

# Gesundheitliche Relevanz von Übergewicht und Adipositas im Alter

Eine Untersuchung im Rahmen der  
Gießener Senioren Langzeitstudie (GISELA)

**Roland Ratzenböck**



## **INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. oec. troph.)  
im Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement  
der Justus-Liebig-Universität Gießen



*edition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung des Autors oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2010

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Author or the Publishers.

1<sup>st</sup> Edition 2010

© 2010 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

**Institut für Ernährungswissenschaft  
Justus-Liebig-Universität Gießen**

## **Gesundheitliche Relevanz von Übergewicht und Adipositas im Alter**

**– Eine Untersuchung im Rahmen der  
Gießener Senioren Langzeitstudie (GISELA) –**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades (Dr. oec. troph.)  
im Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

**Roland Ratzenböck**

Gießen 2010

Dissertation im Fachbereich  
Agrarwissenschaften, Ökotoxologie und Umweltmanagement  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

2. Dezember 2010

Vorsitzender:	Prof. Dr. S. Hoy
1. Gutachterin:	Prof. Dr. M. Neuhäuser-Berthold
2. Gutachter:	Prof. Dr. M. Krawinkel
Prüfer:	Prof. Dr. U. Wenzel
Prüferin:	Prof. Dr. I.-U. Leonhäuser

## Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Tabellen .....	VII
Verzeichnis der Abbildungen .....	XV
Verzeichnis der Abkürzungen .....	XVI
<b>1 Einleitung und Fragestellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Studiendesign .....</b>	<b>5</b>
2.1 Studienablauf .....	6
2.2 Rekrutierung der Probanden .....	7
<b>3 Untersuchungsmethoden .....</b>	<b>8</b>
3.1 Anthropometrie .....	8
3.2 Serumlipide .....	10
3.3 Antioxidantien .....	10
3.4 Homocystein und Vitamine .....	12
3.5 Blutdruck und Erkrankungen .....	13
3.6 Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische- und sozioökonomische Merkmale .....	13
3.7 Aktivitätsverhalten .....	14
3.8 Energie- und Nährstoffzufuhr .....	14
3.9 Statistische Kennzahlen und Testverfahren .....	14
<b>4 Probanden .....</b>	<b>17</b>
4.1 Auswahl der Probanden .....	17
4.2 Beschreibung der Probanden .....	21
4.2.1 Alter .....	21
4.2.2 Bildungsniveau .....	22
4.2.3 Rauchverhalten .....	22
4.2.4 Energie- und Nährstoffzufuhr .....	23
4.2.5 Körperliche Aktivität .....	26

---

4.2.6	Anthropometrische Daten.....	27
<b>5</b>	<b>Ergebnisse .....</b>	<b>29</b>
5.1	Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und einzelnen Untersuchungs- parametern der GISELA-Studie .....	29
5.1.1	Blutfette und BMI-Gruppe .....	29
5.1.2	Antioxidantien und BMI-Gruppe .....	31
5.1.3	Homocystein, Vitamine und BMI-Gruppe .....	34
5.1.4	Blutdruck, Erkrankungen und BMI-Gruppe.....	36
5.1.5	Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und BMI-Gruppe.....	42
5.1.6	Körperliche Aktivität und BMI-Gruppe .....	46
5.1.7	Nährstoffzufuhr und BMI-Gruppe.....	49
5.1.7.1	Hauptnährstoffe und Ballaststoffe .....	49
5.1.7.2	Fettlösliche und wasserlösliche Vitamine .....	54
5.1.7.3	Mengen- und Spurenelemente .....	56
5.1.7.4	Wasser .....	57
5.1.7.5	Energie, Cholesterin und gesättigte Fettsäuren .....	58
5.1.7.6	Ungesättigte Fettsäuren .....	61
5.1.7.7	Di- und Polysaccharide.....	61
5.2	Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand der übergewichtigen oder adipösen Senioren.....	64
5.2.1	Blutfette und Gewichtsverlauf.....	64
5.2.2	Antioxidantien und Gewichtsverlauf.....	65
5.2.3	Homocystein, Vitamine und Gewichtsverlauf.....	66
5.2.4	Blutdruck, Erkrankungen und Gewichtsverlauf .....	67
5.2.5	Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und Gewichtsverlauf .....	69
5.2.6	Körperliche Aktivität und Gewichtsverlauf .....	70
5.2.7	Nährstoffzufuhr und Gewichtsverlauf .....	71
5.2.7.1	Hauptnährstoffe und Ballaststoffe .....	71
5.2.7.2	Fettlösliche und wasserlösliche Vitamine .....	73

---

5.2.7.3	Mengen- und Spurenelemente .....	75
5.2.7.4	Wasser .....	76
5.2.7.5	Energie, Cholesterin und gesättigte Fettsäuren .....	76
5.2.7.6	Ungesättigte Fettsäuren .....	77
5.2.7.7	Di- und Polysaccharide.....	77
5.2.8	Gewichtsverlauf oder aktueller BMI – welcher dieser Faktoren leistet den größeren Beitrag zur Erklärung bestimmter Ernährungs- und Gesundheitsparameter im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren .....	78
5.3	Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI .....	81
<b>6</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>90</b>
6.1	Probanden .....	90
6.2	Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und einzelnen Untersuchungsparametern der GISELA-Studie .....	95
6.2.1	Blutfette und BMI-Gruppe .....	95
6.2.2	Antioxidantien und BMI-Gruppe .....	102
6.2.3	Homocystein, Vitamine und BMI-Gruppe .....	109
6.2.4	Blutdruck, Erkrankungen und BMI-Gruppe.....	114
6.2.5	Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und BMI-Gruppe.....	128
6.2.6	Körperliche Aktivität und BMI-Gruppe .....	142
6.2.7	Nährstoffzufuhr und BMI-Gruppe.....	144
6.3	Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand der übergewichtigen oder adipösen Senioren.....	151
6.4	Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI.....	159
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen und Ausblicke</b> .....	<b>164</b>
<b>8</b>	<b>Zusammenfassung/Summary</b> .....	<b>169</b>

<b>9</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>176</b>
<b>10</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>199</b>

## Verzeichnis der Tabellen

2.1	Verwendete Untersuchungsparameter der GISELA-Studie .....	6
3.1	Körpergrößenwerte [cm], die zur ersten gemessenen Körpergröße der Probanden hinzuaddiert werden, um die Körpergröße mit 20 sowie mit 60 Jahren zu erhalten.....	10
4.1	Anzahl und Alter der Probanden in den einzelnen Gewichtskategorien .....	17
4.2	Jeweiliges Untersuchungskollektiv der einzelnen Parameter zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der BMI in fortgeschrittenem Alter auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus“ .....	18
4.3	Anzahl, Alter und jeweiliges Körpergewicht der Probanden in den einzelnen Gewichtsverlaufsgruppen .....	19
4.4	Jeweiliges Untersuchungskollektiv der einzelnen Parameter zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus übergewichtiger oder adipöser Senioren“.....	20
4.5	Untersuchungskollektiv zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI.....	21
4.6	Alter der Probanden.....	22
4.7	Höchster Schulabschluss der Probanden .....	22
4.8	Rauchverhalten der Probanden .....	23
4.9	Tägliche Energie- und Hauptnährstoffzufuhr der Probanden.....	23
4.10	Tägliche Vitaminzufuhr der Probanden .....	24
4.11	Tägliche Mineralstoffzufuhr der Probanden.....	25
4.12	Tägliche Zufuhr weiterer Lebensmittelinhaltsstoffe der Probanden .....	25
4.13	Täglicher Zeitverbrauch der Probanden für verschiedene körperliche Aktivitäten .....	26
4.14	Täglicher Zeitverbrauch der Probanden für Sport.....	27
4.15	Körpergewicht, Körpergröße und BMI der Probanden .....	27
4.16	Taillenumfang, Hüftumfang und WHR der Probanden.....	28
5.1	Blutfettkonzentrationen in verschiedenen BMI-Gruppen .....	30
5.2	Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	31
5.3	Antioxidantienstatus in verschiedenen BMI-Gruppen .....	32/33
5.4	Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	34

---

5.5	Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen BMI-Gruppen .....	35
5.6	Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	36
5.7	Systolischer und diastolischer BD in verschiedenen BMI-Gruppen .....	37
5.8	Vergleich des systolischen und des diastolischen Blutdrucks der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	38
5.9	Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen .....	40/41
5.10	Anzahl an Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen .....	42
5.11	Subjektive Befindlichkeit in verschiedenen BMI-Gruppen .....	43
5.12	Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	44/45
5.13	Gesundheitsverhalten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	45
5.14	Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	46
5.15	Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	48/49
5.16	Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen .....	50/51
5.17	Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	53
5.18	Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen .....	55
5.19	Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	56
5.20	Tägliche Mineralstoffzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen BMI-Gruppen .....	57
5.21	Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen .....	59
5.22	Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	60
5.23	Vergleich der täglichen Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	61
5.24	Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen BMI-Gruppen .....	63
5.25	Blutfettkonzentrationen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen .....	64
5.26	Antioxidantienstatus in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen .....	65

---

5.27	Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	66
5.28	Systolischer und diastolischer Blutdruck in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	67
5.29	Vergleich des systolischen und des diastolischen Blutdrucks der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	68
5.30	Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	69
5.31	Subjektive Befindlichkeit in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	70
5.32	Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	71
5.33	Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	72
5.34	Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	73
5.35	Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	73
5.36	Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	75
5.37	Tägliche Mineralstoffzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	75
5.38	Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	77
5.39	Multiple lineare Regression zum Vergleich des Erklärungsbeitrags, den der aktuelle BMI bzw. der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, systolischer Blutdruck, subjektive Befindlichkeit, täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten und tägliche prozentuale Proteinzufuhr im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren leisten .....	79
5.40	Binäre logistische Regression zum Vergleich der standardisierten Effekt-Koeffizienten der unabhängigen Variablen aktueller BMI und Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter diastolischer Blutdruck/Vergleich mit Referenzwerten, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren.....	80
5.41	BMI-Entwicklung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg/m <sup>2</sup> ] .....	81
5.42	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg/m <sup>2</sup> ].....	81
5.43	BMI-Entwicklung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren [kg/m <sup>2</sup> ].....	82

---

5.44	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren [kg/m <sup>2</sup> ].....	83
5.45	BMI-Veränderung der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen [kg/m <sup>2</sup> ].....	84
5.46	BMI-Differenz der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen [kg/m <sup>2</sup> ].....	85
5.47	BMI-Veränderung der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [kg/m <sup>2</sup> ].....	86
5.48	BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [kg/m <sup>2</sup> ].....	87
5.49	BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lj. in die jeweils nächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [kg/m <sup>2</sup> ].....	88
5.50	BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lj. in die jeweils übernächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [kg/m <sup>2</sup> ].....	89
6.1	Anthropometrische Daten der 60-80jährigen Probanden der NVS II.....	91
6.2	Täglicher Zeitverbrauch für verschiedene körperliche Aktivitäten der über 54jährigen Probanden der NVS.....	92
6.3	Höchster Schulabschluss der über 59jährigen Bevölkerung in Deutschland.....	93
6.4	Vergleich der anthropometrischen Kenndaten BMI mit 20 Jahren und BMI mit 60 Jahren zwischen den Probanden der NVS II und den Probanden der GISELA-Studie.....	162
A1	Tägliche Energie- und Hauptnährstoffzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II.....	199
A2	Tägliche Mineralstoffzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II.....	199
A3	Tägliche Vitaminzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II.....	200
A4	Tägliche Zufuhr weiterer Lebensmittelinhaltsstoffe der 51-80jährigen Probanden der NVS II.....	200
A5	Blutfettkonzentrationen in verschiedenen BMI-Gruppen.....	201
A6	Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	202
A7	Antioxidantienstatus in verschiedenen BMI-Gruppen.....	203
A8	Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	204
A9	Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen BMI-Gruppen.....	205
A10	Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	206
A11	Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen.....	207

---

A12	Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	208
A13	Gesundheitsverhalten in verschiedenen BMI-Gruppen.....	209
A14	Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen .....	210
A15	Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen .....	211
A16	Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	212
A17	Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen.....	213
A18	Vergleich der täglichen Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	214
A19	Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen .....	215/216
A20	Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten .....	217/218
A21	Tägliche Mengenelementzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen BMI-Gruppen .....	219/220
A22	Vergleich der täglichen Mengenelementzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	221
A23	Tägliche Spurenelementzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen.....	222
A24	Vergleich der täglichen Spurenelementzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	223
A25	Tägliche Flüssigkeitsaufnahme in verschiedenen BMI-Gruppen .....	224
A26	Vergleich der täglichen Flüssigkeitsaufnahme der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	224
A27	Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen .....	225
A28	Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten.....	226
A29	Tägliche Zufuhr an ungesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen .....	227-229
A30	Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen BMI-Gruppen .....	229
A31	Blutfettkonzentrationen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	229
A32	Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten.....	230
A33	Antioxidantienstatus in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	230

---

A34	Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	231
A35	Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	231
A36	Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten.....	232
A37	Systolischer und diastolischer Blutdruck in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	232
A38	Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen .....	233
A39	Anzahl an Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	233
A40	Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	234
A41	Gesundheitsverhalten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen .....	234
A42	Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	235
A43	Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	235
A44	Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	235
A45	Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	236
A46	Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	236
A47	Vergleich der täglichen Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	236
A48	Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	237
A49	Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	237
A50	Tägliche Mineralstoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen .....	238
A51	Vergleich der täglichen Mineralstoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	238
A52	Tägliche Flüssigkeitsaufnahme in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	239
A53	Vergleich der täglichen Flüssigkeitsaufnahme der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	239
A54	Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	239
A55	Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten .....	240

---

A56	Tägliche Zufuhr an ungesättigten Fettsäuren in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	240
A57	Vergleich der täglichen Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten.....	241
A58	Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	241
A59	Multiple lineare Regression zum Vergleich des Erklärungsbeitrags, den der aktuelle BMI bzw. der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter Triglyceridkonzentration im Serum, HDL-Cholesterinkonzentration im Serum, Vitamin E-Konzentration im Plasma, täglicher Zeitverbrauch für leichte sportliche Aktivitäten, täglicher Zeitverbrauch für die gesamten sportlichen Aktivitäten und tägliche Kohlenhydrat-, Vitamin D-, Jod- sowie Disaccharidzufuhr im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren leisten .....	242
A60	Binäre logistische Regression zum Vergleich der standardisierten Effekt-Koeffizienten der unabhängigen Variablen aktueller BMI und Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter Auftreten einer Krebserkrankung, tägliche Ballaststoffzufuhr/Vergleich mit Referenzwerten, tägliche Pantothensäurezufuhr/Vergleich mit Referenzwerten und tägliche Biotinzufuhr/Vergleich mit Referenzwerten im Kollektiv der übergewichtigen oder adipösen Senioren.....	243
A61	Aktueller BMI in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen.....	243
A62	Körpergewichts- [kg] und Körpergrößenentwicklung [cm] vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr .....	244
A63	Körpergewichts- [kg] und Körpergrößendifferenz [cm] vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr .....	244
A64	Körpergewichtsverlauf [kg].....	244
A65	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg].....	245
A66	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [%] .....	245
A67	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 40sten und vom 40sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg] .....	245
A68	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 40sten und vom 40sten bis zum 60sten Lebensjahr [%] .....	245
A69	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Dekadenschritten und deren weiterer Verlauf vom 60sten bis zum 67sten Lebensjahr [kg] .....	246
A70	Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Dekadenschritten und deren weiterer Verlauf vom 60sten bis zum 67sten Lebensjahr [%] .....	246
A71	Aufteilung der im Alter von 20 Jahren untergewichtigen, normalgewichtigen, übergewichtigen und adipösen Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ] .....	247

A72	Aufteilung der Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ].....	248
A73	Aufteilung der Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ].....	248

**Verzeichnis der Abbildungen**

A1	Prozentuale Aufteilung der Frauen nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ] .....	249
A2	Prozentuale Aufteilung der Männer nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ] .....	249
A3	Prozentuale Aufteilung der Frauen nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ] .....	250
A4	Prozentuale Aufteilung der Männer nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m <sup>2</sup> ] .....	250

**Verzeichnis der Abkürzungen**

$\alpha$	Alpha
AAS	Atomabsorptionsspektroskopie
Abb.	Abbildung
abs.	Absolut
ADL	Activities of Daily Living
AM	Altersmedian
ARIC	Atherosclerosis Risk in Communities
$\beta$	Beta
BMI	Body Mass Index
bzw.	Beziehungsweise
cm	Zentimeter
CSFII	Continuing Survey of Food Intakes by Individuals
d	Pro Tag
DBD	Diastolischer Blutdruck
DGE	Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Bonn
DISHES	Diet Interview Software for Health Examination Studies
dl	Deziliter
EDTA	Ethylendiamintetraessigsäure
ehem.	Ehemalig
EK	Einkommen
Energie%	Energieprozent
et al.	Und andere
F	Frauen
f	Folgend, folgende
ff	Und folgende
FS	Fettsäure
$\gamma$	Gamma
g	Gramm
ges.	Gesättigt
GISELA	Gießener Senioren Langzeitstudie
GPx	Glutathionperoxidase

---

GR	Glutathionreduktase
Gr.	Gruppe
GRAS	Geisinger Rural Aging Study
GSH	Glutathion
GSSG	Glutathiondisulfid
Hb	Hämoglobin
HDL	High Density Lipoprotein
HEI	Healthy Eating Index
H-EPESE	Hispanic Established Population for the Epidemiological Study of the Elderly
Hg	Quecksilber
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
HSQ-12	Health Status Questionnaire-12
IADL	Instrumental Activities of Daily Living
IU	International Unit
J	Jahre
Kap.	Kapitel
kcal	Kilokalorie
KG	Körpergewicht
kg	Kilogramm
KGsM	Körpergewichtsmedian
KH	Körperhöhe
kJ	Kilojoule
Konz.	Konzentration
L bzw. L	Liter
LII	Level II Nutrition Screen
LDL	Low Density Lipoprotein
Lj.	Lebensjahr
M	Männer
MDCS	Malmö Diet and Cancer prospective cohort Study
mg	Milligramm
µg	Mikrogramm
min	Minuten
ml	Milliliter

mm	Millimeter
μmol	Mikromol
n	Stichprobengröße
NADPH	Nicotinamidadenindinukleotidphosphat
NBZS	Nüchternblutzuckerspiegel
NHANES	National Health and Nutrition Examination Survey
nm	Nanometer
nmol	Nanomol
n.s.	Nicht signifikant
NVS	Nationale Verzehrsstudie
o.J.	Ohne Jahrgang
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PLP	Pyridoxal-5'-Phosphat
pmol	Mikromol
QWB	Quality of Well-Being
S	Seite
s.	Siehe
SBD	Systolischer Blutdruck
SBD-F	Ammonium-7-fluorobenzo-2-oxa-1,3-diazol-4-sulfonat
Tab.	Tabelle
u.a.	Und andere, Unter anderen(m)
WC	Waist Circumference
WHO	World Health Organization, Genf
WHR	Waist-Hip-Ratio
WHtR	Waist to Height Ratio
z.B.	Zum Beispiel
zufr.	Zufrieden

## 1 Einleitung und Fragestellung

In den letzten hundert Jahren hat sich die Altersstruktur der deutschen Bevölkerung erheblich verändert. Der Anteil der 65-Jährigen und Älteren an der Gesamtbevölkerung hat kontinuierlich zugenommen. 2005 lag der Anteil dieser Altersgruppe bei ca. 20 % (rund 16 Millionen Menschen). Bis Ende der 2030er Jahre wird die Zahl der 65-Jährigen und Älteren um etwa die Hälfte ansteigen und dann leicht zurückgehen. 2050 werden sich in etwa 23 Millionen Menschen in dieser Altersgruppe befinden, das entspricht rund einem Drittel der Gesamtbevölkerung (Statistisches Bundesamt 2006). Zum einen ist diese demographische Entwicklung auf einen Rückgang der Geburten zurückzuführen und zum anderen ganz wesentlich auf eine Zunahme der Lebenserwartung.

Das Alter geht einerseits mit einer erhöhten Prävalenz von chronischen Erkrankungen wie Krebs, Diabetes mellitus oder Herz-Kreislauf-Erkrankungen einher und andererseits mit der Tendenz zur Multimorbidität (Statistisches Bundesamt 1992 S 70ff, Hoffmeister und Bellach 1995, Van den Akker et al. 1998). Neben steigenden Aufgaben und Kosten im Gesundheitsbereich – im Jahr 2006 entfielen 47 % der gesamten Krankheitskosten in Deutschland auf die ältere Bevölkerung ab 65 Jahren (Statistisches Bundesamt 2008) – führt die Zunahme der Multimorbidität im Verlauf des Alterns auch zu einer Beeinträchtigung der Lebensqualität älterer Menschen. Präventiv-medizinische Maßnahmen gewinnen vom Blickpunkt einer möglichst langen Erhaltung eines optimalen Gesundheitszustandes im Alter immer mehr an Bedeutung.

Viele Studien (Masoro 1992, Kohlmeier et al. 1993 S 6ff, Barnett 1994, Kowald und Kirkwood 1996, DGE 1996 S 53ff, WHO 2003) geben Hinweise darauf, dass die Ernährung neben der Entstehung und dem Verlauf von Krankheiten auch die Lebensdauer sowie Alterungsprozesse beeinflussen kann. Die Ernährung kann daher nicht nur im jungen und mittleren Lebensalter, sondern auch im fortgeschrittenen Alter im Rahmen präventiver Maßnahmen eine bedeutsame Rolle spielen. Allein aus der Tatsache, dass die 65-jährigen und älteren Personen in den derzeit in Deutschland gültigen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffzufuhr (DGE et al. 2000) zu einer Altersgruppe zusammengefasst werden – obwohl gerade diese Gruppe aufgrund der großen individuellen Schwankungen im Alterungsprozess sehr heterogen ist – geht hervor, dass die Kriterien für einen optimalen Ernährungszustand für

die alternde Population bislang nur unzureichend untersucht und definiert wurden (Wakimoto und Block 2001). Von verschiedenen Autoren (Feldman 1993, Blumberg 1994, Kendrick et al. 1994) wird daher die Formulierung differenzierter Empfehlungen für die ältere Bevölkerung gefordert.

Neben dem Alter gehen auch das Übergewicht und vor allem die Adipositas mit einem erhöhten Risiko für eine Vielzahl von Krankheiten wie Typ-2-Diabetes mellitus, Fettstoffwechselstörungen, koronare Herzkrankheiten, Bluthochdruck, Schlaganfall, Hyperurikämie und Gicht, Schlaf-Apnoe-Syndrom, Gallensteinleiden, Kniegelenksbeschwerden, Krampfadern sowie bestimmten Krebserkrankungen einher (Pi-Sunyer 2000).

Übergewicht und Adipositas werden anhand des Body Mass Index (BMI) diagnostiziert. Der BMI zeigt eine gute Korrelation zum Körperfettgehalt und wird als Verhältnis der Körpermasse in Kilogramm zur Körperhöhe in Meter zum Quadrat ( $\text{kg/m}^2$ ) angegeben. Er ist eine einfach zu messende Zielgröße und wird für die Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffzufuhr sowie zur körperlichen Aktivität für die allgemeine Bevölkerung eingesetzt. In seiner Bedeutung als Index für den Ernährungs- und Gesundheitszustand im Alter ist der BMI jedoch noch nicht ausreichend charakterisiert (Eveleth et al. 1998). Gegenwärtig erfolgt die Klassifizierung in die Gewichtskategorien Untergewicht [ $< 18,5 \text{ kg/m}^2$ ], Normalgewicht [ $18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$ ], Übergewicht [ $25,0 - 29,9 \text{ kg/m}^2$ ] und Adipositas [ $> 30,0 \text{ kg/m}^2$ ] (WHO 2000). Nach den Leitlinien der deutschen Adipositas Gesellschaft gilt ein BMI von über  $30,0 \text{ kg/m}^2$  in jedem Fall als therapiebedürftig und ein BMI zwischen  $25,0$  und  $29,9 \text{ kg/m}^2$  dann, wenn gleichzeitig übergewichtsbedingte Gesundheitsstörungen (z.B. Hypertonie, Typ-2-Diabetes mellitus) und/ oder ein abdominales Fettverteilungsmuster und/ oder Erkrankungen, die durch Übergewicht verschlimmert werden, vorliegen. Auch beim Bestehen eines hohen psychosozialen Leidensdrucks gilt ein BMI zwischen  $25,0$  und  $29,9 \text{ kg/m}^2$  als therapiebedürftig (Hauner et al. 2007).

Repräsentative Querschnitterhebungen des Robert Koch-Instituts im Rahmen des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 zeigen, dass die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas mit zunehmendem Alter stark zunimmt. Der Anteil der Personen mit einem BMI von über  $25,0 \text{ kg/m}^2$  erhöht sich von rund 26 % in der Gruppe der 18- bis 24-Jährigen auf in etwa 79 % in der Gruppe der 65- bis 79-Jährigen (Mensink 2002). Da bei den über 60-Jährigen gleichzeitig

auch Krankheiten wie beispielsweise Hypertonie oder Typ-2-Diabetes mellitus, ein abdominales Fettverteilungsmuster sowie Erkrankungen, die durch Übergewicht verschlimmert werden, zunehmen (Statistisches Bundesamt 1998), bedeutet dies bei der Berücksichtigung der oben angeführten Leitlinien der Deutschen Adipositas Gesellschaft, dass ein großer Teil der Bevölkerung im Hinblick auf das vorliegende Übergewicht therapiebedürftig wäre. Zusätzliche Relevanz bekommt dieser Aspekt durch die Tatsache, dass der Anteil der 65-Jährigen und Älteren an der Gesamtbevölkerung ein stark wachsendes Segment darstellt.

Während die mit Übergewicht und Adipositas verbundene Verkürzung der Lebenserwartung in jungen und mittleren Jahren gut belegt ist (Fontaine et al. 2003, Peeters et al. 2003), konnte diese Beziehung für ältere Menschen nicht eindeutig nachgewiesen werden. Es wurde beobachtet, dass sich das Mortalitätsrisiko von adipösen Personen mit höherem Lebensalter abschwächt (Calle et al. 1999) und ab einem Alter von 80 Jahren und darüber kaum noch nachweisen lässt (Stevens et al. 1998). In einigen Studien konnte zudem festgestellt werden, dass im Hinblick auf das Mortalitätsrisiko für ältere Menschen ein BMI optimal ist, der nach den gegenwärtigen Referenzwerten als Übergewicht klassifiziert wird (Heiat et al. 2001). Diesbezüglich wird hypothetisiert, dass Übergewichtige, die bis ins hohe Alter überleben, resistent gegenüber den nachteiligen Einflüssen des Übergewichts sind. Weitere Erklärungsansätze bestehen darin, dass die positiven Effekte des Übergewichts (z.B. Energiereserve für die altersbedingten Verluste an Körpermasse) die negativen Effekte überwiegen und dass andere Ursachen für Morbidität und Mortalität im fortgeschrittenen Alter zunehmen. Auch wird vermutet, dass die anatomischen und metabolischen Unterschiede zwischen jungen und alten Menschen die Beziehung zwischen dem BMI und dem Morbiditäts- und Mortalitätsrisiko verändern (Welch et al. 1996, Eveleth et al. 1998, Heiat 2003). Des Weiteren wurde in einigen Studien beobachtet, dass ein niedriger BMI bei älteren Menschen mit einem erhöhten Mortalitätsrisiko einhergeht (Harris et al. 1988, Diehr et al. 1998). Mögliche Gründe für diesen Zusammenhang könnten Unterernährung, Osteoporose und Knochenbrüche in Folge von Stürzen darstellen (Langlois et al. 1996, Ensrud et al. 1997, French et al. 1999).

Im Alter kommt es zu einigen anatomischen und physiologischen Veränderungen mit Einfluss auf den BMI. Neben einer Zunahme des Körpergewichts – vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr steigt die Körpermasse im Mittel um 10-12 kg an (Herbert 2000) – kommt es zu

einer Abnahme der Knochenmasse sowie der Körperhöhe. Die Abnahme der Körpergröße beginnt bei beiden Geschlechtern mit etwa 30 Jahren und erreicht bis zum 70sten Lebensjahr etwa 3 cm bei den Männern und 5 cm bei den Frauen. Im Alter von 80 Jahren beträgt der Verlust an Körpergröße bei den Männern 5 cm und bei den Frauen 8 cm. Dieses Ausmaß an Körpergrößenverlust führt in weiterer Folge zu einem Anstieg des BMI um etwa 0,7 kg/m<sup>2</sup> bei den Männern und 1,6 kg/m<sup>2</sup> bei den Frauen im Alter von 70 Jahren, und einem Anstieg um 1,4 kg/m<sup>2</sup> bzw. 2,6 kg/m<sup>2</sup> im Alter von 80 Jahren (Sorkin et al. 1999). Weitere signifikante Veränderungen betreffen die Körperzusammensetzung. Die Abnahme der fettfreien Körpermasse ist eine besonders deutliche Veränderung während des Alterungsprozesses. Kompensiert wird die Abnahme der fettfreien Körpermasse durch eine Zunahme der Fettmasse, so dass keine Reduktion des Gesamtkörpergewichts eintritt (Marktl 2003). Zudem kommt es im Laufe des Alterns zu einer Umverteilung der Fettmasse in Richtung Körperstamm (Stangl et al. 2003, Hauner 2004, Pilz 2005). Trotz dieser erheblichen anatomischen und physiologischen Unterschiede zwischen Senioren und jungen Erwachsenen wird gegenwärtig für alle Altersgruppen ab 19 Jahren der gleiche BMI – 24 für Männer und 22 für Frauen – als Referenzwert festgelegt (DGE et al. 2000).

Vor dem Hintergrund, ob diese beobachtete altersabhängige Zunahme der Körpermasse mit einem erhöhten Risiko für den Ernährungs- und Gesundheitsstatus verbunden ist und deshalb präventiver oder therapeutischer Maßnahmen bedarf oder ob sie als physiologischer Vorgang im Laufe des Alterns zu verstehen ist, sollen in dieser Arbeit im Rahmen der Gießener Senioren Langzeitstudie (GISELA) folgende Fragestellungen bearbeitet werden:

- Welchen Einfluss hat der BMI in fortgeschrittenem Alter auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus?
- Welchen Einfluss hat der Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus übergewichtiger oder adipöser Senioren?
- Welchen Einfluss hat der BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI?

## 2 Studiendesign

Die Gießener Senioren Langzeitstudie (GISELA) ist eine prospektive Kohortenstudie, in der seit 1994 in ein- bzw. zweijährigen Abständen Parameter zum Ernährungs- und Gesundheitsstatus von Gießener Senioren erfasst werden.

In der GISELA-Studie werden anthropometrische Messungen sowie Untersuchungen zur Körperzusammensetzung und zum Energieumsatz durchgeführt. Mit Hilfe eines speziell für die Gießener Senioren Langzeitstudie entwickelten und validierten 3-Tage-Schätzprotokolls (Lührmann et al. 1999) wird der Lebensmittelverzehr und die daraus resultierende Energie- und Nährstoffzufuhr erfasst. Im Blut werden biochemische Parameter zum Vitamin- und Antioxidantienstatus, der Homocysteinspiegel sowie das Lipidprofil bestimmt. Zudem werden anhand eines Fragebogens – dieser kann den Arbeiten von Lührmann (1999) und Herbert (2000) entnommen werden – Daten zum Ernährungsverhalten, zum Genussmittelkonsum, zur Einnahme von Medikamenten und Supplementen, zu Erkrankungen, zum soziodemographischen und –ökonomischen Status, zum Aktivitätsverhalten sowie zum Körpergewichtsverlauf der Senioren erhoben. Die für diese Arbeit herangezogenen Untersuchungsparameter der GISELA-Studie sind im Einzelnen in Tab. 2.1 aufgeführt.

Ziel der GISELA-Studie ist es, intra- und interindividuelle Veränderungen des Ernährungs- und Gesundheitsstatus unter Berücksichtigung möglicher Einflussfaktoren im Verlauf des Alterns zu erfassen sowie eventuelle Zusammenhänge zwischen den einzelnen Untersuchungsparametern aufzuzeigen.

Das Forschungsvorhaben wurde von der Ethikkommission am Fachbereich Humanmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen geprüft und ohne Einwände genehmigt.

**Tab. 2.1** Verwendete Untersuchungsparameter der GISELA-Studie

<b>Anthropometrische Daten:</b>	<b>Körpermasse und -größe, Body Mass Index, Taillen- und Hüftumfang, Waist-Hip-Ratio</b>
Blutfette:	Triglyceride, Gesamtcholesterin, HDL- und LDL-Cholesterin im Serum
<b>Antioxidantienstatus:</b>	<b>Vitamin C, Vitamin E, <math>\beta</math>-Carotin, Selen im Plasma; Glutathionperoxidaseaktivität in den Erythrozyten</b>
Homocystein und Vitaminstatus:	Homocystein im Plasma; Vitamin B <sub>6</sub> , Vitamin B <sub>12</sub> , Folsäure im Serum
<b>Blutdruck</b>	
Krankheiten	Diabetes, Hypertonie, ischämische Herz-, Hirngefäß-, Schilddrüsen-, Organ- und Krebserkrankungen, Fettstoffwechselstörungen, Rheumatismus/Arthrose, Osteoporose
<b>Subjektive Befindlichkeit</b>	
Soziodemographische und -ökonomische Daten:	Familienstand, Schulbildung, höchster Ausbildungsabschluss, Nettohaushaltseinkommen
<b>Gesundheitsverhalten:</b>	<b>Alkoholzufuhr, Rauchverhalten, Einnahme von Supplementen</b>
Körperliche Aktivität:	Hausarbeit, Gartenarbeit, Berufstätigkeit, Spazierengehen, leichte, mittelschwere und schwere sportliche Aktivitäten
<b>Energie- und Nährstoffzufuhr:</b>	<b>Energie, Protein, Fett, gesättigte Fettsäuren, einfach ungesättigte Fettsäuren, mehrfach ungesättigte Fettsäuren, Kohlenhydrate, Disaccharide, Polysaccharide, Vitamin D, Vitamin E, Vitamin K, Vitamin B1, Vitamin B2, Vitamin B6, Vitamin B12, Gesamte Folsäure, Biotin, Pantothen säure, Vitamin C, Kalium, Calcium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Eisen, Jod, Zink, Ballaststoffe, Alkohol, Wasser, Cholesterin</b>

## 2.1 Studienablauf

Die Untersuchungen erfolgen jeweils in der Zeit von Juli bis Oktober. Alle direkt an den Probanden vorzunehmenden Untersuchungen werden morgens zwischen 6.00 und 11.00 Uhr im Institut für Ernährungswissenschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen durchgeführt. Zu den Messungen sollen die Senioren nüchtern erscheinen und ihre letzte Mahlzeit bis spätestens 22.00 Uhr des Vortages eingenommen haben. Vor Aufnahme in die Erhebungen werden den Teilnehmern die Hintergründe und Ziele der Studie sowie die einzelnen Untersuchungen und deren Methoden erklärt. Anschließend erklären sich die Probanden schriftlich mit der Teilnahme an der GISELA-Studie einverstanden.

Die Messungen zur Anthropometrie, zur Körperzusammensetzung sowie zum Ruheenergieumsatz finden während des Untersuchungstermins im Institut statt. Von einer Ärztin bzw. einem Arzt wird den Studienteilnehmern der Blutdruck gemessen und 30 ml Blut für die Blutanalysen entnommen. Die Blutproben werden sofort nach der Abnahme gekühlt, zentrifugiert und bis zur Durchführung der verschiedenen Analysen bei  $-70^{\circ}\text{C}$  (Selen bei  $-20^{\circ}\text{C}$ ) gelagert. Nach vorheriger kurzer Erläuterung werden den Studienteilnehmern zudem ein Fragebogen und ein Ernährungsprotokoll ausgehändigt, mit der Bitte diese zuhause auszufüllen. Die ausgefüllten Fragebögen und Protokolle werden von den Probanden mit der Post zurückgeschickt oder persönlich abgegeben.

Im Anschluss an die Messungen wird den Senioren im Institut ein Frühstück angeboten. Bei dieser Gelegenheit werden die Untersuchungsergebnisse erläutert und bestehende Fragen bezüglich der Studie geklärt.

## **2.2 Rekrutierung der Probanden**

Im ersten Erhebungsjahr der GISELA-Studie (1994) wurden die Senioren über Ärzte, Aushänge und Informationsblätter, Seniorenveranstaltungen wie Gymnastikkurse oder Seniorennachmittage, Artikel in der Gießener Lokalpresse sowie durch Mund-zu-Mund-Propaganda rekrutiert.

Da bei einer geplanten Studiendauer von 10 Jahren nicht damit zu rechnen ist, dass alle Senioren bis zum Studienende teilnehmen, wurden in den darauf folgenden Jahren weitere Senioren rekrutiert. Im zweiten Erhebungsjahr der GISELA-Studie (1995) erfolgte die Rekrutierung der Probanden nur noch über Artikel in der Gießener Lokalpresse sowie auf Anregung der bereits rekrutierten Senioren. In den folgenden Erhebungsjahren wurden die Probanden ausschließlich über bereits teilnehmende Senioren gewonnen. In den acht Erhebungsphasen von 1994 bis 2004 nahmen insgesamt 584 Senioren, 413 Frauen und 171 Männer, an der GISELA-Studie teil. Die Rekrutierung der Probanden der GISELA-Studie ist ausführlich in den Arbeiten von Lührmann (1999) und Herbert (2000) beschrieben.

### 3 Untersuchungsmethoden

#### 3.1 Anthropometrie

##### Körpergewicht, Körpergröße und Body Mass Index

Das Körpergewicht (KG) wurde mit einer geeichten elektronischen Waage der Marke Seca (Vogel & Halke, Frankfurt/Main) auf 0,5 kg genau bestimmt. Hierzu stellten sich die Studienteilnehmer leicht bekleidet und ohne Schuhe auf die Waage. Für die Kleidung wurde anschließend je nach Schwere der Kleidung ein Gewicht von 0,5 – 1 kg vom gemessenen Körpergewicht abgezogen.

Die Messung der Körpergröße (KH) erfolgte gekoppelt an die Bestimmung des Körpergewichts mittels einer in der Waage integrierten geeichten Teleskopmeßlatte. Die Messungen wurden im Stehen, mit geradem Blick nach vorne und ohne Schuhe auf 0,5 cm genau durchgeführt.

Der Body Mass Index (BMI) wurde aus den Daten zum Körpergewicht und zur Körpergröße wie folgt berechnet:

$$\text{BMI [kg/m}^2\text{]} = \text{Körpergewicht [kg]} / \text{Körpergröße [m]}^2.$$

##### Taillenumfang, Hüftumfang und Waist-Hip-Ratio

Die Körperumfänge wurden mit einem Maßband der Firma Bauerfeind, Kempfen auf 1,0 cm genau an der aufrecht stehenden und weitgehend entkleideten Person gemessen. Für die Ermittlung des Taillenumfanges wurde die engste Stelle zwischen der untersten Rippe und dem Beckenkamm ausgewählt. Die Messung des Hüftumfangs erfolgte über der breitesten Stelle des Gesäßes auf der Höhe des Trochanter major.

Die Waist-Hip-Ratio (WHR) wurde aus dem Taillen- und Hüftumfang wie folgt berechnet:

$$\text{Waist-Hip-Ratio} = \text{Taillenumfang [cm]} / \text{Hüftumfang [cm]}.$$

### Körpergewicht mit 20 und 60 Jahren

Diese Daten wurden mit Hilfe eines Fragebogens erhoben, wobei die Studienteilnehmer gebeten wurden, ihr Gewicht mit 20 und 60 Jahren anzugeben.

### Körpergröße mit 20 und 60 Jahren

Beide Parameter wurden mit Hilfe der Ergebnisse der Baltimore Longitudinal Study of Aging berechnet. Von insgesamt 2084 Personen, 654 Frauen und 1430 Männer, im Alter zwischen 17 und 94 Jahren, die von 1958 bis 1993 an dieser Studie teilgenommen haben, wurde in regelmäßigen Abständen – bei den Frauen durchschnittlich 5 Mal in 9 Jahren und bei den Männern durchschnittlich 9 Mal in 15 Jahren – die Körpergröße erfasst. Alle Studienteilnehmer hatten weiße Hautfarbe, waren gebildet, gehörten dem Mittelstand bzw. dem gehobenen Mittelstand an und wiesen einen guten Gesundheitszustand auf. Wie schon in der Einleitung erwähnt begann der Verlust an Körpergröße bei beiden Geschlechtern mit etwa 30 Jahren und nahm mit steigendem Alter zu. Bis zum 70sten Lebensjahr betrug der Körpergrößenverlust bei den Männern 3 cm und bei den Frauen 5 cm. Im Alter von 80 Jahren erreichte der Verlust an Körpergröße bei den Männern 5 cm und bei den Frauen 8 cm (Sorkin et al. 1999).

Zur Berechnung der Körpergröße mit 20 als auch mit 60 Jahren wurden die Teilnehmer der GISELA-Studie entsprechend ihrem Alter bei Studieneintritt zunächst unterschiedlichen Altersgruppen zugeordnet. Anschließend wurde in Abhängigkeit von Altersgruppe und Geschlecht zur ersten gemessenen Körpergröße der Probanden ein bestimmter Körpergrößenwert, der sich aus den Ergebnissen der Baltimore Longitudinal Study of Aging ableitet, hinzuaddiert (s. Tab. 3.1).

**Tab. 3.1** Körpergrößenwerte [cm], die zur ersten gemessenen Körpergröße der Probanden hinzuaddiert werden, um die Körpergröße mit 20 sowie mit 60 Jahren zu erhalten

Altersgruppe	Körpergröße mit 20 Jahren		Körpergröße mit 60 Jahren	
	Frauen	Männer	Frauen	Männer
60 Jahre	3,75	2,25	0	0
61 – 65 Jahre	4,38	2,63	0,63	0,38
66 – 70 Jahre	5,0	3,0	1,25	0,75
71 – 75 Jahre	6,5	4,0	2,75	1,75
76 – 80 Jahre	8,0	5,0	4,25	2,75
81 – 85 Jahre	9,5	6,0	5,75	3,75
> 85 Jahre	11,0	7,0	7,25	4,75

### 3.2 Serumlipide

Die Serumkonzentrationen von Gesamtcholesterin, HDL-Cholesterin und Triglyceriden wurden mit Hilfe von Testsätzen der Firma Boehringer Mannheim, die 1998 in Roche Diagnostics unbenannt wurde, photometrisch ermittelt. Die Bestimmungen wurden gemäß der Anleitungen der Firma Boehringer Mannheim (o.J.) durchgeführt und können dort detailliert nachgelesen werden. An jedem Messtag wurde ein Kontrollserum mit bekannter Konzentration mitgemessen. Die ermittelten Konzentrationen der Proben wurden um die Abweichung des Kontrollserums vom Sollwert adjustiert, um methodisch bedingte Unterschiede an verschiedenen Messtagen auszugleichen. Das LDL-Cholesterin wurde anhand der Formel von Friedewald (1972) wie folgt berechnet:

$$\text{LDL-Cholesterin [mg/dl]} = \text{Gesamtcholesterin [mg/dl]} - \text{HDL-Cholesterin [mg/dl]} - \text{Triglyceride} / 5 \text{ [mg/dl]}.$$

### 3.3 Antioxidantien

#### Vitamin C

Die Vitamin C-Bestimmung im Heparin-Plasma erfolgte nach der Methode von Roe und Kuether (1943), die eine gemeinsame Bestimmung von Ascorbinsäure und Dehydroascorbinsäure erlaubt. Zunächst wurde die Ascorbinsäure zu Dehydroascorbinsäure oxidiert. Als nächster Schritt erfolgte die Zugabe von 2,4-Dinitrophenylhydrazin

(schwefelsauer), wodurch es zur Bildung eines 2,4-Dinitrophenylhydrazons, das in schwefelsaurem Milieu löslich ist, kam. Optisch ließ sich diese Kondensationsreaktion durch den Farbumschlag von gelb (2,4-Dinitrophenylhydrazin) nach rot (Hydrazon) verfolgen. Anschließend wurde die Vitamin C-Konzentration unter Verwendung eines Photometers der Firma Shimadzu bei 520 nm und 20°C ermittelt.

#### β-Carotin und α-Tocopherol

Für deren Konzentrationsbestimmung im EDTA-Plasma erfolgte als erster Schritt die Ausfällung der Proteine durch Zugabe von Ethanol. Anschließend wurden die Vitamine mit Hilfe von n-Hexan aus dem Übertand extrahiert. Zur quantitativen Erfassung der β-Carotin- und α-Tocopherolkonzentration im EDTA-Plasma wurde ein HPLC-Verfahren verwendet, dessen Prinzip in der Abtrennung des hexanextrahierbaren β-Carotins bzw. α-Tocopherols durch Adsorption an Kieselgel und anschließender photometrischer Detektion bei einer Wellenlänge von 450 nm (β-Carotin) bzw. fluorimetrischer Detektion bei einer Wellenlänge von 290/330 nm (α-Tocopherol) besteht (Vuilleumier et al. 1983).

#### Selen

Selen wurde im heparinisierten Plasma mittels Graphitrohr-Atomabsorptionsspektroskopie (Graphitrohr-AAS) bestimmt. Verwendet wurde ein Perkin Elmer Atomabsorptionsspektralphotometer der Bezeichnung Z3030. Bei dieser Technik werden die gelösten Proben in ein kaltes von Schutzgas durchströmtes Rohr eingeführt und dort durch stufenweises Aufheizen vom Lösungsmittel und anderen Begleitstoffen befreit und schließlich atomisiert. Die Messung der Extinktion erfolgte bei einer Wellenlänge von 196 nm. Das Prinzip der Methode und die Messdurchführung sind ausführlich in der Arbeit von Welz und Sperling (1997) sowie im Handbuch zum Perkin Elmer AAS-Gerät Z3030 (1984) beschrieben.

#### Glutathionperoxidaseaktivität

Die Aktivität der Glutathionperoxidase (GPx) wurde in den Erythrozyten nach der Methode von Paglia und Valentine (1967) bestimmt. Das Prinzip der Methode basiert auf zwei Reaktionen. In der ersten Reaktion reduziert GPx  $H_2O_2$  und andere Peroxide bei gleichzeitiger

Oxidation von zwei Molekülen Glutathion (GSH) zu Glutathiondisulfid (GSSG). In der anschließenden Re-Reduktion wird GSSG von der Glutathionreduktase (GR) unter Verbrauch von NADPH wieder zu zwei GSH gespalten. Die Abnahme von NADPH ist dabei direkt proportional zur GPx-Aktivität in der Probe. Zunächst wurde den GPx-enthaltenden Proben GSH, GR und NADPH beigelegt. Nach anschließender 10-minütiger Inkubation bei 37°C und Zugabe von t-Butyl-Hydroperoxid, dem eigentlichen Substrat der zu messenden GPx, folgte die photometrische Detektion bei 340 nm unter Verwendung eines Photometers der Firma Shimadzu.

### 3.4 Homocystein und Vitamine

#### Homocystein

Homocystein liegt im Plasma zu 65 % in proteingebundener Form, zu 30 % als Disulfid und nur zu 1,5-4 % in freier Form vor (Vester und Rasmussen 1991, Andersson et al. 1993, Ueland et al. 1996). Zunächst erfolgte durch die Zugabe von Tri-n-butyl-phosphinlösung eine Reduktion der Thiolverbindungen. Anschließend wurden die Plasmaproteine mit Hilfe von Trichloressigsäure ausgefällt. Nach Derivatisierung mit Ammonium-7-fluorobenzo-2-oxa-1,3-diazol-4-sulfonat (SBD-F) wurde zur Bestimmung des Gesamthomocysteins im EDTA-Plasma eine High Performance Liquid Chromatography (HPLC)-Methode mit Fluoreszenzdetektion nach Ubbink et al. (1991) in modifizierter Weise verwendet. Diese Methode geht auf die von Araki und Sako (1987) beschriebene Methode zurück.

#### Vitamin B<sub>6</sub>

Für die Bestimmung des Vitamin B<sub>6</sub> im Serum wurden zunächst die Serumproteine mit Hilfe kalter Perchlorsäure ausgefällt. Als zweiter Schritt folgte die Überführung des Pyridoxal-5'-Phosphat (PLP), das 70-80 % des Vitamin B<sub>6</sub> im Serum ausmacht (Leklem 1990), in die Cyanhydrinform durch Zugabe von Kaliumcyanid. Im Anschluss wurde die Cyanhydrinform des PLP unter Verwendung einer HPLC-Methode mit Fluoreszenzdetektion modifiziert nach Zemleni et al. (1992) chromatographisch getrennt und erfasst.

### Vitamine B<sub>12</sub> und Folsäure

Die Serumkonzentrationen der Vitamine B<sub>12</sub> und Folsäure wurden mit dem SimulTRAC-SNB Radioassay Kit der Firma ICN Biomedicals, Eschwege ermittelt. Der Inhalt des Testkits sowie die Durchführung der Analysen sind ausführlich in der Anleitung zum Testkit beschrieben (ICN Biomedicals 1995). Das Prinzip der Methode beruht darauf, dass das radioaktiv markierte Vitamin B<sub>12</sub> und Folat des Testkits mit dem Vitamin B<sub>12</sub> und der Folsäure in der Probe um Bindungsstellen an einem spezifischen Bindungsprotein konkurriert. Die Menge an gebundenem, radioaktiv markiertem Vitamin B<sub>12</sub> bzw. Folat ist somit umgekehrt proportional zur Konzentration in der Probe. Die endogenen Bindungsproteine in der Probe werden durch Inkubation mit Dithiothreitol-Lösung zerstört.

### **3.5 Blutdruck und Erkrankungen**

Der systolische und diastolische Blutdruck wurde an den sitzenden Probanden mit Hilfe eines Blutdruckmessgerätes der Firma Erka, Bad Tölz nach dem Prinzip von Riva-Rocci erfasst.

Mit Hilfe eines Fragebogens wurden die Krankheiten erhoben. Die Studienteilnehmer wurden hierbei gebeten, alle vom Arzt diagnostizierten Erkrankungen aufzuschreiben.

### **3.6 Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische- und -ökonomische Merkmale**

Die Daten zur subjektiven Befindlichkeit, zum Gesundheitsverhalten sowie zum soziodemographischen und -ökonomischen Status wurden mit Hilfe eines Fragebogens eruiert.

Bezüglich der subjektiven Befindlichkeit wurden die Probanden gebeten, Angaben über die Zufriedenheit mit bestimmten Situationen wie beispielsweise Familie, Ernährungsweise, Körpergewicht oder Gesundheitszustand zu machen. Das Gesundheitsverhalten wurde über die Kenngrößen Supplementeneinnahme, Alkoholzufuhr und Rauchverhalten erfasst. Die Ermittlung des soziodemographischen und -ökonomischen Status erfolgte über die Parameter

Familienstand, Schulausbildung, höchster Ausbildungsabschluss und Nettohaushaltseinkommen.

### **3.7 Aktivitätsverhalten**

Das Aktivitätsverhalten der Probanden wurde mittels eines Fragebogens erfasst. Berufstätige Senioren wurden gebeten, anzugeben, wie viele Stunden sie wöchentlich arbeiten und wie schwer sie die körperliche Aktivität ihrer Arbeit einschätzen. Weiterhin wurden die Studienteilnehmer gefragt, wie viele Stunden sie wöchentlich mit Hausarbeit, Gartenarbeit, Spaziergehen und verschiedenen sportlichen Aktivitäten verbringen.

### **3.8 Energie- und Nährstoffzufuhr**

Die Daten zum Lebensmittelverzehr wurden mit Hilfe eines im Rahmen der GISELA-Studie entwickelten und validierten Drei-Tage-Schätzprotokolls erhoben (Lührmann et al. 1999). Anhand der erfassten Lebensmittel erfolgte auf Grundlage des Bundeslebensmittelschlüssels Version II.3 (BgVV 1999) die Berechnung der Energie- und Nährstoffzufuhr der Probanden.

Um den prozentualen Anteil der Hauptnährstoffe an der Energiezufuhr zu ermitteln, wurde davon ausgegangen, dass Kohlenhydrate und Proteine jeweils 17,2 kJ/g und Fette 39,1 kJ/g an Nahrungsenergie liefern (Petrides 1997).

### **3.9 Statistische Kennzahlen und Testverfahren**

Die Auswertung des Datenmaterials erfolgte mit dem Statistikprogramm SPSS Version 12.0 für Windows. Die in dieser Arbeit verwendeten statistischen Maßzahlen und Testverfahren sind in der Literatur ausführlich beschrieben (Köhler et al. 1996, Backhaus et al. 2000, Brosius 2004) und sollen daher im Folgenden nur kurz dargestellt werden.

Mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests, korrigiert nach Lilliefors, wurde getrennt nach Geschlecht und BMI-Gruppe, Körpergewichtsverlaufsgruppe oder Geschlecht und BMI-

Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren – je nach Fragestellung – überprüft, ob die im Ergebnisteil (s. Kap. 5.1-5.2 S 28ff) verwendeten Variablen als normalverteilt angesehen werden können. Zur Überprüfung der Varianzhomogenität zwischen den einzelnen Gruppen wurde zudem der Test nach Levene durchgeführt. Da eine Normalverteilung in vielen Fällen nicht gegeben war, wurde als statistische Maßzahl der Median – dieser reagiert auf Ausreißer weniger empfindlich als das arithmetische Mittel – angegeben. Zur Charakterisierung der Verteilung wurden zusätzlich die 5er und 95er Perzentile angeführt.

Zur Überprüfung, ob die Stichproben aus der gleichen Grundgesamtheit stammen, wurden nichtparametrische (verteilungsfreie) Verfahren eingesetzt. Mit Hilfe des U-Tests von Mann-Whitney wurde überprüft, ob sich die mittleren Ränge von zwei unabhängigen Stichproben signifikant unterscheiden. Bei mehr als zwei unabhängigen Stichproben wurde der H-Test nach Kruskal-Wallis verwendet.

Mittels des Chi-Quadrat-Homogenitätstest wurde untersucht, ob bei mehreren Stichproben gleiche Häufigkeitsverteilungen für ein Merkmal vorliegen. Bei einer geringen Anzahl von Beobachtungen wurde der Exakte Test nach Fisher eingesetzt.

Des Weiteren kamen die multiple lineare Regression sowie die binäre logistische Regression zum Einsatz. Mit Hilfe dieser strukturen-prüfenden Verfahren können Ursache-Wirkungs-Beziehungen quantifiziert werden. Auf diese Weise wurde untersucht, ob und wie stark sich erklärende Variablen (= unabhängige Variablen, Regressoren) auf eine zu erklärende Variable (= abhängige Variable, Regressand) auswirken. Während die abhängige Variable bei der multiplen linearen Regression einen metrischen Charakter einnimmt, weist sie bei der binären logistischen Regression eine dichotome (= zweiwertige) Ausprägung auf.

Um die Einflussstärken der einzelnen unabhängigen Variablen zu vergleichen, wurden standardisierte Koeffizienten herangezogen:  $\beta$ -Koeffizienten bei der multiplen linearen Regression und Effekt-Koeffizienten bei der binären logistischen Regression. Letztere werden bei der Auswertung nicht ausgewiesen und müssen mit folgender Formel nachträglich berechnet werden:

$$\text{Stand. Exp(B)} = \exp(\mathbf{B} * \mathbf{s})$$

Stand. Exp(B): Standardisierter Effekt-Koeffizient

B: Regressionskoeffizient der unabhängigen Variablen

s: Standardabweichung der unabhängigen Variablen

Bei beiden Analyseverfahren sollte keine lineare Abhängigkeit zwischen den unabhängigen Variablen (= Multikollinearität) bestehen. Allerdings ist bei empirischen Daten davon auszugehen, dass immer ein gewisser Grad an Multikollinearität vorliegt – dieser muss aber nicht störend sein. Ein hoher Grad an Multikollinearität wird jedoch zum Problem.

Ein Maß zur Prüfung der Multikollinearität ist die so genannte Toleranz, wobei Toleranzwerte nahe 0 auf eine starke Multikollinearität hindeuten. Eine weitere Kennzahl stellt der Konditionsindex dar. Als Faustregel lässt sich sagen, dass Werte zwischen 10 und 30 auf eine mäßige Multikollinearität und Werte über 30 auf eine starke Multikollinearität hinweisen.

Eine weitere Anforderung an die binäre logistische Regression besteht darin, dass die Fallzahl pro Gruppe (= eine Ausprägung der abhängigen Variablen) nicht kleiner als 25 sein sollte.

Für alle verwendeten statistischen Testverfahren wurde die Nullhypothese nur dann verworfen, wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p < 0,05$  war.

## 4 Probanden

### 4.1 Auswahl der Probanden

Für die einzelnen Fragestellungen wurden jeweils die Basisdaten aus den Erhebungsjahren 1994–2004, d.h. die Daten, die bei der ersten Untersuchung der Studienteilnehmer (413 Frauen und 171 Männer) erhoben wurden, herangezogen.

#### Fragestellung 1

Welchen Einfluss hat der BMI in fortgeschrittenem Alter auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus?

Für diese Fragestellung wurden die Teilnehmer der GISELA-Studie entsprechend ihrem BMI den Gewichtskategorien Normalgewicht [18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup>], Übergewicht [25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup>] und Adipositas [ $> 30,0$  kg/m<sup>2</sup>] zugeordnet (WHO 2000). Da sich in der Gewichtskategorie Untergewicht lediglich drei Probanden fanden, wurde diese Gruppe von der Auswertung ausgenommen. Bei zwei Untersuchungsparametern wurde jeweils eine im Fragebogen ausgewiesene Antwortmöglichkeit auf Grund der geringen Probandenanzahl, die sich für diese in den einzelnen BMI-Gruppen ergab, weggelassen. Dadurch wurden neben den Probanden, von denen zu einzelnen Ernährungs- und Gesundheitsparametern keine Daten vorhanden waren, zusätzlich 5 Probanden (2 Frauen und 3 Männer) bei der Schulbildung und 17 Probanden (12 Frauen und 5 Männer) beim Rauchverhalten nicht in die Auswertung miteinbezogen (s. Tab. 4.1 und 4.2).

**Tab. 4.1** Anzahl und Alter der Probanden in den einzelnen Gewichtskategorien

Gewichtskategorie	Gesamt		Frauen		Männer	
	n	AM (Jahre)	n	AM (Jahre)	n	AM (Jahre)
18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup>	196	67,0	139	68,0	57	66,0
25,0 – 29,9 kg/m <sup>2</sup>	266	67,0	180	67,0	86	68,0
$\geq 30,0$ kg/m <sup>2</sup>	119	65,0	92	65,5	27	65,0

n = Anzahl der Probanden, AM = Altersmedian

**Tab. 4.2** Jeweiliges Untersuchungskollektiv der einzelnen Parameter zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der BMI in fortgeschrittenem Alter auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus“ (absolute Anzahl)

<b>Untersuchungsparameter</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>
Blutfette			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtcholesterinkonz. im Serum und Triglyceridkonz. im Serum</li> </ul>	575	405	170
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDL-Cholesterinkonz. im Serum und HDL-Cholesterinkonz. im Serum</li> </ul>	574	404	170
<b>Antioxidantienstatus</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vitamin C-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>574</b>	<b>404</b>	<b>170</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vitamin E-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>567</b>	<b>401</b>	<b>166</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>β-Carotin-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>571</b>	<b>401</b>	<b>170</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Selen-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>569</b>	<b>402</b>	<b>167</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GPX-Aktivität in den Erythrozyten</b></li> </ul>	<b>456</b>	<b>322</b>	<b>134</b>
Homocystein und Vitaminstatus			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homocysteinkonz. im Plasma und Vitamin B<sub>6</sub>-Konz. im Serum</li> </ul>	440	310	130
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folsäurekonz. im Serum und Vitamin B<sub>12</sub>-Konz. im Serum</li> </ul>	439	309	130
<b>Blutdruck und Krankheiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>systolischer und diastolischer Blutdruck</b></li> </ul>	<b>579</b>	<b>409</b>	<b>170</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Krankheiten</b></li> </ul>	<b>581</b>	<b>411</b>	<b>170</b>
Subjektive Befindlichkeit			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufriedenheit</li> </ul>	436	287	149
<b>Soziodemographische und –ökonomische Daten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Familienstand</b></li> </ul>	<b>554</b>	<b>392</b>	<b>162</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Schulbildung</b></li> </ul>	<b>539</b>	<b>381</b>	<b>158</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>höchster Ausbildungsabschluss</b></li> </ul>	<b>520</b>	<b>361</b>	<b>159</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nettohaushaltseinkommen</b></li> </ul>	<b>441</b>	<b>306</b>	<b>135</b>
Gesundheitsverhalten			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauchverhalten</li> </ul>	533	376	157
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einnahme von Supplementen</li> </ul>	179	133	46
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkoholzufuhr</li> </ul>	498	350	148
<b>Körperliche Aktivität</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten sowie für die gesamten sportlichen und die gesamten körperlichen Aktivitäten</b></li> </ul>	<b>552</b>	<b>390</b>	<b>162</b>
Energie- und Nährstoffzufuhr			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptnährstoffe und Ballaststoffe, Vitamine, Mengen- und Spurenelemente, Wasser, Alkohol, Energie, Cholesterin, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Mono- und Polysaccharide</li> </ul>	498	350	148

Fragestellung 2

Welchen Einfluss hat der Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus übergewichtiger oder adipöser Senioren?

Zur Bearbeitung dieser Fragestellung wurden zunächst alle Probanden, die sich in fortgeschrittenem Alter den Gewichtskategorien Untergewicht und Normalgewicht zuordnen ließen (199 Probanden, 141 Frauen und 58 Männer), von der Auswertung ausgenommen. Als nächster Schritt wurden all diejenigen Probanden ausgeschlossen, von denen keine Daten zum Körpergewicht mit 20 Jahren vorhanden waren (89 Probanden, 58 Frauen und 31 Männer). Im Anschluss daran wurden die Senioren gemäß ihrer Körpergewichtsentwicklung vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt in drei Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe hat ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten [ $\pm$  5 kg], die zweite Gruppe hat eine moderate Körpergewichtszunahme erfahren [ $>$  5 kg – 15 kg] und die dritte Gruppe hat beträchtlich an Körpergewicht zugelegt [ $>$  15 kg]. 5 Probanden (3 Frauen und 2 Männer) haben in diesem Zeitraum mehr als 5 kg an Gewicht verloren, sodass sie als Teil des Untersuchungskollektivs nicht mehr in Frage kamen. Wie schon in der Fragestellung zuvor wurde auch hier bei den Parametern Schulbildung und Rauchverhalten jeweils eine im Fragebogen ausgewiesene Antwortmöglichkeit auf Grund der geringen Probandenanzahl, die sich für diese in den einzelnen Gewichtsverlaufgruppen ergab, weggelassen. Dadurch wurden neben den Probanden, von denen zu einzelnen Ernährungs- und Gesundheitsparametern keine Daten vorhanden waren, noch einmal 3 Probanden (1 Frau und 2 Männer) bei der Schulbildung und 13 Probanden (9 Frauen und 4 Männer) beim Rauchverhalten nicht in die Auswertung miteinbezogen (s. Tab. 4.3 und 4.4).

**Tab. 4.3** Anzahl, Alter und jeweiliges Körpergewicht der Probanden in den einzelnen Gewichtsverlaufgruppen

Gewichtsverlauf	Gesamtkollektiv			
	n	AM (Jahre)	KGsM [kg] mit 20 J.	KGsM [kg] aktuell
+/- 5 kg	24	67,0	69,0	69,75
> 5 kg – 15 kg	106	68,0	60,0	71,25
> 15 kg	161	65,0	59,0	81,0

n = Anzahl der Probanden, AM = Altersmedian, KGsM = Körpergewichtsmedian

**Tab. 4.4** Jeweiliges Untersuchungskollektiv der einzelnen Parameter zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitsstatus übergewichtiger oder adipöser Senioren“ (absolute Anzahl)

Untersuchungsparameter	Gesamt	Frauen	Männer
Blutfette			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gesamtcholesterinkonz. im Serum und Triglyceridkonz. im Serum</li> </ul>	288	208	80
<ul style="list-style-type: none"> <li>• LDL-Cholesterinkonz. im Serum und HDL-Cholesterinkonz. im Serum</li> </ul>	287	207	80
<b>Antioxidantienstatus</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vitamin C-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>288</b>	<b>208</b>	<b>80</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Vitamin E-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>282</b>	<b>205</b>	<b>77</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>β-Carotin-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>286</b>	<b>206</b>	<b>80</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Selen-Konz. im Plasma</b></li> </ul>	<b>284</b>	<b>207</b>	<b>77</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>GPX-Aktivität in den Erythrozyten</b></li> </ul>	<b>220</b>	<b>156</b>	<b>64</b>
Homocystein und Vitaminstatus			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Homocysteinkonz. im Plasma</li> </ul>	212	151	61
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vitamin B<sub>6</sub>-Konz. im Serum</li> </ul>	211	150	61
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Folsäurekonz. im Serum und Vitamin B<sub>12</sub>-Konz. im Serum</li> </ul>	210	149	61
<b>Blutdruck und Krankheiten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>systolischer und diastolischer Blutdruck</b></li> </ul>	<b>290</b>	<b>210</b>	<b>80</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Krankheiten</b></li> </ul>	<b>291</b>	<b>211</b>	<b>80</b>
Subjektive Befindlichkeit			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zufriedenheit</li> </ul>	229	153	76
<b>Soziodemographische und –ökonomische Daten</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Familienstand</b></li> </ul>	<b>290</b>	<b>211</b>	<b>79</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Schulbildung</b></li> </ul>	<b>283</b>	<b>205</b>	<b>78</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>höchster Ausbildungsabschluss</b></li> </ul>	<b>271</b>	<b>191</b>	<b>80</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Nettohaushaltseinkommen</b></li> </ul>	<b>242</b>	<b>173</b>	<b>69</b>
Gesundheitsverhalten			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rauchverhalten</li> </ul>	277	201	76
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einnahme von Supplementen</li> </ul>	106	81	25
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alkoholzufuhr</li> </ul>	256	181	75
<b>Körperliche Aktivität</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten sowie für die gesamten sportlichen und die gesamten körperlichen Aktivitäten</b></li> </ul>	<b>289</b>	<b>209</b>	<b>80</b>
Energie- und Nährstoffzufuhr			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptnährstoffe und Ballaststoffe, Vitamine, Mengen- und Spurenelemente, Wasser, Alkohol, Energie, Cholesterin, gesättigte und ungesättigte Fettsäuren, Mono- und Polysaccharide</li> </ul>	256	181	75

Fragestellung 3

Welchen Einfluss hat der BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI?

Für die Ausarbeitung der BMI-Veränderungen und –Differenzen vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren wurden all diejenigen Studienteilnehmer nicht berücksichtigt, von denen keine Daten zum Körpergewicht mit 20 sowie mit 60 Jahren vorlagen. Bei 118 Probanden (78 Frauen und 40 Männer) war diese Voraussetzung nicht gegeben (s. Tab. 4.5).

**Tab. 4.5** Untersuchungskollektiv zur Ausarbeitung der Fragestellung „Welchen Einfluss hat der BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI“  
(absolute Anzahl)

Untersuchungsschwerpunkt	Gesamt	Frauen	Männer
BMI-Veränderungen und –Differenzen vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit vom BMI in jungen Jahren	466	335	131

## 4.2 Beschreibung der Probanden

Für die Probandenbeschreibung wurden ebenfalls die Basisdaten der Senioren, die bis zum Erhebungsjahr 2004 an der GISELA-Studie teilgenommen haben, herangezogen. Bei jedem Parameter wurden jeweils alle Studienteilnehmer mit vorhandenen Daten berücksichtigt.

### 4.2.1 Alter

Die Teilnehmer der GISELA-Studie waren zum Zeitpunkt der Erhebung zwischen 60 und 89 Jahre alt. Das durchschnittliche Alter unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Geschlechtern und liegt sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern bei 67 Jahren (s. Tab. 4.6).

**Tab. 4.6** Alter der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 584)</b>	<b>Frauen (n = 413)</b>	<b>Männer (n = 171)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Alter [Jahre]</b>	67,0 60,0 – 79,0	67,0 60,0 – 79,3	67,0 60,0 – 77,4	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

#### 4.2.2 Bildungsniveau

In Tab. 4.7 ist der höchste Schulabschluss der Studienteilnehmer dargestellt. Der größte Anteil der Probanden weist einen Volksschul- oder Hauptschulabschluss als höchsten Schulabschluss auf. Prozentual gesehen haben Frauen im Vergleich zu den Männern häufiger einen Volksschul- oder Hauptschulabschluss bzw. Realschul- oder gleichwertigen Abschluss. Der Anteil der Probanden mit Fachhochschul- oder Hochschulreife hingegen ist bei den Männern deutlich höher.

**Tab. 4.7** Höchster Schulabschluss der Probanden

<b>Höchster Schulabschluss</b>	<b>Gesamt (n = 547)</b>		<b>Frauen (n = 385)</b>		<b>Männer (n = 162)</b>	
	<b>abs.</b>	<b>%</b>	<b>abs.</b>	<b>%</b>	<b>abs.</b>	<b>%</b>
<b>Kein Schulabschluss</b>	5	0,9	2	0,5	3	1,9
<b>Volksschul- oder Hauptschulabschluss</b>	283	51,7	211	54,8	72	44,4
<b>Realschul- oder gleich- wertiger Abschluss</b>	158	28,9	121	31,4	37	22,8
<b>Fachhochschul- oder Hochschulreife</b>	101	18,5	51	13,2	50	30,9

#### 4.2.3 Rauchverhalten

Das Rauchverhalten der Probanden ist in Tab. 4.8 dargestellt. Bei den Frauen gaben 8,7 % und bei den Männern 14,1 % der Studienteilnehmer an zu rauchen.

**Tab. 4.8** Rauchverhalten der Probanden

Rauchverhalten	Gesamt (n = 553)		Frauen (n = 390)		Männer (n = 163)	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
Nichtraucher*	496	89,7	356	91,3	140	85,9
Raucher**	57	10,3	34	8,7	23	14,1

\* Diese Gruppe umfasst die Probanden, die nie geraucht haben und die Probanden, die früher einmal geraucht haben.

\*\* Diese Gruppe umfasst die Probanden, die rauchen und die Probanden, die nur bei besonderen Gelegenheiten rauchen.

#### 4.2.4 Energie- und Nährstoffzufuhr

Die tägliche Energie- und Hauptnährstoffzufuhr der Probanden ist in Tab. 4.9 dargestellt. Männer nehmen im Vergleich zu den Frauen signifikant mehr Energie, Fett [g], Kohlenhydrate [g] und Proteine [g] mit der täglich zugeführten Nahrung auf. Bei der Zufuhr der Hauptnährstoffe [Energie%] zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern.

