

Hochschuldozentur Humanernährung und Krebsprävention
der Technischen Universität München

**Ausgewählte Ernährungsfaktoren, Gen-Ernährungs-
Interaktionen und körperliche Aktivität als
Einflussfaktoren auf das Adipositasrisiko -
Ergebnisse der zweiten Bayerischen Verzehrsstudie**

Henrike Seiler

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan
für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der Technischen Universität München
zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. Dr. hc. (BG) Alois Heißenhuber
Prüfer der Dissertation: 1. Priv.-Doz. Dr. Jakob Linseisen
2. Univ.-Prof. Dr. Johann J. Hauner

Die Dissertation wurde am 15.03.2007 bei der Technischen Universität München
eingereicht und durch die Fakultät Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Er-
nährung, Landnutzung und Umwelt am 12.06.2007 angenommen.

Danksagung

Meinem Doktorvater, Herrn PD Dr. Jakob Linseisen, der mir die Anfertigung der vorliegenden Dissertation ermöglichte, danke ich herzlich für die wissenschaftliche Anleitung und freundliche Unterstützung. Durch seine wertvollen Anregungen und konstruktive Kritik hat er wesentlich zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen.

Ein besonderes Dankeschön gilt allen meinen Kollegen der Hochschuldozentur Humanernährung und Krebsprävention für ihre Unterstützung und das gute Arbeitsklima und besonders Barbara Gelhaus, die mich in die Arbeit im Labor eingeführt hat. Bedanken möchte ich mich außerdem bei Dr. Regina Piller für unsere gemeinsamen Fahrten, die vielen guten Gespräche und den wertvollen Austausch.

Mein Dank gilt auch Dr. Alexandra Nieters für die Bereitstellung der Methodik und Primer zur Genotypisierung der Kandidatengene.

Ebenso danke ich allen Kollegen der BVS II, vor allem Nina Schaller, Christiane Tröger, Sebastian Hoff, Prof. Günther Wolfram, Dr. Stephanie Himmerich, PD Dr. Kurt Gedrich und Prof. Georg Karg sowie allen Teilnehmern der BVS II, die uns durch ihre Interviews und ihre Bereitschaft zur Blutabnahme eine Vielzahl an Daten geliefert haben.

Herrn Prof. Hans Hauner danke ich sehr herzlich für die Übernahme des Zweitgutachtens sowie Herrn Prof. Alois Heißenhuber als Prüfungsvorsitzenden für die Organisation des Prüfungsverfahrens.

Mein herzlichster Dank gilt meinen Eltern, die mir meinen beruflichen Werdegang ermöglicht haben und deren Unterstützung ich immer gewiss sein darf und die aktiv durch Ihre sprachlichen Korrekturen an dieser Arbeit mitgewirkt haben. Für die kritische Durchsicht dieser Arbeit danke ich meiner Schwester Astrid und meiner Freundin Kerstin und Keith für seinen Englisch-Support.

Und zuletzt danke ich meinem Mann Holger, der mir in allen Stadien der Arbeit Rückendeckung gegeben hat und mich umfassend logistisch unterstützt hat.

Inhaltsverzeichnis

INHALTSVERZEICHNIS	I
TABELLENVERZEICHNIS	III
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	VII
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	VIII
1 EINLEITUNG	1
2 METHODIK	9
2.1 Studiendesign	9
2.2 Studienkollektiv und Teilnahmerate	10
2.3 Erstinterview	12
2.4 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle zur Erfassung der Ernährung und der körperlichen Aktivität	13
2.5 Blutabnahme und anthropometrische Messungen	16
2.6 Berechnung der Nährstoffzufuhr	17
2.6.1 Lebensmittel, Energie und Nährstoffe	17
2.6.2 Flavonoide und Phenolsäuren.....	17
2.7 Qualitative und quantitative Bewertung der körperlichen Aktivität	18
2.8 Genotypisierung ausgewählter Kandidatengene für Adipositas.....	20
2.9 Bestimmung der Plasmakonzentration von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII.....	24
2.10 Bestimmung der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran	25
2.11 Material, Geräte und Reagenzien	25
2.12 Qualitätssicherungsmaßnahmen	27
2.13 Statistische Auswertungen.....	30
3 ERGEBNISSE	33
3.1 Zufuhr ausgewählter Nährstoffe und Adipositasrisiko	33
3.1.1 Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungsinterviews.....	33
3.1.2 Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen	36
3.1.3 Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren	39
3.1.4 Zufuhr von Fettsäuren.....	62
3.1.5 Zufuhr von Energie, Hauptnährstoffen und Polyphenolen und Adipositasrisiko	68
3.2 Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko	79
3.2.1 Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit Aktivitätsprotokoll....	79
3.2.2 Beschreibung der körperlichen Aktivität	79
3.2.3 Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko.....	84
3.3 Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene und Adipositasrisiko	86
3.3.1 Charakteristika des Studienkollektivs der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme	86
3.3.2 Genotypverteilung der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas	86
3.3.3 Allelische Varianten ausgewählter Gene und Adipositasrisiko	90
3.4 Plasmakonzentrationen von Leptin, TNFα, TNF-RI und TNF-RII und Adipositasrisiko	92

3.4.1	Plasmakonzentrationen von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII.....	92
3.4.2	Assoziation von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma mit Adipositas	94
3.4.3	Assoziation der Leptin- und TNF-alpha Konzentrationen im Plasma mit allelischen Varianten von Leptin-2548 und TNF α -307	95
3.5	Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen und Adipositasrisiko	96
3.5.1	Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen eines Teilkollektivs der BVS II (n=568)	96
3.5.2	Assoziation des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen mit dem Adipositasrisiko	101
3.5.3	Korrelation zwischen der Fettsäurezufuhr und den Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen.....	104
3.6	Interaktion zwischen allelischen Varianten ausgewählter Gene und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko.....	106
3.7	Einfluss genetischer Varianten und Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen auf die Plasmakonzentration von Leptin und TNFα	110
4	DISKUSSION	112
4.1	Zufuhr ausgewählter Nährstoffe und Adipositasrisiko	112
4.1.1	Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren	113
4.1.2	Zufuhr von Fettsäuren.....	122
4.1.3	Zufuhr von Energie, Hauptnährstoffen und Polyphenolen und Adipositasrisiko	124
4.2	Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko	129
4.3	Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas sowie Gehalte an Leptin, TNFα, TNF-RI und TNF-RII im Plasma und deren Assoziation mit Adipositas.....	135
4.4	Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen und deren Assoziation mit Adipositas	141
4.5	Interaktion zwischen genetischen Varianten und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko	146
5	ZUSAMMENFASSUNG	150
	LITERATURVERZEICHNIS.....	156
	ANHANG	172

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Beispiele für Flavonoide und deren Eigenschaften.....	4
Tab. 2:	Teilnahmerate des Erstinterviews der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit.....	10
Tab. 3:	Teilnahmerate der Ernährungserhebung der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit	10
Tab. 4:	Teilnahme an der Aktivitätserhebung in der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit	11
Tab. 5:	Teilnahme an der Blutabnahme und anthropometrische Messungen in der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit	11
Tab. 6:	Charakteristika der Teilnehmer der BVS II (n=1050) mit Angabe von Mittelwert \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%)	13
Tab. 7:	Klassifikationsschema körperlicher Aktivität nach absoluter Intensität	18
Tab. 8:	Primerpaare, PCR-Bedingungen, Methoden, Produktgröße und Analyse von sieben Polymorphismen, basierend auf Polymerase-Kettenreaktion.....	22
Tab. 9:	Reproduzierbarkeit der Ergebnisse aller gemessener Fettsäuren unter Angabe von Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD) und Variationskoeffizient (CV).....	29
Tab. 10:	Ungewichtete Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungs-Recalls (n=800) mit Angabe des Mittelwertes \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%) (ohne Unterreporter).....	34
Tab. 11:	Gewichtete Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungs-Recalls (n=800) mit Angabe des Mittelwertes \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%) (ohne Unterreporter).....	35
Tab. 12:	Zufuhr (Mean \pm SD, Median, Min-Max und Perzentile) der Energie (kcal/d bzw. MJ/d) und Nährstoffe (g/d bzw. %en.) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II....	36
Tab. 13:	Zufuhr von Energie (kcal/d) und Nährstoffen (g/d) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) mit Angabe von Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung(SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)	37
Tab. 14:	Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05).....	38
Tab. 15:	Flavonoidzufuhr in mg/d des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum - Maximum und Perzentilen	39
Tab. 16:	Phenolsäurezufuhr in mg/d des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen	40
Tab. 17:	Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)	41
Tab. 18:	Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)	42
Tab. 19:	Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)	44
Tab. 20:	Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)	47

Tab. 21: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen (kg/m^2) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, $p < 0,05$)	49
Tab. 22: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen (kg/m^2) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, $p < 0,05$)	51
Tab. 23: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, $p < 0,05$)	52
Tab. 24: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, $p < 0,05$)	55
Tab. 25: Prozentuale Verteilung der Flavonoidzufuhr auf Lebensmittelgruppen im gesamten Studienkollektiv der BVS II (n=800), ungewichtet	57
Tab. 26: Prozentuale Verteilung der Phenolsäurezufuhr im gesamten Studienkollektiv der BVS II (n=800) auf einzelne Lebensmittelgruppen, ungewichtet	60
Tab. 27: Zufuhr von Fettsäuren in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Mittelwert (Mean) \pm Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und signifikant unterschiedlichen Mittelwerten zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, $p < 0,05$)	62
Tab. 28: Fettsäurezufuhr in % bzw. ‰ der Energieaufnahme des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum - Maximum und Perzentilen	64
Tab. 29: Zufuhr von Fettsäuren in % bzw. ‰ en. pro Tag bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Mittelwert (Mean) \pm Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, $p < 0,05$)	65
Tab. 30: Zufuhr von Fettsäuren (in % bzw. ‰en.) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen mit Angabe zu Median, Interquartilabstand (IQR) und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, $p < 0,05$)	66
Tab. 31: Zufuhr von Energie (kcal/d) und Hauptnährstoffen bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen (BMI \geq 30) Teilnehmern der BVS II mit Angabe zu Median, 25% bzw. 75% Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen	69
Tab. 32: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen im Gesamtkollektiv der BVS II, bzw. bei Männern und Frauen	70
Tab. 33: Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) bei normalgewichtigen (BMI 18,5-<25) und adipösen (BMI \geq 30) Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen (nur Flavonoide mit signifikanten Unterschieden dargestellt)	71
Tab. 34: Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen (nur Phenolsäuren mit signifikanten Unterschieden dargestellt)	72
Tab. 35: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II (nur Flavonoide mit $p < 0,01$ dargestellt)	73
Tab. 36: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II (nur Phenolsäuren mit $p < 0,01$ dargestellt)	74
Tab. 37: Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen Teilnehmern (BMI \geq 30) der BVS II mit Angabe von Median, Interquartilabstand und Unterschieden zwischen Nicht-adipösen und Adipösen (nur Fettsäuren $p < 0,1$ dargestellt)	76

Tab. 38: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) im Gesamtkollektiv der BVSII, bzw. bei Männern und Frauen.....	77
Tab. 39: Kenndaten der Teilnehmer der BVS II mit Aktivitätsprotokoll (n=893) mit Angabe der absoluten (n) und relativen Häufigkeiten (%) bzw. des Mittelwertes \pm Standardabweichung (mean \pm SD); gewichtet (Geschlecht, Alter, Studienregion).....	80
Tab. 40: Geschätzte körperliche Aktivität in der BVS II (h/d und MET*h/d) nach Geschlecht, Art und Intensität der Aktivität.....	81
Tab. 41: Geschätzte körperliche Aktivität bei Frauen in der BVS II nach BMI-Gruppen in MET*h/d nach Art und Intensität der Aktivität.....	82
Tab. 42: Geschätzte körperliche Aktivität bei Männern in der BVS II nach BMI-Gruppen in MET*h/d nach Art und Intensität der Aktivität.....	83
Tab. 43: Adipositasrisiko in Abhängigkeit von verschiedenen Arten von körperlicher Aktivität und gesamter körperlicher Aktivität in einem Teilkollektiv der BVS II (n=507 [#])*.....	85
Tab. 44: Charakteristika (mean \pm SD oder %) des Teilkollektivs der BVS II mit Blutabnahme bzw. adipösen (BMI ^a \geq 30 kg/m ²) und nicht-adipösen (BMI <30 kg/m ²) Teilnehmern dieses Teilkollektivs.....	87
Tab. 45: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas der Teilgruppe der BVS II mit Blutahme bzw. in adipösen (BMI \geq 30) und nicht-adipösen (BMI <30) Teilnehmer dieses Teilkollektivs (* χ^2 -Test nach Pearson, p=0,05).....	88
Tab. 46: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas bei adipösen (BMI \geq 30) und nicht-adipösen (BMI <30) Männern der BVS II (* χ^2 -Test nach Pearson, p<0,05).....	89
Tab. 47: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas bei adipösen (BMI \geq 30) und nicht-adipösen (BMI <30) Frauen der BVS II (* χ^2 -Test nach Pearson, p<0,05).....	90
Tab. 48: Rohe und adjustierte Odds Ratios für die einzelnen oder die kombinierten Effekte allelischer Varianten der ausgewählten Kandidatengene auf das Adipositasrisiko in adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern der BVS II (n=567).....	91
Tab. 49: Gehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma der Teilnehmer einer Untergruppe der BVS II (n=565).....	92
Tab. 50: Gehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma bei Männern und Frauen des Teilkollektivs der BVS II (n=241/324) mit Angabe zu Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes und Unterschieden zwischen den Geschlechtern (*Mann-Whitney U-Test, p<0,05).....	93
Tab. 51: Gehalt von Plasma-Leptin und ausgewählten Plasma-Cytokinen bei Männern und Frauen des Teilkollektivs der BVS II nach BMI-Gruppen.....	93
Tab. 52: Gehalt von Plasma-Leptin und ausgewählten Plasma-Cytokinen bei Adipösen und Nicht-Adipösen Teilnehmern des Teilkollektivs der BVS II (n=565) mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und Unterschieden zwischen den Gruppen (*Mann-Whitney U-Test, p<0,05).....	94
Tab. 53: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR) für das Auftreten von Adipositas und Leptin- und TNF α -Konzentrationen im Plasma bei einem Teilkollektiv der BVS II (n=565).....	95
Tab. 54: Leptin- bzw. TNF α -Konzentrationen im Plasma (pg/ml; mean \pm SEM) und allelische Varianten von Leptin-2548 bzw. TNF α -307, adjustiert für Geschlecht und BMI.....	95
Tab. 55: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten bei Männern (n=243) und Frauen (n=325) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und Mann-Whitney U Test*].....	97
Tab. 56: Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen der Gesamtgruppe der BVS II, gewichtet, n=568, mit Angabe von Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Median, Minimum - Maximum und Perzentilen.....	98

