen Ernährung auf den
Gesundheits- und Ernährungsstatus“

Januar 2003 –
Januar 2004

Wissenschaftliche Mitarbeiterin der Universität Hannover,
Zentrum Angewandte Chemie, Institut für
Lebensmittelwissenschaft in der Abteilung
Humanernährung und Ernährungsphysiologie (Vollzeit)

Februar 2004 bis
einschließlich Mai 2004

Stipendium: „Promotions-Abschlussfinanzierung“
der Universität Hannover

März 2004 bis einschließlich
Mai 2004

Wissenschaftliche Angestellte der Universität zu Lübeck, Institut für
Krebsepidemiologie e.V. (Teilzeit)

seit 2004 Juni

Wissenschaftliche Angestellte der Universität zu Lübeck, Institut für
Krebsepidemiologie e.V. (Vollzeit)

PUBLIKATIONEN UND WISSENSCHAFTLICHE AKTIVITÄTEN

Buchbeiträge

- Hahn A, Waldmann A: *Ernährungsphysiologische Aspekte von Brot*.
In: Freund W (Hrsg.) Handbuch Backwaren: Technologie, Behr's Verlag, Hamburg, 2.
Aktualisierungs-Lieferung Oktober 2003.

Originalarbeiten und Reviews

- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2003): *Dietary intakes and lifestyle factors of a vegan population in Germany: results from the German Vegan Study*. European Journal of Clinical Nutrition 57: 947-955.
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2004): *Dietary Intake and Iron Status of German Female Vegans: Results of the German Vegan Study*. Annals of Nutrition and Metabolism 48: 103-108.
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A (2004): *Homocysteine and cobalamin status in German vegans*. Public Health Nutrition 7: 476-472.
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A: *Status of Antioxidant Vitamins in German Vegans*.
Akzeptiert zur Veröffentlichung: International Journal of Vitamin and Nutrition Research, Juni 2004.
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A: *German Vegan Study: Diet, life-style factors, and cardiovascular risk profile*.
In Review Progress.

Kurzveröffentlichungen

- Waldmann A, Hahn A (2001): *In der Diskussion: Gesundheitsrisiken durch Soja ? natürlich vegetarisch* 4: 7-9.
- Waldmann A (2001): *Krebsdiäten – eine ernährungsphysiologische Bewertung*. EU – Sonderheft 2001 – Tagungsband der 43. Fortbildungstagung des VDD e.V., Münster, 25. – 27.04.2001
- Waldmann A, Hahn A (2002): *Mykotoxine im Getreide: Das Risiko minimieren*. EfuN-Info 5: 7.
- Hahn A, Waldmann A (2004): *Gesund mit reiner Pflanzenkost?* Unimagazin Hannover, Forschungsmagazin der Universität Hannover, 1/2 – 2004: 6-9.

Posterbeiträge (Beiträge in Kongress- und Symposiumsbänden)

4. Internationaler Vegetariertag, Loma Linda, USA, 2002:
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A: *Cardiovascular Disease Risk Factors in Vegans – Results from the German Vegan Study*.
 - Hahn A, Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C: *Iron Status of Female Vegans – Results from the German Vegan Study*.
40. Wissenschaftlicher Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung Potsdam, BRD, 2003:
- Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C, Hahn A: *Ergebnisse der Deutschen Vegan Studie: Kardiovaskuläre Risikofaktoren*. Proceedings of the German Nutrition Society 5: 41.
 - Waldmann A, Hahn A: *Ernährungsverhalten deutscher Veganer und mögliche Konsequenzen*. Proceedings of the German Nutrition Society 5: 42.
 - Hahn A, Waldmann A, Koschizke JW, Leitzmann C: *Ergebnisse der Deutschen Vegan Studie: Hämatologisches Profil der Teilnehmerinnen*. Proceedings of the German Nutrition Society 5: 41.
41. Wissenschaftlicher Kongress der Deutschen Gesellschaft für Ernährung Weihenstephan, BRD, 2004:
- Marohn S, Waldmann A, Brabant G, Mildenstein K, Wirth A, Hahn A: *Effekte des Gewichts-Reduktions-Programmes In-Form auf die Leptin- und Ghrelin-Konzentration sowie die Gewichtsentwicklung und Körperzusammensetzung bei adipösen Frauen*. Proceedings of the German Nutrition Society 6: 42.
 - Stettin D, Waldmann A, Schauder P, Hahn A: *Verbreitung von Helicobacter pylori im Großraum Hannover*. Proceedings of the German Nutrition Society 6: 60.
 - Wolters M, Schmitt B, Schuster C, Waldmann A, Bub A, Hahn A: *TEAC- und FORT-Messung zur Ermittlung der antioxidativen Kapazität vor und nach Antioxidanzien-supplementierung*. Proceedings of the German Nutrition Society 6: 70.

Vorträge

- 43. Fortbildungstagung des VDD e.V., Münster, BRD, 2001: *Krebsdiäten – eine ernährungsphysiologische Bewertung*.
- 4. Internationaler Vegetariertag, Loma Linda, USA, 2002: *Cobalamin and Homocysteine Status in Vegans – Results from the German Vegan Study*.
- Große Gesundheitstagung des Vegetarier-Bund Deutschlands e.V., Herchen, BRD, 2003: *Die Deutsche Vegan Studie*.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfbehörde vorgelegen.

Lübeck, Juni 2004

“O beatissime lector, lava manus tuas et sic librum apprehende, leniter folia turna, longe a littera digito pone. Quia qui nescit scribere, putat hoc esse nullum laborem. O quam gravis est scriptura: Oculus gravat, renes frangit, simul et omnia membra constrictat. Tria digita scribunt, totus corpus laborat...”

unbekannter Schreiber aus dem 8. Jhd.