**Tab. 4.9** Tägliche Energie- und Hauptnährstoffzufuhr der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

Energie- und Hauptnährstoffe	Gesamt (n = 498)	Frauen (n = 350)	Männer (n = 148)	p <sup>1)</sup>
Energie [kJ/d]	8231 5000 – 12690	7863 4667 - 11470	9380 5970 – 14364	< 0,001
Kohlenhydrate [g/d]	230,5 133,5 – 362,4	222,6 127,6 – 345,7	252,2 148,1 – 390,0	< 0,001
Fette [g/d]	68,5 38,4 – 118,1	64,2 38,1 – 113,4	76,5 39,1 – 132,4	< 0,001
Proteine [g/d]	82,5 46,1 – 129,8	78,8 43,4 – 121,9	89,1 57,4 – 141,7	< 0,001
Kohlenhydrate [%]	47,0 36,6 – 57,1	47,3 37,1 – 57,0	46,6 35,3 – 57,6	n.s.
Fette [%]	32,0 23,3 – 40,2	32,1 23,6 – 40,7	31,4 21,9 – 38,7	n.s.
Proteine [%]	16,7 12,1 – 22,7	16,9 12,3 – 22,7	16,3 11,5 – 22,5	n.s.

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Aus Tab. 4.10 geht die tägliche Vitaminzufuhr der Studienteilnehmer hervor. Bei den Männern ist die Aufnahme von Vitamin A, Vitamin E, Vitamin K, Vitamin B<sub>1</sub>, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>6</sub>, Vitamin B<sub>12</sub>, Folsäure, Pantothensäure, Biotin und Niacin signifikant höher als bei den Frauen. Kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied zeigt sich bei der täglichen Zufuhr von Vitamin D, Vitamin C und  $\beta$ -Carotin.

**Tab. 4.10** Tägliche Vitaminzufuhr der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 498)	<b>Frauen</b> (n = 350)	<b>Männer</b> (n = 148)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamine</b>				
<b>Vitamin A [mg/d]</b>	0,46 0,18 – 1,18	0,42 0,17 – 1,01	0,57 0,22 – 1,34	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin D [µg/d]</b>	2,20 0,59 – 10,92	2,20 0,58 – 10,40	2,15 0,59 – 12,47	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin E [mg/d]</b>	10,95 5,59 – 21,26	10,50 5,30 – 21,49	11,89 6,14 – 20,47	<b>&lt; 0,05</b>
<b>Vitamin K [µg/d]</b>	270,30 149,18 – 517,34	260,79 144,72 – 464,13	293,49 168,05 – 572,91	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin B<sub>1</sub> [mg/d]</b>	1,22 0,69 – 1,94	1,16 0,66 – 1,82	1,33 0,80 – 2,19	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin B<sub>2</sub> [mg/d]</b>	1,46 0,83 – 2,54	1,41 0,81 – 2,52	1,56 0,94 – 2,85	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin B<sub>6</sub> [mg/d]</b>	1,66 0,96 – 2,60	1,57 0,95 – 2,42	1,82 0,98 – 2,86	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin B<sub>12</sub> [µg/d]</b>	5,92 2,70 – 11,94	5,60 2,41 – 11,41	6,76 3,35 – 13,22	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Folsäure [µg/d]</b>	231,66 137,76 – 374,93	222,78 131,23 – 364,11	254,32 147,61 – 388,26	<b>≤ 0,001</b>
<b>Pantothensäure [mg/d]</b>	4,49 2,62 – 7,59	4,34 2,40 – 7,46	4,95 2,87 – 8,46	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Biotin [µg/d]</b>	40,98 22,43 – 72,70	39,13 21,89 – 72,10	46,02 24,75 – 76,41	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Niacin [mg/d]</b>	14,49 8,40 – 23,92	13,47 7,89 – 22,09	16,63 9,68 – 26,50	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Vitamin C [mg/d]</b>	94,62 41,76 – 199,05	96,40 41,41 – 196,78	92,22 42,75 – 214,40	<b>n.s.</b>
<b><math>\beta</math>-Carotin [mg/d]</b>	2,77 0,94 – 8,12	2,71 0,99 – 7,64	2,89 0,81 – 9,20	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Tab. 4.11 zeigt die tägliche Mineralstoffzufuhr der Senioren. Im Vergleich zu den Frauen nehmen Männer signifikant mehr Magnesium, Natrium, Kalium, Phosphor, Zink und Eisen

mit der Nahrung auf. Bei der täglichen Calcium- und Jodzufuhr zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern.

**Tab. 4.11** Tägliche Mineralstoffzufuhr der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 498)</b>	<b>Frauen (n = 350)</b>	<b>Männer (n = 148)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Mineralstoffe</b>				
<b>Calcium [g/d]</b>	0,92 0,46 – 1,63	0,92 0,48 – 1,65	0,91 0,40 – 1,61	<b>n.s.</b>
<b>Magnesium [mg/d]</b>	373,73 227,06 – 561,96	369,35 227,16 – 545,32	388,81 224,50 – 618,02	<b>&lt; 0,01</b>
<b>Natrium [g/d]</b>	2,01 1,10 – 3,37	1,90 1,06 – 3,13	2,36 1,31 – 3,97	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Kalium [g/d]</b>	3,08 1,82 – 4,96	2,95 1,78 – 4,62	3,27 2,03 – 5,28	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Phosphor [mg/d]</b>	1286,31 740,10 – 2029,94	1253,43 719,55 – 2015,32	1444,0 811,0 – 2199,62	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Zink [mg/d]</b>	11,34 6,37 – 18,23	10,76 6,18 – 17,16	12,56 7,87 – 20,11	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Eisen [mg/d]</b>	12,18 7,45 – 19,29	11,75 7,10 – 17,62	13,76 8,41 – 21,83	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Jod [µg/d]</b>	95,38 48,97 – 176,04	92,84 48,86 – 175,95	101,46 50,76 – 178,84	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Die tägliche Zufuhr weiterer Lebensmittelinhaltsstoffe der Probanden ist in Tab. 4.12 dargestellt. Im Vergleich zu den Frauen lässt sich bei den Männern eine signifikant höhere Ballaststoff-, Cholesterin- und Alkoholaufnahme feststellen.

**Tab. 4.12** Tägliche Zufuhr weiterer Lebensmittelinhaltsstoffe der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 498)</b>	<b>Frauen (n = 350)</b>	<b>Männer (n = 148)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Weitere Lebensmittelinhaltsstoffe</b>				
<b>Ballaststoffe [g/d]</b>	22,1 12,2 – 38,5	21,6 11,6 – 35,6	23,9 13,3 – 42,2	<b>≤ 0,001</b>
<b>Cholesterin [mg/d]</b>	290 130 – 540	270 120 – 510	300 150 – 600	<b>≤ 0,001</b>
<b>Alkohol [g/d]</b>	3,85 0,0 – 30,64	3,40 0,0 – 20,13	8,88 0,0 – 46,03	<b>&lt; 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

#### 4.2.5 Körperliche Aktivität

In Tab. 4.13 ist der tägliche Zeitverbrauch der Probanden für verschiedene körperliche Aktivitäten dargestellt. Während Frauen signifikant mehr Zeit mit Hausarbeit verbringen, arbeiten Männer signifikant mehr im Garten. Beim Zeitverbrauch für Berufstätigkeit und Spaziergehen zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern.

**Tab. 4.13** Täglicher Zeitverbrauch der Probanden für verschiedene körperliche Aktivitäten  
(Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 552)	<b>Frauen</b> (n = 390)	<b>Männer</b> (n = 162)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Körperliche Aktivität</b> <b>[min/d]</b>				
<b>Hausarbeit</b>	120,0 0,0 – 411,4	171,4 0,0 – 428,6	38,6 0,0 – 214,3	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Gartenarbeit</b>	21,4 0,0 – 171,4	17,1 0,0 – 171,4	42,6 0,0 – 214,3	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Berufstätigkeit</b>	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 41,6	<b>n.s.</b>
<b>Spaziergehen</b>	25,7 0,0 – 51,4	25,7 0,0 – 51,4	34,3 0,0 – 51,4	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Tab. 4.14 zeigt, wie viel Zeit die Senioren für sportliche Aktivitäten täglich aufwenden. Während Männer im Vergleich zu den Frauen signifikant mehr Zeit mit mittelschweren und schweren sportlichen Aktivitäten sowie mit Sport insgesamt verbringen, lässt sich bei den leichten sportlichen Aktivitäten kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied im Zeitverbrauch feststellen.

**Tab. 4.14** Täglicher Zeitverbrauch der Probanden für Sport (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 552)	<b>Frauen</b> (n = 390)	<b>Männer</b> (n = 162)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Sport [min/d]</b>				
<b>leichte sportliche Aktivitäten</b>	25,7 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 75,9	<b>n.s.</b>
<b>mittelschwere sportl. Aktivitäten</b>	17,1 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 77,1	<b>&lt; 0,01</b>
<b>schwere sportliche Aktivitäten</b>	0,0 0,0 – 25,7	0,0 0,0 – 0,0	0,0 0,0 – 34,3	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Sport, gesamt</b>	42,9 0,0 – 128,6	42,9 0,0 – 115,3	51,4 0,0 – 137,1	<b>≤ 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

#### 4.2.6 Anthropometrische Daten

In Tab. 4.15 sind das Körpergewicht, die Körpergröße und der BMI der Studienteilnehmer dargestellt. Während Männer im Vergleich zu den Frauen sowohl ein signifikant höheres Körpergewicht als auch eine signifikant höhere Körpergröße aufweisen, zeigt sich beim BMI kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern.

**Tab. 4.15** Körpergewicht, Körpergröße und BMI der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 584)	<b>Frauen</b> (n = 413)	<b>Männer</b> (n = 171)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Anthropometrische Parameter</b>				
<b>Körpergewicht [kg]</b>	72,0 55,5 – 96,4	68,5 54,0 – 91,8	78,5 65,8 – 102,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Körpergröße [cm]</b>	163,5 151,5 – 179,0	161,0 150,5 – 170,0	173,5 161,8 – 183,2	<b>&lt; 0,001</b>
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>	26,5 21,1 – 34,9	26,5 20,9 – 35,3	26,4 22,6 – 33,7	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Der Taillen- und Hüftumfang sowie die Waist-Hip-Ratio der Senioren gehen aus Tab. 4.16 hervor. Bei den Frauen lassen sich im Vergleich zu den Männern ein signifikant niedrigerer Taillenumfang und eine signifikant geringere WHR feststellen. Kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied zeigt sich beim Hüftumfang.

**Tab. 4.16** Taillenumfang, Hüftumfang und WHR der Probanden (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 557)</b>	<b>Frauen (n = 393)</b>	<b>Männer (n = 164)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Anthropometrische Parameter</b>				
<b>Taillenumfang [cm]</b>	90,0 73,9 – 111,0	86,0 73,0 – 106,3	97,0 84,3 – 115,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>Hüftumfang [cm]</b>	103,0 91,0 – 121,1	103,0 90,7 – 122,0	102,0 94,0 – 118,0	<b>n.s.</b>
<b>Waist-Hip-Ratio</b>	0,86 0,78 – 0,99	0,83 0,77 – 0,91	0,95 0,87 – 1,02	<b>&lt; 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

## **5 Ergebnisse**

### **5.1 Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und einzelnen Untersuchungsparametern der GISELA-Studie**

#### **5.1.1 Blutfette und BMI-Gruppe**

Tab. 5.1 zeigt die Blutfettkonzentrationen in verschiedenen BMI-Gruppen. Während sich bei der Triglyceridkonzentration und der HDL-Cholesterinkonzentration ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt, ist dies bei der Gesamtcholesterinkonzentration sowie bei der LDL-Cholesterinkonzentration nicht der Fall.

Bei den Triglyceriden weist die BMI-Gruppe 4 bei beiden Geschlechtern eine signifikant höhere Konzentration als die BMI-Gruppe 2 auf. Im weiblichen Probandenkollektiv zeigt sich zudem eine signifikant höhere Konzentration in der BMI-Gruppe 3 als in der BMI-Gruppe 2.

Beim Vergleich der BMI-Gruppen 2 und 4 findet sich bei beiden Geschlechtern eine signifikant niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration in der BMI-Gruppe 4. Zudem lässt sich bei den Männern eine signifikant niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration in der BMI-Gruppe 3 als in der BMI-Gruppe 2 ausmachen. Bei den Frauen hingegen zeigt sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei die HDL-Cholesterinkonzentration in der BMI-Gruppe 4 niedriger ist.

**Tab. 5.1** Blutfettkonzentrationen in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Triglyceridkonz. im Serum [mg/dl]</b> (n=575, 405 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=194, 137 F, 57 M)	103,2 50,5 – 238,5	103,0 46,6 – 238,3	103,3 55,6 – 240,6	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=262, 176 F, 86 M)	111,0 55,3 – 283,8	113,6 60,0 – 264,3	107,0 47,1 – 357,8	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	124,3 58,0 – 262,1	126,1 57,1 – 242,3	124,3 74,8 – 343,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.<sup>5)</sup></b>	
<b>HDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> (n=574, 404 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=194, 137 F, 57 M)	56,5 35,8 – 85,1	60,0 38,0 – 89,7	50,0 31,0 – 84,0	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=261, 175 F, 86 M)	53,0 31,0 – 79,9	57,0 35,8 – 83,2	43,0 28,0 – 71,0	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	49,6 30,0 – 78,5	52,9 35,0 – 78,2	43,0 19,4 – 92,5	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>≤ 0,001<sup>6)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>7)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>8)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ )

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

6) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ )

7) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

8) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die Blutfettkonzentrationen in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.2), so lässt sich lediglich beim HDL-Cholesterin ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen. Ein signifikanter Unterschied findet sich im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 und bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4, wobei jeweils die BMI-Gruppe 2 einen höheren Prozentsatz an Probanden aufweist, der über dem Referenzwert für das HDL-Cholesterin liegt.

**Tab. 5.2** Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>HDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl] (n=574, 404 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 34,0 ≥ 35,0	8 (=4,1%) 186 (=95,9%)	2 (=1,5%) 135 (=98,5%)	6 (=10,5%) 51 (=89,5%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 34,0 ≥ 35,0	23 (=8,8%) 238 (=91,2%)	7 (=4,0%) 168 (=96,0%)	16 (=18,6%) 70 (=81,4%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 34,0 ≥ 35,0	11 (=9,2%) 108 (=90,8%)	3 (=3,3%) 89 (=96,7%)	8 (=29,6%) 19 (=70,4%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>4)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,05$ )

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

### 5.1.2 Antioxidantien und BMI-Gruppe

In Tab. 5.3 werden die Antioxidantienkonzentrationen (Vitamin C, Vitamin E,  $\beta$ -Carotin, Selen, Glutathionperoxidase) der einzelnen BMI-Gruppen vergleichend gegenübergestellt. Ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe lässt sich beim Vitamin C, beim Provitamin  $\beta$ -Carotin und bei der Glutathionperoxidase feststellen.

Beim Vergleich der BMI-Gruppe 4 mit der BMI-Gruppe 2 bzw. mit der BMI-Gruppe 3 im weiblichen Probandenkollektiv zeigt sich jeweils in der niedrigeren BMI-Gruppe eine signifikant höhere Vitamin C-Konzentration.

Vergleicht man die  $\beta$ -Carotin-Konzentration zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4, so zeigt sich bei beiden Geschlechtern in der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe ein signifikant höherer Plasmaspiegel. Zusätzlich findet sich bei den Frauen eine signifikant höhere  $\beta$ -Carotin-Konzentration in der BMI-Gruppe 2 als in der BMI-Gruppe 3.

Bei der Glutathionperoxidaseaktivität lässt sich bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 ein signifikanter Unterschied feststellen, wobei eine höhere Aktivität in der BMI-Gruppe 3 zu finden ist.

**Tab. 5.3** Antioxidantienstatus in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Vitamin C-Konz. im Plasma [mg/dl]</b> (n=574, 404 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=193, 136 F, 57 M)	1,35 0,83 – 1,78	1,42 0,93 – 1,85	1,23 0,77 – 1,66	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=262, 176 F, 86 M)	1,32 0,79 – 1,89	1,40 0,82 – 1,92	1,19 0,72 – 1,73	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	1,25 0,83 – 1,93	1,27 0,75 – 1,84	1,16 0,93 – 2,29	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	
<b>β-Carotin-Konz. im Plasma [μg/dl]</b> (n=571, 401 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=192, 135 F, 57 M)	52,32 15,53 – 193,80	62,58 18,39 – 204,20	34,83 11,94 – 102,60	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=260, 174 F, 86 M)	46,66 15,96 – 136,60	49,92 19,00 – 142,57	31,52 10,41 – 109,59	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	34,57 10,45 – 183,99	39,93 15,95 – 190,54	22,57 8,05 – 76,46	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>5)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>6)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>7)</sup></b>	
<b>Glutathionperoxidase-aktivität in den Erythrozyten [IU/gHb]</b> (n=456, 322 F, 134 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=169, 121 F, 48 M)	21,20 14,81 – 34,52	21,62 15,14 – 34,98	19,43 13,72 – 31,73	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=210, 143 F, 67 M)	22,15 13,89 – 33,99	22,51 14,49 – 35,97	21,09 12,54 – 31,69	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=77, 58 F, 19 M)	21,0 11,45 – 34,82	20,46 11,46 – 34,68	22,53 9,68 – 39,76	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>8)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

- 6) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )  
7) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )  
8) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )  
\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die Antioxidantienkonzentrationen in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.4), so zeigt sich sowohl beim  $\beta$ -Carotin als auch beim Selen ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe.

Im weiblichen Probandenkollektiv lässt sich beim Vergleich der BMI-Gruppen 2 und 3, 2 und 4 sowie 3 und 4 in der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden feststellen, der einen adäquaten Versorgungszustand mit  $\beta$ -Carotin aufweist. Bei den Männern hingegen ist ein signifikanter Unterschied nur zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 zu beobachten, wobei ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 2 besser mit  $\beta$ -Carotin versorgt ist.

Wird die Selenkonzentration in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen, so findet man im Gesamtkollektiv einen signifikanten Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4. Allerdings zeigt sich hier ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 4 besser versorgt.

**Tab. 5.4** Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*/\*\*

	BMI-Gruppe/ Referenz- -werte	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>β-Carotin-Konz. im Plasma [µg/dl]</b> (n=571, 401 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 19,99	16 (=8,3%)	8 (=5,9%)	8 (=14,0%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>20,0 – 100,0</b>	138 (=71,9%)	91 (=67,4%)	47 (=82,5%)	
	<b>≥ 100,01</b>	38 (=19,8%)	36 (=26,7%)	2 (=3,5%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 19,99	29 (=11,2%)	9 (=5,2%)	20 (=23,3%)	<b>&lt; 0,001</b>
<b>20,0 – 100,0</b>	206 (=79,2%)	146 (=83,9%)	60 (=69,8%)		
<b>≥ 100,01</b>	25 (=9,6%)	19 (=10,9%)	6 (=7,0%)		
<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 19,99	25 (=21,0%)	13 (=14,1%)	12 (=44,4%)	<b>≤ 0,001</b>	
<b>20,0 – 100,0</b>	83 (=69,7%)	68 (=73,9%)	15 (=55,6%)		
<b>≥ 100,01</b>	11 (=9,2%)	11 (=12,0%)	0		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>5)</sup></b>	
<b>Selen-Konz. im Plasma [µg/l]</b> (n=569, 402 F, 167 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 49,99	28 (=14,6%)	18 (=13,3%)	10 (=17,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 50,00</b>	164 (=85,4%)	117 (=86,6%)	47 (=82,5%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 49,99	25 (=9,7%)	12 (=6,9%)	13 (=15,7%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>≥ 50,00</b>	233 (=90,3%)	163 (=93,1%)	70 (=84,3%)	
<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 49,99	8 (=6,8%)	7 (=7,6%)	1 (=3,7%)	<b>n.s.</b>	
<b>≥ 50,00</b>	111 (=93,2%)	85 (=92,4%)	26 (=96,3%)		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>6)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,01), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p ≤ 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p ≤ 0,001), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

6) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Bei den Vitaminen C und E macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn, da fast alle Probanden einen ausreichend hohen Plasmaspiegel aufweisen.

### 5.1.3 Homocystein, Vitamine und BMI-Gruppe

Vergleicht man die Homocysteinkonzentration sowie die B-Vitamin-Konzentrationen zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so findet man bei der Folsäure und beim Vitamin B<sub>12</sub> einen Zusammenhang mit der BMI-Gruppe (Tab. 5.5).

Beim Vergleich der BMI-Gruppe 4 mit der BMI-Gruppe 2 bzw. mit der BMI-Gruppe 3 im weiblichen Probandenkollektiv zeigt sich jeweils in der niedrigeren BMI-Gruppe eine signifikant höhere Folsäurekonzentration.

Beim Vitamin B<sub>12</sub> lässt sich ein signifikanter Unterschied bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 feststellen, wobei die niedrigere BMI-Gruppe eine höhere Serumkonzentration aufweist.

**Tab. 5.5** Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Folsäurekonz. im Serum [nmol/l]</b> (n=439, 309 F, 130 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=167, 120 F, 47 M)	13,69 2,21 – 49,40	14,21 3,13 – 52,12	12,56 1,44– 35,56	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=199, 133 F, 66 M)	13,28 2,02 – 42,38	13,84 2,38 – 42,55	11,64 0,89 – 42,37	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=73, 56 F, 17 M)	10,54 1,48 – 40,32	10,71 1,04 – 48,44	9,39 3,74 – 36,87	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin B12-Konz. im Serum [pmol/l]</b> (n=439, 309 F, 130 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=167, 120 F, 47 M)	417,58 133,55 – 1427,95	462,0 147,63 – 1447,66	316,58 73,44– 1156,68	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=199, 133 F, 66 M)	368,71 110,10 – 1160,80	355,58 105,49 – 1113,69	389,87 123,78 – 1346,20	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=73, 56 F, 17 M)	371,82 96,95 – 1273,22	387,24 91,62 – 1273,87	371,82 162,35 – 1288,53	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,05<sup>5)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die Homocysteinkonzentration sowie die B-Vitamin-Konzentrationen in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.6), so zeigt sich lediglich beim Vitamin B<sub>12</sub> ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe.

Demnach überschreitet ein signifikant höherer Prozentsatz an Frauen in der BMI-Gruppe 2 den Referenzwert für das Vitamin B<sub>12</sub> als in der BMI-Gruppe 3.

**Tab. 5.6** Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamin B12-Konz. im Serum [pmol/l] (n=439, 309 F, 130 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 147,99 ≥ 148,00	11 (=6,6%) 156 (=93,4%)	6 (=5,0%) 114 (=95,0%)	5 (=10,6%) 42 (=89,4%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 147,99 ≥ 148,00	21 (=10,6%) 178 (=89,4%)	17 (=12,8%) 116 (=87,2%)	4 (=6,1%) 62 (=93,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 147,99 ≥ 148,00	5 (=6,8%) 68 (=93,2%)	5 (=8,9%) 51 (=91,1%)	0 17 (=100,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

#### 5.1.4 Blutdruck, Erkrankungen und BMI-Gruppe

Tab. 5.7 zeigt den systolischen und den diastolischen Blutdruck in verschiedenen BMI-Gruppen. Bei beiden Blutdruckparametern kann ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe festgestellt werden.

Vergleicht man den systolischen sowie den diastolischen Blutdruck zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4, so zeigen sich bei beiden Geschlechtern signifikant höhere Werte in der jeweils höheren BMI-Gruppe. Bei den Frauen lässt sich zudem ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck in der BMI-Gruppe 4 als in der BMI-Gruppe 3 feststellen.

Außerdem findet sich im Gesamtkollektiv beim Vergleich dieser BMI-Gruppen ein signifikant höherer systolischer Blutdruck in der höheren BMI-Gruppe.

**Tab. 5.7** Systolischer und diastolischer Blutdruck in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Systolischer Blutdruck [mmHg]</b> (n=579, 409 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=195, 138 F, 57 M)	130,0 100,0 – 170,0	130,0 100,0 – 170,0	130,0 100,0 – 171,0	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=266, 180 F, 86 M)	140,0 110,0 – 178,25	137,50 110,0 – 170,0	140,0 103,5 – 188,25	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=118, 91 F, 27 M)	140,0 110,0 – 180,0	140,0 110,0 – 170,0	140,0 114,0 – 196,0	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>5)</sup></b>	
<b>Diastolischer Blutdruck [mmHg]</b> (n=579, 409 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=195, 138 F, 57 M)	80,0 60,0 – 100,0	80,0 60,0 – 100,0	80,0 60,0 – 100,0	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=266, 180 F, 86 M)	80,0 65,0 – 100,0	80,0 65,0 – 99,75	80,0 65,0 – 100,0	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=118, 91 F, 27 M)	85,0 70,0 – 100,0	85,0 70,0 – 100,0	90,0 70,0 – 109,0	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>6)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>7)</sup></b>	<b>≤ 0,001<sup>8)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,001), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,01), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001)

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p ≤ 0,001)

6) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,001), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

7) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,01), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

8) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,01), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001)

Vergleicht man den systolischen sowie den diastolischen Blutdruck in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten, so zeigt sich wiederum bei beiden Parametern ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe (Tab. 5.8).

Bei beiden Geschlechtern überschreitet ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden sowohl den Referenzwert für den systolischen Blutdruck als auch für den diastolischen Blutdruck in der BMI-Gruppe 4 als in der BMI-Gruppe 2. Vergleicht man die BMI-Gruppen 2 und 3, so findet sich für den diastolischen Blutdruck bei beiden Geschlechtern und für den systolischen Blutdruck bei den Frauen in der BMI-Gruppe 3 ein signifikant höherer prozentualer Anteil an Probanden, der über dem Referenzwert liegt. Zudem zeigt sich bei den Frauen beim Vergleich der BMI-Gruppen 3 und 4 in der höheren BMI-Gruppe ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden, der den Referenzwert für den diastolischen Blutdruck überschreitet.

**Tab. 5.8** Vergleich des systolischen und des diastolischen Blutdrucks der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten

	BMI-Gruppe/ Referenz- -werte	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Systolischer Blutdruck [mmHg] (n=579, 409 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 109	18 (=9,2%)	12 (=8,7%)	6 (=10,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>110 – 130</b>	103 (=52,8%)	74 (=53,6%)	29 (=50,9%)	
	<b>≥ 131</b>	74 (=37,9%)	52 (=37,7%)	22 (=38,6%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 109	12 (=4,5%)	8 (=4,4%)	4 (=4,7%)	<b>n.s.</b>
<b>110 - 130</b>	110 (=41,4%)	74 (=41,1%)	36 (=41,9%)		
<b>≥ 131</b>	144 (=54,1%)	98 (=54,4%)	46 (=53,5%)		
<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 109	2 (=1,7%)	2 (=2,2%)	0	<b>n.s.</b>	
<b>110 - 130</b>	39 (=33,1%)	31 (=34,1%)	8 (=29,6%)		
<b>≥ 131</b>	77 (=65,3%)	58 (=63,7%)	19 (=70,4%)		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>≤ 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>5)</sup></b>	
<b>Diastolischer Blutdruck [mmHg] (n=579, 409 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 85,0	166 (=85,1%)	117 (=84,8%)	49 (=86,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 86,0</b>	29 (=14,9%)	21 (=15,2%)	8 (=14,0%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 85,0	183 (=68,8%)	129 (=71,7%)	54 (=62,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 86,0</b>	83 (=31,2%)	51 (=28,3%)	32 (=37,2%)	
<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 85,0	65 (=55,1%)	53 (=58,2%)	12 (=44,4%)	<b>n.s.</b>	
<b>≥ 86,0</b>	53 (=44,9%)	38 (=41,8%)	15 (=55,6%)		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>6)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>7)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>4)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,001$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ )

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ )

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

6) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

7) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gr. 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gr. 2 vs. BMI-Gr. 4 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gr. 3 vs. BMI-Gr. 4 ( $p < 0,05$ )

Tab. 5.9 vergleicht die Häufigkeit der einzelnen Erkrankungen zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen. Kein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt sich bei den Organ- und Krebserkrankungen sowie bei den Krankheitsbildern Osteoporose und Rheumatismus/Arthrose.

Beim Vergleich der BMI-Gruppen 2 und 4 im Gesamtkollektiv zeigt sich, dass Diabetes mellitus bei einem signifikant höheren Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 4 auftritt.

Beim Krankheitsbild der Hypertonie findet sich bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4 und bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4 ein signifikanter Unterschied, wobei in der jeweils höheren BMI-Gruppe ein höherer Prozentsatz an Probanden an Bluthochdruck leidet.

Auch bei den ischämischen Herzerkrankungen – im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 und bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 – zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Krankheitshäufigkeit und der BMI-Gruppe. Ein signifikant höherer prozentualer Anteil an Probanden, der an ischämischen Herzerkrankungen leidet, findet sich in der BMI-Gruppe 3 bzw. in der BMI-Gruppe 4.

Ein signifikanter Unterschied im Auftreten von Hirngefäßerkrankungen lässt sich bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4 und bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 feststellen. Während bei den Frauen ein höherer Prozentsatz an Probanden in der jeweils höheren BMI-Gruppe an Hirngefäßerkrankungen leidet, zeigt sich bei den Männern ein höherer Prozentsatz an Erkrankungen in der niedrigeren BMI-Gruppe.

Bei den Fettstoffwechselstörungen zeigt sich ein signifikanter Unterschied bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4. Diesbezüglich lässt sich in der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe ein höherer Prozentsatz an Erkrankungen ausmachen.

Bei den Schilddrüsenerkrankungen hingegen findet sich im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied. Dieser zeigt sich zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei ein höherer prozentualer Anteil an Probanden in der BMI-Gruppe 4 an diesem Krankheitsbild leidet.

**Tab. 5.9** Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
Diabetes mellitus (n=581, 411 F, 170 M)	BMI-Gr.2 nein ja	189 (=96,4%) 7 (=3,6%)	134 (=96,4%) 5 (=3,6%)	55 (=96,5%) 2 (=3,5%)	n.s.
	BMI-Gr.3 nein ja	251 (=94,4%) 15 (=5,6%)	171 (=95,0%) 9 (=5,0%)	80 (=93,0%) 6 (=7,0%)	n.s.
	BMI-Gr.4 nein ja	106 (=89,1%) 13 (=10,9%)	83 (=90,2%) 9 (=9,8%)	23 (=85,2%) 4 (=14,8%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	< 0,05 <sup>3)</sup>	n.s.	n.s.	
Hypertonie und andere Hochdruckkrankheiten (n=581, 411 F, 170 M)	BMI-Gr.2 nein ja	159 (=81,1%) 37 (=18,9%)	106 (=76,3%) 33 (=23,7%)	53 (=93,0%) 4 (=7,0%)	< 0,01
	BMI-Gr.3 nein ja	190 (=71,4%) 76 (=28,6%)	133 (=73,9%) 47 (=26,1%)	57 (=66,3%) 29 (=33,7%)	n.s.
	BMI-Gr.4 nein ja	72 (=60,5%) 47 (=39,5%)	55 (=59,8%) 37 (=40,2%)	17 (=63,0%) 10 (=37,0%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	< 0,001 <sup>4)</sup>	< 0,05 <sup>5)</sup>	< 0,001 <sup>6)</sup>	
Ischämische Herz- erkrankungen und Co. (n=581, 411 F, 170 M)	BMI-Gr.2 nein ja	171 (=87,2%) 25 (=12,8%)	126 (=90,6%) 13 (=9,4%)	45 (=78,9%) 12 (=21,1%)	< 0,05
	BMI-Gr.3 nein ja	211 (=79,3%) 55 (=20,7%)	150 (=83,3%) 30 (=16,7%)	61 (=70,9%) 25 (=29,1%)	< 0,05
	BMI-Gr.4 nein ja	96 (=80,7%) 23 (=19,3%)	74 (=80,4%) 18 (=19,6%)	22 (=81,5%) 5 (=18,5%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	n.s. <sup>7)</sup>	n.s. <sup>8)</sup>	n.s.	
Erkrankungen der Hirngefäße und Co. (n=581, 411 F, 170 M)	BMI-Gr.2 nein ja	178 (=90,8%) 18 (=9,2%)	127 (=91,4%) 12 (=8,6%)	51 (=89,5%) 6 (=10,5%)	n.s.
	BMI-Gr.3 nein ja	219 (=82,3%) 47 (=17,7%)	151 (=83,9%) 29 (=16,1%)	68 (=79,1%) 18 (=20,9%)	n.s.
	BMI-Gr.4 nein ja	101 (=84,9%) 18 (=15,1%)	75 (=81,5%) 17 (=18,5%)	26 (=96,3%) 1 (=3,7%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	< 0,05 <sup>9)</sup>	n.s. <sup>10)</sup>	< 0,05 <sup>11)</sup>	
Fettstoffwechsel- störungen (n=581, 411 F, 170 M)	BMI-Gr.2 nein ja	133 (=67,9%) 63 (=32,1%)	88 (=63,3%) 51 (=36,7%)	45 (=78,9%) 12 (=21,1%)	< 0,05
	BMI-Gr.3 nein ja	178 (=66,9%) 88 (=33,1%)	114 (=63,3%) 66 (=36,7%)	64 (=74,4%) 22 (=25,6%)	n.s.

	<b>BMI-Gr.4</b>				
	<b>nein</b>	93 (=78,2%)	67 (=72,8%)	26 (=96,3%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>ja</b>	26 (=21,8%)	25 (=27,2%)	1 (=3,7%)	
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>12)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,05<sup>12)</sup></b>	
<b>Schilddrüsenerkrankungen</b> (n=581, 411 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b>				
	<b>nein</b>	167 (=85,2%)	114 (=82,0%)	53 (=93,0%)	<b>≤ 0,05</b>
	<b>ja</b>	29 (=14,8%)	25 (=18,0%)	4 (=7,0%)	
	<b>BMI-Gr.3</b>				
	<b>nein</b>	235 (=88,3%)	151 (=83,9%)	84 (=97,7%)	<b>≤ 0,001</b>
	<b>ja</b>	31 (=11,7%)	29 (=16,1%)	2 (=2,3%)	
	<b>BMI-Gr.4</b>				
	<b>nein</b>	93 (=78,2%)	68 (=73,9%)	25 (=92,6%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>ja</b>	26 (=21,8%)	24 (=26,1%)	2 (=7,4%)	
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>13)</sup></b>	<b>n.s.<sup>11)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

6) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,001), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p ≤ 0,001)

7) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

8) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

9) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p ≤ 0,01)

10) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

11) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

12) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

13) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Aus Tab. 5.10 geht die Anzahl an Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen hervor, wobei sich im Gesamtkollektiv ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen lässt. Die Probanden der BMI-Gruppe 3 leiden demnach signifikant öfter an mehreren Krankheiten als die Probanden der BMI-Gruppe 2.

**Tab. 5.10** Anzahl an Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Anzahl an Krankheiten</b> (n=584, 413 F, 171 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=196, 139 F, 57 M)	2,0 0,0 – 5,15	2,0 0,0 – 6,0	1,0 0,0 – 3,1	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=266, 180 F, 86 M)	2,0 0,0 – 6,0	2,0 0,0 – 6,0	2,0 0,0 – 6,0	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	2,0 0,0 – 8,0	2,0 0,0 – 8,0	1,0 0,0 – 6,4	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

### 5.1.5 Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und BMI-Gruppe

Tab. 5.11 vergleicht die subjektive Befindlichkeit zwischen den einzelnen BMI-Gruppen. Bei den Frauen lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3, 2 und 4 sowie 3 und 4 feststellen, wobei in der jeweils höheren BMI-Gruppe ein höherer Prozentsatz an Probanden anzutreffen ist, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist. Im männlichen Untersuchungskollektiv hingegen findet sich „lediglich“ zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 ein signifikanter Unterschied. Auch hier zeigt sich ein höherer Prozentsatz an Probanden, der mäßig bis nicht zufrieden ist, in der höheren BMI-Gruppe.

**Tab. 5.11** Subjektive Befindlichkeit in verschiedenen BMI-Gruppen

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Subjektive Befindlichkeit*</b> (n=436, 287 F, 149 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> sehr zufrieden zufrieden mäßig bis nicht zufr.	25 (=16,3%) 82 (=53,6%) 46 (=30,1%)	15 (=14,6%) 55 (=53,4%) 33 (=32,0%)	10 (=20,0%) 27 (=54,0%) 13 (=26,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> sehr zufrieden zufrieden mäßig bis nicht zufr.	17 (=8,6%) 79 (=39,9%) 102 (=51,5%)	9 (=7,4%) 50 (=41,0%) 63 (=51,6%)	8 (=10,5%) 29 (=38,2%) 39 (=51,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> sehr zufrieden zufrieden mäßig bis nicht zufr.	1 (=1,2%) 32 (=37,6%) 52 (=61,2%)	0 21 (=33,9%) 41 (=66,1%)	1 (=4,2%) 11 (=47,8%) 11 (=47,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>5)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p &lt; 0,001), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p &lt; 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p &lt; 0,05)

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p &lt; 0,01), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p &lt; 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p &lt; 0,05)

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p &lt; 0,05)

\*Summenbildung und Einteilung in Gruppen (8,00 – 12,00: sehr zufrieden, 12,01 – 16,00: zufrieden, 16,01 – 24,00: mäßig zufrieden, 24,01 – 32,00: nicht zufrieden; die letzten beiden Gruppen wurden auf Grund der geringen Probandenzahl in der Gruppe „nicht zufrieden“ zusammengefasst)

Ein Vergleich der soziodemographischen und –ökonomischen Daten zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen ist in Tab. 5.12 abgebildet.

Während sich bei den Parametern Schulbildung, höchster Ausbildungsabschluss sowie Nettohaushaltseinkommen ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt, ist dies beim Familienstand nicht der Fall.

Bei der Schulbildung zeigt sich im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4, wobei ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 2 einen jeweils besseren Status aufweist.

Auch beim höchsten Ausbildungsabschluss findet sich „nur“ auf Seiten der Frauen ein signifikanter Unterschied. Dieser lässt sich zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 ausmachen, wobei ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 2 einen höheren Ausbildungsabschluss besitzt.

Ein signifikanter Unterschied beim Nettohaushaltseinkommen zeigt sich ebenfalls „nur“ bei den Frauen. Demnach hat ein höherer Prozentsatz an Probanden in der BMI-Gruppe 3 ein höheres Nettohaushaltseinkommen als in der BMI-Gruppe 4.

**Tab. 5.12** Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Schulbildung**</b> (n=539, 381 F, 158 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> VS/Hauptsch. RS FHS-/HS-Reife	79 (=42,2%) 62 (=33,2%) 46 (=24,6%)	54 (=40,9%) 50 (=37,9%) 28 (=21,2%)	25 (=45,5%) 12 (=21,8%) 18 (=32,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> VS/Hauptsch. RS FHS-/HS-Reife	135 (=54,4%) 73 (=29,4%) 40 (=16,2%)	100 (=59,5%) 53 (=31,5%) 15 (=9,0%)	35 (=43,8%) 20 (=25,0%) 25 (=31,2%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> VS/Hauptsch. RS FHS-/HS-Reife	68 (=65,4%) 23 (=22,1%) 13 (=12,5%)	57 (=70,4%) 18 (=22,2%) 6 (=7,4%)	11 (=47,8%) 5 (=21,7%) 7 (=30,5%)	<b>&lt; 0,05</b>
	p <sup>2)</sup>	<b>&lt; 0,01<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	
<b>höchster Ausbildungsabschluss***</b> (n=520, 361 F, 159 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> keinen Abschl. Anlernausb. Lehre FS-Abschluss FHS-Abschluss HS-Abschluss	17 (=9,2%) 20 (=10,9%) 66 (=35,9%) 51 (=27,7%) 17 (=9,2%) 13 (=7,1%)	16 (=12,4%) 19 (=14,7%) 44 (=34,1%) 33 (=25,6%) 8 (=6,2%) 9 (=7,0%)	[1 (=1,8%)] [1 (=1,8%)] 22 (=40,0%) 18 (=32,7%) 9 (=16,4%) 4 (=7,3%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> keinen Abschl. Anlernausb. Lehre FS-Abschluss FHS-Abschluss HS-Abschluss	33 (=13,8%) 25 (=10,4%) 94 (=39,2%) 49 (=20,4%) 22 (=9,2%) 17 (=7,1%)	30 (=18,8%) 20 (=12,5%) 58 (=36,3%) 40 (=25,0%) 5 (=3,1%) 7 (=4,4%)	[3 (=3,8%)] [5 (=6,3%)] 36 (=45,0%) 9 (=11,3%) 17 (=21,3%) 10 (=12,5%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> keinen Abschl. Anlernausb. Lehre FS-Abschluss FHS-Abschluss HS-Abschluss	16 (=16,7%) 9 (=9,4%) 45 (=46,9%) 14 (=14,6%) 8 (=8,3%) 4 (=4,2%)	15 (=20,8%) 9 (=12,5%) 33 (=45,8%) 9 (=12,5%) 3 (=4,2%) 3 (=4,2%)	[1 (=4,2%)] [0] 12 (=50,0%) 5 (=20,8%) 5 (=20,8%) 1 (=4,2%)	<b>&lt; 0,05</b>
	p <sup>2)</sup>	<b>n.s.<sup>5)</sup></b>	<b>n.s.<sup>5)</sup></b>	<b>n.s.</b>	
<b>Nettohaushaltseinkommen****</b> (n=441, 306 F, 135 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> < 250 bis 1250 € 1250 bis 2500 € 2500 bis > 3500 €	44 (=28,8%) 86 (=56,2%) 23 (=15,0%)	38 (=36,2%) 57 (=54,3%) 10 (=9,5%)	6 (=12,5%) 29 (=60,4%) 13 (=27,1%)	<b>≤ 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> < 250 bis 1250 € 1250 bis 2500 € 2500 bis > 3500 €	67 (=33,7%) 99 (=49,7%) 33 (=16,6%)	57 (=43,2%) 56 (=42,4%) 19 (=14,4%)	10 (=14,9%) 43 (=64,2%) 14 (=20,9%)	<b>&lt; 0,001</b>

	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math> &lt; 250 bis 1250 € 1250 bis 2500 € 2500 bis &gt; 3500 €</b>	37 (=41,6%) 45 (=50,6%) 7 (=7,9%)	34 (=49,3%) 33 (=47,8%) 2 (=2,9%)	3 (=15,0%) 12 (=60,0%) 5 (=25,0%)	<b><math>\leq 0,001</math></b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>6)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ )

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,001$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ )

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

6) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Die Gruppe „keiner dieser Abschlüsse“ wird auf Grund zu geringer Probandenzahl in den einzelnen BMI-Gruppen ausgeschlossen

\*\*\* Werden die beiden Gruppen „kein Abschluss“ sowie „Anlernausbildung“ bei den Männern ausgeschlossen, so ergibt sich das gleiche Testergebnis

\*\*\*\* Gruppenbildung

Tab. 5.13 stellt das Gesundheitsverhalten der Probanden in verschiedenen BMI-Gruppen dar. Während sich beim Rauchverhalten ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt, ist dies bei der Supplementeneinnahme sowie bei der Alkoholzufuhr [g und Energie%] nicht der Fall. Demnach findet sich im männlichen Probandenkollektiv beim Vergleich der BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 3 und 4 ein jeweils signifikant niedrigerer Prozentsatz an Rauchern in der BMI-Gruppe 3.

**Tab. 5.13** Gesundheitsverhalten in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	<b>BMI-Gruppe</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Rauchverhalten** (n=533, 376 F, 157 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup> kein Raucher ehem. Raucher Raucher</b>	112 (=59,6%) 56 (=29,8%) 20 (=10,6%)	98 (=74,2%) 23 (=17,4%) 11 (=8,4%)	14 (=25,0%) 33 (=58,9%) 9 (=16,1%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup> kein Raucher ehem. Raucher Raucher</b>	134 (=55,4%) 98 (=40,5%) 10 (=4,1%)	113 (=68,9%) 44 (=26,8%) 7 (=4,3%)	21 (=26,9%) 54 (=69,2%) 3 (=3,9%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math> kein Raucher ehem. Raucher Raucher</b>	67 (=65,0%) 28 (=27,2%) 8 (=7,8%)	61 (=76,3%) 16 (=20,0%) 3 (=3,7%)	6 (=26,1%) 12 (=52,2%) 5 (=21,7%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>4)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Die Gruppe „Gelegenheitsraucher“ wird auf Grund zu geringer Probandenzahl in den einzelnen BMI-Gruppen ausgeschlossen

### 5.1.6 Körperliche Aktivität und BMI-Gruppe

Aus Tab. 5.14 geht der tägliche Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen hervor. Während sich für die Parameter Gartenarbeit, Berufstätigkeit und Spaziergehen kein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt, lässt sich bei der Hausarbeit ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 im weiblichen Untersuchungskollektiv feststellen. Demnach verbringen die Probanden der BMI-Gruppe 2 mehr Zeit mit Hausarbeit als die Probanden der BMI-Gruppe 4.

**Tab. 5.14** Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Hausarbeit [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	132,9 0,0 – 385,7	205,7 0,0 – 388,7	42,9 0,0 – 177,9	< <b>0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	120,0 0,0 – 422,1	171,4 0,0 – 428,6	25,7 0,0 – 222,2	< <b>0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	85,7 0,0 – 469,7	120,0 0,0 – 473,6	51,4 0,0 – 505,7	< <b>0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b> <sup>3)</sup>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Tab 5.15 vergleicht den täglichen Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten (Hausarbeit, Gartenarbeit, Berufstätigkeit, Spaziergehen und Sport) zwischen verschiedenen BMI-Gruppen. Bei allen Parametern zeigt sich dabei ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe.

Bei den leichten sportlichen Aktivitäten findet sich bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4 ein signifikanter Unterschied, wobei die Probanden der

jeweils niedrigeren BMI-Gruppe mehr Zeit mit den leichten sportlichen Aktivitäten verbringen.

Ein signifikanter Unterschied im täglichen Zeitverbrauch für die mittelschweren sportlichen Aktivitäten zeigt sich im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 und bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 sowie 2 und 4. Auch für die mittelschweren sportlichen Aktivitäten wenden die Probanden der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe mehr Zeit auf.

Bei den schweren sportlichen Aktivitäten findet sich im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 ein signifikanter Unterschied, wobei die Probanden der BMI-Gruppe 2 mehr Zeit mit schweren sportlichen Aktivitäten verbringen.

Beim täglichen Zeitverbrauch für die gesamten sportlichen Aktivitäten zeigt sich bei beiden Geschlechtern ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 und bei den Männern zusätzlich einer zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3. In der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe verbringen die Probanden mehr Zeit mit sportlichen Aktivitäten.

Vergleicht man den täglichen Zeitverbrauch für alle körperlichen Aktivitäten zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so lässt sich im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 und bei den Frauen zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 ein signifikanter Unterschied feststellen. Es zeigt sich, dass die Probanden der BMI-Gruppe 2 jeweils mehr Zeit für alle körperlichen Aktivitäten aufwenden.

**Tab. 5.15** Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>leichte sportliche Aktivitäten [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	25,7 0,0 – 73,3	25,7 0,0 – 60,0	34,3 0,0 – 87,0	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	25,7 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 67,3	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	17,1 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 68,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,01<sup>4)</sup></b>	
<b>mittelschwere sportliche Aktivitäten [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	25,7 0,0 – 77,1	17,1 0,0 – 68,6	30,0 0,0 – 105,4	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	17,1 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 68,6	25,7 0,0 – 67,3	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	8,6 0,0 – 68,6	8,6 0,0 – 66,4	0,0 0,0 – 68,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>5)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>6)</sup></b>	
<b>schwere sportliche Aktivitäten [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	0,0 0,0 – 34,3	0,0 0,0 – 25,7	0,0 0,0 – 35,6	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 0,0	0,0 0,0 – 33,0	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	0,0 0,0 – 13,7	0,0 0,0 – 0,0	0,0 0,0 – 48,0	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>7)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>sportliche Aktivitäten, gesamt [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	51,4 0,0 – 141,9	47,1 0,0 – 128,6	77,1 0,0 – 196,3	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	42,9 0,0 – 113,6	42,9 0,0 – 111,4	47,1 0,0 – 127,3	<b>n.s.</b>

	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=107, 84 F, 23 M)	34,3 0,0 – 125,1	34,3 0,0 – 124,3	34,3 0,0 – 133,7	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b><math>\leq 0,001</math><sup>8)</sup></b>	<b>n.s.</b> <sup>3)</sup>	<b><math>&lt; 0,01</math><sup>9)</sup></b>	
<b>körperliche Aktivitäten, gesamt [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	295,7 77,1 – 579,0	317,1 77,1 – 606,0	210,0 56,1 – 510,0	<b><math>&lt; 0,01</math></b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	265,7 60,0 – 565,7	291,4 57,0 – 624,6	180,0 60,0 – 392,6	<b><math>&lt; 0,001</math></b>
	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=107, 84 F, 23 M)	222,9 13,7 – 589,7	244,3 8,6 – 590,4	197,1 12,0 – 920,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b><math>&lt; 0,05</math><sup>6)</sup></b>	<b><math>&lt; 0,05</math><sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

6) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

7) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ )

8) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ )

9) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

## 5.1.7 Nährstoffzufuhr und BMI-Gruppe

### 5.1.7.1 Hauptnährstoffe und Ballaststoffe

In Tab. 5.16 werden die tägliche Hauptnährstoffzufuhr und die tägliche Ballaststoffzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen vergleichend gegenübergestellt. Während sich bei der absoluten Fett-, Kohlenhydrat- und Ballaststoffzufuhr sowie bei der prozentualen Proteinzufuhr ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen lässt, ist dies bei der absoluten Proteinzufuhr sowie bei der prozentualen Fett- und prozentualen Kohlenhydratzufuhr nicht der Fall.

Bei der Fettzufuhr zeigt sich im männlichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei die Probanden der BMI-Gruppe 3 mehr Fett mit der täglichen Nahrung aufnehmen.

Vergleicht man die Kohlenhydratzufuhr zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen, so findet sich bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4 ein signifikanter Unterschied. In der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe nehmen die Probanden mehr Kohlenhydrate mit der täglichen Nahrung auf.

Bei der täglichen Proteinzufuhr [Energie%] zeigt sich bei beiden Geschlechtern ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 und bei den Männern zusätzlich einer zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4. Die Probanden der BMI-Gruppe 4 weisen dabei eine jeweils höhere prozentuale Proteinzufuhr auf.

Einen Zusammenhang zwischen der täglichen Ballaststoffzufuhr und der BMI-Gruppe findet man sowohl im Gesamtkollektiv als auch bei den Frauen. Im weiblichen Probandenkollektiv zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 und im Gesamtkollektiv lässt sich einer zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 feststellen. In der BMI-Gruppe 2 nehmen die Probanden jeweils mehr Ballaststoffe mit der täglichen Nahrung auf.

**Tab. 5.16** Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Fettzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	67,6 38,4 – 126,9	64,3 39,8 – 132,1	78,9 37,5 – 136,7	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	71,6 38,0 – 114,6	65,5 36,9 – 107,3	76,8 39,6 – 130,9	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	63,9 36,2 – 123,5	63,9 35,1 – 117,6	63,9 37,3 – 133,1	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	
<b>Kohlenhydratzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	236,0 137,8 – 359,5	228,9 134,4 – 354,5	264,8 176,4 – 376,1	<b>≤ 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	230,4 120,6 – 369,7	216,7 121,1 – 327,4	270,7 118,2 – 425,4	<b>&lt; 0,001</b>

	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=96, 73 F, 23 M)	224,4 128,4 – 343,7	223,7 121,5 – 328,4	225,2 143,8 – 381,9	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,01<sup>5)</sup></b>	
<b>Proteinzufuhr [Energie%/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	16,1 12,1 – 21,8	16,4 12,1 – 22,2	15,4 11,8 – 21,4	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	16,9 11,6 – 22,6	17,3 12,2 – 22,8	16,0 11,0 – 21,7	<b>n.s.</b>
	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=96, 73 F, 23 M)	18,2 13,0 – 23,9	17,7 12,9 – 23,7	19,1 12,0 – 27,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>6)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>7)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>8)</sup></b>	
<b>Ballaststoffzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	23,2 12,1 – 39,7	22,8 11,5 – 38,9	25,7 14,9 – 41,0	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	21,7 12,2 – 40,0	20,8 11,9 – 35,1	23,9 12,5 – 43,3	<b><math>\leq 0,001</math></b>
	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=96, 73 F, 23 M)	21,2 11,5 – 34,7	21,2 11,2 – 34,8	21,2 12,0 – 35,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>9)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>10)</sup></b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,05$ )

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

6) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

7) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,01$ )

8) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,001$ )

9) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

10) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 ( $p \leq 0,01$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die tägliche Hauptnährstoffzufuhr und die tägliche Ballaststoffzufuhr in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.17), so findet sich bei der absoluten Fettzufuhr sowie bei der prozentualen Kohlenhydrat- und prozentualen Proteinzufuhr ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe.

Bei der Fettzufuhr zeigt sich im männlichen Untersuchungskollektiv ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei ein höherer Prozentsatz an

Probanden der BMI-Gruppe 3 innerhalb des Referenzbereichs für die tägliche Fettzufuhr liegt oder ihn überschreitet.

Vergleicht man in den einzelnen BMI-Gruppen die tägliche prozentuale Kohlenhydratzufuhr mit Referenzwerten, so lässt sich hingegen bei den Frauen ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 feststellen. Diesbezüglich findet sich allerdings in der höheren BMI-Gruppe ein höherer Prozentsatz an Probanden, der über dem Referenzwert liegt.

Bei der prozentualen Proteinzufuhr findet sich ein signifikanter Unterschied bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4, wobei jeweils ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 4 den Referenzwert für die tägliche prozentuale Proteinzufuhr überschreitet.

**Tab. 5.17** Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	BMI-Gruppe/ Referenz- werte**	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Fettzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 59,99	60 (=34,5%)	48 (=37,8%)	12 (=25,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>60,0 – 80,0</b>	57 (=32,8%)	44 (=34,6%)	13 (=27,7%)	
	<b>≥ 80,01</b>	57 (=32,8%)	35 (=27,6%)	22 (=46,8%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 59,99	75 (=33,3%)	61 (=41,2%)	14 (=18,2%)	<b>&lt; 0,01</b>
<b>60,0 – 80,0</b>	73 (=32,4%)	43 (=29,1%)	30 (=39,0%)		
<b>≥ 80,01</b>	77 (=34,2%)	44 (=29,7%)	33 (=42,9%)		
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 59,99	43 (=44,8%)	33 (=45,2%)	10 (=43,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>60,0 – 80,0</b>	29 (=30,2%)	23 (=31,5%)	6 (=26,1%)	
	<b>≥ 80,01</b>	24 (=25,0%)	17 (=23,3%)	7 (=30,4%)	
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	
<b>Kohlenhydratzufuhr [Energie%/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 54,99	156 (=89,7%)	116 (=91,3%)	40 (=85,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 55,00</b>	18 (=10,3%)	11 (=8,7%)	7 (=14,9%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 54,99	208 (=92,4%)	138 (=93,2%)	70 (=90,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 55,00</b>	17 (=7,6%)	10 (=6,8%)	7 (=9,1%)	
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 54,99	81 (=84,4%)	60 (=82,2%)	21 (=91,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 55,00</b>	15 (=15,6%)	13 (=17,8%)	2 (=8,7%)	
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>&lt; 0,05<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	
<b>Proteinzufuhr [Energie%/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 19,99	154 (=88,5%)	110 (=86,6%)	44 (=93,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 20,00</b>	20 (=11,5%)	17 (=13,4%)	3 (=6,4%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 19,99	186 (=82,7%)	119 (=80,4%)	67 (=87,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 20,00</b>	39 (=17,3%)	29 (=19,6%)	10 (=13,0%)	
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 19,99	70 (=72,9%)	56 (=76,7%)	14 (=60,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>≥ 20,00</b>	26 (=27,1%)	17 (=23,3%)	9 (=39,1%)	
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>≤ 0,001<sup>5)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p ≤ 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

5) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p ≤ 0,001), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,01)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

### 5.1.7.2 Fettlösliche und wasserlösliche Vitamine

Vergleicht man die tägliche Zufuhr der fettlöslichen Vitamine D, E und K zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen.

Ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen zeigt sich, wenn die tägliche Zufuhr der Vitamine D und E – beim Vitamin K macht der Vergleich mit Referenzwerten in den verschiedenen BMI-Gruppen keinen Sinn, da fast alle Probanden eine ausreichende Versorgung aufweisen – in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen wird.

In Tab. 5.18 ist die tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen dargestellt. Während sich beim Vitamin C ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe zeigt, ist dies bei den Vitaminen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, Folsäure, Pantothensäure und Biotin nicht der Fall.

Einen signifikanten Unterschied in der Vitamin C-Zufuhr findet man im männlichen Untersuchungskollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3, wobei die Probanden der BMI-Gruppe 3 mehr Vitamin C mit der täglichen Nahrung aufnehmen.

**Tab. 5.18** Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Vitamin-C-Zufuhr</b> [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	92,99 43,05 – 209,34	97,93 40,95 – 210,28	80,85 42,85 – 222,57	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	98,53 41,69 – 198,21	95,97 41,72 – 194,28	102,13 39,50 – 219,23	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	91,19 41,04 – 193,16	94,95 40,93 – 221,77	84,73 41,04 – 215,83	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Wird die tägliche Zufuhr der verschiedenen wasserlöslichen Vitamine in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.19), so lässt sich abermals beim Vitamin C ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen.

Demnach ist bei den Männern ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden in der BMI-Gruppe 3 ausreichend mit Vitamin C versorgt als in der BMI-Gruppe 2.

**Tab. 5.19** Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten<sup>\*/\*\*</sup>

	BMI-Gruppe/ Referenz- werte***	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
Vitamin-C-Zufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 99,99 ≥ 100,00	96 (=55,2%) 78 (=44,8%)	64 (=50,4%) 63 (=49,6%)	32 (=68,1%) 15 (=31,9%)	<b>&lt; 0,05</b>
	BMI-Gr.3 ≤ 99,99 ≥ 100,00	117 (=52,0%) 108 (=48,0%)	80 (=54,1%) 68 (=45,9%)	37 (=48,1%) 40 (=51,9%)	<b>n.s.</b>
	BMI-Gr.4 ≤ 99,99 ≥ 100,00	56 (=58,3%) 40 (=41,7%)	41 (=56,2%) 32 (=43,8%)	15 (=65,2%) 8 (=34,8%)	<b>n.s.</b>
	p <sup>2)</sup>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b> <sup>3)</sup>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Bei den Vitaminen B<sub>12</sub> und Folsäure macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn. Während fast alle Probanden eine ausreichende Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr aufweisen, trifft dies nur für ein Bruchteil des Kollektivs bei der Versorgung mit Folsäure zu.

\*\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

### 5.1.7.3 Mengen- und Spurenelemente

Wird die tägliche Zufuhr der verschiedenen Mineralstoffe (Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Phosphor, Zink, Eisen, Jod) sowie das Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung zwischen den einzelnen BMI-Gruppen verglichen, so lässt sich nur beim Calcium-Phosphor-Verhältnis ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen (Tab. 5.20).

Einen signifikanten Unterschied im Calcium-Phosphor-Verhältnis findet man im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei dieses bei den Probanden der BMI-Gruppe 4 höher ist.

**Tab. 5.20** Tägliche Mineralstoffzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*/\*\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Calcium-Phosphor-Verhältnis*</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	0,71 0,43 – 1,00	0,74 0,47– 1,01	0,62 0,33 – 0,83	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	0,70 0,43 – 1,01	0,74 0,46 – 1,10	0,65 0,36 – 0,88	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	0,74 0,45 – 1,16	0,78 0,48 – 1,19	0,63 0,37 – 1,11	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Je höher desto besser

Vergleicht man die tägliche Zufuhr der verschiedenen Mineralstoffe in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten – bei den Mengenelementen Natrium, Kalium und Phosphor sowie beim Spurenelement Jod macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn, da der Großteil der Probanden eine ausreichende Versorgung mit diesen Mengenelementen aufweist bzw. die Zufuhrempfehlung für dieses Spurenelement nicht erreicht – so zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen.

#### 5.1.7.4 Wasser

Wird die tägliche Wasseraufnahme zwischen den einzelnen BMI-Gruppen verglichen, so lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen.

Ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen zeigt sich, wenn die tägliche Wasseraufnahme in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen wird.

#### **5.1.7.5 Energie, Cholesterin und gesättigte Fettsäuren**

Vergleicht man die tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren [g und Energie%] zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so zeigt sich sowohl bei der Energiezufuhr als auch bei der absoluten Zufuhr an gesättigten Fettsäuren ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe (Tab. 5.21).

Bei der Energiezufuhr lässt sich im männlichen Untersuchungskollektiv ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 feststellen, wobei die Probanden der BMI-Gruppe 3 mehr Energie mit der täglichen Nahrung aufnehmen.

Einen signifikanten Unterschied in der täglichen Zufuhr an gesättigten Fettsäuren findet man im Gesamtkollektiv zwischen den BMI-Gruppen 2 und 3 und bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4. In der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe nehmen die Probanden mehr gesättigte Fettsäuren mit der täglichen Nahrung auf.

**Tab. 5.21** Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Energiezufuhr [kcal/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	1973,35 1259,06 – 3179,80	1902,97 1156,28 – 2958,84	2232,42 1493,61 – 3447,53	≤ <b>0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1993,29 1130,76 – 2983,49	1868,08 1111,05 – 2700,62	2355,22 1223,85 – 3504,21	< <b>0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1881,59 1172,71 – 2775,86	1857,44 1087,60 – 2720,11	1898,37 1388,43 – 3110,46	n.s.
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	
<b>Zufuhr an ges. FS [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	27,67 13,94 – 54,01	26,69 14,77 – 52,30	31,25 12,88 – 55,75	n.s.
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	28,22 14,33 – 49,36	26,73 13,76 – 45,24	32,99 14,44 – 55,98	< <b>0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	25,49 13,91 – 50,37	25,68 13,75 – 50,25	24,98 14,31 – 55,81	n.s.
	<b>p<sup>2)</sup></b>	< <b>0,05<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Aus Tab. 5.22 geht der Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren [Energie%] mit Referenzwerten in den verschiedenen BMI-Gruppen hervor. Ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe findet sich bei der Energiezufuhr sowie bei der prozentualen Zufuhr an gesättigten Fettsäuren.

Im männlichen Untersuchungskollektiv lässt sich beim Vergleich der BMI-Gruppen 3 und 4 in der niedrigeren BMI-Gruppe ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden feststellen, der den Referenzwert für die tägliche Energiezufuhr überschreitet.

Vergleicht man in den einzelnen BMI-Gruppen die tägliche Zufuhr an gesättigten Fettsäuren mit Referenzwerten, so zeigt sich wiederum bei den Männern ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4. Abermals überschreitet ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 3 den Referenzwert.

**Tab. 5.22** Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte**</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Energiezufuhr [kcal/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 1599,99 <sup>+</sup> bzw. 2099,99 <sup>++</sup>	52 (=29,9%)	30 (=23,6%)	22 (=46,8%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>1600 – 2000<sup>+</sup></b> bzw. <b>2100 – 2500<sup>++</sup></b>	53 (=30,5%)	44 (=34,6%)	9 (=19,1%)	
	<b>≥ 2000,01<sup>+</sup> bzw.</b> <b>2500,01<sup>++</sup></b>	69 (=39,7%)	53 (=41,7%)	16 (=34,0%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 1599,99 <sup>+</sup> bzw. 2099,99 <sup>++</sup>	68 (=30,2%)	41 (=27,7%)	27 (=35,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>1600 – 2000<sup>+</sup></b> bzw. <b>2100 – 2500<sup>++</sup></b>	70 (=31,1%)	50 (=33,8%)	20 (=26,0%)	
	<b>≥ 2000,01<sup>+</sup> bzw.</b> <b>2500,01<sup>++</sup></b>	87 (=38,7%)	57 (=38,5%)	30 (=39,0%)	
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 1599,99 <sup>+</sup> bzw. 2099,99 <sup>++</sup>	38 (=39,6%)	24 (=32,9%)	14 (=60,9%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>1600 – 2000<sup>+</sup></b> bzw. <b>2100 – 2500<sup>++</sup></b>	28 (=29,2%)	22 (=30,1%)	6 (=26,1%)	
	<b>≥ 2000,01<sup>+</sup> bzw.</b> <b>2500,01<sup>++</sup></b>	30 (=31,3%)	27 (=37,0%)	3 (=13,0%)	
		<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>
<b>Zufuhr an ges. FS [Energie%/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 9,99	24 (=13,8%)	15 (=11,8%)	9 (=19,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ 10,00	150 (=86,2%)	112 (=88,2%)	38 (=80,9%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 9,99	22 (=9,8%)	15 (=10,1%)	7 (=9,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ 10,00	203 (=90,2%)	133 (=89,9%)	70 (=90,9%)	
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 9,99	18 (=18,8%)	12 (=16,4%)	6 (=26,1%)	<b>n.s.</b>
≥ 10,00	78 (=81,2%)	61 (=83,6%)	17 (=73,9%)		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>3)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

### 5.1.7.6 Ungesättigte Fettsäuren

Beim Vergleich der täglichen Zufuhr an ein- und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie der täglichen Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren-Zufuhr [jeweils in g und Energie%] zwischen den einzelnen BMI-Gruppen zeigt sich kein signifikanter Unterschied.

In Tab. 5.23 wird die tägliche Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr [Energie%] in den einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten verglichen. Diesbezüglich zeigt sich bei den Frauen ein signifikanter Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei ein höherer Prozentsatz an Probanden der BMI-Gruppe 3 den Referenzwert überschreitet.

**Tab. 5.23** Vergleich der täglichen Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	BMI-Gruppe/ Referenz- werte**	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
Zufuhr an Omega-3-FS [Energie%/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 0,49	39 (=22,4%)	25 (=19,7%)	14 (=29,8%)	n.s.
	≥ 0,50	135 (=77,6%)	102 (=80,3%)	33 (=70,2%)	
	BMI-Gr.3 ≤ 0,49	45 (=20,0%)	24 (=16,2%)	21 (=27,3%)	< 0,05
	≥ 0,50	180 (=80,0%)	124 (=83,8%)	56 (=72,7%)	
BMI-Gr.4 ≤ 0,49	29 (=30,2%)	21 (=28,8%)	8 (=34,8%)	n.s.	
≥ 0,50	67 (=69,8%)	52 (=71,2%)	15 (=65,2%)		
	p <sup>2)</sup>	n.s. <sup>3)</sup>	n.s. <sup>3)</sup>	n.s.	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) Chi-Quadrat-Test: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 (p < 0,05)

\* Bei den Omega-6-Fettsäuren macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn, da der Großteil der Probanden eine ausreichende Versorgung mit diesen mehrfach ungesättigten Fettsäuren aufweist.

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

### 5.1.7.7 Di- und Polysaccharide

Vergleicht man die tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden [jeweils in g und Energie%] zwischen den einzelnen BMI-Gruppen (Tab. 5.24), so zeigt sich bei der absoluten Di- und Polysaccharidzufuhr sowie bei der prozentualen Disaccharidzufuhr ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe.

Bei der täglichen Disaccharidzufuhr findet man im männlichen Untersuchungskollektiv einen signifikanten Unterschied zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 sowie 3 und 4. In der jeweils niedrigeren BMI-Gruppe nehmen die Probanden mehr Disaccharide auf.

Ein signifikanter Unterschied in der täglichen Polysaccharidzufuhr lässt sich bei den Männern zwischen den BMI-Gruppen 2 und 4 feststellen, wobei diese bei den Probanden der BMI-Gruppe 2 höher ist.

Bei der prozentualen Disaccharidzufuhr zeigt sich ebenfalls bei den Männern ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe. Dieser findet sich zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4, wobei die Probanden der niedrigeren BMI-Gruppe eine signifikant höhere Zufuhr aufweisen.

**Tab. 5.24** Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>BMI-Gruppe</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Zufuhr an Disacchariden [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	70,66 32,91 – 124,82	70,62 30,40 – 123,34	70,70 37,52 – 132,98	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	68,38 24,97 – 124,47	65,37 24,36 – 115,31	78,22 24,63 – 151,87	<b>≤ 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	59,90 28,87 – 121,34	64,23 28,36 – 130,02	56,40 18,08 – 112,40	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,01<sup>3)</sup></b>	
<b>Zufuhr an Polysacchariden [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	116,83 63,21 – 188,89	109,92 60,68 – 184,35	136,52 85,32 – 201,52	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	105,94 60,34 – 204,92	101,08 58,20 – 160,99	131,12 68,07 – 227,70	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	107,23 57,59 – 174,29	101,91 55,64 – 172,91	118,07 73,41 – 245,13	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>4)</sup></b>	
<b>Zufuhr an Disacchariden [Energie%]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	13,9 8,1 – 21,4	14,2 8,3 – 21,4	12,4 7,3 – 20,8	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	13,9 7,1 – 20,3	14,0 7,1 – 20,3	13,7 6,9 – 21,0	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	13,5 6,6 – 23,8	13,8 7,7 – 23,9	12,1 3,9 – 18,9	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.<sup>5)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ ), BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p \leq 0,001$ )

4) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 2 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

5) U-Test nach Mann-Whitney: BMI-Gruppe 3 vs. BMI-Gruppe 4 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

## 5.2 Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen E- und GZ der übergewichtigen oder adipösen Senioren

### 5.2.1 Blutfette und Gewichtsverlauf

In Tab. 5.25 werden die Blutfettkonzentrationen der drei Gruppen mit unterschiedlichem Körpergewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme vergleichend gegenübergestellt. Während sich bei der Triglyceridkonzentration und bei der HDL-Cholesterinkonzentration ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung zeigt, ist dies bei der Gesamtcholesterinkonzentration sowie bei der LDL-Cholesterinkonzentration nicht der Fall.

Vergleicht man bei der Triglyceridkonzentration die Gruppe mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme, zum einen mit der Gruppe, die ihr Gewicht relativ konstant gehalten hat, und zum anderen mit der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, so lässt sich jeweils in der Gruppe mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme eine signifikant höhere Triglyceridkonzentration im Serum feststellen.

Bei der HDL-Cholesterinkonzentration findet sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen, die vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme an Gewicht zugenommen haben, wobei die Probanden mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme eine niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration im Serum aufweisen.

**Tab. 5.25** Blutfettkonzentrationen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Triglyceridkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=105, Gr.3=160]	102,0 51,0 – 176,1	102,0 60,3 – 250,3	125,6 59,9 – 299,3	<b>&lt; 0,01<sup>2)</sup></b>
<b>HDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=160]	50,0 31,5 – 95,6	56,1 31,5 – 82,8	49,0 29,3 – 78,0	<b>≤ 0,05<sup>3)</sup></b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 3 ( $p \leq 0,01$ ), Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,01$ )

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung zeigt sich, wenn die Blutfettkonzentrationen der drei Gruppen mit Referenzwerten verglichen werden.