Tab. 57: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier Altersgruppen: (I) < 40 Jahre (n=188), (II) 40 bis < 65 Jahre (n=282) und (III) ≥ 65 Jahre (n=98) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)].....	99
Tab. 58: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen: (I) 18,5-<25 kg/m ² (n=229), (II) 25-<30 kg/m ² (n=218) und (III) ≥ 30 kg/m ² (n=114) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05).....	100
Tab. 59: Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=114) und nicht-adipösen (n=454) Teilnehmern der BVS II.....	102
Tab. 60: Korrelation zwischen den Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen und Fettsäurezufuhr in % bzw. ‰ der Energiezufuhr mit Angabe des Korrelationskoeffizienten nach Spearman.....	104
Tab. 61: Adjustierte Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515) anhand von Terzilen des Linolsäuregehaltes in RBCs oder der Linolsäurezufuhr.....	107
Tab. 62: Adjustierte Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515) anhand von Terzilen des Gehaltes an Arachidonsäure in Erythrozytenmembranen bzw. der Arachidonsäurezufuhr.....	108
Tab. 63: Adjustierte Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515) anhand von Terzilen des Gehaltes der Summe an n-3 Fettsäuren in Erythrozytenmembranen bzw. der Zufuhr der Summe an n-3 Fettsäuren.....	109
Tab. 64: Leptinkonzentration im Plasma (pg/ml; mean±SEM) anhand von Terzilen des Linolsäure- und Σ n-3 Fettsäuren-Gehaltes in RBCs und allelischen Varianten von Leptin-2548 bzw. TNFα-Konzentration im Plasma (ng/ml; mean±SEM) anhand von Terzilen des Arachidonsäuregehaltes in RBCs und allelischen Varianten von TNFα-307 bei adipösen Teilnehmern (n=113) der BVS II, adjustiert für Geschlecht und BMI ..	110
Tab. 65: Vergleich der mittleren Energiezufuhr und Prozentanteile energieliefernder Nährstoffe bei Männern.....	112
Tab. 66: Vergleich der mittleren Energiezufuhr und Prozentanteile energieliefernder Nährstoffe bei Frauen.....	112
Tab. 67: Mittlere Zufuhr von Gesamt-Flavonoiden.....	114
Tab. 68: Mittlere Zufuhr von Flavonolen und Flavonen in mg/d.....	115
Tab. 69: Mittlere Zufuhr von Catechinen in mg/d in verschiedenen Kollektiven.....	119
Tab. 70: Vergleich der mittleren (mean) täglichen Zufuhr an Fett und ausgewählten Fettsäuren bei Männern.....	122
Tab. 71: Vergleich der mittleren (mean) täglichen Zufuhr an Fett und ausgewählten Fettsäuren bei Frauen.....	123
Tab. 72: Vergleich der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran (% FAME) der vorliegenden Studie (BVS II) mit Ergebnissen aus Studien anderer Autoren.....	143
Tab. 73: Vergleich des Fettsäureprofils ausgewählter Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen von Frauen anhand der Ergebnisse der BVS II bzw. von Cazzola et al. (2004); dargestellt sind nur Fettsäuren, die signifikante Unterschiede zwischen normalgewichtigen und übergewichtigen bzw. adipösen Frauen aufweisen ...	146

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Unterklassen der Flavonoide	3
Abb. 2: Unterklassen der Phenolsäuren.....	4
Abb. 3: Studienablauf der BVS II	9
Abb. 4: Bildschirmoberfläche für die Erfassung der körperlichen Aktivität am Vortag im Rahmen der BVS II	15
Abb. 5: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus APM1 Gly15Gly.....	21
Abb. 6: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus Leptin -2548.....	21
Abb. 7: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus LEPR Gln223Arg.....	23
Abb. 8: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus BAR-2 Arg16Gly.....	23
Abb. 9: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus BAR-2 Gln27Glu	23
Abb. 10: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus PPAR γ 2 Pro12Ala	24
Abb. 11: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus TNF α -307.....	24
Abb. 12: Mittlerer BMI (kg/m ²) anhand von sportlicher Aktivität und TV/PC-Benutzung in der Freizeit (MET*h/d; n=893)	130
Abb. 13: Vergleich des DPA- und DHA- Anteils (%FAME) in der Erythrozytenmembran zwischen den eigenen Ergebnissen und zwei Literaturangaben	145

Abkürzungsverzeichnis

APM1	Adiponektin 1
BAR-2	Beta-2 adrenerger Rezeptor
BMI	Body Mass Index
BMR	Grundumsatz (basal metabolic rate)
BVS I	1. Bayerische Verzehrsstudie
BVS II	2. Bayerische Verzehrsstudie
DNA	Desoxyribonucleinsäure
FAME	Fettsäuremethylester
FS	Fettsäure
GC	Gaschromatograph
gDNA	genomische DNA
IQR	Interquartilabstand
kcal	Kilokalorien
LEPR	Leptinrezeptor
LTPA	körperliche Aktivität in der Freizeit (leisure time physical activity)
Mean	arithmetischer Mittelwert
MJ	Megajoule
MET	metabolisches Äquivalent
MUFA	einfach ungesättigte Fettsäuren
n	Anzahl
OR	Odds Ratio
p	Signifikanzniveau
PAL	körperliches Aktivitätsniveau (physical activity level)
PCR	Polymerase-Kettenreaktion
PPAR	Peroxisome Proliferator-Activated Receptor
PUFA	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
RBC	Erythrozyt (red blood cell)
SD	Standardabweichung
SEM	Standardfehler des Mittelwertes
SFA	gesättigte Fettsäuren
TFA	trans-Fettsäuren
TNF	Tumor-Nekrose-Faktor
TNF-R	Tumor-Nekrose-Faktor-Rezeptor
WHO	Weltgesundheitsorganisation
%en.	Prozent der Energieaufnahme
‰en.	Promill der Energieaufnahme

1 Einleitung

Adipositas ist eine weltweite Epidemie, die als chronische Erkrankung klassifiziert ist und deren Prävalenz global in den letzten Jahren alarmierend zugenommen hat (WHO, 2000). Die Adipositas stellt ein immer größer werdendes gesundheitliches Problem dar, da sie weitere Folgeerkrankungen wie das Metabolische Syndrom, erhöhte Karzinomraten oder auch orthopädische Erkrankungen mit sich zieht. Adipositas schädigt aber nicht nur die Gesundheit, sondern reduziert die Lebensqualität, kann zu einem vorzeitigen Tod führen und erhöht die Kosten im Gesundheitssystem (O'Brien & Dixon, 2002). Adipositas entsteht, wenn ein chronisches Ungleichgewicht der Energiebalance vorliegt, d.h. die Energieaufnahme über einen längeren Zeitraum höher liegt als der Energieverbrauch. Unter Adipositas versteht man eine pathologische Vermehrung der Anzahl und Größe der Adipozyten (Jéquier, 2002). Heute gilt als bewiesen, dass genetische Faktoren eine dominierende Rolle in der Regulation des Körpergewichts spielen (Cummings & Schwartz, 2003). Adipositas ist eine komplexe Erkrankung, deren Ätiologie multifaktoriell ist und sowohl Faktoren wie die Nahrungszufuhr oder körperliche Aktivität üben einen Einfluss auf die Entstehung und den Verlauf der Adipositas aus, als auch genetische Mechanismen (Hamann et al., 2003). Die Entdeckung von Leptin im Jahre 1994 war ein Meilenstein in der Erforschung der Regulationsmechanismen des Körpergewichts. Im menschlichen Leptin-Gen wurden mehrere Polymorphismen entdeckt und die Beziehung dieser mit Übergewicht ist unbestritten (Li et al., 1999; Mammès et al., 2000). Der größte Teil der Kandidatengene für Adipositas sind Suszeptibilität-Gene, die alleine nur einen kleinen Einfluss ausüben, in Kombination mit anderen Kandidatengenen aber die Ausprägung von Adipositas begünstigen, wenn zusätzlich ungünstige Umweltbedingungen vorherrschen (Cumming & Schwartz, 2003).

Dennoch ist der Grund für die wachsende Verbreitung der Adipositas in den letzten Jahren wahrscheinlich nicht in der Änderung der genetischen Ausprägung zu finden, sondern in der chronischen Überernährung und Bewegungsarmut der jetzigen Generation. Ein Zusammenhang der energieliefernden Nährstoffe mit Adipositas wurde bereits intensiv in Studien untersucht. Die meisten Autoren gehen davon aus, dass eine hohe Fettzufuhr die Entstehung von Adipositas fördert

(Astrup, 2005; Bray et al., 2004). Obwohl die verschiedenen Fettsäuren ähnliche Energiemengen liefern, kann die Art des aufgenommenen Fettes relevant für die Entwicklung von Adipositas sein (González et al., 2000). Die Zusammensetzung der über die Ernährung aufgenommenen Fettsäuren ist möglicherweise ein Faktor bei der Regulation des Körpergewichts (Doucet et al., 1998). Widersprüchliche Ergebnisse liegen dagegen bei dem Einfluss einer hohen Eiweißzufuhr mit der Nahrung und dem Adipositasrisiko vor (Trichopoulou et al., 2002, Astrup, 2005), während einer hohen Aufnahme an Kohlenhydraten zumeist ein protektiver Effekt zugeschrieben wird (Brunner et al., 2001). Neben dem Einfluss der Makronährstoffe scheint die Energiedichte der Lebensmittel eine wichtige Rolle bei der Entstehung der Adipositas zu spielen (Astrup, 1999).

Da es Hinweise darauf gibt, dass eine obst- und gemüsereiche Ernährung das Adipositasrisiko senkt (He et al., 2004; Rolls et al., 2004), wäre eine Assoziation der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren als Inhaltsstoff von Obst und Gemüse mit dem Adipositasrisiko denkbar. Über die verringerte Energiezufuhr hinaus könnten diese eine eigenständige Wirkung auf die Entstehung von Adipositas ausüben. **Flavonoide** und **Phenolsäuren** sind sekundäre Pflanzenstoffe und gehören der Klasse der Polyphenole an. Polyphenole sind chemische Verbindungen, die auf dem Grundgerüst des Phenols basieren. Diese kommen ausschließlich in Lebensmitteln und Getränken pflanzlichen Ursprungs vor und sind wichtige gesundheitsförderliche bioaktive Agenzien in unserer Nahrung. Die Wirkungen von sekundären Pflanzenstoffen sind vielfältig und vor allem auf präventiver Ebene anzusiedeln. Durch das Abfangen freier Radikale kann Herz-Kreislaufkrankungen, Krebs, Katarakt und allgemeinen Vorgängen des Alterns vorgebeugt werden (Böhm et al., 1998; Watzl & Leitzmann, 1999).

Flavonoide sind mit über 6500 verschiedenen chemischen Strukturen die größte Gruppe der Polyphenole und kommen ubiquitär in pflanzlichen Lebensmitteln vor (Watzl & Rechkemmer, 2001a). Sie bestehen aus einem Flavangrundgerüst mit zwei aromatischen Ringen (A und B) und einem O-heterozyklischen Ring (C). Die Klassifikation der Flavonoide erfolgt anhand der Unterschiede im heterozyklischen Ring (Abb. 1). Sie werden in Flavonole, Catechine, Flavone, Anthocyanidine und Flavanone unterteilt (Tab. 1).

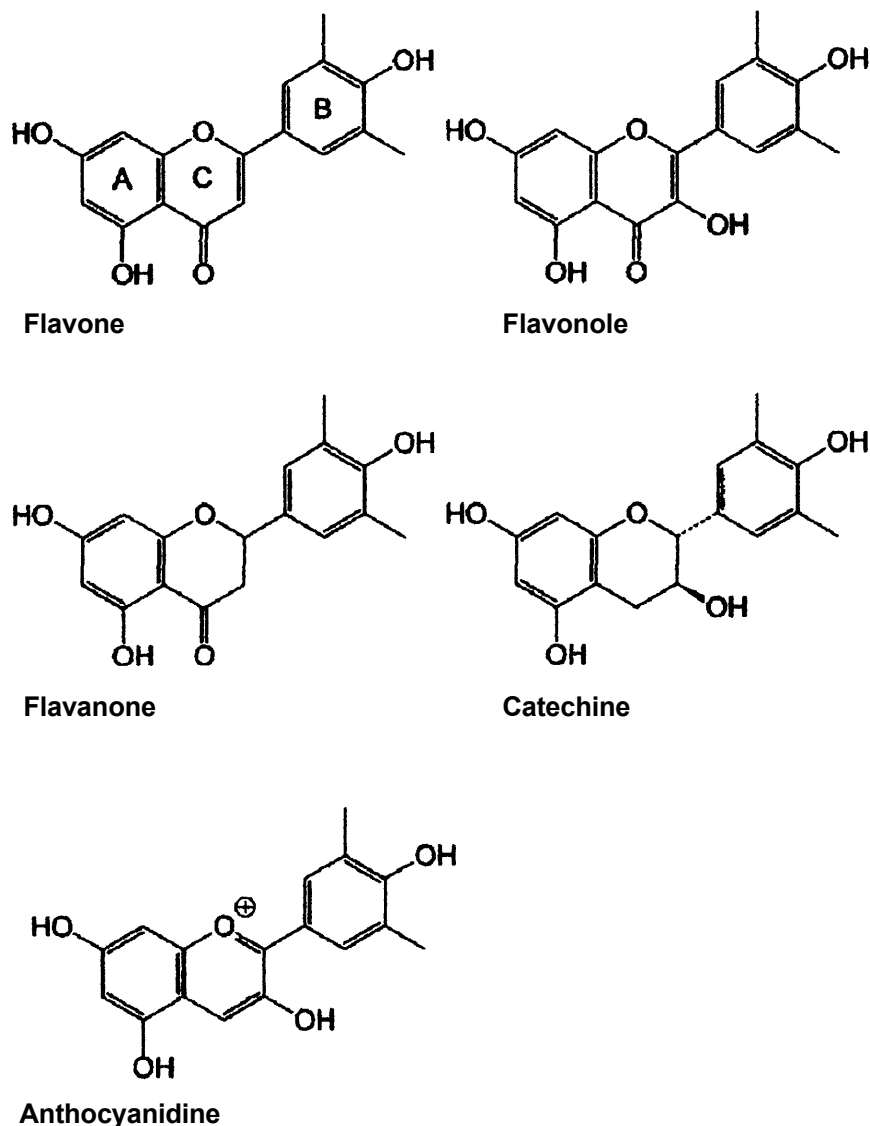


Abb. 1: Unterklassen der Flavonoide (Hollman & Arts, 2000)

Die hauptsächlichen Quellen für Flavonoide sind Obst und Gemüse, aber auch Tee und Rotwein. Eine erhöhte Flavonoidkonzentration findet sich häufig in den Randschichten von Obst und Gemüse. Flavonoide liegen in Pflanzen meist glykosiliert vor, also an einen Zuckerrest gebunden und die Art der Glykosilierung beeinflusst deutlich die Effizienz ihrer Absorption (Tapiero et al., 2002). Die Aufnahme erfolgt durch passive Absorption des freien Flavonoids, aktiven Transport im Dünndarm oder durch Beteiligung der Mikroflora auch im Dickdarm (Watzl & Rechkemmer, 2001a).

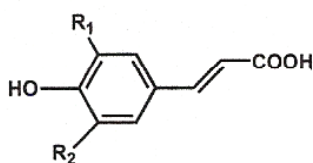
Tab. 1: Beispiele für Flavonoide und deren Eigenschaften

Verbindung	Farbe	Beispiele	Kommentare
Flavonole	hellgelb	Kämpferol, Quercetin, Isorhamnetin, Myricetin	überwiegend in Gemüse und Obst, z.B. in Zwiebeln und Endivien
Catechine	farblos	Catechin, Epicatechingalate	in Obst und Tee (grün und schwarz), besitzen astringierende Wirkung
Flavanone	farblos bis sehr hellgelb	Hesperitin, Naringenin	fast ausschließlich in Zitrusfrüchten, haben bitteren Geschmack
Flavone	hellgelb	Apigenin, Luteolin	vor allem in Kräutern und Gemüse, z.B. Petersilie, Sellerie
Anthocyanidine	blau, rot, violett	Cyanidin, Malvidin, Delphinidin	überwiegend in Früchten und Blumen, natürlicher Farbstoff

nach Watzl & Rechkemmer (2001a), Dwyer & Peterson (2002), Yao et al. (2004)

Flavonoiden werden insgesamt antioxidative, antikanzerogene, antimutagene, immunmodulatorische, antithrombotische und antimikrobielle Eigenschaften zugewiesen, wenngleich klinische Studien dies noch nicht eindeutig belegen konnten (Hollman & Katan, 1999; Böhm et al., 1998). Gegenwärtig gehen Böhm et al. (1998) lediglich davon aus, dass die Wirkung der Flavonoide im menschlichen Körper positiv ist.

Hydroxyzimtsäuren



p-Cumarsäure

$R_1 = H, R_2 = H$

Ferulasäure

$R_1 = H, R_2 = OCH_3$

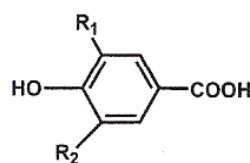
Sinapinsäure

$R_1 = OCH_3, R_2 = OCH_3$

Kaffeesäure

$R_1 = H, R_2 = OH$

Hydroxybenzoesäuren



Gallussäure

$R_1 = OH, R_2 = OH$

Protocatechusäure

$R_1 = OH, R_2 = H$

Syringasäure

$R_2 = OCH_3, R_2 = OCH_3$

Vanillinsäure

$R_1 = OCH_3, R_2 = H$

Abb. 2: Unterklassen der Phenolsäuren (Watzl & Rechkemmer, 2001b)

Die Phenolsäuren stellen eine weitere Fraktion der Polyphenole dar. Sie werden in Hydroxybenzoe- und Hydroxyzimtsäuren unterteilt und sind meist mit organischen Säuren oder Zuckern verestert (Abb. 2). Der Gehalt an Hydroxybenzoesäu-

ren in der menschlichen Nahrung ist sehr gering und auf einige wenige Lebensmittel wie rote Früchte oder Tee beschränkt (Manach et al., 2004). Die Ellagsäure dominiert bei den Hydroxybenzoesäuren. Die am häufigsten in der Nahrung vorkommenden Hydroxyzimtsäuren sind Kaffee- und Ferulasäure (Tapiero et al., 2002). Kaffee, Getreide, Obst und Gemüse, aber auch Nüsse und Beeren sind die herausragenden Lieferanten für die Stoffklasse der Phenolsäuren. Ebenso wie Flavonoide befinden sich Phenolsäuren verstärkt in den Randschichten von Pflanzen. Phenolsäuren besitzen antikanzerogene, antioxidative und antimikrobielle Wirkung und werden in freier Form im gesamten Darm und unter Einbeziehung der Bakterienflora im Dickdarm resorbiert (Watzl & Rechkemmer, 2001b; Karakaya, 2004).

In Deutschland spielt **körperliche Aktivität** in der präventiven und therapeutischen Gesundheitsvorsorge eine große individuelle, aber auch politische Rolle, besonders im Bezug auf die derzeit stark ansteigende Kostenentwicklung im Gesundheitswesen. Ein aktiver Lebensstil senkt nicht nur das Risiko von z.B. Übergewicht, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Schlaganfall, Depression, Bluthochdruck, Diabetes mellitus Typ 2, Arteriosklerose und Osteoporose, sondern kann auch einige Krebserkrankungen, insbesondere Kolonkrebs, vorbeugen. Regelmäßig ausgeübter Sport baut Stress ab und trägt zum allgemeinen psychischen Wohlbefinden bei. Körperlich aktive Menschen weisen insgesamt eine niedrigere Mortalitätsrate auf (USDHHS, 1996). Andere gesundheitliche Risikofaktoren, wie das Rauchen oder eine mangelhafte Ernährung, werden durch regelmäßige Bewegung indirekt beeinflusst (WHO, 2003). Im Umkehrschluss erhöht körperliche Inaktivität die Anfälligkeit gegenüber chronischen Krankheiten und gesundheitlichen Beschwerden. Zahlreiche Studien belegen, dass körperliche Inaktivität und sitzende Lebensweise mit Adipositas assoziiert sind (Martínez-González et al., 1999; Vioque et al., 2000; Cameron et al., 2003; Jakes et al., 2003). Körperliche Aktivität ist der Teil des Energieverbrauchs, der am stärksten variiert und ein Eingriff in diese eignet sich, das Körpergewicht zu verändern. Laut Jakicic und Otto (2005) ist es notwendig, Aktivitätsempfehlungen bezüglich ausreichender Dauer und Intensität auszusprechen, um die Adipositasepidemie zu bekämpfen.

Für die vorliegende Arbeit wurden Polymorphismen für **Kandidatengene** ausgewählt, für die ein Einfluss der genetischen Varianten auf das Adipositasrisiko bereits berichtet wurde. Bei den sechs ausgewählten Genen handelt es sich um das Leptin-Gen, den Leptinrezeptor (LEPR), den Beta-2 adrenergen Rezeptor (BAR-2), den Peroxisome Proliferator-Activated Rezeptor- γ 2 (PPAR γ 2), Adiponectin/APM1 und den Tumor-Nekrose-Faktor α (TNF α). Für BAR-2 wurden zwei Polymorphismen betrachtet, so dass insgesamt sieben Polymorphismen analysiert wurden. Unter den vielen Kandidatengenen spielt der Beta-2 adrenerge Rezeptor eine wichtige Rolle in der Stimulation der Thermogenese und Aktivierung der Lipidfreisetzung aus dem Fettgewebe (Arner & Hoffstedt, 1999). Die Ergebnisse zahlreicher Studien weisen auf einen Zusammenhang zwischen zwei Polymorphismen von BAR-2 (Arg16Gly und Gln27Glu) und dem BMI hin (Lin et al., 2001; Ehrenborg et al., 2000). Ein Zusammenhang mit der Regulation des Körpergewichts ist ebenfalls für Leptin bekannt, ebenso wie mit der Regulation des Hunger-Sättigungs-Mechanismus, der Insulinsensitivität und Thermogenese. Der Leptin -2548 Polymorphismus im Promotorbereich steht im Zusammenhang mit der Plasmaleptinkonzentration von adipösen Mädchen (Le Stunff et al., 2000) und Übergewichtigen (Mammès et al., 2000). Der Leptinrezeptor (LEPR) spielt eine wichtige Rolle in der Regulation des Körpergewichts und der Körperfettmasse (de Silva et al., 2001) und ist hauptsächlich im Hypothalamus lokalisiert (Wauters et al., 2001). Chagnon und Kollegen (1999) berichteten über einen Einfluss des Leptinrezeptors auf die Körperzusammensetzung des Menschen, der sich vor allem für den Polymorphismus Gln223Arg zeigte. PPAR γ 2 wird vorwiegend im Fettgewebe gebildet und stimuliert die Adipogenese und Lipogenese. Daneben beeinflusst er die Einlagerung der Fettsäuren in das Fettgewebe (Kersten, 2000). Nach einem Review von Masud et al. (2003) ist der Pro12Ala Polymorphismus ein genetischer Modifizierer der Adipositas. Daneben wird das Adipocytokin APM1 als Suszeptibilitätsgen für Typ II Diabetes (Hara et al., 2002) und Adipositas (Stumvoll et al., 2002) bezeichnet, da APM1 sowohl bei der Insulinsensitivität als auch in der Regulation der Energiehomöostase von Bedeutung ist (Gil-Campos et al., 2004). Der Tumor-Nekrose-Faktor α ist ein Cytokin, das auch in den Adipozyten produziert wird und Einfluss auf den BMI und die Insulinsensitivität besitzt (Brand et al., 2001). Der -307 G/A Polymorphismus in diesem Gen wird in vielen Studien mit der

Speicherung von Körperfett in Verbindung gebracht (Hoffstedt et al., 2000; Corbalán et al., 2004).

Neben den einzelnen Einflussfaktoren auf das Adipositasrisiko spielen besonders **Interaktionen** dieser Einzelfaktoren eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Adipositas. Daher sollte auch die Wechselwirkung zwischen allelischen Varianten der Kandidatengene für Adipositas und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko untersucht werden. Während in der Vergangenheit vor allem der hohe Energiegehalt von Fett und der Effekt dieses Nährstoffs auf die Sättigung und den Energiestoffwechsel hervorgehoben wurde, gelten Fettsäuren mittlerweile als wichtiges regulatorisches Element für die Transkription und Aktivierung von einzelnen Genen, z.B. Peroxisome Proliferator-Activated Rezeptor (PPAR), Sterol Regulatory Element-Binding Protein (SREBP), Liver X Receptor (LXR) und Hepatic Nuclear Factor-4-alpha (HNF-4 α) (Pégorier et al., 2004; Jump, 2004; Sampath & Ntambi, 2004). Mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA) sind besonders zur Regulation von Stoffwechselwegen geeignet und beeinflussen daher Krankheiten wie z.B. Adipositas, die damit in Verbindung stehen. In einer Fall-Kontroll-Studie von Nieters et al. (2002) mit adipösen Teilnehmern (BMI \geq 35 kg/m²) konnten bereits Hinweise für eine Interaktion zwischen der Zufuhr von mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit der Nahrung und den allelischen Varianten verschiedener Kandidatengene für Adipositas gefunden werden. In der vorliegenden Arbeit sollen für die Berechnung der Interaktionen sowohl die Zufuhrdaten der Fettsäuren über die Nahrung herangezogen werden, als auch die zellulär verfügbaren Bestandteile der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran, die als Biomarker der Zufuhr gelten. Schon 1963 wurden Erythrozytenmembranen von Farquhar und Ahrens (1963) als Biomarker für den Fettverzehr vorgeschlagen. Im Gegensatz zu Fettgewebe, welches eine Biopsie zur Gewinnung einer Probe voraussetzt und die Ernährungsgewohnheiten der letzten 1 - 2 Jahre widerspiegelt (Andersen et al., 1996), sind Erythrozyten relativ leicht zugänglich. Auch die Messung der Triglyceride im Blutserum oder die Analyse der Phospholipide im Plasma als Alternative haben Nachteile, da sie nur die Fettaufnahme der letzten Mahlzeiten (Glatz et al., 1989) bzw. der letzten Wochen widerspiegeln (Vidgren et al., 1997), wohingegen die Erythrozytenmembran und Cholesterinester die Fettzufuhr über einen längeren Zeitraum von mehreren Wochen bis Monaten

darstellen (Arab, 2003; Wirfält et al., 2004). Durch die Analyse des Fettsäuremusters in der Erythrozytenmembran kann auf die Qualität der Nahrungsfette geschlossen werden, die in den letzten Wochen bis Monaten zugeführt und verstoffwechselt wurden.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluss ausgewählter Ernährungsfaktoren, körperlicher Aktivität, genetischer Varianten ausgewählter Kandidatengene und Gen-Ernährungs-Interaktionen auf das Adipositasrisiko zu untersuchen. Die Untersuchungen sollen im Rahmen der zweiten Bayerischen Verzehrsstudie (BVS II) durchgeführt werden. Die BVS II wurde in Fortsetzung der Nationalen Verzehrsstudie (1985-88) und der ersten Bayerischen Verzehrsstudie von September 2002 bis Juni 2003 durchgeführt, um das Ernährungsverhalten in Bayern anhand einer repräsentativen Stichprobe zu untersuchen. Ergänzend dazu wurden in einem Teilkollektiv der BVS II Blutproben gesammelt. In der vorliegenden Arbeit sollen folgende Fragen geklärt werden.

- Wie hoch ist die Zufuhr von Makronährstoffen, Fettsäuren, Flavonoiden und Phenolsäuren und besteht eine Assoziation mit dem Adipositasrisiko?
- Wie hoch ist die geschätzte körperliche Aktivität der Teilnehmer der BVS II und ist diese mit dem Adipositasrisiko korreliert?
- Wie ist die Verteilung der Genotypen der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas und besteht ein Zusammenhang dieser allelischen Varianten mit dem Adipositasrisiko?
- Sind die Plasmakonzentrationen von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII mit dem Adipositasrisiko assoziiert?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen den Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen und dem Adipositasrisiko?
- Gibt es Interaktionen zwischen genetischen Varianten ausgewählter Gene und Fettsäuren, die das Risiko für Adipositas beeinflussen?

2 Methodik

2.1 Studiendesign

Die zweite Bayerische Verzehrsstudie (BVS II) wurde als repräsentative Querschnittsstudie konzipiert und von September 2002 bis Juni 2003 durchgeführt. Die Grundgesamtheit der Studie bildeten alle deutschsprachigen Personen, die zum Zeitpunkt der Stichprobenziehung in Privathaushalten in Bayern lebten und zwischen 14 und 80 Jahre alt waren.

Die Stichprobenziehung erfolgte über ein dreistufiges Random-Route-Verfahren und wurde von dem Marktforschungsinstitut NFO Infratest Gesundheitsforschung (München) durchgeführt. In der ersten Stufe wurden nach einem Schichtungsverfahren 42 "sample points" ausgewählt, dies sind Auswahleinheiten auf Gemeindeebene, die das Bundesland Bayern repräsentieren. In der zweiten Stufe erhielt der Interviewer innerhalb der "sample points" eine zufällig ausgewählte Startadresse, von der er nach einem festgelegten "Random Walk" weitere Haushalte aufsuchte. In der dritten Stufe wählte der Interviewer nach dem sogenannten "Schwedenschlüssel" eine Person im Haushalt für das Interview aus. Da nach den ersten vier Erhebungsmonaten eine überproportionale Anzahl an weiblichen Teilnehmern vorlag, wurde ab dem 5. Erhebungsmonat verstärkt versucht, männliche Probanden aus den aufgesuchten Haushalten auszuwählen. Durch dieses mehrstufige und mehrschichtige Zufallsverfahren sollte eine Verallgemeinerung der Ergebnisse auf die zugrundeliegende Grundgesamtheit gewährleistet werden.