## 5.2.2 Antioxidantien und Gewichtsverlauf

Aus Tab. 5.26 gehen die Antioxidantienkonzentrationen der verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen hervor. Während sich beim Vitamin C, beim Selen sowie bei der Glutathionperoxidase kein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen lässt, zeigt sich sowohl beim Vitamin E als auch beim  $\beta$ -Carotin ein signifikanter Unterschied zwischen einzelnen Gruppen.

Beim Vitamin E findet sich dieser beim jeweiligen Vergleich der Gruppen, die an Gewicht zugenommen haben, mit der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat. Eine niedrigere Vitamin E-Konzentration findet sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht.

Vergleicht man beim  $\beta$ -Carotin die beiden Gruppen mit einer Körpergewichtszunahme, so lässt sich in der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, ein höherer Plasmaspiegel feststellen.

**Tab. 5.26** Antioxidantienstatus in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamin E-Konz. im Plasma</b> [mg/dl] [Gr.1=23, Gr.2=103, Gr.3=156]	1,35 0,97 – 2,21	1,54 0,98 – 2,31	1,54 1,07 – 2,89	< 0,05 <sup>2)</sup>
<b><math>\beta</math>-Carotin-Konz. im Plasma</b> [ $\mu$ g/dl] [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=159]	49,83 13,38 – 101,18	46,59 18,69 – 166,92	39,90 14,00 – 154,25	< 0,05 <sup>3)</sup>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 2 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die Antioxidantienkonzentrationen in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.27), so zeigt sich lediglich beim  $\beta$ -Carotin ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung.

Ein signifikanter Unterschied findet sich zwischen den beiden Gruppen, die an Körpergewicht zugenommen haben, wobei sich in der Gruppe mit einer moderaten Gewichtszunahme ein höherer Prozentsatz an Probanden feststellen lässt, der einen adäquaten Versorgungszustand mit  $\beta$ -Carotin aufweist.

**Tab. 5.27** Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten<sup>\*/\*\*</sup>

	Referenz- werte	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b><math>\beta</math>-Carotin-Konz. im Plasma [<math>\mu\text{g}/\text{dl}</math>] [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=159]</b>	$\leq 19,99$	1 (=4,3%)	6 (=5,8%)	30 (=18,9%)	$\leq 0,01$ <sup>2)</sup>
	20,0 – 100,0	21 (=91,4%)	84 (=80,8%)	115 (=72,3%)	
	$\geq 100,01$	1 (=4,3%)	14 (=13,4%)	14 (=8,8%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,01$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Bei den Vitaminen C und E macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn, da fast alle Probanden einen ausreichend hohen Plasmaspiegel aufweisen.

### 5.2.3 Homocystein, Vitamine und Gewichtsverlauf

Vergleicht man die Homocysteinkonzentration und die B-Vitamin-Konzentrationen zwischen den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen, so findet sich bei keinem dieser Parameter ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung.

Werden die Homocysteinkonzentration sowie die B-Vitamin-Konzentrationen in den drei Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung mit Referenzwerten verglichen, so lässt sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen feststellen.

### 5.2.4 Blutdruck, Erkrankungen und Gewichtsverlauf

In Tab. 5.28 sind die systolischen und diastolischen Blutdruckwerte der verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen dargestellt. Während sich für den systolischen Blutdruck ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen lässt, ist dies für den diastolischen Blutdruck nicht der Fall.

Vergleicht man den systolischen Blutdruck zwischen den beiden Gruppen mit einer Gewichtszunahme, so zeigt sich in der Gruppe, die eine beträchtliche Gewichtszunahme erfahren hat, ein signifikant höherer Wert.

**Tab. 5.28** Systolischer und diastolischer Blutdruck in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Systolischer Blutdruck</b> [mmHg] [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=160]	135,0 110,0 – 190,0	130,0 105,0 – 173,25	140,0 110,0 – 180,0	<b>n.S.<sup>2)</sup></b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden der systolische sowie der diastolische Blutdruck in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf mit Referenzwerte verglichen (Tab. 5.29), so findet sich bei beiden Blutdruckparametern ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit einer Körpergewichtszunahme. Ein höherer Prozentsatz an Probanden der sowohl den Referenzwert für den systolischen Blutdruck als auch für den diastolischen Blutdruck überschreitet, zeigt sich jeweils in der Gruppe, die vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme eine beträchtliche Gewichtszunahme erfahren hat.

**Tab. 5.29** Vergleich des systolischen und des diastolischen Blutdrucks der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenz- werte	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Systolischer Blutdruck</b> [mmHg] [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=160]	≤ 109	0	7 (=6,6%)	4 (=2,5%)	<b>n.s.</b> <sup>2)</sup>
	110 - 130	12 (=50,0%)	48 (=45,3%)	56 (=35,0%)	
	≥ 131	12 (=50,0%)	51 (=48,1%)	100 (=62,5%)	
<b>Diastolischer Blutdruck</b> [mmHg] [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=160]	≤ 85	18 (=75,0%)	75 (=70,8%)	92 (=57,5%)	<b>&lt; 0,05</b> <sup>3)</sup>
	≥ 86	6 (=25,0%)	31 (=29,2%)	68 (=42,5%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

3) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

Tab. 5.30 vergleicht die Häufigkeit der verschiedenen Erkrankungen zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf. Kein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung findet sich bei Diabetes mellitus, bei den ischämischen Herzerkrankungen, bei den Erkrankungen der Hirngefäße, bei den Fettstoffwechselstörungen, bei den Organerkrankungen sowie bei den Krankheitsbildern Osteoporose und Rheumatismus/Arthrose.

Sowohl bei der Hypertonie als auch bei den Schilddrüsen- und Krebserkrankungen lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit einer Körpergewichtszunahme feststellen. Während ein höherer Prozentsatz an Probanden in der Gruppe mit einer beträchtlicher Gewichtszunahme an Bluthochdruck sowie an Schilddrüsenenerkrankungen leidet, zeigt sich in der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, ein höherer Prozentsatz an Probanden mit Krebserkrankungen.

**Tab. 5.30** Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen\*

		<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Hypertonie und andere Hochdruck- krankheiten</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	19 (=79,2%)	80 (=75,5%)	97 (=60,2%)	<b>&lt; 0,05<sup>2)</sup></b>
	<b>ja</b>	5 (=20,8%)	26 (=24,5%)	64 (=39,8%)	
<b>Schilddrüsen- erkrankungen</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	21 (=87,5%)	97 (=91,5%)	122 (=75,8%)	<b>&lt; 0,01<sup>3)</sup></b>
	<b>ja</b>	3 (=12,5%)	9 (=8,5%)	39 (=24,2%)	
<b>Krebserkrankungen</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	24 (=100,0%)	96 (=90,6%)	156 (=96,9%)	<b>&lt; 0,05<sup>4)</sup></b>
	<b>ja</b>	0	10 (=9,4%)	5 (=3,1%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p \leq 0,01$ )

3) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p \leq 0,001$ )

4) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Vergleicht man die Anzahl an Erkrankungen zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung, so lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen.

### 5.2.5 Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und Gewichtsverlauf

Die subjektive Befindlichkeit der unterschiedlichen Körpergewichtsverlaufsgruppen wird in Tab. 5.31 dargestellt. Diesbezüglich zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen mit einer Gewichtszunahme, wobei ein höherer Prozentsatz an Probanden, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist, in der Gruppe mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme anzutreffen ist.

**Tab. 5.31** Subjektive Befindlichkeit in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen

		<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Subjektive Befindlichkeit*</b> [Gr.1=18, Gr.2=80, Gr.3=131]	<b>sehr zufrieden</b>	2 (=11,1%)	9 (=11,3%)	4 (=3,1%)	<b>n.s.<sup>2)</sup></b>
	<b>zufrieden</b>	9 (=50,0%)	34 (=42,5%)	48 (=36,6%)	
	<b>mäßig bis nicht zufr.</b>	7 (=38,9%)	37 (=46,2%)	79 (=60,3%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 2 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\*Summenbildung und Einteilung in Gruppen (8,00 – 12,00: sehr zufrieden, 12,01 – 16,00: zufrieden, 16,01 – 24,00: mäßig zufrieden, 24,01 – 32,00: nicht zufrieden; die letzten beiden Gruppen wurden auf Grund der geringen Probandenzahl in der Gruppe „nicht zufrieden“ zusammengefasst)

Werden die soziodemographischen und –ökonomischen Merkmale (Familienstand, Schulbildung, höchster Ausbildungsabschluss, Nettohaushaltseinkommen) sowie das Gesundheitsverhalten (Rauchverhalten, Supplementeneinnahme, Alkoholzufuhr [g und Energie%]) der einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf miteinander verglichen, so zeigt sich bei keinem der Parameter ein signifikanter Unterschied.

### 5.2.6 Körperliche Aktivität und Gewichtsverlauf

Beim Vergleich des täglichen Zeitverbrauchs für Hausarbeit, Gartenarbeit, Berufstätigkeit und Spaziergehen zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung lässt sich bei keiner dieser Kenngrößen ein signifikanter Unterschied feststellen.

Aus Tab. 5.32 geht der tägliche Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten (Hausarbeit, Gartenarbeit, Berufstätigkeit, Spaziergehen) in den verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen hervor. Ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung findet sich beim täglichen Zeitverbrauch für die leichten und die mittelschweren sportlichen Aktivitäten sowie für die gesamten sportlichen Aktivitäten.

Beim jeweiligen Vergleich des täglichen Zeitverbrauchs für leichte sportliche Aktivitäten zwischen der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, und den Gruppen, die an Körpergewicht zugenommen haben, zeigt sich, dass die Probanden mit einem

konstanten Körpergewicht jeweils signifikant mehr Zeit mit leichten sportlichen Aktivitäten verbringen.

Bei den Parametern täglicher Zeitverbrauch für die mittelschweren sportlichen Aktivitäten und täglicher Zeitverbrauch für die gesamten sportlichen Aktivitäten lässt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, und der Gruppe, die beträchtlich an Gewicht zugenommen hat, feststellen. Für beide Kenngrößen wenden die Probanden mit einem konstanten Körpergewicht mehr Zeit auf.

**Tab. 5.32** Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>leichte sportliche Aktivitäten [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	30,0 0,0 – 60,0	25,7 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 68,6	<b>n.S.<sup>2)</sup></b>
<b>mittelschwere sportliche Aktivitäten [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	25,7 0,0 – 75,0	17,1 0,0 – 68,6	17,1 0,0 – 59,6	<b>n.S.<sup>3)</sup></b>
<b>sportliche Aktivitäten, gesamt [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	51,4 2,1 – 128,6	42,9 0,0 – 117,4	34,3 0,0 – 111,4	<b>n.S.<sup>4)</sup></b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

4) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

## 5.2.7 Nährstoffzufuhr und Gewichtsverlauf

### 5.2.7.1 Hauptnährstoffe und Ballaststoffe

In Tab. 5.33 werden die tägliche Hauptnährstoffzufuhr sowie die tägliche Ballaststoffzufuhr der einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen vergleichend gegenübergestellt. Während sich bei der Fettzufuhr [g und Energie%], bei der prozentualen Kohlenhydratzufuhr sowie bei der absoluten Protein- und Ballaststoffzufuhr kein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen lässt, zeigt sich sowohl bei der absoluten Kohlenhydratzufuhr als auch bei der prozentualen Proteinzufuhr ein signifikanter Unterschied.

Dieser findet sich bei beiden Parametern beim jeweiligen Vergleich der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, mit den Gruppen, die vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme an Gewicht zugenommen haben. Eine höhere Kohlenhydratzufuhr sowie eine niedrigere prozentuale Proteinzufuhr mit der täglich zugeführten Nahrung lassen sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht feststellen.

**Tab. 5.33** Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Kohlenhydratzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	247,5 110,7 – 519,4	225,3 124,4 – 366,9	228,2 136,3 – 348,8	<b>n.S.</b> <sup>2)</sup>
<b>Proteinzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	15,6 10,9 – 30,8	17,6 12,1 – 22,9	17,5 12,0 – 23,8	<b>n.S.</b> <sup>3)</sup>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 ( $p < 0,05$ ), Gr. 1 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 ( $p < 0,05$ ), Gr. 1 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Werden die tägliche Hauptnährstoffzufuhr sowie die tägliche Ballaststoffzufuhr in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.34), so findet sich bei der prozentualen Proteinzufuhr und bei der Ballaststoffzufuhr ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung.

Bei der täglichen prozentualen Proteinzufuhr zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht und der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, wobei sich in letzterer Gruppe ein höherer Prozentsatz an Probanden feststellen lässt, der den Referenzwert überschreitet.

Vergleicht man bei der täglichen Ballaststoffzufuhr die Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, zum einen mit der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, und zum anderen mit der Gruppe, die beträchtlich an Körpergewicht zugenommen hat, so lässt sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht ein höherer Prozentsatz an Probanden feststellen, der über dem Referenzwert liegt.

**Tab. 5.34** Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten\*

	Referenz- Werte**	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Proteinzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 19,99	21 (=95,5%)	71 (=75,5%)	110 (=78,6%)	<b>n.s.</b> <sup>2)</sup>
	≥ 20,00	1 (=4,5%)	23 (=24,5%)	30 (=21,4%)	
<b>Ballaststoffzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 29,99	16 (=72,7%)	85 (=90,4%)	124 (=88,6%)	<b>n.s.</b> <sup>3)</sup>
	≥ 30,00	6 (=27,3%)	9 (=9,6%)	16 (=11,4%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05)

3) Chi-Quadrat-Test: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

### 5.2.7.2 Fettlösliche und wasserlösliche Vitamine

In Tab. 5.35 ist die tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen (Vitamin D, Vitamin E, Vitamin K) in verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen dargestellt. Ein signifikanter Unterschied zeigt sich lediglich bei der täglichen Vitamin D-Zufuhr.

Dieser findet sich zwischen der Gruppe, die ihr Gewicht relativ konstant gehalten hat, und der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, wobei die Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht eine höhere tägliche Vitamin D-Zufuhr aufweist.

**Tab. 5.35** Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Vitamin D-Zufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	4,54 0,66 – 13,88	2,10 0,54 – 10,90	2,48 0,47 – 10,43	<b>n.s.</b> <sup>2)</sup>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Vergleicht man die tägliche Zufuhr der fettlöslichen Vitamine D und E – beim Vitamin K macht der Vergleich mit Referenzwerten in den verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen keinen Sinn, da fast alle Probanden eine ausreichende Versorgung aufweisen – in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher

Gewichtsentwicklung mit Referenzwerten, so lässt sich zwischen den drei Gruppen kein signifikanter Unterschied feststellen.

Bei der vergleichenden Gegenüberstellung der täglichen Zufuhr an den wasserlöslichen Vitaminen B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, Folsäure, Pantothensäure, Biotin und Vitamin C findet sich ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf.

Wird die tägliche Zufuhr der verschiedenen wasserlöslichen Vitamine in den einzelnen Körpergewichtsverlaufgruppen mit Referenzwerten verglichen (Tab. 5.36), so lässt sich sowohl bei der Pantothensäure als auch beim Biotin ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen.

Bei der Pantothensäure zeigt sich ein signifikanter Unterschied zwischen der Gruppe, die ihr Gewicht relativ konstant gehalten hat, und der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, wobei die Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht einen höheren Prozentsatz an Probanden aufweist, der über dem Referenzwert liegt.

Vergleicht man beim Biotin die Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, zum einen mit der Gruppe, die eine moderate Gewichtszunahme erfahren hat, und zum anderen mit der Gruppe, die beträchtlich an Gewicht zugenommen hat, so findet sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht ein höherer Prozentsatz an Probanden, der täglich ausreichend mit Biotin versorgt ist.

**Tab. 5.36** Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten<sup>\*/\*\*</sup>

	Referenz- Werte <sup>***</sup>	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Pantothensäurezufuhr</b> [mg/d] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 5,99	15 (=68,2%)	81 (=86,2%)	117 (=83,6%)	n.s. <sup>2)</sup>
	≥ 6,00	7 (=31,8%)	13 (=13,8%)	23 (=16,4%)	
<b>Biotinzufuhr</b> [µg/d] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 59,99	15 (=68,2%)	81 (=86,2%)	125 (=89,3%)	< 0,05 <sup>3)</sup>
	≥ 60,00	7 (=31,8%)	13 (=13,8%)	15 (=10,7%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) Chi-Quadrat-Test: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05)

3) Chi-Quadrat-Test: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,01)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Bei den Vitaminen B<sub>12</sub> und Folsäure macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen keinen Sinn. Während fast alle Probanden eine ausreichende Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr aufweisen, trifft dies nur für ein Bruchteil des Kollektivs bei der Versorgung mit Folsäure zu.

\*\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

### 5.2.7.3 Mengen- und Spurenelemente

Wird die tägliche Zufuhr der verschiedenen Mineralstoffe (Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium, Phosphor, Zink, Eisen, Jod) sowie das Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung verglichen, so lässt sich lediglich beim Spurenelement Jod ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen (Tab. 5.37).

Beim jeweiligen Vergleich der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, mit den Gruppen, die vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme an Gewicht zugenommen haben, zeigt sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht eine höhere Jodzufuhr mit der täglichen Nahrung.

**Tab. 5.37** Tägliche Mineralstoffzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Jodzufuhr</b> [µg/d] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	123,02 47,47 – 216,77	94,87 52,26 – 186,12	91,37 48,34 – 175,79	< 0,05 <sup>2)</sup>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,05)

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

Vergleicht man die tägliche Zufuhr der verschiedenen Mineralstoffe in den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen mit Referenzwerten – bei den Mengenelementen Natrium, Kalium und Phosphor sowie beim Spurenelement Jod macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf keinen Sinn, da der Großteil der Probanden eine ausreichende Versorgung mit diesen Mengenelementen aufweist bzw. die Zufuhrempfehlung für dieses Spurenelement nicht erreicht – so zeigt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen.

#### **5.2.7.4 Wasser**

Wird die tägliche Wasseraufnahme zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung verglichen, so lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen.

Ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen zeigt sich, wenn die tägliche Wasseraufnahme in den einzelnen Gruppen mit Referenzwerten verglichen wird.

#### **5.2.7.5 Energie, Cholesterin und gesättigte Fettsäuren**

Vergleicht man die tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren [g und Energie%] zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf, so zeigt sich bei keinem der Parameter ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung.

Wird die tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren [Energie%] in den verschiedenen Körpergewichtsverlaufsgruppen mit Referenzwerten verglichen, so lässt sich ebenfalls bei keiner Kenngröße ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung feststellen.

### 5.2.7.6 Ungesättigte Fettsäuren

Beim Vergleich der täglichen Zufuhr an ein- und mehrfach ungesättigten Fettsäuren sowie der täglichen Omega-3- und Omega-6-Fettsäuren-Zufuhr [jeweils in g und Energie%] zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsentwicklung zeigt sich kein signifikanter Unterschied.

Ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen findet sich, wenn die tägliche Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr – bei den Omega-6-Fettsäuren macht der Vergleich mit Referenzwerten in den einzelnen Gruppen mit unterschiedlichem Gewichtsverlauf keinen Sinn, da der Großteil der Probanden eine ausreichende Versorgung mit diesen mehrfach ungesättigten Fettsäuren aufweist – in den einzelnen Gruppen mit Referenzwerten verglichen wird.

### 5.2.7.7 Di- und Polysaccharide

Vergleicht man die tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden [jeweils in g und Energie%] zwischen den einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen, so zeigt sich bei der absoluten Disaccharidzufuhr ein Zusammenhang mit der Gewichtsentwicklung (Tab. 5.38).

Beim jeweiligen Vergleich der Gruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat, mit den Gruppen, die vom 20sten Lebensjahr bis zur ersten Studienteilnahme an Gewicht zugenommen haben, zeigt sich jeweils in der Gruppe mit einem konstanten Körpergewicht eine höhere Disaccharidzufuhr mit der täglichen Nahrung.

**Tab. 5.38** Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Disaccharidzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	76,37 17,84 – 154,50	66,81 27,42 – 117,28	63,67 30,69 – 125,74	<b>n.s.<sup>2)</sup></b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 ( $p \leq 0,05$ ), Gr. 1 vs. Gr. 3 ( $p < 0,05$ )

\* nur signifikante Ergebnisse dargestellt

### **5.2.8 Gewichtsverlauf oder aktueller BMI – welcher dieser Faktoren leistet den größeren Beitrag zur Erklärung bestimmter Ernährungs- und Gesundheitsparameter im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren**

Bei den Kenngrößen  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, systolischer Blutdruck, mit Referenzwerten verglichener diastolischer Blutdruck, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit, Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung, subjektive Befindlichkeit, täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten und tägliche prozentuale Proteinzufuhr hat sich im Gesamtkollektiv der übergewichtigen oder adipösen Senioren sowohl zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 als auch zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufgruppen ein signifikanter Unterschied gezeigt (in den Tabellen A59 und A60 sind zusätzlich die Ergebnisse für jene Parameter, bei denen sich nur ein signifikanter Unterschied zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufgruppen erkennen ließ, dargestellt). Während sich für die  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma und für den täglichen Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten in der höheren BMI-Gruppe bzw. in den höheren Gewichtsverlaufgruppen niedrigere Werte zeigten, fanden sich für die übrigen Parameter in der höheren BMI-Gruppe bzw. in den höheren Gewichtsverlaufgruppen tendenziell größere Werte oder größere Prozentsätze in der negativen Ausprägungskategorie. Mit Hilfe der multiplen linearen Regression (Vergleich der standardisierten Regressionskoeffizienten (=  $\beta$ -Koeffizienten)) sowie der binären logistischen Regression (Vergleich der standardisierten Effekt-Koeffizienten) soll nun geklärt werden, ob der aktuelle BMI oder der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt den größeren Einfluss auf die oben genannten Ernährungs- und Gesundheitsparameter ausübt. Zu diesem Zweck werden der aktuelle BMI und der Gewichtsverlauf als Regressoren in das Regressionsmodell gesetzt.

Vorweg sollte noch erwähnt werden, dass die in Kap. 3.9 S 14ff der vorliegenden Arbeit erwähnten Voraussetzungen für beide Analyseverfahren gegeben sind. Sowohl die Toleranzwerte (der niedrigste Toleranz-Wert für die unabhängigen Variablen lag bei 0,458) als auch der Konditionsindex (der höchste Konditionsindex wies einen Wert von 26,5 auf) lieferten keinen Hinweis auf das Vorliegen einer ernststen Multikollinearität. Und auch die für die binäre logistische Regression erforderliche Fallzahl von  $\geq 25$  pro Gruppe wurde in allen Fällen erreicht.

Aus Tab. 5.39 geht hervor, dass der aktuelle BMI einen signifikant größeren Beitrag zur Erklärung des systolischen Blutdrucks sowie der täglichen prozentualen Proteinzufuhr leistet. Der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt wiederum leistet einen signifikant größeren Beitrag zur Erklärung der subjektiven Befindlichkeit. Keine signifikant unterschiedlichen Erklärungsbeiträge durch BMI und Gewichtsverlauf zeigen sich hingegen bei den Parametern  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma und täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten.

**Tab. 5.39** Multiple lineare Regression zum Vergleich des Erklärungsbeitrags, den der aktuelle BMI bzw. der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, systolischer Blutdruck, subjektive Befindlichkeit, täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten und tägliche prozentuale Proteinzufuhr im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren leisten

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	$\beta^1$	$p^2$
<b><math>\beta</math>-Carotin-Konzentration im Plasma [<math>\mu\text{g}/\text{dl}</math>]</b> (n = 286)	Aktueller BMI	-0,101	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,035	n.s.
<b>Systolischer Blutdruck [mmHg]</b> (n = 290)	Aktueller BMI	0,213	$\leq 0,01$
	Gewichtsverlauf	-0,117	n.s.
<b>Subjektive Befindlichkeit</b> (n = 229)	Aktueller BMI	0,136	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,210	$< 0,05$
<b>Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten [min/d]</b> (n = 289)	Aktueller BMI	-0,010	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,159	n.s.
<b>Tägliche Proteinzufuhr [Energie%]</b> (n = 256)	Aktueller BMI	0,205	$< 0,05$
	Gewichtsverlauf	-0,035	n.s.

1)  $\beta$ -Koeffizient; Einflussstärke der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable

2) t-Test; die einzelnen Regressionskoeffizienten werden auf Verschiedenheit von Null überprüft

In Tab. 5.40 werden die standardisierten Effekt-Koeffizienten der unabhängigen Variablen aktueller BMI und Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Kenngrößen diastolischer Blutdruck/Vergleich mit Referenzwerten, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren miteinander verglichen. Demnach lässt sich die Zugehörigkeit zu der höheren Referenzgruppe

für den diastolischen Blutdruck signifikant stärker mit Hilfe des aktuellen BMI erklären. Keine signifikant unterschiedlichen Erklärungsbeiträge durch BMI und Gewichtsverlauf zeigen sich hingegen für das Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie für das Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung.

**Tab. 5.40** Binäre logistische Regression zum Vergleich der standardisierten Effekt-Koeffizienten der unabhängigen Variablen aktueller BMI und Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter diastolischer Blutdruck/Vergleich mit Referenzwerten, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	stand. Exp(B) <sup>1)</sup>	p <sup>2)</sup>
<b>Diastolischer BD [mmHg] / Vergleich mit Referenzwerten (n = 290)</b>	Aktueller BMI	1,71	<b>&lt; 0,01</b>
	Gewichtsverlauf	1,05	<b>n.s.</b>
<b>Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit (n = 291)</b>	Aktueller BMI	1,20	<b>n.s.</b>
	Gewichtsverlauf	1,29	<b>n.s.</b>
<b>Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung (n = 291)</b>	Aktueller BMI	1,04	<b>n.s.</b>
	Gewichtsverlauf	1,49	<b>n.s.</b>

1) Standardisierter Effekt-Koeffizient; dieser gibt den Faktor an, um den sich die Chance zu Gunsten des Ereignisses  $Y = 1$  erhöht, wenn die unabhängige Variable um eine Einheit der Standardabweichung erhöht wird ( $X_j+1$ ) [stand.Exp(B) < 1: Chance sinkt, stand.Exp(B) > 1: Chance steigt, stand.Exp(B) = 1: Chance bleibt gleich]

2) Wald-Statistik; es wird ermittelt, ob der Regressionskoeffizient signifikant von Null verschieden ist

### 5.3 Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI

Tab. 5.41 zeigt die BMI-Entwicklung der Probanden vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr. Im Vergleich zu den Frauen weisen die Männer einen signifikant höheren BMI mit 20 Jahren auf. Beim BMI mit 60 Jahren lässt sich kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied mehr feststellen.

**Tab. 5.41** BMI-Entwicklung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 466)	<b>Frauen</b> (n = 335)	<b>Männer</b> (n = 131)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Alter</b>				
<b>mit 20 Jahren</b>	20,80 16,88 – 25,87	20,18 16,73 – 25,32	21,80 17,51 – 26,85	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 60 Jahren</b>	25,08 20,50 – 34,33	25,04 20,33 – 34,80	25,40 21,53 – 32,60	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Die BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr ist in Tab. 5.42 dargestellt. Im Vergleich zu den Männern weisen die Frauen eine signifikant höhere BMI-Differenz in diesem Zeitraum auf.

**Tab. 5.42** BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 466)	<b>Frauen</b> (n = 335)	<b>Männer</b> (n = 131)	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>BMI-Differenz</b>	4,51 -0,93 – 12,30	4,76 -1,09 – 13,29	3,68 -0,92 – 11,06	<b>&lt; 0,01</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

Aus Tab. 5.43 geht die BMI-Entwicklung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren hervor, wobei sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern stets ein positiver BMI-Verlauf zeigt. Vergleicht man den BMI mit 20 sowie mit 60 Jahren in den Gruppen der in jungen Jahren Unter- und Übergewichtigen jeweils zwischen den Geschlechtern, so findet sich kein signifikanter Unterschied. Während sich in der Gruppe der in jungen Jahren Normalgewichtigen beim

Vergleich der BMI-Werte mit 60 Jahren ebenfalls kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied feststellen lässt, zeigt sich beim Vergleich der BMI-Werte mit 20 Jahren ein signifikant höherer BMI bei den Männern.

**Tab. 5.43** BMI-Entwicklung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren [kg/m<sup>2</sup>] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI- Gruppen- Zugehörigkeit in jungen Jahren	Gesamt (n=466)*		Frauen (n=335)*		Männer (n=131)*		p <sup>1)</sup>
	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	p <sup>2)</sup>
<b>1: ≤ 18,49</b> (n=82, 69 F, 13 M)	17,62 14,12 – 18,40	23,65 19,68 – 29,63	17,61 13,94 – 18,40	23,57 19,09 – 29,83	17,63 14,61 – 18,42	23,99 20,14 – 29,24	n.s. n.s.
<b>2: 18,50 – 24,99</b> (n=349, 245 F, 104 M)	21,13 18,83 – 24,05	25,31 21,05 – 33,88	20,76 18,77 – 23,92	25,09 20,62 – 34,51	21,78 19,07 – 24,33	25,36 22,54 – 32,47	< 0,001 n.s.
<b>3: 25,00 – 29,99</b> (n=30, 17 F, 13 M)	26,18 25,09 – 29,16	30,55 21,57 – 40,92	26,19 25,09 – 27,34	31,73 21,71 – 41,78	26,18 25,20 – 29,73	29,30 21,39 – 33,85	n.s. n.s.
<b>4: ≥ 30,00**</b> (n=5, 4 F, 1 M)	31,70 30,49 – 34,76	27,84 26,56 – 38,68	32,79 30,67 – 34,76	32,24 27,60 – 38,68	30,49 30,49 – 30,49	26,56 26,56 – 26,56	(n.s.) (n.s.)

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_20J.

2) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_60J.

\* Probandenzahl inklusive der mit 20 Jahren Adipösen

\*\* Die Gruppe der mit 20 Jahren Adipösen wird aufgrund der geringen Probandenzahl von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

In Tab. 5.44 wird die BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren dargestellt. Weder bei den in jungen Jahren Untergewichtigen noch bei den in jungen Jahren normal- oder übergewichtigen Probanden lässt sich ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied in der BMI-Differenz feststellen.

Jedoch findet sich bei beiden Geschlechtern ein Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren und der BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr. Vergleicht man sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern die beiden Probandenkollektive, die in jungen Jahren unter- bzw. normalgewichtig sind, so zeigt sich jeweils bei den in jungen Jahren Untergewichtigen eine signifikant höhere BMI-Differenz. Bei den Männern lassen sich weitere Zusammenhänge zwischen den Probanden, die in jungen Jahren übergewichtig sind, und den Probandengruppen, die in jungen Jahren untergewichtig

bzw. normalgewichtig sind, ausmachen. Eine signifikant niedrigere BMI-Differenz zeigt sich jeweils in der Gruppe der in jungen Jahren Übergewichtigen.

**Tab. 5.44** BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Abhängigkeit von der BMI-Gruppe in jungen Jahren [kg/m<sup>2</sup>] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren	Gesamt (n=466)*	Frauen (n=335)*	Männer (n=131)*	p <sup>1)</sup>
	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	
<b>1: ≤ 18,49</b> (n=82, 69 F, 13 M)	6,21 1,82 – 12,50	6,31 1,64 – 13,58	5,99 2,80 – 12,04	<b>n.s.</b>
<b>2: 18,50 – 24,99</b> (n=349, 245 F, 104 M)	4,19 -0,41 – 11,97	4,40 -0,87 – 12,87	3,64 0,27 – 10,79	<b>n.s.</b>
<b>3: 25,00 – 29,99</b> (n=30, 17 F, 13 M)	4,16 -4,01 – 14,26	6,60 -4,24 – 14,44	1,45 -3,81 – 6,84	<b>n.s.</b>
<b>4: ≥ 30,00**</b> (n=5, 4 F, 1 M)	-3,93 -6,92 – 6,99	-0,16 -6,92 – 6,99	-3,93 -3,93 – -3,93	<b>(n.s.)</b>
<b>P<sup>2)</sup></b>	<b>&lt; 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>≤ 0,001<sup>4)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>5)</sup></b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gruppe 1 vs. Gruppe 2 (p < 0,001), Gruppe 1 vs. Gruppe 3 (p < 0,01)

4) U-Test nach Mann-Whitney: Gruppe 1 vs. Gruppe 2 (p < 0,001)

5) U-Test nach Mann-Whitney: Gruppe 1 vs. Gruppe 2 (p < 0,05), Gruppe 1 vs. Gruppe 3 (p < 0,01), Gruppe 2 vs. Gruppe 3 (p < 0,05)

\* Probandenzahl inklusive der mit 20 Jahren Adipösen

\*\* Die Gruppe der mit 20 Jahren Adipösen wird aufgrund der geringen Probandenzahl von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

Aus Tab. 5.45 geht die BMI-Veränderung der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen, hervor. Mit Ausnahme der übergewichtigen Männer zeigt sich stets ein positiver BMI-Verlauf. Während sich in der Gruppe der konstant Übergewichtigen beim Vergleich der BMI-Werte mit 20 als auch mit 60 Jahren kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied feststellen lässt, zeigt sich in der Gruppe der konstant Normalgewichtigen sowohl ein signifikant höherer BMI mit 20 Jahren als auch ein signifikant höherer BMI mit 60 Jahren bei den Männern.

**Tab. 5.45** BMI-Veränderung der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Zugehörigkeit mit 20 und 60 Jahren	Gesamt (n=173)*		Frauen (n=121)*		Männer (n=52)		p <sup>1)</sup>
	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	P <sup>2)</sup>
<b>1: ≤ 18,49**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	14,87 13,21 – 16,53	15,54 13,80 – 17,27	14,87 13,21 – 16,53	15,54 13,80 – 17,27	---	---	
<b>2: 18,50 – 24,99</b> (n=162, 115 F, 47 M)	20,69 18,73 – 23,55	23,45 19,87 – 24,73	20,18 18,70 – 23,42	23,25 19,73 – 24,63	21,43 19,46 – 24,06	24,01 20,70 – 24,88	< 0,001 < 0,001
<b>3: 25,00 – 29,99</b> (n=7, 2 F, 5 M)	27,34 25,42 – 29,73	27,79 26,62 – 29,80	26,38 25,42 – 27,34	27,88 26,62 – 29,13	28,15 25,57 – 29,73	27,79 27,02 – 29,80	n.s. n.s.
<b>4: ≥ 30,00**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	31,18 30,67 – 31,70	37,66 36,63 – 38,68	31,18 30,67 – 31,70	37,66 36,63 – 38,68	---	---	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_20J.

2) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_60J.

\* Probandenzahl inklusive der mit 20 Jahren Untergewichtigen und der mit 20 Jahren Adipösen

\*\* Die Gruppen der konstant Untergewichtigen bzw. Adipösen werden aufgrund der geringen Probandenzahl und der Tatsache, dass in diesen Gruppen ausnahmslos Frauen zu finden sind, von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

In Tab. 5.46 wiederum wird die BMI-Differenz der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen, dargestellt. Vergleicht man die BMI-Differenz in den Gruppen der konstant Normal- bzw. Übergewichtigen jeweils zwischen den Geschlechtern, so lässt sich in keinem der beiden Kollektive ein signifikanter Unterschied feststellen.

Des Weiteren wurde der Zusammenhang zwischen den beiden Variablen BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr und BMI-Gruppen-Zugehörigkeit mit 20 und 60 Jahren untersucht. Weder bei den Frauen noch bei den Männern zeigt sich beim Vergleich der konstant Normalgewichtigen mit den konstant Übergewichtigen ein signifikanter Unterschied in der BMI-Differenz.

**Tab. 5.46** BMI-Differenz der Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren die gleiche BMI-Gruppen-Zugehörigkeit aufweisen [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Zugehörigkeit mit 20 und 60 Jahren	Gesamt (n=173)*	Frauen (n=121)*	Männer (n=52)	p <sup>1)</sup>
	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	
<b>1: <math>\leq 18,49</math>**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	0,66 0,59 – 0,74	0,66 0,59 – 0,74	---	
<b>2: 18,50 – 24,99</b> (n=162, 115 F, 47 M)	2,51 -1,56 – 5,24	2,54 -1,70 – 5,29	2,41 -0,75 – 4,98	<b>n.s.</b>
<b>3: 25,00 – 29,99</b> (n=7, 2 F, 5 M)	0,08 -0,90 – 3,70	1,49 -0,72 – 3,70	0,08 -0,90 – 3,59	<b>n.s.</b>
<b>4: <math>\geq 30,00</math>**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	6,47 5,96 – 6,99	6,47 5,96 – 6,99	---	
<b>P<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) U-Test nach Mann-Whitney zwischen der Gruppe der konstant Normalgewichtigen und der Gruppe der konstant Übergewichtigen

\* Probandenzahl inklusive der mit 20 Jahren Untergewichtigen und der mit 20 Jahren Adipösen

\*\* Die Gruppen der konstant Untergewichtigen bzw. Adipösen werden aufgrund der geringen Probandenzahl und der Tatsache, dass in diesen Gruppen ausnahmslos Frauen zu finden sind, von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

Die BMI-Veränderung der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, ist in Tab. 5.47 dargestellt. Während sich bei den Probandenkollektiven, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder normal- oder übergewichtig werden, und bei den Probanden, die in jungen Jahren übergewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden, kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied im BMI mit 20 Jahren feststellen lässt, zeigt sich bei den Probandenkollektiven, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder übergewichtig oder adipös werden, ein signifikant höherer BMI mit 20 Jahren bei den Männern. In keiner der Gruppen findet sich hingegen ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied im BMI mit 60 Jahren.

Vergleicht man sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern die BMI-Werte mit 20 Jahren zwischen den Kollektiven, die in jungen Jahren jeweils untergewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder normal- oder übergewichtig werden, sowie zwischen den Kollektiven, die in jungen Jahren jeweils normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit

entweder übergewichtig oder adipös werden, so lässt sich in keiner Untersuchungsgruppe ein signifikanter Unterschied feststellen.

**Tab. 5.47** BMI-Veränderung der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [ $\text{kg/m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Veränderung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr	Gesamt (n=282)*		Frauen (n=207)*		Männer (n=75)		P <sup>1)</sup>
	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	BMI_20J.	BMI_60J.	P <sup>2)</sup>
<b>1 → 2</b> (n=54, 44 F, 10 M)	17,57 15,00 – 18,43	22,10 19,74 – 24,89	17,52 14,39 – 18,46	22,10 19,69 – 24,89	17,74 15,32 – 18,42	22,66 20,14 – 24,89	<b>n.s.</b> <b>n.s.</b>
<b>1 → 3</b> (n=24, 21 F, 3 M)	17,90 11,63 – 18,39	26,93 25,04 – 29,90	17,95 11,20 – 18,39	27,17 25,04 – 29,94	15,87 14,61 – 18,01	26,65 26,05 – 29,24	<b>n.s.</b> <b>n.s.</b>
<b>1 → 4**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	17,65 17,10 – 18,19	32,35 31,93 – 32,77	17,65 17,10 – 18,19	32,35 31,93 – 32,77	---	---	
<b>P<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	---	
<b>2 → 3</b> (n=139, 93 F, 46 M)	21,49 18,89 – 24,05	26,59 25,09 – 29,27	21,13 18,88 – 23,97	26,40 25,08 – 29,39	22,04 18,83 – 24,31	27,04 25,22 – 29,18	<b>&lt; 0,01</b> <b>n.s.</b>
<b>2 → 4</b> (n=47, 36 F, 11 M)	21,99 19,27 – 24,83	32,38 30,21 – 37,87	21,62 19,16 – 24,81	32,50 30,18 – 38,46	22,42 21,58 – 24,88	32,19 30,24 – 38,08	<b>&lt; 0,05</b> <b>n.s.</b>
<b>P<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	---	<b>n.s.</b>	---	
<b>3 → 4</b> (n=16, 11 F, 5 M)	26,28 25,09 – 28,04	33,52 30,34 – 41,78	26,38 25,09 – 27,34	34,36 30,76 – 41,78	25,97 25,66 – 28,04	32,50 30,34 – 33,85	<b>n.s.</b> <b>n.s.</b>

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_20J.

2) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern\_BMI\_60J.

3) U-Test nach Mann-Whitney zwischen den Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder normal- oder übergewichtig werden\_BMI\_20J.

4) U-Test nach Mann-Whitney zwischen den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder übergewichtig oder adipös werden\_BMI\_20J.

\* Probandenzahl inklusive der Studienteilnehmer, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden

\*\* Diese Gruppe wird aufgrund der geringen Probandenzahl und der Tatsache, dass sich in ihr ausnahmslos Frauen finden, von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

Aus Tab. 5.48 geht die BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, hervor. Vergleicht man die Probandenkollektive, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder normal- oder übergewichtig werden, sowie die Probandenkollektive die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder übergewichtig oder adipös werden, jeweils zwischen den Geschlechtern, so lässt sich kein signifikanter Unterschied in

der BMI-Differenz feststellen. Ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied zeigt sich hingegen bei den Probanden, die in jungen Jahren übergewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden, wobei die Frauen eine signifikant höhere BMI-Differenz aufweisen.

**Tab. 5.48** BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Veränderung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr	Gesamt (n=282)*	Frauen (n=207)*	Männer (n=75)	p <sup>1)</sup>
	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	
<b>1 → 2</b> (n=54, 44 F, 10 M)	4,99 1,84 – 9,01	4,91 1,82 – 8,71	4,99 2,80 – 9,57	<b>n.s.</b>
<b>1 → 3</b> (n=24, 21 F, 3 M)	9,59 6,65 – 17,44	9,26 6,65 – 18,41	11,23 10,18 – 12,04	<b>n.s.</b>
<b>1 → 4**</b> (n=2, 2 F, 0 M)	14,70 14,58 – 14,83	14,70 14,58 – 14,83	---	
<b>2 → 3</b> (n=139, 93 F, 46 M)	5,49 2,23 – 8,81	5,69 2,10 – 9,08	4,98 2,24 – 8,02	<b>n.s.</b>
<b>2 → 4</b> (n=47, 36 F, 11 M)	10,81 5,60 – 16,10	10,89 5,62 – 17,07	10,22 5,44 – 13,25	<b>n.s.</b>
<b>3 → 4</b> (n=16, 11 F, 5 M)	6,98 2,53 – 14,44	7,98 4,61 – 14,44	5,81 2,53 – 6,84	<b>&lt; 0,05</b>

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

\* Probandenzahl inklusive der Studienteilnehmer, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden

\*\* Diese Gruppe wird aufgrund der geringen Probandenzahl und der Tatsache, dass sich in ihr ausnahmslos Frauen finden, von der Tabellenbeschreibung sowie von der statistischen Auswertung ausgenommen.

In Tab. 5.49 ist die BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils nächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, dargestellt. Vergleicht man im weiblichen Probandenkollektiv die Probanden, die in jungen Jahren übergewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden, einerseits mit den Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit normalgewichtig werden, und andererseits mit den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit übergewichtig werden, so zeigt sich jeweils bei den Frauen, die mit 20 Jahren übergewichtig sind und bis zum 60sten Lebensjahr adipös werden, eine signifikant höhere BMI-Differenz.

**Tab. 5.49** BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils nächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Veränderung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr	Gesamt (n=209)	Frauen (n=148)	Männer (n=61)
	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.
<b>1: 1 → 2</b> (n=54, 44 F, 10 M)	4,99 1,84 – 9,01	4,91 1,82 – 8,71	4,99 2,80 – 9,57
<b>2: 2 → 3</b> (n=139, 93 F, 46 M)	5,49 2,23 – 8,81	5,69 2,10 – 9,08	4,98 2,24 – 8,02
<b>3: 3 → 4</b> (n=16, 11 F, 5 M)	6,98 2,53 – 14,44	7,98 4,61 – 14,44	5,81 2,53 – 6,84
<b>P<sup>1)</sup></b>	<b>&lt; 0,01<sup>2)</sup></b>	<b>≤ 0,001<sup>3)</sup></b>	<b>n.s.</b>

F = Frauen, M = Männer

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gruppe 1 vs. Gruppe 3 ( $p < 0,01$ ), Gruppe 2 vs. Gruppe 3 ( $p < 0,01$ )

3) U-Test nach Mann-Whitney: Gruppe 1 vs. Gruppe 3 ( $p < 0,001$ ), Gruppe 2 vs. Gruppe 3 ( $p \leq 0,001$ )

Aus Tab. 5.50 wiederum geht die BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils übernächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, hervor. Während sich bei den Männern zwischen den Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit übergewichtig werden, und den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden, kein signifikanter Unterschied in der BMI-Differenz feststellen lässt, zeigt sich im weiblichen Untersuchungskollektiv eine signifikant höhere BMI-Differenz in der Probandengruppe, die mit 20 Jahren normalgewichtig ist und bis zum 60sten Lebensjahr adipös wird.

**Tab. 5.50** BMI-Differenz der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils übernächst höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (Median, 5 – 95er Perzentile)

BMI-Gruppen-Veränderung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr	Gesamt (n=71)	Frauen (n=57)	Männer (n=14)
	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.	BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lj.
<b>1 → 3</b> (n=24, 21 F, 3 M)	9,59 6,65 – 17,44	9,26 6,65 – 18,41	11,23 10,18 – 12,04
<b>2 → 4</b> (n=47, 36 F, 11 M)	10,81 5,60 – 16,10	10,89 5,62 – 17,07	10,22 5,44 – 13,25
<b>P<sup>1)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>&lt; 0,05</b>	<b>n.s.</b>

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen den Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit übergewichtig werden, und den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden

## **6 Diskussion**

### **6.1 Probanden**

Die Durchführung dieser Arbeit geschieht im Rahmen der GISELA-Studie. Dazu werden die Basisdaten – die Daten, die bei der jeweils ersten Untersuchung der Studienteilnehmer ermittelt wurden – aus den Erhebungsjahren 1994–2004 herangezogen.

Auf Grund der verschiedenen Fragestellungen sowie der Vielzahl an untersuchten Parametern zum Ernährungs- und Gesundheitsstatus ergab sich kein homogenes Untersuchungskollektiv (s. Kap. 4.1 S 17ff). Prinzipiell wurden jeweils alle Probanden, die anhand der Fragestellung in Betracht kamen und von denen die entsprechenden Daten vorhanden waren, berücksichtigt. Größtenteils wurden die Probanden innerhalb einer Fragestellung unterschiedlichen Gruppen zugeordnet. Auf Grund einer zu geringen Gruppengröße oder der Tatsache, dass Probanden den Definitionsmerkmalen der einzelnen Gruppen nicht entsprachen, kam es vor, dass einige Studienteilnehmer trotz vorhandener Daten von den Auswertungen ausgenommen wurden. Des Weiteren ergab sich durch die Gruppeneinteilung bei der einen oder anderen im Fragebogen ausgewiesenen Antwortmöglichkeit im Rahmen eines Parameters eine zu geringe Probandenanzahl, sodass diese Senioren, die ansonsten dem Untersuchungskollektiv der Fragestellung angehörten, bei dieser bestimmten Kenngröße durch das Weglassen der entsprechenden Antwortmöglichkeit nicht berücksichtigt wurden.

Für die Charakterisierung der Studienteilnehmer wurden demnach ebenfalls alle Senioren, die bis zum Erhebungsjahr 2004 an der GISELA-Studie teilgenommen haben und von denen Daten zu den einzelnen beschreibenden Kenngrößen vorliegen, berücksichtigt (s. Kap. 4.2 S 21ff). Im Folgenden werden diese Probanden hinsichtlich ihrer anthropometrischen Daten, ihrer körperlichen Aktivität, ihres Rauchverhaltens, ihrer Bildung sowie ihrer Energie- und Nährstoffzufuhr mit dem Bundesdurchschnitt der älteren deutschen Bevölkerung verglichen. Für den Vergleich werden repräsentative Daten des Statistischen Bundesamtes (2008) für die über 59jährige deutsche Bevölkerung herangezogen. Zudem werden die Ergebnisse des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 für die 60-79jährigen Probanden (Junge und Nagel 1999), der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) für die über 54jährigen Personen (Herwig 1995) und der NVS II für die 51-80jährigen bzw. 60-80jährigen Teilnehmer (Max Rubner-Institut 2008)

verwendet. Bei dem Bundes-Gesundheitssurvey 1998 handelt es sich um eine repräsentative Bestandsaufnahme des Gesundheitszustandes und des Gesundheitsverhaltens der deutschen Bevölkerung im Alter von 18-79 Jahren. Die NVS sowie die NVS II sind bundesweite Erhebungen zur Ernährungssituation von Jugendlichen und Erwachsenen im Alter von 14-80 Jahren.

Bei einem Vergleich der GISELA-Probanden mit den 60-80jährigen Teilnehmern der NVS II (Max Rubner-Institut 2008) fällt auf, dass sowohl die Frauen als auch die Männer der vorliegenden Arbeit ein geringeres Körpergewicht sowie einen niedrigeren Taillen- und Hüftumfang aufweisen. Eine relativ gute Übereinstimmung zwischen diesen beiden Probandenkollektiven zeigt sich hingegen beim Parameter der Körpergröße. Folglich liegt der Body Mass Index und der Taille-Hüft-Quotient der GISELA-Senioren unter dem des Bundesdurchschnitts (Tab. 6.1, s. Kap. 4.2.6 S 27f).

**Tab. 6.1** Anthropometrische Daten der 60-80jährigen Probanden der NVS II (Median, 2,5 – 97,5er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 3971)	<b>Frauen</b> (n = 2025)	<b>Männer</b> (n = 1946)
<b>Anthropometrische Daten</b>			
<b>Körpergewicht [kg]</b>	77,2 57,1 – 105,9	70,4 50,4 – 98,3	84,0 63,7 – 113,5
<b>Körpergröße [cm]</b>	166,2 154,1 – 178,4	159,5 147,7 – 171,2	173,0 160,5 – 185,6
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>	27,8 21,0 – 38,9	27,5 20,4 – 39,9	28,1 21,6 – 37,9
<b>Taillenumfang [cm]</b>	95,6 76,4 – 122,0	89,3 69,8 – 117,2	101,9 83,0 – 126,9
<b>Hüftumfang [cm]</b>	104,5 91,1 – 127,5	104,8 89,5 – 131,5	104,1 92,7 – 123,5
<b>Waist-Hip-Ratio</b>	0,91 0,79 – 1,05	0,85 0,73 – 0,99	0,97 0,85 – 1,11

Für den Vergleich der körperlichen Aktivität zwischen den Probanden der GISELA-Studie und der älteren deutschen Bevölkerung werden die Daten der über 54jährigen Teilnehmer der NVS herangezogen (Herwig 1995) (Tab. 6.2, s. Kap. 4.2.5 S 26f). Hierbei muss berücksichtigt werden, dass das Aktivitätsverhalten in der NVS mit einer anderen Erhebungsmethode, einem Sieben-Tage-Aktivitätsprotokoll, erfasst wurde. Zudem wurden

die einzelnen erhobenen Aktivitäten in der NVS für die Auswertung zum Teil anders als in der vorliegenden Arbeit zusammengefasst. Auffällig ist jedoch, dass die Probanden der GISELA-Studie deutlich mehr Sport treiben als der gleichaltrige Bundesdurchschnitt. Im Gegensatz dazu verbringen die Teilnehmer der NVS mehr Zeit mit Spaziergehen. Bezüglich der Berufstätigkeit – sowohl die Senioren der GISELA-Studie als auch die Teilnehmer der NVS sind überwiegend nicht mehr berufstätig – sowie der Haus- und Gartenarbeit lassen sich keine auffälligen Unterschiede zwischen den beiden Untersuchungskollektiven feststellen. Insgesamt deuten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit darauf hin, dass es sich bei den Senioren der GISELA-Studie im Vergleich zum Bundesdurchschnitt um ein körperlich aktiveres Kollektiv handelt.

**Tab. 6.2** Täglicher Zeitverbrauch für verschiedene körperliche Aktivitäten der über 54jährigen Probanden der NVS (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt</b> (n = 4775)	<b>Frauen</b> (n = 2679)	<b>Männer</b> (n = 2096)
<b>Körperliche Aktivität</b> [min/d]			
<b>Berufstätigkeit</b>	0 0 – 0	0 0 – 0	0 0 – 0
<b>Haus- und Gartenarbeit</b>	177 170 – 182	216 210 – 222	137 130 – 142
<b>Spaziergehen</b>	52 50 – 54	52 47 – 52	52 52 – 56
<b>Sport, gesamt</b>	2 0 – 3	0 0 – 0	4 0 – 5

Der Anteil der Raucher liegt bei den Frauen und Männern der GISELA-Studie geringfügig unter demjenigen der 60-79jährigen Teilnehmer des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 (Junge und Nagel 1999). Im Bundes-Gesundheitssurvey 1998 gaben 11,0 % der Frauen und 17,3 % der Männer an zu rauchen. In der vorliegenden Arbeit handelt es sich hingegen bei 8,7 % der Frauen und 14,1 % der Männer um Raucher.

Wird das GISELA-Kollektiv bezüglich der Schulbildung mit dem Bundesdurchschnitt verglichen, so lässt sich bei den Probanden der vorliegenden Arbeit ein höheres Bildungsniveau feststellen. Während durchschnittlich von der über 59jährigen Bevölkerung in Deutschland 13,2 % einen Realschul- oder gleichwertigen Abschluss besitzen und 13,5 % die

Fachhoch- oder Hochschulreife aufweisen (Tab. 6.3), sind es in der GISELA-Studie 28,9 % bzw. 18,5 % (s. Kap. 4.2.2 S 22).

**Tab. 6.3** Höchster Schulabschluss der über 59jährigen Bevölkerung in Deutschland

(nach Statistisches Bundesamt 2008, Stand 2007)

Höchster Schulabschluss	Gesamt (n = 20381)*		Frauen (n = 11422)*		Männer (n = 8958)*	
	abs.*	%	abs.*	%	abs.*	%
Kein Schulabschluss	680	3,3	411	3,6	269	3,0
Volksschul- oder Hauptschulabschluss	14257	70,0	8357	73,2	5900	65,9
Realschul- oder gleichwertiger Abschluss	2697	13,2	1685	14,7	1012	11,3
Fachhochschul- oder Hochschulreife	2747	13,5	969	8,5	1777	19,8

\* in Tausend

Um die Energie- und Nährstoffzufuhr der Teilnehmer der GISELA-Studie beurteilen zu können, werden die Daten der 51-80jährigen Probanden der NVS II (Max Rubner-Institut 2008) zum Vergleich herangezogen. Dabei muss jedoch beachtet werden, dass in der NVS II mit der Diet-History-Methode – auf Basis kontrollierter Interviews wird der Lebensmittelverzehr sowie die Nährstoffzufuhr der Teilnehmer erfasst – ein anderes Ernährungserhebungsinstrument zur Anwendung kommt. Weiterhin muss berücksichtigt werden, dass die Berechnung der Energie- und Nährstoffzufuhr nicht wie in der GISELA-Studie auf Grundlage des Bundeslebensmittelschlüssels Version II.3 (BgVV 1999) erfolgte, sondern mit Hilfe des Ernährungserhebungsprogramms DISHES (Diet Interview Software for Health Examination Studies), welches an die Erfordernisse der NVS II angepasst wurde. Das Ernährungserhebungsprogramm DISHES wurde vom Robert Koch-Institut, Berlin entwickelt und im Bundes-Gesundheitssurvey 1998 eingesetzt (Mensink et al. 2001, Mensink et al. 1998). Im Vergleich zum älteren Bundesdurchschnitt lässt sich im GISELA-Kollektiv bei gleich hoher Energieaufnahme eine höhere Protein- und Kohlenhydratzufuhr feststellen. Ebenso weisen die Teilnehmer der vorliegenden Untersuchung eine niedrigere Fettzufuhr auf (s. Anhang Tab. A1, s. Kap. 4.2.4 S 23). Des Weiteren fällt auf, dass die Probanden der GISELA-Studie mehr Zink sowie weniger Natrium mit der täglichen Nahrung aufnehmen. Bei den Mineralstoffen Calcium, Magnesium, Kalium, Eisen und Jod zeigt sich kein Unterschied zwischen den beiden Probandenkollektiven (s. Anhang Tab. A2, s. Kap. 4.2.4 S

24f). Vergleicht man die tägliche Vitaminzufuhr zwischen den Probanden der vorliegenden Arbeit und dem älteren Bundesdurchschnitt, so zeigt sich bei den Teilnehmern der GISELA-Studie lediglich eine höhere Vitamin B<sub>12</sub>-Zufuhr. Bei den anderen Vitaminen findet sich entweder eine gleich hohe Zufuhr (Vitamin A, Vitamin B<sub>1</sub>, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>6</sub>) oder eine höhere Zufuhr auf Seiten der NVS II-Teilnehmer (Vitamin D, Vitamin E, Folsäure, Niacin, Vitamin C,  $\beta$ -Carotin) (s. Anhang Tab. A3, s. Kap. 4.2.4 S 24). Zu guter Letzt lässt sich bei den GISELA-Senioren im Vergleich zum Bundesdurchschnitt noch eine niedrigere Ballaststoff- und Alkoholaufnahme feststellen, wohingegen sich beim Vergleich der Cholesterinzufuhr kein Unterschied zwischen den beiden Probandenkollektiven zeigt (s. Anhang Tab. A4, s. Kap. 4.2.4 S 25). Die Empfehlungen bzw. Schätz- oder Richtwerte der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE et al. 2000) für die Protein-, Kohlenhydrat- und Fettzufuhr sowie für die Zufuhr des Vitamins B<sub>12</sub>, der Mineralstoffe Zink und Natrium und des Alkohols werden somit eher von den Teilnehmern der GISELA-Studie als vom älteren Bundesdurchschnitt erreicht. Hingegen wird die Umsetzung der Referenzwerte der DGE für die Vitamine C, D, E, Folsäure, Niacin und  $\beta$ -Carotin sowie für die Ballaststoffe eher von den NVS II-Probanden realisiert.

Abschließend kann festgehalten werden, dass es sich bei den Teilnehmern der GISELA-Studie um ein im Vergleich zum Bundesdurchschnitt körperlich aktiveres, gesundheitsbewussteres und ein höheres Bildungsniveau aufweisendes Kollektiv handelt. Abgesehen von der Versorgung mit einigen Vitaminen sowie der Ballaststoffzufuhr lässt sich bei den GISELA-Senioren ein im Vergleich zur älteren deutschen Durchschnittsbevölkerung ausgewogeneres Ernährungsverhalten feststellen. Diese Gegebenheiten lassen sich vermutlich dadurch begründen, dass sich insbesondere solche Senioren zur Teilnahme an freiwilligen Studien mit umfangreichen Befragungen und Untersuchungen bereit erklären, die für den Untersuchungsgegenstand Interesse haben. Auch aus anderen Studien, die sich mit Aspekten der Gesundheit und der Ernährung befassen, ist bekannt, dass sich deren Teilnehmer durch ein ausgeprägtes Gesundheitsbewusstsein und ein hohes Bildungsniveau auszeichnen (Stone und Norris 1966, Garry et al. 1982, Tucker et al. 1995).

## **6.2 Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und einzelnen Untersuchungsparametern der GISELA-Studie**

### **6.2.1 Blutfette und BMI-Gruppe**

In Kap. 5.1.1 S 29ff der vorliegenden Arbeit wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und den einzelnen Blutfettkonzentrationen untersucht. Außerdem wird die Prävalenz abnormaler Lipidkonzentrationen zwischen den einzelnen BMI-Gruppen verglichen.

Beim Gesamtcholesterin sowie beim LDL-Cholesterin zeigt sich zwischen den einzelnen BMI-Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Serumkonzentration. Bei den Triglyceriden weisen die Adipösen beider Geschlechter im Vergleich zu den normalgewichtigen Frauen und Männern eine signifikant höhere Serumkonzentration auf. Zudem findet sich bei den übergewichtigen Frauen eine signifikant höhere Konzentration als bei den normalgewichtigen Frauen. Vergleicht man die HDL-Cholesterinkonzentration im Serum zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so lässt sich sowohl bei den adipösen Frauen als auch bei den adipösen Männern eine signifikant niedrigere Konzentration als bei den Normalgewichtigen des jeweiligen Geschlechts feststellen. Des Weiteren zeigt sich bei den übergewichtigen Männern eine signifikant niedrigere Konzentration als bei den normalgewichtigen Männern. Bei den Frauen hingegen findet sich zusätzlich ein signifikanter Unterschied zwischen den Übergewichtigen und den Adipösen, wobei letztere eine niedrigere Konzentration aufweisen.

Bezüglich der Prävalenz dieser kardiovaskulären Risikofaktoren lässt sich lediglich beim HDL-Cholesterin ein Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen. Demnach zeigt sich im Vergleich zu den normalgewichtigen Männern bei einem signifikant höheren Prozentsatz an adipösen Männern ein zu niedriger HDL-Cholesterinspiegel im Serum.

In der Literatur finden sich sehr wenige Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und mehreren in der vorliegenden Arbeit untersuchten Lipidparameter beschäftigten. Auch gibt es nicht allzu viele Studien, die den Unterschied einzelner Blutfettkonzentrationen zwischen verschiedenen BMI-Gruppen speziell in älteren Probandenkollektiven untersuchten.

Huang et al. (2002) untersuchten in ihrer Arbeit an 38556 Taiwanesen, 20276 Frauen und 18280 Männer, den Zusammenhang zwischen vier anthropometrischen Messgrößen (BMI, WC, WHR, WHtR) und verschiedenen kardiovaskulären Risikofaktoren. Die Teilnehmer wurden hierfür in die Altersgruppen 20-39 Jahre, 40-64 Jahre und  $\geq 65$  Jahre (485 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 69,4 Jahren und 528 Männer mit einem Durchschnittsalter von 69,8 Jahren) unterteilt. Die Klassifizierung in die einzelnen BMI-Gruppen erfolgte nach den WHO-Kriterien für die asiatische Bevölkerung, wonach ein BMI  $\geq 23$  kg/m<sup>2</sup> als Übergewicht und ein BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> als Adipositas definiert wird (WHO 2000). Mit Ausnahme der Prävalenz eines zu hohen LDL-Cholesterinspiegels bei den Männern im Alter von 40-64 Jahren ließen sich in den beiden jüngeren Altersgruppen bei beiden Geschlechtern für die Parameter Gesamtcholesterin, Triglyceride, LDL-Cholesterin und HDL-Cholesterin sowohl signifikant höhere Plasmakonzentrationen bzw. im Fall des HDL-Cholesterins signifikant niedrigere Plasmakonzentrationen als auch signifikant höhere Prävalenzen abnormer Konzentrationen mit steigender BMI-Gruppe feststellen. Die Ergebnisse in der Altersgruppe  $\geq 65$  Jahre waren hingegen statistisch nicht einheitlich. Keine signifikanten Zusammenhänge mit der BMI-Gruppe fanden sich bei beiden Geschlechtern für die Prävalenz zu hoher Gesamtcholesterinspiegel sowie bei den Männern für die Prävalenz zu hoher LDL-Cholesterinspiegel. Bezüglich der Plasmakonzentrationen konnte bei beiden Geschlechtern kein signifikanter Unterschied beim Gesamtcholesterin und bei den Frauen kein signifikanter Unterschied beim LDL-Cholesterin zwischen den einzelnen BMI-Gruppen ausgemacht werden. Die Autoren vermuteten diese statistische Unstimmigkeit in der Tatsache, dass die Stichprobengröße der Senioren im Vergleich zu den beiden jüngeren Altersgruppen relativ klein war.

Dies führte zur Durchführung einer weiteren Querschnittsstudie, in der Huang et al. (2005) an 2432 nicht-institutionalisierten taiwanesischen Senioren, 1189 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 73,0 Jahren und 1243 Männer mit einem Durchschnittsalter von 72,7 Jahren, den Zusammenhang zwischen den anthropometrischen Kennziffern BMI, WC bzw. WHR und verschiedenen Risikofaktoren für Herz- und Gefäßkrankheiten untersuchten. Die BMI-Gruppen-Einteilung erfolgte anhand von Quintilen. Im Vergleich zur vorliegenden Arbeit wurde in dieser Studie nicht die Prävalenz von Abnormalitäten einzelner Lipidkonzentrationen untersucht, sondern allgemein die Prävalenz einer Dyslipidämie, wobei diese als ein Gesamtcholesterinspiegel im Plasma  $\geq 240$  mg/dl und/oder ein Triglyceridspiegel im Plasma  $\geq 200$  mg/dl und/oder ein LDL-Cholesterinspiegel im Plasma

$\geq 160$  mg/dl und/oder ein HDL-Cholesterinspiegel im Plasma  $< 35$  mg/dl definiert wurde. Mit Hilfe der ans Alter angepassten logistischen Regressionsanalyse zeigten sich bei beiden Geschlechtern für das dritte, vierte und fünfte BMI-Quintil im Vergleich zum niedrigsten BMI-Quintil signifikant höhere Quotenverhältnisse für das Vorliegen einer Dyslipidämie.

Eine weitere Untersuchung, die sich mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und verschiedenen kardiovaskulären Risikofaktoren beschäftigte, wurde von Brown et al. (2000) durchgeführt. Als Probandenkollektiv dienten 10009 Frauen und 8816 Männer, die am „National Health and Nutrition Examination Survey III (NHANES III)“, eine in zwei Drei-Jahres-Phasen von 1988-1994 durchgeführte Studie an der zivilen, nicht-institutionalisierten Bevölkerung der Vereinigten Staaten, teilgenommen haben. Diese wurden für die einzelnen Auswertungen in die Altersgruppen 20-39 Jahre, 40-59 Jahre und  $\geq 60$  Jahre (2940 Probanden) eingeteilt. Von je 85% der teilnehmenden Männer und Frauen lagen die Gesamtcholesterin- sowie die HDL-Cholesterin-Serumkonzentrationen vor. Für das Vorliegen abnormer Lipidkonzentrationen wurden mit Ausnahme der Prävalenz eines zu niedrigen HDL-Cholesterinspiegels bei den Frauen – hier wurde ein Referenzwert von  $< 45$  mg/dl gewählt, um die durchschnittlich höheren Werte der Frauen im Vergleich zu den Männern zu reflektieren – die gleichen Referenzwerte wie in der vorliegenden Arbeit verwendet. An dieser Stelle sollte noch kurz erwähnt werden, dass die Frauen auch in der vorliegenden Arbeit sowie in der Studie von Huang et al. (2005) in allen BMI-Gruppen höhere HDL-Cholesterinkonzentrationen als die Männer aufweisen. Die Daten zum BMI waren von 90% der Männer und von 87% der Frauen vorhanden. Zur Einteilung der Probanden in BMI-Gruppen wurden die Kategorien  $< 25$  kg/m<sup>2</sup>,  $25 - < 27$  kg/m<sup>2</sup>,  $27 - < 30$  kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> herangezogen. Beim Vergleich der Gesamtcholesterinkonzentration zwischen den einzelnen BMI-Gruppen zeigten sich bei beiden Geschlechtern in allen Altersgruppen in der Gruppe mit einem BMI  $< 25$  kg/m<sup>2</sup> jeweils niedrigere durchschnittliche Absolutwerte als in den höheren BMI-Gruppen, wobei sich die Werte in den drei BMI-Gruppen  $25 - < 27$  kg/m<sup>2</sup>,  $27 - < 30$  kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> nicht wesentlich voneinander unterschieden. Bezüglich der Prävalenz einer abnormen Gesamtcholesterinkonzentration fanden sich in allen Altersgruppen sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern in der Gruppe der Normalgewichtigen jeweils niedrigere Prozentsätze als bei den Übergewichtigen und Adipösen. Während sich bei den Männern in allen Altersgruppen mit der Ausnahme des Übergangs von der BMI-Gruppe  $27 - < 30$  kg/m<sup>2</sup> auf die BMI-Gruppe  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> in der Altersgruppe 40-59 Jahre mit steigender BMI-Gruppe jeweils eine Erhöhung der Prävalenz zeigte, war dies bei den Frauen nicht der

Fall. Bei den Männern im Alter von 20-39 Jahren nahm der Anstieg der Prävalenz einer abnormen Gesamtcholesterinkonzentration mit einem BMI  $> 25 \text{ kg/m}^2$  das größte Ausmaß an, wobei sich bei den Probanden mit einem BMI  $\geq 27 \text{ kg/m}^2$  eine mehr als zwei Mal so große Prävalenz als bei den Probanden mit einem BMI  $< 25 \text{ kg/m}^2$  feststellen ließ. Der größte Prävalenzanstieg bei den Frauen fand sich ebenfalls im Alter von 20-39 Jahren. Bei der Gegenüberstellung der BMI-Gruppen  $< 25 \text{ kg/m}^2$  und  $25 - < 27 \text{ kg/m}^2$  zeigte sich in letzterer Gruppe eine mehr als drei Mal so große Prävalenz für eine abnorme Gesamtcholesterinkonzentration. Beim Vergleich der HDL-Cholesterinkonzentration im Serum zwischen den einzelnen BMI-Gruppen ließen sich bei beiden Geschlechtern in allen Altersgruppen in der Gruppe der Normalgewichtigen jeweils höhere Absolutwerte feststellen als bei den Übergewichtigen und Adipösen. Bezüglich der Prävalenz einer zu niedrigen HDL-Cholesterinkonzentration zeigten sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern in allen Altersgruppen jeweils niedrigere Prozentsätze in der Gruppe mit einem BMI  $< 25 \text{ kg/m}^2$  als in den BMI-Gruppen  $25 - < 27 \text{ kg/m}^2$ ,  $27 - < 30 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$ . Mit Ausnahme der Männer in der Altersgruppe  $\geq 60$  Jahre – beim Übergang von der BMI-Gruppe  $27 - < 30 \text{ kg/m}^2$  auf die BMI-Gruppe  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  nahm die Prävalenz stark ab – fand sich bei beiden Geschlechtern in allen Altersgruppen ein Anstieg der Prävalenz mit höherer BMI-Gruppen-Zugehörigkeit. Das stärkste Ausmaß des Prävalenzanstiegs mit höherer BMI-Gruppe ließ sich abermals bei den jungen Teilnehmern beider Geschlechter beobachten, wobei sich bei den Übergewichtigen eine zwei Mal so hohe Prävalenz und bei den Adipösen eine drei Mal so hohe Prävalenz als in der Gruppe der Normalgewichtigen zeigte. Für die mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse ermittelten Quotenverhältnisse ergaben sich ähnliche Ergebnisse wie für die jeweiligen Prävalenzen.