Zum Zeitpunkt der Rekrutierung der Teilnehmer erfolgte ein persönliches Erstinterview durch geschulte Interviewer der Firma NFO Infratest Gesundheitsforschung. Innerhalb von 4 Wochen nach dem Erstinterview wurden drei 24h-Recalls durchgeführt. Das erste Erinnerungsprotokoll erfolgte zumeist zwei Wochen nach dem Erstinterview (vgl. Abb. 3).

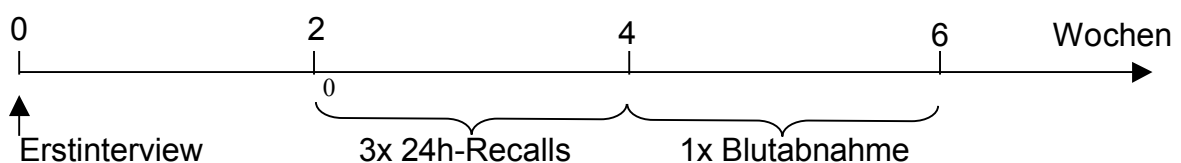


Abb. 3: Studienablauf der BVS II

Zusätzlich wurde von jedem Studienteilnehmer eine Blutprobe innerhalb 6 Wochen nach dem Erstkontakt erbeten; die Blutabnahme erfolgte in der Regel zwischen der 4. und 6. Woche.

2.2 Studienkollektiv und Teilnahmerate

Für die BVS II wurden 1480 Teilnehmer rekrutiert. Diese Bruttostichprobe reduzierte sich um 430 neutrale Ausfälle aufgrund von fehlendem Interesse oder Zeit.

Tab. 2: Teilnahmerate des Erstinterviews der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit

	Häufigkeit	
	absolut	relativ (%)
Bruttostichprobe	1.480	100
Zielperson verhindert (z.B. krank)	21	1
Zielperson hat keine Zeit	194	13
Zielperson ist nicht bereit	214	15
Summe der Ausfälle	430	29
Nettostichprobe	1.050	71

Die Nettostichprobe bestand daher aus 1050 Teilnehmern und die Teilnahmerate der BVS II lag bei 71% (Tab. 2).

Von den 1050 Teilnehmern waren 896 Personen (85%) bereit, an mindestens zwei Ernährungserhebungen teilzunehmen (Tab. 3).

Tab. 3: Teilnahmerate der Ernährungserhebung der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit

	Häufigkeit	
	absolut	relativ (%)
Nettostichprobe	1.050	100
Personen mit mind. 1 Recall	932	89
Personen mit mind. 2 Recalls	896	85
Personen mit mind. 2 Recalls, ohne Underreporter	800	76

Bei allen Studienteilnehmern wurde der Grundumsatz gemäß der Formel der FAO/WHO/UNU (WHO, 1998) berechnet, um Underreporting zu identifizieren. Underreporting wurde nach Schofield et al. (1985) wie folgt definiert:

Underreporter : Energiezufuhr (kcal) / Grundumsatz (kcal) <0,8

Studienteilnehmer, deren Quotient aus Energiezufuhr und Grundumsatz kleiner als 0,8 war, wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, da sie entweder ihre Energiezufuhr unvollständig im 24h-Recall angegeben hatten oder zur Zeit eine Diät durchführten. Nach Ausschluss der Underreporter lag die Teilnehmerate mit 800 Personen bei 76% der Nettostichprobe.

Bei Berücksichtigung aller Teilnehmer mit mindestens 2 Erinnerungsprotokollen lag die Teilnehmerate bei der Erhebung der körperlichen Aktivität bei 85% der Nettostichprobe (Tab. 4).

Tab. 4: Teilnahme an der Aktivitätserhebung in der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit

	Häufigkeit	
	absolut	relativ (%)
Nettostichprobe	1.050	100
Personen mit mind. 1 Recall	930	89
Personen mit mind. 2 Recalls	893	85

Von den erwachsenen Teilnehmern mit mindestens einem Ernährungsinterview (n=879) wurde eine Blutprobe und die Durchführung anthropometrischer Messungen erbeten. 65% der eingeladenen Teilnehmer erklärten sich dazu bereit (Tab. 5).

Tab. 5: Teilnahme an der Blutabnahme und anthropometrische Messungen in der BVS II, dargestellt als absolute und relative (%) Häufigkeit

	Häufigkeit		
	absolut	relativ (%)	
Nettostichprobe	1.050	100	
Personen mit mind. 1 Recall	932	89	
davon mind. 18 Jahre	879	84	100
Personen mit Blutprobe und Anthropometrie	568	54	65
Personen mit mind. 2 Recalls, Blutprobe und Anthropometrie	561	53	64

In Tab. 6 sind die 1050 Teilnehmer des Erstinterviews der BVS II mit Angabe zu Alter, Gewicht, Größe, Body-Mass-Index (BMI), Schichtzugehörigkeit und Rauchverhalten dargestellt. Da von fast 54% der Teilnehmer gemessene Angaben zu Gewicht und Größe vorlagen, wurden die selbstangegebenen Werte der restlichen 46% mittels linearer Regression korrigiert. In Anlehnung an Spencer et al. (2001) erfolgte die Berechnung getrennt für Männer und Frauen und für verschiedene

Alters- und BMI-Gruppen. Dies war notwendig, da in früheren Studien festgestellt wurde, dass Männer und Frauen bei Selbstangabe ihr Körpergewicht um 2-3 kg unterschätzen und ihre Körpergröße um bis zu zwei Zentimeter überschätzen (Mikrozensus 2003: Ernährungsumschau, 2004). Die Verwendung der berechneten Werte erhöht die Genauigkeit des Body-Mass-Index (BMI), dessen Unterschätzung das relative Risiko einer Erkrankung verzerrt, die mit steigendem BMI assoziiert ist, z.B. Adipositas.

2.3 Erstinterview

In der Feldphase wurden 1050 Personen persönlich kontaktiert. Nachdem die Studie dem potentiellen Teilnehmer zunächst vorgestellt und dessen Teilnahmebereitschaft erkundet wurde, erfolgte die Durchführung eines Erstinterviews mittels persönlich-mündlichem, standardisiertem und laptopgestütztem Interview durch einen Interviewer der NFO Infratest-Gesundheitsforschung.

Themenschwerpunkte des Einführungsinterviews waren:

1. Ernährungseinstellungen
2. Ernährungswissen, -kenntnisse und -fertigkeiten
3. Einkaufsgewohnheiten
4. Reaktion auf Lebensmittelskandale
5. Kontrolle des Körpergewichts
6. Krankheitsanamnese
7. Körperliche Aktivität
8. Rauchverhalten
9. Schlafverhalten
10. Soziodemographie

Die Schwerpunkte 1 bis 4 und 9 wurden für diese Arbeit nicht verwendet und werden daher nicht dargestellt.

Tab. 6: Charakteristika der Teilnehmer der BVS II (n=1050) mit Angabe von Mittelwert \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%)

Parameter		Gesamt (n=1050)	Männer (n=442)	Frauen (n=608)
Alter	(Jahre)	46,4 \pm 17,2	47,0 \pm 18,0	45,9 \pm 16,6
Alter	(%)			
	< 18 Jahre	5,6	7,7	4,1
	18-<30 Jahre	11,6	10,4	12,5
	30-<40 Jahre	21,0	18,6	22,7
	40-<50 Jahre	19,4	17,2	21,1
	50-<65 Jahre	25,2	27,1	23,8
	\geq 65 Jahre	17,1	19,0	15,8
Gewicht	(kg)	73,9 \pm 17,1	82,1 \pm 16,6	67,8 \pm 14,8
Größe	(cm)	167,5 \pm 14,5	174,5 \pm 10,8	162,3 \pm 14,6
BMI*	(kg/m ²)	26,2 \pm 5,3	26,9 \pm 5,0	25,7 \pm 5,5
BMI*	(%)			
Untergewicht	(<18,5 kg/m ²)	4,0	2,5	5,1
Normalgewicht	(18,5-<25 kg/m ²)	41,3	35,1	45,9
Präadipositas	(25-<30 kg/m ²)	34,7	42,2	29,3
Adipositas	(\geq 30 kg/m ²)	19,9	20,2	19,7
Adipositas Grad I	(30-<35 kg/m ²)	14,2	14,5	13,9
Adipositas Grad II	(35-<40 kg/m ²)	3,9	4,8	3,3
Adipositas Grad III	(\geq 40 kg/m ²)	1,8	0,9	2,5
Schicht (%)	Unterschicht	15,8	16,1	15,6
	Untere Mittelschicht	27,0	26,9	27,0
	Mittelschicht	28,5	26,7	29,8
	Obere Mittelschicht	19,1	16,5	21,1
	Oberschicht	9,6	13,8	6,6
Rauchen (%) [#]	Nichtraucher	52,5	41,0	61,0
	Ex-Raucher	20,0	26,5	15,3
	Raucher	27,5	32,6	23,7

* 5 fehlende Werte, # 1 fehlender Wert

2.4 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle zur Erfassung der Ernährung und der körperlichen Aktivität

Zur Erfassung der Aufnahme von Lebensmitteln und Getränken sowie der körperlichen Aktivität bzw. Inaktivität wurde als Erhebungsmethode das 24-Stunden-Erinnerungsprotokoll (24h-Recall) verwendet. Das 24h-Recall gilt in Europa als die beste und kosteneffizienteste Methode, den durchschnittlichen Verzehr von Lebensmitteln und Getränken in Bevölkerungsgruppen einzuschätzen (The EFCOSUM Group, 2002). Die Methode erlaubt es, den Verzehr sowohl quantitativ

als auch qualitativ zu erfassen, ohne dabei das Ernährungsverhalten der Teilnehmer zu beeinflussen (Voss, 1998). Das 24h-Recall zur Erfassung der körperlichen Aktivität entspricht der Methode aus der Ernährungsepidemiologie.

Ernährungsinterview

Zur Erfassung der Ernährung wurden telefonisch drei standardisierte computergestützte 24h-Recalls mit der Software EPIC-SOFT durchgeführt. Das Interview wurde unterstützt durch ein Fotobuch mit Fotos von Lebensmitteln und Gerichten in verschiedenen Portionsgrößen sowie mit Fotos von verschiedenen Haushaltsmaßen zur besseren Quantifizierung des Verzehrs. Die Befragung erfolgte an zwei Werktagen und einem Wochenend- bzw. Feiertag.

EPIC-SOFT ist eine menügesteuerte Software, die als Kalibrierungsinstrument der Ernährungsinterviews der europäischen Studie „European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition“ (EPIC) entwickelt wurde (Slimani et al., 1999).

Die Software ist so gestaltet, dass die meisten Regeln und Kriterien zur Durchführung des Interviews vorgegeben sind, z.B. eine Liste der Lebensmittel oder Art und Anzahl der Fragen zur Beschreibung der Lebensmittel. Darüber hinaus ist aber auch die Funktion des Interviewers sehr wichtig, um die Qualität und Standardisierung der Datenerhebung zu sichern. Daher wurden die Interviewer in die Benutzung von EPIC-SOFT und die dazugehörigen Datenbanken eingeführt und konnten sich in einer Testphase mit dem Programm vertraut machen.

Das computergestützte 24h-Erinnerungsprotokoll EPIC-SOFT ist in 4 Hauptschritte gegliedert: (1) allgemeine Informationen über den Interviewer, den Befragten und den Interviewtag, (2) Quick-Liste mit kurzer Auflistung der verzehrten Lebensmittel und Gerichte, (3) Beschreibung und Quantifizierung der Lebensmittel und Gerichte sowie (4) Kontrolle auf Nährstoffebene (Slimani et al., 1999; Voss et al., 1998). Am Ende des Interviews wird nach der Einnahme von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten und anderen Nahrungsergänzungspräparaten gefragt.

Aktivitätsprotokoll

Im Anschluss an das Ernährungsprotokoll wurden die Teilnehmer unter Zuhilfenahme eines eigens für die BVS II entwickelten Aktivitätsprotokolls zu den Tätigkeiten befragt, die sie am Vortag ausgeführt hatten. Der Erhebungszeitraum reichte vom Zeitpunkt des Aufstehens am vorangegangenen Tag (Protokolltag) bis zum Aufstehen am Interviewtag. Das Tätigkeitsprotokoll enthielt insgesamt sieben Haupt- und Unterfragen bezüglich Art und Dauer verschiedener Aktivitätskategorien (vgl. Abb. 4). Das Formular des Tätigkeitsprotokolls wurde mit Hilfe des Datenbankprogramms ACCESS[®] von MICROSOFT erstellt.

Zur standardisierten Beschreibung sportlicher Aktivitäten wurde eine Liste verschiedener Sportarten und Intensitäten innerhalb der Sportarten mit den dazugehörigen MET-Werten hinterlegt, z.B. Joggen, 6 km/h. Diese Auswahl stammt aus dem „Compendium of physical activities“ (Ainsworth et al., 1993 und 2000).

Microsoft Access - [Formular_Aktivitätsprotokoll : Formular]

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Datengätze Extras Fenster ?

Tätigkeitsprotokoll (Erhebungszeitraum ist Zeitpunkt des Aufstehens des gestrigen Tages -Protokolltag- bis zum Zeitpunkt des Aufstehens des heutigen Tages)

Teilnehmernummer Initialen Protokolltag

1. Wieviel Stunden haben Sie von gestern auf heute geschlafen?
Bitte rechnen Sie den gestrigen Tagschlaf mit ein! Std. Min.

2. Wieviel Zeit haben Sie gestern Ihren Beruf ausgeübt? Std. Min.

3a. Haben Sie gestern Sport getrieben? Ja Nein

3b. Wenn ja, welchen Sport haben Sie gestern ausgeübt? Wie lange?
 Std. Min.
 Std. Min.
 Std. Min.

4a. Haben Sie gestern andere anstrengende Tätigkeiten ausgeübt,
wie z.B. Gartenarbeit, Rasenmähen, intensives Putzen? Ja Nein

4b. Wenn ja, welche anstrengenden Tätigkeiten haben Sie gestern ausgeübt? Wie lange?
 Std. Min.
 Std. Min.
 Std. Min.

5. Wieviel Zeit haben Sie gestern in Ihrer Freizeit vor dem Fernseher oder am PC
verbracht? Std. Min.

Datensatz: 1117 von 1117

Formularansicht

Abb. 4: Bildschirmoberfläche für die Erfassung der körperlichen Aktivität am Vortag im Rahmen der BVS II

2.5 Blutabnahme und anthropometrische Messungen

Die Blutabnahme wurde in den für die Teilnehmer nächstgelegenen bayerischen Gesundheitsämtern durchgeführt. Die Probanden wurden schriftlich eingeladen und zusätzlich kurz vor der Blutabnahme telefonisch an den Termin erinnert. Dieser wurde über einen Zeitraum von 10.00 bis 18.00 Uhr vergeben.