Auch Must et al. (1999) verwendeten für ihre Überprüfung des Zusammenhangs zwischen dem Gewichtsstatus und verschiedenen Gesundheitszuständen – u.a. einen erhöhten Gesamtcholesterinspiegel – an 14997 Personen, 7896 Frauen und 7101 Männer, Daten aus der NHANES III. Die Studienteilnehmer wurden für die einzelnen Auswertungen in die Altersgruppen  $25 - < 55$  Jahre und  $\geq 55$  Jahre eingeteilt. Zur Einteilung der Probanden in BMI-Gruppen wurden mit einer Ausnahme – die Adipösen wurden in die drei Klassen  $30,0 - 34,9 \text{ kg/m}^2$ ,  $35,0 - 39,9 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 40,0 \text{ kg/m}^2$  unterteilt – die gleichen Kategorien wie in der vorliegenden Arbeit verwendet. In der Altersgruppe  $25 - < 55$  Jahre zeigten sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern anhand der nach ethnischer Herkunft bzw. Volkszugehörigkeit, Alter und Rauchverhalten angepassten logistischen Regressionsanalyse

im Vergleich zu den Normalgewichtigen (die Prävalenz für zu hohe Gesamtcholesterinspiegel betrug bei den Frauen 16,4% und bei den Männern 22,3%) signifikant höhere Prävalenzverhältnisse in der Gruppe der Übergewichtigen sowie in den einzelnen Klassen der Adipösen. Bezüglich einer Zunahme des Prävalenzverhältnisses mit steigender BMI-Gruppe ließ sich keine statistische Signifikanz feststellen. Bei den älteren Probanden beider Geschlechter fand sich im Vergleich zu den Normalgewichtigen (die im Vergleich zu den jüngeren Probanden höhere Prävalenz für zu hohe Gesamtcholesterinspiegel betrug bei den Frauen 43,2% und bei den Männern 36,6%) lediglich ein signifikant höheres Prävalenzverhältnis in der Gruppe der Übergewichtigen.

Sowohl das Gesamtcholesterin als auch das HDL-Cholesterin waren Gegenstand der Untersuchung von Stevens et al. (1993). An 320 weißen und 155 schwarzen Frauen sowie an 216 weißen und 95 schwarzen Männern im Alter zwischen 61 und 106 Jahren (Durchschnittsalter der Frauen: 72,4 Jahre; Durchschnittsalter der Männer: 72,1 Jahre), alles Teilnehmer der „Charleston Heart Study“ im Jahr 1988, wurde der Zusammenhang zwischen dem BMI und den bereits erwähnten kardiovaskulären Risikofaktoren erforscht. Zur Einteilung der Probanden in Gewichtskategorien dienten Daten des „National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)“ das in den Jahren 1976-80 durchgeführt wurde. Demnach galten die Probanden dieser Studie als übergewichtig, wenn ihr BMI über dem 85sten Perzentil der BMI-Wert-Verteilung der 20-39-jährigen NHANES-Teilnehmer lag. Als untergewichtig wurden diejenigen Probanden klassifiziert, deren BMI kleiner als der Wert des 15ten Perzentils war. Bezüglich der Gesamtcholesterinkonzentration zeigten sich im Vergleich zu den Normalgewichtigen niedrigere Werte in der Gruppe der Untergewichtigen bzw. höhere Werte in der Gruppe der Übergewichtigen, wobei diese Ergebnisse statistisch nicht signifikant waren. Wurden die Kovariaten Alkoholkonsum und Rauchverhalten miteinbezogen, so ließ sich keine bedeutende Veränderung feststellen. Für den Parameter HDL-Cholesterin, welches als prozentualer Anteil am Gesamtcholesterin angegeben wurde, fanden sich in allen Probandengruppen mit Ausnahme der schwarzen Frauen, signifikant niedrigere Prozentsätze mit steigender Gewichtsklasse. Das größte Ausmaß dieses Zusammenhangs ließ sich in der Gruppe der weißen Männer ausmachen.

Eine weitere Untersuchung, durchgeführt von Dey und Lissner (2003), setzte sich mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI bzw. dem WC und dem Auftreten von koronaren Herzerkrankungen innerhalb eines Zeitraums von 15 Jahren auseinander. Für insgesamt 1597

Probanden, 860 Frauen und 737 Männer, die zu Beginn des Untersuchungszeitraums 70 Jahre alt und frei von den bedeutendsten koronaren Herzerkrankungen waren, wurde mit Hilfe der multivariaten Cox-Regression das relative Risiko für das erste Auftreten von koronaren Herzerkrankungen in den einzelnen BMI- bzw. WC-Quartilen ermittelt. Im Rahmen dessen fanden sich für die 70-jährigen Frauen und Männer im zweiten, dritten und vierten Quartil jeweils höhere Gesamtcholesterinkonzentrationen als im ersten Quartil. Allerdings zeigte sich keine statistische Signifikanz für eine Zunahme der Gesamtcholesterinkonzentration mit steigendem BMI-Quartil.

Mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und verschiedenen Gesundheitszuständen, im Rahmen dessen auch ein erhöhter Gesamtcholesterinspiegel untersucht wurde, befassten sich die Arbeiten von Patterson et al. (2004) sowie Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008).

In der Querschnittsstudie von Patterson et al. (2004) wurden von 37005 Frauen und 35998 Männern im Alter zwischen 50 und 76 Jahren (52,4% der Frauen und 54,8% der Männer entfielen auf die Altersgruppe  $\geq 60$  Jahre) die anhand der logistischen Regression – diese wurde an die Faktoren Alter, ethnische Herkunft bzw. Volkszugehörigkeit, Bildung und Rauchverhalten angeglichen – ermittelten Quotenverhältnisse für 7 ernsthafte Erkrankungen (z.B. Hirnschlag, Krebs), für 2 uncharakteristische Gesundheitszustände, die mit einem Risiko für Herz- und Gefäßkrankheiten in Verbindung gebracht werden (Bluthochdruck, erhöhter Gesamtcholesterinspiegel), für 23 Beschwerden (z.B. Geschwüre, Arthrose) sowie für 11 gesundheitliche Leiden (z.B. Blaseninfektion, Kopfschmerzen, Erschöpfung) zwischen den BMI-Gruppen 18,5 - < 25,0 kg/m<sup>2</sup>, 25,0 - < 30,0 kg/m<sup>2</sup>, 30,0 - < 35,0 kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 35,0$  kg/m<sup>2</sup> miteinander verglichen. Beim Parameter der Hypercholesterinämie zeigten sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern in der Gruppe der Übergewichtigen sowie in den beiden Klassen der Adipösen jeweils signifikant höhere Quotenverhältnisse als in der Gruppe der Normalgewichtigen. Außerdem fanden sich bei beiden Geschlechtern signifikant höhere Prävalenzen mit steigender BMI-Kategorie.

Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008) erforschten in ihrer Arbeit an 18584 nicht-institutionalisierten Personen, 9977 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 66,2 Jahren und 8607 Männer mit einem Durchschnittsalter von 64,1 Jahren, im Alter von  $\geq 50$  Jahren aus 11 verschiedenen europäischen Ländern den Zusammenhang zwischen dem

Übergewicht bzw. der Adipositas und 13 vom Arzt diagnostizierten Krankheiten (z.B. Diabetes, Gehirnschlag), 11 Gesundheitsbeschwerden (z.B. Gelenkschmerzen, geschwollene Beine), der subjektiven Befindlichkeit sowie verschiedenen körperlichen Beeinträchtigungen (z.B. Schwierigkeiten bei den Aktivitäten des täglichen Lebens). Diesbezüglich wurden die Studienteilnehmer in die folgenden BMI-Kategorien eingeteilt: 18,5 - 24,9 kg/m<sup>2</sup>, 25,0 - 29,9 kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup>. Für die Hypercholesterinämie zeigten sich bei beiden Geschlechtern sowohl in der Gruppe der Übergewichtigen als auch in der Gruppe der Adipösen im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant höhere Odds Ratios, die anhand der multiplen logistischen Regression ermittelt wurden. Während sich bei den Frauen für die Prävalenz einer Hypercholesterinämie signifikant höhere Werte mit steigender BMI-Gruppe feststellen ließen, war dies bei den Männern nicht der Fall.

Zu guter Letzt soll hier auch noch die Arbeit von Casiglia et al. (2003) erwähnt werden. Ziel dieser Studie, an der 3257 Personen, 1982 Frauen und 1275 Männer, im Alter zwischen 65 und 95 Jahren teilgenommen haben, war es, auf Bevölkerungsniveau abschätzen zu können, ob das Gesamtcholesterin einen Risikofaktor für die Mortalität darstellt. Im Rahmen der Studiendurchführung wurden die Probanden getrennt nach Geschlecht anhand ihrer Gesamtcholesterinkonzentration in fünf Gruppen unterteilt. Während sich bei den Frauen in den einzelnen Gesamtcholesterin-Quintilen kein signifikanter Unterschied im BMI ausmachen ließ, zeigten sich bei den Männern im dritten, vierten und fünften Quintil jeweils signifikant höhere BMI-Werte als im ersten Quintil.

Auch wenn die einzelnen Studien – die eigene Arbeit miteinbezogen – bezüglich der ethnischen Herkunft bzw. Volkszugehörigkeit, der Kriterien für die BMI-Gruppen-Einteilung, der Kriterien für die Definition abnormer Lipidkonzentrationen sowie der statistischen Herangehensweise nicht einheitlich sind, so zeigen sich doch übereinstimmende Ergebnisse dahingehend, dass die übergewichtigen und adipösen älteren Personen im Vergleich zu den Normalgewichtigen höhere Prävalenzen für Lipidkonzentrationen, die außerhalb der Norm liegen, aufweisen. Auch wenn das Ausmaß des Prävalenzanstiegs dieser kardiovaskulären Risikofaktoren mit steigender BMI-Gruppe in den jüngeren Altersgruppen größer ist, sollte dem Zusammenhang zwischen den Blutfetten und dem BMI im Alter eine große Bedeutung beigemessen werden.

### 6.2.2 Antioxidantien und BMI-Gruppe

Ein fortgeschrittenes Lebensalter sowie die Adipositas werden mit einem höheren oxidativen Stressniveau in Zusammenhang gebracht (Finkel und Holbrook 2000, Keaney et al. 2003). Der oxidative Stress spielt eine bedeutende Rolle in der Entstehung von kardiovaskulären Erkrankungen und Krebs (Griendling und Alexander 1997, Klaunig und Kamendulis 2004). Es hat sich aber gezeigt, dass ein hoher Antioxidantienstatus mit einem geringeren oxidativen Stressniveau einhergeht und die Inzidenz chronischer Krankheiten auf diese Weise minimiert wird (Comstock et al. 1992, Gey 1993, Omenn et al. 1996, Woodson et al. 1999, Block et al. 2002). Ähnliche, wenn auch weniger schlüssige Ergebnisse finden sich in Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen der Antioxidantienzufuhr mit der Nahrung und dem Entstehungsrisiko für kardiovaskuläre Erkrankungen und Krebs beschäftigen (Key 1994, Willett 1994, World Cancer Research Fund 1997). Da die Prävalenz von Übergewicht und Adipositas mit zunehmendem Alter stark ansteigt und ältere Menschen eine Risikogruppe in Bezug auf die Nährstoffzufuhr per se darstellen, verdient die Beziehung zwischen dem BMI und dem Antioxidantienstatus bzw. deren Zufuhr mit der täglichen Nahrung eine besondere Berücksichtigung (Steen und Rothenberg 1998, Mensink 2002).

Eine vergleichende Gegenüberstellung der jeweiligen Antioxidantienkonzentrationen in den einzelnen Gewichtskategorien erfolgt in Kap. 5.1.2 S 31ff. Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und der Prävalenz unzureichender Antioxidantienkonzentrationen untersucht.

Sowohl beim Vitamin E als auch beim Selen findet sich zwischen den einzelnen BMI-Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Plasmakonzentration. Beim Vitamin C lässt sich im Vergleich zu den adipösen Frauen eine signifikant höhere Plasmakonzentration in der Gruppe der normalgewichtigen Frauen sowie in der Gruppe der übergewichtigen Frauen ausmachen. Vergleicht man die  $\beta$ -Carotin-Konzentration zwischen den einzelnen BMI-Gruppen, so zeigen sich bei beiden Geschlechtern sowohl bei den Normal- als auch bei den Übergewichtigen signifikant höhere Plasmakonzentrationen als bei den Adipösen. Des Weiteren findet sich beim Vergleich der normalgewichtigen Frauen mit den übergewichtigen Frauen eine signifikant höhere  $\beta$ -Carotin-Konzentration in der Gruppe der Normalgewichtigen. Letztlich zeigt sich auch noch bei der Glutathionperoxidaseaktivität ein

Zusammenhang mit der BMI-Gruppe. Dieser lässt sich zwischen den übergewichtigen und den adipösen Frauen ausmachen, wobei erstere eine signifikant höhere Aktivität aufweisen.

Bezüglich des Vergleichs der Prävalenz unzureichender Antioxidantienkonzentrationen zwischen den einzelnen BMI-Gruppen findet sich lediglich beim  $\beta$ -Carotin ein signifikanter Unterschied. Bei den Normalgewichtigen beider Geschlechter zeigt sich im Vergleich zu den adipösen Frauen und Männern ein höherer Prozentsatz an Probanden, der einen ausreichenden  $\beta$ -Carotin-Plasmaspiegel aufweist. Zusätzlich lässt sich bei den Frauen beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen sowie der Übergewichtigen mit den Adipösen jeweils in der niedrigeren Gewichtskategorie ein höherer Prozentsatz an Probanden ausmachen, der einen adäquaten bzw. einen darüber hinausgehenden Versorgungszustand aufweist.

In der Literatur gibt es nicht sehr viele Studien, die den Antioxidantienstatus bzw. deren Zufuhr mit der Nahrung zwischen verschiedenen BMI-Gruppen bei ausschließlich älteren Personen untersuchten. Aus diesem Grund werden auch Arbeiten, deren Probandenkollektiv sich aus Personen mittleren und höheren Alters zusammensetzte, sowie Studien, die sich mit dem Zusammenhang zwischen einzelnen Antioxidantien und dem BMI allgemein beschäftigten, zur Diskussion der eigenen Ergebnisse herangezogen.

Switzer et al. (2005) beschäftigten sich in ihrer Untersuchung mit dem Zusammenhang zwischen den Carotinoiden sowie den Vitaminen A und E im Plasma und den Parametern Alter, BMI und Rauchverhalten von aktuellen Nichtrauchern in der Vergangenheit nach Angleichung an die Supplementation mit Weizenkleie. Als Probanden dienten 39 amerikanische Frauen afrikanischer Abstammung, die frei von ernsthaften Komorbiditäten waren und einen angemessenen Ernährungsstatus aufwiesen, im Alter zwischen 40 und 70 Jahren (Durchschnittsalter: 57,4 Jahre). Während sich mit Hilfe der allgemeinen linearen Regression nach Angleichung an die Variablen Altersgruppe und vor bzw. nach der Supplementation mit Weizenkleie für das  $\alpha$ -Tocopherol kein Zusammenhang mit dem BMI feststellen ließ, fand sich in der Gruppe mit einem BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> eine signifikant höhere  $\gamma$ -Tocopherol-Konzentration als in der Gruppe mit einem BMI  $< 30$  kg/m<sup>2</sup>. Das gleiche Ergebnis zeigte sich, wenn die allgemeine lineare Regression noch zusätzlich an die Plasmacholesterinkonzentration angeglichen wird. Im Gegensatz dazu ließen sich bei den Plasmacarotinoiden beim Vergleich der BMI-Gruppen  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> und  $< 30$  kg/m<sup>2</sup> signifikant

höhere  $\alpha$ -Carotin-,  $\beta$ -Carotin- und  $\beta$ -Cryptoxanthin-Konzentrationen auf Seiten der Probanden mit einem BMI  $< 30 \text{ kg/m}^2$  ausmachen.

Eine weitere Studie, die sich neben der Beziehung zwischen den Parametern Energie- und Nährstoffaufnahme, Alkoholkonsum sowie Rauchverhalten mit den Serumkonzentrationen von Cholesterin,  $\alpha$ -Tocopherol und  $\beta$ -Carotin auch mit dem Zusammenhang zwischen verschiedenen anthropometrischen Messgrößen (BMI, WHR, WC) und den Serumkonzentrationen von  $\alpha$ -Tocopherol und  $\beta$ -Carotin auseinandersetzte, wurde von Wallström et al. (2001) durchgeführt. Für die einzelnen Auswertungen wurden 276 Frauen (31,9% waren älter als 60 Jahre) und 253 Männer (34,8% waren älter als 60 Jahre) im Alter zwischen 46 und 67 Jahren berücksichtigt. Anhand der altersangepassten Korrelation sowie anhand der multiplen linearen Regression, in der die einzelnen Variablen u.a. an die Faktoren Jahreszeit, Verwendung blutfettsenkender Medikamente, Alter und Rauchverhalten angeglichen wurden, zeigte sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem BMI und der  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Serum. Invers zum  $\beta$ -Carotin fand sich bei der  $\alpha$ -Tocopherol-Konzentration im Serum bei beiden Geschlechtern im Rahmen der altersangepassten Korrelation ein signifikanter positiver Zusammenhang mit dem BMI. Wurde als statistische Herangehensweise die multiple lineare Regression verwendet, so ließ sich dieser Zusammenhang lediglich bei den Männern feststellen.

Die Carotinoide  $\beta$ -Carotin, Lycopin, Lutein und Zeaxanthin waren Gegenstand der Untersuchung von Burke et al. (2005). An 98 Personen, 61 Frauen und 37 Männer, im Alter zwischen 45 und 73 Jahren (50% der Teilnehmer waren älter als 55 Jahre) wurde der Zusammenhang zwischen den mit der Nahrung aufgenommenen Carotinoiden sowie deren Serumkonzentrationen und der optischen Dichte des Makulapigments erforscht. Im Rahmen dieser Untersuchung ließ sich anhand der multivariaten Kovarianzanalyse bei den Probanden mit einem BMI  $< 27 \text{ kg/m}^2$  (43 Frauen und 14 Männer) im Vergleich zu den Probanden mit einem BMI  $\geq 27 \text{ kg/m}^2$  (18 Frauen und 23 Männer) zum einen eine signifikant höhere  $\beta$ -Carotin- und Luteinkonzentration im Serum und zum anderen eine signifikant höhere  $\beta$ -Carotin-Aufnahme sowie eine signifikant höhere an die Energiezufuhr angepasste  $\beta$ -Carotin-Aufnahme mit der täglichen Nahrung feststellen.

Auch Brady et al. (1996) hatten die Carotinoide als Untersuchungsobjekt. Sie erforschten in ihrer Studie an 400 Frauen und Männern im Alter zwischen 50 und 84 Jahren (Durchschnittsalter: 65 Jahre) die Beziehung der Carotinoidkonzentrationen von  $\alpha$ -Carotin,  $\beta$ -Carotin,  $\beta$ -Cryptoxanthin, Lycopin und Lutein + Zeaxanthin im Serum sowie deren Aufnahme mit der täglichen Nahrung mit diversen physiologischen Faktoren sowie mit verschiedenen Lebensstilfaktoren. Mit Hilfe der einfachen linearen Regression konnte eine BMI-Differenz von +5,2 kg/m<sup>2</sup> mit einer um 10-13% niedrigeren  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin-Konzentration in Verbindung gebracht werden. Verwendete man als statistische Herangehensweise die multiple lineare Regression, die u.a. an die Faktoren Geschlecht, Alter, Rauchverhalten, Supplementeneinnahme und Alkoholzufuhr angeglichen wurde, so ließ sich eine BMI-Differenz von +5,2 kg/m<sup>2</sup> mit einer um 7-18% niedrigeren Konzentration der Carotinoide  $\alpha$ -Carotin,  $\beta$ -Carotin,  $\beta$ -Cryptoxanthin und Lutein + Zeaxanthin in Zusammenhang bringen. Bezüglich der Carotinoidaufnahme mit der täglichen Nahrung zeigte sich sowohl bei der einfachen als auch bei der multiplen linearen Regression lediglich für die Lutein + Zeaxanthin-Zufuhr ein signifikanter positiver Zusammenhang mit einer BMI-Differenz von +5,2 kg/m<sup>2</sup>.

Die Hypothese, dass die Glutathionperoxidaseaktivität im Vollblut mit steigendem Alter sinkt, hatten Espinoza et al. (2008) zum Forschungsziel. Durchgeführt wurde diese Studie an 601 selbstständig lebenden und mäßig körperlich beeinträchtigten Frauen im Alter zwischen 65 und 100 Jahren (Durchschnittsalter: 77,6 Jahre). Mit Hilfe der einfachen linearen Regression ließ sich im Rahmen dieser Untersuchung ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem BMI und der Glutathionperoxidaseaktivität feststellen. Um diese Beziehung näher zu durchleuchten, wurden die Studienteilnehmer in weiterer Folge den beiden BMI-Gruppen < 30 kg/m<sup>2</sup> und > 30 kg/m<sup>2</sup> zugeordnet. Bis zu einem BMI von 30 kg/m<sup>2</sup>, dem standardmäßigen klinischen Grenzwert für das Bestehen einer Adipositas, zeigte sich weiterhin ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern. Nach diesem Grenzwert fand sich allerdings ein negativer – wenn auch nicht signifikanter – Zusammenhang.

Zwei Studien, die sich hauptsächlich mit dem Zusammenhang zwischen der Mortalität und den Plasmakonzentrationen verschiedener Antioxidantien bei älteren Menschen beschäftigten und im Rahmen derer Untersuchungen auch die Beziehung der

Antioxidantienkonzentrationen mit dem BMI beleuchtet wurde, wurden von Buijsse et al. (2005) sowie von Fletcher et al. (2003) durchgeführt.

In der Arbeit von Buijsse et al. (2005) wurde der Zusammenhang zwischen der allgemeinen Mortalität bzw. der ursachenspezifischen Mortalität und den Plasmakonzentrationen von  $\alpha$ - und  $\beta$ -Carotin sowie von  $\alpha$ -Tocopherol erforscht. Insgesamt wurden 1168 augenscheinlich gesunde Senioren aus 9 Ländern im Alter zwischen 70 und 75 Jahren in dieser Studie berücksichtigt. Während sich anhand der Kovarianzanalyse mit steigendem Plasmacarotin-Terzil signifikant niedrigere BMI-Werte feststellen ließen, zeigte sich zwischen den einzelnen  $\alpha$ -Tocopherol-Terzilen kein signifikanter Unterschied im BMI. Nach der multivariaten Angleichung – u.a. an die Faktoren Geschlecht, Alter, Alkoholkonsum und körperliche Aktivität – fanden sich bei den Probanden mit einem BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> signifikant niedrigere durchschnittliche Plasmacarotinkonzentrationen als bei den Probanden mit einem BMI  $< 25$  kg/m<sup>2</sup> (0,47  $\mu$ mol/L vs. 0,60  $\mu$ mol/L). Beim  $\alpha$ -Tocopherol ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden BMI-Gruppen ausmachen.

Fletcher et al. (2003) wiederum untersuchten an 1214 Personen im Alter zwischen 75 und 84 Jahren (Durchschnittsalter: 78,5 Jahre) den Zusammenhang zwischen den Plasmakonzentrationen der Antioxidantien Vitamin C, Vitamin E, Vitamin A sowie  $\beta$ -Carotin und der Mortalität. Für die Vitamine C, E und A ließ sich unter Verwendung der logistischen Regression kein signifikanter Zusammenhang zwischen den einzelnen Plasmakonzentrations-Quintilen und dem BMI feststellen. Hingegen zeigten sich für das  $\beta$ -Carotin signifikant niedrigere BMI-Werte mit steigendem Plasmakonzentrations-Quintil.

Auch sollen hier noch zwei Studien angeführt werden, die den Mikronährstoffstatus von älteren Personen zum Thema hatten.

In der Querschnittsstudie von Assantachai und Lekhakula (2007) wurde die Prävalenz von Vitaminmängeln und deren Risikofaktoren an 2336 thailändischen Personen, 1447 Frauen und 889 Männer, im Alter zwischen 60 und 97 Jahren (Durchschnittsalter: 68,9 Jahre) erforscht. Beim Vergleich des durchschnittlichen BMI-Werts zwischen den Probanden mit einer normalen  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Serum und den Probanden mit einer unterhalb des Referenzwerts für eine adäquate  $\beta$ -Carotin-Versorgung liegenden Konzentration ließ sich unter Anwendung des Student t-Tests kein signifikanter Unterschied feststellen. Ebenfalls

kein signifikanter Unterschied im BMI fand sich beim Vergleich der beiden Gruppen für die antioxidativ wirksamen Vitamine A, C und E.

McNeill et al. (2002) untersuchten in ihrer Arbeit an 191 Frauen im Alter zwischen 75 und 96 Jahren (Durchschnittsalter: 80 Jahre) und an 207 Männern im Alter zwischen 75 und 93 Jahren (Durchschnittsalter: 79 Jahre) den Status einiger im Alter bedeutsamen Mikronährstoffe. Mit Hilfe des Mantel-Haenszel-Quotenverhältnisses zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem niedrigsten BMI-Terzil (Cut-off point: 23,9 kg/m<sup>2</sup>) und dem niedrigsten Vitamin C-Plasmakonzentrations-Terzil (Cut-off point: 27,7 µmol/L).

Bezüglich des  $\beta$ -Carotins haben sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit anhand der Literatur sehr gut bestätigen lassen (Brady et al. 1996, Wallström et al. 2001, Fletcher et al. 2003, Buijsse et al. 2005, Burke et al. 2005, Switzer et al. 2005). Für den signifikanten negativen Zusammenhang zwischen der  $\beta$ -Carotin-Konzentration und dem BMI gibt es einige Erklärungsvorschläge. Der erste beruht darauf, dass sich das  $\beta$ -Carotin zwischen dem Plasma und dem Fettgewebe, dem größten menschlichen Speichergewebe, verteilt (Van Vliet 1996). Demzufolge weisen adipöse Personen bei Gleichheit aller anderen metabolischen Faktoren eine höhere  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Fettgewebe auf als normalgewichtige Personen (Henderson et al. 1986). An dieser Stelle sollten auch noch die Beobachtungen von Brady et al. (1996) erwähnt werden. Die in ihrer Arbeit nachgewiesenen Unterschiede in den Serumkonzentrationen reflektierten zwar die Unterschiede in der täglichen Carotinoidaufnahme mit der Nahrung für Faktoren wie Rauchen, Alkoholkonsum, Alter und Geschlecht, nicht aber für Faktoren, die eine mögliche Rolle beim Transport sowie bei der Speicherung (HDL- und Nicht-HDL-Cholesterin, BMI) spielen. Dies deutet darauf hin, dass diese Zusammenhänge womöglich durch physiologische Faktoren wie Absorption, Speicherung und Nutzung beeinflusst werden. Eine weitere Erklärung stammt von Herbert et al. (1994), die eine mögliche Beeinflussung durch unterschiedliche systematische Fehler bei der Erfassung der Nahrungszufuhr vermuteten. Allerdings existieren nur wenige Daten, die diesen Erklärungsversuch bestätigen. So berichteten Wirfält et al. (2000) in ihrer Arbeit davon, dass adipöse Personen dazu neigen, größere Mengen an nährstoffreichen Lebensmitteln anzugeben als sie tatsächlich aufgenommen haben. Dieser Aspekt könnte durchaus auch auf die adipösen Probanden der vorliegenden Arbeit zutreffen, da sich kein signifikanter Unterschied in der  $\beta$ -Carotin-Aufnahme zwischen den einzelnen BMI-Gruppen

feststellen lässt. Wie schon zu Beginn dieses Unterkapitels erwähnt, wird die Adipositas mit oxidativem Stress in Verbindung gebracht (Keaney et al. 2003). Diese Beobachtung und der signifikante negative Zusammenhang zwischen der  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma und dem BMI in ihrer Arbeit ließ Buijsse et al. (2005) auf einen dritten Erklärungsvorschlag hindeuten. Demnach könnte die  $\beta$ -Carotin-Konzentration der adipösen Probanden speziell durch den oxidativen Stress erniedrigt werden. Ein vierter und letzter Erklärungsansatz für diesen Zusammenhang findet sich in der Arbeit von Wallström et al. (2001). Diesem obliegt die Annahme, dass adipöse Personen weniger Lebensmittel zu sich nehmen, die die  $\beta$ -Carotin-Konzentration erhöhen und dass diese Gegebenheit durch die Erhebung der Ballaststoffzufuhr sowie der  $\beta$ -Carotin-Aufnahme nicht adäquat erfasst wird.

Bei den anderen Antioxidantien zeigen sich nicht so eindeutige Ergebnisse. Bezüglich der Beziehung der Glutathionperoxidaseaktivität mit dem BMI lassen sich zumindest ähnliche Tendenzen feststellen. Während sich in der Arbeit von Espinoza et al. (2008) ab einem BMI  $> 30 \text{ kg/m}^2$  ein negativer Zusammenhang zwischen diesen beiden Parametern zeigte, findet sich bei den adipösen weiblichen Probanden des GISELA-Kollektivs im Vergleich zu der Gruppe der Übergewichtigen eine signifikant niedrigere Glutathionperoxidaseaktivität. Zwei Untersuchungen, die diese Ergebnisse bestätigen, wurden von Ozata et al. (2002) sowie von Olusi (2002) durchgeführt. In beiden Arbeiten ließ sich im Vergleich zu den Adipösen eine höhere Glutathionperoxidaseaktivität in der Gruppe der Normalgewichtigen ( $19 - 25 \text{ kg/m}^2$ ) ausmachen, wobei in der Studie von Ozata et al. (2002) die Probanden mit einem BMI  $> 30 \text{ kg/m}^2$  und in der Studie von Olusi (2002) die Probanden mit einem BMI  $> 40 \text{ kg/m}^2$  als Vergleichsgruppe dienten. Allerdings handelte es sich in beiden Untersuchungen um ein in Bezug auf das Alter sehr heterogenes Probandenkollektiv.

In der vorliegenden Arbeit lässt sich zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen bei beiden Geschlechtern kein signifikanter Unterschied in der Vitamin E-Plasmakonzentration feststellen. Bestätigung erfährt dieses Ergebnis dadurch, dass sich auch bei der täglichen Vitamin E-Zufuhr mit der Nahrung kein signifikanter Unterschied zeigt. Bezüglich der Vitamin E-Konzentration im Plasma fanden sich in der Literatur teilweise ähnliche Ergebnisse (Fletcher et al. 2003, Buijsse et al. 2005, Assantachai und Lekhakula 2007), zum Teil ließ sich aber auch ein signifikanter positiver Zusammenhang mit dem BMI ausmachen (Wallström et al. 2001, Switzer et al. 2005).

Im Gegensatz zum Vitamin E lässt sich beim Vitamin C in der vorliegenden Arbeit eine Diskrepanz zwischen der Plasmakonzentration und der oralen Aufnahme feststellen. Während sich sowohl bei den normalgewichtigen als auch bei den übergewichtigen Frauen eine im Vergleich zu den adipösen Frauen signifikant höhere Plasmakonzentration zeigt, findet sich bei der täglichen Vitamin C-Zufuhr mit der Nahrung kein signifikanter Unterschied. Bei den Männern ist es genau umgekehrt. Einerseits lässt sich zwar kein signifikanter Unterschied in der Vitamin C-Plasmakonzentration ausmachen, andererseits zeigt sich aber bei den Übergewichtigen eine signifikant höhere tägliche Aufnahme als bei den Normalgewichtigen. Auch hier könnte der in der Arbeit von Wirfält et al. (2000) erwähnte Aspekt, dass adipöse Personen dazu neigen, größere Mengen an nährstoffreichen Lebensmitteln anzugeben als sie tatsächlich aufgenommen haben, seine Gültigkeit haben. In der Literatur finden sich bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Vitamin C-Plasmakonzentration und dem BMI sehr wenige Untersuchungen. Während sich in der Arbeit von McNeill et al. (2002) ähnliche Ergebnisse zeigten, war dies in der Studie von Fletcher et al. (2003) für das weibliche Probandenkollektiv der GISELA-Studie nicht der Fall.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich bezüglich der Beziehung der  $\beta$ -Carotinkonzentration mit dem BMI sehr einheitliche Ergebnisse finden. Um den Zusammenhang zwischen den Vitaminen C und E sowie der Glutathionperoxidaseaktivität und dem BMI im Alter exakter beurteilen zu können, sind sicher noch mehrere Untersuchungen von Nöten.

### **6.2.3 Homocystein, Vitamine und BMI-Gruppe**

Das L-Homocystein ist eine natürlich vorkommende  $\alpha$ -Aminosäure. Als kurzlebiges Zwischenprodukt im Proteinstoffwechsel entsteht das Homocystein bei der Übertragung von Methylgruppen aus Methionin (Nygard et al. 1999). In vielen Studien hat sich gezeigt, dass erhöhte Homocysteinwerte einen bedeutenden und unabhängigen Risikofaktor für kardiovaskuläre Erkrankungen darstellen (Folsom et al. 1998, Wald et al. 1998, Stocker und Keaney 2004). Es wird postuliert, dass das Homocystein entweder durch eine direkte Schädigung des Endothels oder durch eine Modifikation des oxidativen Status eine Arteriosklerose verursacht. Durch die Autoxidation des Homocysteins begünstigt eine Hyperhomocysteinämie auch die Bildung von Hydroxylradikalen, bekannten Initiatoren der Lipidperoxidation (Jacobsen 2000). In Gegenwart von Kupferionenveränderungen im Redox-

Thiolstatus und einer Abänderung der mitochondrialen Genexpression führt das Homocystein des Weiteren zu einer Steigerung der LDL-Autoxidation (Maxwell 2000). Für ältere Personen von Bedeutung sind auch der Zusammenhang zwischen den Faktoren erhöhter Plasma-Homocysteinspiegel und Entwicklung einer Demenz oder Alzheimerkrankheit sowie die Rolle des Homocysteins bei der Skelettmuskelatrophie und -schwäche (Kado et al. 2002, Ravaglia et al. 2005). Zur Regulierung des Homocysteinspiegels ist eine ausreichende Versorgung mit den Vitaminen B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure erforderlich (Homocysteine Lowering Trialists` Collaboration 2005, Lonn et al. 2006). Da neben einer Hyperhomocysteinämie auch die Adipositas mit einer erhöhten Prävalenz von kardiovaskulären Erkrankungen einhergeht und ein fortgeschrittenes Alter ohnehin einen Risikofaktor für einen schlechten Ernährungsstatus darstellt, wird in dieser Arbeit auch der Zusammenhang zwischen dem BMI und den Plasma- bzw. Serumkonzentrationen des Homocysteins bzw. der Vitamine B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure näher beleuchtet (Steen und Rothenberg 1998, Pi-Sunyer 2000, Stocker und Keaney 2004).

In Kap. 5.1.3 S 34ff werden neben der Plasmakonzentration des Homocysteins und den Serumkonzentrationen der Vitamine B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure auch die Prävalenzen abnormer Konzentrationen zwischen den einzelnen BMI-Gruppen verglichen. Kein signifikanter Unterschied in der Plasma- bzw. Serumkonzentration findet sich beim Homocystein und beim Vitamin B<sub>6</sub>. Vergleicht man bei der Folsäure die adipösen Frauen zum einen mit den normalgewichtigen Frauen und zum anderen mit den übergewichtigen Frauen, so lässt sich jeweils in der Gruppe der Adipösen eine signifikant niedrigere Folsäurekonzentration im Serum feststellen. Auch beim Vitamin B<sub>12</sub> zeigt sich nur im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied. Dieser findet sich zwischen den Normal- und den Übergewichtigen, wobei sich in der Gruppe der Normalgewichtigen neben einer höheren Serumkonzentration auch ein höherer Prozentsatz an Probanden feststellen lässt, der den Referenzwert überschreitet.

Bezüglich der Beziehung des Homocysteins mit dem BMI im Alter existieren in der Literatur nur wenige Studien. Zudem ist zu erwähnen, dass die nachfolgend präsentierten Arbeiten nicht speziell darauf fokussiert waren. Des Weiteren sei vorweg gesagt, dass dem Autor dieser Arbeit nur eine Studie bekannt ist, die als einen der Untersuchungsschwerpunkte diesen Zusammenhang in Kombination mit den Blutkonzentrationen der Vitamine B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure sowie deren Zufuhr mit der täglichen Nahrung hatte.

Konukoğlu et al. (2003) beschäftigten sich in ihrer Untersuchung mit dem Zusammenhang zwischen der Gesamthomocysteinkonzentration im Plasma und den Plasmakonzentrationen der Thiobarbitursäurezahl, des Cholesterins sowie der Triglyceride, des Insulins und des Kupfers bei normalgewichtigen ( $\text{BMI} < 27 \text{ kg/m}^2$ ) und adipösen ( $\text{BMI} \geq 27 \text{ kg/m}^2$ ) älteren Personen mit und ohne Bluthochdruck. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden folgenden Gruppen zugeordnet: normalgewichtig mit normalem Blutdruck ( $n = 25$ , Durchschnittsalter: 54,5 Jahre, durchschnittlicher BMI:  $21,5 \text{ kg/m}^2$ ), normalgewichtig mit hohem Blutdruck ( $n = 25$ , 56,5 Jahre,  $23,5 \text{ kg/m}^2$ ), adipös mit normalem Blutdruck ( $n = 35$ , 60,5 Jahre,  $32,5 \text{ kg/m}^2$ ), adipös mit hohem Blutdruck ( $n = 45$ , 58,4 Jahre,  $33,8 \text{ kg/m}^2$ ). Anhand des Kruskal-Wallis Tests zeigte sich bei den normalgewichtigen Probanden mit normalem Blutdruck eine signifikant niedrigere durchschnittliche Homocysteinkonzentration im Plasma als bei den adipösen Probanden mit normalem Blutdruck. Auch beim Vergleich der normalgewichtigen hypertensiven Probanden mit den adipösen hypertensiven Probanden ließ sich in der Gruppe der Normalgewichtigen eine signifikant niedrigere durchschnittliche Homocystein-Plasmakonzentration feststellen. Auch sollte noch erwähnt werden, dass sich beim Vergleich der adipösen Probandenkollektive in der Gruppe mit hohem Blutdruck eine signifikant höhere durchschnittliche Homocysteinkonzentration fand. Im Gegensatz dazu ließ sich zwischen den normalgewichtigen Probandengruppen kein signifikanter Unterschied ausmachen.

Die Interventionsstudie von Vincent et al. (2006) hatte zum Ziel, den durch körperliche Betätigung induzierten oxidativen Stress sowie Homocystein- und Cholesterinwerte im Plasma zwischen normalgewichtigen ( $\text{BMI} < 25 \text{ kg/m}^2$ ) und übergewichtigen bzw. adipösen ( $\text{BMI} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ ) Personen im Alter zwischen 60 und 72 Jahren nach einem 6-monatigen Krafttraining zu vergleichen. Für die einzelnen Untersuchungen wurden die Studienteilnehmer folgenden Gruppen zugeteilt: normalgewichtig ohne Krafttraining ( $n = 10$ , Durchschnittsalter: 70,9 Jahre, durchschnittlicher BMI:  $23,9 \text{ kg/m}^2$ ), normalgewichtig mit Krafttraining ( $n = 10$ , 68,1 Jahre,  $22,8 \text{ kg/m}^2$ ), übergewichtig bzw. adipös ohne Krafttraining ( $n = 10$ , 71,2 Jahre,  $29,4 \text{ kg/m}^2$ ), übergewichtig bzw. adipös mit Krafttraining ( $n = 19$ , 66,5 Jahre,  $29,8 \text{ kg/m}^2$ ). Die Probanden mit zugeteiltem Krafttraining mussten 3x pro Woche trainieren und jede Übung 8-13x mit 50-80% der Maximalkraft wiederholen. Während sich vor dem Krafttraining anhand der einfaktoriellen ANOVA mit dem Post-Hoc-Mehrfachvergleich nach Tukey zwischen den einzelnen Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Homocysteinkonzentration feststellen ließ, zeigte sich danach in beiden

Trainingsgruppen ein signifikant niedrigerer Homocysteinspiegel als in der jeweiligen Vergleichsgruppe. Unabhängig vom Gewichtsstatus fand sich in beiden Krafttrainingsgruppen eine identische prozentuale Homocysteinabnahme.

Neben dem Homocystein waren auch die B-Vitamine Teil der Arbeit von Ledikwe et al. (2003). Die Ziele dieser Studie waren die Unterscheidung von Risikofaktoren, die eine Auswirkung auf den Ernährungsstatus haben, zwischen den Geschlechtern sowie die Erforschung der Beziehung von anthropometrischen Messgrößen (BMI, WC) mit anderen Parametern, die mit einem Ernährungsrisiko in Verbindung gebracht werden, in einer selbstständig und ländlich wohnenden älteren Bevölkerung. Die auf den Ernährungsstatus bezogenen Risikofaktoren umfassten einige Punkte des „Level II Nutrition Screen (LII)“, den „Healthy Eating Index (HEI)“, die Zufuhr bestimmter Nährstoffe unterhalb der empfohlenen Menge sowie die Konzentration bestimmter Plasmakomponenten ober- oder unterhalb definierter Grenzwerte. Als Probandenkollektiv diente eine Untergruppe der „Geisinger Rural Aging Study (GRAS)“ – eine Screening-Studie in Bezug auf Ernährungsstatusrisiken – die sich aus 98 Frauen mit einem Durchschnittsalter von 73,5 Jahren und 81 Männern mit einem Durchschnittsalter von 73,3 Jahren zusammensetzte. Während sich für die Männer anhand des an die Faktoren Energieaufnahme, Alter, Alkoholzufuhr und Rauchverhalten angeglichenen partiellen Korrelationskoeffizienten nach Pearson kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der B<sub>6</sub>-, B<sub>12</sub>- sowie Folsäurezufuhr mit der täglichen Nahrung ausmachen ließ, zeigte sich bei den Frauen ein signifikanter negativer Zusammenhang mit der Folsäurezufuhr. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen dem BMI und den Plasmakonzentrationen fand sich bei den Männern ein signifikanter negativer Korrelationskoeffizient für das Cobalamin und bei den Frauen ein signifikanter positiver Korrelationskoeffizient für das Homocystein sowie ein signifikanter negativer Korrelationskoeffizient für das Pyridoxal 5' Phosphat.

In der vorliegenden Arbeit zeigt sich zwischen den einzelnen BMI-Gruppen kein signifikanter Unterschied in der Homocystein-Plasmakonzentration. In der Literatur wird dieses Ergebnis teilweise bestätigt (Vincent et al. 2006), andererseits lässt sich aber auch in der Gruppe der Normalgewichtigen eine signifikant niedrigere Homocysteinkonzentration als in der Gruppe der Adipösen feststellen (Konukoğlu et al. 2003). Zudem fand sich in der Arbeit von Ledikwe et al. (2003) ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen diesen beiden Faktoren im weiblichen Probandenkollektiv. Wie schon erwähnt spielen die Vitamine B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure für die Regulierung des Homocysteinspiegels eine bedeutende Rolle (Homocysteine

Lowering Trialists` Collaboration 2005, Lonn et al. 2006). Da sich bei den Männern der vorliegenden Arbeit zwischen den einzelnen BMI-Gruppen weder ein signifikanter Unterschied in der täglichen Zufuhr dieser B-Vitamine noch in den Serumkonzentrationen feststellen lässt, erfährt das Ergebnis bezüglich des Zusammenhangs zwischen der BMI-Gruppe und dem Homocysteinspiegel im Plasma Bestätigung. Auch bei den Frauen findet sich kein signifikanter Unterschied in der täglichen Vitamin B<sub>6</sub>-, Vitamin B<sub>12</sub>- und Folsäurezufuhr mit der Nahrung. Allerdings zeigen sich beim Vergleich der Adipösen mit den Normal- bzw. Übergewichtigen jeweils signifikant niedrigere Folsäure-Serumkonzentrationen in der Gruppe der Adipösen. Des Weiteren lässt sich in der Gruppe der Übergewichtigen eine signifikant niedrigere Vitamin B<sub>12</sub>-Serumkonzentration als bei den Normalgewichtigen ausmachen. Diese Diskrepanz mit der täglichen Vitamin B<sub>12</sub>- und Folsäurezufuhr mit der Nahrung könnte dadurch erklärt werden, dass adipöse Personen dazu neigen, größere Mengen an nährstoffreichen Lebensmitteln anzugeben als sie tatsächlich aufgenommen haben (Wirfält et al. 2000). Auch wenn der im Vergleich zu den anderen BMI-Gruppen verminderte Folsäurestatus der adipösen Frauen nicht direkt mit der Homocysteinkonzentration in Verbindung gebracht werden kann, so kann dieser doch eine Auswirkung auf die negativen Eigenschaften des Homocysteins auf den menschlichen Organismus haben. So schlussfolgerten Konukoğlu et al. (2003) in ihrer Arbeit, dass das Homocystein in Gegenwart anderer traditioneller Risikofaktoren wie beispielsweise Bluthochdruck, Hyperlipidämie, Hyperinsulinämie oder Adipositas sogar innerhalb eines normalen Referenzbereichs eine permissive Rolle in Bezug auf die Endothelschädigung spielen kann. Des Weiteren nahmen die Autoren dieser Arbeit an, dass eine mäßige Erhöhung der Homocysteinkonzentration im Plasma in einem ursächlichen Zusammenhang mit der Krankheitsentstehung von Arteriosklerose und/oder kardiovaskulären Erkrankungen steht. An dieser Stelle sollte noch erwähnt werden, dass sich in der Arbeit von Ledikwe et al. (2003) der signifikante positive Zusammenhang zwischen dem BMI und der Homocystein-Plasmakonzentration bei den Frauen durch einen signifikanten negativen Zusammenhang zwischen dem BMI sowohl mit der täglichen Folsäurezufuhr mit der Nahrung als auch mit der Pyridoxal 5´ Phosphat-Konzentration im Plasma zum Teil erklären ließ. Bestätigt wurden diese Ergebnisse durch die signifikanten negativen Korrelationen der Homocysteinkonzentration im Plasma mit der Pyridoxal 5´ Phosphat-Plasmakonzentration, der Folsäure-Plasmakonzentration sowie der Cobalamin-Plasmakonzentration.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich bezüglich der Beziehung des BMI mit dem Homocystein im Alter eine Tendenz dahingehend feststellen lässt, dass die Homocystein-Plasmakonzentration mit steigendem BMI zunimmt. Aufgrund der negativen Auswirkungen des Homocysteins auf den menschlichen Organismus – besonders im Alter – sollten neben einer adäquaten Versorgung mit den Vitaminen B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub> und Folsäure die mit der Adipositas in Verbindung stehenden Risikofaktoren wie beispielsweise Bluthochdruck, Hyperlipidämie oder Hyperinsulinämie im Auge behalten werden. Eine besondere Bedeutung bezüglich der Verringerung der Homocystein-Plasmakonzentration im Alter könnte dem Krafttraining zu Teil werden. Wie bereits erwähnt zeigte sich in der Interventionsstudie von Vincent et al. (2006) nach einem 6-monatigen Krafttraining sowohl in der Gruppe der Normalgewichtigen als auch in der Gruppe der Übergewichtigen/Adipösen eine signifikante Reduktion der Homocystein-Plasmakonzentration. Nach Tessari et al. (2005) ist die Homocystein-Beseitigung aus dem Blut bei übergewichtigen/adipösen Personen – besonders bei denen mit einer Insulinresistenz – beeinträchtigt, wobei sich die Homocystein-Produktion nicht von der gesunden normalgewichtigen Vergleichsgruppe unterscheidet. Da in der Studie von Ibanez et al. (2005) ein Krafttraining zu einer Verbesserung der Insulin-Sensitivität bei übergewichtigen/adipösen Personen führte, könnte dies der Grund für die beobachtete Reduktion der Homocystein-Plasmakonzentration bei den übergewichtigen/adipösen Senioren in der Arbeit von Vincent et al. (2006) sein. Letzten Endes sind aber sicher noch mehrere Studien rund um diese Zusammenhänge notwendig, um exaktere Aussagen tätigen zu können.

#### **6.2.4 Blutdruck, Erkrankungen und BMI-Gruppe**

Die Adipositas wird bei älteren Personen neben einer erhöhten Mortalität (Harris et al. 1988, Allison et al. 1997) auch mit einem erhöhten Risiko für den Typ 2 Diabetes, für eine beeinträchtigte Glucosetoleranz (Bermudez und Tucker 2001, Defay et al. 2001), für die Hypertonie (Gryglewska et al. 1998), für abnormale Lipidkonzentrationen (Folsom et al. 2000, Turcato et al. 2000), für einen Schlaganfall (Dey et al. 2002) sowie für koronare Herzerkrankungen (Huang et al. 1997, Dey und Lissner 2003) in Verbindung gebracht. Da für diese Zusammenhänge schon sehr starke wissenschaftliche Beweise existieren, werden in diesem Unterkapitel außerdem die Prävalenzen der häufigsten Gesundheitszustände im Alter – einschließlich der Hypertonie – speziell zwischen den Normal- und den Übergewichtigen verglichen. Des Weiteren werden mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der

Prävalenz der in den einzelnen Studien untersuchten Krankheiten aufgezeigt und zwei potentielle gesundheitsverbessernde Maßnahmen im Alter gegeneinander abgewogen.

Eine vergleichende Gegenüberstellung der Absolutwerte des systolischen und des diastolischen Blutdrucks sowie der Prävalenzen abnormer Blutdruckwerte zwischen den einzelnen BMI-Gruppen findet in Kap. 5.1.4 S 36ff statt. Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und der Häufigkeit verschiedener Krankheiten sowie der durchschnittlichen Anzahl an Erkrankungen untersucht.

Mit Ausnahme der Prävalenz eines abnormen systolischen Blutdrucks zwischen den normal- und den übergewichtigen Männern zeigen sich beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Übergewichtigen bzw. mit den Adipösen bei beiden Geschlechtern jeweils in der Gruppe der Normalgewichtigen sowohl signifikant niedrigere systolische und diastolische Blutdruckwerte als auch signifikant niedrigere Prävalenzen für abnorme Werte beider Blutdruck-Kenngrößen. Außerdem lassen sich im weiblichen Probandenkollektiv beim Vergleich der Übergewichtigen mit den Adipösen jeweils in letzterer Gruppe ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck sowie eine signifikant höhere Prävalenz für abnorme diastolische Blutdruckwerte feststellen.

Kein signifikanter Prävalenzunterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen findet sich für die Krebs- und Organerkrankungen sowie für die Krankheitsbilder Osteoporose und Rheumatismus/Arthrose. Eine im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant höhere Prävalenz in der Gruppe der Adipösen zeigt sich im Gesamtkollektiv für den Diabetes mellitus, bei den Frauen für die Hypertonie, die ischämischen Herzerkrankungen und die Hirngefäßerkrankungen sowie bei den Männern für die Hypertonie. Beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen lässt sich im Gesamtkollektiv für die durchschnittliche Anzahl an Erkrankungen, bei den Frauen für die Hirngefäßerkrankungen und bei den Männern für die Hypertonie jeweils ein signifikant höherer durchschnittlicher Wert bzw. eine signifikant höhere Prävalenz in der Gruppe der Übergewichtigen feststellen. Während sich beim Vergleich der Übergewichtigen mit den Adipösen bei den Frauen für die Hypertonie sowie für die Schilddrüsenerkrankungen eine signifikant höhere Prävalenz auf Seiten der Adipösen findet, lässt sich bei den Männern für die Hirngefäßerkrankungen sowie für die Fettstoffwechselstörungen eine signifikant höhere Prävalenz auf Seiten der Übergewichtigen ausmachen. Beim Parameter der Fettstoffwechselstörungen zeigt sich bei den Männern auch

noch eine im Vergleich zu den Adipösen signifikant höhere Prävalenz in der Gruppe der Normalgewichtigen.

In der Literatur finden sich einige Studien, die sich mit der Beziehung zwischen dem BMI und dem Blutdruck bzw. verschiedenen Krankheiten in einem älteren Probandenkollektiv auseinandersetzen.

### BMI und Blutdruck

Die Arbeiten von Masaki et al. (1997), Gryglewska et al. (1998), Matsumura et al. (2001) und Amador et al. (2006) beschäftigten sich ausnahmslos mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Blutdruck.

Als Probandenkollektiv in der Studie von Masaki et al. (1997) diente eine Unterstichprobe des „Honolulu Heart Program“ – eine prospektive epidemiologische Studie über kardiovaskuläre Erkrankungen – die sich aus 1378 Männern mit japanischer Abstammung im Alter zwischen 60 und 82 Jahren zusammensetzte. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden in BMI-Quintile sowie in Altersgruppen mit einem Abstand von 5 Jahren eingeteilt. Während der durchschnittliche systolische Blutdruck bis zum dritten BMI-Quartil anstieg und danach relativ konstant blieb, ließ sich für den durchschnittlichen diastolischen Blutdruck ein linearer Anstieg ausmachen. Ähnliche Tendenzen zeigten sich in allen Altersgruppen, wobei sich der stärkste Anstieg für den durchschnittlichen systolischen Blutdruck bei den Probanden im Alter von  $\geq 70$  Jahren fand und der für den durchschnittlichen diastolischen Blutdruck bei den Probanden im Alter von  $\geq 75$  Jahren. Anhand der an die Faktoren Alter, körperlicher Aktivitätsindex, Alkoholkonsum, aktuelles Rauchen und Diabetes mellitus angeglichenen multiplen Regressionsanalyse ließ sich des Weiteren sowohl für den systolischen Blutdruck als auch für den diastolischen Blutdruck ein unabhängiger signifikanter Zusammenhang mit dem BMI feststellen. Jede Erhöhung des BMI um eine Einheit führte zu einem Anstieg des systolischen Blutdrucks um 1,15 mmHg bzw. zu einem Anstieg des diastolischen Blutdrucks um 0,70 mmHg. Wurden für weitere Auswertungen einerseits die Probanden mit gesundheitlichen Zuständen, die einen Einfluss auf den Blutdruck sowie auf den BMI haben könnten, und die Probanden, die blutdruck- oder cholesterinsenkende Medikamente einnahmen, ausgeschlossen und andererseits die Probanden in die Altersgruppen 60-69 Jahre und  $\geq 70$  Jahre eingeteilt, so zeigte sich abermals mit Hilfe der multiplen Regressionsanalyse

jeweils ein unabhängiger signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und den beiden Blutdruck-Kenngrößen.

Das Ziel der Arbeit von Gryglewska et al. (1998) war die Untersuchung der Beziehung zwischen dem Blutdruck und unterschiedlichen Messziffern der Adipositas in einer älteren und selbstständig lebenden Bevölkerungsgruppe, wobei das Probandenkollektiv 317 Personen, 219 Frauen und 98 Männer, im Alter von  $\geq 70$  Jahren umfasste. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Senioren den BMI-Gruppen  $< 25 \text{ kg/m}^2$ ,  $25 - < 30 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  zugeordnet. Während das Durchschnittsalter in den einzelnen BMI-Gruppen identisch war, zeigte sich in den ersten beiden BMI-Gruppen ein Männeranteil von 30% und in der Gruppe mit einem BMI  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  ein Männeranteil von 10%. Anhand des Student's t-Test ließ sich in der Gruppe der Adipösen im Vergleich zu den Normalgewichtigen sowohl ein signifikant höherer systolischer Blutdruck als auch ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck feststellen. Außerdem fand sich bei den Adipösen ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck als bei den Übergewichtigen. Mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten nach Pearson zeigte sich aber lediglich im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem BMI und den beiden Blutdruck-Kenngrößen.

Die Querschnittsstudie von Matsumura et al. (2001), die den Zusammenhang zwischen den beiden Faktoren BMI und Blutdruck an 645 Japanern, 387 Frauen und 258 Männer, im Alter von 80 Jahren erforschte, war Teil des „8020 Data Bank Survey“. Dieses wurde durchgeführt um die Beziehung zwischen den körperlichen und den die Zähne betreffenden Gesundheitszuständen in einem Kollektiv von sehr alten Personen zu untersuchen. Wie schon in der Arbeit von Masaki et al. (1997) wurden die Probanden in BMI-Quintile eingeteilt. Sowohl für die Frauen als auch für die Männer fand sich die Tendenz, dass sich der durchschnittliche systolische als auch der durchschnittliche diastolische Blutdruck mit steigendem BMI-Quintil erhöht. Anhand der Einweg-ANOVA ließ sich aber für beide Blutdruck-Kenngrößen nur ein signifikantes Ergebnis für das weibliche Probandenkollektiv feststellen. Des Weiteren zeigte sich mit Hilfe der an die Faktoren Geschlecht, Alkoholaufnahme, aktuelles Rauchverhalten, Glucosekonzentration im Serum, Gesamtcholesterinkonzentration im Serum und Kreatininkonzentration im Serum angeglichenen multiplen Regressionsanalyse ein unabhängiger signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem BMI und dem systolischen sowie dem diastolischen Blutdruck. Mit jedem BMI-Anstieg um eine Einheit ließ sich eine Erhöhung des systolischen

Blutdrucks um 1,05 mmHg bzw. eine Erhöhung des diastolischen Blutdrucks um 0,69 mmHg ausmachen.

Auch Amador et al. (2006) hatten ausnahmslos die Parameter BMI und Blutdruck als Untersuchungsobjekt. In ihrer Arbeit beschäftigten sie sich mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und dem systolischen sowie dem diastolischen Blutdruck in einem Kollektiv von 2404 Amerikanern mexikanischer Abstammung mit einem Durchschnittsalter von 72,6 Jahren und einem Frauenanteil von 58,2% über einen Zeitraum von 7 Jahren. Die verwendeten Daten stammten von der „Hispanic Established Population for the Epidemiological Study of the Elderly (H-EPESE)“-Longitudinalstudie. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Studienteilnehmer den BMI-Gruppen  $< 18,5$  kg/m<sup>2</sup>, 18,5 - 24,9 kg/m<sup>2</sup>, 25 - 29,9 kg/m<sup>2</sup>, 30 - 34,9 kg/m<sup>2</sup>, 35 - 39,9 kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup> zugeordnet. Anhand der Varianzanalyse und dem anschließend durchgeführten Post-Hoc-Test nach Tukey zeigten sich für den Untersuchungszeitraum von 7 Jahren für beide Kenngrößen des Blutdrucks mit steigender Gewichtskategorie signifikant höhere Durchschnittswerte. Außerdem ließ sich mit Hilfe der multiplen linearen Regression, die an die Faktoren Alter, Dauer, Geschlecht, Familienstand, formelle Ausbildungsjahre, Wechselwirkungsausdruck BMI-Kategorien x Dauer, Rauchverhalten, WC, gesundheitlicher Zustand und Inanspruchnahme des Gesundheitsdienstes angeglichen wurde, ausgehend von der Referenzgruppe der Normalgewichtigen mit steigender BMI-Gruppe zu jedem Untersuchungszeitpunkt – die Nachfolgeuntersuchungen fanden 2, 5 bzw. 7 Jahre nach der Basisuntersuchung statt – sowohl ein signifikant höherer systolischer Blutdruck als auch ein signifikant höherer diastolischer Blutdruck feststellen.

#### BMI und verschiedene kardiovaskuläre Risikofaktoren

Im Folgenden werden die Ergebnisse von drei bereits in Unterkapitel 6.2.1 erwähnten Studien angeführt, die den Zusammenhang zwischen dem BMI und verschiedenen kardiovaskulären Risikofaktoren – u.a. dem Blutdruck – erforschten.

Während sich in der Arbeit von Huang et al. (2002) für die Probanden im Alter von  $\geq 65$  Jahren im männlichen Untersuchungskollektiv sowohl signifikant höhere Plasmakonzentrationen für die Parameter systolischer und diastolischer Blutdruck als auch signifikant höhere Prävalenzen für einen Bluthochdruck – dieser wurde definiert als SBD  $\geq 140$  mmHg und/oder als DBD  $\geq 90$  mmHg – mit steigender BMI-Gruppe feststellen ließen,

zeigte sich bei den Frauen lediglich eine signifikante Erhöhung der diastolischen Blutdruck-Werte mit steigender Gewichtskategorie. In diesem Zusammenhang sollte erwähnt werden, dass sich auch bei den Frauen für die Kenngröße des systolischen Blutdrucks höhere Plasmakonzentrationen mit steigender BMI-Gruppe ausmachen ließen und sich die größte Prävalenz eines Bluthochdrucks in der höchsten Gewichtskategorie fand. Zudem zeigten sich im weiblichen Probandenkollektiv im Vergleich zu den Männern in allen BMI-Gruppen sowohl höhere systolische Blutdruck-Werte als auch mit Ausnahme der BMI-Gruppe  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> höhere Prävalenzen für einen Bluthochdruck.

In der Nachfolgestudie von Huang et al. (2005) ließen sich bei beiden Geschlechtern mit Ausnahme des zweiten sowie des fünften BMI-Quintils im weiblichen Probandenkollektiv in den höheren BMI-Quintilen signifikant größere Quotenverhältnisse für das Vorliegen eines Bluthochdrucks als im ersten BMI-Quintil feststellen. Im Vergleich zur ersten Studie von Huang et al. (2002) zeigte sich in dieser Untersuchung allerdings kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied bezüglich des Vorliegens einer Hypertonie.

In der Arbeit von Brown et al. (2000) fanden sich beim Vergleich des systolischen sowie des diastolischen Blutdrucks zwischen den einzelnen BMI-Gruppen sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern im Alter von  $\geq 60$  Jahren in der Gruppe mit einem BMI  $< 25$  kg/m<sup>2</sup> jeweils niedrigere durchschnittliche Absolutwerte für beide Blutdruck-Kenngrößen als in den höheren BMI-Gruppen, wobei sich die Werte in den drei BMI-Gruppen  $25 - < 27$  kg/m<sup>2</sup>,  $27 - < 30$  kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> nicht wesentlich voneinander unterschieden. Mit Ausnahme der BMI-Gruppe  $27 - < 30$  kg/m<sup>2</sup> bei den Männern ließ sich des Weiteren bei beiden Geschlechtern in den höheren BMI-Gruppen eine jeweils größere Hypertonieprävalenz – diese wurde definiert als 4-6 Messungen des SBDs  $\geq 140$  mmHg oder als 4-6 Messungen des DBDs  $\geq 90$  mmHg oder als Einnahme blutdrucksenkender Medikamente – ausmachen als in der BMI-Gruppe  $< 25$  kg/m<sup>2</sup>, wobei sich bei den Frauen zudem ein linearer Anstieg zeigte. Für die mit Hilfe der logistischen Regressionsanalyse ermittelten Quotenverhältnisse ergaben sich ähnliche Ergebnisse wie für die jeweiligen Prävalenzen. Außerdem ist zu erwähnen, dass sich bei den Frauen in allen Gewichtskategorien eine höhere Hypertonieprävalenz als bei den Männern feststellen ließ.

### BMI und verschiedene Gesundheitszustände

Abschließend werden nun noch einige – teilweise bereits zitierte – Studien erwähnt, die sich entweder ausnahmslos oder als Teil der Forschungsarbeit mit der Beziehung zwischen dem BMI und verschiedenen Gesundheitszuständen befassten.

Yan et al. (2004) hatten zum Ziel, den Zusammenhang zwischen dem BMI und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bei Personen in einem Alter von  $\geq 65$  Jahren zu untersuchen. Als Probandenkollektiv dienten die überlebenden Teilnehmer der „Chicago Heart Association Detection Project in Industry Study“, die von 1967–1973 durchgeführt wurde. Dieses setzte sich aus 7080 Personen, 3099 Frauen (Durchschnittsalter: 74,3 Jahre) und 3981 Männer (Durchschnittsalter: 72,8 Jahre), zusammen. Die Klassifizierung der Studienteilnehmer anhand des BMI erfolgte in die vier Kategorien  $< 18,5 \text{ kg/m}^2$ ,  $18,5 - 24,9 \text{ kg/m}^2$ ,  $25,0 - 29,9 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ . Mit Hilfe der altersangepassten logistischen Regression ließ sich bei beiden Geschlechtern beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Übergewichtigen einerseits und den Adipösen andererseits eine jeweils signifikant niedrigere Prävalenz für die chronischen Krankheiten Diabetes, Bluthochdruck und Arthritis/Ischias in der Gruppe der Normalgewichtigen feststellen. Außerdem zeigte sich bei den normalgewichtigen Frauen eine signifikant niedrigere Prävalenz für die kardiovaskulären Erkrankungen als bei den adipösen Frauen. Bezüglich der Prävalenz irgendeiner Krankheit sowie der durchschnittlichen Anzahl an Krankheiten – für die zweite Variable wurde als statistische Herangehensweise die altersangepasste lineare Regression verwendet – fanden sich beim Vergleich der normalgewichtigen Frauen mit den übergewichtigen Frauen bzw. mit den adipösen Frauen jeweils signifikant niedrigere Prozentsätze bzw. Werte in der Gruppe der Normalgewichtigen. Bei den Männern hingegen ließ sich bezüglich dieser zwei Parameter lediglich ein signifikanter Unterschied zwischen den Normalgewichtigen und den Adipösen ausmachen, wobei sich für letztere sowohl eine signifikant höhere Prävalenz für irgendeine Krankheit als auch eine signifikant höhere durchschnittliche Anzahl an Krankheiten zeigte.

In der bereits zitierten Studie von Must et al. (1999) ließen sich für die Gesundheitszustände Typ 2 Diabetes mellitus, Hypertonie und Gallenblasenerkrankungen bei beiden Geschlechtern signifikant höhere Prävalenzverhältnisse mit steigender Gewichtskategorie feststellen. Beim Parameter der koronaren Herzerkrankungen hingegen fand sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen kein signifikanter Unterschied in der Prävalenzrate. Allerdings zeigten sich bei den Frauen in allen

Adipositas-Klassen und bei den Männern in der Adipositas-Klasse 1 signifikant höhere Prävalenzverhältnisse als in der Gruppe der Normalgewichtigen. Des Weiteren sollte erwähnt werden, dass die Prävalenzen der einzelnen Gesundheitszustände in der Gruppe der Normalgewichtigen bei den Frauen jeweils höhere Werte aufwiesen als bei den Männern.

Die umfangreichsten Untersuchungen bezüglich des Zusammenhangs zwischen den Faktoren BMI und Gesundheitszustand fanden sich in den beiden ebenfalls schon angeführten Arbeiten von Patterson et al. (2004) und Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008).

Statistisch signifikante Tendenzen für eine Zunahme der Quotenverhältnisse mit steigender Gewichtskategorie zeigten sich in der Studie von Patterson et al. (2004) bei den Frauen für 37 und bei den Männern für 29 von jeweils 41 untersuchten Gesundheitszuständen. Bei den adipösen Frauen der Klasse 2 und 3 fanden sich die im Vergleich zu den normalgewichtigen Frauen höchsten Quotenverhältnisse für die Gesundheitszustände Diabetes, Kniegelenkserneuerung, chronische Herzinsuffizienz, Bluthochdruck, Gallenblasenentfernung, Lungenembolie, chronische Erschöpfung/Energiemangel und Schlaflosigkeit. Umgekehrte signifikante Zusammenhänge – wenn auch nur mäßige – ließen sich für die Verstopfung sowie für die osteoporotischen Knochenbrüche feststellen. Mit Ausnahme der Gallenblasenentfernung zeigten sich bei den adipösen Männern der Klasse 2 und 3 die im Vergleich zu den Normalgewichtigen größten Quotenverhältnisse für die gleichen Gesundheitszustände wie bei den Frauen. Ein umgekehrter, aber nur mäßig signifikanter Zusammenhang, fand sich für die Prostatavergrößerung.

In der Arbeit von Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008) ließen sich für die Parameter Diabetes, hoher Blutdruck, 2 oder mehr chronische Krankheiten, geschwollene Beine, Gelenkschmerzen und 2 oder mehr gesundheitliche Beschwerden bei beiden Geschlechtern signifikant höhere Quotenverhältnisse mit steigender Gewichtskategorie feststellen. Im weiblichen Probandenkollektiv zeigte sich dies zudem für die Kenngrößen Arthritis, Asthma, Schwierigkeiten beim Atmen, Inkontinenz und Stürze. Des Weiteren fanden sich bei den adipösen Männern signifikant höhere Odds Ratios für die Untersuchungsparameter Arthritis, irgendeine Herzkrankheit, Katarakt, Osteoporose, Depression, Schwierigkeiten beim Atmen, Schwindel, Herzprobleme und Schlafstörungen als bei den normalgewichtigen Männern. Beim Vergleich der selben Gewichtskategorien bei den weiblichen Probanden ließen sich auf Seiten der Adipösen signifikant höhere Odds Ratios für

die Kenngrößen irgendeine Herzkrankheit, Katarakt, chronische Lungenkrankheit, Depression, Herzprobleme, Angst vor Stürzen und Schlafstörungen ausmachen. Zu guter Letzt zeigte sich bei den übergewichtigen Frauen ein im Vergleich zu den normalgewichtigen Frauen signifikant höheres Quotenverhältnis für den Gehirnschlag und bei den übergewichtigen Männern ein im Vergleich zu den normalgewichtigen Männern signifikant niedrigeres Quotenverhältnis für die gastrointestinalen Probleme.

Ob ein BMI, der als Übergewicht klassifiziert wird, bei älteren Personen mit einem erhöhten Morbiditäts- bzw. Mortalitätsrisiko einhergeht, war Untersuchungsschwerpunkt der Arbeit von Janssen (2007). Das Probandenkollektiv bestand zu Beginn der Studie aus 4968 Personen im Alter von  $\geq 65$  Jahren und einem Männeranteil von 44,6%. Die Studienteilnehmer wurden bis zu 9 Jahre weiterverfolgt, um zu erforschen, ob sie in diesem Zeitraum einen oder mehrere von 9 Gesundheitszuständen entwickelten. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Senioren den Gewichtskategorien 20,0 - 24,9 kg/m<sup>2</sup>, 25,0 - 29,9 kg/m<sup>2</sup> und  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> zugeordnet. Anhand der an die Faktoren Alter, ethnische Herkunft, Einkommen, Rauchverhalten und körperliche Aktivität angeglichenen Cox-Regression zeigte sich bei beiden Geschlechtern für die Gesundheitszustände Schlaganfall, Atemaussetzer während des Schlafens, Inkontinenz und Krebs zwischen den einzelnen BMI-Gruppen kein signifikanter Unterschied im Risiko. Im weiblichen Probandenkollektiv fand sich zudem kein signifikanter Unterschied im Risiko für das Auftreten eines Herzinfarkts. Im Vergleich zu den Normalgewichtigen ließ sich in der Gruppe der Übergewichtigen bei beiden Geschlechtern ein signifikant höheres Risiko für die Hüft- oder Kniearthrititis sowie bei den Männern zusätzlich ein signifikant höheres Risiko für den Typ 2 Diabetes feststellen. Des Weiteren zeigte sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Normalgewichtigen mit den Adipösen in letzterer Gewichtskategorie sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern ein signifikant höheres Risiko für die Gesundheitszustände Typ 2 Diabetes, Hüft- oder Kniearthrititis und körperliche Beeinträchtigung. Außerdem fand sich im Vergleich zu den normalgewichtigen Männern bei den adipösen Männern ein signifikant höheres Risiko für den Herzinfarkt. Der einzige umgekehrte Zusammenhang zwischen den Parametern BMI-Gruppe und Gesundheitszustand ließ sich bei den Frauen ausmachen, wobei die Normalgewichtigen dieser Studie ein signifikant höheres Risiko für die Osteoporose als die Adipösen aufwiesen.

Zu guter Letzt soll hier auch noch die Studie von Folsom et al. (2000) erwähnt werden. Diese beschäftigte sich mit dem Zusammenhang zwischen den anthropometrischen Kenngrößen

BMI, WC bzw. WHR und der Inzidenz der Gesundheitszustände Krebs, Diabetes, Bluthochdruck und Hüftfraktur über einen Zeitraum von 11 bis 12 Jahren in einem Kollektiv von 31702 Frauen im Alter zwischen 55 und 69 Jahren, die frei von Krebs, Herzerkrankungen und Diabetes waren. Während sich für die Krebs-, Diabetes- und Bluthochdruck-Inzidenz im letzten BMI-Quartil ein signifikant höheres relatives Risiko – dieses wurde mit Hilfe der u.a. an die Faktoren Alter, Ausbildungsstatus, körperliche Aktivität, Alkoholfuhr und Rauchverhalten angeglichenen anteilmäßigen Gefährdungsregression ermittelt – als im ersten BMI-Quartil fand, zeigte sich für die Hüftfraktur-Inzidenz ein im Vergleich zum ersten BMI-Quartil signifikant niedrigeres relatives Risiko im höchsten BMI-Quartil. Des Weiteren ließ sich anhand der Mantel-Haenszel-Methode für die Krebs-, Diabetes- und Bluthochdruck-Inzidenz eine signifikant positive sowie für die Hüftfraktur-Inzidenz eine signifikant negative Entwicklung für das relative Risiko mit steigendem BMI-Quartil ausmachen.

Bezüglich des Blutdrucks haben sich die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit anhand der Literatur sehr gut bestätigen lassen (Masaki et al. 1997, Gryglewska et al. 1998, Must et al. 1999, Brown et al. 2000, Folsom et al. 2000, Matsumura et al. 2001, Huang et al. 2002, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Huang et al. 2005, Amador et al. 2006, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). Der grundlegende Mechanismus des seit Jahrzehnten existierenden und gut belegten Zusammenhangs zwischen der Adipositas und dem Bluthochdruck ist aber noch nicht vollständig geklärt. Möglicherweise kommt es durch das hohe Körpergewicht zu metabolischen Veränderungen wie beispielsweise zu einer Sympathikusaktivierung und in weiterer Folge zu einer Vasokonstriktion oder zu einer Dysfunktion des Endothels oder zu einer positiven Natriumbilanz, die letzten Endes zu einer Erhöhung des Blutdrucks führen (Antic et al. 2003).

Neben der Bestätigung der Ergebnisse für den Blutdruck findet sich auch für den in der vorliegenden Arbeit beobachteten positiven Zusammenhang zwischen der Adipositas und einigen Gesundheitszuständen Übereinstimmung mit der Literatur (Must et al. 1999, Folsom et al. 2000, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008).

### Vergleich der Prävalenzen häufiger Gesundheitszustände im Alter zwischen den Normal- und den Übergewichtigen

Im Folgenden werden einige sowohl in der vorliegenden Arbeit als auch in vielen Studien untersuchte Gesundheitszustände herausgepickt, um den in der Einleitung dieses Unterkapitels erwähnten Vergleich zwischen den Normal- und den Übergewichtigen ansehnlicher diskutieren zu können.

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen der BMI-Gruppe und dem Gesundheitszustand Diabetes mellitus zeigt sich in der vorliegenden Arbeit eine im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant höhere Prävalenz in der Gruppe der Adipösen. Außerdem lässt sich sowohl im Gesamtkollektiv als auch bei beiden Geschlechtern die Tendenz einer mit steigender BMI-Gruppe höheren Prävalenz erkennen. Zusätzlich zu diesen Beobachtungen findet sich in vielen Querschnitts- und Longitudinalstudien eine Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen dem BMI und dem Diabetes mellitus (Must et al. 1999, Folsom et al. 2000, Bermudez und Tucker 2001, Patterson et al. 2004, Kanaya et al. 2006, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008).

Beim Gesundheitszustand der Hypertonie lässt sich eine im Vergleich zu den normalgewichtigen Männern signifikant höhere Prävalenz in der Gruppe der übergewichtigen Männer feststellen. Des Weiteren zeigt sich bei beiden Geschlechtern die Tendenz einer mit steigender Gewichtskategorie zunehmenden Hypertonieprävalenz. Einerseits wird diese in der eigenen Arbeit beobachtete Dosis-Wirkungs-Beziehung zwischen dem BMI und dem Bluthochdruck durch die Literatur bestätigt, andererseits zeigen sich aber auch im Vergleich zur jeweiligen Referenzgruppe nicht-lineare Prävalenzerhöhungen mit steigender Gewichtskategorie oder steigendem BMI-Quartil (Must et al. 1999, Brown et al. 2000, Folsom et al. 2000, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Huang et al. 2005, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008).

Beim Parameter der ischämischen Herzerkrankungen lässt sich in der eigenen Arbeit kein signifikanter Unterschied zwischen den Normal- und den Übergewichtigen feststellen. In der Literatur finden sich viele Studien, die darauf hindeuten, dass ein BMI im übergewichtigen Bereich einen geringfügigen oder wie im Fall des Ergebnisses der vorliegenden Arbeit einen nicht signifikanten Einfluss auf die Morbidität bezüglich kardiovaskulärer Erkrankungen bei

älteren Frauen und Männern hat (Must et al. 1999, Dey und Lissner 2003, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008).

Während sich bei den Hirngefäßerkrankungen im weiblichen Probandenkollektiv eine im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant höhere Prävalenz bei den Übergewichtigen zeigt, lässt sich bei den Männern kein signifikanter Unterschied feststellen. Das Ergebnis der eigenen Arbeit wurde einerseits durch die Untersuchung von Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008) bestätigt, andererseits fand sich aber auch, wie in der Studie von Janssen (2007), bei beiden Geschlechtern kein signifikanter Unterschied zwischen den Normal- und den Übergewichtigen.

Ein aufkommender Bereich für das Interesse von Forschern ist der Zusammenhang zwischen dem Übergewicht bzw. der Adipositas und dem Krebs. Es wird angenommen, dass das übermäßige Körpergewicht den Krebs über metabolische Faktoren – besonders über zirkulierende Peptid- und Steroidhormonkonzentrationen und deren Bindungsfaktoren – beeinflusst (Calle und Thun 2004). Beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen dieser Arbeit lässt sich wie in vielen anderen Studien kein signifikanter Unterschied in der Krebsprävalenz feststellen (Folsom et al. 2000, Patterson et al. 2004, Wannamethee et al. 2004, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008).

Auch bei der Kenngröße der Osteoporose zeigt sich in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Unterschied in der Prävalenz zwischen den Normal- und den Übergewichtigen. Einerseits wird diese Beobachtung durch zahlreiche Studien, die entweder ebenfalls die Osteoporose oder die osteoporotische Fraktur bzw. nur die Hüftfraktur als Untersuchungsparameter hatten, bestätigt, andererseits finden sich in der Literatur aber auch Studien, in denen ein BMI im übergewichtigen Bereich mit einer geringeren Wahrscheinlichkeit für dieses Krankheitsbild einhergeht als ein BMI im normalgewichtigen Bereich (Folsom et al. 2000, Tanaka et al. 2001, Kirchengast et al. 2002, Barrera et al. 2004, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). Begründet wird der protektive Effekt des Übergewichts damit, dass dieses sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern einen positiven Einflusswert auf die Knochenmineraldichte darstellt, wobei diese Wirkung in erster Linie durch die erhöhte Last auf die gewichtstragenden Knochen bedingt ist (Pocock et al. 1989, Felson et al. 1993, De Laet et al. 2005).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass ein BMI im übergewichtigen Bereich mit einem mäßig erhöhten Krankheitsrisiko, das sich hauptsächlich auf den Typ 2 Diabetes und die Hypertonie bezieht, einhergeht. Diese Beobachtung wurde durch die Arbeit von Janssen (2007) bestätigt, der in seiner Arbeit zudem darauf hindeutete, dass ein BMI cut-off point von 25 kg/m<sup>2</sup> für ältere Personen womöglich zu einschränkend ist.

#### Mögliche geschlechtsspezifische Unterschiede in der Prävalenz von Krankheiten

In Bezug auf die möglichen geschlechtsspezifischen Unterschiede in der Prävalenz der in den einzelnen Studien untersuchten Krankheiten hat sich erkennen lassen, dass sich bei den Seniorinnen in vielen Studien eine höhere Prävalenz zeigt. Zudem werden in einigen Arbeiten auf Seiten der Frauen mehr Krankheiten mit dem Übergewicht bzw. der Adipositas in Verbindung gebracht als bei den Männern (Must et al. 1999, Brown et al. 2000, Huang et al. 2002, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). Auch in der vorliegenden Arbeit finden sich bei einer größeren Anzahl an Krankheiten signifikant höhere Prävalenzen im weiblichen Probandenkollektiv. Außerdem lässt sich bei den Frauen eine höhere durchschnittliche Anzahl an Krankheiten als bei den Männern feststellen. Für diese Beobachtungen kommen zwei potentielle Erklärungsansätze in Frage. Zum einen könnte es sein, dass durch diese Gegebenheit ein tatsächlicher Geschlechtsunterschied repräsentiert wird und dass die Adipositas eine im Vergleich zu den Männern größere gesundheitliche Last bei den Frauen darstellt. Denkbar wäre andererseits aber auch, dass Frauen mit Ausnahme der Arbeiten von Brown et al. (2000) und Huang et al. (2002) – in diesen Studien wurde der untersuchte Gesundheitszustand, in beiden Fällen die Hypertonie, gemessen – genauere Beobachter als Männer sind oder auf Grund anderer psychosozialer Faktoren wie beispielsweise einer geringeren Selbstachtung eher von einer Adipositas bzw. von Gesundheitszuständen berichten (Patterson et al. 2004).

#### Potentielle gesundheitsverbessernde Maßnahmen im Alter

Als gesundheitsverbessernde Maßnahme im Alter wird den übergewichtigen oder adipösen Personen oftmals eine Gewichtsreduktion empfohlen. Allerdings könnte diese Möglichkeit auf Grund der potentiellen nachteiligen Effekte auf die Knochen- und Muskelmasse nicht die beste Lösung für die ältere Bevölkerungsgruppe darstellen. Des Weiteren hat sich kein klares Ergebnis gezeigt, ob eine Gewichtsreduktion die Gesundheit von übergewichtigen oder adipösen älteren Personen tatsächlich verbessert (Villareal et al. 2005). Eine größere Bedeutung könnte daher der körperlichen Aktivität zu Teil werden. Unabhängig vom

Gewichtsverlust kann eine Erhöhung der körperlichen Aktivität die Gesundheit, im Speziellen den Blutdruck (Moreau et al. 2001, Swartz et al. 2003), das Cholesterin, die Hyperinsulinämie (Barnard et al. 1992) sowie die Glucosetoleranz (Swartz et al. 2003), verbessern. In diesem Zusammenhang soll die Studie von Swartz et al. (2008) präsentiert werden, deren Ziel es war, den gemeinsamen Einfluss der Faktoren Adipositas und körperliche Aktivität auf die Gesundheit älterer Menschen zu untersuchen. Als Probandenkollektiv dienten 137 in der Gemeinschaft lebende ältere Personen, 64 Frauen und 73 Männer, im Alter zwischen 55 und 90 Jahren (Durchschnittsalter: 69 Jahre), die frei von Krankheiten oder Zuständen waren, die die körperliche Aktivität beeinflussen könnten. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden folgenden Gruppen zugeordnet: inaktiv und normalgewichtig ( $n=18$ ,  $\leq 4227$  Schritte/d,  $BMI < 25 \text{ kg/m}^2$ ), inaktiv und adipös ( $n=54$ ,  $\leq 4227$  Schritte/d,  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ), aktiv und normalgewichtig ( $n=38$ ,  $> 4227$  Schritte/d,  $BMI < 25 \text{ kg/m}^2$ ), aktiv und adipös ( $n=27$ ,  $> 4227$  Schritte/d,  $BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ). Bezüglich des Alters sollte festgehalten werden, dass die aktiven adipösen Probanden signifikant jünger als die inaktiven normalgewichtigen Probanden waren. Anhand des t-Tests für unabhängige Stichproben fand sich zwischen den aktiven adipösen Probanden und den inaktiven normalgewichtigen Probanden kein signifikanter Unterschied im systolischen sowie im diastolischen Blutdruck (nach Chobanian et al. (2003) ließen sich für beide Gruppen prähypertensive Blutdruck-Werte ausmachen). Des Weiteren zeigte sich mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests bei den aktiven adipösen Probanden ein signifikant günstigerer Nüchternblutzuckerspiegel (NBZS) als bei den inaktiven normalgewichtigen Probanden (nach der American Diabetes Association (2006) fand sich bei den aktiven adipösen Probanden ein normaler NBZS und bei den inaktiven normalgewichtigen Probanden ein prädiabetischer NBZS). Außerdem konnte festgestellt werden, dass die aktiven Probanden im Vergleich zu den inaktiven Probanden sowohl einen signifikant niedrigeren systolischen und diastolischen Blutdruck hatten als auch einen signifikant günstigeren NBZS, wobei die Aktiven einen signifikant niedrigeren durchschnittlichen BMI als die Inaktiven aufwiesen. Auf Grund der Tatsache, dass sich beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Adipösen kein signifikanter Unterschied im NBZS zeigte – bezüglich des Blutdrucks fanden sich auf Seiten der Normalgewichtigen sowohl signifikant niedrigere systolische als auch signifikant niedrigere diastolische Werte – konnte darauf geschlossen werden, dass die körperliche Aktivität in dieser Untersuchung einen größeren Einfluss auf den NBZS hatte als der BMI. Die Schlussfolgerung dieser Studie, dass eine Erhöhung der körperlichen Aktivität eine gesündere und vielleicht auch eher umsetzbare Lösung für die Verbesserung der Gesundheit älterer Personen darstellen könnte als die

Gewichtsreduktion, unterstützt somit die zuvor erwähnten Ansichten von Villareal et al. (2005).

Um noch genauere Erkenntnisse bezüglich der einzelnen zusätzlich diskutierten Punkte in diesem Kapitel zu erlangen, sind sicher noch mehrere Untersuchungen notwendig.

### **6.2.5 Subjektive Befindlichkeit, Gesundheitsverhalten, soziodemographische Merkmale, sozioökonomische Merkmale und BMI-Gruppe**

In Kap. 5.1.5 S 42ff der vorliegenden Arbeit wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und den Parametern subjektive Befindlichkeit (diese umfasst die Zufriedenheit mit den Faktoren Wohnbedingungen, Familie, Ernährungsweise, Körpergewicht, Gesundheitszustand, Einkommen, Verwandte und Freunde/Bekannte), Gesundheitsverhalten (Rauchverhalten, Einnahme von Supplementen, Alkoholfuhr) sowie soziodemographische und –ökonomische Merkmale (Familienstand, Schulbildung, höchster Ausbildungsabschluss, Nettohaushaltseinkommen) untersucht.

Beim Parameter der subjektiven Befindlichkeit zeigt sich bei beiden Geschlechtern ein im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant höherer Prozentsatz in der Gruppe der Übergewichtigen, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist. Zudem findet sich im weiblichen Probandenkollektiv beim jeweiligen Vergleich der Normalgewichtigen bzw. der Übergewichtigen mit den Adipösen eine jeweils höhere Anzahl an mäßig bis nicht zufriedenen Probanden in der Gruppe der Adipösen.

Als einziger Kenngröße bei den soziodemographischen und –ökonomischen Merkmalen lässt sich beim Familienstand kein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen erkennen. Bei den Parametern Schulbildung und höchster Ausbildungsabschluss zeigt sich in der Gruppe der normalgewichtigen Frauen ein im Vergleich zu den adipösen Frauen signifikant höherer Prozentsatz, der eine bessere Schulbildung bzw. einen höheren Ausbildungsabschluss besitzt. Zudem weisen die normalgewichtigen Frauen eine bessere Schulbildung als die übergewichtigen Frauen auf. Beim Nettohaushaltseinkommen findet sich abermals nur im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied, wobei sich im Vergleich zu den Adipösen in der Gruppe der Übergewichtigen ein signifikant höherer

Prozentsatz an Probanden ausmachen lässt, der über ein höheres Nettohaushaltseinkommen verfügt.

Bezüglich des Gesundheitsverhaltens lässt sich lediglich bei der Kenngröße des Rauchverhaltens ein signifikanter Zusammenhang mit der BMI-Gruppe feststellen. Dieser zeigt sich im männlichen Probandenkollektiv beim jeweiligen Vergleich der Normalgewichtigen bzw. der Adipösen mit den Übergewichtigen, wobei sich jeweils in letzterer Gruppe ein höherer Prozentsatz an ehemaligen Rauchern sowie ein niedrigerer Prozentsatz an Rauchern finden.

#### BMI und subjektive Befindlichkeit

In der Literatur existieren einige Studien, die sich mit der subjektiven Befindlichkeit – in den Arbeiten von López-García et al. (2003), Groessl et al. (2004) und Yan et al. (2004) wurde diese mit Hilfe der gesundheitsbezogenen Lebensqualität beurteilt – und deren Beziehung mit der BMI-Gruppe in einem Kollektiv von älteren Personen beschäftigten. Die Bewertung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität geht von den Probanden selbst aus und wird anhand strukturierter Interviews und/oder mit Hilfe von evaluierten Fragebögen erfasst. Dabei werden Aspekte der körperlichen Verfassung, des psychischen Wohlbefindens und der sozialen Beziehungen ebenso berücksichtigt wie die Funktionsfähigkeit im Alter (Kaplan und Bush 1982, Kaplan und Anderson 1988, Ware und Sherborne 1992, Health Outcomes Institute 1996, Ferrer und Alonso 1998).

Yan et al. (2004) – diese Studie wurde bereits im vorherigen Unterkapitel zitiert – wandten in ihrer Arbeit den „Health Status Questionnaire-12 (HSQ-12)“ zur Abschätzung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität an. Dieser setzt sich aus den folgenden acht Bereichen zusammen: Gesundheitswahrnehmung, körperliche Funktion, Funktionseinschränkung infolge der körperlichen Gesundheit, körperliche Schmerzen, Kraft/Erschöpfung, soziale Funktion, Funktionseinschränkung infolge emotionaler Probleme und mentale Gesundheit (Health Outcomes Institute 1996). Anhand der an die Faktoren Alter, ethnische Herkunft, Bildung, Rauchverhalten und Alkoholfuhr angepassten linearen Regression ließ sich beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Adipösen eines jeden Geschlechts mit Ausnahme der mentalen Gesundheit bei den Frauen sowie der sozialen Funktion, der Funktionseinschränkung infolge emotionaler Probleme und der mentalen Gesundheit bei den Männern in den übrigen HSQ-12-Bereichen sowie beim Gesamtscore eine jeweils signifikant

höhere Punktezahl in der Gruppe der Normalgewichtigen feststellen. Des Weiteren zeigte sich bei den normalgewichtigen Frauen neben einem signifikant höheren Gesamtscore eine signifikant höhere Punktezahl für die Bereiche körperliche Funktion, Funktionseinschränkung infolge der körperlichen Gesundheit, körperliche Schmerzen und Kraft/Erschöpfung als bei den übergewichtigen Frauen. Im männlichen Probandenkollektiv hingegen fand sich beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen zum einen eine signifikant höhere Punktezahl für die HSQ-12-Bereiche Gesundheitswahrnehmung und körperliche Schmerzen auf Seiten der Normalgewichtigen und zum anderen eine signifikant höhere Punktezahl für den Bereich der sozialen Funktion auf Seiten der Übergewichtigen. Neben der Tatsache, dass bei den Frauen im Vergleich zu den Männern mehr HSQ-12-Bereiche mit dem Übergewicht bzw. der Adipositas in Verbindung gebracht wurden, ließ sich außerdem feststellen, dass die Männer in den BMI-Gruppen  $18,5 < 25,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $25,0 < 30,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  in allen HSQ-12-Bereichen sowie beim Gesamtscore höhere Punktezahlen als die weiblichen Probanden erreichten.

Das Ziel der Studie von López-García et al. (2003) war es, den Zusammenhang zwischen dem Körpergewicht und den mentalen sowie körperlichen Komponenten der gesundheitsbezogenen Lebensqualität – hierfür wurde die spanische Version des „SF-36-Fragebogens“ verwendet (Ware und Sherborne 1992, Ferrer und Alonso 1998) – in einem Kollektiv von älteren Personen (Alter  $\geq 60$  Jahre) zu untersuchen. Als Probandenkollektiv dienten 2006 Frauen (Durchschnittsalter: 72,2 Jahre) und 1583 Männer (Durchschnittsalter: 70,9 Jahre), die repräsentativ für die spanische nicht-institutionalisierte ältere Bevölkerung waren. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden den BMI-Gruppen  $18,5 < 25,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $25,0 < 30,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  zugeordnet. Anhand der soziodemographischen Variablen, Lebensstilgewohnheiten sowie an die Faktoren arterieller Bluthochdruck und chronische Krankheiten angeglichener logistischer Regression zeigte sich für den Bereich der körperlichen Funktion bei beiden Geschlechtern sowie für den Bereich der körperlichen Schmerzen bei den Frauen in der Gruppe der Adipösen ein jeweils signifikant höheres Quotenverhältnis als in der Gruppe der Normalgewichtigen. Die Aspekte innerhalb der körperlichen Komponente des SF-36-Fragebogens, die den Adipösen beider Geschlechter am meisten Probleme bereiteten, waren abwinkeln, absenken oder bücken, mehrere Treppen steigen und anstrengender Arbeitsaufwand. Diesbezüglich sollte außerdem erwähnt werden, dass in der Gruppe der adipösen Frauen eine größere Anzahl an Aktivitäten betroffen waren als bei den adipösen Männern. Während sich beim Vergleich der Normal- mit

den Übergewichtigen bei den Frauen kein signifikanter Unterschied feststellen ließ, fanden sich bei den Männern für die Bereiche Vitalität und mentale Gesundheit signifikant niedrigere Quotenverhältnisse in der Gruppe der Übergewichtigen. Zwischen den Normalgewichtigen und den Adipösen im männlichen Probandenkollektiv zeigte sich ebenfalls ein signifikanter Unterschied in den Bereichen Vitalität und mentale Gesundheit, wobei auch hier die signifikant niedrigeren Quotenverhältnisse in der höheren Gewichtskategorie gefunden wurden. Bezüglich des Vergleichs der Geschlechter ließ sich die Tendenz erkennen, dass die Quotenverhältnisse der Frauen etwas höher als die der Männer waren.

Eine weitere Untersuchung, die sich mit der Beziehung zwischen dem BMI und der gesundheitsbezogenen Lebensqualität in einem Kollektiv von älteren Personen beschäftigte und in deren Rahmen die „Qualität des Wohlergehens (QWB)-Skala“ zum Einsatz kam, wurde von Groessl et al. (2004) durchgeführt. Die QWB ist ein allgemeines Lebensqualitätsmaß, das nach Präferenz gewichtete Werte für verschiedene Symptome und Funktionen in sich kombiniert (Kaplan und Bush 1982, Kaplan und Anderson 1988). Als Probanden, die in die BMI-Gruppen  $< 20,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $20,0 - < 25,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $25,0 - < 30,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  eingeteilt wurden, dienten 1326 nicht für die amerikanische ältere Bevölkerung repräsentative Personen mit einem Durchschnittsalter von 72 Jahren, die an der Rancho Bernardo-Longitudinalstudie – eine Studie über die Osteoporose – teilgenommen haben. Anhand der an die Faktoren Alter, Geschlecht, Rauchverhalten und körperliche Aktivität angeglichenen Kovarianzanalyse ließ sich erkennen, dass zwischen den durchschnittlichen Punktezahlen der einzelnen BMI-Gruppen prinzipiell ein signifikanter Unterschied existierte. Die normalgewichtigen Probanden wiesen die höchste durchschnittliche Punktezahl auf, gefolgt von den Untergewichtigen, den Übergewichtigen sowie den Adipösen. Im Rahmen des Gruppenvergleichs konnte festgestellt werden, dass sich zwischen den Normal- und den Übergewichtigen kein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Punktezahl zeigte, während die durchschnittliche QWB-Punktezahl der Adipösen sowohl signifikant niedriger als die der Übergewichtigen als auch die der Normalgewichtigen war. Des Weiteren wurde in der Arbeit von Groessl et al. (2004) der Verlust qualitätsangepasster Lebensjahre infolge der Adipositas und mit dieser in Verbindung stehender Zustände abgeschätzt, wobei sich dieser Verlust mit 2,93 Millionen beziffern ließ.

Neben einer Vielzahl von Krankheiten, Gesundheitsbeschwerden und körperlichen Beeinträchtigungen fand in der bereits erwähnten Studie von Peytremann-Bridevaux und

Santos-Eggimann (2008) auch die subjektive Befindlichkeit Berücksichtigung. Anhand der mit Hilfe der logistischen Regression ermittelten Quotenverhältnisse war es in der Gruppe der Adipösen beider Geschlechter sowie in der Gruppe der übergewichtigen Frauen im Vergleich zu den Normalgewichtigen signifikant weniger wahrscheinlich, dass eine ausgezeichnete, sehr gute oder gute subjektive Befindlichkeit angegeben wurde. Außerdem konnte festgestellt werden, dass sich auf Seiten der Männer im Vergleich zu den Frauen ein höherer Prozentsatz fand, der sich selbst eine ausgezeichnete, sehr gute oder gute subjektive Befindlichkeit attestierte.

Auch wenn in den einzelnen Studien unterschiedliche Maßstäbe zur Beurteilung der subjektiven Befindlichkeit herangezogen werden, so zeigt sich doch, dass die Adipösen beider Geschlechter – im weiblichen Probandenkollektiv der eigenen Arbeit findet sich beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Adipösen ein signifikant höherer Prozentsatz, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist, auf Seiten der Adipösen, während sich bei den Männern diesbezüglich lediglich die Tendenz erkennen lässt – eine schlechtere subjektive Befindlichkeit bzw. eine beeinträchtigte Lebensqualität als die Normalgewichtigen aufweisen (López-García et al. 2003, Groessl et al. 2004, Yan et al. 2004, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). In den Arbeiten von López-García et al. (2003) und Yan et al. (2004) bezog sich diese beeinträchtigte Lebensqualität v.a. auf die Bereiche körperliche Funktion, körperliche Schmerzen und körperliches Wohlbefinden, also auf die körperliche Komponente der gesundheitsbezogenen Lebensqualität. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Adipositas und der beeinträchtigten körperlichen Funktion konnte in der Studie von López-García et al. (2003) zudem festgestellt werden, dass sich dieser ursächlich auf die mechanischen Komponenten eines übermäßigen Körpergewichts zurückführen lässt und nicht auf diverse Risikofaktoren (z.B. Rauchen, Alkoholkonsum) oder auf Krankheiten, die mit der Adipositas in Verbindung gebracht werden. Obwohl nachgewiesen werden konnte, dass die Adipösen unter sozialer Diskriminierung leiden (Gortmaker et al. 1993), war die mentale Gesundheit weder in der Studie von López-García et al. (2003) – im männlichen Probandenkollektiv zeigte sich bei den Adipösen sogar eine bessere mentale Gesundheit als bei den Normalgewichtigen – noch in der Studie von Yan et al. (2004) betroffen. Da in der Arbeit von Gortmaker et al. (1993) Jugendliche und junge Erwachsene als Probanden fungierten, wurde von López-García et al. (2003) angenommen, dass sich die soziale und berufsbezogene Diskriminierung mit dem Alter abmildert.

Im Gegensatz zu den Ergebnissen bezüglich des Vergleichs der Normalgewichtigen mit den Adipösen sind die Ergebnisse bezüglich des Vergleichs der Normal- mit den Übergewichtigen nicht so eindeutig. Zudem zeigen sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Geschlechter differenzierte Ergebnisse. Während sich in der eigenen Arbeit, in der Untersuchung von Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann (2008) sowie in der Studie von Yan et al. (2004) eine bessere subjektive Befindlichkeit bzw. eine bessere gesundheitsbezogene Lebensqualität auf Seiten der normalgewichtigen Frauen fand, ließ sich in der Arbeit von López-García et al. (2003) kein signifikanter Unterschied zwischen diesen beiden Gewichtskategorien feststellen. In der Studie von Yan et al. (2004) konnte diese bessere subjektive Befindlichkeit abermals v.a. auf die körperliche Komponente der gesundheitsbezogenen Lebensqualität zurückgeführt werden. Im männlichen Probandenkollektiv hingegen zeigt sich mit Ausnahme der eigenen Arbeit eine ähnliche subjektive Befindlichkeit in diesen beiden Gewichtskategorien bzw. eine zum Teil sogar bessere subjektive Befindlichkeit in der Gruppe der Übergewichtigen (López-García et al. 2003, Yan et al. 2004, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). Zusätzlich zu diesen Ergebnissen fand sich in der Arbeit von Groessl et al. (2004) – hier erfolgte keine getrennte Betrachtung der Geschlechter – ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Normal- und den Übergewichtigen. Die Beobachtung, dass sich in ihrer Arbeit eine ähnliche Lebensqualität in diesen beiden Gewichtskategorien feststellen ließ sowie die Tatsache, dass sich in einigen Arbeiten ähnliche Ergebnisse bezüglich der allgemeinen Mortalität sowie der kardiovaskulären Mortalität in diesen beiden BMI-Gruppen zeigten (Elia 2001, Heiat et al. 2001), veranlasste López-García et al. (2003) sogar zu der Vermutung, dass die gegenwärtigen BMI cut-off points für die Definition eines übermäßigen Körpergewichts für die ältere Bevölkerung (Alter  $\geq$  60 Jahre) eventuell nicht geeignet sind.

Bezüglich des geschlechtsspezifischen Vergleichs zeigt sich eine deutliche Übereinstimmung des eigenen Ergebnisses – in der vorliegenden Arbeit lässt sich bei den Frauen im Vergleich zu den Männern ein höherer Prozentsatz feststellen, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist – mit der Literatur. In den zuvor erwähnten Arbeiten wurde entweder in den einzelnen Gewichtskategorien bei mehr bzw. zum Teil auch allen Bereichen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität oder beim Gesamtscore eine höhere Punktezahl von den Männern erzielt (López-García et al. 2003, Yan et al. 2004) oder es fand sich auf deren Seite ein höherer Prozentsatz, der eine ausgezeichnete, sehr gute oder gute subjektive Befindlichkeit angegeben hat, als bei den Frauen (Peytremann-Bridevaux und Santos-

Eggimann 2008). Diese Gegebenheit könnte einerseits einen tatsächlichen Geschlechtsunterschied bedeuten oder andererseits die Annahme zulassen, dass Frauen genauere Beobachter als Männer sind oder auf Grund anderer psychosozialer Aspekte wie beispielsweise einer geringeren Selbstachtung eher von einer schlechten subjektiven Befindlichkeit oder einer beeinträchtigten Lebensqualität berichten (Patterson et al. 2004).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich beim Vergleich der Normalgewichtigen mit den Adipösen in letzterer Gewichtskategorie bei beiden Geschlechtern eine schlechtere subjektive Befindlichkeit bzw. eine beeinträchtigte Lebensqualität – im Rahmen der gesundheitsbezogenen Lebensqualität bezieht sich diese Beeinträchtigung v.a. auf die körperliche Komponente – feststellen lässt. Bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Normalgewichtigen mit den Übergewichtigen sind die Ergebnisse nicht so eindeutig. Zum Teil findet sich im männlichen Probandenkollektiv sogar eine bessere Lebensqualität auf Seiten der Übergewichtigen, womit sich hier ein weiterer Ansatzpunkt für die Diskussion, wonach ein BMI cut-off point von 25 kg/m<sup>2</sup> für die ältere Bevölkerung womöglich zu einschränkend ist, erkennen lässt. Allerdings sollte nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich beim Parameter der gesundheitsbezogenen Lebensqualität letzten Endes um eine subjektive Empfindung des eigenen Gesundheitszustandes handelt, die durch kulturelle Faktoren sowie durch die Beobachtung der eigenen Mitwelt bestimmt wird (López-García et al. 2003).

#### BMI und soziodemographische und –ökonomische Merkmale

Beim Parameter der soziodemographischen und –ökonomischen Merkmale sind dem Autor dieser Arbeit lediglich zwei Studien bekannt, die sich u.a. etwas näher mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und einer der Kenngrößen innerhalb dieses Parameters – dies waren der Ausbildungsstatus sowie das Nettohaushaltseinkommen – in einem Kollektiv von älteren Personen beschäftigten. In den übrigen Untersuchungen, die in diesem Zusammenhang nachfolgend erwähnt werden, wurde die Beziehung zwischen einzelnen Kenngrößen der soziodemographischen und –ökonomischen Merkmale und dem BMI lediglich nebenbei erfasst und dies oftmals nur in Form einer beschreibenden Statistik. Zudem sei vorweg erwähnt, dass die Untersuchungsparameter Schulbildung und höchster Ausbildungsabschluss in einem diskutiert werden.

Im Gegensatz zur eigenen Arbeit – in dieser lässt sich weder bei den Frauen noch bei den Männern ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen BMI-Gruppen im Familienstand ausmachen – zeigte sich in den Studien von Groessl et al. (2004) und Larrieu et al. (2004) jeweils ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Familienstand und dem BMI. Während sich in der Arbeit von Groessl et al. (2004) in der niedrigsten (BMI < 20 kg/m<sup>2</sup>) sowie in der höchsten Gewichtskategorie (BMI ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) die höchsten Prozentsätze an nicht verheirateten Probanden feststellen ließen, fanden sich in der Untersuchung von Larrieu et al. (2004) in der niedrigsten (BMI < 19 kg/m<sup>2</sup>) sowie in der höchsten BMI-Gruppe (BMI ≥ 35 kg/m<sup>2</sup>) die höchsten Prozentsätze an alleine lebenden Probanden.

Bezüglich des Zusammenhangs zwischen den Faktoren BMI und Ausbildungsstatus hat sich – wie bereits erwähnt – in der Literatur eine Studie ausfindig machen lassen, die sich etwas näher mit dieser Beziehung auseinandersetzte. Diese von Gutiérrez-Fisac et al. (2004) durchgeführte Untersuchung hatte zum Ziel, die Übergewichtsprävalenz (BMI ≥ 25,0 - < 30,0 kg/m<sup>2</sup>) sowie die Adipositasprävalenz (BMI ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup>) in der spanischen Bevölkerung im Alter von ≥ 60 Jahren nach Geschlecht, Alter und Ausbildungsstatus abzuschätzen. Als Probandenkollektiv dienten 3536 Personen, 1965 Frauen und 1571 Männer, die repräsentativ für die nicht-institutionalisierte Bevölkerung waren und ein Durchschnittsalter von 71,9 Jahren aufwiesen. Die Klassifizierung des Ausbildungsstatus erfolgte in die folgenden vier Gruppen: keine formelle Ausbildung, die Ausbildung war im Alter von 14-15 Jahren abgeschlossen, die Ausbildung war im Alter von 16-19 Jahren abgeschlossen oder es folgte im Anschluss daran keine universitäre Ausbildung und universitäre Ausbildung. Anhand der Regressionsanalyse zeigte sich im weiblichen Probandenkollektiv mit steigender Ausbildungskategorie sowohl ein signifikant niedrigerer durchschnittlicher BMI als auch ein signifikant niedrigerer Prozentsatz an Adipösen. Bei den Männern konnte diesbezüglich jeweils keine signifikante lineare Entwicklung ausgemacht werden. Allerdings fanden sich in der Gruppe mit einer universitären Ausbildung im Vergleich zu der Gruppe mit keiner formellen Ausbildung zum einen ein niedrigerer durchschnittlicher BMI und zum anderen ein niedrigerer Prozentsatz an Adipösen. Bezüglich des Zusammenhangs zwischen der Ausbildungskategorie und der Übergewichtsprävalenz konnte bei beiden Geschlechtern keine signifikante lineare Entwicklung erkannt werden, wenngleich sich – allerdings nur bei den Frauen – in der Gruppe mit einer universitären Ausbildung ein niedrigerer Prozentsatz an Übergewichtigen als in der Gruppe mit keiner formellen Ausbildung zeigte.

Im Folgenden werden noch die Ergebnisse von vier bereits zitierten Arbeiten präsentiert.

Yan et al. (2004) verwendeten in ihrer Studie als Kenngröße in Bezug auf die Bildung die Anzahl an Ausbildungsjahren. Sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern fand sich mit Hilfe des F-Tests eine mit steigender Gewichtskategorie signifikant niedrigere Anzahl an Ausbildungsjahren. Zudem ließ sich bei den Männern in jeder BMI-Gruppe eine größere Anzahl an Ausbildungsjahren als bei den Frauen feststellen.

Auch in der Untersuchung von López-García et al. (2003) wurde der Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Ausbildungsstatus für jedes Geschlecht separat – wenn auch nur anhand der deskriptiven Statistik – erfasst. Während sich im männlichen Probandenkollektiv beim Vergleich der Adipösen mit den Normalgewichtigen bzw. mit den Übergewichtigen ein jeweils höherer Anteil an Studienteilnehmern, der keine formelle Ausbildung aufweisen konnte, auf Seiten der Adipösen feststellen ließ, zeigte sich bei den Frauen diesbezüglich kein Unterschied zwischen den einzelnen Gewichtskategorien. Des Weiteren fand sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Geschlechter auf Seiten der Frauen in allen BMI-Gruppen ein höherer Prozentsatz, der keine formelle Ausbildung vorweisen konnte.

In der Arbeit von Folsom et al. (2000) wurde ebenso wie in der Studie von López-García et al. (2003) lediglich die deskriptive Statistik herangezogen. Demnach ließ sich für den Parameter Bildung ein mit steigendem BMI-Quartil kleiner werdender Anteil an Frauen, der einen höheren Ausbildungsstatus als die Mittelschule vorweisen konnte, feststellen.

Zu guter Letzt wird noch das Ergebnis von Larrieu et al. (2004) präsentiert, in deren Untersuchung sich mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests ein mit steigender BMI-Gruppe signifikant größer werdender Prozentsatz an Probanden, der als Ausbildung nur die Grundschule vorweisen konnte, zeigte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass sich bei beiden Geschlechtern – in der eigenen Arbeit nur bei den Frauen – eine Tendenz dahingehend erkennen lässt, dass das Ausbildungsniveau mit steigender BMI-Gruppe abnimmt. Zudem konnte in der Arbeit von Gutiérrez-Fisac et al. (2004) im weiblichen Probandenkollektiv eine mit steigendem Ausbildungsniveau signifikant niedrigere Adipositasprävalenz ausgemacht werden. Den in ihrer Studie fehlenden Gradienten bei den Männern erklärten die Autoren mit der

Gegebenheit, dass sich in einigen Untersuchungen eine mit dem Alter kleiner werdende soziale Ungleichheit bezüglich der Gesundheit gefunden hat (Idler 1993, Jefferys 1996). Demnach ließ sich in der Studie von Gutiérrez-Fisac et al. (2004) bei den Männern kein sozialer Unterschied mehr feststellen, während dieser bei den Frauen – wenn auch in einem geringeren Ausmaß als in jüngeren Populationen – noch immer nachweislich vorhanden war. Bezüglich des Vergleichs der Geschlechter sollte noch erwähnt werden, dass sich auf Seiten der Frauen ein einheitlich schlechteres Ausbildungsniveau zeigt. Diese Beobachtung könnte einerseits durch die zur Zeit der Jugend bzw. des jungen Erwachsenenalters der Probanden bestehende soziale Ungleichheit in Bezug auf den Zugang zu Ausbildungsmöglichkeiten erklärt werden und andererseits durch die damals herrschenden Familienstrukturen und Rollenklischees.

Der letzte Parameter der innerhalb der soziodemographischen und –ökonomischen Merkmale diskutiert werden soll ist das Nettohaushaltseinkommen. Auch hier konnte der Autor dieser Arbeit eine Untersuchung, ausgearbeitet von Cole und Fox (2004), ausfindig machen, die sich u.a. etwas näher mit dem Zusammenhang zwischen den Faktoren BMI und Nettohaushaltseinkommen im Alter auseinandersetzte. Diese im Rahmen der bereits in Kapitel 6.2.1 erwähnten NHANES III durchgeführte Untersuchung hatte zum Ziel, den Ernährungs- und Gesundheitsstatus zwischen drei verschiedenen Einkommensgruppen in einem für die amerikanische Bevölkerung im Alter von  $\geq 60$  Jahren repräsentativen Kollektiv zu vergleichen. Die Klassifizierung des Einkommens (EK) erfolgte dabei in die folgenden drei Gruppen:  $EK \leq 130\%$  der Bedürftigkeit (1010 Frauen und 771 Männer), EK zwischen 131 und 185% der Bedürftigkeit (425 Frauen und 405 Männer) und  $EK \geq 185\%$  der Bedürftigkeit (1152 Frauen und 1315 Männer). Anhand des altersangepassten t-Tests zeigte sich zwischen der niedrigsten und der mittleren Einkommensgruppe bei beiden Geschlechtern sowohl für den durchschnittlichen BMI als auch für die Einteilung des Körpergewichts nach BMI-Gruppen kein signifikanter Unterschied. Beim Vergleich der niedrigsten mit der höchsten Einkommensgruppe fand sich im weiblichen Probandenkollektiv in der Gruppe mit dem höchsten Einkommen einerseits ein signifikant niedrigerer durchschnittlicher BMI und andererseits ein signifikant niedrigerer Prozentsatz an Adipösen sowie ein signifikant höherer Prozentsatz an Normalgewichtigen. Bei den Männern ließ sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung derselben Einkommensgruppen kein signifikanter Unterschied im durchschnittlichen BMI erkennen. Allerdings zeigte sich in der Gruppe mit dem höchsten

Einkommen ein signifikant höherer prozentualer Anteil an Übergewichtigen als in der Gruppe mit dem niedrigsten Einkommen.

In der bereits zitierten Studie von Janssen (2007) wurde der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und dem sozioökonomischen Status in Form des jährlichen Einkommens lediglich nebenbei anhand der deskriptiven Statistik beurteilt. Beim Vergleich der Adipösen mit den Normalgewichtigen bzw. mit den Übergewichtigen fand sich jeweils in der Gruppe der Adipösen zum einen ein höherer Prozentsatz an Probanden in einer der beiden niedrigsten Einkommensgruppen und zum anderen ein niedrigerer Prozentsatz an Probanden in einer der beiden höchsten Einkommensgruppen. Des Weiteren ließ sich in der Gruppe der Normalgewichtigen im Vergleich zu den Übergewichtigen sowohl ein höherer Prozentsatz an Probanden in einer der beiden niedrigsten Einkommenskategorien als auch ein niedrigerer Prozentsatz an Probanden in einer der beiden höchsten Einkommenskategorien feststellen.

Nimmt man alle Ergebnisse – inklusive das der eigenen Arbeit, in der sich zumindest im weiblichen Probandenkollektiv die Tendenz eines mit steigender Gewichtskategorie niedriger werdendem Nettohaushaltseinkommen erkennen lässt – zusammen, so zeigt sich ganz deutlich der Trend, dass die Adipösen im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtskategorien über ein niedrigeres Einkommen verfügen. Auch scheint diese soziale Ungerechtigkeit, die zum Teil durch das zuvor beobachtete schlechtere Ausbildungsniveau der Adipösen erklärt werden kann, bei den Frauen eher aufzutreten als bei den Männern.

#### BMI und Gesundheitsverhalten

Um das Gesundheitsverhalten der Probanden diskutieren zu können, ist es von Nöten, auf bereits erwähnte Studien, die den Zusammenhang zwischen dem BMI und der Supplementeneinnahme und/oder dem Rauchverhalten und/oder der Alkoholzufuhr lediglich nebenbei erfassten, zurückzugreifen. Zudem sollte vorweg erwähnt werden, dass in einigen Arbeiten nur die deskriptive Statistik zur Beurteilung der jeweiligen Beziehung herangezogen wurde.

Im Gegensatz zur eigenen Arbeit – in dieser lässt sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der einzelnen Gewichtskategorien weder bei den Frauen noch bei den Männern ein signifikanter Unterschied in der Supplementeneinnahme feststellen – fand sich in der Untersuchung von Folsom et al. (2000) mit Hilfe der deskriptiven Statistik ein mit

steigendem BMI-Quintil niedriger werdender Anteil an Frauen, der aktuell Multivitaminpräparate einnimmt.

Bezüglich des Rauchverhaltens ließ sich in der Studie von Dey und Lissner (2003) bei beiden Geschlechtern ein mit steigendem BMI-Quartil signifikant kleiner werdender Prozentsatz an Rauchern feststellen.

Auch in der Arbeit von Yan et al. (2004) fand sich anhand des Chi-Quadrat-Tests sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern ein mit steigender Gewichtskategorie signifikant kleiner werdender prozentualer Anteil an aktuell Rauchenden.

In der schon zuvor erwähnten Untersuchung von Folsom et al. (2000) zeigte sich ebenfalls ein mit steigendem BMI-Quintil niedriger werdender prozentualer Anteil an rauchenden Frauen.

Bestätigung finden diese Ergebnisse durch die Studie von Matsumura et al. (2001), in der sich sowohl im ersten als auch im zweiten BMI-Quintil ein höherer Raucheranteil als in den beiden höchsten BMI-Quintilen feststellen ließ.

Zu guter Letzt sollen hier noch die Ergebnisse der Arbeiten von Groessl et al. (2004) und Janssen (2007) präsentiert werden. Während sich in der Studie von Groessl et al. (2004) anhand der Varianzanalyse kein Zusammenhang zwischen dem BMI und dem Raucheranteil erkennen ließ, zeigte sich in der Untersuchung von Janssen (2007) lediglich zwischen den Normal- und den Übergewichtigen kein Unterschied bezüglich des Raucheranteils. Demgegenüber fand sich beim Vergleich der Probanden mit einem BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> mit den Normalgewichtigen einerseits und den Übergewichtigen andererseits ein jeweils niedrigerer prozentualer Anteil an Rauchern auf Seiten der Adipösen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass sich beim Großteil der zitierten Studien ein mit steigender Gewichtskategorie niedriger werdender Raucheranteil zeigt oder zumindest der niedrigste Prozentsatz an Rauchern in der Gruppe der Adipösen anzutreffen ist. Für das Ergebnis der eigenen Arbeit ist diese Aussage nur bedingt zulässig, da sich lediglich im männlichen Probandenkollektiv beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen ein signifikant kleinerer Raucheranteil auf Seiten der Übergewichtigen findet. Eine mögliche Begründung für diese Beobachtung könnte die als gesichert geltende Tatsache, dass es direkt

nach dem Zigarettenkonsum zu einer auf die Aktivierung des sympathischen Nervensystems zurückzuführende Erhöhung des Ruheenergieumsatzes kommt, sein (Dallosso und James 1984, Perkins et al. 1989, Audrain et al. 1991, Perkins 1992, Collins et al. 1994). Bezüglich der chronischen Einflüsse des Rauchens auf den Ruheenergieumsatz finden sich in der Literatur allerdings widersprüchliche Aussagen (Hofstetter et al. 1986, Moffatt und Owens 1991, Warwick und Busby 1993, Collins et al. 1994, Warwick et al. 1995, Kimm et al. 2001). Rund um diesen Erklärungsansatz sollte noch angemerkt werden, dass sämtliche Untersuchungen an jungen Personen bzw. Probanden mittleren Alters durchgeführt wurden.

Bezüglich der Alkoholaufnahme ließ sich in der Studie von Yan et al. (2004) im weiblichen Probandenkollektiv anhand des F-Tests eine mit steigender Gewichtskategorie signifikant niedriger werdende tägliche Alkoholzufuhr feststellen. Bei den Männern fand sich zwischen den Normalgewichtigen, den Übergewichtigen und den Adipösen kein signifikanter Unterschied in der täglichen Alkoholaufnahme.

Während sich in der Arbeit von López-García et al. (2003) diesmal bei den Frauen kein nennenswerter Unterschied in der täglichen Alkoholzufuhr zwischen den einzelnen BMI-Gruppen ausmachen ließ, zeigte sich im männlichen Probandenkollektiv in der Gruppe der Adipösen eine im Vergleich zu den beiden anderen Gewichtskategorien jeweils höhere tägliche Alkoholaufnahme.

In der Untersuchung von Folsom et al. (2000) wurde der prozentuale Anteil an Frauen, der generell Alkohol konsumiert, zwischen den einzelnen BMI-Quintilen verglichen. Diesbezüglich ließ sich ein mit steigendem BMI-Quintil niedriger werdender Prozentsatz erkennen.

Ein ähnliches Ergebnis – allerdings in einem männlichen Probandenkollektiv – zeigte sich in der Studie von Masaki et al. (1997). Demnach fand sich im ersten, im zweiten sowie im dritten BMI-Quintil eine jeweils höhere monatliche Alkoholaufnahme als in den beiden letzten BMI-Quintilen.

Und auch in der Arbeit von Matsumura et al. (2001) wurde der BMI mit dem Parameter Alkohol in Zusammenhang gesetzt, wobei sich zwischen den beiden niedrigsten und den beiden höchsten BMI-Quintilen kein Unterschied in der prozentualen gewohnheitsmäßigen

Alkoholzufuhr – diese wurde als eine Alkoholaufnahme von mehr als drei Mal pro Woche definiert – ausmachen ließ.

Fasst man die einzelnen Ergebnisse der soeben präsentierten Studien zusammen, so lässt sich bei den beiden Geschlechtern ein jeweils anderer Trend erkennen. Während sich bei den Männern tendenziell kein Zusammenhang zwischen dem BMI und der Alkoholzufuhr zeigt, findet sich bei den Frauen die Tendenz einer mit steigender Gewichtskategorie niedriger werdenden Alkoholaufnahme.

Betreffend die Parameter Rauchverhalten und Alkoholaufnahme – bei letzterer Kenngröße allerdings nur im weiblichen Probandenkollektiv – findet sich also in der Gruppe der Normalgewichtigen ein schlechteres Gesundheitsverhalten als in den beiden höheren Gewichtskategorien. Über die Beziehung des BMI mit der Supplementeneinnahme lässt sich auf Grund der dürftigen Datenlage keine Aussage treffen. In Hinblick auf das Ergebnis bezüglich des Zusammenhangs zwischen den Faktoren BMI-Gruppe und Raucheranteil sollte noch ergänzend erwähnt werden, dass sich im weiblichen Probandenkollektiv der eigenen Arbeit ein im Vergleich zu den Normalgewichtigen jeweils höherer Prozentsatz an ehemaligen Rauchern in der Gruppe der Übergewichtigen sowie in der Gruppe der Adipösen ausmachen lässt. Und auch bei den Männern findet sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Normal- mit den Übergewichtigen ein signifikant höherer Ex-Raucheranteil in der höheren Gewichtskategorie. Unterstützt wird diese Beobachtung durch die Studie von Dey und Lissner (2003), in der sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern im ersten BMI-Quartil ein jeweils niedrigerer prozentualer Anteil an ehemaligen Rauchern als in den höheren BMI-Quartilen zeigte. Und auch in der Arbeit von Yan et al. (2004) ließ sich im männlichen Probandenkollektiv ein im Vergleich zu den Normalgewichtigen jeweils größerer Anteil an Ex-Rauchern in den beiden höheren Gewichtskategorien erkennen. Auf Grund dieser – allerdings nicht signifikanten – Ergebnisse kann gemutmaßt werden, dass die vielleicht schon damals übergewichtigen oder adipösen Probanden ihr Rauchverhalten infolge gesundheitlicher Probleme, die eventuell sogar durch den gemeinsamen Einfluss des Rauchens und des Übergewichts oder nur durch das Übergewicht ausgelöst wurden, verändert haben. Natürlich ist aber auch denkbar, dass die Probanden vor Beendigung des Rauchens normalgewichtig waren und danach eine oft damit in Verbindung stehende Gewichtszunahme erfahren haben.

### **6.2.6 Körperliche Aktivität und BMI-Gruppe**

Eine vergleichende Gegenüberstellung des jeweiligen Zeitverbrauchs für einzelne körperliche sowie sportliche Aktivitäten in den drei Gewichtskategorien erfolgt in Kap. 5.1.6 S 46ff. Des Weiteren wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und dem Zeitverbrauch für alle sportlichen Aktivitäten sowie für alle im Fragebogen erhobenen Aktivitäten untersucht.

Während sich für die körperlichen Aktivitäten Gartenarbeit, Berufstätigkeit und Spaziergehen bei beiden Geschlechtern zwischen den verschiedenen Gewichtskategorien kein signifikanter Unterschied im Zeitverbrauch feststellen lässt, findet sich bei der Hausarbeit ein im Vergleich zu den adipösen Frauen signifikant höherer Zeitverbrauch auf Seiten der normalgewichtigen Frauen.

Vergleicht man im männlichen Probandenkollektiv die Normalgewichtigen zum einen mit den Übergewichtigen und zum anderen mit den Adipösen, so zeigt sich jeweils in der Gruppe der Normalgewichtigen ein signifikant höherer Zeitverbrauch für die leichten sportlichen Aktivitäten, für die mittelschweren sportlichen Aktivitäten sowie für die gesamten sportlichen Aktivitäten. Bei den Frauen hingegen lässt sich erkennen, dass die Normalgewichtigen signifikant mehr Zeit in die mittelschweren sowie in die gesamten sportlichen Aktivitäten investieren als die Adipösen. Beim Zeitverbrauch für alle mit Hilfe des Fragebogens erhobenen Aktivitäten findet sich lediglich im weiblichen Probandenkollektiv ein signifikanter Unterschied, wobei abermals die Normalgewichtigen mehr Zeit als die Adipösen aufwenden.

Soweit dem Autor dieser Arbeit bekannt ist, existieren in der Literatur keine Arbeiten, die sich explizit mit dem Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und der körperlichen oder sportlichen Aktivität in einem Kollektiv von älteren Personen auseinandersetzen. Aus diesem Grund wird wie schon teilweise im vorangegangenen Kapitel auf bereits erwähnte Studien zurückgegriffen, die diese Beziehung lediglich am Rande und oftmals nur in Form der deskriptiven Statistik erfassten.

In der Untersuchung von López-García et al. (2003) ließ sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern anhand der deskriptiven Statistik in der Gruppe der Adipösen ein im

Vergleich zu den beiden anderen Gewichtskategorien jeweils höherer Prozentsatz an Probanden, der keine körperliche Betätigung in seiner Freizeit ausübt, erkennen.

Folsom et al. (2000) verwendeten in ihrer Arbeit zur Beurteilung der Beziehung des BMI mit der körperlichen Aktivität einen 3-stufigen Aktivitätsscore (niedrig, mittel und hoch), der das Freizeitaktivitätsverhalten der in irgendeiner Form körperlich aktiven Frauen spiegelt. Demnach zeigte sich mit Hilfe der deskriptiven Statistik in den ersten beiden BMI-Quintilen ein im Vergleich zum dritten, vierten und fünften BMI-Quintil höherer prozentualer Anteil an Frauen, der einen hohen Aktivitätsscore aufweist. Zudem fand sich ab dem zweiten BMI-Quintil ein mit steigendem BMI-Quintil niedriger werdender Prozentsatz an Frauen mit einem hohen Aktivitätsscore.

Auch in der Studie von Masaki et al. (1997) wurde der Zusammenhang zwischen den Faktoren BMI und körperliche Aktivität anhand der deskriptiven Statistik erfasst. Als Maß für die körperliche Aktivität diente hierbei der körperliche Aktivitätsindex (Abbott et al. 1994). Während sich bei den Männern im ersten BMI-Quintil der höchste durchschnittliche Aktivitätsindex feststellen ließ, zeigte sich bei den Männern im fünften BMI-Quintil der niedrigste durchschnittliche Aktivitätsindex. Außerdem fand sich ab dem dritten BMI-Quintil ein mit steigendem BMI-Quintil kleiner werdender durchschnittlicher Aktivitätsindex.

In der Arbeit von Groessl et al. (2004) ließ sich anhand der Varianzanalyse in der Gruppe der Adipösen ein im Vergleich zu den Normal- sowie Übergewichtigen signifikant niedrigerer Prozentsatz an Probanden, der sich zumindest drei Mal pro Woche sportlich betätigt oder eine schwere körperliche Arbeit verrichtet, ausmachen.

Zu guter Letzt soll hier noch das Ergebnis von Janssen (2007) präsentiert werden, der in seiner Arbeit den BMI mit dem wöchentlichen Energieverbrauch für häufige Freizeitaktivitäten in Zusammenhang setzte (Fried et al. 1991). Demnach fand sich im Quintil mit dem niedrigsten wöchentlichen Energieverbrauch ein mit steigender Gewichtskategorie höher werdender prozentualer Anteil an Probanden. Des Weiteren zeigte sich im Quintil mit dem höchsten wöchentlichen Energieverbrauch bei den Normalgewichtigen sowie bei den Übergewichtigen ein höherer Prozentsatz an Probanden als in der Gruppe der Adipösen.

Unabhängig von der Definition der körperlichen Aktivität in den einzelnen Studien lässt sich zusammenfassend feststellen, dass sich bei den Adipösen beider Geschlechter ein schlechteres Aktivitätsverhalten als bei den Frauen und Männern der beiden anderen Gewichtskategorien findet. Einen möglichen Erklärungsansatz für diese Gegebenheit könnte die in vielen Arbeiten mit einem erhöhten BMI beobachtete größere oder eher auftretende Beeinträchtigung der körperlichen Funktionsfähigkeit liefern (Galanos et al. 1994, Apovian et al. 2002, Jensen und Friedmann 2002, Krahnstoever Davison et al. 2002, López-García et al. 2003, Jenkins 2004, Larrieu et al. 2004, Yan et al. 2004, Woo et al. 2007). Denkbar wäre aber auch, dass der in zahlreichen Untersuchungen sowie in der eigenen Arbeit festgestellte positive Zusammenhang zwischen der Adipositas und einigen Gesundheitszuständen ausschlaggebend für das schlechtere Aktivitätsverhalten der Adipösen ist (Must et al. 1999, Folsom et al. 2000, Patterson et al. 2004, Yan et al. 2004, Janssen 2007, Peytremann-Bridevaux und Santos-Eggimann 2008). Da die körperliche Aktivität mit vielen physiologischen und psychologischen Vorteilen für ältere Personen einhergeht (diese umfassen eine Verbesserung der kardiovaskulären und respiratorischen Funktionsfähigkeit, eine Reduktion von Risikofaktoren, die mit einer koronaren Herzerkrankung in Verbindung gebracht werden, wie beispielsweise Bluthochdruck, Dyslipidämie, Prädiabetes und Adipositas, eine Verringerung der Morbidität und der Mortalität, eine Verringerung von Angstgefühlen und Depressionen sowie eine Verbesserung der Lebensqualität (Blair et al. 1993, Pate et al. 1995, U.S. Department of Health and Human Services 1996, American College of Sports Medicine 1998)), wäre es für noch gesunde oder weniger beeinträchtigte adipöse Senioren wünschenswert, dass sie präventiv ein besseres Aktivitätsverhalten an den Tag legen. Aber auch beeinträchtigte oder gesundheitlich stärker angeschlagene adipöse Senioren sollten im Rahmen ihrer Möglichkeiten körperlich aktiver werden. Und wie schon in Kapitel 6.2.4 erwähnt wurde, könnte die Erhöhung der körperlichen Aktivität eine gesündere und vielleicht auch eher umsetzbare Lösung für die Verbesserung der Gesundheit älterer Personen darstellen als die Gewichtsreduktion (Villareal et al. 2005, Swartz et al. 2008).

### **6.2.7 Nährstoffzufuhr und BMI-Gruppe**

In Kap. 5.1.7 S 49ff der vorliegenden Arbeit wird der Zusammenhang zwischen der BMI-Gruppe und der Nährstoffzufuhr untersucht. Um sich zudem ein Bild über die Prävalenz unzureichender Nährstoffaufnahmen in den drei Gewichtskategorien machen zu können und

um diese Prävalenzen folglich vergleichen zu können, wird die Nährstoffzufuhr in den einzelnen BMI-Gruppen außerdem den D-A-CH-Referenzwerten gegenübergestellt.

Vergleicht man die Normal- mit den Übergewichtigen, so findet sich bei den Frauen auf Seiten der Normalgewichtigen eine signifikant höhere tägliche Ballaststoffzufuhr und bei den Männern auf Seiten der Übergewichtigen eine signifikant höhere tägliche Vitamin C-Zufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz, der ausreichend mit Vitamin C versorgt ist. Des Weiteren zeigt sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Normalgewichtigen mit den Adipösen bei beiden Geschlechtern eine signifikant höhere tägliche prozentuale Proteinzufuhr in der höheren Gewichtskategorie. Zudem lässt sich im männlichen Probandenkollektiv auf Seiten der Normalgewichtigen eine signifikant höhere tägliche Kohlenhydrat-, Di- und Polysaccharidzufuhr sowie auf Seiten der Adipösen ein signifikant höherer Prozentsatz, der den Referenzwert für die tägliche prozentuale Proteinzufuhr überschreitet, ausmachen. Beim Vergleich der beiden höchsten Gewichtskategorien im weiblichen Probandenkollektiv findet sich in der Gruppe der Übergewichtigen ein signifikant höherer Prozentsatz, der den Referenzwert für die tägliche prozentuale Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr überschreitet, und in der Gruppe der Adipösen ein signifikant höherer Prozentsatz, der über dem Referenzwert für die tägliche prozentuale Kohlenhydratzufuhr liegt. Bei den Männern hingegen zeigt sich eine signifikant höhere tägliche Fett-, Kohlenhydrat-, Energie-, gesättigte Fettsäuren-, Disaccharid- und prozentuale Disaccharid-Zufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden, der den Referenzwert für die tägliche Fett-, Energie- und gesättigte Fettsäuren-Zufuhr überschreitet, auf Seiten der Übergewichtigen und eine signifikant höhere tägliche prozentuale Proteinzufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz an Probanden, der über dem Referenzwert für die tägliche prozentuale Proteinzufuhr liegt, auf Seiten der Adipösen. Zusätzlich sollte noch erwähnt werden, dass sich im Gesamtkollektiv bei den Normalgewichtigen eine signifikant höhere Ballaststoff- und gesättigte Fettsäuren-Zufuhr als bei den Adipösen feststellen lässt. Zu guter Letzt zeigt sich im gesamten Studienkollektiv zwischen den beiden höchsten Gewichtskategorien noch ein signifikanter Unterschied im Calcium-Phosphor-Verhältnis, wobei dieses in der Gruppe der Adipösen höher ist.

In der Literatur finden sich drei Studien, die sich etwas näher mit dem Zusammenhang zwischen dem BMI und der Nährstoffzufuhr in einem Kollektiv von älteren Personen auseinandersetzen. Vorweg sollte angemerkt werden, dass in den einzelnen Untersuchungen

unterschiedliche Instrumente für die Abschätzung der Ernährungsqualität zur Anwendung kamen. Zudem wurde in der Arbeit von Ledikwe et al. (2003) lediglich der BMI allgemein mit dem in dieser Studie herangezogenen Bewertungsmaßstab für die Ernährungsqualität in Beziehung gesetzt.

Ervin et al. (2008) beschäftigten sich in ihrer Untersuchung mit dem Zusammenhang zwischen dem „Healthy Eating Index (HEI)“ und den Parametern Geschlecht, Alter, ethnische Herkunft und Volkszugehörigkeit, Bildung, Rauchverhalten, Zahnretention, selbstberichtete Gesundheit sowie BMI in einem Kollektiv von 3060 Personen, 1548 Frauen und 1512 Männer, im Alter von  $\geq 60$  Jahren. Für die Beurteilung der Beziehung des HEI mit dem BMI fanden 2872 Senioren, 1455 Frauen und 1417 Männer, Berücksichtigung. Der HEI wurde von der Zentrale für Gesundheitspolitik und -förderung des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums entwickelt und basiert auf einem 10-Komponenten System bestehend aus 5 Lebensmittelgruppen (Fleisch, Milchprodukte, Obst, Gemüse, Getreide), 4 Nährstoffen (Gesamtfett, gesättigte Fettsäuren, Gesamtcholesterin, Natrium) sowie einer Maßzahl für die Ernährungsvielfalt, das dazu dient, sich einen Gesamtüberblick über die Ernährung von Personen oder Personengruppen zu verschaffen. Für jede Komponente können maximal 10 Punkte erreicht werden, woraus sich eine maximale Punktezahl von 100 ergibt (Kennedy et al. 1995, Basiotis et al. 2002). Die Klassifizierung der Studienteilnehmer anhand des BMI erfolgte in die drei Kategorien  $< 25,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $25,0 - < 30,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ . Mit Hilfe des Bonferroni-Tests ließen sich nur auf Seiten der Frauen signifikante Zusammenhänge zwischen dem BMI und den Punktezahlen einzelner HEI-Komponenten ausmachen. Demnach zeigte sich bei den Frauen mit einem BMI  $< 30,0 \text{ kg/m}^2$  eine signifikant höhere durchschnittliche Punktezahl für die Komponente Gesamtfett als bei den Frauen mit einem BMI  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ . Des Weiteren erreichten die Frauen mit einem BMI  $< 25,0 \text{ kg/m}^2$  eine signifikant höhere durchschnittliche Punktezahl für die Lebensmittelgruppe Milchprodukte sowie eine signifikant höhere durchschnittliche Gesamtpunktezahl als die Frauen mit einem BMI  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$ . Außerdem fand sich beim Vergleich der Übergewichtigen mit den Adipösen auf Seiten der niedrigeren Gewichtskategorie eine signifikant höhere durchschnittliche Punktezahl für die Komponente gesättigte Fettsäuren. Abschließend und im Gegensatz zu den bisherigen Ergebnissen ließ sich bei den Frauen mit einem BMI  $\geq 30,0 \text{ kg/m}^2$  noch eine signifikant höhere durchschnittliche Punktezahl für die Lebensmittelgruppe Fleisch als bei den Frauen mit einem BMI  $< 30,0 \text{ kg/m}^2$  feststellen.

Bezüglich des Geschlechtervergleichs sollte noch erwähnt werden, dass sich bei den Frauen im Vergleich zu den Männern eine höhere durchschnittliche HEI-Punktezah zeigt.

In der bereits in Kap. 6.2.3 erwähnten Arbeit von Ledikwe et al. (2003) wurden neben der HEI-Gesamtpunktezah noch mehrere Punkte des „Level II Nutrition Screen (LII)“, einige mit der täglichen Nahrung zugeführte Nährstoffe sowie eine Reihe von Ernährungsparametern im Blut mit dem BMI in Beziehung gesetzt. Der LII besteht aus 42 Punkten, in denen die Medikamenteneinnahme, die orale Gesundheit, die Ernährungsgewohnheiten, das Lebensumfeld sowie der funktionelle Status berücksichtigt werden (The Nutrition Screen Initiative 1994). Während sich anhand des an die Faktoren Energieaufnahme, Alter, Alkoholzufuhr und Rauchverhalten angeglichenen partiellen Korrelationskoeffizienten nach Pearson bei den Männern lediglich ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem BMI und der Plasmacobalaminkonzentration ausmachen ließ, fand sich bei den Frauen zum einen ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen dem BMI und den Untersuchungsparametern LII-Gesamtpunktezah (d.h. die Anzahl an Ernährungsrisikofaktoren nimmt mit steigendem BMI zu), Fettzufuhr, Zufuhr an gesättigten Fettsäuren sowie Plasmahomocysteinkonzentration und zum anderen ein signifikanter negativer Zusammenhang zwischen dem BMI und den Untersuchungsparametern Kohlenhydratzufuhr, Ballaststoffzufuhr, Folsäurezufuhr, Magnesiumzufuhr, Zinkzufuhr, Eisenzufuhr, HEI-Gesamtpunktezah sowie Pyridoxal 5` Phosphat-Plasmakonzentration. Im Rahmen des LII zeigte sich mit Hilfe der logistischen Regression bei den Frauen für die Punkte alleine lebend, selbstberichtete Gewichtszunahme von  $\geq 10$  Pfund innerhalb der letzten 6 Monate sowie mehrere individuelle Einschränkungen betreffend die Aktivitäten des täglichen Lebens bzw. die unabhängigen Aktivitäten des täglichen Lebens und bei den Männern für die Punkte nicht selbstberichtete Gewichtszunahme von  $\geq 10$  Pfund innerhalb der letzten 6 Monate sowie keiner speziellen Ernährungsweise folgend ein Zusammenhang mit einem erhöhten BMI. Obwohl sich bei den Frauen im Vergleich zu den Männern ein erhöhter BMI mit einer wesentlich größeren Anzahl an zusätzlichen Indikatoren für ein Ernährungsrisiko in Verbindung bringen ließ, fanden sich bezüglich der Faktoren Nährstoffaufnahme, HEI-Gesamtpunktezah und Ernährungsparameter im Blut nur wenige Unterschiede zwischen den Geschlechtern.