Die Ärzte der Gesundheitsämter entnahmen den Teilnehmern aus der gestauten Vene Blut in vier Monovetten á 9 ml (Sarstedt®), davon drei mit Kalium-EDTA (1,6 mg EDTA/ml Blut) zur Plasmagewinnung und eines mit Granulat/ Gerinnungsaktivator zur Serumgewinnung. Nach mindestens 45-minütiger Kühlung bei 4-8 °C erfolgte die Aufteilung des Vollblutes in die verschiedenen Fraktionen Plasma, Buffy Coat und Erythrozyten bzw. Serum durch Zentrifugieren bei Raumtemperatur für 15 Minuten bei 4000 rpm. Alle Blutfraktionen wurden innerhalb 24 Stunden nach der Gewinnung weiter aliquotiert und bis zu den Analysen bei -80°C gelagert.

In den Gesundheitsämtern wurden zusätzlich anthropometrische Messungen nach standardisiertem Protokoll durchgeführt. Mitarbeiter der Technischen Universität München maßen das Körpergewicht der Teilnehmer mit leichter Bekleidung und ohne Schuhe. Nachträglich wurde von dem gemessenen Körpergewicht 1 kg für die Bekleidung abgezogen. Die Messung der Körpergröße erfolgte ebenfalls ohne Schuhe. Aus Körpergewicht und Körpergröße wurde der Body-Mass-Index ($BMI = \text{Körpergewicht (kg)} / \text{Körpergröße (m)}^2$) berechnet. Für beide Messungen wurden jeweils geeichte Messgeräte verwendet.

Der Taillenumfang wurde in aufrechter Position im mittleren Bereich zwischen dem unteren Rippenbogen und dem Darmbeinkamm auf Höhe des Nabels gemessen. An der breitesten Stelle zwischen Hüfte und Gesäß wurde der Hüftumfang in aufrechter Position gemessen; diese befindet sich in der Mitte zwischen dem Darmbeinkamm und dem Trochanter. Aus dem Hüft- und Taillenumfang wurde die Waist-to-Hip-Ratio berechnet.

Zusätzlich erfolgte die Erhebung eines kurzen Fragebogens mit Fragen zur Medikamenteneinnahme der letzten vier Wochen bzw. Antibiotikaeinnahme des letzten Jahres, Schlafdauer, letzten Nahrungsaufnahme, Verzehr von Probiotika und Zyklusstag (Frauen).

2.6 Berechnung der Nährstoffzufuhr

2.6.1 Lebensmittel, Energie und Nährstoffe

Zur Erfassung der verzehrten Lebensmittel sind in EPIC-SOFT ~ 1500-2200 verschiedene Lebensmittel und 150-350 verschiedene Rezepte hinterlegt (Slimani et al., 1999) (Anzahl der Lebensmittel und Rezepte ist abhängig von der Software-Version). Die Menge der verzehrten Lebensmittel wurde von den Teilnehmern entweder in Gramm bzw. Milliliter oder haushaltsüblichen Maßen angegeben oder die Verzehrsmenge wurde anhand des Fotobuches beschrieben. Die mit EPIC-SOFT gesammelten Zufuhrdaten wurden vorher codiert und nach einem allgemeinen Klassifikationssystem eingeordnet.

Um die Daten aus den 24-Stunden-Recalls auf Nährstoffebene auswerten zu können, wurden diese mit den Nährstoffdaten des Bundeslebensmittelschlüssels (BLS) Version II.3 (BgVV, Berlin) verknüpft. Der BLS enthält Durchschnittswerte der Nährwerte der wichtigsten Lebensmittel, die auf dem Markt erhältlich sind (frische Lebensmittel, Zubereitungen, Gerichte, usw.), sowohl im rohen als auch im verarbeiteten Zustand der Lebensmittel, z.B. roh, gekocht, getrocknet oder in Dosen (pro Lebensmittel 140 Inhaltsstoffe). Er dient als Grundlage für wissenschaftliche Arbeiten in allen Bereichen der Verzehrerhebungen und verfolgt das Ziel, eine möglichst einheitliche und vergleichbare Basis zu schaffen (BgVV, 1999).

Aus den bis zu 158 enthaltenen Nährstoffangaben des BLS (Dehne et al., 1999) wurden die Hauptnährstoffe Eiweiß, Gesamtfett und Fettsäuren, Kohlenhydrate, Alkohol und Energie zu weiteren Auswertungen ausgewählt. Die Aufnahme der Hauptnährstoffe und Fettsäuren wurde in Prozent (%) bzw. Promill (‰) der Energieaufnahme berechnet.

2.6.2 Flavonoide und Phenolsäuren

Die Berechnung der Zufuhr von Flavonoiden bzw. Phenolsäuren in Lebensmitteln erfolgte mit Hilfe einer von Linseisen et al. (1997) bzw. Radtke et al. (1998) veröffentlichten Datenbank, die für die Berechnung der Zufuhr in der BVS II aktualisiert wurde. Angaben zu Flavonoiden in Lebensmitteln wurden zum Teil durch aktuelle-

re Werte der Datenbank des amerikanischen Landwirtschaftsministeriums (USDA) (www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Flav/flav.html Stand 12.05.2005) vom März 2003 ausgetauscht, bzw. neue Lebensmittel aufgenommen. Weiterhin wurden für Getreide und Getreideprodukte die Gehalte an Ferulasäure der veröffentlichten Literatur entnommen und die Datenbank damit ergänzt.

Zusätzlich zur Berechnung der Zufuhr an Flavonoiden und Phenolsäuren erfolgte eine Auswertung zu den Lebensmittelquellen der Polyphenolzufuhr. Dazu wurden die einzelnen Nahrungsmittel den von EPIC-SOFT verwendeten Lebensmittelgruppen zugeordnet und die Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren über den Verzehr aus diesen Lebensmittelgruppen anteilig berechnet.

2.7 Qualitative und quantitative Bewertung der körperlichen Aktivität

Nach Vorgabe des Aktivitätsprotokolls wurden die erfassten Tätigkeiten zunächst qualitativ in die Kategorien *sportliche Aktivität*, *berufliche Aktivität* und *sonstige anstrengende Aktivität* unterteilt. Auch die "Inaktivitäten" Fernsehen und Schlafen wurden erfasst. Zur quantitativen Beschreibung der körperlichen Aktivität wurde die Häufigkeit, die angegebene Dauer sowie die jeweilige absolute Intensität der Tätigkeiten herangezogen. Letztere gibt den Anstrengungsgrad an und wurde durch sogenannte Metabolische Äquivalente (METs) ausgedrückt. Ein MET entspricht dabei der Sauerstoffaufnahme im Ruhezustand von 3,5 ml O₂/kg KG/Min. bzw. 1 kcal/kg KG /h (Ainsworth et al., 1993) und ist etwa mit dem Energieverbrauch einer erwachsenen Person im ruhigen Sitzen zu vergleichen. Durch diese Definition wird ermöglicht, dass jede körperliche Aktivität als Vielfaches des Ruheenergieverbrauchs ausgedrückt werden kann. Tab. 7 zeigt einige Beispiele für die Intensitätsbewertung körperlicher Aktivität.

Tab. 7: Klassifikationsschema körperlicher Aktivität nach absoluter Intensität

Intensität	MET-Bereich	Beispielaktivitäten
leicht	< 3	Bügeln, Autofahren, Büroarbeit (sitzend)
moderat	3 - 6	zügiges Gehen, Reparaturarbeiten, Gymnastik
schwer	> 6	Waldarbeit, Joggen, Möbel umstellen

Jeder protokollierten Tätigkeit in den drei großen Aktivitätskategorien (Sport, Beruf, Sonstige) wurde zunächst mit Hilfe des „Compendium of Physical Activities“ (Ainsworth et al., 1993 und 2000), in der über 600 verschiedene Aktivitäten aufgestellt sind, ein MET-Wert zugeordnet. Fernsehen und/oder PC-Benutzung (beide Tätigkeiten stehen für inaktives Sitzen in der Freizeit und wurden in den 24h-Recalls nicht getrennt abgefragt, sondern zusammengenommen erfasst) weisen eine Intensität von 1,0 MET und Schlafen eine Intensität von 0,9 MET auf.

Die Intensitätsbewertung der beruflichen Aktivität erfolgte ebenfalls nach dem Kompendium anhand der angegebenen Berufsbezeichnung, kombiniert mit einer Selbsteinschätzung der Studienteilnehmer bezüglich ihrer arbeitsbezogenen Aktivität. Dazu sollten sie sich in eine von fünf vorgegebenen Aktivitätsgruppen einteilen, die von „vorwiegend sitzend“ bis hin zu „sehr anstrengend“ reichten.

Da die körperliche Aktivität während der Hausarbeit durchaus einen Großteil des Tagesenergieverbrauches vereinnahmen kann, behandelte diese Studie die Hausfrauentätigkeit als normale Berufstätigkeit. Für jede Hausfrau unter 65 Jahren wurde an Werktagen pauschal eine durchschnittliche Arbeitszeit von acht Stunden veranschlagt, die mit einer Durchschnittsintensität von 2,5 METs für multiple Haushaltsaktivitäten leichter Anstrengung bewertet wurde (Ainsworth et al., 1993 und 2000).

Rentner-/innen, die laut 24h-Tätigkeitsprotokoll eine nicht näher beschriebene berufliche Tätigkeit ausgeführt hatten, bekamen pauschal einen MET-Wert von 1,85 für diese Aktivität zugeordnet, entsprechend einer mittleren Aktivität von leichter Intensität. Ebenso wurde mit den beruflichen Tätigkeiten von Schüler/innen und Studenten/-innen verfahren.

Zur Berechnung des Energieumsatzes wurde die ermittelte Intensität (METs) einer jeden Tätigkeit mit der angegebenen Aktivitätsdauer (Stunden) multipliziert, woraus sich der Energieverbrauch der einzelnen Tätigkeiten in Form von MET-Stunden (MET*h) ergab (Conway et al., 2002; Ainsworth et al., 1993). Zum Beispiel resultiert aus 40-minütigem Fahrrad fahren mit einer Intensität von 4 METs ein Energieverbrauch von 2,67 MET*h (Ainsworth et al., 1993).

Sämtliche protokollierten Zeitangaben einer jeden Person wurden addiert und bei Bedarf (weniger als 24 Stunden Protokollzeit) durch Hinzufügen von Zeiteinheiten auf 24 Stunden korrigiert. Diese Korrekturzeit bzw. die darin enthaltene unbekanntete Aktivität wurde mit einem geschätzten MET-Wert von 1,75 (Durchschnittswert von leichten Alltagsaktivitäten) multipliziert. Somit konnten sowohl für einzelne Aktivitätskategorien als auch für die gesamte körperliche Aktivität des Tages Ergebnisse erzielt werden.

2.8 Genotypisierung ausgewählter Kandidatengene für Adipositas

Die Isolierung genomischer DNA erfolgte laut Herstellerangabe des E.Z.N.A.[®] Blood DNA Kit II (PEQLAB, Erlangen). Zur Isolierung wurden 200 µl Buffy Coat eingesetzt, der mit PBS-Puffer, Protease und BL-Puffer gemischt und bei 70°C inkubiert wurde. Das Gemisch wurde nach Zugabe von Ethanol auf Säulen übertragen, mehrmals gewaschen und mit vorgewärmtem (70 °C) Eluationspuffer eluiert, so dass die DNA in 300 µl Eluat enthalten war.

Die Amplifizierung mittels Polymerasekettenreaktion (PCR) wurde in Anlehnung an ein Standardprotokoll (www.abgene.com/Static_Pages.asp?page=34 vom 11.07.2005) mit Hilfe eines Thermocyclers in einem Volumen von 11 µl durchgeführt. Dieses umfasst 20-30 ng genomische DNA, 1 x Reddy Mix[™] PCR Buffer (beinhaltet 1,5mM MgCl₂, vorgemischt), 200 µM je Nukleotid (dNTPs), 0,25 Einheiten Thermoprime^{PLUS} DNA Polymerase, 1 µM spezifischen forward primer und 1 µM spezifischen reverse primer (für allele-spezifische PCR: zusätzlich 0,4 µM interner Kontrollprimer).

Die Genotypisierung wurde mittels Restriktionslängen-Polymorphismus PCR (PCR-RFLP) für die Polymorphismen von Leptin -2548 G/A, LEPR Gln223Arg (Leptin-Rezeptor), BAR-2 Arg16Gly & BAR-2 Gln27Glu (Beta-2 adrenerger Rezeptor), PPAR γ 2 Pro12Ala C/G (Peroxisome Proliferator-Activated Receptor- γ 2) und APM1 Gly15Gly T/G Exon 2 (Adiponectin) und mittels allelspezifischer PCR für TNF α -307G/A (Tumor-Nekrose-Faktor α) durchgeführt.

Die untersuchten Polymorphismen, die Primer, die PCR-Bedingungen sowie die verwendeten Restriktionsenzyme sind in Tab. 8 dargestellt. Im Anschluss an die Amplifizierung erfolgte die Spaltung (Restriktions-Verdau) der PCR-Produkte mit geeigneten Enzymen. Nach Inkubation des Ansatzes, der neben dem PCR-Produkt und Restriktionsenzym zusätzlich H₂O ad. und Restriktionsenzym-puffer enthielt, wurden die DNA-Fragmente auf mit Ethidiumbromid angefärbten Agarosegelen getrennt, die Banden unter UV-Licht sichtbar gemacht, fotografiert und identifiziert.

Die Banden der Polymorphismen nach Agarosegel-Elektrophorese sind im Folgenden zusammen mit einem Kontrollmarker (pBR332 DNA-Msp I) dargestellt (Abb. 5 bis bis Abb. 11).

APM1 Gly15Gly

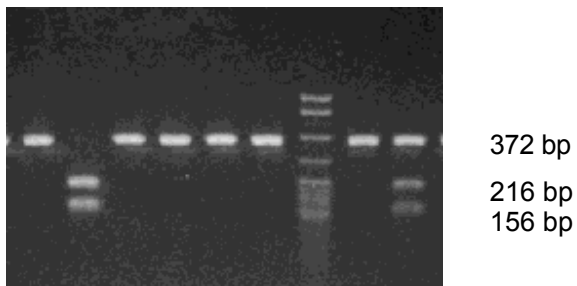


Abb. 5: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **APM1 Gly15Gly**

Leptin -2548

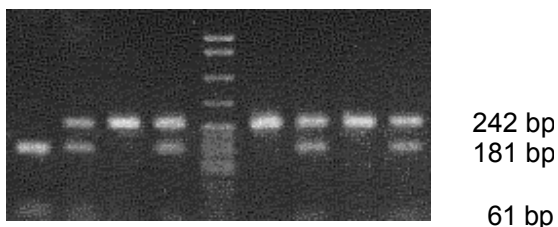


Abb. 6: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **Leptin -2548**

Tab. 8: Primerpaare, PCR-Bedingungen, Methoden, Produktgröße und Analyse von sieben Polymorphismen, basierend auf Polymerase-Kettenreaktion

Polymorphismus	Primer	PCR Bedingungen	PCR-Typ	Produktgröße	Analyse
PPARγ2 Pro12Ala C/G	5'-TCT GGC AGA TTC TCC TAT TGG_C (f) 5'-CTG GAA GAC AAC TAC AAG AG(r)	95°C120s, 35x (95°C30s, 52°C30s, 72°C30s), 72°C600s	PCR- RFLP <i>HhaI</i>	154bp	3% Agarose Pro12C: 154 Ala12G:132bp, 22bp
BAR-2 Arg16Gly G/A	5'-CTT CTT GCT GGC ACG CAA T (f) 5'-CCA GTG AAG TGA TGA AGT AGT TGG (r)	95°C120s, 30x (95°C30s, 56°C40s, 72°C40s)	PCR- RFLP <i>BsrDI</i>	200bp	3%MoSieve Agarose Arg16:130bp, 56bp, 14bp Gly16: 108bp, 56bp, 22bp, 14bp
BAR-2 Gln27Glu C/G	5'-CTT CTT GCT GGC ACG CAA T (f) 5'-CCA GTG AAG TGA TGA AGT AGT TGG (r)	95°C120s, 30x (95°C30s, 56°C40s, 72°C40s)	PCR- RFLP <i>Fnu4HI</i>	200bp	3 %Agarose Gln27C: 150bp, 50bp Glu27G: 200bp
TNFA -307 G/A	5'-ATA GGT TTT GAG GGG CA TGG (f) 5'-AAT AGG TTT TGA GGG GCA TGA (f) 5'-TCT CGG TTT CTT CTC CAT CG (r)	95°C120s, 10x (95°C15s, 65°C50s, 72°C40s) 20x(95°C20s, 59°C50s, 72°C50s)	allel- spezi- fisch	184bp	2%Agarose
Leptin -2548 G/A	5'-TTT CCT GTA ATT TTC CCG TGA G (f) 5'-AAA GCA AAG ACA GGC ATA AAA A (r)	95°C120s, 40x (95°C30s, 50°C45s, 72°C45s) , 72°C600s	PCR- RFLP <i>HhaI</i>	242bp	2,5% Agarose A:242bp G:181bp, 61bp
LEPR Gln223Arg G/A	5'-AAA CTC AAC GAC ACT CTC CTT (f) 5'-TGA ACT GAC ATT AGA GGT GAC (r)	94°C120s, 30x (94°C40s, 57°C40s, 72°C30s)	PCR- RFLP <i>MspI</i>	100bp	3% MoSieve Agarose G: 80bp A: 58bp, 22bp
APM1 Gly15Gly T/G	5'-GAA GTA GAC TCT GCT GAG ATG G (f) 5'-TAT CAG TGT AGG AGG TCT GTG ATG (r)	95°C120s, 35x (95°C30s, 56°C40s, 72°C40s) , 72°C600s	PCR- RFLP <i>SmaI</i>	372 bp	2% Agarose T: 372 bp G: 216 bp, 156 bp

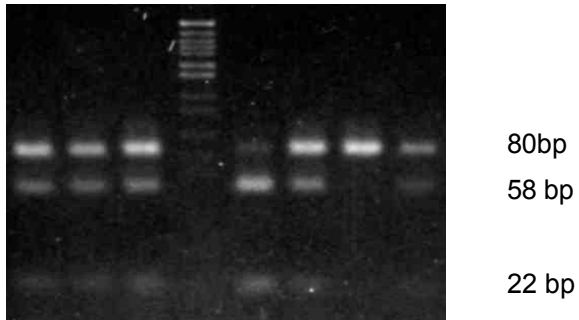
LEPR Gln223Arg

Abb. 7: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **LEPR Gln223Arg**

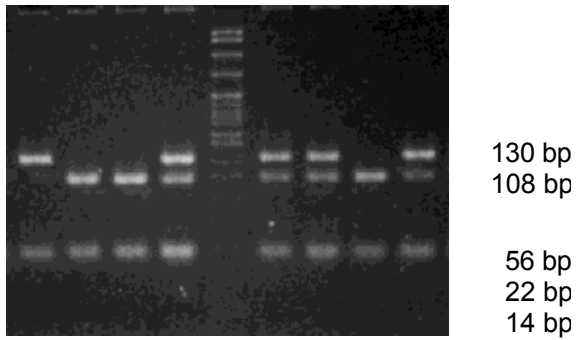
BAR-2 Arg16Gly

Abb. 8: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **BAR-2 Arg16Gly**

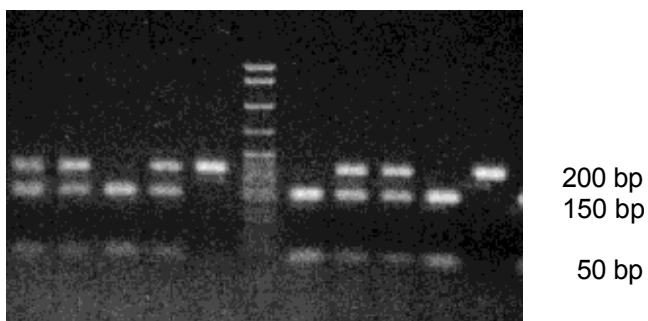
BAR-2 Gln27Glu

Abb. 9: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **BAR-2 Gln27Glu**

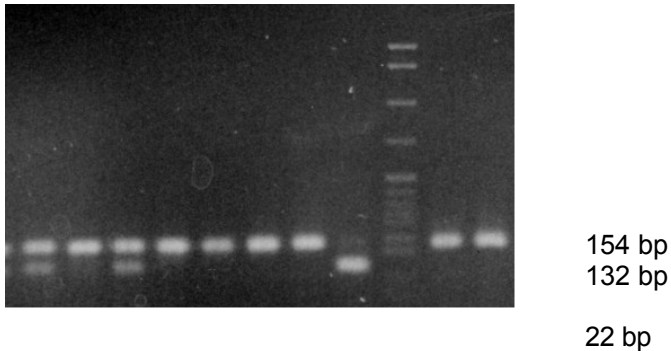
PPAR γ 2 Pro12Ala

Abb. 10: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **PPAR γ 2 Pro12Ala**

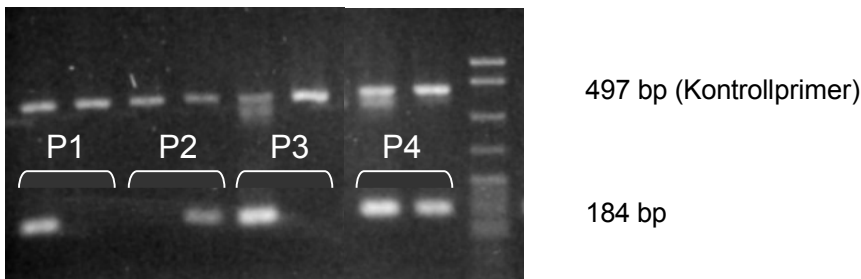
TNF α -307

Abb. 11: Banden des Restriktionsprodukts des Polymorphismus **TNF α -307** [Genotyp 1 (GG): Bande nur links: P1&P3 (Wildtyp); Genotyp 2 (GA): Bande jeweils rechts & links:P4 (heterozygote Variante); Genotyp 3 (AA): Bande nur rechts:P3 (homozygote Variante)]

2.9 Bestimmung der Plasmakonzentration von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII

Die TNF α -, TNF-RI- und TNF-RII-Konzentrationen im Plasma wurden mit einem kommerziellen enzym-bindenden Immunosorbend Assay (Biosource, Brussels, Belgium) gemessen. Für die Analyse der Leptinkonzentration wurde ein Radioimmunoassay (Linco Research, Missouri, USA) verwendet. Für alle Assays liegt der intra- und inter-assay Variationskoeffizient unter 7% bzw. 9%. Die Bestimmungen wurden im Labor von Prof. Pollmächer am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München durchgeführt.

2.10 Bestimmung der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran

Ein Aliquot von 0,5 ml Erythrozytensuspensat wurde zur Durchführung der Analyse der Membranfettsäuren verwendet. Die Erythrozytenmembranen wurden durch zwanzigminütiges Zentrifugieren bei 200.000 x g bei einer Temperatur von 4 °C isoliert und das Pellet in Tris-Puffer resuspendiert. Nach zweifachem Waschen wurden 800 µl aqua dest. hinzugefügt (Golik et al., 1996). Gemäß einer Modifikation der Methode von Folch et al. (Folch et al., 1957) wurde die Fettsäureextraktion mit Chloroform:Methanol (2:1, v/v) durchgeführt. Die Extraktion der Lipide mit der Mischung aus Chloroform und Methanol (enthält zusätzlich das Antioxidationsmittel BHT (50mg/l)) erfolgte zweimal (Wren und Szczepanowksa, 1964). Das zusammengeführte Extrakt wurde mit einer CaCl₂ Lösung gewaschen. Die organische Phase wurde zur Trocknung eingengt und in Chloroform aufgenommen. Fettsäuremethylester (FAME) wurde durch Umesterung mit TMSH (Trimethylsulfoniumhydroxid) hergestellt (Butte, 1983).

Die Fettsäuremethylester-Mischung wurde mittels eines Gaschromatographen (HP 5890 Series II) mit Flammenionisationsdetektor (FID) und einer installierten 100 m CP-Sil-88-Kapillarsäule getrennt und detektiert.

Zur Identifizierung und Quantifizierung der Fettsäuremethylester-Peaks wurden Standardsubstanzen verwendet. Insgesamt wurden 20 Fettsäuren gemessen und die Mittelwerte von zwei Durchläufen der Fettsäurebestimmung wurden dargestellt als der Prozentsatz der gesamten identifizierten Fettsäuremethylester (% FAME) (Hoff et al., 2005).

2.11 Material, Geräte und Reagenzien

Im Folgenden sind die bei den einzelnen Methoden eingesetzten Materialien, Geräte und Reagenzien aufgelistet.

Blutabnahme und Trennung der Blutfraktionen

- S-Monovetten á 9ml mit Kalium-EDTA (1,6 mg EDTA/ml Blut) (Sarstedt[®], Nümbrecht)
- S- Monovetten á 9ml mit Granulat/Gerinnungsaktivator zur Serumgewinnung (Sarstedt[®], Nümbrecht)
- Multifly Set (Sarstedt[®], Nümbrecht)
- Tischzentrifuge Sigma 203 (Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode)

DNA-Isolierung

- 1x konzentrierter PBS-Puffer (Phosphate Buffered Saline – Dulbecco) (Biochrom, Berlin)
- 100% Ethanol (J.T.Baker, Deventer, Holland)
- E.Z.N.A.[®] Blood DNA Kit II (PEQLAB, Erlangen), darin enthalten:
 - OB[™] Protease, in 10mM Tris, pH 8,0 gelöst
 - BL-Puffer
 - komplettierter DNA-Waschpuffer (mit 1,5-fachem Volumen 100% Ethanol verdünnt)
 - Eluationspuffer
 - HiBind[®]-Säulen
- Kälzentrifuge Sigma 2K 15 (Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode)
- Schüttler Vortex Genie 2[™] (Bender & Hobein AG, Zürich / Schweiz)

Elektrophorese

- peqGOLD Universal Agarose (PEQLAB, Erlangen)
- peqGOLD MoSieve[™]-Agarose (PEQLAB, Erlangen)
- TBE (Tris-Borate-EDTA) Puffer (Fluka Chemie GmbH, Buchs/Schweiz), 1x konzentriert zur Herstellung des Agarosegels, 0,5x konzentriert als Laufpuffer
- pBR322 DNA-Msp I Digest (New England Biolabs[®] Inc., Frankfurt a.M.)
- Reddy Buffer 10x (ABgene[®], Hamburg)
- PerfectBlue[™] Minigelkammer Mini L (PEQLAB, Erlangen)
- UV-durchlässiger Gelträger für Minigelkammer (PEQLAB, Erlangen)
- Mikrotiterformatkamm 1,5 mm/25 Zähne (Probenvolumen: 15µl) (PEQLAB, Erlangen)

Polymerasekettenreaktion

- Reddy Mix[™] PCR Buffer 10x von ABgene[®], Hamburg
- dNTPs-Mix aus je 10 µl dATP, dCTP, dGTP, dTTP (je 100 mM, ABgene[®], Hamburg)
- zum jeweiligen Polymorphismus passende Primerpaare (Sequenzen siehe Tab. 8)
- MgCl₂ (25mM, ABgene[®], Hamburg)
- Thermoprime Plus DNA Polymerase von (ABgene[®], Hamburg)
- Thermo-Fast[®] PCR Microtiterplatte mit 96 wells und Verschlusskappen (ABgene[®], Hamburg)
- Thermocycler (Biometra, Göttingen)

Restriktion

- *Sma* I, *Bsr*D I, *Fnu*4H I, *Msp* I, *Hha* I (alle von New England Biolabs[®], Frankfurt a.M.)
- Restriktionsenzym-puffer 2 und 4 (New England Biolabs[®], Frankfurt a.M.)
- BSA (Rinderserumalbumin) (New England Biolabs[®], Frankfurt a.M.)

Bestimmung der TNF α -, TNF-RI-, TNF-RII- und Leptin-Konzentration im Plasma

- Enzym-bindender Immunosorbent Assay (Biosource, Brussels, Belgium)
- Radioimmunoassay (Linco Research, Missouri, USA)

Fettsäure-Bestimmung in den Erythrozytenmembranen

- Analysenwaage Mettler AT261 DeltaRange® (Mettler-Toledo GmbH, Greifensee / Schweiz)
- Gaschromatograph HP 5890 Series II mit HP 7673 Injector, HP 7673 Controller und HP 3396 Series II Integrator, (Hewlett Packard GmbH, München)
- CP-Sil-88 Kapillarsäule (Varian-Chrompack, Darmstadt, Germany)
- Kühlzentrifuge Sigma 2K 15 (Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode)
- Magnetrührer Variomag Elektronicrührer Multipoint HP (H+P Labortechnik GmbH, Oberschleißheim)
- pH-Messgerät WTW pH530 (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Weilheim)
- Rotationverdampfer Rotavapor R-114 (Büchi Labortechnik AG, Flawil / Schweiz)
- Schüttler Vortex Genie 2TM (Bender & Hobein AG, Zürich / Schweiz)
- Tischzentrifuge Sigma 203 (Sigma Laborzentrifugen GmbH, Osterode)
- Trockenschrank Heraeus T5042 (W. C. Heraeus GmbH, Hanau)
- Butylhydroxytoluol (BHT) (Sigma-Aldrich Chemie GmbH, Steinheim, >99%)
- Calciumdichlorid (CaCl₂) (E. Merck, Darmstadt, p.a.)
- Chloroform (CHCl₃) (Mallinckrodt Baker B.V., Deventer / Holland, Prod. Nr. 7386)
- Ethylendinitrilotetraessigsäure (EDTA) (E. Merck, Darmstadt, p.a.)
- Methanol (CH₃OH) (Mallinckrodt Baker B.V., Deventer / Holland, Prod. Nr. 8402)
- Natriumsulfat (Na₂SO₄) (Fluka Chemie GmbH, Buchs/Schweiz, p.a.)
- Salzsäure (HCl) (E. Merck, Darmstadt, p.a.)
- Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH) (TMSH wurde nach der Methode von Schulte und Weber (1989) hergestellt.)
- Trishydroxymethylaminomethan (TRIS) (E. Merck, Darmstadt, p.a.)