Ob eine Ernährungsweise mit einer geringen Vielfalt innerhalb bestimmter Lebensmittelgruppen einen Risikofaktor für einen niedrigen BMI sowie eine geringe Energie-

und Mikronährstoffaufnahme in einem Kollektiv von in der Gemeinschaft lebenden älteren Personen darstellt, war einer der Untersuchungsschwerpunkte in der Arbeit von Roberts et al. (2005). Als Probanden für die Erforschung dieser Fragestellung dienten 282 Personen, 99 Frauen und 163 Männer, im Alter zwischen 61 und 90 Jahren (Durchschnittsalter: 71,1 Jahre), die am „Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (CSFII)“ teilgenommen haben (National Technical Information Service 1998). Für die einzelnen Auswertungen wurden die Studienteilnehmer den BMI-Gruppen  $< 22,0 \text{ kg/m}^2$ ,  $22,0 - < 25,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$  zugeordnet. Um die Beziehung des BMI mit der Ernährungsvielfalt sowie der Makro- und Mikronährstoffzufuhr beurteilen zu können, wurden folgende diätetische Variablen zwischen den einzelnen Gewichtskategorien verglichen: die gesamte Ernährungsvielfalt, die Lebensmittelgruppenvielfalt, die energiereiche und –arme Lebensmittelvielfalt, die mikronährstoffreiche und –arme Lebensmittelvielfalt, die tägliche Energiezufuhr, die tägliche Proteinzufuhr (in Prozent des empfohlenen diätetischen Proteinbedarfs), der Prozentsatz an Probanden, der den empfohlenen diätetischen Proteinbedarf realisiert sowie der Prozentsatz an Probanden, der den geschätzten durchschnittlichen Bedarf für 14 Mikronährstoffe erreicht. Anhand der an den Faktor Geschlecht angeglichenen Kovarianzanalyse fand sich eine mit steigender Gewichtskategorie signifikant höher werdende energiereiche Lebensmittelvielfalt sowie eine signifikant höher werdende tägliche Energie- und Proteinzufuhr. Demgegenüber ließ sich in der Gruppe mit einem BMI  $\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$  eine im Vergleich zu den beiden anderen BMI-Gruppen signifikant niedrigere energiearme Lebensmittelvielfalt erkennen. Des Weiteren zeigte sich in der Gruppe mit einem BMI  $< 22,0 \text{ kg/m}^2$  ein signifikant niedrigerer Prozentsatz, der den empfohlenen diätetischen Proteinbedarf realisiert, als in den Gewichtskategorien  $22,0 - < 25,0 \text{ kg/m}^2$  und  $\geq 25,0 \text{ kg/m}^2$ . Außerdem fand sich mit Hilfe der logistischen Regression beim Vergleich der Senioren mit einem BMI  $\geq 22,0 \text{ kg/m}^2$  sowie einer großen mikronährstoffreichen Lebensmittelvielfalt mit den Senioren, die einen BMI  $< 22,0 \text{ kg/m}^2$  sowie eine geringe mikronährstoffarme Lebensmittelvielfalt aufweisen, in ersterer Probandengruppe sowohl ein signifikant höherer Prozentsatz, der den empfohlenen diätetischen Proteinbedarf realisiert (97,6% vs. 65,4%), als auch ein signifikant höherer Prozentsatz, der den geschätzten durchschnittlichen Bedarf für alle 14 Mikronährstoffe erreicht (9,2% vs. 0,0%). Zusätzlich sollte erwähnt werden, dass es für die älteren Probanden dieser Studie im Vergleich zum jüngeren Probandenkollektiv (892 Personen, 359 Frauen und 533 Männer, mit einem Durchschnittsalter von 39,7 Jahren) weniger wahrscheinlich war den geschätzten durchschnittlichen Bedarf an verschiedenen Nährstoffen (Vitamin E, Niacin, Vitamin B<sub>2</sub>, Vitamin B<sub>6</sub>, Folsäure, Calcium, Magnesium, Zink) sowie den empfohlenen

diätetischen Proteinbedarf zu erreichen, obwohl sie eine größere gesamte Ernährungsvielfalt, eine größere Lebensmittelgruppenvielfalt sowie eine größere energiearme und mikronährstoffreiche Lebensmittelvielfalt als die Jungen aufwiesen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass weder ein zu niedriger BMI noch ein zu hoher BMI mit einer adäquaten Ernährungsqualität in einem Kollektiv von älteren Personen einhergeht. Allerdings ist es anhand der vorliegenden Ergebnisse sehr schwierig einen exakt definierten BMI-Bereich anzugeben, der für die größte Wahrscheinlichkeit einer ausreichenden Nährstoffversorgung steht. Die Tatsache, dass sich in der Arbeit von Roberts et al. (2005) beim Vergleich der Senioren mit einem BMI  $\geq 22,0$  kg/m<sup>2</sup> sowie einer großen mikronährstoffreichen Lebensmittelvielfalt mit den Senioren, die einen BMI  $< 22,0$  kg/m<sup>2</sup> sowie eine geringere mikronährstoffreiche Lebensmittelvielfalt aufweisen, in ersterer Probandengruppe sowohl ein signifikant höherer Prozentsatz, der den empfohlenen diätetischen Proteinbedarf realisiert, als auch ein signifikant höherer Prozentsatz, der den geschätzten durchschnittlichen Bedarf für alle 14 Mikronährstoffe erreicht, fand, lässt zu einem BMI cut-off point von 22,0 kg/m<sup>2</sup> als untere Grenze tendieren. Zudem bietet dieser BMI cut-off point die größte Sensibilität, um biochemische Indikatoren einer Fehlernährung, eine reduzierte Fähigkeit zur Durchführung der Aktivitäten des täglichen Lebens sowie einen reduzierten funktionellen Status vorauszusagen (Galanos et al. 1994, Landi et al. 1999, Thomas et al. 2002). Als obere Grenze lässt sich ein BMI cut-off point zwischen 25,0 und  $< 30,0$  kg/m<sup>2</sup> vermuten, da sich in der eigenen Arbeit im übergewichtigen männlichen Probandenkollektiv eine im Vergleich zu den adipösen Männern mit Ausnahme des Proteins signifikant größere Energie- und Makronährstoffzufuhr zeigt und in der Arbeit von Roberts et al. (2005) eine mit steigender Gewichtskategorie – die höchste BMI-Gruppe wurde als ein BMI von  $\geq 25,0$  kg/m<sup>2</sup> definiert – signifikant höher werdende tägliche Energie- und Proteinzufuhr ausgemacht werden konnte. Bestätigt wird diese Einschätzung des oberen BMI cut-off Bereichs für eine adäquate Ernährungsqualität im Alter durch die Studien von Ervin et al. (2008) sowie Ledikwe et al. (2003), deren Daten darauf hindeuteten – allerdings nur im weiblichen Probandenkollektiv – dass ein steigender BMI bzw. ein BMI im übergewichtigen oder adipösen Bereich mit einer unzulänglichen Zufuhr an wünschenswerten Nährstoffen sowie mit ungesunden Ernährungsmustern in Zusammenhang steht. Auf Grund der Gegebenheit, dass sich in den Untersuchungen von Ervin et al. (2008) und Ledikwe et al. (2003) fast ausnahmslos auf Seiten der Frauen signifikante Zusammenhänge zwischen einzelnen Ernährungsparametern und einem erhöhten BMI feststellen ließen, kann zudem

gemutmaßt werden, dass ein oberer BMI cut-off point für ältere Frauen von größerer Bedeutung als für ältere Männer ist und sich dieser von dem der Männer womöglich unterscheidet.

Letzten Endes weisen die Senioren unabhängig vom BMI ein hohes Risiko für Nährstoffdefizite auf (Murphy et al. 1990, Payette und Gray-Donald 1991, Ryan et al. 1992, Marshall et al. 2001), die zum einen den kognitiven Verfall, die Gebrechlichkeit sowie die Osteoporose verschlimmern (Vellas et al. 1992, Jama et al. 1996, La Rue et al. 1997, Vellas und Garry 2001) und zum anderen den Mortalitätsprozess beschleunigen (Landi et al. 1999). In Verbindung mit dem abgeschätzten Ernährungsrisiko für diese Personengruppe sollte jedoch erwähnt werden, dass dieses durch das Phänomen „Underreporting“ womöglich in die Höhe getrieben wird (Seale et al. 2002). Das „Underreporting“ kann ungefähr 30% der Zufuhr ausmachen (Goris et al. 2000) und kommt besonders häufig bei älteren Personen und bei Übergewichtigen vor (Briefel et al. 1997). Zusätzlich treten bei den Senioren neben der Adipositas noch zahlreiche andere Faktoren wie beispielsweise die Gegenwart chronischer Krankheiten (Drewnowski und Shultz 2001), die Einnahme mehrerer Medikamente (Jensen et al. 1997, Jensen et al. 2001), eine schlechte orale Gesundheit (Posner et al. 1994, Jensen et al. 1997, Jensen et al. 2001), ein begrenztes Einkommen (Murphy et al. 1992), eine körperliche Beeinträchtigung (Jensen et al. 2001, Apovian et al. 2002, Jensen und Friedmann 2002) sowie eine soziale Isolation (Rowe und Kahn 1997) gehäuft auf, die mit einem erhöhten Ernährungsrisiko in Verbindung gebracht werden. Folglich sollten diese teils veränderbaren Ernährungsrisikofaktoren in der Personengruppe der Senioren verstärkt im Auge behalten werden und, wie schon in der Arbeit von Roberts et al. (2005) geschlussfolgert wurde, auf ein Ernährungsmuster mit einer hohen Nahrungsvielfalt sowie einer ausreichenden Zufuhr von energie- und mikronährstoffreichen Lebensmitteln geachtet werden, um Energie-, Protein- und Mikronährstoffdefizite sowie einen zu niedrigen BMI auch bei augenscheinlich gesunden älteren Personen zu vermeiden. Zudem wurde in der Untersuchung von Roberts et al. (2005) darauf hingewiesen, dass altersspezifische Richtlinien für eine geeignete Ernährungsvielfalt benötigt werden.

### **6.3 Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen E- und GZ der übergewichtigen oder adipösen Senioren**

In Kap. 5.2 S 64ff der vorliegenden Arbeit wird der Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand der übergewichtigen oder adipösen Senioren untersucht. Da sich bei einigen Untersuchungsparametern sowohl zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 als auch zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen ein signifikanter Unterschied gezeigt hat, wird zusätzlich überprüft, ob der aktuelle BMI oder der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt den größeren Einfluss auf diese bestimmten Kenngrößen ausübt.

Vergleicht man die Probanden, die ab dem 20sten Lebensjahr ein konstantes Körpergewicht aufweisen, mit den Probanden, die ab dem gleichen Alter eine moderate Gewichtszunahme erfahren haben, so zeigen sich in ersterer Probandengruppe ein signifikant höherer Zeitverbrauch für die leichten sportlichen Aktivitäten, eine signifikant höhere tägliche Kohlenhydrat-, Vitamin D-, Jod- und Disaccharidzufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz, der über dem Referenzwert für die tägliche Ballaststoff-, Pantothenensäure- und Biotinaufnahme liegt. Im Gegensatz dazu finden sich in der Gruppe mit einer moderaten Gewichtszunahme eine signifikant höhere Vitamin E-Konzentration im Plasma, eine signifikant höhere tägliche prozentuale Proteinzufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz, der den Referenzwert für die tägliche prozentuale Proteinzufuhr überschreitet. Auch bei der vergleichenden Gegenüberstellung mit den Probanden, die ab dem 20sten Lebensjahr eine beträchtliche Gewichtszunahme erfahren haben, lassen sich auf Seiten der Probanden, die ihr Gewicht relativ konstant gehalten haben, einerseits eine signifikant niedrigere Vitamin E-Konzentration im Plasma sowie eine signifikant niedrigere tägliche prozentuale Proteinzufuhr und andererseits ein signifikant höherer Zeitverbrauch für die leichten sportlichen Aktivitäten, eine signifikant höhere tägliche Kohlenhydrat-, Jod- und Disaccharidzufuhr sowie ein signifikant höherer Prozentsatz, der über dem Referenzwert für die tägliche Ballaststoff- und Biotinaufnahme liegt, feststellen. Zusätzlich zeigen sich bei den Probanden mit einem konstanten Körpergewicht eine signifikant niedrigere Triglyceridkonzentration im Serum sowie ein signifikant höherer Zeitverbrauch für die mittelschweren und die gesamten sportlichen Aktivitäten. Beim Vergleich der beiden Probandengruppen mit einer Gewichtszunahme findet sich in der Gruppe, die einen

moderaten Körpergewichtsanstieg aufweist, ein signifikant höherer an einer Krebserkrankung leidender Prozentsatz als in der Gruppe, die einen beträchtlichen Körpergewichtsanstieg erfahren hat. Demgegenüber lassen sich bei den Probanden mit einer beträchtlichen Gewichtszunahme eine signifikant höhere Triglyceridkonzentration im Serum, eine signifikant niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration im Serum, eine signifikant niedrigere  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, ein signifikant niedrigerer Prozentsatz, der einen adäquaten Versorgungszustand mit  $\beta$ -Carotin aufweist, ein signifikant höherer systolischer Blutdruck, ein signifikant höherer Prozentsatz, der den Referenzwert für den systolischen Blutdruck sowie den diastolischen Blutdruck überschreitet, ein signifikant höherer Prozentsatz, der an Hypertonie und anderen Hochdruckkrankheiten sowie an Schilddrüsenerkrankungen leidet und ein signifikant höherer Prozentsatz, der mit seiner Gesamtsituation mäßig bis nicht zufrieden ist, erkennen.

Bezüglich der Überprüfung, ob der aktuelle BMI oder der Gewichtsverlauf den größeren Einfluss auf bestimmte Untersuchungsparameter ausübt, hat sich feststellen lassen, dass der systolische Blutdruck, die tägliche prozentuale Proteinzufuhr sowie die Zugehörigkeit zu der höheren Referenzgruppe für den diastolischen Blutdruck mit Hilfe des aktuellen BMI signifikant stärker erklärt werden können. Der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt wiederum leistet einen signifikant größeren Beitrag zur Erklärung der subjektiven Befindlichkeit. Keine signifikant unterschiedlichen Erklärungsbeiträge durch BMI und Gewichtsverlauf zeigen sich hingegen bei den Parametern  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung. Da sich in der jeweils höheren Gewichtsverlaufsgruppe ein signifikant größerer Wert für den aktuellen BMI findet (s. Anhang Tab. A61), können die Zusammenhänge zwischen dem Gewichtsverlauf und den Parametern systolischer Blutdruck, mit Referenzwerten verglichener diastolischer Blutdruck und prozentuale Proteinzufuhr im Kollektiv der übergewichtigen oder adipösen Senioren zum größten Teil auf den aktuellen BMI zurückgeführt werden.

Soweit dem Autor dieser Arbeit bekannt ist, existiert in der Literatur keine Studie, die den Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand von übergewichtigen und/oder adipösen Senioren untersuchte. Um zumindest ein konstantes Körpergewicht einer Gewichtszunahme vergleichend

gegenüberzustellen zu können, wird zum einen auf die Arbeiten von Lahmann et al. (2000) und Stenholm et al. (2007) zurückgegriffen, die sich mit der Beziehung zwischen dem Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zu einem durchschnittlichen Alter von 56 bzw. 68 Jahren und verschiedenen Merkmalen zum aktuellen soziodemographischen und -ökonomischen Status bzw. einzelnen Parametern zum aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand beschäftigten. Zum anderen werden die Untersuchungen von Strandberg et al. (2003) und Houston et al. (2005) präsentiert, die sich mit der Auswirkung des Gewichtsverlaufs vom 25sten Lebensjahr bis zum mittleren Alter auf die gesundheitsbezogene Lebensqualität im hohen Alter (Durchschnittsalter: 73 Jahre) bzw. auf die funktionellen Einschränkungen sowie körperlichen Behinderungen im späten Erwachsenenalter (Durchschnittsalter: 62,8 Jahre) auseinandersetzen.

Das Ziel der Arbeit von Stenholm et al. (2007) war es, zu untersuchen, ob die Geheinschränkung im hohen Alter durch die Adipositasentwicklung verursacht wird. Das endgültige Probandenkollektiv dieser Studie umfasste 2034 Personen, 1157 Frauen und 877 Männer, im Alter zwischen 55 und 99 Jahren (Durchschnittsalter: 68 Jahre), die alle am „Health 2000 Survey“ – hierbei handelt es sich um eine umfangreiche und bundesweite Erhebung in deren Rahmen ein Gesundheitsinterview und eine Gesundheitsuntersuchung in einem Kollektiv von 8028 finnischen Erwachsenen im Alter von  $\geq 30$  Jahren durchgeführt wurden – teilgenommen haben. Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden anhand der Adipositasdauer, wobei man ab einem BMI  $\geq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> als adipös galt, folgenden Gruppen zugeordnet: nie adipös (n=1360), vorher adipös, aber aktuell nicht adipös (n=71), aktuell adipös, aber im Alter von 20 bis 50 Jahren nicht adipös (n=436), adipös ab einem Alter von 50 Jahren (n=114), adipös ab einem Alter von 40 Jahren (n=39) und adipös ab einem Alter von 30 Jahren (n=14). Anhand des Chi-Quadrat-Tests zeigte sich für die Parameter Verwendung von Gehhilfen, körperliche Inaktivität, schlechte selbstbewertete Gesundheit, Diabetes, Bluthochdruck, Herzinsuffizienz, Kniearthrose, Hüftarthrose, Bildung und Geheinschränkung ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Adipositasdauer. Demnach fanden sich in der Gruppe, die zu keinem Zeitpunkt adipös gewesen war, jeweils niedrigere Prozentsätze für die Faktoren Verwendung von Gehhilfen, körperliche Inaktivität, schlechte selbstbewertete Gesundheit, Diabetes, Bluthochdruck, Kniearthrose, niedrigstes Bildungsniveau und Geheinschränkung – in diesem Fall sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern – als in der Gruppe, die aktuell adipös war, sowie in den Gruppen, die seit dem 50sten Lebensjahr bzw. seit dem 40sten Lebensjahr

bzw. seit dem 30sten Lebensjahr adipös gewesen waren. Mit Ausnahme der Gruppe, die seit dem 50sten Lebensjahr adipös gewesen war, beim Parameter der Herzinsuffizienz und der Gruppe, die seit dem 40sten Lebensjahr adipös gewesen war, beim Parameter der Hüftarthrose ließen sich bei diesen Kenngrößen ebenfalls jeweils niedrigere Prozentsätze in der Gruppe, die zu keinem Zeitpunkt adipös gewesen war, ausmachen. Bei den Parametern gegenwärtiges Rauchen und erheblicher Alkoholkonsum zeigten sich hingegen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen. Mit Hilfe der an die Faktoren Alter, Geschlecht, Bildung, Rauchverhalten, Alkoholkonsum, Diabetes, Bluthochdruck, Herzinsuffizienz, Kniearthrose und Hüftarthrose angeglichenen logistischen Regression konnte zudem festgestellt werden, dass die Gruppen mit unterschiedlich langer Adipositasdauer ein jeweils signifikant höheres Risiko für eine Geheinschränkung aufwiesen als die Gruppe, die zu keinem Zeitpunkt adipös gewesen war. Wurden die beiden Gruppen mit der längsten Adipositasdauer zusammengefasst, so fand sich außerdem ein mit steigender Adipositasdauer größer werdendes Risiko für eine Geheinschränkung. Auch sollte noch erwähnt werden, dass in allen Gruppen eine Geheinschränkung wesentlich häufiger auf Seiten der Frauen anzutreffen war als bei den Männern.

Lahmann et al. (2000) hingegen beschäftigten sich mit dem Zusammenhang zwischen verschiedenen soziodemographischen Faktoren (Fortpflanzungskenndaten, Lebensstileigenschaften, sozioökonomische Merkmale) und den Parametern langfristige Gewichtszunahme, aktuelle allgemeine Adipositas und aktuelle zentrale Adipositas in einem Kollektiv von 5464 schwedischen Frauen im Alter zwischen 45 und 73 Jahren (Durchschnittsalter: 56,6 Jahre). Bei diesem Kollektiv handelte es sich um eine Unterstichprobe der „Malmö Diet and Cancer prospective cohort Study (MDCS)“. Die MDCS ist eine für die schwedische Bevölkerung repräsentative Kohortenstudie, deren Ziel es war, die Ernährungsrisikofaktoren für den Krebs zu untersuchen. Mit Hilfe der multiplen linearen Regression konnte festgestellt werden, dass die Merkmale fortgeschrittenes Alter, niedriger BMI ( $< 20,3 \text{ kg/m}^2$ ) im Alter von 20 Jahren, hohe Geburtenzahl, frühe Regelblutung, niedrige selbstbewertete Gesundheit, Nichtraucher, kein Alkoholkonsum, sitzende Freizeitaktivität, Ernährungsumstellung in der Vergangenheit, Nicht-Einnahme von Hormonen, Pensionierung, niedriger Bildungsstatus, niedriger sozioökonomischer Status sowie niedriger sozioökonomischer Status der Eltern signifikante unabhängige Korrelaten der Gewichtszunahme waren. Durch die in dieser Studie verwendeten Bestimmungsgrößen für die Gewichtszunahme konnten 11% der Varianz erklärt werden, wobei die Faktoren anfänglicher

BMI, Rauchen, Alter, körperliche Aktivität und ursprünglicher sozioökonomischer Status den Großteil dieser Varianz begründeten.

In der Studie von Houston et al. (2005) wurde die Beziehung zwischen der Gewichtsentwicklung vom 25sten Lebensjahr bis zu einem Alter zwischen 45 und 64 Jahren und den funktionellen Einschränkungen sowie körperlichen Behinderungen im späten Erwachsenenalter – das Alter der Probanden bei der Folgeuntersuchung lag zwischen 52 und 75 Jahren (Durchschnittsalter: 62,8 Jahre) – in einem Kollektiv von weißen Amerikanern/innen sowie Afroamerikanern/innen erforscht. Das Probandenkollektiv für diese Analyse stammte von der „Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC)“-Studie – eine prospektive multizentrische Untersuchung der Arteriosklerose sowie der kardiovaskulären Erkrankungen – und umfasste insgesamt 11177 Personen, 4714 weiße Frauen, 4078 weiße Männer, 1541 Frauen afrikanischer Abstammung und 844 Männer afrikanischer Abstammung. Anhand der an die Faktoren Alter, Bildung, Rauchverhalten, Gewicht mit 25 Jahren und Außenzentrum angeglichenen logistischen Regression zeigte sich bei der Folgeuntersuchung beim Vergleich der Probanden, die vom 25sten Lebensjahr bis zu einem Alter zwischen 45 und 64 Jahren beträchtlich an Gewicht zugenommen haben (> 30 Pfund), mit den Probanden, die im gleichen Zeitraum ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten haben (+/- 10 Pfund), in ersterer Probandengruppe sowohl bei den weißen Frauen und Männern als auch bei den Frauen und Männern afrikanischer Abstammung ein etwa 2-3x so hohes Quotenverhältnis für die milden funktionellen Einschränkungen verglichen mit keinen funktionellen Einschränkungen. Des Weiteren fand sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung dieser Körpergewichtsverlaufgruppen in der Gruppe, die eine beträchtliche Gewichtszunahme erfahren hat, in den Kollektiven der Männer ein 3-4x so hohes Quotenverhältnis und in den Kollektiven der Frauen ein 5x höheres Quotenverhältnis für die schweren funktionellen Einschränkungen verglichen mit keinen funktionellen Einschränkungen. Eine moderate Gewichtszunahme (> 10 Pfund – 30 Pfund) wurde lediglich bei den weißen Frauen und Männern mit erhöhten Quotenverhältnissen für milde und schwere funktionelle Einschränkungen in Verbindung gebracht. Bezüglich der ADL-Beeinträchtigungen konnte festgestellt werden, dass die beträchtlich an Gewicht zunehmenden weißen Frauen und afroamerikanischen Männer ein etwa 3x so hohes Quotenverhältnis und die beträchtlich an Gewicht zunehmenden weißen Männer ein etwa 2x so hohes Quotenverhältnis für diese aufwiesen als die jeweilige Vergleichsgruppe, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten hat. Zudem wurde eine beträchtliche

Gewichtszunahme bei den weißen Frauen mit einem etwa 2x so hohen Quotenverhältnis und bei den weißen Männern mit einem etwa 1,5x so hohen Quotenverhältnis für IADL-Beeinträchtigungen assoziiert. Zu guter Letzt konnte eine Gewichtszunahme von > 10 Pfund – 30 Pfund – auch wenn die Quotenverhältnisse im Vergleich zu einer Gewichtszunahme von > 30 Pfund wesentlich geringer waren – bei den weißen Frauen noch mit ADL- und IADL-Beeinträchtigungen und bei den weißen Männern sowie den afroamerikanischen Männern noch mit ADL-Beeinträchtigungen in Zusammenhang gebracht werden.

Die letzte Arbeit, die im Rahmen des Vergleichs einer konstanten Gewichtsentwicklung mit einer Gewichtszunahme präsentiert werden soll, wurde von Strandberg et al. (2003) durchgeführt. Das Ziel dieser Untersuchung war es, zu prüfen, ob die Gewichtsveränderung vom 25sten Lebensjahr bis zum mittleren Alter (Durchschnittsalter: 47 Jahre) einen Einfluss auf das langfristige Mortalitätsrisiko sowie auf die Lebensqualität im hohen Alter (Durchschnittsalter: 73 Jahre) in einem Kollektiv von 1147 finnischen Männern mit einem einheitlichen sozioökonomischen Hintergrund ausübt. Als Instrument für die Beurteilung der gesundheitsbezogenen Lebensqualität diente die finnische Version des „RAND-36-Fragebogens“ (Aalto et al. 1999, Hays und Morales 2001). Für die einzelnen Auswertungen wurden die Probanden anhand der Gewichtsveränderung vom 25sten Lebensjahr bis zum mittleren Alter in Quartile eingeteilt. Das niedrigste Quartil wurde des Weiteren in die beiden Gruppen Gewichtsverlust oder keine Gewichtszunahme und Gewichtszunahme < 4,1 kg unterteilt. Mit Hilfe der an die Faktoren Alter, Rauchverhalten, Alkoholkonsum, Körpergewicht mit 25 Jahren, Körpergewicht im Jahr 2000, subjektive Befindlichkeit im Jahr 1974 und körperliche Fitness im Jahr 1974 angeglichene Kovarianzanalyse zeigten sich in sieben von acht Skalen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen mit unterschiedlicher Gewichtsveränderung, wobei die Männer, die bis ins mittlere Alter keine Gewichtszunahme erfahren haben, die einheitlich beste Lebensqualität aufwiesen. Anhand des Bonferroni-Tests fanden sich in der Gruppe, die keine Gewichtszunahme erfahren hat, für die Bereiche körperliche Funktion, körperliche Schmerzen, allgemeine Gesundheit, soziale Funktion und Funktionseinschränkung infolge emotionaler Probleme jeweils signifikant höhere Punktezahlen als in den Gewichtsveränderungsquartilen 2 (Gewichtszunahme zwischen 4,1 und 9,0 kg), 3 (Gewichtszunahme zwischen 9,1 und 14,9 kg) und 4 (Gewichtszunahme  $\geq$  15,0 kg). Des Weiteren ließ sich bei den nicht an Gewicht zunehmenden Probanden eine im Vergleich zu den Probanden in den Quartilen 3 und 4 signifikant höhere Punktzahl für den Bereich der Funktionseinschränkung infolge der

körperlichen Gesundheit sowie eine im Vergleich zu den Probanden in den Quartilen 2 und 4 signifikant höhere Punktezahl für den Bereich der Vitalität feststellen.

Unabhängig davon, ob es sich ausschließlich um ein aktuell übergewichtiges und/oder adipöses Seniorenkollektiv handelt, deuten die Ergebnisse der eigenen Arbeit sowie von den zitierten Studien darauf hin, dass ein konstantes Gewicht bis ins mittlere Alter bzw. während des Erwachsenenlebens – in der Arbeit von Stenholm et al. (2007) wurden die im Laufe der Zeit nicht adipös werdenden Probanden einem konstanten Körpergewicht gleichgesetzt – einer Gewichtszunahme in den gleichen Zeiträumen vorzuziehen ist, damit eine gute Gesundheit sowie eine gute Funktionsfähigkeit im späten Erwachsenenalter bzw. im hohen Alter mit einer größeren Wahrscheinlichkeit gewährleistet werden (Strandberg et al. 2003, Houston et al. 2005, Stenholm et al. 2007). Die Untersuchung von Stenholm et al. (2007) ließ zudem erkennen, dass neben der Gewichtszunahme auch die Adipositasdauer einen negativen Einfluss auf die Funktionsfähigkeit im Alter – in diesem Fall auf die Gehfähigkeit – ausüben kann. Beiläufig sollte noch erwähnt werden, dass in der Studie von Houston et al. (2005) auch eine Gewichtsabnahme (> 10 Pfund) vom 25sten Lebensjahr bis zu einem Alter zwischen 45 und 64 Jahren bei weißen Frauen mit ADL-Beeinträchtigungen und bei afroamerikanischen Männern mit schweren funktionellen Einschränkungen sowie ADL- und IADL-Beeinträchtigungen im späten Erwachsenenalter assoziiert wurden.

In der vorliegenden Arbeit wird ein konstantes Körpergewicht im Vergleich zu einer moderaten bzw. beträchtlichen Gewichtszunahme mit einer jeweils deutlich größeren Anzahl an signifikanten positiven Zusammenhängen, die vor allem die körperliche Aktivität und die Nährstoffzufuhr betreffen, in Verbindung gebracht, wodurch die Bedeutsamkeit eines konstanten Körpergewichts ab dem 20sten Lebensjahr auch in einem aktuell übergewichtigen und adipösen Seniorenkollektiv erkennbar wird. Auch wenn in der Untersuchung von Black et al. (2005) lediglich die Gewichtsentwicklung vom 20sten Lebensjahr bis zu einem Alter von 51 Jahren berücksichtigt wurde, so ließ sich auch hier der Stellenwert eines konstanten Körpergewichts – in diesem Fall auf die Glucosetoleranz eines aktuell adipösen Kollektivs – aufzeigen. Demnach weisen die adipösen Männer, die ihr Körpergewicht seit dem 20sten Lebensjahr gehalten haben, ein niedrigeres Risiko für eine beeinträchtigte Glucosetoleranz auf als die im Alter von 20 Jahren nicht adipösen Männer, die erst im Laufe der Zeit ähnlich adipös geworden sind. Die Tatsache, dass in der eigenen Arbeit eine beträchtliche Gewichtszunahme im Vergleich zu einer moderaten Gewichtszunahme mit einer sehr viel

größeren Anzahl an signifikanten negativen Zusammenhängen assoziiert wird – diese beziehen sich im Wesentlichen auf den Gesundheitsstatus – lässt zudem den Schluss zu, dass eine Gewichtszunahme ab dem 20sten Lebensjahr zumindest in einem bestimmten Rahmen bleiben sollte. Bestätigt wird diese Beobachtung – allerdings in einem jeweils nicht nur aktuell übergewichtigen und/oder adipösen Kollektiv – durch die Untersuchungen von Strandberg et al. (2003) und Houston et al. (2005). Während sich in der Arbeit von Houston et al. (2005) bei den moderat an Gewicht zunehmenden Probanden durchweg niedrigere Quotenverhältnisse für die Parameter milde und schwere funktionelle Einschränkungen, ADL-Beeinträchtigungen sowie IADL-Beeinträchtigungen als bei den beträchtlich an Gewicht zunehmenden Probanden feststellen ließen, zeigten sich in der Studie von Strandberg et al. (2003) bei den Probanden, die vom 25sten Lebensjahr bis zum mittleren Alter zwischen 0,1 und 4,0 kg zugenommen haben, für die einzelnen Bereiche der gesundheitsbezogenen Lebensqualität fast durchgängig bessere Ergebnisse als bei den Probanden in den drei höchsten Gewichtsveränderungsquartilen.

In Bezug auf das Körpergewicht mit 20 Jahren, das für die Auswertung dieser Fragestellung herangezogen wurde, sollte noch angemerkt werden, dass die Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit zu systematischen Fehlern führen kann. In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass aktuell adipöse Personen dazu neigen, ihr früheres Körpergewicht zu unterschätzen, während aktuell wenig wiegende Personen dazu tendieren, ihr früheres Körpergewicht zu überschätzen (Stevens et al. 1990, Perry et al. 1995, Tamakoshi et al. 2003). Neben dem Körpergewicht können auch noch die Faktoren Geschlecht, ethnische Herkunft und Abfragedauer eine Auswirkung auf die Genauigkeit der Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit haben (Stevens et al. 1990, Must et al. 1993, Perry et al. 1995, Tamakoshi et al. 2003). Auf der anderen Seite existieren viele Belege dazu, dass sich Personen ihr früheres Körpergewicht über einen langen Zeitraum mit hoher Genauigkeit ins Gedächtnis rufen können (Stevens et al. 1990, Casey et al. 1991, Perry et al. 1995, Norgan und Cameron 2000, Tamakoshi et al. 2003).

Zusammenfassend lässt sich aus den Ergebnissen der angeführten Studien sowie der eigenen Arbeit festhalten, dass nach Erreichen des Erwachsenenalters ein konstantes Körpergewicht zur Erhaltung der Gesundheit und Funktionsfähigkeit im Alter beitragen kann. Eine unterstützende Maßnahme könnte diesbezüglich darin bestehen, soziodemographischen Faktoren wie beispielsweise einem niedrigen Bildungsstatus, einem niedrigen

sozioökonomischen Status, einer niedrigen selbstbewerteten Gesundheit oder einem niedrigen körperlichen Aktivitätslevel, die in der Arbeit von Lahmann et al. (2000) mit einer Gewichtszunahme in Verbindung gebracht wurden, mit geeigneten Maßnahmen entgegenzuwirken.

#### **6.4 Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI**

In Kap. 5.3 S 81ff der vorliegenden Arbeit wird der Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI überprüft. Da in der Literatur keine Studie ausfindig gemacht werden konnte, die sich mit dieser Thematik auseinandersetzte, werden lediglich die eigenen Ergebnisse diskutiert.

Zunächst einmal hat sich gezeigt, dass die Frauen im Vergleich zu den Männern einen signifikant niedrigeren BMI mit 20 Jahren aufweisen. Beim BMI mit 60 Jahren lässt sich dann kein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied mehr ausmachen. Demnach findet sich auf Seiten der Frauen eine signifikant höhere BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr. Wird in diesem Zusammenhang die BMI-Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren berücksichtigt, so lässt sich erkennen, dass der signifikante geschlechtsspezifische Unterschied im BMI mit 20 Jahren auf die Gruppe der in jungen Jahren Normalgewichtigen zurückgeführt werden kann. Bezüglich der BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr zeigt sich in dieser Gruppe allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern. Da sich auch weder bei den in jungen Jahren Untergewichtigen noch bei den in jungen Jahren Übergewichtigen ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied in der BMI-Differenz findet und auf Grund der Tatsache, dass sich in all diesen Gruppen eine höhere BMI-Differenz im weiblichen Probandenkollektiv feststellen lässt, kann darauf geschlossen werden, dass alle Gruppen zu der im Gesamtkollektiv beobachteten signifikant höheren BMI-Differenz auf Seiten der Frauen beitragen. Des Weiteren zeigt sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern beim Vergleich der Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind, mit den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind, in ersterer Probandengruppe eine signifikant höhere BMI-Differenz. Darüber hinaus weisen Männer, die in jungen Jahren übergewichtig sind, im Vergleich zu Männern, die in jungen Jahren untergewichtig bzw. normalgewichtig sind, eine

signifikant niedrigere BMI-Differenz zwischen dem 20sten und dem 60sten Lebensjahr auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Unterschiede im BMI mit 60 Jahren zwischen den in jungen Jahren Unter-, Normal- oder Übergewichtigen geringer sind als die Unterschiede im BMI mit 20 Jahren. Trotz dieser Beobachtung empfiehlt es sich aber, den BMI in jungen Jahren in einem normalgewichtigen Bereich zu halten, da sich bei beiden Geschlechtern mit steigender BMI-Gruppe im Alter von 20 Jahren höhere BMI-Werte im Alter von 60 Jahren zeigen. Da diese signifikanten Unterschiede in der BMI-Differenz zwischen den in jungen Jahren Übergewichtigen und den in jungen Jahren Untergewichtigen bzw. Normalgewichtigen nur im männlichen Probandenkollektiv zu finden sind, lässt sich zudem mutmaßen, dass die BMI-Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren bei den Frauen einen größeren Einfluss auf einen zu hohen BMI im Alter von 60 Jahren hat als bei den Männern.

Konzentriert man sich nur auf die Probanden, die sowohl mit 20 als auch mit 60 Jahren der gleichen BMI-Gruppe angehören, so findet sich nur bei den zu beiden Zeitpunkten Normalgewichtigen ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied. Demzufolge weisen die Männer sowohl einen signifikant höheren BMI mit 20 Jahren als auch einen signifikant höheren BMI mit 60 Jahren auf. Die Gegebenheit, dass sich bezüglich der BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern ausmachen lässt, deutet darauf hin, dass weder der höhere Ausgangs-BMI bei den Männern noch der niedrigere Ausgangs-BMI bei den Frauen zu einer unterschiedlichen BMI-Entwicklung zwischen den Frauen und Männern dieses Kollektivs führen. Des Weiteren zeigt sich zwischen den zu beiden Zeitpunkten Normalgewichtigen und den zu beiden Zeitpunkten Übergewichtigen kein signifikanter Unterschied in der BMI-Differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr, wobei diese Beobachtung auf Grund der geringen Probandenzahl in letzterer Gruppe nicht sehr aussagekräftig ist.

Berücksichtigt man in einer weiteren Auswertung nur die Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in eine höhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, so findet sich auch diesmal bei den in jungen Jahren Normalgewichtigen ein signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied. So lässt sich bei den Männern, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder übergewichtig oder adipös werden, ein jeweils signifikant höherer BMI mit 20 Jahren als in den entsprechenden weiblichen Vergleichsgruppen feststellen. Bei den Kenngrößen BMI mit 60 Jahren und BMI-Differenz zeigt sich hingegen in keiner dieser

Probandengruppen ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern. Allerdings deuten die höheren BMI-Differenzen auf Seiten der Frauen darauf hin, dass die in jungen Jahren normalgewichtigen und im Laufe der Zeit entweder übergewichtig oder adipös werdenden weiblichen Probanden dieser Studie eine jeweils höhere Gewichtszunahme in diesem Zeitraum erfahren als die entsprechenden männlichen Vergleichskollektive. Bezüglich des BMI mit 20 Jahren sollte noch erwähnt werden, dass sich zwischen diesen beiden Probandengruppen genau so wie zwischen den beiden Gruppen, die in jungen Jahren jeweils untergewichtig sind und im Laufe der Zeit entweder normalgewichtig oder übergewichtig werden, kein signifikanter Unterschied zeigt. Das heißt, man kann von diesem weder auf die BMI-Entwicklung der in jungen Jahren Untergewichtigen noch auf die BMI-Entwicklung der in jungen Jahren Normalgewichtigen schließen. Ein weiterer signifikanter geschlechtsspezifischer Unterschied findet sich in der Probandengruppe, die in jungen Jahren übergewichtig ist und im Laufe der Zeit adipös wird, wobei sich auf Seiten der Frauen eine höhere BMI-Differenz und somit eine höhere Gewichtszunahme ausmachen lässt.

Stellt man nun die BMI-Differenzen der Probanden, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils nächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, vergleichend gegenüber, so findet sich ausschließlich auf Seiten der Frauen ein signifikanter Unterschied. Demnach lässt sich in der Gruppe, die in jungen Jahren übergewichtig ist und im Laufe der Zeit adipös wird, eine jeweils signifikant höhere BMI-Differenz als in den Gruppen, die in jungen Jahren untergewichtig bzw. normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit normalgewichtig bzw. übergewichtig werden, feststellen. Folglich weisen die Frauen, die in jungen Jahren ohnehin schon das größte Ausgangsgewicht haben, im Rahmen derer, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils nächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, die höchste Gewichtszunahme auf. Auf Grund dieser Beobachtung wäre es ratsam, dass Frauen in jungen Jahren auf eine niedrige BMI-Gruppen-Zugehörigkeit achten.

Eine teilweise Bestätigung erfährt dieser Rückschluss, wenn in weiterer Folge die BMI-Differenzen der beiden Probandengruppen, die vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in die jeweils übernächsthöhere BMI-Gruppe übergewechselt sind, miteinander verglichen werden. So zeigt sich bei den Frauen, die in jungen Jahren untergewichtig sind und im Laufe der Zeit übergewichtig werden, eine signifikant niedrigere BMI-Differenz als bei den Frauen, die in jungen Jahren normalgewichtig sind und im Laufe der Zeit adipös werden.

Um die anthropometrischen Kenndaten BMI mit 20 Jahren und BMI mit 60 Jahren in Bezug auf den deutschen Bundesdurchschnitt charakterisieren zu können, werden diese mit den Querschnittsdaten der 18-19jährigen sowie der 50-59jährigen Teilnehmer der NVS II verglichen (Max Rubner-Institut 2008). Die Daten der NVS II bekommen auf Grund der Tatsache, dass in dieser Studie ebenso wie in der eigenen Arbeit der Median verwendet wurde, den Vorzug gegenüber den Querschnittsdaten des Bundes-Gesundheitssurvey 1998, in dem der Mittelwert zum Einsatz kam. Aus Tab. 6.4 geht hervor, dass sowohl die beiden BMI-Werte der GISELA-Frauen als auch die beiden BMI-Werte der GISELA-Männer unter den jeweiligen BMI-Werten des Bundesdurchschnitts liegen. Übereinstimmung herrscht allerdings dahingehend, dass sich in beiden Kollektiven jeweils höhere BMI-Werte auf Seiten der Männer finden. Betreffend den Aspekt, dass der Vergleich eines Zeitpunkts (BMI mit 60 Jahren) mit einem Zeitraum (BMI der 50-59 Jährigen) einen Einfluss auf diese Folgerung haben könnte, soll an dieser Stelle noch ergänzend hinzugefügt werden, dass sich bei den 60-69jährigen Frauen und Männern der NVS II jeweils noch höhere BMI-Werte als bei den 50-59jährigen Frauen und Männern dieser Studie zeigten.

**Tab. 6.4** Vergleich der anthropometrischen Kenndaten BMI mit 20 Jahren und BMI mit 60 Jahren zwischen den Probanden der NVS II (Median, 2,5 – 97,5er Perzentile) und den Probanden der GISELA-Studie (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>
<b>BMI [kg/m<sup>2</sup>]</b>		
<b>mit 20 Jahren (GISELA)</b> (335 F, 131 M)	20,18 16,73 – 25,32	21,80 17,51 – 26,85
<b>der 18-19Jährigen der NVS II</b> (208 F, 237 M)	22,1 17,9 – 35,9	22,4 17,7 – 37,0
<b>mit 60 Jahren (GISELA)</b> (335 F, 131 M)	25,04 20,33 – 34,80	25,40 21,53 – 32,60
<b>der 50-59Jährigen der NVS II</b> (1264 F, 1098 M)	26,0 19,5 – 41,1	27,6 20,9 – 37,8
<b>der 60-69Jährigen der NVS II</b> (1312 F, 1277 M)	27,2 20,1 – 39,6	28,1 21,9 – 38,5

F = Frauen, M = Männer

Mögliche Einschränkungen bei der Interpretation dieser Ergebnisse stellen zum einen die Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit – in unserem Fall des Körpergewichts mit 20 Jahren – und zum anderen die niedrigen Probandenzahlen in einzelnen

Gruppen dar. Da der Punkt Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit schon ausführlich in Kap. 6.3 diskutiert wird, soll hier nur kurz daran erinnert werden, dass sich Personen ihr früheres Körpergewicht über einen langen Zeitraum mit hoher Genauigkeit ins Gedächtnis rufen können (Stevens et al. 1990, Casey et al. 1991, Perry et al. 1995, Norgan und Cameron 2000, Tamakoshi et al. 2003).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es sich empfiehlt, den BMI in jungen Jahren in einem normalgewichtigen Bereich zu halten, da sich bei beiden Geschlechtern mit steigender BMI-Gruppe im Alter von 20 Jahren höhere BMI-Werte im Alter von 60 Jahren zeigen. Zudem deuten die Ergebnisse darauf hin, dass die BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren bei den GISELA-Frauen einen größeren Einfluss auf einen zu hohen BMI im Alter von 60 Jahren hat als bei den GISELA-Männern. Aufgrund der Tatsache, dass sich im Bundesdurchschnitt sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern im Vergleich zum GISELA-Kollektiv jeweils höhere BMI-Werte feststellen lassen, kann man vermuten, dass bei beiden Geschlechtern zum einen der Anteil an Personen in den höheren BMI-Gruppen in jungen Jahren größer ist und zum anderen der jeweilige BMI im Alter von 60 Jahren einen höheren Wert aufweist. Folglich könnte die Einhaltung eines bestimmten BMI-Bereichs in jungen Jahren eine wesentliche Rolle im Rahmen gesundheitspolitischer Maßnahmen spielen. Zudem könnte diese Maßnahme für die in einer Überfluss- und Konsumgesellschaft lebenden 20-Jährigen von heute in Hinblick auf ein gesundes Altern eine noch größere Bedeutung als für die 20-Jährigen von damals, die in einer entbehnungsreichen Zeit groß geworden sind, haben.

## 7 Schlussfolgerungen und Ausblicke

Die vorliegende Arbeit wurde im Rahmen der GISELA-Studie durchgeführt. Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass das GISELA-Kollektiv nicht repräsentativ für die 60jährige und ältere deutsche Bevölkerung ist. Bei den Teilnehmern der GISELA-Studie handelt es sich um ein im Vergleich zum Bundesdurchschnitt körperlich aktiveres, gesundheitsbewussteres und ein höheres Bildungsniveau aufweisendes Kollektiv. Zudem lässt sich bei den GISELA-Senioren und -Seniorinnen mit Ausnahme der Ballaststoffzufuhr sowie der Versorgung mit einigen Vitaminen ein ausgewogeneres Ernährungsverhalten erkennen.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass die Adipositas bei Personen im Alter von  $\geq 60$  Jahren mit einer erhöhten Prävalenz für einen niedrigen HDL-Cholesterinspiegel im Serum (nur bei den Männern), mit einer erhöhten Prävalenz für eine niedrige  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, mit einer niedrigen Folsäurekonzentration im Serum (nur bei den Frauen), mit einer erhöhten Prävalenz für abnorme Werte beider Blutdruck-Kenngrößen, mit einer erhöhten Prävalenz für Diabetes (nur im Gesamtkollektiv), Hypertonie, ischämische Herzerkrankungen (nur bei den Frauen) und Hirngefäßerkrankungen (nur bei den Frauen), mit einer erhöhten Anzahl an mäßig bis nicht zufriedenen Probanden (nur bei den Frauen), mit einer geringen Schulbildung, mit einem niedrigen Ausbildungsabschluss (nur bei den Frauen) sowie mit einer geringen körperlichen Aktivität in Beziehung steht. Folglich sollte auch im Seniorenalter ein BMI  $\leq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> angestrebt werden.

Beim Übergewicht finden sich nicht so viele signifikante Zusammenhänge mit den einzelnen Ernährungs- und Gesundheitsparametern. So wird ein bestehendes Übergewicht nicht mit einer erhöhten Prävalenz für abnormale Lipidkonzentrationen in Verbindung gebracht. Bezüglich der  $\beta$ -Carotin-Plasmakonzentration lässt sich beim Vergleich der Normal- mit den Übergewichtigen nur bei den übergewichtigen weiblichen Probanden ein höherer Prozentsatz mit einem schlechteren Versorgungszustand ausmachen. Darüber hinaus zeigt sich bei der vergleichenden Gegenüberstellung der Normalgewichtigen mit den Übergewichtigen kein Unterschied in der Folsäurekonzentration. Allerdings findet sich zwischen diesen Gewichtskategorien im weiblichen Probandenkollektiv ein Unterschied beim Vitamin B<sub>12</sub>, wobei sich in der Gruppe der Übergewichtigen sowohl eine niedrigere Serumkonzentration als auch ein niedrigerer Prozentsatz, der den Referenzwert überschreitet, feststellen lassen.

Beim Blutdruck zeigen sich ebenfalls in der höheren BMI-Gruppe höhere Prävalenzen für abnorme Werte beider Blutdruck-Kenngrößen. Im Vergleich zur Adipositas geht ein BMI im übergewichtigen Bereich aber „lediglich“ mit einer erhöhten Prävalenz für Hypertonie bei den Männern sowie mit einer erhöhten Prävalenz für Hirngefäßerkrankungen bei den Frauen einher. Ferner weisen die übergewichtigen Frauen im Vergleich zu den normalgewichtigen Frauen einzig beim Parameter Schulbildung einen niedrigeren Status auf. Des Weiteren findet sich nur bei den übergewichtigen männlichen Probanden ein im Vergleich zu den Normalgewichtigen schlechteres Aktivitätsverhalten. Auch wenn schlussendlich das Übergewicht bei beiden Geschlechtern mit einer erhöhten Anzahl an mäßig bis nicht zufriedenen Probanden in Verbindung gebracht wird – diesbezüglich sollte allerdings nicht außer Acht gelassen werden, dass es sich bei der Kenngröße der gesundheitsbezogenen Lebensqualität um eine subjektive Empfindung des eigenen Gesundheitszustandes handelt, die durch kulturelle Faktoren sowie durch die Betrachtung der eigenen Mitwelt bestimmt wird (López-García et al. 2003) – kann anhand dieser Ergebnisse, wie schon in den Arbeiten von López-García et al. (2003) und Janssen (2007), geschlussfolgert werden, dass ein BMI cut-off point von  $25 \text{ kg/m}^2$  als Grenze zum Übergewicht für ältere Personen womöglich zu einschränkend ist.

Bei der Interpretation dieser Resultate muss beachtet werden, dass es sich bei dem Datenmaterial um Querschnittsdaten handelt. Infolgedessen kann keine Kausalität abgeleitet werden. Das heißt, es war nicht möglich festzustellen, ob die negativen Zusammenhänge einzelner Ernährungs- und Gesundheitsparameter mit dem Übergewicht bzw. der Adipositas vor oder nach deren Entstehung aufgetreten sind. Die Querschnittsdaten liefern dennoch Hinweise über die möglichen Beziehungen der verschiedenen Untersuchungskenngrößen mit einem BMI im übergewichtigen oder adipösen Bereich im Alter. Eine weitere Einschränkung bei dieser Fragestellung ergibt sich aus dem für die Beurteilung der Adipositas verwendeten Messinstrument. Der BMI ist zwar eine einfach zu messende Zielgröße und zeigt eine gute Korrelation zum Körperfettgehalt, stellt aber keinen optimalen Maßstab für die Körperzusammensetzung dar und neigt dazu, Personen falsch zu klassifizieren. Während der Körperfettgehalt bei sehr muskulösen oder sehr kleinen Personen sowie bei Personen mit Ödemen überschätzt wird, wird er bei Personen mit einem niedrigen Muskelmasseanteil unterschätzt. Besonders bei älteren Personen führen die altersabhängigen Veränderungen in der Körperzusammensetzung (Abnahme der fettfreien Körpermasse sowie des Körperwassergehalts, Zunahme der Fettmasse) und die Verringerung der Körperhöhe (durch

eine Kyphose sowie durch eine Kompression der Wirbelkörper) zu einer Änderung der Beziehung des BMI mit dem Körperfettgehalt (Sorkin et al. 1999).

Bezüglich der Nährstoffzufuhr kann festgestellt werden, dass die Senioren unabhängig vom BMI ein hohes Risiko für bestimmte Nährstoffdefizite aufweisen. So werden die empfohlenen Referenzwerte für die Ballaststoff-, die Vitamin D-, die Folsäure-, die Calcium- und die Jodaufnahme sowohl von den Senioren der GISELA-Studie als auch vom älteren Bundesdurchschnitt oftmals nicht erreicht. Aufgrund dieses beobachteten hohen Risikos für bestimmte Nährstoffdefizite und angesichts der Tatsache, dass die 65jährigen und älteren Personen in den derzeit in Deutschland gültigen Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffzufuhr (DGE 2000) zu einer Altersgruppe zusammengefasst werden – obwohl gerade diese Gruppe infolge der großen individuellen Schwankungen im Alterungsprozess sehr heterogen ist – empfiehlt sich die Formulierung differenzierter Zufuhrempfehlungen für die ältere Bevölkerung.

Betrachtet man den Einfluss des Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr auf den aktuellen Ernährungs- und Gesundheitszustand der übergewichtigen oder adipösen Senioren, so hat sich gezeigt, dass ein konstantes Gewicht im Vergleich zu einer moderaten bzw. beträchtlichen Gewichtszunahme mit einer jeweils deutlich größeren Anzahl an signifikanten positiven Zusammenhängen, die vor allem die körperliche Aktivität und die Nährstoffzufuhr betreffen, einhergeht. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, dass das Körpergewicht ab dem Erwachsenenalter konstant gehalten werden sollte. Des Weiteren wird in der vorliegenden Arbeit eine beträchtliche Gewichtszunahme im Vergleich zu einer moderaten Gewichtszunahme mit einer sehr viel größeren Anzahl an signifikanten negativen Zusammenhängen, die sich im Wesentlichen auf den Gesundheitsstatus beziehen, assoziiert. Diese Beobachtung lässt zudem den Schluss zu, dass eine Gewichtszunahme ab dem 20sten Lebensjahr zumindest in einem bestimmten Rahmen bleiben sollte.

Auch bei dieser Fragestellung ist es aufgrund der Tatsache, dass keine Daten zu den einzelnen Untersuchungsparametern im Alter von 20 Jahren vorliegen, nicht möglich eine Kausalität abzuleiten. Nachdem sehr wenige Probanden in jungen Jahren übergewichtig oder adipös gewesen sind, ist es aber sehr unwahrscheinlich, dass die vor allem den Gesundheitsstatus betreffenden negativen Zusammenhänge der Gewichtszunahme vorausgegangen sind. Demzufolge liefern diese Daten Hinweise über mögliche Zusammenhänge zwischen dem

Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr und den einzelnen Untersuchungsparametern in einem aktuell übergewichtigen oder adipösen Seniorenkollektiv. Eine weitere Einschränkung bei dieser Fragestellung ergibt sich aus der Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit. In einigen Studien konnte gezeigt werden, dass aktuell adipöse Personen dazu neigen, ihr früheres Körpergewicht zu unterschätzen, während aktuell wenig wiegende Personen dazu tendieren, ihr früheres Körpergewicht zu überschätzen (Stevens et al. 1990, Perry et al. 1995, Tamakoshi et al. 2003). Neben dem Körpergewicht können auch noch die Faktoren Geschlecht, ethnische Herkunft und Abfragedauer eine Auswirkung auf die Genauigkeit der Befragung einer Gewichtssituation in der Vergangenheit haben (Stevens et al. 1990, Must et al. 1993, Perry et al. 1995, Tamakoshi et al. 2003). Auf der anderen Seite existieren viele Belege dazu, dass sich Personen ihr früheres Körpergewicht über einen langen Zeitraum mit hoher Genauigkeit ins Gedächtnis rufen können (Stevens et al. 1990, Casey et al. 1991, Perry et al. 1995, Norgan und Cameron 2000, Tamakoshi et al. 2003).

Wird der Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI überprüft, so lässt sich sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern beim Vergleich der Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind, mit den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind, in ersterer Probandengruppe eine signifikant höhere BMI-Differenz feststellen. Darüber hinaus weisen Männer, die in jungen Jahren übergewichtig sind, im Vergleich zu Männern, die in jungen Jahren untergewichtig bzw. normalgewichtig sind, eine signifikant niedrigere BMI-Differenz zwischen dem 20sten und dem 60sten Lebensjahr auf. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Unterschiede im BMI mit 60 Jahren zwischen den in jungen Jahren Unter-, Normal- oder Übergewichtigen geringer sind als die Unterschiede im BMI mit 20 Jahren. Trotz dieser Beobachtung empfiehlt es sich aber, den BMI in jungen Jahren in einem normalgewichtigen Bereich zu halten, da sich bei beiden Geschlechtern mit steigender BMI-Gruppe im Alter von 20 Jahren höhere BMI-Werte im Alter von 60 Jahren zeigen. Da diese signifikanten Unterschiede in der BMI-Differenz zwischen den in jungen Jahren Übergewichtigen und den in jungen Jahren Untergewichtigen bzw. Normalgewichtigen nur im männlichen Probandenkollektiv zu finden sind, lässt sich zudem mutmaßen, dass die BMI-Gruppen-Zugehörigkeit in jungen Jahren bei den Frauen einen größeren Einfluss auf einen zu hohen BMI im Alter von 60 Jahren hat als bei den Männern. Aufgrund der Tatsache, dass sich im Bundesdurchschnitt sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern im Vergleich zum GISELA-Kollektiv jeweils höhere BMI-Werte feststellen lassen, kann man vermuten, dass bei beiden Geschlechtern zum einen der Anteil an

Personen in den höheren BMI-Gruppen in jungen Jahren größer ist und zum anderen der jeweilige BMI im Alter von 60 Jahren einen höheren Wert aufweist. Folglich könnte die Einhaltung eines bestimmten BMI-Bereichs in jungen Jahren eine wesentliche Rolle im Rahmen gesundheitspolitischer Maßnahmen spielen. Zudem könnte diese Maßnahme für die in einer Überfluss- und Konsumgesellschaft lebenden 20-Jährigen von heute in Hinblick auf ein gesundes Altern eine noch größere Bedeutung als für die 20-Jährigen von damals, die in einer entbehrrungsreichen Zeit groß geworden sind, haben.

Abschließend lässt sich aufgrund der Ergebnisse dieser Untersuchung festhalten, dass die beobachtete altersabhängige Zunahme der Körpermasse als physiologischer Vorgang im Laufe des Alterns zu verstehen ist. Um im Seniorenalter die bestmögliche Gesundheit und Funktionsfähigkeit zu gewährleisten, sollte diese aber innerhalb eines bestimmten Rahmens bleiben und ein aktueller BMI  $\leq 30,0$  kg/m<sup>2</sup> angestrebt werden. Als unterstützende Maßnahme zur Vermeidung eines zu hohen BMI im Alter empfiehlt es sich zudem, den BMI in jungen Jahren in einem normalgewichtigen Bereich zu halten.

## 8 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit wurde innerhalb der Gießener Senioren Langzeitstudie (GISELA) durchgeführt. Bei der GISELA-Studie handelt es sich um eine prospektive Kohortenstudie, in der seit 1994 in ein- bzw. zweijährigen Abständen Gießener Senioren bezüglich ihres Ernährungs- und Gesundheitsstatus beobachtet werden. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Zusammenhang zwischen BMI und den Untersuchungsparametern Blutfette, Antioxidantienstatus, Homocystein und Vitaminstatus, Blutdruck, Krankheiten, subjektive Befindlichkeit, soziodemographische und -ökonomische Daten, Gesundheitsverhalten, körperliche Aktivität sowie Energie- und Nährstoffzufuhr untersucht. Des Weiteren wurden diese Kenngrößen im Kollektiv der aktuell übergewichtigen und adipösen Probanden mit dem Körpergewichtsverlauf ab dem 20sten Lebensjahr in Beziehung gesetzt. Zudem wurde der Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI überprüft. Zur Ausarbeitung dieser Fragestellungen wurden die bei der jeweils ersten Untersuchung der Senioren ermittelten Daten aus den Erhebungsjahren 1994–2004 herangezogen.

Bei der ersten Fragestellung wurden die Probanden entsprechend ihrem BMI und getrennt nach Geschlecht den Gewichtskategorien Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas zugeordnet. Anhand des Mann-Whitney U-Tests zeigen sich bei den Adipösen im Vergleich zu den Normalgewichtigen eine signifikant höhere Triglyceridkonzentration im Serum, eine signifikant niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration im Serum, eine signifikant niedrigere Vitamin C-Konzentration im Plasma (nur bei den Frauen), eine signifikant niedrigere  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, eine signifikant niedrigere Folsäurekonzentration im Serum (nur bei den Frauen), ein signifikant höherer systolischer und diastolischer Blutdruck und ein signifikant niedrigerer Zeitverbrauch für die Hausarbeit (nur bei den Frauen), für die leichten (nur bei den Männern), die mittelschweren und die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für die gesamten körperlichen Aktivitäten (nur bei den Frauen). Des Weiteren finden sich bei den Adipösen mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests eine signifikant höhere Prävalenz für einen niedrigen HDL-Cholesterinspiegel im Serum (nur bei den Männern), eine signifikant höhere Prävalenz für eine niedrige  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, signifikant höhere Prävalenzen für abnorme Werte beider Blutdruck-Kenngrößen, signifikant höhere Prävalenzen für die Gesundheitszustände Diabetes (nur im Gesamtkollektiv), Hypertonie, ischämische Herzerkrankungen (nur bei den Frauen) und Hirngefäßerkrankungen (nur bei den

Frauen), eine signifikant höhere Anzahl an mäßig bis nicht zufriedenen Probanden (nur bei den Frauen) und ein signifikant niedrigerer Status betreffend die Parameter Schulbildung sowie höchster Ausbildungsabschluss (nur bei den Frauen).

Beim Übergewicht lassen sich nicht so viele signifikante Zusammenhänge mit den einzelnen Ernährungs- und Gesundheitsparametern ausmachen. So zeigen sich bei den Übergewichtigen im Vergleich zu den Normalgewichtigen mit Hilfe des Mann-Whitney U-Tests eine höhere Triglyceridkonzentration im Serum (nur bei den Frauen), eine niedrigere HDL-Cholesterinkonzentration im Serum, eine niedrigere  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma (nur bei den Frauen), eine niedrigere Vitamin B<sub>12</sub>-Konzentration im Serum (nur bei den Frauen), ein höherer systolischer und diastolischer Blutdruck sowie ein niedrigerer Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren sowie die gesamten sportlichen Aktivitäten (nur bei den Männern). Anhand des Chi-Quadrat-Tests finden sich auf Seiten der Übergewichtigen zudem eine höhere Prävalenz für eine niedrige  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma (nur bei den Frauen), eine höhere Prävalenz für eine niedrige Vitamin B<sub>12</sub>-Konzentration im Serum (nur bei den Frauen), eine höhere Prävalenz für einen hohen diastolischen Blutdruck, eine höhere Prävalenz für einen hohen systolischen Blutdruck (nur bei den Frauen), höhere Prävalenzen für die Gesundheitszustände Hypertonie (nur bei den Männern) und Hirngefäßerkrankungen (nur bei den Frauen), eine höhere Anzahl an mäßig bis nicht zufriedenen Probanden und ein niedrigerer Status für den Parameter der Schulbildung. In Bezug auf die Nährstoffzufuhr deuten die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit darauf hin, dass die Senioren unabhängig vom BMI ein hohes Risiko für bestimmte Nährstoffdefizite aufweisen.

Im weiteren Verlauf dieser Arbeit wurden die aktuell übergewichtigen und adipösen Studienteilnehmer anhand ihres Körpergewichtsverlaufs ab dem 20sten Lebensjahr in drei Gruppen eingeteilt. Mittels Anwendung des Mann-Whitney U-Tests und des Chi-Quadrat-Tests zeigt sich, dass ein konstantes Gewicht im Vergleich zu einer moderaten bzw. beträchtlichen Gewichtszunahme mit einer jeweils deutlich größeren Anzahl an signifikanten positiven Zusammenhängen, die vor allem die körperliche Aktivität und die Nährstoffzufuhr betreffen, einhergeht. Demnach finden sich bei den Probanden, die ab dem 20sten Lebensjahr ein konstantes Gewicht aufweisen, ein höherer Zeitverbrauch für die leichten sportlichen Aktivitäten, eine höhere tägliche Kohlenhydrat-, Vitamin D-, Jod- und Disaccharidzufuhr sowie ein höherer Prozentsatz, der über dem Referenzwert für die tägliche Ballaststoff-, Pantothen säure- und Biotinaufnahme liegt, als bei den Probanden, die ab dem gleichen Alter

eine moderate Gewichtszunahme erfahren haben. Im Gegensatz dazu lassen sich in der Gruppe mit einer moderaten Gewichtszunahme eine höhere Vitamin E-Konzentration im Plasma, eine höhere tägliche prozentuale Proteinzufuhr sowie ein höherer Prozentsatz, der den Referenzwert für die tägliche prozentuale Proteinzufuhr überschreitet, feststellen. Auch bei der vergleichenden Gegenüberstellung mit den Probanden, die ab dem 20sten Lebensjahr eine beträchtliche Gewichtszunahme erfahren haben, zeigen sich auf Seiten der Probanden mit einem konstanten Gewicht einerseits eine niedrigere Vitamin E-Konzentration im Plasma sowie eine niedrigere tägliche prozentuale Proteinzufuhr und andererseits ein höherer Zeitverbrauch für die leichten sportlichen Aktivitäten, eine höhere tägliche Kohlenhydrat-, Jod- und Disaccharidzufuhr sowie ein höherer Prozentsatz, der über dem Referenzwert für die tägliche Ballaststoff- und Biotinaufnahme liegt. Zusätzlich finden sich bei den Probanden, die ihr Körpergewicht relativ konstant gehalten haben, eine niedrigere Triglyceridkonzentration im Serum sowie ein höherer Zeitverbrauch für die mittelschweren und die gesamten sportlichen Aktivitäten. Des Weiteren wird in der vorliegenden Arbeit eine beträchtliche Gewichtszunahme im Vergleich zu einer moderaten Gewichtszunahme mit einer sehr viel größeren Anzahl an signifikanten negativen Zusammenhängen – diese beziehen sich im Wesentlichen auf den Gesundheitsstatus – assoziiert.

Im Gesamtkollektiv lässt sich bei einigen Untersuchungsparametern sowohl zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4 als auch zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufsgruppen ein signifikanter Unterschied feststellen. Folglich wurde in einer weiteren Auswertung mit Hilfe der multiplen linearen Regression bzw. der binären logistischen Regression überprüft, ob der aktuelle BMI oder der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt den größeren Einfluss auf diese Kenngrößen ausübt. Es hat sich gezeigt, dass der systolische Blutdruck, die tägliche prozentuale Proteinzufuhr sowie die Zugehörigkeit zu der höheren Referenzgruppe für den diastolischen Blutdruck mit Hilfe des aktuellen BMI signifikant stärker erklärt werden können. Der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt wiederum leistet einen signifikant größeren Beitrag zur Erklärung der subjektiven Befindlichkeit. Keine signifikant unterschiedlichen Erklärungsbeiträge durch BMI und Gewichtsverlauf zeigen sich hingegen bei den Parametern  $\beta$ -Carotin-Konzentration im Plasma, täglicher Zeitverbrauch für mittelschwere sportliche Aktivitäten, Auftreten einer Hypertonie oder einer anderen Hochdruckkrankheit sowie Auftreten einer Schilddrüsenerkrankung. Da sich in der jeweils höheren Gewichtsverlaufsgruppe ein signifikant größerer Wert für den aktuellen BMI findet, können

die Zusammenhänge zwischen dem Gewichtsverlauf und den Parametern systolischer Blutdruck, mit Referenzwerten verglichener diastolischer Blutdruck und prozentuale Proteinzufuhr im Kollektiv der übergewichtigen oder adipösen Senioren zum größten Teil auf den aktuellen BMI zurückgeführt werden.

Abschließend wurde noch der Einfluss des BMI in jungen Jahren auf die altersabhängigen Veränderungen des BMI überprüft. Sowohl bei den Frauen als auch bei den Männern lässt sich beim Vergleich der Probanden, die in jungen Jahren untergewichtig sind, mit den Probanden, die in jungen Jahren normalgewichtig sind, in ersterer Probandengruppe eine signifikant höhere BMI-Differenz feststellen. Darüber hinaus weisen Männer, die in jungen Jahren übergewichtig sind, im Vergleich zu Männern, die in jungen Jahren untergewichtig bzw. normalgewichtig sind, eine signifikant niedrigere BMI-Differenz zwischen dem 20sten und dem 60sten Lebensjahr auf.

## 8 Summary

The present investigation is part of a longitudinal study on nutrition and health status in an ageing population in Giessen, Germany (GISELA). This study is a prospective cohort study in which the nutritional status and the health status of the elderly in Giessen have been observed at annual and biannual intervals since 1994. The objective of this doctoral thesis was to examine the relationship between body mass index (BMI) and the investigation parameters blood lipids, antioxidant status, homocysteine and vitamin status, blood pressure, diseases, subjective health status, sociodemographic and economic factors, health behaviour, physical activity as well as energy and nutrient intake. Furthermore these parameters were related to weight history since age 20 in current overweight and obese study participants. In addition the impact of BMI in young adulthood on the age-related changes of BMI was investigated. For these purposes, cross-sectional data of the elderly, collected between 1994 and 2004 during their first examination, were used.

For the first question, men and women separately were classified according to their BMI into normal weight, overweight and obesity. By means of the Mann-Whitney U test, it is demonstrated that obese persons compared to normal-weight subjects show a significantly higher serum concentration of triglycerides, a significantly lower serum concentration of HDL cholesterol, a significantly lower plasma concentration of vitamin C (in women only), a significantly lower plasma concentration of  $\beta$ -carotene, a significantly lower serum concentration of folate (in women only), a significantly higher systolic and diastolic blood pressure and a significantly lower time use for the parameters housework (in women only), low athletic activity (in men only), moderate athletic activity, overall athletic activity and overall physical activity (in women only). Using the Chi-square test, it is shown that obese subjects also have a significantly higher prevalence of a low serum concentration of HDL cholesterol (in men only), a significantly higher prevalence of a low plasma concentration of  $\beta$ -carotene, significantly higher prevalence rates of abnormal values of blood pressure parameters, significantly higher prevalence rates of the health conditions diabetes (in the total sample only), hypertension, ischemic heart diseases (in women only) and cerebral vessel diseases (in women only), a significantly higher number of moderately to not content persons (in women only) and a significantly lower status concerning the parameters education and highest grade completed (in women only).

With regard to the overweight status it can be ascertained that there are not that many significant associations with individual investigation parameters. By means of the Mann-Whitney U test, it is shown that overweight people compared to normal-weight persons have a higher serum concentration of triglycerides (in women only), a lower serum concentration of HDL cholesterol, a lower plasma concentration of  $\beta$ -carotene (in women only), a lower serum concentration of vitamin B<sub>12</sub> (in women only), higher systolic and diastolic blood pressures and a lower time use for the parameters low, moderate and overall athletic activity (in men only). Using the Chi-square test, it is further observed that overweight elderly persons show a higher prevalence of a low plasma concentration of  $\beta$ -carotene (in women only), a higher prevalence of a low serum concentration of vitamin B<sub>12</sub> (in women only), a higher prevalence of a high diastolic blood pressure, a higher prevalence of a high systolic blood pressure (in women only), higher prevalence rates of the health conditions hypertension (in men only) and cerebral vessel diseases (in women only), a higher number of moderately to not content persons and a lower educational status than their normal-weight counterparts. Moreover, with respect to nutrient intakes, the results of the present investigation indicate that elderly persons are, independently from BMI, at high risk of specific nutrient deficiencies.

In a further analysis, the current overweight and obese elderly subjects were classified into three groups according to their weight history since age 20. Again, by means of the Mann-Whitney U test and the Chi-square test, it is shown that weight maintenance compared to moderate and large weight gain is associated with a significantly higher number of positive aspects, concerning mostly the parameters physical activity and nutrient intake. According to this, the weight maintainers have a higher time use for low athletic activities, a higher daily intake of carbohydrate, vitamin D, iodine and disaccharide as well as a higher percentage of persons with daily intakes of fibre, pantothenic acid and biotin that are above the reference value than the moderate weight gainers. By contrast, the moderate weight gainers show a higher plasma concentration of vitamin E, a higher percentage of daily protein intakes as well as a higher percentage of persons with daily protein intakes that are above the reference value. When compared to the large weight gainers, the weight maintainers also have a lower plasma concentration of vitamin E, a lower percentage of daily protein intakes, a higher time use for low athletic activities, higher daily intakes of carbohydrate, iodine and disaccharide as well as a higher percentage of persons with daily intakes of fibre and biotin intake that are above the reference value. In addition, the weight maintainers show a lower serum concentration of triglycerides and a higher time use for moderate and overall athletic activities. Furthermore,

large weight gain since age 20 in comparison to moderate weight gain since age 20 is associated with a considerably higher number of significant negative associations, concerning mostly the health status.