Alle Standardsubstanzen der Fettsäuremethylester wurden von der Firma Sigma-Aldrich Chemie GmbH mit Sitz in Steinheim bezogen.

2.12 Qualitätssicherungsmaßnahmen

Es wurden verschiedene Maßnahmen der Qualitätssicherung durchgeführt, um eine hohe Qualität der Daten zu gewährleisten.

Die Daten des **Einführungsinterviews** wurden von NFO Infratest Gesundheitsforschung auf Vollständigkeit und Plausibilität geprüft. Für die metrischen Variablen (z.B. Körpermaße, Alter) wurden bei der Programmierung zulässige Wertebereiche definiert. Dadurch erfolgte bereits bei der Eingabe der Antworten durch die Interviewer eine Kontrolle. Ferner wurden die Angaben der Teilnehmer auf Plausibilität geprüft, d.h. die Antworten auf die Fragen wurden durch Verknüpfung kritisch überwacht. Darüber hinaus gab es eine Kontrolle der Einhaltung der Filterführung.

Die in den unterschiedlichen Abschnitten des **Ernährungsinterviews** erhobenen und eingegebenen Daten unterlagen verschiedenen Qualitätskontrollen. Es wurden Kontrollen für Werte außerhalb des gültigen Bereichs (z.B. Geburtsdatum, Gewicht, Größe, Portionsgröße) und Kontrollen für nicht ausgefüllte Verzehrsgelegenheiten oder leicht zu vergessende Lebensmittel durchgeführt. Vor Beendigung des Interviews erschien am Bildschirm ein Hinweis auf alle Lebensmittel und Rezepte mit fehlenden (oder ungewöhnlich großen) Mengenangaben. Eine abschließende Kontrolle wurde auf Nährstoffebene durchgeführt. Diese letzte Qualitätskontrolle des Interviews verglich die Energie- und Makronährstoffaufnahme jedes Teilnehmers mit seinem geschätzten Standardbedarf, der nach Alter und Geschlecht berechnet wurde. Da diese Kontrollen bereits während des Interviews durchgeführt wurden, reduzierte sich der Fehler, nachträglich falsche Entscheidungen über unwahrscheinliche oder fehlende Angaben zu treffen (Slimani et al., 2002). Auch die sorgfältige Schulung der Interviewerinnen trug zur Qualitätssicherung bei.

Für die Qualitätssicherung der **Aktivitätsprotokolle** wurden Kontrollen für Werte außerhalb des gültigen Bereichs (z.B. Interviews mit mehr als 24h) durchgeführt. Interviews mit unplausiblen bzw. fehlenden Angaben wurden für die weiteren Auswertungen ausgeschlossen.

Zur Kontrolle der Qualität der **Genotypisierung** wurde bei 10% der untersuchten Polymorphismen eine Doppelbestimmung durchgeführt. Die Fehlerquote der Genotypisierung lag bei unter 1%. Lediglich bei LEPR Gln223Arg ergab sich eine Quote von unter 5%.

Die **Reproduzierbarkeit der Fettsäurebestimmung** wurde durch 8 Analysen derselben Erythrozytenprobe einer Person überprüft. Dargestellt werden Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient (Tab. 9).

Tab. 9: Reproduzierbarkeit der Ergebnisse aller gemessener Fettsäuren unter Angabe von Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD) und Variationskoeffizient (CV)

Fettsäure	Abkürzung	Mean±SD	CV (%)
Myristinsäure	C 14:0	0,56 ± 0,06	10,8
Palmitinsäure	C 16:0	21,92 ± 0,58	2,6
Heptadecansäure	C 17:0	0,43 ± 0,04	9,3
Stearinsäure	C 18:0	19,26 ± 0,58	3,0
Elaidinsäure	C 18:1, t	0,14 ± 0,02	15,7
Ölsäure	C 18:1, n-9	13,37 ± 0,09	0,7
trans-Linolsäure- Isomere	C 18:2, c9t12/9t12c	0,14 ± 0,01	7,7
Linolsäure	C 18:2, n-6	11,48 ± 0,22	1,9
Arachinsäure	C 20:0	0,13 ± 0,02	18,2
γ-Linolensäure	C 18:3, n-6	0,03 ± 0,005	17,0
α-Linolensäure	C 18:3, n-3	0,09 ± 0,02	17,7
Konjugierte Linolsäure	C 18:2, c9t11	0,09 ± 0,01	13,0
Decosansäure	C 22:0	0,05 ± 0,01	14,2
Eicosatriensäure	C 20:3, n-9	2,34 ± 0,06	2,6
Arachidonsäure	C 20:4, n-6	17,67 ± 0,50	2,9
Tetracosansäure	C 24:0	0,99 ± 0,21	21,6
Eisosapentaensäure	C 20:5, n-3	0,07 ± 0,01	15,4
Docosatetraensäure	C 22:4, n-6	3,87 ± 0,26	6,8
Docosapentaensäure	C 22:5, n-3	2,19 ± 0,06	2,6
Docosahexaensäure	C 22:6, n-3	5,21 ± 0,18	3,5

2.13 Statistische Auswertungen

Alle statistischen Auswertungen der Daten wurden mit der Statistiksoftware SPSS, Version 11.0 (SPSS Inc., Chicago), durchgeführt.

Um die bayerische Bevölkerung repräsentativ darzustellen, wurden alle Daten der Teilnehmer mit einem Gewichtungsfaktor multipliziert. Dieser Faktor egalisierte das Teilnehmerkollektiv hinsichtlich der demographischen Gesamtbevölkerung in Bayern nach Alter, Geschlecht und Regierungsbezirk gemäß den Daten des Bayerischen Landesamts für Statistik und Datenverarbeitung (Himmerich et al., 2004). War eine Bevölkerungsgruppe in der Erhebung überrepräsentiert, so war der Gewichtungsfaktor <1 . War eine Bevölkerungsgruppe unterrepräsentiert, so war der Faktor >1 . Die Gewichtung fand allerdings nur bei der deskriptiven Statistik Verwendung, die Auswertungen mittels uneingeschränkter logistischer Regression blieben von dieser unberührt.

Zufuhr von Makronährstoffen, Fettsäuren, Flavonoiden und Phenolsäuren und deren Einfluss auf das Adipositasrisiko

Für die Beschreibung der deskriptiven Statistik wurden folgende Parameter gewichtet dargestellt: arithmetischer Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD), Standardfehler des Mittelwertes (SEM), Median, die Perzentilen 10, 25, 75 und 90%, Minimum und Maximum sowie Interquartilabstand (Messbereich, der durch die 25- und 75-Perzentile begrenzt ist und 50% der Messwerte einschließt). Die Anteile einzelner Lebensmittel bzw. Lebensmittelgruppen an der Flavonoid- bzw. Phenolsäurezufuhr wurden als Mittelwerte ausgewiesen. Die teststatistische Überprüfung zum Einfluss von Geschlecht auf die Zufuhr von Makronährstoffen, Fettsäuren, Flavonoiden und Phenolsäuren erfolgte mit Hilfe des verteilungsfreien Mann-Whitney-U-Tests bzw. zum Einfluss von Alter, BMI-Gruppen bzw. Jahreszeit mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests mit jeweils einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$. Unterschiede in der Zufuhr von Makronährstoffen, Flavonoiden, Phenolsäuren und Fettsäuren zwischen adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test getestet. Der Effekt der Zufuhr von Fettsäuren auf das Adipositasrisiko ist mittels uneingeschränkter logistischer Regression be-

rechnet und anhand von Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervallen dargestellt.

Berechnung der körperlichen Aktivität und deren Einfluss auf das Adipositasrisiko

Unterschiede in der Ausübung körperlicher Aktivität zwischen Männern und Frauen und zwischen BMI-Gruppen wurden mit Hilfe des Mann-Whitney-U-Tests ermittelt. Für die einzelnen Aktivitätskategorien sind die Mediane und Interquartilabstand ausgewiesen bzw. jede Kategorie wurde zusätzlich in drei Gruppen eingeteilt (leicht, moderat, schwer) und in % der Mittelwerte abgebildet. Die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen körperlicher Aktivität und Adipositasrisiko erfolgte für die verschiedenen Aktivitätsarten mit Hilfe eines logistischen Regressionsmodells, adjustiert nach Alter, Geschlecht, Energieaufnahme, Rauchverhalten und Schicht und dargestellt als Odds Ratio und 95% Konfidenzintervall.

Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene bzw. Plasma-Cytokine und Assoziation mit dem Auftreten von Adipositas

Die Berechnung der Unterschiede der Allelfrequenzen bei adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern erfolgte mit Hilfe des Chi²-Testes und einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$. Abweichungen vom Hardy-Weinberg Equilibrium wurden auch mit dem chi²-Test untersucht. Die Assoziation der Polymorphismen bzw. der Terzilen der Plasma-Cytokine mit dem Auftreten von Adipositas wurde mit Hilfe eines logistischen Regressionsmodells berechnet, adjustiert nach Geschlecht, Alter, TV/PC-Benutzung in der Freizeit und Sport. Die Beschreibung der deskriptiven Statistik der Plasma-Cytokine erfolgt mit dem arithmetischen Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD), Median, Minimum und Maximum und den 10, 25, 75 und 90% Perzentilen. Unterschiede im Gehalt an Cytokinen zwischen Männern und Frauen, BMI-Gruppen bzw. nicht-adipösen und adipösen Teilnehmern wurden mit dem Mann-Whitney-U-Test getestet.

Fettsäuremuster in der Erythrozytenmembran und dessen Einfluss auf das Adipositasrisiko und Korrelation des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen mit der Zufuhr an Fettsäuren

Für die Beschreibung der deskriptiven Statistik wurden folgende Parameter dargestellt: arithmetischer Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD), Standardfehler des Mittelwertes (SEM), Median, die Perzentilen 10, 25, 75 und 90%, Minimum und Maximum sowie Interquartilabstand. Die teststatistische Überprüfung zum Einfluss von Geschlecht erfolgte mit Hilfe des verteilungsfreien Mann-Whitney-U-Tests bzw. zum Einfluss von Alter und BMI-Gruppen mit Hilfe des Kruskal-Wallis-Tests mit jeweils einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$. Die Assoziation des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen mit dem Auftreten von Adipositas wurde mit Hilfe eines logistischen Regressionsmodells berechnet, adjustiert für Geschlecht, Alter, soziale Schicht, Rauchverhalten, Sport, TV/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr.

Der Korrelationskoeffizient der Korrelation zwischen dem Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen und der Zufuhr an Fettsäuren in % bzw. ‰ der täglichen Energieaufnahme wurde nach Spearman berechnet.

Interaktion zwischen genetischen Varianten und Fettsäuremuster auf das Adipositasrisiko

Die Effekte der Gen-Fettsäure-Interaktion auf das Adipositasrisiko sind dargestellt als Odds Ratios (OR) mit entsprechenden 95% Konfidenzintervallen (95% CI), berechnet mittels uneingeschränkter logistischer Regression. P für Interaktion wurde unter Benutzung des $-2 \log$ likelihood Tests mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 10% berechnet. Als Adjustierungsvariablen wurden Geschlecht, Alter (Jahren), TV/PC Benutzung in der Freizeit (h/d) und sportliche Aktivität (keine, $< 1,9$ h/d, $< 4,4$ h/d, $\geq 4,4$ h/d) mit in das Modell aufgenommen. Die Fettsäurezufuhrdaten sind in % bzw. ‰ der täglichen Energiezufuhr dargestellt und wurden als Terzilen in das Modell mit aufgenommen. Für die Energiezufuhr, das Rauchverhalten und die Schichtzugehörigkeit zeigten sich keine signifikanten Einflüsse auf die Berechnung, daher erfolgte für diese Variablen keine Adjustierung.

3 Ergebnisse

3.1 Zufuhr ausgewählter Nährstoffe und Adipositasrisiko

3.1.1 Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungsinterviews

Das Studienkollektiv der BVS II wird nachfolgend anhand einiger Kenndaten ungewichtet und gewichtet dargestellt (Tab.10 bzw. Tab. 11). Wie schon unter Gliederungspunkt **2.2 Studienkollektiv und Teilnehmerate** erwähnt, wurden die Underreporter ausgeschlossen, so dass für die nachfolgenden Auswertungen 800 Teilnehmer mit mindestens zwei Ernährungsinterviews zur Verfügung standen.

Anhand der gewichteten Daten liegt bei 44% der Teilnehmer Normalgewicht vor, 34% sind übergewichtig, 17% adipös und lediglich 5% weisen Untergewicht auf. Knapp ein Drittel der Studienteilnehmer ist der Mittelschicht zuzuordnen, nur 11% dagegen der Oberschicht. Über 50% der Teilnehmer sind Nichtraucher und 26% rauchen zur Zeit. Bezüglich der Verteilung der Interviews auf die vier Jahreszeiten zeigt sich gemäß des Erhebungszeitraumes (September 2002 - Juni 2003) eine Unterrepräsentierung der Interviews im Sommer. Die restlichen Interviews verteilen sich auf die übrigen Jahreszeiten. Fast 50% der Teilnehmer treiben keinen Sport, dafür liegt die Dauer des Fernsehkonsums bzw. der Benutzung des PCs in der Freizeit im Mittel bei fast zwei Stunden und die Schlafdauer bei 7,4 Stunden. 7% der Teilnehmer führten im Befragungszeitraum eine Diät durch und ein Drittel der Teilnehmer gab an, schon mehr als eine Diät in seinem Leben durchgeführt zu haben. Die gewichteten Daten unterscheiden sich nur geringfügig von den nicht-gewichteten.