In the total sample, significant differences between the BMI groups 3 and 4 as well as between several weight history groups can be observed for some investigation parameters. Therefore, in a further analysis, it was investigated by means of the multiple linear regression and the binary logistic regression procedure if the current BMI or the weight history from age 20 to the age at study entry have a greater effect on these parameters. It is shown that the systolic blood pressure, the percentage of daily protein intakes and the belonging to the higher reference group for the diastolic blood pressure can be explained significantly stronger by the current BMI. On the other hand, the weight history from age 20 to the age at study entry makes a greater contribution to the subjective health status. No significant differences in relative importance through current BMI and weight history are shown for the parameters plasma concentration of  $\beta$ -carotene, daily time use for moderate athletic activity, prevalence of hypertension or any other high-pressure disease, and prevalence of thyroid disease. Due to a significantly greater BMI in higher weight history groups, the relationships between weight history and the parameters systolic blood pressure, diastolic blood pressure compared with reference values, and percentage of daily protein intakes in the total sample of overweight or obese elderly persons can be largely attributed to the current BMI.

Finally, the impact of BMI in young adulthood on the age-related changes of BMI was investigated. In both sexes, the persons being underweight in young adulthood show a significantly higher difference in BMI between the ages of 20 and 60 than the persons being of normal weight. Moreover, men being overweight in young adulthood have a significantly lower difference in BMI between the ages of 20 and 60 than both men being underweight and men being of normal weight in young adulthood.

## 9 Literaturverzeichnis

1. Aalto A-M, Aro AR, Teperi J  
RAND-36 as a measure of health-related quality of life. Reliability, construct validity, and reference values in the Finnish general population  
Helsinki, 1999
2. Abbott RD, Rodriguez BL, Burchfiel CM, Curb JD  
Physical activity in older middle-aged men and reduced risk of stroke: the Honolulu Heart Program  
Am J Epidemiol 139; 881-893, 1994
3. Allison DB, Gallagher D, Heo M, Pi-Sunyer FX, Heymsfield SB  
Body mass index and all-cause mortality among people age 70 and over: the Longitudinal Study of Aging  
Int J Obes Relat Metab Disord 21; 424-431, 1997
4. Amador LF, Al Snih S, Markides KS, Goodwin JS  
Body mass index and change in blood pressure over a 7-year period in older Mexican  
Clin Interv Aging 1; 275-282, 2006
5. American College of Sports Medicine  
American College of Sports Medicine Position Stand. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults  
Med Sci Sports Exerc 30; 975-991, 1998
6. American Diabetes Association  
Diagnosis and classification of diabetes mellitus  
Diabetes Care 29; S43-S48, 2006
7. Andersson A, Isaksson A, Brattström L, Hultberg B  
Homocysteine and other thiols determined in plasma by HPLC and thiol-specific postcolumn derivatization  
Clin Chem 39; 1590-1597, 1993
8. Antic V, Dulloo A, Montani JP  
Multiple mechanisms involved in obesity-induced hypertension  
Heart Lung Circ 12; 84-93, 2003
9. Apovian CM, Frey CM, Wood GC, Rogers JZ, Still CD, Jensen GL  
Body mass index and physical functioning in older women  
Obes Res 10; 740-747, 2002
10. Araki A, Sako Y  
Determination of free and total homocysteine in human plasma by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection  
J Chromatogr 422; 43-52, 1987

11. Assantachai P, Lekhakula S  
Epidemiological survey of vitamin deficiencies in older Thai adults: implications for national policy planning  
Public Health Nutr 10; 65-70, 2007
12. Audrain JE, Klesges RC, DePue K, Klesges LM  
The individual and combined effects of cigarette smoking and food on resting energy expenditure  
Int J Obes 15; 813-821, 1991
13. Backhaus K, Erichson B, Plinke W, Weiber R  
Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung  
Springer, Berlin, 9. Auflage, 2000
14. Barnard RJ, Ugianskis EJ, Martin DA, Inkeles SB  
Role of diet and exercise in the management of hyperinsulinemia and associated atherosclerotic risk factors  
Am J Cardiol 69; 440-444, 1992
15. Barnett YA  
Nutrition and the ageing process  
Br J Biomed Sci 51; 278-287, 1994
16. Barrera G, Bunout D, Gattas V, de la Maza MP, Leiva L, Hirsch S  
A high body mass index protects against femoral neck osteoporosis in healthy elderly subjects  
Nutrition 20; 769-771, 2004
17. Basiotis PP, Carlson A, Gerrior SA, Juan WY, Lino M  
The Healthy Eating Index: 1999-2000. U.S. Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion  
CNPP-12, 2002
18. Bermudez OI, Tucker KL  
Total and central obesity among elderly Hispanics and the association with type 2 diabetes  
Obes Res 9; 443-451, 2001
19. BgVV (Bundesinstitut für gesundheitlichen Verbraucherschutz und Veterinärmedizin)  
Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS II.3). Konzeption, Aufbau und Dokumentation der Datenbank blsdatt.  
Berlin, 1999
20. Black E, Holst C, Astrup A, Toubro S, Echwald S, Pedersen O, Sørensen TI  
Long-term influences of body-weight changes, independent of the attained weight, on risk of impaired glucose tolerance and Type 2 diabetes  
Diabet Med 22; 1199-1205, 2005

21. Blair SN, Kohl HW, Barlow CE  
Physical activity, physical fitness, and all-cause mortality in women: Do women need to be active?  
J Am Coll Nutr 12; 368-371, 1993
22. Block G, Dietrich M, Norkus EP, Morrow JD, Hudes M, Caan B, Packer L  
Factors associated with oxidative stress in human populations  
Am J Epidemiol 156; 274-285, 2002
23. Blumberg J  
Nutrient requirements of the healthy elderly – should there be specific RDAs?  
Nutr Rev 52; 15-18, 1994
24. Brady WE, Mares-Perlman JA, Bowen P, Stacewicz-Sapuntzakis M  
Human serum carotenoid concentrations are related to physiologic and lifestyle factors  
J Nutr 126; 129-137, 1996
25. Briefel RR, Sempos CT, McDowell MA, Chien S, Alaimo K  
Dietary methods research in the third National Health and Nutrition Examination Survey: underreporting of energy intake  
Am J Clin Nutr 65; 1203S-1209S, 1997
26. Brosius F  
SPSS 12: Das mitp-Standardwerk  
Mitp-Verlag, Bonn, 1. Auflage, 2004
27. Brown CD, Higgins M, Donato KA, Rohde FC, Garrison R, Obarzanek E, Ernst ND, Horan M  
Body mass index and the prevalence of hypertension and dyslipidemia  
Obes Res 8; 605-619, 2000
28. Buijsse B, Feskens EJM, Schlettwein-Gsell D, Ferry M, Kok FJ, Kromhout D, de Groot LCPGM  
Plasma carotene and  $\alpha$ -tocopherol in relation to 10-y all-cause and cause-specific mortality in European elderly: the Survey in Europe on Nutrition and the Elderly, a Concerted Action (SENECA)  
Am J Clin Nutr 82; 879-886, 2005
29. Burke JD, Curran-Celentano J, Wenzel AJ  
Diet and serum carotenoid concentrations affect macular pigment optical density in adults 45 years and older  
J Nutr 135; 1208-1214, 2005
30. Calle EE, Thun MJ, Petrelli JM, Rodriguez C, Heath CW  
Body-mass index and mortality in a prospective cohort of U.S. adults  
N Engl J Med 341; 1097-1105, 1999

31. Calle EE, Thun MJ  
Obesity and cancer  
*Oncogene* 23; 6365-6378, 2004
32. Casey VA, Dwyer JT, Berkey CS, Coleman KA, Gardner J, Valadian I  
Long-term memory of body weight and past weight satisfaction: a longitudinal follow-up study  
*Am J Clin Nutr* 53; 1493-1498, 1991
33. Casiglia E, Mazza A, Tikhonoff V, Scarpa R, Schiavon L, Pessina AC  
Total cholesterol and mortality in the elderly  
*J Intern Med* 254; 353-362, 2003
34. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Izzo JL Jr, Jones DW, Materson BJ, Oparil S, Wright JT Jr, Roccella EJ  
The seventh report of the Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Pressure: The JNC 7 report  
*JAMA* 289; 2560-2572, 2003
35. Cole N, Fox MK  
Nutrition and health characteristics of low-income populations: volume IV: older adults  
United States Department of Agriculture, Washington DC, 2004
36. Collins LC, Cornelius MF, Vogel RL, Walker JF, Stamford BA  
Effect of caffeine and/or cigarette smoking on resting energy expenditure  
*Int J Obes* 18; 551-556, 1994
37. Comstock GW, Bush TL, Helzlsouer K  
Serum retinol, beta-carotene, vitamin E, and selenium as related to subsequent cancer of specific sites  
*Am J Epidemiol* 135; 115-121, 1992
38. Dallosso HM, James WPT  
The role of smoking in the regulation of energy balance  
*Int J Obes* 8; 365-375, 1984
39. Defay R, Delcourt C, Ranvier M, Lacroux A, Papoz L  
Relationships between physical activity, obesity and diabetes mellitus in a French elderly population: the POLA study  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 25; 512-518, 2001
40. De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, Eisman JA, Kroger H, Fujiwara S, Garnero P, McCloskey EV, Mellstrom D, Melton LJ 3rd, Meunier PJ, Pols HA, Reeve J, Silman A, Tenenhouse A  
Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis  
*Osteoporos Int* 16; 1330-1338, 2005

41. Dey DK, Rothenberg E, Sundh V, Bosaeus I, Steen B  
Waist circumference, body mass index, and risk for stroke in older people: a 15 year longitudinal population study of 70-year-olds  
J Am Geriatr Soc 50; 1510-1518, 2002
42. Dey DK, Lissner L  
Obesity in 70-year-old subjects as a risk factor for 15 year coronary heart disease incidence  
Obes Res 11; 817-827, 2003
43. DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) (Hrsg)  
Ernährungsbericht 1996  
Frankfurt/Main, 1996
44. DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung), ÖGE Österreichische Gesellschaft für Ernährung), SGE (Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung), SVE (Schweizerische Vereinigung für Ernährung) (Hrsg)  
Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr  
Umschau Braus Verlagsgesellschaft, Frankfurt/Main, 2000
45. Diehr P, Bild DE, Harris TB, Duxbury A, Siscovick D, Rossi M  
Body mass index and mortality in non-smoking older adults: The Cardiovascular Health Study  
Am J Public Health 88; 623-629, 1998
46. Drewnowski A, Shultz JM  
Impact of aging on eating behaviours, food choices, nutrition, and health status  
J Nutr Health Aging 5; 75-79, 2001
47. Elia M  
Obesity in the elderly  
Obes Res 9; 244S-248S, 2001
48. Ensrud KE, Cauley J, Lipschutz R, Cummings SR  
Weight change and fractures in older women. Study of Osteoporotic Fractures Research Group  
Arch Intern Med 157; 857-863, 1997
49. Ervin RB  
Healthy Eating Index scores among adults, 60 years of age and over, by sociodemographic and health characteristics: United States, 1999-2002  
Adv Data 395; 1-16, 2008
50. Espinoza SE, Guo H, Fedarko N, DeZern A, Fried LP, Xue QL, Leng S, Beamer B, Walston JD  
Glutathione peroxidase enzyme activity in aging  
J Gerontol A Biol Sci Med Sci 63; 505-509, 2008

51. Eveleth PB, Andres R, Chumlea WC, Eiben O, Ge K, Harris T, Heymsfield SB, Launer LJ, Rosenberg IH, Solomons NW, Svanborg A, van Staveren W, Vellas B  
Uses and interpretation of anthropometry in the elderly for the assessment of physical status. Report to the nutrition unit of the World Health Organization  
J Nutr Health Aging 2; 5-17, 1998
52. Feldman EB  
Aspects of the interrelations of nutrition and aging - 1993  
Am J Clin Nutr 58; 1-3, 1993
53. Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ  
Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study  
J Bone Miner Res 8; 567-573, 1993
54. Ferrer M, Alonso J  
The use of the Short Form (SF)-36 questionnaire for older adults  
Age Ageing 27; 755-756, 1998
55. Finkel T, Holbrook NJ  
Oxidants, oxidative stress and the biology of ageing  
Nature 408; 239-247, 2000
56. Fletcher AE, Breeze E, Shetty PS  
Antioxidant vitamins and mortality in older persons: findings from the nutrition add-on study to the Medical Research Council Trial of Assessment and Management of Older People in the Community  
Am J Clin Nutr 78; 999-1010, 2003
57. Folsom AR, Nieto FJ, McGovern PG, Tsai MY, Malinow MR, Eckfeldt JH, Hess DL, Davis CE  
Prospective study of coronary heart disease incidence in relation to fasting total homocysteine, related genetic polymorphism, and B vitamins: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study  
Circulation 98; 204-210, 1998
58. Folsom AR, Kushi LH, Anderson KE, Mink PJ, Olson JE, Hong CP, Sellers TA, Lazovich D, Prineas RJ  
Associations of general and abdominal obesity with multiple health outcomes in older women: the Iowa Women's Health Study  
Arch Intern Med 160; 2117-2128, 2000
59. Fontaine KR, Redden DT, Wang C, Westfall AO, Allison DB  
Years of life lost due to obesity  
JAMA 289; 187-193, 2003

60. French SA, Folsom AR, Jeffery RW, Williamson DF  
Prospective study of intentionality of weight loss and mortality in older women: The Iowa Women's Health Study  
*Am J Epidemiol* 149; 504-514, 1999
61. Fried LP, Borhani NO, Enright P, Furberg CD, Gardin JM, Kronmal RA, Kuller LH, Manolio TA, Mittelmark MB, Newman A  
The Cardiovascular Health Study: design and rationale  
*Ann Epidemiol* 1; 263-276, 1991
62. Friedewald WT  
Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge  
*Clin Chem* 18; 499-502, 1972
63. Galanos AN, Pieper CF, Cornoni-Huntley JC, Bales CW, Fillenbaum GG  
Nutrition and function: is there a relationship between body mass index and the functional capabilities of community-dwelling elderly?  
*J Am Geriatr Soc* 42; 368-373, 1994
64. Garry PJ, Goodwin JS, Hunt WC, Hooper EM, Leonard AG  
Nutritional status in a healthy elderly population: Dietary and supplemental intakes  
*Am J Clin Nutr* 36; 319-331, 1982
65. Gey KF  
Prospects for the prevention of free radical disease, regarding cancer and cardiovascular disease  
*Br Med Bull* 49; 679-699, 1993
66. Goris AH, Westerterp-Plantenga MS, Westerterp KR  
Undereating and underrecording of habitual food intake in obese men: selective underreporting of fat intake  
*Am J Clin Nutr* 71; 130-134, 2000
67. Gortmaker SL, Must A, Perrin JM, Sobol AM, Dietz WH  
Social and economic consequences of overweight in adolescence and young adulthood  
*N Engl J Med* 329; 1008-1012, 1993
68. Griendling KK, Alexander RW  
Oxidative stress and cardiovascular disease  
*Circulation* 96; 3264-3265, 1997
69. Groessl EJ, Kaplan RM, Barrett-Connor E, Ganiats TG  
Body mass index and quality of well-being in a community of older adults  
*Am J Prev Med* 26; 126-129, 2004

70. Gryglewska B, Grodzicki T, Kocemba J  
Obesity and blood pressure in the elderly free-living population  
J Hum Hypertens 12; 645-647, 1998
71. Gutiérrez-Fisac JL, López E, Banegas JR, Graciani A, Rodríguez-Artalejo F  
Prevalence of overweight and obesity in elderly people in Spain  
Obes Res 12; 710-715, 2004
72. Harris T, Cook EF, Garrison R, Higgins M, Kannel W, Goldman L  
Body mass index and mortality among non-smoking older persons. The Framingham Heart Study  
JAMA 259; 1520-1524, 1988
73. Hauner H  
Übergewicht im Erwachsenenalter  
In: Biesalski HK, Fürst P, Kasper H, Kluthe R, Pöler W, Puchstein C, Stähelin HB (Hrsg)  
Ernährungsmedizin  
Georg Thieme, Berlin, 2004
74. Hauner H, Hamann A, Husemann B, Liebermeister H, Wabitsch M, Westenhöfer J, Wiegand-Glebinski W, Wirth A, Wolfram G  
Prävention und Therapie der Adipositas. Evidenzbasierte Leitlinie – Adipositas  
Deutsche Adipositas-Gesellschaft, Deutsche Diabetes-Gesellschaft, Deutsche Gesellschaft für Ernährung, Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin, 2007
75. Hays RD, Morales LS  
The RAND-36 measure of health-related quality of life  
Ann Med 33; 350-357, 2001
76. Health Outcomes Institute  
Twelve-item Health Status Questionnaire (HSQ-12) Version 2.0 User Guide  
Minnesota, 1996
77. Heiat A  
Impact of age on definition of standards for ideal weight  
Prev Cardiol 6; 104-107, 2003
78. Heiat A, Vaccarino V, Krumholz HM  
An evidence-based assessment of federal guidelines for overweight and obesity as they apply to elderly persons  
Arch Intern Med 161; 1194-1203, 2001
79. Henderson CT, Mobarhan S, Bowen P, Sapuntzakis M, Friedman H, Layden TJ, Kiani R, Langenberg P  
Determinants of absorption characteristics of a single dose of beta-carotene (BC) in humans  
Fed Proc 45; 826, 1986

80. Herbert JR, Hurley TG, Hsieh J, Rogers E, Stoddard AM, Sorensen G, Nicolosi RJ  
Determinants of plasma vitamins and lipids: the Working Well Study  
*Am J Epidemiol* 140; 132-147, 1994
81. Herbert BM  
Körpergewicht und Körperzusammensetzung älterer Menschen unter besonderer Berücksichtigung methodischer Aspekte  
Eine Untersuchung im Rahmen der Gießener Senioren Langzeitstudie  
Dissertation, Institut für Ernährungswissenschaft, Universität Gießen  
Fachverlag Köhler, Gießen, 2000
82. Herwig A  
Körperliche Aktivität und Lebensgewohnheiten, Nährstoffzufuhr, klinisch-chemische Parameter  
Ergebnisse der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) und Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren-Analytik (VERA)  
In: Kübler V, Anders HJ, Heeschen W (Hrsg)  
VERA-Schriftenreihe, Band XIII  
Wissenschaftlicher Fachverlag Dr. Fleck, Niederkleen, 1995
83. Hoffmeister H, Bellach BM (Hrsg)  
Die Gesundheit der Deutschen  
Robert Koch-Institut, Bundesinstitut für Infektionskrankheiten und nicht übertragbare Krankheiten, Berlin, 2. Auflage, 1995
84. Hofstetter A, Schutz Y, Jéquier E, Wahren J  
Increased 24-hour energy expenditure in cigarette smokers  
*N Engl J Med* 314; 79-82, 1986
85. Homocysteine Lowering Trialists' Collaboration  
Dose-dependent effects of folic acid on blood concentrations of homocysteine: a meta-analysis of the randomized trials  
*Am J Clin Nutr* 82; 806-812, 2005
86. Houston DK, Stevens J, Cai J, Morey MC  
Role of weight history on functional limitations and disability in late adulthood: The ARIC study  
*Obes Res* 13; 1793-1802, 2005
87. Huang B, Rodriguez BL, Burchfiel CM, Chyou PH, Curb JD, Sharp DS  
Associations of adiposity with prevalent coronary heart disease among elderly men: the Honolulu Heart Program  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 21; 340-348, 1997
88. Huang KC, Lin WY, Lee LT, Chen CY, Lo H, Hsia HH, Liu IL, Shau WY, Lin RS  
Four anthropometric indices and cardiovascular risk factors in Taiwan  
*Int J Obes* 26; 1060-1068, 2002

89. Huang KC, Lee MS, Lee SD, Chang YH, Lin YC, Tu SH, Pan WH  
Obesity in the elderly and its relationship with cardiovascular risk factors in Taiwan  
*Obes Res* 13; 170-178, 2005
90. Ibanez J, Izquierdo M, Argüelles I, Forga L, Larrion JL, Garcia-Unciti M, Idoate F, Gorostiaga EM  
Twice-weekly progressive resistance training decreases abdominal fat and improves insulin sensitivity in older men with type 2 diabetes  
*Diabetes Care* 28; 662-667, 2005
91. ICN Biomedicals GmbH  
Anleitung für den SimulTRAC-SNB Radioassay Kit  
Eschwege, 1995
92. Idler EL  
Age differences in self-assessment of health: age changes, cohort differences, or survivorship?  
*J Gerontol* 48; S289-S300, 1993
93. Jacobsen DW  
Hyperhomocysteinemia and oxidative stress  
*Arterioscler Thromb Vasc Biol* 20; 1182-1184, 2000
94. Jama JW, Launer LJ, Witteman JCM, den Breeijen JH, Breteler MM, Grobbee DE, Hofman A  
Dietary antioxidants and cognitive function in a population-based sample of older persons. The Rotterdam Study  
*Am J Epidemiol* 144; 275-280, 1996
95. Janssen I  
Morbidity and mortality risk associated with an overweight BMI in older men and women  
*Obesity* 15; 1827-1840, 2007
96. Jefferys M  
Social inequalities in health – do they diminish with age?  
*Am J Public Health* 86; 474-475, 1996
97. Jenkins KR  
Obesity's effects on the onset of functional impairment among older adults  
*Gerontologist* 44; 206-216, 2004
98. Jensen GL, Kita K, Fish J, Heydt D, Frey C  
Nutritional risk screening characteristics of rural older persons: relation to functional limitations and health care charges  
*Am J Clin Nutr* 66; 819-828, 1997

99. Jensen GL, Friedmann JM, Coleman CD, Smiciklas-Wright H  
Screening for hospitalization and nutritional risks among community-dwelling older persons  
Am J Clin Nutr 74; 201-205, 2001
100. Jensen GL, Friedmann JM  
Obesity is associated with functional decline in community-dwelling rural older persons  
J Am Geriatr Soc 50; 918-923, 2002
101. Junge B, Nagel M  
Das Rauchverhalten in Deutschland  
Gesundheitswesen 61; Sonderheft 2, S121-S125, 1999
102. Kado DM, Bucur A, Selhub J, Rowe JW, Seeman T  
Homocysteine levels and decline in physical function: MacArthur Studies of Successful Aging  
Am J Med 113; 537-542, 2002
103. Kanaya AM, Wassel Fyr C, Vittinghoff E, Harris TB, Park SW, Goodpaster BH, Tylavsky F, Cummings SR  
Adipocytokines and incident diabetes mellitus in older adults: the independent effect of plasminogen activator inhibitor 1  
Arch Intern Med 166; 350-356, 2006
104. Kaplan RM, Bush JW  
Health-related quality of life measurement for evaluation research and policy analysis  
Health Psychol 1; 61-80, 1982
105. Kaplan RM, Anderson JP  
The quality of well-being scale: rationale for a single quality of life index  
In: Walker SR, Rosser R (eds)  
Quality of life: assessment and application  
MTP Press, London, 1988
106. Keaney JF Jr, Larson MG, Vasan RS, Wilson PW, Lipinska I, Corey D, Massaro JM, Sutherland P, Vita JA, Benjamin EJ  
Obesity and systemic oxidative stress: clinical correlates of oxidative stress in the Framingham Study  
Arterioscler Thromb Vasc Biol 23; 434-439, 2003
107. Kendrick ZV, Scafidi KM, Lowenthal DT  
Metabolic and nutritional considerations for exercising older adults  
Geriatrics 20; 558-568, 1994
108. Kennedy ET, Ohls J, Carlson S, Fleming K  
The Healthy Eating Index: Design and applications  
J Am Diet Assoc 95; 1103-1108, 1995

109. Key T  
Micronutrients and cancer aetiology: the epidemiological evidence  
Proc Nutr Soc 53; 605-614, 1994
110. Kimm SYS, Glynn NW, Aston CE, Poehlman ET, Daniels SR  
Effects of race, cigarette smoking, and use of contraceptive medications on  
resting energy expenditure in young women  
Am J Epidemiol 154; 718-724, 2001
111. Kirchengast S, Knogler W, Hauser G  
Protective effect of moderate overweight on bone density of the hip joint in  
elderly and old Austrians  
Anthropol Anz 60; 187-197, 2002
112. Klaunig JE, Kamendulis LM  
The role of oxidative stress in carcinogenesis  
Annu Rev Pharmacol Toxicol 44; 239-267, 2004
113. Köhler W, Schachtel G, Voleske P  
Biostatistik  
Springer, Berlin, 2. Auflage, 1996
114. Kohlmeier L, Kroke A, Pöttsch J, Kohlmeier M, Martin K  
Ernährungsabhängige Krankheiten und ihre Kosten  
Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit Band 27  
Nomos, Baden-Baden, 1993
115. Konukoğlu D, Serin Ö, Ercan M, Turhan MS  
Plasma homocysteine levels in obese and non-obese subjects with or without  
hypertension; its relationship with oxidative stress and copper  
Clin Biochem 36; 405-408, 2003
116. Kowald A, Kirkwood TB  
A network theory of ageing: the interactions of defective mitochondria,  
aberrant proteins, free radicals and scavengers in the ageing process  
Mutat Res 316; 209-226, 1996
117. Krahnstoever Davison K, Ford ES, Cogswell ME, Dietz WH  
Percentage of body fat and body mass index are associated with mobility  
limitations in people aged 70 and older from NHANES III  
J Am Geriatr Soc 50; 1802-1809, 2002
118. Lahmann PH, Lissner L, Gullberg B, Berglund G  
Sociodemographic factors associated with long-term weight gain, current body  
fatness and central adiposity in Swedish women  
Int J Obes Relat Metab Disord 24; 685-694, 2000

119. Landi F, Zuccala G, Gambassi G, Incalzi RA, Manigrasso L, Pagano F, Carbonin P, Bernabei R  
Body mass index and mortality among older people living in the community  
*J Am Geriatr Soc* 47; 1072-1076, 1999
120. Langlois JA, Harris T, Looker AC, Madans J  
Weight change between age 50 years and old age is associated with risk of hip fracture in white women aged 67 years and older  
*Arch Intern Med* 156; 989-994, 1996
121. Larrieu S, Pérès K, Letenneur L, Berr C, Dartigues JF, Ritchie K, Février B, Alperovitch A, Barberger-Gateau P  
Relationship between body mass index and different domains of disability in older persons: the 3C study  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 28; 1555-1560, 2004
122. La Rue A, Koehler KM, Wayne SJ, Chiulli SJ, Haaland KY, Garry PJ  
Nutritional status and cognitive functioning in a normally aging sample: a 6-y reassessment  
*Am J Clin Nutr* 65; 20-29, 1997
123. Ledikwe JH, Smiciklas-Wright H, Mitchell DC, Jensen GL, Friedmann JM, Still CD  
Nutritional risk assessment and obesity in rural older adults: a sex difference  
*Am J Clin Nutr* 77; 551-558, 2003
124. Leklem JE  
Vitamin B-6: A status report  
*J Nutr* 120; 1503-1507, 1990
125. Lonn E, Yusuf F, Arnold MJ, Sheridan P, Pogue J, Micks M, McQuinn MJ, Probstfield J, Fodor G, Held C, Genest J Jr  
Homocysteine lowering with folic acid and B vitamins in vascular disease  
*N Engl J Med* 354; 1567-1577, 2006
126. López-García E, Banegas Banegas JR, Gutiérrez-Fisac JL, Gzaciani Pérez-Regadera A, Gañán LD, Rodríguez-Artalejo F  
Relation between body weight and health-related quality of life among the elderly in Spain  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 27; 701-709, 2003
127. Lührmann PM  
Untersuchung zu den bestimmenden Faktoren des Ruheumsatzes älterer Menschen  
Eine Auswertung der Querschnittsdaten der Gießener Senioren Langzeitstudie  
Dissertation, Institut für Ernährungswissenschaft, Universität Gießen  
Fachverlag Köhler, Gießen, 1999

128. Lührmann PM, Herbert BM, Gaster C, Neuhäuser-Berthold M  
Validation of a self-administered 3-day estimated dietary record for use in the elderly  
Eur J Nutr 38; 235-240, 1999
129. Marktl W  
Änderung der Körperzusammensetzung  
In: Marktl W, Pils K, Stacher A (Hrsg)  
Ganzheitsmedizin und Geriatrie. Ernährung im Alter: Defizite, Diagnostik, Supplementation, Therapie  
Fakultas, Wien, 2003
130. Marshall TA, Stumbo PJ, Warren JJ, Xie X  
Inadequate nutrient intakes are common and are associated with low diet variety in rural, community-dwelling elderly  
J Nutr 22; 2192-2196, 2001
131. Masaki KH, Curb JD, Chiu D, Petrovitch H, Rodriguez BL  
Association of body mass index with blood pressure in elderly Japanese American men. The Honolulu Heart Program  
Hypertension 29; 673-677, 1997
132. Masoro EJ  
Retardation of aging processes by food restriction: an experimental tool  
Am J Clin Nutr 55 (suppl); 1250S-1252S, 1992
133. Matsumura K, Ansai T, Awano S, Hamasaki T, Akifusa S, Takehara T, Abe I, Takata Y  
Association of body mass index with blood pressure in 80-year-old subjects  
J Hypertens 19; 2165-2169, 2001
134. Max Rubner-Institut, Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel (Hrsg)  
Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 2  
Die bundesweite Befragung zur Ernährung von Jugendlichen und Erwachsenen  
Karlsruhe, 2008
135. Maxwell SR  
Coronary artery disease-free radical damage, antioxidant protection and the role of homocysteine  
Basic Res Cardiol 95; 165-171, 2000
136. McNeill G, Vyvyan J, Peace H, McKie L, Seymour G, Hendry J, MacPherson I  
Predictors of micronutrient status in men and women over 75 years old living in the community  
Br J Nutr 88; 555-561, 2002
137. Mensink GB, Hermann-Kunz E, Thamm M  
Der Ernährungssurvey  
Gesundheitswesen 60; 83-86, 1998

138. Mensink GB, Haftenberger M, Thamm M  
Validity of DISHES 98, a computerised dietary history interview: energy and macronutrient intake  
*Eur J Clin Nutr* 55; 409-417, 2001
139. Mensink GB  
Was essen wir heute? Ernährungsverhalten in Deutschland. Beiträge zur Gesundheitsberichterstattung des Bundes  
Robert Koch-Institut, 2002
140. Moffatt RJ, Owens SG  
Cessation from cigarette smoking: Changes in body weight, body composition, resting metabolism, and energy consumption  
*Metabolism* 40; 465-470, 1991
141. Moreau KL, Degarmo R, Langley J, McMahon C, Howley ET, Bassett DR Jr, Thompson DL  
Increasing daily walking lowers blood pressure in postmenopausal women  
*Med Sci Sports Exerc* 33; 1825-1831, 2001
142. Murphy SP, Davis MA, Neuhaus JM, Lein D  
Factors influencing the dietary adequacy and energy intake of older Americans  
*J Nutr Educ* 22; 284-291, 1990
143. Murphy SP, Rose D, Hudes M, Viteri FE  
Demographic and economic factors associated with dietary quality for adults in the 1987-88 Nationwide Food Consumption Survey  
*J Am Diet Assoc* 92; 1352-1357, 1992
144. Must A, Willett WC, Dietz DH  
Remote recall of childhood height, weight, and body build by elderly subjects  
*Am J Epidemiol* 138; 56-64, 1993
145. Must A, Spadano J, Coakley EH, Field AE, Colditz G, Dietz WH  
The disease burden associated with overweight and obesity  
*JAMA* 282; 1523-1529, 1999
146. National Technical Information Service  
CSFII/DHKS Data Set and Documentation: The 1994-96 Continuing Survey of Food Intakes by Individuals and the 1994-96 Diet and Health Knowledge Survey  
Springfield, 1998
147. Norgan NG, Cameron N  
The accuracy of body weight and height recall in middle-aged men  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 24; 1695-1698, 2000
148. Nygard O, Vollset SE, Refsum H, Brattström L, Ueland PM  
Total homocysteine and cardiovascular disease  
*J Int Medicine* 246; 425-454, 1999

149. Olusi SO  
Obesity is an independent risk factor for plasma lipid peroxidation and depletion of erythrocyte cytoprotective enzymes in humans  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 26; 1159-1164, 2002
150. Omenn GS, Goodman GE, Thornquist MD, Balmes J, Cullen MR, Glass A, Keogh JP, Meyskens FL Jr, Valanis B, Williams JH Jr, Barnhart S, Cherniack MG, Brodtkin CA, Hammar S  
Risk factors for lung cancer and for intervention effects in CARET, the Beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial  
*J Natl Cancer Inst* 88; 1550-1559, 1996
151. Ozata M, Mergen M, Oktenli C, Aydin A, Sanisoglu SY, Bolu E, Yilmaz MI, Sayal A, Isimer A, Ozdemir IC  
Increased oxidative stress and hypozincemia in male obesity  
*Clin Biochem* 35; 627-631, 2002
152. Paglia DE, Valentine WN  
Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase  
*J Lab Clin Med* 70; 158-169, 1967
153. Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC  
Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine  
*JAMA* 273; 402-407, 1995
154. Patterson RE, Frank LL, Kristal AR, White E  
A comprehensive examination of health conditions associated with obesity in older adults  
*Am J Prev Med* 27; 385-390, 2004
155. Payette H, Gray-Donald K  
Dietary intake and biochemical indices of nutritional status in an elderly population, with estimates of the precision of the 7-d food record  
*Am J Clin Nutr* 54; 478-488, 1991
156. Peeters A, Barendregt JJ, Willekens F, Mackenbach JP, Al Mamun A, Bonneux L  
Obesity in adulthood and its consequences for life expectancy: a life-table analysis  
*Ann Intern Med* 138; 24-32, 2003
157. Perkin-Elmer Bodenseewerk  
Zeemann 3030 Atomic Absorption Spectrophotometer. Analytical Methods for Furnace AAS. Section II, Recommended Conditions for Zeemann Graphite Furnace AAS  
Überlingen, 1984

158. Perkins KA  
Metabolic effects of cigarette smoking  
J Appl Physiol 72; 401-409, 1992
159. Perkins KA, Epstein LH, Stiller RL, Marks BL, Jacob RG  
Acute effects of nicotine on resting metabolic rate in cigarette smokers  
Am J Clin Nutr 50; 545-550, 1989
160. Perry GS, Byers TE, Mokdad AH, Serdula MK, Williamson DF  
The validity of self-reports of past body weights by U.S. adults  
Epidemiology 6; 61-66, 1995
161. Petrides PE  
Ernährung  
In: Löffler G, Petrides PE (Hrsg)  
Biochemie & Pathobiochemie  
Springer, Berlin-Heidelberg, 7. Auflage, 1997
162. Peytremann-Bridevaux I, Santos-Eggimann B  
Health correlates of overweight and obesity in adults aged 50 years and over:  
results from the Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (SHARE).  
Obesity and health in Europeans aged  $\geq 50$  years  
Swiss Med Wkly 138; 261-266, 2008
163. Pilz H  
Das kardiovaskuläre Risiko der Frau – Endokrinologische Aspekte  
J Hyperton 2; 14-17, 2005
164. Pi-Sunyer FX  
Health Implications of Obesity  
In: Lockwood DH, Heffner TG (eds)  
Obesity: Pathology and Therapy  
Springer, Berlin-Heidelberg, 2000
165. Pocock N, Eisman J, Gwinn T, Sambrook P, Kelly P, Freund J, Yeates M  
Muscle strength, physical fitness, and weight but not age predict femoral neck  
bone mass  
J Bone Miner Res 4; 441-448, 1989
166. Posner BM, Jette A, Smigelski C, Miller D, Mitchell P  
Nutritional risk in New England elders  
J Gerontol 49; M123-M132, 1994
167. Ravaglia G, Forti P, Maioli F, Martelli M, Servadei L, Brunetti N, Porcellini E  
Licastro F  
Homocysteine and folate as risk factors for dementia and Alzheimer disease  
Am J Clin Nutr 82; 636-643, 2005

168. Roberts SB, Hajduk CL, Howarth NC, Russell R, McCrory MA  
Dietary variety predicts low body mass index and inadequate macronutrient and micronutrient intakes in community-dwelling older adults  
*J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 60; 613-621, 2005
169. Roe JH, Kuether CA  
The determination of ascorbic acid in whole blood and urine through 2,4-dinitrophenylhydrazine derivative of dehydroascorbic acid  
*J Biol Chem* 147; 399, 1943
170. Rowe JW, Kahn RL  
Successful Aging  
*Gerontologist* 37; 433-440, 1997
171. Ryan AS, Craig LD, Finn SC  
Nutrient intakes and dietary patterns of older Americans: a national survey  
*J Gerontol* 47; M145-M150, 1992
172. Seale JL, Klein GL, Friedmann JM, Jensen GL, Mitchell DC, Smiciklas-Wright H  
Energy expenditure measured by doubly labeled water, activity recall, and diet records in the rural elderly  
*Nutrition* 18; 568-573, 2002
173. Sorkin JD, Muller DC, Andres R  
Longitudinal change in height of men and women: implications for interpretation of the body mass index: The Baltimore Longitudinal Study of Aging  
*Am J Epidemiol* 150; 969-977, 1999
174. Stangl V, Baumann G, Stangl K  
Kardiovaskuläre Risikofaktoren bei Frauen  
*Dtsch Med Wochenschr* 128; 1659-1664, 2003
175. Statistisches Bundesamt (Hrsg)  
Im Blickpunkt: Ältere Menschen  
Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1992
176. Statistisches Bundesamt (Hrsg)  
Gesundheitsbericht für Deutschland: Gesundheitsberichterstattung des Bundes  
Metzler-Poeschel, Stuttgart, 1998
177. Statistisches Bundesamt (Hrsg)  
Bevölkerung Deutschlands bis 2050  
11. koordinierte Bevölkerungsvorausberechnung  
Wiesbaden, 2006
178. Statistisches Bundesamt (Hrsg)  
Bildungsstand der Bevölkerung  
Wiesbaden, 2008

179. Statistisches Bundesamt  
47% der Krankheitskosten entstehen im Alter  
Pressemitteilung, Wiesbaden, 2008
180. Steen B, Rothenberg E  
Aspects on nutrition of the elderly at home – a review  
J Nutr Health Aging 2; 28-33, 1998
181. Stenholm S, Rantanen T, Alanen E, Reunanen A, Sainio P, Koskinen S  
Obesity history as a predictor of walking limitation at old age  
Obesity 15; 929-938, 2007
182. Stevens J, Keil JE, Waid LR, Gazes PC  
Accuracy of current, 4-year, and 28-year self reported body weight in an elderly population  
Am J Epidemiol 132; 1156-1163, 1990
183. Stevens J, Gautam SP, Keil JE  
Body mass index and fat patterning as correlates of lipids and hypertension in an elderly, biracial population  
J Gerontol 48; M249-M254, 1993
184. Stevens J, Cai J, Pamuk ER, Williamson DF, Thun MJ, Wood JL  
The effect of age on the association between body-mass index and mortality  
N Engl J Med 338; 1-7, 1998
185. Stocker R, Keaney JF Jr  
Role of oxidative modifications in atherosclerosis  
Physiol Rev 84; 1381-1478, 2004
186. Stone JL, Norris AH  
Activities and attitudes of participants in the Baltimore longitudinal study  
J Gerontol 21; 575-580, 1966
187. Strandberg TE, Strandberg A, Salomaa VV, Pitkälä K, Miettinen TA  
Impact of midlife weight change on mortality and quality of life in old age. Prospective cohort study  
Int J Obes Relat Metab Disord 27; 950-954, 2003
188. Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR Jr, Moore JB, Redwine BA, Groer M, Thompson DL  
Increasing daily walking improves glucose tolerance in overweight woman  
Prev Med 37; 356-362, 2003
189. Swartz AM, Strath SJ, Parker SJ, Miller NE  
The impact of body-mass index and steps per day on blood pressure and fasting glucose in older adults  
J Aging Phys Act 16; 188-200, 2008

190. Switzer BR, Atwood JR, Stark AH, Hatch JW, Travis R, Ullrich F, Lyden ER, Wu X, Chiu Y, Smith JL  
Plasma carotenoid and vitamins A and E concentrations in older African American women after wheat bran supplementation: effects of age, body mass and smoking history  
*J Am Coll Nutr* 24; 217-226, 2005
191. Tamakoshi K, Yatsuya H, Kondo T, Hirano T, Hori Y, Yoshida T, Toyoshima H  
The accuracy of long-term recall of past body weight in Japanese adult men  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 27; 247-252, 2003
192. Tanaka T, Latorre MR, Jaime PC, Florindo AA, Pippa MG, Zerbini CA  
Risk factors for proximal femur osteoporosis in men aged 50 years or older  
*Osteoporos Int* 12; 942-949, 2001
193. Tessari P, Coracina A, Kiwanuka E, Vedovato M, Vettore M, Valerio A, Zaramella M, Garibotto G  
Effects of insulin on methionine and homocysteine kinetics in type 2 diabetes with nephropathy  
*Diabetes* 54; 2968-2976, 2005
194. The Nutrition Screening Initiative  
Incorporating nutrition screening and interventions into medical practice  
Washington DC, 1994
195. Thomas DR, Zdrowski CD, Wilson MM, Conright KC, Lewis C, Tariq S, Morley JE  
Malnutrition in subacute care  
*Am J Clin Nutr* 75; 308-313, 2002
196. Tucker K, Spiro A, Weiss ST  
Variation in food and nutrient intakes among older men: Age, and other socio-demographic factors  
*Nutr Res* 15; 161-176, 1995
197. Turcato E, Bosello O, Di Francesco V, Harris TB, Zoico E, Bissoli L, Fracassi E, Zamboni M  
Waist circumference and abdominal sagittal diameter as surrogates of body fat distribution in the elderly: their relation with cardiovascular risk factors  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 24; 1005-1010, 2000
198. Ubbink JB, Vermaak WJH, Bissbort S  
Rapid high-performance liquid chromatographic assay for total homocysteine levels in human serum  
*J Chromatogr* 565; 441-446, 1991

199. Ueland PM, Mansoor MA, Guttormsen AB, Müller F, Aukrust P, Refsum H, Svardal AM  
Reduced, oxidized and protein-bound forms of homocysteine and other aminothiols in plasma comprise the redox thiol status – a possible element of the extracellular antioxidant defense system  
J Nutr 126; 1281S-1284S, 1996
200. U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion  
Physical activity and health: A report of the Surgeon General  
Atlanta, 1996
201. Van den Akker M, Buntinx F, Metsemakers JFM, Roos S, Knottnerus JA  
Multimorbidity in general practice: prevalence, incidence, and determinants of co-occurring chronic and recurrent diseases  
J Clin Epidemiol 51; 367-375, 1998
202. Van Vliet T  
Absorption of beta-carotene and other carotenoids in humans and animal models  
Eur J Clin Nutr 50; S32-S37, 1996
203. Vellas BJ, Albarede J, Garry PJ  
Diseases and aging: patterns of morbidity with age; relationship between aging and age-associated diseases  
Am J Clin Nutr 55; 1225S-1230S, 1992
204. Vellas BJ, Garry PJ  
Aging  
In: Bowman BA, Russell RM (eds)  
Present Knowledge in Nutrition  
Washington DC, 8th edition, 2001
205. Vester B, Rasmussen K  
High performance liquid chromatography method for rapid and accurate determination of homocysteine in plasma and serum  
Eur J Clin Chem Clin Biochem 29; 549-554, 1991
206. Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S  
Obesity in older adults: Technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society  
Obes Res 13; 1849-1863, 2005
207. Vincent HK, Bourguignon C, Vincent KR  
Resistance training lowers exercise-induced oxidative stress and homocysteine levels in overweight and obese older adults  
Obesity 14; 1921-1930, 2006

208. Vuilleumier JP, Keller HE, Gysel D, Hunziker F  
Clinical chemical methods for the routine assessment of the vitamin status in human populations. Part I: The fat-soluble vitamins A and E, and beta-carotene  
*Int J Vitam Nutr Res* 53; 265-272, 1983
209. Wakimoto P, Block G  
Dietary intake, dietary patterns, and changes with age: an epidemiological perspective  
*J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 56 Spec No 2; 265-280, 2001
210. Wald NJ, Watt HC, Law MR, Weir DG, McPartlin J, Scott JM  
Homocysteine and ischemic heart disease: results of a prospective study with implications regarding prevention  
*Arch Intern Med* 158; 862-867, 1998
211. Wallström P, Wirfält E, Lahmann PH, Gullberg B, Janzon L, Berglund G  
Serum concentrations of  $\beta$ -carotene and  $\alpha$ -tocopherol are associated with diet, smoking, and general and central adiposity  
*Am J Clin Nutr* 73; 777-785, 2001
212. Wannamethee SG, Gerald Shaper A, Whincup PH, Walker M  
Overweight and obesity and the burden of disease and disability in elderly men  
*Int J Obes Relat Metab Disord* 28; 1374-1382, 2004
213. Ware JE, Sherborne CD  
The MOS 36-item short-form health survey (SF-36): I. Conceptual framework and item selection  
*Med Care* 30; 473-483, 1992
214. Warwick PM, Busby R  
Prediction of twenty-four-hour energy expenditure in a respiration chamber in smokers and non-smokers  
*Eur J Clin Nutr* 47; 600-603, 1993
215. Warwick PM, Edmundson HM, Thomson ES  
No evidence for a chronic effect of smoking on energy expenditure  
*Int J Obes* 19; 198-201, 1995
216. Welch HG, Albertsen PC, Nease RF, Bubolz TA, Wasson JH  
Estimating treatment benefits for the elderly: the effect of competing risks  
*Ann Intern Med* 124; 577-584, 1996
217. Welz B, Sperling M (Hrsg)  
Atomabsorptionsspektrometrie  
Wiley VCH Verlag, Weinheim, 4. Auflage, 1997
218. WHO (World Health Organization)  
Obesity: preventing and managing the global epidemic  
WHO Technical Report Series 894, Geneva, 2000

- 
219. WHO (World Health Organization)  
Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases  
WHO Technical Report Series 916, Geneva, 2003
220. Willett WC  
Micronutrients and cancer risk  
Am J Clin Nutr 59; 1162S-1165S, 1994
221. Wirfält E, Mattisson I, Gullberg B, Berglund G  
Food patterns defined by cluster analysis and their utility as dietary exposure variables  
Public Health Nutr 3; 159-173, 2000
222. Woo J, Leung J, Kwok T  
BMI, body composition, and physical functioning in older adults  
Obesity 15; 1886-1894, 2007
223. Woodson K, Tangrea JA, Barrett MJ, Virtamo J, Taylor PR, Albanes D  
Serum  $\alpha$ -tocopherol and subsequent risk of lung cancer among male smokers  
J Natl Cancer Inst 91; 1738-1743, 1999
224. World Cancer Research Fund, American Institute for Cancer Research  
Food, nutrition and the prevention of cancer: a global perspective  
Washington DC, 1997
225. Yan LL, Daviglius ML, Liu K, Pirzada A, Garside DB, Schiffer L, Dyer AR, Greenland P  
BMI and health-related quality of life in adults 65 years and older  
Obes Res 12; 69-76, 2004
226. Zempleni J, Link G, Kübler W  
The transport of thiamine, riboflavin and pyridoxal 5'-phosphate by human placenta  
Internat J Vit Nutr Res 62; 165-172, 1992

## 10 Anhang

**Tab. A1** Tägliche Energie- und Hauptnährstoffzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 6504)</b>	<b>Frauen (n = 3402)</b>	<b>Männer (n = 3102)</b>
<b>Energie- und Hauptnährstoffe</b>			
<b>Energie [kJ/d]</b>	8297 4919 – 13181	7329 4472 – 11403	9265 5367 – 14959
<b>Kohlenhydrate [g/d]</b>	222,4 127,4 – 364,2	206,0 120,2 – 326,7	238,9 134,6 – 401,7
<b>Fette [g/d]</b>	75,4 38,5 – 142,0	65,7 33,7 – 122,3	85,0 43,4 – 161,7
<b>Proteine [g/d]*</b>	70,9 41,5 – 113,3	62,8 36,8 – 98,4	79,0 46,3 – 128,2
<b>Kohlenhydrate [%]</b>	46,2 34,1 – 58,5	48,1 35,8 – 59,8	44,3 32,4 – 57,1
<b>Fette [%]</b>	35,4 24,6 – 47,3	34,9 24,7 – 47,0	36,0 24,5 – 47,7

\* Bezogen auf die Energiezufuhr liegt der Proteinanteil bei beiden Geschlechtern unabhängig vom Alter zwischen 13% und 15%.

**Tab. A2** Tägliche Mineralstoffzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 6504)</b>	<b>Frauen (n = 3402)</b>	<b>Männer (n = 3102)</b>
<b>Mineralstoffe</b>			
<b>Calcium [g/d]</b>	0,9 0,5 – 1,7	0,9 0,5 – 1,6	0,9 0,5 – 1,8
<b>Magnesium [mg/d]</b>	384 236 – 601	356 219 – 558	413 254 – 644
<b>Natrium [g/d]</b>	2,7 1,6 – 4,5	2,4 1,4 – 3,8	3,1 1,7 – 5,2
<b>Kalium [g/d]</b>	3,3 2,0 – 5,2	3,2 1,9 – 4,9	3,5 2,2 – 5,6
<b>Zink [mg/d]</b>	9,9 5,7 – 16,2	8,9 5,1 – 14,4	10,8 6,4 – 17,9
<b>Eisen [mg/d]</b>	12,6 7,5 – 20,5	11,6 6,9 – 18,6	13,6 8,2 – 22,4
<b>Jod [µg/d]*</b>	98 52 – 177	95 49 – 173	100 55 – 180

\* Ohne Berücksichtigung von jodiertem Speisesalz

**Tab. A3** Tägliche Vitaminzufuhr der 51-80jährigen Probanden der NVS II (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 6504)</b>	<b>Frauen (n = 3402)</b>	<b>Männer (n = 3102)</b>
<b>Vitamine</b>			
<b>Vitamin A [mg/d]</b>	0,6 0,2 – 2,4	0,5 0,2 – 1,9	0,7 0,2 – 2,9
<b>Vitamin D [µg/d]</b>	3,0 0,9 – 9,6	2,6 0,8 – 8,5	3,3 1,0 – 10,8
<b>Vitamin E [mg/d]</b>	12,3 6,2 – 25,3	11,6 5,9 – 23,4	12,9 6,6 – 27,2
<b>Vitamin B<sub>1</sub> [mg/d]</b>	1,3 0,7 – 2,4	1,2 0,7 – 2,1	1,4 0,8 – 2,7
<b>Vitamin B<sub>2</sub> [mg/d]</b>	1,6 0,9 – 3,0	1,5 0,9 – 2,8	1,7 1,0 – 3,3
<b>Vitamin B<sub>6</sub> [mg/d]</b>	1,9 1,1 – 3,4	1,8 1,0 – 3,1	2,1 1,2 – 3,8
<b>Vitamin B<sub>12</sub> [µg/d]</b>	4,8 2,2 – 9,7	4,1 1,8 – 8,2	5,6 2,6 – 11,3
<b>Folsäure [µg/d]</b>	260 144 – 505	249 135 – 481	271 152 – 528
<b>Niacin [mg/d]</b>	29,7 17,7 – 49,1	26,0 15,6 – 42,5	33,5 19,9 – 55,8
<b>Vitamin C [mg/d]</b>	133 55 – 304	137 58 – 305	130 53 – 304
<b>β-Carotin [mg/d]</b>	4,3 1,6 – 11,7	4,4 1,6 – 12,2	4,3 1,6 – 11,2

**Tab. A4** Tägliche Zufuhr weiterer Lebensmittelinhaltsstoffe der 51-80jährigen Probanden der NVS II (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 6504)</b>	<b>Frauen (n = 3402)</b>	<b>Männer (n = 3102)</b>
<b>Weitere Lebensmittelinhaltsstoffe</b>			
<b>Ballaststoffe [g/d]</b>	24,9 12,9 – 45,2	24,2 12,6 – 42,9	25,7 13,2 – 47,5
<b>Cholesterin [mg/d]</b>	281 132 – 554	245 114 – 474	318 150 – 634
<b>Alkohol [g/d]</b>	6,1 0,0 – 38,2	2,0 0,0 – 22,7	10,2 0,0 – 53,8

**Tab. A5** Blutfettkonzentrationen in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Gesamtcholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> (n=575, 405 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=194, 137 F, 57 M)	228,0 163,5 – 303,3	230,0 166,7 – 312,7	223,0 157,2 – 283,0	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=262, 176 F, 86 M)	226,0 165,1 – 300,9	234,5 180,4 – 304,3	210,5 154,0 – 285,2	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	226,0 165,0 – 313,9	233,1 168,3 – 320,5	218,0 146,2 – 302,9	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>LDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> (n=574, 404 F, 170 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=194, 137 F, 57 M)	145,7 95,4 – 224,1	147,0 95,2 – 232,4	143,2 94,5 – 212,8	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=261, 175 F, 86 M)	145,6 91,0 – 213,6	147,6 96,6 – 215,9	137,5 85,4 – 209,1	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	148,2 94,6 – 223,0	149,5 100,6 – 234,2	134,0 82,4 – 204,6	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A6** Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Gesamtcholesterinkonz. im Serum [mg/dl] (n=575, 405 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 240,0 ≥ 241,0	120 (=61,9%) 74 (=38,1%)	80 (=58,4%) 57 (=41,6%)	40 (=70,2%) 17 (=29,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 240,0 ≥ 241,0	170 (=64,9%) 92 (=35,1%)	102 (=58,0%) 74 (=42,0%)	68 (=79,1%) 18 (=20,9%)	<b>≤ 0,001</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 240,0 ≥ 241,0	74 (=62,2%) 45 (=37,8%)	52 (=56,5%) 40 (=43,5%)	22 (=81,5%) 5 (=18,5%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Triglyceridkonz. im Serum [mg/dl] (n=575, 405 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 200,0 ≥ 201,0	177 (=91,2%) 17 (=8,8%)	126 (=92,0%) 11 (=8,0%)	51 (=89,5%) 6 (=10,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 200,0 ≥ 201,0	227 (=86,6%) 35 (=13,4%)	158 (=89,8%) 18 (=10,2%)	69 (=80,2%) 17 (=19,8%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 200,0 ≥ 201,0	107 (=89,9%) 12 (=10,1%)	84 (=91,3%) 8 (=8,7%)	23 (=85,2%) 4 (=14,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>LDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl] (n=574, 404 F, 170 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 129 130 – 160 ≥ 161	68 (=35,1%) 55 (=28,4%) 71 (=36,6%)	47 (=34,3%) 37 (=27,0%) 53 (=38,7%)	21 (=36,8%) 18 (=31,6%) 18 (=31,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 129 130 – 160 ≥ 161	80 (=30,7%) 97 (=37,2%) 84 (=32,2%)	48 (=27,4%) 58 (=33,1%) 69 (=39,4%)	32 (=37,2%) 39 (=45,3%) 15 (=17,4%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 129 130 – 160 ≥ 161	35 (=29,4%) 43 (=36,1%) 41 (=34,5%)	25 (=27,2%) 33 (=35,9%) 34 (=37,0%)	10 (=37,0%) 10 (=37,0%) 7 (=25,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A7** Antioxidantienstatus in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Vitamin E-Konz. im Plasma [mg/dl]</b> (n=567, 401 F, 166 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=192, 136 F, 56 M)	1,53 1,01 – 2,68	1,65 1,04 – 2,82	1,38 0,89 – 2,61	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=258, 175 F, 83 M)	1,52 1,03 – 2,40	1,56 1,09 – 2,32	1,36 0,96 – 2,78	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=117, 90 F, 27 M)	1,50 1,07 – 2,96	1,52 1,08 – 3,00	1,34 1,00 – 2,97	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Selen-Konz. im Plasma [µg/l]</b> (n=569, 402 F, 167 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=192, 135 F, 57 M)	63,21 46,05 – 96,22	63,24 45,92 – 99,78	62,08 45,97 – 85,33	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=258, 175 F, 83 M)	63,88 47,63 – 91,91	65,46 49,0 – 92,25	59,0 46,23 – 89,89	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=119, 92 F, 27 M)	63,69 49,38 – 101,03	63,95 46,61 – 101,29	63,0 50,94 – 138,85	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A8** Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Glutathionperoxidase- -aktivität in den Erythrozyten [IU/gHb] (n=456, 322 F, 134 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 20,99 ≥ 21,00	82 (=48,5%) 87 (=51,5%)	54 (=44,6%) 67 (=55,4%)	28 (=58,3%) 20 (=41,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 20,99 ≥ 21,00	91 (=43,3%) 119 (=56,7%)	58 (=40,6%) 85 (=59,4%)	33 (=49,3%) 34 (=50,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 20,99 ≥ 21,00	38 (=49,4%) 39 (=50,6%)	30 (=51,7%) 28 (=48,3%)	8 (=42,1%) 11 (=57,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A9** Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Homocysteinkonz. im Plasma [µmol/l]</b> (n=440, 310 F, 130 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=166, 119 F, 47 M)	9,20 4,50 – 19,86	8,60 4,50 – 18,40	10,90 4,20 – 45,56	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=200, 134 F, 66 M)	9,33 5,0 – 20,48	9,07 4,98 – 19,98	10,0 5,07 – 21,65	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=74, 57 F, 17 M)	9,65 5,08 – 19,0	9,60 4,88 – 16,77	10,28 5,50 – 20,89	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin B6-Konz. im Serum [nmol/l]</b> (n=440, 310 F, 130 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=167, 120 F, 47 M)	38,0 8,0 – 232,60	40,0 6,10 – 242,90	36,0 10,0 – 204,0	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=199, 133 F, 66 M)	36,0 9,0 – 115,0	33,0 7,70 – 105,50	46,0 11,35 – 203,80	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=74, 57 F, 17 M)	30,50 10,50 – 127,25	30,0 10,80 – 149,0	31,0 4,0 – 119,0	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A10** Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	BMI-Gruppe/ Referenz- -werte	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Homocysteinkonz. im Plasma [µmol/l]</b> (n=440, 310 F, 130 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 11,89 ≥ 11,90	117 (=70,5%) 49 (=29,5%)	87 (=73,1%) 32 (=26,9%)	30 (=63,8%) 17 (=36,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 11,89 ≥ 11,90	142 (=71,0%) 58 (=29,0%)	97 (=72,4%) 37 (=27,6%)	45 (=68,2%) 21 (=31,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 11,89 ≥ 11,90	50 (=67,6%) 24 (=32,4%)	39 (=68,4%) 18 (=31,6%)	11 (=64,7%) 6 (=35,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Folsäurekonz. im Serum [nmol/l]</b> (n=439, 309 F, 130 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 13,39 ≥ 13,40	82 (=49,1%) 85 (=50,9%)	58 (=48,3%) 62 (=51,7%)	24 (=51,1%) 23 (=48,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 13,39 ≥ 13,40	100 (=50,3%) 99 (=49,7%)	64 (=48,1%) 69 (=51,9%)	36 (=54,5%) 30 (=45,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 13,39 ≥ 13,40	45 (=61,6%) 28 (=38,4%)	34 (=60,7%) 22 (=39,3%)	11 (=64,7%) 6 (=35,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin B6-Konz. im Serum [nmol/l]</b> (n=440, 310 F, 130 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 39,99 ≥ 40,00	85 (=50,9%) 82 (=49,1%)	59 (=49,2%) 61 (=50,8%)	26 (=55,3%) 21 (=44,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 39,99 ≥ 40,00	110 (=55,3%) 89 (=44,7%)	80 (=60,2%) 53 (=39,8%)	30 (=45,5%) 36 (=54,5%)	<b>≤ 0,05</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 39,99 ≥ 40,00	46 (=62,2%) 28 (=37,8%)	35 (=61,4%) 22 (=38,6%)	11 (=64,7%) 6 (=35,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A11** Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Organerkrankungen</b> (n=581, 411 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b> nein ja	126 (=64,3%) 70 (=35,7%)	90 (=64,7%) 49 (=35,3%)	36 (=63,2%) 21 (=36,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> nein ja	159 (=59,8%) 107 (=40,2%)	109 (=60,6%) 71 (=39,4%)	50 (=58,1%) 36 (=41,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> nein ja	75 (=63,0%) 44 (=37,0%)	58 (=63,0%) 34 (=37,0%)	17 (=63,0%) 10 (=37,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Osteoporose</b> (n=581, 411 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b> nein ja	167 (=85,2%) 29 (=14,8%)	110 (=79,1%) 29 (=20,9%)	57 (=100,0%) 0	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> nein ja	223 (=83,8%) 43 (=16,2%)	138 (=76,7%) 42 (=23,3%)	85 (=98,8%) 1 (=1,2%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> nein ja	99 (=83,2%) 20 (=16,8%)	72 (=78,3%) 20 (=21,7%)	27 (=100,0%) 0	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Rheumatismus/ Arthrose</b> (n=581, 411 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b> nein ja	151 (=77,0%) 45 (=23,0%)	104 (=74,8%) 35 (=25,2%)	47 (=82,5%) 10 (=17,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> nein ja	200 (=75,2%) 66 (=24,8%)	129 (=71,7%) 51 (=28,3%)	71 (=82,6%) 15 (=17,4%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> nein ja	86 (=72,3%) 33 (=27,7%)	61 (=66,3%) 31 (=33,7%)	25 (=92,6%) 2 (=7,4%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Krebserkrankungen</b> (n=581, 411 F, 170 M)	<b>BMI-Gr.2</b> nein ja	188 (=95,9%) 8 (=4,1%)	131 (=94,2%) 8 (=5,8%)	57 (=100,0%) 0	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> nein ja	252 (=94,7%) 14 (=5,3%)	172 (=95,6%) 8 (=4,4%)	80 (=93,0%) 6 (=7,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> nein ja	113 (=95,0%) 6 (=5,0%)	87 (=94,6%) 5 (=5,4%)	26 (=96,3%) 1 (=3,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A12** Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Familienstand</b> (n=554, 392 F, 162 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> verheiratet verwitwet ledig geschieden	120 (=62,8%) 45 (=23,6%) 14 (=7,3%) 12 (=6,3%)	68 (=50,7%) 43 (=32,1%) 13 (=9,7%) 10 (=7,5%)	52 (=91,2%) 2 (=3,5%) 1 (=1,8%) 2 (=3,5%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> verheiratet verwitwet ledig geschieden	152 (=59,8%) 71 (=28,0%) 15 (=5,9%) 16 (=6,3%)	76 (=43,9%) 68 (=39,3%) 14 (=8,1%) 15 (=8,7%)	76 (=93,8%) 3 (=3,7%) 1 (=1,2%) 1 (=1,2%)	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> verheiratet verwitwet ledig geschieden	63 (=57,8%) 29 (=26,6%) 5 (=4,6%) 12 (=11,0%)	41 (=48,2%) 28 (=32,9%) 5 (=5,9%) 11 (=12,9%)	22 (=91,7%) 1 (=4,2%) 0 1 (=4,2%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A13** Gesundheitsverhalten in verschiedenen BMI-Gruppen\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Einnahme von Supplementen</b> (n=179, 133 F, 46 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> nein ja	9 (=18,0%) 41 (=82,0%)	4 (=10,8%) 33 (=89,2%)	5 (=38,5%) 8 (=61,5%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> nein ja	26 (=31,0%) 58 (=69,0%)	15 (=25,0%) 45 (=75,0%)	11 (=45,8%) 13 (=54,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> nein ja	9 (=20,0%) 36 (=80,0%)	6 (=16,7%) 30 (=83,3%)	3 (=33,3%) 6 (=66,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	P <sup>3)</sup>
<b>Alkoholfuhr [g/d]**</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	4,07 0,0 – 37,48	3,25 0,0 – 17,48	12,81 0,0 – 46,17	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	3,94 0,0 – 30,69	3,61 0,0 – 27,90	8,66 0,02 – 43,66	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	3,62 0,0 – 26,61	3,51 0,0 – 15,25	6,17 0,0 – 60,55	<b>n.s.</b>
	<b>P<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Alkoholfuhr [Energie%]**</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	1,6 0,0 – 9,3	1,0 0,0 – 6,0	3,8 0,0 – 14,7	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	1,7 0,0 – 11,0	1,3 0,0 – 9,3	2,8 0,0 – 13,0	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	1,3 0,0 – 8,9	1,2 0,0 – 6,5	2,0 0,0 – 21,6	<b>n.s.</b>
	<b>P<sup>4)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

3) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

4) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* Median, 5 – 95er Perzentile

**Tab. A14** Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Gartenarbeit [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	25,7 0,0 – 214,3	17,1 0,0 – 192,0	42,9 0,0 – 257,1	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	25,7 0,0 – 171,4	8,6 0,0 – 128,6	47,1 0,0 – 201,9	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	17,1 0,0 – 204,0	17,1 0,0 – 167,1	42,9 0,0 – 317,1	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Berufstätigkeit [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 35,6	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	0,0 0,0 – 19,3	0,0 0,0 – 11,6	0,0 0,0 – 34,3	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	0,0 0,0 – 25,7	0,0 0,0 – 17,1	0,0 0,0 – 42,9	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Spaziergehen [min/d]</b> (n=549, 388 F, 161 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=188, 132 F, 56 M)	34,3 0,0 – 51,4	25,7 0,0 – 51,4	34,3 0,0 – 51,4	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=254, 172 F, 82 M)	34,3 0,0 – 51,4	25,7 0,0 – 51,4	34,3 0,0 – 51,4	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=107, 84 F, 23 M)	25,7 0,0 – 51,4	25,7 0,0 – 51,4	34,3 0,0 – 51,4	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A15** Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>BMI-Gruppe</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Fettzufuhr [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	32,1 22,8 – 40,7	32,6 23,2 – 41,9	30,9 19,0 – 37,4	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	32,1 23,7 – 39,6	32,2 24,2 – 39,6	31,8 23,3 – 40,1	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	31,4 22,6 – 41,5	31,5 22,6 – 41,6	30,4 19,4 – 42,2	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Kohlenhydratzufuhr [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	47,5 39,0 – 57,2	47,5 39,0 – 56,8	47,7 37,6 – 59,2	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	46,8 36,3 – 57,0	46,8 35,4 – 57,2	46,8 36,7 – 56,9	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	47,0 35,1 – 57,9	47,5 35,2 – 58,1	43,1 33,9 – 56,5	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Proteinzufuhr [g/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	80,4 44,3 – 123,5	78,8 43,3 – 119,5	85,9 51,0 – 137,1	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	83,2 46,5 – 129,2	76,7 44,0 – 120,0	90,6 48,2 – 141,2	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	86,3 44,3 – 133,0	82,8 41,8 – 131,1	93,2 60,1 – 181,1	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A16** Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- werte**</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Fettzufuhr [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	56 (=32,2%) 118 (=67,8%)	37 (=29,1%) 90 (=70,9%)	19 (=40,4%) 28 (=59,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	79 (=35,1%) 146 (=64,9%)	50 (=33,8%) 98 (=66,2%)	29 (=37,7%) 48 (=62,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	41 (=42,7%) 55 (=57,3%)	30 (=41,1%) 43 (=58,9%)	11 (=47,8%) 12 (=52,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Ballaststoffzufuhr [g/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	142 (=81,6%) 32 (=18,4%)	108 (=85,0%) 19 (=15,0%)	34 (=72,3%) 13 (=27,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	194 (=86,2%) 31 (=13,8%)	135 (=91,2%) 13 (=8,8%)	59 (=76,6%) 18 (=23,4%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 29,99 ≥ 30,00	86 (=89,6%) 10 (=10,4%)	65 (=89,0%) 8 (=11,0%)	21 (=91,3%) 2 (=8,7%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A17** Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Vitamin-D-Zufuhr</b> [µg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	2,14 0,61 – 11,92	2,13 0,62 – 9,95	2,27 0,57 – 13,72	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	2,32 0,61 – 11,07	2,53 0,53 – 11,23	2,13 0,66 – 11,05	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1,78 0,32 – 10,30	1,77 0,31 – 10,14	1,84 0,33 – 11,86	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-E-Zufuhr</b> [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	11,13 5,91 – 21,77	10,46 6,01 – 22,09	11,98 5,69 – 22,45	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	10,95 5,60 – 20,20	10,60 5,20 – 19,48	12,02 6,78 – 20,62	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	10,42 5,06 – 22,04	10,34 5,06 – 22,61	11,02 4,62 – 19,51	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-K-Zufuhr</b> [µg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	273,92 147,44 – 518,59	270,35 144,42 – 487,70	289,83 151,98 – 603,01	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	271,98 148,10 – 514,53	255,75 136,93 – 429,15	306,22 162,28 – 591,04	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	265,14 150,04 – 525,06	260,0 147,83 – 540,20	277,93 188,70 – 491,92	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

**Tab. A18** Vergleich der täglichen Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- werte*</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamin-D-Zufuhr [µg/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2 ≤ 4,99 ≥ 5,00</b>	120 (=69,0%) 54 (=31,0%)	90 (=70,9%) 37 (=29,1%)	30 (=63,8%) 17 (=36,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3 ≤ 4,99 ≥ 5,00</b>	150 (=66,7%) 75 (=33,3%)	95 (=64,2%) 53 (=35,8%)	55 (=71,4%) 22 (=28,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4 ≤ 4,99 ≥ 5,00</b>	70 (=72,9%) 26 (=27,1%)	54 (=74,0%) 19 (=26,0%)	16 (=69,6%) 7 (=30,4%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-E-Zufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2 ≤ 10,99<sup>+</sup> bzw. 11,99<sup>++</sup> ≥ 11,00<sup>+</sup> bzw. 12,00<sup>++</sup></b>	91 (=52,3%) 83 (=47,7%)	67 (=52,8%) 60 (=47,2%)	24 (=51,1%) 23 (=48,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3 ≤ 10,99<sup>+</sup> bzw. 11,99<sup>++</sup> ≥ 11,00<sup>+</sup> bzw. 12,00<sup>++</sup></b>	119 (=52,9%) 106 (=47,1%)	81 (=54,7%) 67 (=45,3%)	38 (=49,4%) 39 (=50,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4 ≤ 10,99<sup>+</sup> bzw. 11,99<sup>++</sup> ≥ 11,00<sup>+</sup> bzw. 12,00<sup>++</sup></b>	53 (=55,2%) 43 (=44,8%)	39 (=53,4%) 34 (=46,6%)	14 (=60,9%) 9 (=39,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

**Tab. A19** Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Vitamin-B<sub>1</sub>-Zufuhr</b> [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	1,23 0,63 – 1,92	1,21 0,60 – 1,84	1,27 0,75 – 2,16	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1,22 0,70 – 1,96	1,14 0,69 – 1,79	1,34 0,80 – 2,20	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1,21 0,66 – 1,92	1,15 0,65 – 1,87	1,30 0,64 – 2,21	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-B<sub>2</sub>-Zufuhr</b> [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	1,46 0,81 – 2,58	1,43 0,78 – 2,48	1,56 0,87 – 2,92	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1,46 0,85 – 2,50	1,36 0,85 – 2,45	1,55 0,84 – 2,92	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1,47 0,75 – 2,62	1,42 0,72 – 2,63	1,62 1,03 – 3,06	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-B<sub>6</sub>-Zufuhr</b> [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	1,67 0,96 – 2,66	1,59 0,95 – 2,38	1,83 0,96 – 3,10	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1,66 0,96 – 2,63	1,53 0,94 – 2,53	1,86 0,96 – 2,93	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1,62 0,96 – 2,47	1,59 0,92 – 2,51	1,75 1,01 – 2,49	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Vitamin-B<sub>12</sub>-Zufuhr</b> [µg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	5,84 2,37 – 11,62	5,70 2,31 – 10,39	6,23 2,49 – 15,83	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	5,92 2,87 – 12,57	5,47 2,49 – 12,07	6,76 3,47 – 13,16	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	6,11 2,77 – 11,81	5,75 2,20 – 11,84	7,42 3,23 – 14,86	<b>&lt; 0,05</b>

	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Folsäurezufuhr [µg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	238,19 136,33 – 378,03	235,43 126,54 – 363,56	248,49 151,48 – 443,45	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	229,39 137,19 – 379,84	218,57 133,33 – 371,96	263,76 138,34 – 393,48	<b>≤ 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	228,28 132,44 – 363,10	219,48 124,35 – 371,35	240,26 163,47 – 361,40	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Pantothensäurezufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	4,45 2,68 – 7,43	4,35 2,50 – 7,22	4,89 2,76 – 8,99	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	4,48 2,56 – 7,47	4,31 2,44 – 7,46	4,97 2,92 – 8,73	<b>≤ 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	4,51 2,28 – 8,19	4,38 2,10 – 8,20	5,10 2,90 – 8,28	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Biotinzufuhr [µg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	40,71 21,63 – 72,12	39,71 21,94 – 70,26	47,18 21,60 – 76,55	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	40,85 22,55 – 72,73	38,52 21,83 – 72,73	45,90 24,34 – 82,69	<b>≤ 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	41,79 22,06 – 71,77	40,17 20,52 – 71,93	43,71 26,31 – 80,30	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A20** Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	BMI-Gruppe/ Referenz- werte**	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
Vitamin-B <sub>1</sub> -Zufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 0,99 ≥ 1,00	45 (=25,9%) 129 (=74,1%)	36 (=28,3%) 91 (=71,7%)	9 (=19,1%) 38 (=80,9%)	n.s.
	BMI-Gr.3 ≤ 0,99 ≥ 1,00	58 (=25,8%) 167 (=74,2%)	44 (=29,7%) 104 (=70,3%)	14 (=18,2%) 63 (=81,8%)	n.s.
	BMI-Gr.4 ≤ 0,99 ≥ 1,00	22 (=22,9%) 74 (=77,1%)	19 (=26,0%) 54 (=74,0%)	3 (=13,0%) 20 (=87,0%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	
Vitamin-B <sub>2</sub> -Zufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 1,19 ≥ 1,20	45 (=25,9%) 129 (=74,1%)	35 (=27,6%) 92 (=72,4%)	10 (=21,3%) 37 (=78,7%)	n.s.
	BMI-Gr.3 ≤ 1,19 ≥ 1,20	64 (=28,4%) 161 (=71,6%)	52 (=35,1%) 96 (=64,9%)	12 (=15,6%) 65 (=84,4%)	< 0,01
	BMI-Gr.4 ≤ 1,19 ≥ 1,20	28 (=29,2%) 68 (=70,8%)	25 (=34,2%) 48 (=65,8%)	3 (=13,0%) 20 (=87,0%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	
Vitamin-B <sub>6</sub> -Zufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 1,19 <sup>+</sup> bzw. 1,39 <sup>++</sup> ≥ 1,20 <sup>+</sup> bzw. 1,40 <sup>++</sup>	32 (=18,4%) 142 (=81,6%)	20 (=15,7%) 107 (=84,3%)	12 (=25,5%) 35 (=74,5%)	n.s.
	BMI-Gr.3 ≤ 1,19 <sup>+</sup> bzw. 1,39 <sup>++</sup> ≥ 1,20 <sup>+</sup> bzw. 1,40 <sup>++</sup>	45 (=20,0%) 180 (=80,0%)	31 (=20,9%) 117 (=79,1%)	14 (=18,2%) 63 (=81,8%)	n.s.
	BMI-Gr.4 ≤ 1,19 <sup>+</sup> bzw. 1,39 <sup>++</sup> ≥ 1,20 <sup>+</sup> bzw. 1,40 <sup>++</sup>	19 (=19,8%) 77 (=80,2%)	15 (=20,5%) 58 (=79,5%)	4 (=17,4%) 19 (=82,6%)	n.s.
	p <sup>2)</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	
Pantothensäurezufuhr [mg/d] (n=495, 348 F, 147 M)	BMI-Gr.2 ≤ 5,99 ≥ 6,00	144 (=82,8%) 30 (=17,2%)	107 (=84,3%) 20 (=15,7%)	37 (=78,7%) 10 (=21,3%)	n.s.
	BMI-Gr.3 ≤ 5,99 ≥ 6,00	190 (=84,8%) 35 (=15,6%)	131 (=88,5%) 17 (=11,5%)	59 (=76,6%) 18 (=23,4%)	< 0,05
	BMI-Gr.4 ≤ 5,99 ≥ 6,00	77 (=80,2%) 19 (=19,8%)	60 (=82,2%) 13 (=17,8%)	17 (=73,9%) 6 (=26,1%)	n.s.

	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Biotinzufuhr [µg/d]</b> <b>(n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> <b>≤ 59,99</b> <b>≥ 60,00</b>	151 (=86,8%) 23 (=13,2%)	112 (=88,2%) 15 (=11,8%)	39 (=83,0%) 8 (=17,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> <b>≤ 59,99</b> <b>≥ 60,00</b>	194 (=86,2%) 31 (=13,8%)	133 (=89,9%) 15 (=10,1%)	61 (=79,2%) 16 (=20,8%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> <b>≤ 59,99</b> <b>≥ 60,00</b>	83 (=86,5%) 13 (=13,5%)	61 (=83,6%) 12 (=16,4%)	22 (=95,7%) 1 (=4,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

**Tab. A21** Tägliche Mengenelementzufuhr und Calcium-Phosphor-Verhältnis der täglich zugeführten Nahrung in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Calciumzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	0,92 0,46 – 1,70	0,94 0,47 – 1,72	0,92 0,37 – 1,40	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	0,90 0,45 – 1,51	0,89 0,48 – 1,48	0,90 0,39 – 1,59	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	0,92 0,47 – 1,74	0,94 0,47 – 1,74	0,92 0,37 – 2,17	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Magnesiumzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	373,22 222,34 – 567,22	368,48 213,24 – 544,26	402,41 242,92 – 607,87	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	371,37 224,79 – 556,56	360,53 228,74 – 532,20	388,14 220,33 – 622,06	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	378,94 228,84 – 565,32	377,92 224,29 – 565,69	386,30 253,06 – 707,55	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Natriumzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	2,02 1,07 – 3,40	1,91 0,97 – 3,51	2,37 1,48 – 3,62	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1,98 1,07 – 3,50	1,87 1,06 – 3,09	2,36 1,10 – 4,36	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	2,13 1,15 – 3,31	1,99 1,06 – 3,11	2,26 1,44 – 3,94	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Kaliumzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	3,12 1,85 – 4,59	3,10 1,72 – 4,53	3,32 1,99 – 5,49	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	3,07 1,84 – 5,09	2,88 1,83 – 4,63	3,27 1,89 – 5,37	<b>&lt; 0,001</b>

	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=96, 73 F, 23 M)	3,01 1,75 – 4,97	2,90 1,67 – 5,07	3,05 2,09 – 4,43	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Phosphorzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	1332,93 739,31 – 2087,27	1296,10 723,99 – 2071,86	1507,96 808,48 – 2397,23	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	1259,03 740,60 – 2008,62	1226,08 723,82 – 1945,49	1399,59 741,08 – 2250,14	<b><math>\leq 0,001</math></b>
	<b>4: <math>\geq 30,0 \text{ kg/m}^2</math></b> (n=96, 73 F, 23 M)	1270,52 688,59 – 2054,35	1261,72 636,40 – 2033,76	1425,24 988,69 – 2564,41	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A22** Vergleich der täglichen Mengenelementzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- -werte**</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Calciumzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 0,99 ≥ 1,00	99 (=56,9%) 75 (=43,1%)	72 (=56,7%) 55 (=43,3%)	27 (=57,4%) 20 (=42,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 0,99 ≥ 1,00	139 (=61,8%) 86 (=38,2%)	92 (=62,2%) 56 (=37,8%)	47 (=61,0%) 30 (=39,0%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 0,99 ≥ 1,00	56 (=58,3%) 40 (=41,7%)	42 (=57,5%) 31 (=42,5%)	14 (=60,9%) 9 (=39,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Magnesiumzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 299,99 <sup>+</sup> bzw. 349,99 <sup>++</sup> ≥ 300,00 <sup>+</sup> bzw. 350,00 <sup>++</sup>	41 (=23,6%) 133 (=76,4%)	26 (=20,5%) 101 (=79,5%)	15 (=31,9%) 32 (=68,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 299,99 <sup>+</sup> bzw. 349,99 <sup>++</sup> ≥ 300,00 <sup>+</sup> bzw. 350,00 <sup>++</sup>	69 (=30,7%) 156 (=69,3%)	41 (=27,7%) 107 (=72,3%)	28 (=36,4%) 49 (=63,6%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 299,99 <sup>+</sup> bzw. 349,99 <sup>++</sup> ≥ 300,00 <sup>+</sup> bzw. 350,00 <sup>++</sup>	22 (=22,9%) 74 (=77,1%)	17 (=23,3%) 56 (=76,7%)	5 (=21,7%) 18 (=78,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\*Bei Natrium, Kalium und Phosphor macht der Vergleich zwischen den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn. Der Großteil der Probanden weist eine ausreichende Versorgung mit diesen Mengenelementen auf.

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

**Tab. A23** Tägliche Spurenelementzufuhr in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Zinkzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	11,73 6,30 – 17,14	11,63 6,24 – 16,98	12,49 8,10 – 18,57	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	11,00 6,41 – 18,91	10,36 6,16 – 16,32	13,05 7,26 – 20,67	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	11,35 6,10 – 18,61	10,83 5,69 – 18,62	12,09 8,44 – 21,22	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Eisenzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	12,31 7,66 – 18,30	12,06 6,54 – 17,59	13,79 9,03 – 20,61	<b>≤ 0,001</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	12,03 7,43 – 20,19	11,32 7,31 – 17,84	13,80 8,20 – 23,28	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	11,91 7,15 – 17,68	11,74 6,87 – 17,91	12,76 8,11 – 20,39	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Jodzufuhr [µg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	96,03 52,52 – 167,62	94,49 53,42 – 163,83	99,59 49,24 – 188,93	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	97,55 48,95 – 181,01	95,26 48,95 – 183,31	102,96 47,53 – 180,81	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	88,29 46,49 – 179,65	87,09 42,61 – 183,55	97,58 55,66 – 192,52	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

**Tab. A24** Vergleich der täglichen Spurenelementzufuhr der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- werte**</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Zinkzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 6,99 <sup>+</sup> bzw. 9,99 <sup>++</sup>	21 (=12,1%)	12 (=9,4%)	9 (=19,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ 7,00 <sup>+</sup> bzw. 10,00 <sup>++</sup>	153 (=87,9%)	115 (=90,6%)	38 (=80,9%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 6,99 <sup>+</sup> bzw. 9,99 <sup>++</sup>	30 (=13,3%)	14 (=9,5%)	16 (=20,8%)	<b>&lt; 0,05</b>
	≥ 7,00 <sup>+</sup> bzw. 10,00 <sup>++</sup>	195 (=86,7%)	134 (=90,5%)	61 (=79,2%)	
<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 6,99 <sup>+</sup> bzw. 9,99 <sup>++</sup>	11 (=11,5%)	6 (=8,2%)	5 (=21,7%)	<b>n.s.</b>	
≥ 7,00 <sup>+</sup> bzw. 10,00 <sup>++</sup>	85 (=88,5%)	67 (=91,8%)	18 (=78,3%)		
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Eisenzufuhr [mg/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 9,99 ≥ 10,00	40 (=23,0%) 134 (=77,0%)	35 (=27,6%) 92 (=72,4%)	5 (=10,6%) 42 (=89,4%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 9,99 ≥ 10,00	60 (=26,7%) 165 (=73,3%)	48 (=32,4%) 100 (=67,6%)	12 (=15,6%) 65 (=84,4%)	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 9,99 ≥ 10,00	25 (=26,0%) 71 (=74,0%)	21 (=28,8%) 52 (=71,2%)	4 (=17,4%) 19 (=82,6%)	<b>n.s.</b>
		<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\*Bei Jod macht der Vergleich zwischen den einzelnen BMI-Gruppen keinen Sinn. Der Großteil der Probanden erreicht die Zufuhr-empfehlungen für dieses Spurenelement nicht.

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

**Tab. A25** Tägliche Flüssigkeitsaufnahme in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Flüssigkeitsaufnahme [ml/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	2272,75 1427,81 – 3440,38	2272,82 1422,14 – 3385,24	2272,67 1415,47 – 3539,69	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	2289,75 1325,19 – 3658,51	2219,21 1400,54 – 3667,36	2438,35 1253,57 – 3669,63	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	2336,30 1467,56 – 3970,68	2318,63 1462,87 – 3988,92	2393,24 1335,73 – 4525,35	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

**Tab. A26** Vergleich der täglichen Flüssigkeitsaufnahme der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten

	BMI-Gruppe/ Referenz- werte*	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Flüssigkeitsaufnahme [ml/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 2249,99 <sup>+</sup> bzw. 2599,99 <sup>++</sup>	90 (=51,7%)	61 (=48,0%)	29 (=61,7%)	<b>n.s.</b>
	≥ 2250,00 <sup>+</sup> bzw. 2600,00 <sup>++</sup>	84 (=48,3%)	66 (=52,0%)	18 (=38,3%)	
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 2249,99 <sup>+</sup> bzw. 2599,99 <sup>++</sup>	123 (=54,7%)	77 (=52,0%)	46 (=59,7%)	<b>n.s.</b>
	≥ 2250,00 <sup>+</sup> bzw. 2600,00 <sup>++</sup>	102 (=45,3%)	71 (=48,0%)	31 (=40,3%)	
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 2249,99 <sup>+</sup> bzw. 2599,99 <sup>++</sup>	46 (=47,9%)	33 (=45,2%)	13 (=56,5%)	<b>n.s.</b>
	≥ 2250,00 <sup>+</sup> bzw. 2600,00 <sup>++</sup>	50 (=52,1%)	40 (=54,8%)	10 (=43,5%)	
<b>p<sup>2)</sup></b>		<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

+ Referenzwert für die Frauen

++ Referenzwert für die Männer

**Tab. A27** Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Cholesterinzufuhr [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	0,27 0,13 – 0,53	0,26 0,13 – 0,48	0,30 0,10 – 0,55	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	0,29 0,13 – 0,55	0,27 0,12 – 0,53	0,31 0,16 – 0,62	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	0,29 0,12 – 0,52	0,29 0,12 – 0,55	0,28 0,12 – 0,52	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an ges. FS [Energie%]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	13,0 8,6 – 17,8	13,4 8,7 – 17,9	12,5 6,6 – 17,6	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	13,1 8,7 – 16,8	13,1 8,7 – 17,0	13,3 8,5 – 16,8	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	12,0 8,4 – 17,3	12,3 8,3 – 17,3	11,1 7,4 – 18,5	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A28** Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen BMI-Gruppen mit Referenzwerten\*

	<b>BMI-Gruppe/ Referenz- werte**</b>	<b>Gesamt</b>	<b>Frauen</b>	<b>Männer</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Cholesterinzufuhr [g/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>BMI-Gr.2</b> ≤ 0,29 ≥ 0,30	97 (=55,7%) 77 (=44,3%)	76 (=59,8%) 51 (=40,2%)	21 (=44,7%) 26 (=55,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>BMI-Gr.3</b> ≤ 0,29 ≥ 0,30	114 (=50,7%) 111 (=49,3%)	82 (=55,4%) 66 (=44,6%)	32 (=41,6%) 45 (=58,4%)	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>BMI-Gr.4</b> ≤ 0,29 ≥ 0,30	50 (=52,1%) 46 (=47,9%)	38 (=52,1%) 35 (=47,9%)	12 (=52,2%) 11 (=47,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen Frauen und Männern

2) Chi-Quadrat-Test zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A29** Tägliche Zufuhr an ungesättigten Fettsäuren in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
<b>Zufuhr an einfach ungesättigten Fettsäuren [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	24,54 13,88 – 45,79	23,81 13,92 – 46,61	28,23 13,15 – 47,30	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	26,25 13,82 – 44,03	24,06 13,44 – 40,10	28,04 14,35 – 50,18	<b>&lt; 0,001</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	23,05 12,94 – 47,11	21,96 12,33 – 46,94	24,99 13,60 – 50,42	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an einfach ungesättigten Fettsäuren [Energie%]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	11,7 8,1 – 15,8	11,8 8,4 – 16,0	11,5 6,7 – 14,4	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	11,8 8,5 – 15,9	11,8 8,6 – 15,6	11,9 8,1 – 16,5	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	11,2 7,9 – 16,4	11,3 8,1 – 16,6	10,8 7,1 – 15,4	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren [g/d]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	10,17 5,16 – 20,26	10,11 5,01 – 20,70	10,74 5,94 – 19,76	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	10,33 4,77 – 19,63	9,93 4,50 – 19,57	11,72 6,08 – 20,37	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	9,79 4,59 – 22,23	9,79 4,54 – 22,62	9,82 4,70 – 22,22	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren [Energie%]</b> (n=495, 348 F, 147 M)	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=174, 127 F, 47 M)	4,7 2,8 – 7,4	5,0 2,8 – 7,6	4,6 2,9 – 7,1	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n=225, 148 F, 77 M)	4,6 3,0 – 7,5	4,8 3,0 – 7,6	4,6 3,1 – 7,2	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n=96, 73 F, 23 M)	4,7 3,1 – 7,6	4,7 3,1 – 8,0	4,6 2,6 – 7,1	<b>n.s.</b>

	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an Omega-3-FS [g/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	1,29 0,71 – 2,79	1,26 0,70 – 2,65	1,38 0,68 – 3,92	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	1,33 0,67 – 2,89	1,26 0,61 – 2,79	1,51 0,75 – 3,28	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	1,26 0,65 – 2,58	1,20 0,63 – 2,61	1,28 0,67 – 2,43	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an Omega-3-FS [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	0,6 0,4 – 1,2	0,6 0,4 – 1,2	0,6 0,4 – 1,2	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	0,6 0,4 – 1,1	0,6 0,4 – 1,1	0,6 0,4 – 1,1	<b>&lt; 0,05</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	0,6 0,4 – 1,1	0,6 0,4 – 1,2	0,6 0,4 – 1,1	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an Omega-6-FS [g/d] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	8,64 4,33 – 17,77	8,56 4,29 – 18,14	9,16 4,96 – 17,52	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	9,06 4,04 – 17,17	8,35 3,82 – 17,09	10,08 4,86 – 18,18	<b>&lt; 0,01</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	8,14 4,00 – 20,61	7,76 3,93 – 20,67	8,34 3,88 – 20,11	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	
<b>Zufuhr an Omega-6-FS [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)</b>	<b>2: 18,5 – 24,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =174, 127 F, 47 M)	4,0 2,3 – 6,6	4,1 2,3 – 6,8	3,7 2,4 – 6,3	<b>n.s.</b>
	<b>3: 25,0 – 29,9 kg/m<sup>2</sup></b> (n =225, 148 F, 77 M)	4,1 2,4 – 6,6	4,1 2,4 – 6,8	3,9 2,4 – 6,5	<b>n.s.</b>
	<b>4: ≥ 30,0 kg/m<sup>2</sup></b> (n =96, 73 F, 23 M)	3,9 2,6 – 6,9	3,9 2,6 – 7,3	3,9 2,1 – 6,2	<b>n.s.</b>
	<b>p<sup>2)</sup></b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	<b>n.s.</b>	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

**Tab. A30** Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen BMI-Gruppen  
(Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	BMI-Gruppe	Gesamt	Frauen	Männer	p <sup>1)</sup>
Zufuhr an Polysacchariden [Energie%] (n=495, 348 F, 147 M)	2: 18,5 – 24,9 kg/m <sup>2</sup> (n=174, 127 F, 47 M)	23,6 15,5 – 34,5	22,9 14,8 – 34,3	24,4 16,8 – 37,6	< 0,05
	3: 25,0 – 29,9 kg/m <sup>2</sup> (n=225, 148 F, 77 M)	22,0 15,3 – 31,4	21,8 15,9 – 31,5	22,4 14,7 – 31,4	n.s.
	4: ≥ 30,0 kg/m <sup>2</sup> (n=96, 73 F, 23 M)	22,8 14,6 – 33,9	22,7 13,0 – 34,1	25,1 16,2 – 34,8	n.s.
	p <sup>2)</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	

F = Frauen, M = Männer

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den BMI-Gruppen 2 bis 4

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A31** Blutfettkonzentrationen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	p <sup>1)</sup>
Gesamtcholesterin- konz. im Serum [mg/dl] [Gr.1=23, Gr.2=105, Gr.3=160]	221,0 158,3 – 310,0	230,0 165,0 – 296,2	223,0 165,0 – 312,9	n.s.
LDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl] [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=160]	151,6 81,5 – 227,8	147,5 96,4 – 213,6	145,6 88,8 – 221,4	n.s.

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A32** Vergleich der Blutfettkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenzwerte	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Gesamtcholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=105, Gr.3=160]	≤ 240,0	17 (=73,9%)	66 (=62,9%)	99 (=61,9%)	<b>n.s.</b>
	≥ 241,0	6 (=26,1%)	39 (=37,1%)	61 (=38,1%)	
<b>Triglyceridkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=105, Gr.3=160]	≤ 200,0	23 (=100,0%)	94 (=89,5%)	138 (=86,3%)	<b>n.s.</b>
	≥ 201,0	0	11 (=10,5%)	22 (=13,7%)	
<b>LDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=160]	≤ 129,0	6 (=26,1%)	25 (=24,0%)	53 (=33,1%)	<b>n.s.</b>
	130,0 – 160,0	9 (=39,1%)	44 (=42,3%)	54 (=33,8%)	
	≥ 161,0	8 (=34,8%)	35 (=33,7%)	53 (=33,1%)	
<b>HDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=104, Gr.3=160]	≤ 34,0	1 (=4,3%)	10 (=9,6%)	16 (=10,0%)	<b>n.s.</b>
	≥ 35,0	22 (=95,7%)	94 (=90,4%)	144 (=90,0%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A33** Antioxidantienstatus in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Vitamin C-Konz. im Plasma [mg/dl]</b> [Gr.1=23, Gr.2=105, Gr.3=160]	1,38 0,68 – 2,04	1,34 0,85 – 1,90	1,26 0,71 – 1,93	<b>n.s.</b>
<b>Selen-Konz. im Plasma [µg/l]</b> [Gr.1=22, Gr.2=102, Gr.3=160]	68,86 48,98 – 94,25	64,64 47,00 – 93,12	63,58 48,98 – 100,61	<b>n.s.</b>
<b>Glutathionperoxidase-aktivität in den Erythrozyten [IU/gHb]</b> [Gr.1=19, Gr.2=85, Gr.3=116]	22,13 11,30 – 38,22	21,21 12,59 – 30,65	21,44 13,35 – 33,18	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A34** Vergleich der Antioxidantienkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufgruppen mit Referenzwerten\*

	Referenzwerte	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Selen-Konz. im Plasma</b> [µg/l] [Gr.1=22, Gr.2=102, Gr.3=160]	≤ 49,99	1 (=4,5%)	13 (=12,7%)	12 (=7,5%)	n.s.
	≥ 50,00	21 (=95,5%)	89 (=87,3%)	148 (=92,5%)	
<b>Glutathionperoxidase-aktivität in den Erythrozyten</b> [IU/gHb] [Gr.1=19, Gr.2=85, Gr.3=116]	≤ 20,99	9 (=47,4%)	41 (=48,2%)	55 (=47,4%)	n.s.
	≥ 21,00	10 (=52,6%)	44 (=51,8%)	61 (=52,6%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A35** Homocysteinkonzentration und Vitaminstatus in verschiedenen KGs-Verlaufgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Homocysteinkonz. im Plasma</b> [µmol/l] [Gr.1=19, Gr.2=81, Gr.3=112]	9,00 4,47 – 17,70	9,11 5,00 – 19,09	9,37 5,23 – 19,14	n.s.
<b>Folsäurekonz. im Serum</b> [nmol/l] [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=111]	16,31 1,19 – 51,03	11,88 1,52 – 34,27	10,54 1,81 – 39,85	n.s.
<b>Vitamin B<sub>12</sub>-Konz. im Serum</b> [pmol/l] [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=111]	301,70 70,39 – 764,03	409,70 106,57 – 1445,34	371,82 105,96 – 1264,69	n.s.
<b>Vitamin B<sub>6</sub>-Konz. im Serum</b> [nmol/l] [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=112]	32,48 8,00 – 282,00	38,00 9,00 – 114,85	36,50 10,30 – 153,52	n.s.

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A36** Vergleich der Homocysteinkonzentration sowie der Vitaminkonzentrationen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenzwerte	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Homocysteinkonz. im Plasma [µmol/l]</b> [Gr.1=19, Gr.2=81, Gr.3=112]	≤ 11,89	12 (=63,2%)	58 (=71,6%)	80 (=71,4%)	n.s.
	≥ 11,90	7 (=36,8%)	23 (=28,4%)	32 (=28,6%)	
<b>Folsäurekonz. im Serum [nmol/l]</b> [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=111]	≤ 13,39	7 (=36,8%)	47 (=58,8%)	65 (=58,6%)	n.s.
	≥ 13,40	12 (=63,2%)	33 (=41,2%)	46 (=41,4%)	
<b>Vitamin B<sub>12</sub>-Konz. im Serum [pmol/l]</b> [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=111]	≤ 147,99	2 (=10,5%)	9 (=11,3%)	9 (=8,1%)	n.s.
	≥ 148,00	17 (=89,5%)	71 (=88,7%)	102 (=91,9%)	
<b>Vitamin B<sub>6</sub>-Konz. im Serum [nmol/l]</b> [Gr.1=19, Gr.2=80, Gr.3=112]	≤ 39,99	13 (=68,4%)	41 (=51,3%)	61 (=54,5%)	n.s.
	≥ 40,00	6 (=31,6%)	39 (=48,7%)	51 (=45,5%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A37** Systolischer und diastolischer Blutdruck in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Diastolischer Blutdruck [mmHg]</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=160]	80,0 62,50 – 100,0	80,0 65,0 – 100,0	85,0 70,0 – 100,0	n.s.

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A38** Häufigkeit einzelner Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen\*

		<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Diabetes mellitus</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	24 (=100,0%)	99 (=93,4%)	142 (=88,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	0	7 (=6,6%)	19 (=11,8%)	
<b>Ischämische Herz- -erkrankungen und Co.</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	22 (=91,7%)	87 (=82,1%)	120 (=74,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	2 (=8,3%)	19 (=17,9%)	41 (=25,5%)	
<b>Erkrankungen der Hirngefäße und Co.</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	21 (=87,5%)	90 (=84,9%)	131 (=81,4%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	3 (=12,5%)	16 (=15,1%)	30 (=18,6%)	
<b>Fettstoffwechsel- -störungen</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	20 (=83,3%)	69 (=65,1%)	111 (=68,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	4 (=16,7%)	37 (=34,9%)	50 (=31,1%)	
<b>Organerkrankungen</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	14 (=58,3%)	61 (=57,5%)	93 (=57,8%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	10 (=41,7%)	45 (=42,5%)	68 (=42,2%)	
<b>Osteoporose</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	18 (=75,0%)	86 (=81,1%)	134 (=83,2%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	6 (=25,0%)	20 (=18,9%)	27 (=16,8%)	
<b>Rheumatismus/ Arthrose</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	<b>nein</b>	22 (=91,7%)	87 (=82,1%)	120 (=74,5%)	<b>n.s.</b>
	<b>ja</b>	2 (=8,3%)	19 (=17,9%)	41 (=25,5%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A39** Anzahl an Erkrankungen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Anzahl an Krankheiten</b> [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	1,50 0,0 – 6,75	2,0 0,0 – 5,65	2,0 0,0 – 8,0	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A40** Soziodemographische und –ökonomische Daten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen

	Referenzwerte	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Familienstand</b> [Gr.1=23, Gr.2=102, Gr.3=157]	verheiratet	15 (=65,2%)	56 (=54,9%)	94 (=59,9%)	n.s.
	verwitwet	5 (=21,7%)	32 (=31,3%)	38 (=24,2%)	
	ledig	1 (=4,3%)	7 (=6,9%)	9 (=5,7%)	
	geschieden	2 (=8,8%)	7 (=6,9%)	16 (=10,2%)	
<b>Schulbildung</b> [Gr.1=23, Gr.2=103, Gr.3=157]	VS/Hauptsch.	10 (=43,5%)	53 (=51,5%)	93 (=59,2%)	n.s.
	RS	7 (=30,4%)	34 (=33,0%)	42 (=26,8%)	
	FHS-/HS-Reife	6 (=26,1%)	16 (=15,5%)	22 (=14,0%)	
<b>höchster Ausbildungsabschluss</b> [Gr.1=23, Gr.2=96, Gr.3=146]	keinen Abschluss	5 (=21,7%)	11 (=11,5%)	20 (=13,7%)	n.s.
	Anlernausb.	2 (=8,7%)	6 (=6,3%)	20 (=13,7%)	
	Lehre	5 (=21,7%)	39 (=40,6%)	63 (=43,2%)	
	FS-Abschluss	4 (=17,5%)	27 (=28,1%)	20 (=13,7%)	
	FHS-Abschluss	5 (=21,7%)	8 (=8,3%)	13 (=8,9%)	
	HS-Abschluss	2 (=8,7%)	5 (=5,2%)	10 (=6,8%)	
<b>Nettohaushalts-einkommen</b> [Gr.1=20, Gr.2=84, Gr.3=132]	> 250 - 1250 €	6 (=30,0%)	32 (=38,1%)	45 (=34,1%)	n.s.
	1250 - 2500 €	13 (=65,0%)	39 (=46,4%)	69 (=52,3%)	
	2500 - > 3500 €	1 (=5,0%)	13 (=15,5%)	18 (=13,6%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A41** Gesundheitsverhalten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen

		Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Rauchverhalten</b> [Gr.1=21, Gr.2=104, Gr.3=152]	kein Raucher	11 (=52,4%)	58 (=55,8%)	91 (=59,9%)	n.s.
	ehem. Raucher	9 (=42,9%)	43 (=41,3%)	51 (=33,6%)	
	Raucher	1 (=4,7%)	3 (=2,9%)	10 (=6,5%)	
<b>Einnahme von Supplementen</b> [Gr.1=8, Gr.2=36, Gr.3=55]	nein	4 (=50,0%)	13 (=36,1%)	13 (=23,6%)	n.s.
	ja	4 (=50,0%)	23 (=63,9%)	42 (=76,4%)	
		Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>2)</sup>
<b>Alkoholzufuhr [g/d]*</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]		7,74 0,02 – 63,49	3,94 0,00 – 27,52	3,70 0,00 – 32,93	n.s.
<b>Alkoholzufuhr [Energie%]*</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]		2,4 0,0 – 18,2	1,8 0,0 – 8,6	1,3 0,0 – 11,6	n.s.

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* Median, 5 – 95er Perzentile

**Tab. A42** Täglicher Zeitverbrauch für einzelne körperliche Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Hausarbeit [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	64,3 0,0 – 394,3	120,0 0,0 – 428,6	120,0 0,0 – 478,7	<b>n.s.</b>
<b>Gartenarbeit [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	38,6 0,0 – 233,6	25,7 0,0 – 171,4	17,1 0,0 – 171,4	<b>n.s.</b>
<b>Berufstätigkeit [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	0,0 0,0 – 40,7	0,0 0,0 – 14,6	0,0 0,0 – 33,9	<b>n.s.</b>
<b>Spazierengehen [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	34,3 0,0 – 51,4	34,3 0,0 – 51,4	25,7 0,0 – 51,4	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A43** Täglicher Zeitverbrauch für die leichten, die mittelschweren und die schweren sportlichen Aktivitäten, für die gesamten sportlichen Aktivitäten sowie für alle körperlichen Aktivitäten in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>schwere sportliche Aktivitäten [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	0,0 0,0 – 0,0	0,0 0,0 – 23,1	0,0 0,0 – 0,0	<b>n.s.</b>
<b>körperliche Aktivitäten, gesamt [min/d]</b> [Gr.1=24, Gr.2=105, Gr.3=160]	317,1 60,0 – 503,6	265,7 48,4 – 571,7	240,0 60,0 – 616,3	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A44** Tägliche Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Fettzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	73,2 35,0 – 162,2	67,9 38,9 – 108,5	68,5 36,9 – 118,2	<b>n.s.</b>
<b>Fettzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	31,9 23,3 – 37,3	31,9 24,4 – 39,9	32,1 22,1 – 40,6	<b>n.s.</b>
<b>Kohlenhydratzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	48,8 33,6 – 58,6	46,6 36,4 – 56,8	46,9 34,3 – 57,4	<b>n.s.</b>
<b>Proteinzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	86,4 56,5 – 153,4	81,9 46,0 – 121,7	85,4 44,7 – 136,9	<b>n.s.</b>
<b>Ballaststoffzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	21,9 14,1 – 60,0	21,7 11,8 – 34,5	21,2 11,6 – 34,7	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A45** Vergleich der täglichen Hauptnährstoff- und Ballaststoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten\*

	Referenz- Werte**	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Fettzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 59,99	7 (=31,8%)	36 (=38,2%)	51 (=36,4%)	<b>n.s.</b>
	60,0 – 80,0	5 (=22,7%)	29 (=30,9%)	45 (=32,1%)	
	≥ 80,01	10 (=45,5%)	29 (=30,9%)	44 (=31,5%)	
<b>Fettzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 29,99	10 (=45,5%)	35 (=37,2%)	53 (=37,9%)	<b>n.s.</b>
	≥ 30,00	12 (=54,5%)	59 (=62,8%)	87 (=62,1%)	
<b>Kohlenhydratzufuhr [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 54,99	21 (=95,5%)	88 (=93,6%)	122 (=87,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ 55,00	1 (=4,5%)	6 (=6,4%)	18 (=12,9%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A46** Tägliche Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Vitamin E-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	11,38 5,42 – 28,09	10,75 5,12 – 20,27	11,04 5,35 – 18,95	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin K-Zufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	266,15 119,82 – 681,72	266,50 152,95 – 492,51	273,43 150,36 – 523,03	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A47** Vergleich der täglichen Zufuhr an fettlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenz- Werte*	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Vitamin D-Zufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 4,99	12 (=54,5%)	65 (=69,1%)	94 (=67,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ 5,00	10 (=45,5%)	29 (=30,9%)	46 (=32,9%)	
<b>Vitamin E-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	F: ≤ 10,99 M: ≤ 11,99	11 (=50,0%)	54 (=57,4%)	72 (=51,4%)	<b>n.s.</b>
	F: ≥ 11,00 M: ≥ 12,00	11 (=50,0%)	40 (=42,6%)	68 (=48,6%)	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A48** Tägliche Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamin B<sub>1</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,20 0,69 – 2,51	1,25 0,70 – 1,89	1,21 0,71 – 1,90	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin B<sub>2</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,52 0,90 – 2,95	1,43 0,83 – 2,81	1,48 0,85 – 2,48	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin B<sub>6</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,71 0,79 – 4,51	1,66 1,01 – 2,43	1,64 0,96 – 2,77	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin B<sub>12</sub>-Zufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	6,45 2,55 – 13,51	5,70 2,67 – 18,01	6,18 2,94 – 11,89	<b>n.s.</b>
<b>Folsäurezufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	246,54 122,74 – 525,38	231,76 128,54 – 368,60	224,79 142,22 – 363,11	<b>n.s.</b>
<b>Pantothensäurezufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	4,50 2,67 – 10,92	4,48 2,51 – 7,97	4,54 2,38 – 7,47	<b>n.s.</b>
<b>Biotinzufuhr [µg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	45,44 24,48 – 96,63	41,03 22,01 – 75,32	40,93 23,56 – 71,52	<b>n.s.</b>
<b>Vitamin C-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	105,37 45,39 – 331,55	98,84 41,67 – 183,61	91,19 41,67 – 215,65	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A49** Vergleich der täglichen Zufuhr an wasserlöslichen Vitaminen der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten\*

	<b>Referenz-Werte**</b>	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichtszunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Vitamin B<sub>1</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ <b>0,99</b>	6 (=27,3%)	23 (=24,5%)	34 (=24,3%)	<b>n.s.</b>
	≥ <b>1,00</b>	16 (=72,7%)	71 (=75,5%)	106 (=75,7%)	
<b>Vitamin B<sub>2</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ <b>1,19</b>	5 (=22,7%)	26 (=27,7%)	38 (=27,1%)	<b>n.s.</b>
	≥ <b>1,20</b>	17 (=77,3%)	68 (=72,3%)	102 (=72,9%)	
<b>Vitamin B<sub>6</sub>-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	<b>F: ≤ 1,19</b> <b>M: ≤ 1,39</b>	4 (=18,2%)	17 (=18,1%)	27 (=19,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>F: ≥ 1,20</b> <b>M: ≥ 1,40</b>	18 (=81,8%)	77 (=81,9%)	113 (=80,7%)	
<b>Vitamin C-Zufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ <b>99,99</b>	10 (=45,5%)	51 (=54,3%)	79 (=56,4%)	<b>n.s.</b>
	≥ <b>100,00</b>	12 (=54,5%)	43 (=45,7%)	61 (=43,6%)	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

\*\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A50** Tägliche Mineralstoffzufuhr in verschiedenen KGs-Verlaufgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Calciumzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	0,99 0,53 – 1,67	0,88 0,41 – 1,50	0,90 0,53 – 1,69	<b>n.s.</b>
<b>Magnesiumzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	377,88 229,09 – 760,06	370,63 217,92 – 547,93	372,22 234,58 – 567,31	<b>n.s.</b>
<b>Natriumzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,86 1,31 – 4,38	1,95 1,04 – 3,41	2,14 1,11 – 3,44	<b>n.s.</b>
<b>Kaliumzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	3,13 1,65 – 7,53	3,05 1,90 – 4,95	3,04 1,79 – 5,03	<b>n.s.</b>
<b>Phosphorzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,41 0,78 – 2,56	1,26 0,75 – 2,01	1,26 0,71 – 2,03	<b>n.s.</b>
<b>Calcium-Phosphor- Verhältnis</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	0,68 0,46 – 0,94	0,69 0,41 – 1,21	0,71 0,46 – 1,12	<b>n.s.</b>
<b>Zinkzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	10,85 7,00 – 21,32	11,22 6,08 – 18,45	11,13 6,60 – 18,67	<b>n.s.</b>
<b>Eisenzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	11,69 7,46 – 26,22	11,90 6,77 – 20,13	12,01 8,34 – 18,93	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A51** Vergleich der täglichen Mineralstoffzufuhr der einzelnen KGs-Verlaufgruppen mit Referenzwerten

	<b>Referenz- Werte*</b>	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Calciumzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 0,99	12 (=54,5%)	58 (=61,7%)	86 (=61,4%)	<b>n.s.</b>
	≥ 1,00	10 (=45,5%)	36 (=38,3%)	54 (=38,6%)	
<b>Magnesiumzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	<b>F: ≤ 299,99</b> <b>M: ≤ 349,99</b>	6 (=27,3%)	30 (=31,9%)	32 (=22,9%)	<b>n.s.</b>
	<b>F: ≥ 300,00</b> <b>M: ≥ 350,00</b>	16 (=72,7%)	64 (=68,1%)	108 (=77,1%)	
<b>Kaliumzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 1,99	2 (=9,1%)	8 (=8,5%)	11 (=7,9%)	<b>n.s.</b>
	≥ 2,00	20 (=90,9%)	86 (=91,5%)	129 (=92,1%)	
<b>Zinkzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	<b>F: ≤ 6,99</b> <b>M: ≤ 9,99</b>	4 (=18,2%)	13 (=13,8%)	13 (=9,3%)	<b>n.s.</b>
	<b>F: ≥ 7,00</b> <b>M: ≥ 10,00</b>	18 (=81,8%)	81 (=86,2%)	127 (=90,7%)	
<b>Eisenzufuhr [mg/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 9,99	3 (=13,6%)	25 (=26,6%)	37 (=26,4%)	<b>n.s.</b>
	≥ 10,00	19 (=86,4%)	69 (=73,4%)	103 (=73,6%)	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A52** Tägliche Flüssigkeitsaufnahme in verschiedenen KGs-Verlaufgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Flüssigkeitsaufnahme</b> [mg/l] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	2248,76 1355,03 – 3578,98	2404,65 1410,24 – 3687,12	2265,95 1336,85 – 3814,72	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A53** Vergleich der täglichen Flüssigkeitsaufnahme der einzelnen KGs-Verlaufgruppen mit Referenzwerten

	<b>Referenz- Werte*</b>	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Flüssigkeitsaufnahme</b> [mg/l] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	<b>F: ≤ 2249,99</b> <b>M: ≤ 2599,99</b>	11 (=50,0%)	49 (=52,1%)	73 (=52,1%)	<b>n.s.</b>
	<b>F: ≥ 2250,00</b> <b>M: ≥ 2600,00</b>	11 (=50,0%)	45 (=47,9%)	67 (=47,9%)	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A54** Tägliche Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren in verschiedenen KGs-Verlaufgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gruppe 1</b> (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	<b>Gruppe 2</b> (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	<b>Gruppe 3</b> (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	<b>P<sup>1)</sup></b>
<b>Energiezufuhr [kcal/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	2186,84 1230,69 – 4230,50	1901,02 1102,62 – 2809,59	1958,85 1119,58 – 3095,08	<b>n.s.</b>
<b>Cholesterinzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	0,30 0,18 – 0,62	0,29 0,13 – 0,54	0,31 0,12 – 0,58	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an gesättigten Fettsäuren [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	31,00 14,47 – 55,31	26,22 15,59 – 43,76	27,19 13,86 – 50,29	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an gesättigten Fettsäuren [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	12,7 9,7 – 16,8	12,7 8,8 – 16,8	13,2 8,5 – 17,4	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A55** Vergleich der täglichen Zufuhr an Energie, Cholesterin und gesättigten Fettsäuren der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenz- Werte*	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Energiezufuhr [kcal/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	F: ≤ 1599,99 M: ≤ 2099,99	5 (=22,7%)	33 (=35,1%)	46 (=32,9%)	<b>n.s.</b>
	F: 1600 - 2000 M: 2100 – 2500	8 (=36,4%)	27 (=28,7%)	43 (=30,7%)	
	F: ≥ 2000,01 M: ≥ 2500,01	9 (=40,9%)	34 (=36,2%)	51 (=36,4%)	
<b>Cholesterinzufuhr [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 0,29	10 (=45,5%)	51 (=54,3%)	64 (=45,7%)	<b>n.s.</b>
	≥ 0,30	12 (=54,5%)	43 (=45,7%)	76 (=54,3%)	
<b>Zufuhr an gesättigten Fettsäuren [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	≤ 9,99	1 (=4,5%)	10 (=10,6%)	22 (=15,7%)	<b>n.s.</b>
	≥ 10,00	21 (=95,5%)	84 (=89,4%)	118 (=84,3%)	

F = Frauen, M = Männer

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A56** Tägliche Zufuhr an ungesättigten Fettsäuren in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Zufuhr an einfach unges. FS [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	27,30 12,58 – 75,52	25,51 13,72 – 42,49	25,22 13,85 – 45,45	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an einfach unges. FS [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	11,2 7,8 – 16,1	11,8 8,7 – 16,2	11,6 8,1 – 16,4	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an mehrfach unges. FS [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	10,30 4,55 – 25,55	10,14 4,55 – 20,12	10,21 5,01 – 19,30	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an mehrfach unges. FS [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	4,5 2,5 – 6,1	4,7 3,0 – 7,4	4,7 3,1 – 7,5	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an Omega-3-FS [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	1,59 0,75 – 3,95	1,30 0,68 – 3,08	1,38 0,68 – 2,60	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an Omega-3-FS [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	0,6 0,5 – 0,9	0,6 0,4 – 1,1	0,6 0,4 – 1,2	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an Omega-6-FS [g/d]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	8,32 3,73 – 21,23	9,01 3,94 – 17,32	8,67 4,05 – 17,65	<b>n.s.</b>
<b>Zufuhr an Omega-6-FS [Energie%]</b> [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]	3,9 1,8 – 5,4	4,0 2,4 – 6,5	4,0 2,6 – 6,6	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

**Tab. A57** Vergleich der täglichen Omega-3-Fettsäuren-Zufuhr der einzelnen KGs-Verlaufsgruppen mit Referenzwerten

	Referenz- Werte*	Gruppe 1 (konstantes Körper- gewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichts- zunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Zufuhr an Omega-3-FS [Energie%] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]</b>	≤ 0,49	2 (=9,1%)	17 (=18,1%)	34 (=24,3%)	<b>n.s.</b>
	≥ 0,50	20 (=90,9%)	77 (=81,9%)	106 (=75,7%)	

1) Chi-Quadrat-Test zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* D-A-CH-Referenzwerte (DGE, 2000)

**Tab. A58** Tägliche Zufuhr an Di- und Polysacchariden in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)\*

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	P <sup>1)</sup>
<b>Disaccharidzufuhr [Energie%] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]</b>	15,1 5,0 – 21,0	13,7 8,5 – 19,8	13,5 7,2 – 21,5	<b>n.s.</b>
<b>Polysaccharidzufuhr [g/d] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]</b>	120,04 65,99 – 242,15	102,51 56,67 – 204,84	108,01 55,93 – 173,97	<b>n.s.</b>
<b>Polysaccharidzufuhr [Energie%] [Gr.1=22, Gr.2=94, Gr.3=140]</b>	23,9 15,3 – 31,4	21,8 16,2 – 31,5	22,4 14,1 – 33,0	<b>n.s.</b>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

\* nur nicht signifikante Ergebnisse dargestellt

**Tab. A59** Multiple lineare Regression zum Vergleich des Erklärungsbeitrags, den der aktuelle BMI bzw. der Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter Triglyceridkonzentration im Serum, HDL-Cholesterinkonzentration im Serum, Vitamin E-Konzentration im Plasma, täglicher Zeitverbrauch für leichte sportliche Aktivitäten, täglicher Zeitverbrauch für die gesamten sportlichen Aktivitäten und tägliche Kohlenhydrat-, Vitamin D-, Jod- sowie Disaccharidzufuhr im Kollektiv der aktuell übergewichtigen oder adipösen Senioren leisten\*

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	$\beta^1$	$p^2$
<b>Triglyceridkonzentration im Serum [mg/dl]</b> (n = 288)	Aktueller BMI	-0,138	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,245	< 0,01
<b>HDL-Cholesterinkonz. im Serum [mg/dl]</b> (n = 287)	Aktueller BMI	-0,027	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,112	n.s.
<b>Vitamin E-Konzentration im Plasma [mg/dl]</b> (n = 282)	Aktueller BMI	-0,080	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,133	n.s.
<b>Zeitverbrauch für leichte sportliche Aktivitäten [min/d]</b> (n = 289)	Aktueller BMI	-0,037	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,032	n.s.
<b>Zeitverbrauch für die gesamten sportlichen Aktivitäten [min/d]</b> (n = 289)	Aktueller BMI	-0,046	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,111	n.s.
<b>Tägliche Kohlenhydratzufuhr [g]</b> (n = 256)	Aktueller BMI	-0,044	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,062	n.s.
<b>Tägliche Vitamin D-Zufuhr [µg]</b> (n = 256)	Aktueller BMI	0,010	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,070	n.s.
<b>Tägliche Jodzufuhr [µg]</b> (n = 256)	Aktueller BMI	0,016	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,118	n.s.
<b>Tägliche Disaccharidzufuhr [g]</b> (n = 256)	Aktueller BMI	0,006	n.s.
	Gewichtsverlauf	-0,080	n.s.

\* bei diesen Parametern hat sich nur zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufgruppen ein signifikanter Unterschied gezeigt, nicht aber zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4

1)  $\beta$ -Koeffizient; Einflussstärke der unabhängigen Variablen auf die abhängige Variable

2) t-Test; die einzelnen Regressionskoeffizienten werden auf Verschiedenheit von Null überprüft

**Tab. A60** Binäre logistische Regression zum Vergleich der standardisierten Effekt-Koeffizienten der unabhängigen Variablen aktueller BMI und Gewichtsverlauf vom 20sten Lebensjahr bis zum Alter bei Studieneintritt für die Parameter Auftreten einer Krebserkrankung, tägliche Ballaststoffzufuhr/Vergleich mit Referenzwerten, tägliche Pantothensäurezufuhr/Vergleich mit Referenzwerten und tägliche Biotinzufuhr/Vergleich mit Referenzwerten im Kollektiv der übergewichtigen oder adipösen Senioren\*

Abhängige Variable	Unabhängige Variable	stand. Exp(B) <sup>1)2)</sup>	p <sup>3)</sup>
Auftreten einer Krebserkrankung (n = 291)	Aktueller BMI	1,58	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,63 / 1,59 <sup>-1</sup>	n.s.
Tägliche Ballaststoffzufuhr / Vergleich mit Referenzwerten (n = 256)	Aktueller BMI	1,02	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,76 / 1,32 <sup>-1</sup>	n.s.
Tägliche Pantothensäurezufuhr / Vergleich mit Referenzwerten (n = 256)	Aktueller BMI	1,47	n.s.
	Gewichtsverlauf	0,74 / 1,35 <sup>-1</sup>	n.s.
Tägliche Biotinzufuhr / Vergleich mit Referenzwerten (n = 256)	Aktueller BMI	1,86	< 0,05
	Gewichtsverlauf	0,45 / 2,22 <sup>-1</sup>	< 0,01

\* bei diesen Parametern hat sich nur zwischen einzelnen Körpergewichtsverlaufgruppen ein signifikanter Unterschied gezeigt, nicht aber zwischen den BMI-Gruppen 3 und 4

- 1) Standardisierter Effekt-Koeffizient; dieser gibt den Faktor an, um den sich die Chance zu Gunsten des Ereignisses  $Y = 1$  erhöht, wenn die unabhängige Variable um eine Einheit der Standardabweichung erhöht wird ( $X_j+1$ ) [stand.Exp(B) < 1: Chance sinkt, stand.Exp(B) > 1: Chance steigt, stand.Exp(B) = 1: Chance bleibt gleich]
- 2) Positive und negative Effekte können besser miteinander verglichen werden, wenn bei den negativen Effekten der Kehrwert repräsentiert wird; der Kehrwert ist mit dem Exponenten -1 versehen
- 3) Wald-Statistik; es wird ermittelt, ob der Regressionskoeffizient signifikant von Null verschieden ist

**Tab. A61** Aktueller BMI in verschiedenen KGs-Verlaufsgruppen (Median, 5 – 95er Perzentile)

	Gruppe 1 (konstantes Körpergewicht, +/- 5 kg)	Gruppe 2 (moderate Gewichts- zunahme, 5 – 15 kg)	Gruppe 3 (beträchtliche Gewichtszunahme, > 15 kg)	p <sup>1)</sup>
<b>Aktueller BMI</b> [kg/m <sup>2</sup> ] [Gr.1=24, Gr.2=106, Gr.3=161]	26,2 25,1 – 29,6	26,8 25,1 – 31,0	30,1 26,0 – 38,5	< 0,001 <sup>2)</sup>

1) H-Test nach Kruskal-Wallis zwischen den Gruppen 1 bis 3

2) U-Test nach Mann-Whitney: Gr. 1 vs. Gr. 2 (p < 0,05), Gr. 1 vs. Gr. 3 (p < 0,001), Gr. 2 vs. Gr. 3 (p < 0,001)

**Tab. A62** Körpergewichts- [kg] und Körpergrößenentwicklung [cm] vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 466)</b>	<b>Frauen (n = 335)</b>	<b>Männer (n = 131)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Alter</b>				
<b>KG mit 20 Jahren</b>	60,0 45,0 – 78,7	57,0 45,0 – 70,0	68,0 53,0 – 84,4	<b>&lt; 0,001</b>
<b>KG mit 60 Jahren</b>	70,0 55,0 – 95,0	65,0 54,0 – 90,0	78,0 63,6 – 98,8	<b>&lt; 0,001</b>
<b>KH mit 20 Jahren</b>	168,0 157,9 – 181,7	166,3 156,4 – 175,4	176,8 164,6 – 187,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>KH mit 60 Jahren</b>	164,8 154,2 – 179,5	162,5 152,7 – 171,6	174,5 162,3 – 184,8	<b>&lt; 0,001</b>

KG = Körpergewicht, KH = Körperhöhe

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A63** Körpergewichts- [kg] und Körpergrößendifferenz [cm] vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 466)</b>	<b>Frauen (n = 335)</b>	<b>Männer (n = 131)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Körpergewichtsdifferenz</b>	10,0 -5,0 – 31,7	10,0 -5,0 – 32,0	10,0 -5,0 – 30,0	<b>n.s.</b>
<b>Körpergrößendifferenz</b>	-3,8 -2,2 – -3,8	-3,8 -3,8 – -3,8	-2,3 -2,2 – -2,3	<b>&lt; 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A64** Körpergewichtsverlauf [kg] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Alter</b>				
<b>mit 20 Jahren</b>	60,0 45,0 – 79,5	57,0 45,0 – 70,0	68,0 55,5 – 84,5	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 30 Jahren</b>	62,0 50,0 – 84,5	60,0 48,0 – 74,9	72,0 60,0 – 90,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 40 Jahren</b>	65,0 50,0 – 85,0	60,0 50,0 – 79,9	75,0 64,5 – 94,5	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 50 Jahren</b>	66,0 53,0 – 90,0	63,0 52,0 – 83,9	77,0 63,5 – 95,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 60 Jahren</b>	70,0 55,0 – 95,0	65,0 54,0 – 89,9	78,0 64,0 – 99,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>mit 67 Jahren*</b>	71,5 54,8 – 96,2	67,5 54,0 – 93,0	78,5 66,0 – 100,3	<b>&lt; 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

\* Altersmedian der drei Untersuchungsgruppen bei der ersten Messung des Körpergewichts

**Tab. A65** Gewichts­differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 60stes Lj.</b>	10,0 -5,0 – 32,0	10,0 -5,0 – 32,0	10,0 -5,0 – 30,0	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A66** Gewichts­differenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr [%] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 60stes Lj.</b>	16,7 -7,9 – 54,8	17,1 -9,8 – 56,5	14,3 -5,9 – 48,2	<b>n.s.</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A67** Gewichts­differenz vom 20sten bis zum 40sten und vom 40sten bis zum 60sten Lebensjahr [kg] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 40stes Lj.</b>	5,0 -5,0 – 20,0	5,0 -5,0 – 17,0	5,0 -3,5 – 24,5	<b>&lt; 0,01</b>
<b>40stes – 60stes Lj.</b>	5,0 -7,0 – 20,0	5,0 -5,0 – 20,0	3,0 -12,5 – 16,0	<b>&lt; 0,01</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A68** Gewichts­differenz vom 20sten bis zum 40sten und vom 40sten bis zum 60sten Lebensjahr [%] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 40stes Lj.</b>	8,9 -7,7 – 33,3	9,1 -8,5 – 30,0	8,3 -4,6 – 35,1	<b>n.s.</b>
<b>40stes – 60stes Lj.</b>	7,2 -9,7 – 30,8	8,3 -8,3 – 39,8	4,8 -14,2 – 22,2	<b>&lt; 0,001</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

**Tab. A69** Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Dekadenschritten und deren weiterer Verlauf vom 60sten bis zum 67sten Lebensjahr [kg] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 30stes Lj.</b>	3,0 -4,5 – 14,5	3,0 -5,0 – 11,0	5,0 0,0 – 15,0	<b>&lt; 0,01</b>
<b>30stes – 40stes Lj.</b>	2,0 -5,0 – 10,0	2,0 -5,0 – 10,0	3,0 -7,5 – 14,0	<b>n.s.</b>
<b>40stes – 50stes Lj.</b>	2,0 -5,0 – 10,0	2,0 -4,9 – 10,0	2,0 -11,0 – 14,0	<b>n.s.</b>
<b>50stes – 60stes Lj.</b>	2,0 -5,0 – 13,0	3,0 -5,0 – 14,9	1,0 -5,0 – 10,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>60stes – 67stes Lj.*</b>	1,0 -6,7 – 9,7	1,0 -5,5 – 10,0	0,5 -7,3 – 10,3	<b>&lt; 0,01</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

\* Altersmedian der drei Untersuchungsgruppen bei der ersten Messung des Körpergewichts

**Tab. A70** Gewichtsdifferenz vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr in Dekadenschritten und deren weiterer Verlauf vom 60sten bis zum 67sten Lebensjahr [%] (Median, 5 – 95er Perzentile)

	<b>Gesamt (n = 450)</b>	<b>Frauen (n = 321)</b>	<b>Männer (n = 129)</b>	<b>p<sup>1)</sup></b>
<b>Altersabschnitt</b>				
<b>20stes – 30stes Lj.</b>	5,0 -6,3 – 22,6	4,6 -7,7 – 20,6	6,1 0,0 – 25,0	<b>n.s.</b>
<b>30stes – 40stes Lj.</b>	4,0 -7,7 – 18,2	3,8 -7,7 – 18,0	4,6 -9,7 – 20,0	<b>n.s.</b>
<b>40stes – 50stes Lj.</b>	3,4 -7,8 – 16,7	3,6 -6,6 – 16,7	2,6 -14,2 – 17,6	<b>&lt; 0,05</b>
<b>50stes – 60stes Lj.</b>	3,2 -7,7 – 18,2	4,0 -7,7 – 21,4	1,5 -6,5 – 12,0	<b>&lt; 0,001</b>
<b>60stes – 67stes Lj.*</b>	1,4 -8,8 – 13,8	1,7 -8,7 – 14,4	0,7 -9,1 – 13,1	<b>&lt; 0,01</b>

1) U-Test nach Mann-Whitney zwischen Frauen und Männern

\* Altersmedian der drei Untersuchungsgruppen bei der ersten Messung des Körpergewichts

**Tab. A71** Aufteilung der im Alter von 20 Jahren untergewichtigen, normalgewichtigen, übergewichtigen und adipösen Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m<sup>2</sup>]

BMI-Gruppen-Veränderung vom 20sten bis zum 60sten Lebensjahr	Gesamt (n=466)		Frauen (n=335)		Männer (n=131)	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	1 → 1	2	2,4	2	2,9	0
1 → 2	54	65,9	44	63,8	10	76,9
1 → 3	24	29,3	21	30,4	3	23,1
1 → 4	2	2,4	2	2,9	0	0
	<b>82</b>	<b>100</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>13</b>	<b>100</b>
2 → 1	1	0,3	1	0,4	0	0
2 → 2	162	46,4	115	46,9	47	45,2
2 → 3	139	39,8	93	38,0	46	44,2
2 → 4	47	13,5	36	14,7	11	10,6
	<b>349</b>	<b>100</b>	<b>245</b>	<b>100</b>	<b>104</b>	<b>100</b>
3 → 1	0	0	0	0	0	0
3 → 2	7	23,3	4	23,5	3	23,0
3 → 3	7	23,3	2	11,8	5	38,5
3 → 4	16	53,4	11	64,7	5	38,5
	<b>30</b>	<b>100</b>	<b>17</b>	<b>100</b>	<b>13</b>	<b>100</b>
4 → 1	0	0	0	0	0	0
4 → 2	0	0	0	0	0	0
4 → 3	3	60	2	50	1	100
4 → 4	2	40	2	50	0	0
	<b>5</b>	<b>100</b>	<b>4</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>100</b>

1: ≤ 18,49 kg/m<sup>2</sup>, 2: 18,50 – 24,99 kg/m<sup>2</sup>, 3: 25,00 – 29,99 kg/m<sup>2</sup>, 4: ≥ 30,00 kg/m<sup>2</sup>

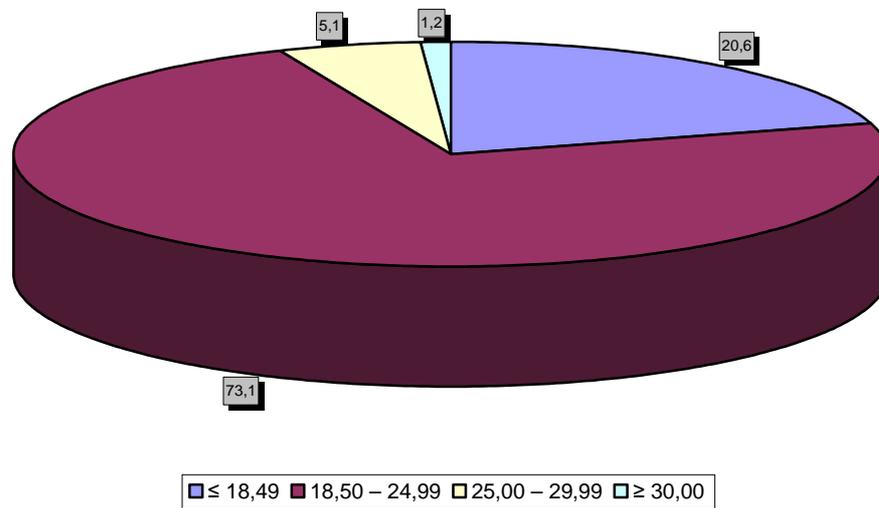
**Tab. A72** Aufteilung der Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [kg/m<sup>2</sup>]

BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren	Gesamt (n=466)		Frauen (n=335)		Männer (n=131)	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	≤ 18,49	82	17,6	69	20,6	13
18,50 – 24,99	349	74,9	245	73,1	104	79,4
25,00 – 29,99	30	6,4	17	5,1	13	9,9
≥ 30,00	5	1,1	4	1,2	1	0,8

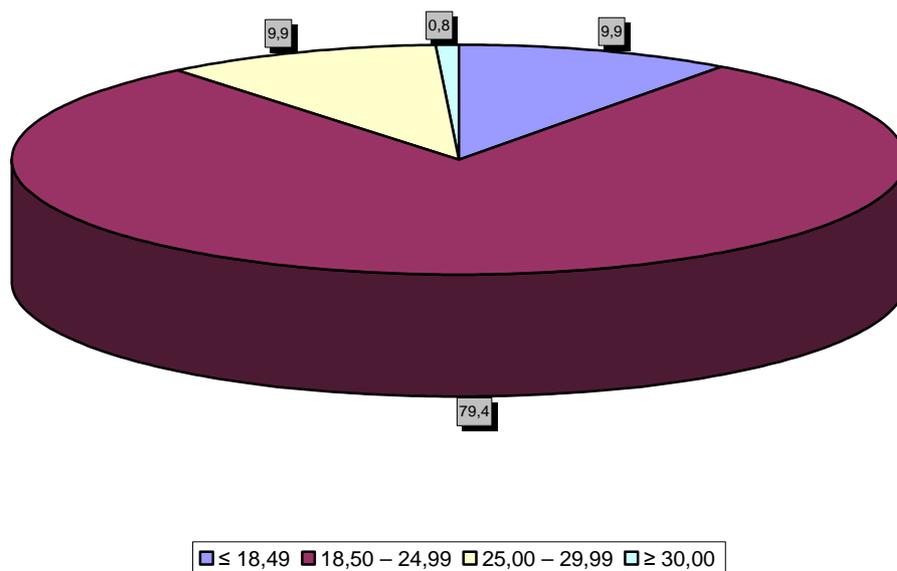
**Tab. A73** Aufteilung der Probanden nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [kg/m<sup>2</sup>]

BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren	Gesamt (n=466)		Frauen (n=335)		Männer (n=131)	
	abs.	%	abs.	%	abs.	%
	≤ 18,49	3	0,6	3	0,9	0
18,50 – 24,99	223	47,9	163	48,7	60	45,8
25,00 – 29,99	173	37,1	118	35,2	55	42,0
≥ 30,00	67	14,4	51	15,2	16	12,2

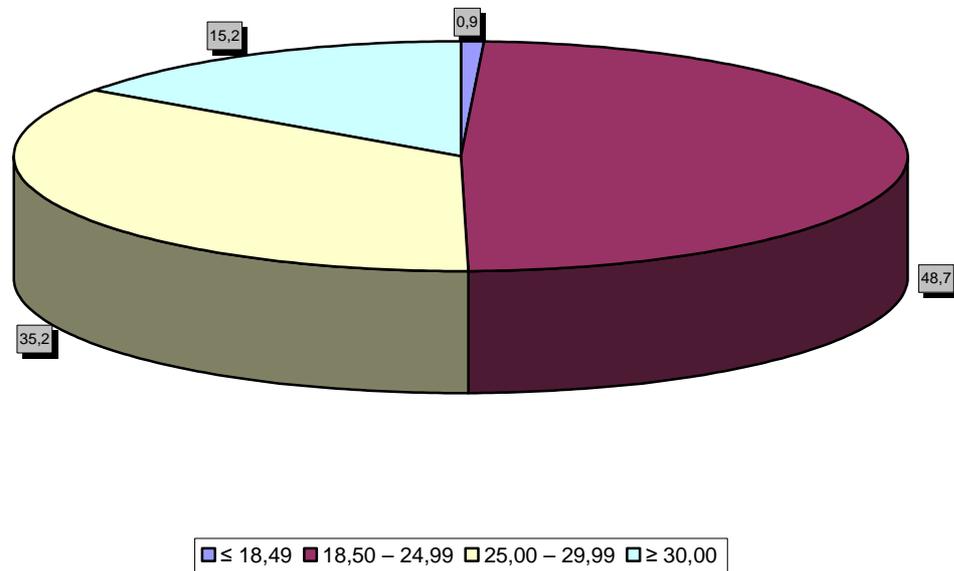
**Abb. A1** Prozentuale Aufteilung der Frauen nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (n=335)



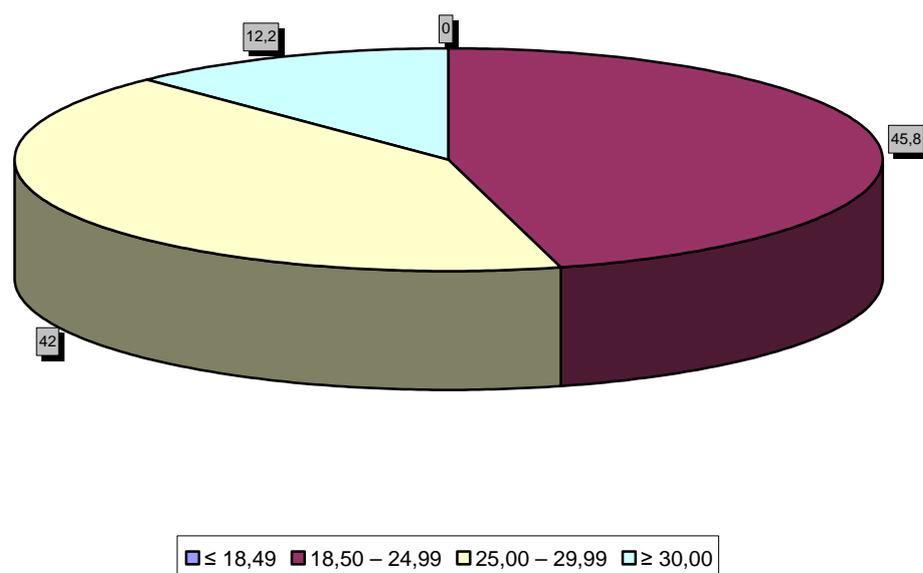
**Abb. A2** Prozentuale Aufteilung der Männer nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 20 Jahren [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (n=131)



**Abb. A3** Prozentuale Aufteilung der Frauen nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (n=335)



**Abb. A4** Prozentuale Aufteilung der Männer nach BMI-Gruppen-Zugehörigkeit im Alter von 60 Jahren [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] (n=131)



## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die durch Ihre Mitarbeit und ihre Unterstützung zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. M. Neuhäuser-Berthold, die mir während dieser Arbeit in fachlicher aber auch in menschlicher Hinsicht zur Seite stand.

Ganz herzlich bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Prof. Dr. M. Krawinkel für die Erstellung des Gutachtens.

Ebenso bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. S. Hoy, Herrn Prof. Dr. U. Wenzel und Frau Prof. Dr. I.-U. Leonhäuser für Ihre Mitarbeit in der Prüfungskommission.

Ich bedanke mich zudem ganz herzlich bei allen ehemaligen und derzeitigen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Ernährungswissenschaft, insbesondere bei Andrea, Bianca, Christiane, Claudia, Margrit, Petra und Sarah für die wertvolle Zusammenarbeit während der GISELA-Studie und die Unterstützung bei der Fertigstellung dieser Arbeit.

Den zahlreichen Diplomandinnen und Praktikantinnen sowie allen Seniorinnen und Senioren, die an der GISELA-Studie teilgenommen haben, gilt mein spezieller Dank. Ohne Ihre engagierte Mitarbeit wäre diese Untersuchung nicht möglich gewesen.

Meinem Schwiegervater Paulheinz danke ich recht herzlich für die sorgfältige Durchsicht dieses Manuskripts.

Mein Dank richtet sich auch an meine Freunde Daniel und Marc, die mir mit Ihrer statistischen bzw. sprachlichen Kompetenz jederzeit behilflich waren.

Ein ganz herzliches Dankeschön möchte ich natürlich auch meiner Familie, insbesondere meiner Frau Clara, für das Verständnis und die liebevolle Unterstützung während meiner Promotion aussprechen.

„Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.“

*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

VVB LAUFERSWEILER VERLAG  
STAUFBENGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-5696-4