Tab. 10: Ungewichtete Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungs-Recalls (n=800) mit Angabe des Mittelwertes \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%) (ohne Unterreporter)

Parameter		Gesamt (n=800)	Männer (n=328)	Frauen (n=472)
Alter	(Jahre)	46,5 \pm 16,8	47,5 \pm 18,0	45,8 \pm 15,9
Alter (%)	(Jahre)			
	< 18	4,9	7,0	3,4
	18-<30	10,8	10,4	11,0
	30-<40	21,4	17,7	23,9
	40-<50	21,5	18,3	23,7
	50-<65	25,0	26,8	23,7
	\geq 65	16,5	19,8	14,2
Gewicht	(kg)	73,0 \pm 15,5	80,7 \pm 14,9	67,6 \pm 13,5
Größe	(cm)	168,1 \pm 8,7	174,8 \pm 7,0	163,5 \pm 6,4
BMI	(kg/m ²)	25,8 \pm 5,0	26,4 \pm 4,4	25,4 \pm 5,4
BMI (%)	(kg/m ²)			
Untergewicht	(<18,5)	4,1	2,7	5,1
Normalgewicht	(18,5-<25)	44,1	37,2	48,9
Präadipositas	(25-<30)	34,9	44,2	28,4
Adipositas	(\geq 30)	16,9	15,9	17,6
Adipositas Grad I	(30-<35)	12,4	12,5	12,3
Adipositas Grad II	(35-<40)	2,9	2,7	3,0
Adipositas Grad III	(\geq 40)	1,6	0,6	2,3
Schicht (%)	Unterschicht	14,3	12,5	15,5
	Untere Mittelschicht	24,9	27,7	22,9
	Mittelschicht	30,0	27,4	31,8
	Obere Mittelschicht	20,3	16,8	22,7
	Oberschicht	10,6	15,5	7,2
Rauchen (%)	Nichtraucher	54,3	43,0	62,2
	Ex-Raucher	20,4	26,5	16,1
	Raucher	25,3	30,5	21,7
Quartal (%)	Frühling	32,4	38,1	28,4
	Sommer	12,6	9,8	14,6
	Herbst	28,1	22,9	31,8
	Winter	26,9	29,3	25,2
Sport (%)	0 MET*h	46,6	45,9	47,1
	0,1-<2 MET*h	18,2	16,2	19,1
	2-<5 MET*h	18,3	15,3	20,4
	\geq 5 MET*h	16,9	22,6	13,0
Fernsehen bzw. PC-Benutzung	h/d	1,8 \pm 1,3	2,1 \pm 1,4	1,6 \pm 1,3
Schlaf	h/d	7,4 \pm 1,1	7,3 \pm 1,1	7,5 \pm 1,1
Diät	ja	7,9	6,4	8,9
	nein	92,1	93,6	91,1
Diäthäufigkeit (%)	noch nie	66,8	77,7	59,1
	1-2	16,6	14,6	18,0
	3-5	8,5	4,3	11,4
	6-10	3,1	1,5	4,2
	>10	5,0	1,8	7,2

Tab. 11: Gewichtete Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit mindestens zwei Ernährungs-Recalls (n=800) mit Angabe des Mittelwertes \pm Standardabweichung bzw. relativer Häufigkeit (%) (ohne Underreporter)

Parameter		Gesamt (n=800)	Männer (n=328)	Frauen (n=472)
Alter	(Jahre)	45,0 \pm 17,5	43,8 \pm 17,6	46,1 \pm 17,4
Alter (%)	(Jahre)			
	< 18	6,9	8,4	5,4
	18-<30	13,4	14,2	12,6
	30-<40	20,5	20,5	20,4
	40-<50	20,2	19,5	20,9
	50-<65	22,9	22,9	22,9
	\geq 65	16,2	14,5	17,7
Gewicht	(kg)	73,9 \pm 15,9	80,5 \pm 15,0	67,8 \pm 14,3
Größe	(cm)	169,1 \pm 9,1	175,4 \pm 6,9	163,2 \pm 6,6
BMI	(kg/m ²)	25,9 \pm 5,3	26,1 \pm 4,4	25,6 \pm 6,0
BMI (%)	(kg/m ²)			
Untergewicht	(<18,5)	4,6	2,4	6,6
Normalgewicht	(18,5-<25)	43,8	40,8	46,7
Präadipositas	(25-<30)	34,2	41,3	27,5
Adipositas	(\geq 30)	17,4	15,5	19,2
	Adipositas Grad I (30-<35)	12,2	11,6	12,8
	Adipositas Grad II (35-<40)	3,2	3,4	2,9
	Adipositas Grad III (\geq 40)	1,9	0,3	3,4
Schicht (%)	Unterschicht	13,0	11,5	14,3
	Untere Mittelschicht	24,4	24,4	24,4
	Mittelschicht	29,9	29,4	30,4
	Obere Mittelschicht	21,8	18,9	24,4
	Oberschicht	10,9	15,7	6,4
Rauchen (%)	Nichtraucher	53,6	43,8	62,7
	Ex-Raucher	20,4	24,9	16,0
	Raucher	26,1	31,2	21,2
Quartal (%)	Frühling	35,8	42,1	29,8
	Sommer	12,8	10,0	15,5
	Herbst	26,8	23,9	29,6
	Winter	24,6	23,9	25,1
Sport (%)	0 MET*h	46,3	43,5	48,9
	0,1-<2 MET*h	18,3	16,4	20,1
	2-<5 MET*h	17,7	15,3	19,9
	\geq 5 MET*h	17,7	24,8	11,1
Fernsehen bzw. PC-Benutzung	h/d	1,8 \pm 1,3	2,0 \pm 1,4	1,7 \pm 1,3
Schlaf	h/d	7,4 \pm 1,1	7,3 \pm 1,1	7,5 \pm 1,1
Diät	ja	6,9	5,5	8,1
	nein	93,1	94,5	91,9
Diäthäufigkeit (%)	noch nie	67,0	76,4	58,2
	1-2	17,5	16,0	18,9
	3-5	8,1	4,2	11,8
	6-10	2,8	1,0	4,4
	>10	4,6	2,4	6,6

3.1.2 Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen

Im Durchschnitt liegt die Energiezufuhr der männlichen bayerischen Bevölkerung bei 2429 kcal bzw. 10,2 MJ pro Tag (Tab. 12). Diese wird zu 14,8% über Eiweiß, 37,5% über Fett, 42,0% über Kohlenhydrate und 5,8% über Alkohol zugeführt. Bei den Frauen liegt die Zufuhr an Energie bei 1795 kcal, die sich aufteilt auf 14,4% Eiweiß, 37,3% Fett, 45,4% Kohlenhydrate und 2,9% Alkohol.

Tab. 12: Zufuhr (Mean±SD, Median, Min-Max und Perzentile) der Energie (kcal/d bzw. MJ/d) und Nährstoffe (g/d bzw. %en.) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II

		Mean±SD	Median	Min - Max	Perzentile				
					10%	25%	75%	90%	
Männer (n=328)									
Energie	kcal/d	2429,3 ± 583,3	2313,9	1278,6-4384,0	1764,3	2026,5	2771,5	3308,7	
	MJ/d	10,2 ± 2,4	9,7	5,4 - 18,4	7,4	8,5	11,6	13,9	
Eiweiß	g/d	88,7 ± 26,1	85,7	30,9 - 169,3	58,3	68,0	103,7	125,7	
	%en.	14,8 ± 2,7	14,7	8,5 - 24,9	11,3	13,1	16,5	17,8	
Fett	g/d	100,9 ± 34,2	93,7	37,4 - 289,5	65,1	77,6	117,2	149,4	
	%en.	37,5 ± 6,8	37,5	13,6 - 59,1	28,4	34,2	41,3	45,8	
Kohlenhydrate	g/d	251,9 ± 72,8	244,2	106,3 - 535,8	157,6	199,0	298,1	350,1	
	%en.	42,0 ± 7,5	42,2	17,8 - 64,7	32,3	37,1	46,5	50,6	
Alkohol	g/d	19,8 ± 20,3	14,8	0,0 - 123,8	0,0	0,8	32,4	47,8	
	%en.	5,8 ± 6,0	4,5	0,0 - 34,0	0,0	0,3	9,1	14,0	
Frauen (n=472)									
Energie	kcal/d	1795,1 ± 484,8	1726,9	1031,1-6002,1	1321,2	1460,9	2017,5	2292,4	
	MJ/d	7,5 ± 2,0	7,2	4,3 - 25,1	5,5	6,1	8,4	9,6	
Eiweiß	g/d	63,3 ± 18,2	60,1	25,3 - 189,5	42,4	50,6	72,2	86,0	
	%en.	14,4 ± 2,9	14,2	7,2 - 22,9	10,9	12,2	16,4	18,2	
Fett	g/d	73,7 ± 24,6	69,6	21,1 - 269,2	49,0	57,0	84,7	103,8	
	%en.	37,3 ± 6,7	37,6	15,2 - 58,0	27,9	33,3	41,7	46,4	
Kohlenhydrate	g/d	201,7 ± 66,9	191,8	76,7 - 623,9	134,9	154,5	229,3	273,5	
	%en.	45,4 ± 7,7	45,2	26,7 - 72,9	35,7	39,6	50,7	55,4	
Alkohol	g/d	7,4 ± 10,4	3,2	0,0 - 70,9	0,0	0,1	11,3	20,2	
	%en.	2,9 ± 4,0	1,3	0,0 - 29,3	0,0	0,0	4,4	8,1	

Die Zufuhr von Energie zwischen Männern und Frauen unterscheidet sich hochsignifikant voneinander, ebenso wie auch die Zufuhr der Hauptnährstoffe und Alkohol in g/d (Tab. 13). Ausgedrückt in Prozent der Nahrungsenergie unterscheidet sich die Eiweiß- und Fettzufuhr nicht signifikant zwischen den Geschlechtern.

Tab. 13: Zufuhr von Energie (kcal/d) und Nährstoffen (g/d) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) mit Angabe von Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung(SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, $p < 0,05$)

		Männer (n=328)		Frauen (n=472)		p*
		Mean \pm SD		Mean \pm SD		
Energie	kcal/d	2429,3	\pm 583,3	1795,0	\pm 484,8	< 0,001
	MJ/d	10,2	\pm 2,4	7,5	\pm 2,0	< 0,001
Eiweiß	g/d	88,7	\pm 26,1	63,3	\pm 18,2	< 0,001
	%en.	14,8	\pm 2,7	14,4	\pm 2,9	0,110
Fett	g/d	100,9	\pm 34,2	73,7	\pm 24,6	< 0,001
	%en.	37,5	\pm 6,8	37,3	\pm 6,7	0,986
Kohlenhydrate	g/d	251,9	\pm 72,8	201,7	\pm 66,9	< 0,001
	%en	42,0	\pm 7,5	45,4	\pm 7,7	< 0,001
Alkohol	g/d	19,8	\pm 20,2	7,3	\pm 10,4	< 0,001
	%en.	5,8	\pm 6,0	2,9	\pm 4,0	< 0,001

In der Gruppe der Männer liegen signifikante Unterschiede zwischen den BMI-Gruppen für die Zufuhr von Kohlenhydraten (g/d und %en.) und Alkohol (g/d und %en.) vor (Tab. 14). Normalgewichtige Männer führen die größte Menge an Kohlenhydraten zu, bei dem Konsum von Alkohol liegen die übergewichtigen und adipösen Männer jedoch vorne. Bei den Frauen zeigen sich signifikante Unterschiede für Eiweiß (g/d bzw. %en.), Fett (%en.) und Kohlenhydrate (g/d und %en.). Die höchste Zufuhr an Eiweiß (g/d und %en.) ist bei den adipösen Frauen zu verzeichnen, ebenso an Fett (%en.), hier liegt die Zufuhr der Übergewichtigen fast so hoch wie die der Adipösen. Mit ihrer Kohlenhydratzufuhr (g/d und %en.) liegen untergewichtige Frauen im Vergleich zu den anderen BMI-Gruppen an der Spitze.

Tab. 14: Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	IQR	p*	Median	IQR	p*
	Energie (kcal)		0,098	Energie (kcal)		0,060
Untergewicht	2069,17	976,35		1903,43	317,59	
Normalgewicht	2410,97	741,92		1745,69	571,87	
Übergewicht	2313,86	768,27		1613,60	548,53	
Adipositas	2243,27	679,04		1713,86	557,85	
	Eiweiß (g/d)		0,799	Eiweiß (g/d)		0,025
Untergewicht	66,26	52,25		54,22	18,13	
Normalgewicht	86,79	30,54		59,84	19,97	
Übergewicht	84,85	32,97		59,64	26,23	
Adipositas	85,61	45,53		63,30	20,39	
	Eiweiß (%en.)		0,109	Eiweiß (%en.)		<0,001
Untergewicht	15,05	3,32		12,07	4,01	
Normalgewicht	14,66	3,86		13,63	3,96	
Übergewicht	14,42	3,28		14,59	3,70	
Adipositas	15,37	2,85		15,31	3,98	
	Fett (g/d)		0,390	Fett (g/d)		0,769
Untergewicht	92,36	33,00		74,55	37,01	
Normalgewicht	94,33	43,71		69,45	29,66	
Übergewicht	94,06	44,11		67,78	29,29	
Adipositas	89,42	39,25		70,81	21,13	
	Fett (%en.)		0,719	Fett (%en.)		0,005
Untergewicht	38,78	2,88		35,09	11,18	
Normalgewicht	37,37	6,92		35,75	8,38	
Übergewicht	37,70	8,23		38,41	7,31	
Adipositas	36,63	6,68		38,76	7,89	
	Kohlenhydrate (g/d)		0,003	Kohlenhydrate (g/d)		<0,001
Untergewicht	215,24	106,27		224,93	68,06	
Normalgewicht	256,19	91,18		200,40	78,79	
Übergewicht	233,89	86,76		182,27	56,54	
Adipositas	238,46	80,24		185,84	80,62	
	Kohlenhydrate (%en.)		0,020	Kohlenhydrate (%en.)		<0,001
Untergewicht	45,23	5,08		47,34	12,16	
Normalgewicht	43,32	9,29		46,80	9,02	
Übergewicht	41,51	9,74		43,13	10,51	
Adipositas	41,86	9,83		43,65	8,09	
	Alkohol (g/d)		0,011	Alkohol (g/d)		0,217
Untergewicht	0,33	11,20		1,00	14,19	
Normalgewicht	10,02	27,27		3,38	10,90	
Übergewicht	17,88	31,46		3,79	12,32	
Adipositas	19,49	34,01		2,04	8,28	
	Alkohol (%en.)		0,010	Alkohol (%en.)		0,179
Untergewicht	0,17	3,96		0,37	4,65	
Normalgewicht	3,16	7,82		1,47	4,15	
Übergewicht	5,84	8,47		1,41	5,36	
Adipositas	5,30	10,75		0,79	3,57	

3.1.3 Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren

Die **Flavonoidzufuhr** pro Tag (berechnet als Aglykon) liegt in Bayern im Mittel bei 142,02 mg und hat im Median einen Wert von 60,04 mg (Tab. 15). Die durchschnittliche mittlere Zufuhr der Flavonole beträgt 14,07 mg/d (Median 9,40 mg/d), der Catechine 98,57 mg/d (Median 18,67 mg/d), der Flavone 2,52 mg/d (Median 1,40 mg/d), der Anthocyanidine 8,13 mg/d (Median 1,88 mg/d), der Flavanone 15,52 mg/d (Median 4,14 mg/d) und des Phloretins 3,21 mg/d (Median 2,02 mg/d). Den größten Anteil an der Flavonolzufuhr nimmt Quercetin mit 9,66 mg/d ein. Catechine werden vor allem als Epigallocatechin-3-gallat mit 44,38 mg/d bzw. Epicatechin mit 14,75 mg/d im Mittelwert zugeführt. Der Anteil der Catechine an der Flavonoidversorgung beträgt 69%.

Tab. 15: Flavonoidzufuhr in mg/d des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum - Maximum und Perzentilen

Flavonoide (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentilen			
				10%	25%	75%	90%
Kämpferol	2,38 ± 4,01	0,62	0,01 - 47,81	0,15	0,28	3,07	6,96
Quercetin	9,66 ± 8,79	7,03	0,38 - 100,99	2,34	4,12	12,48	19,87
Myricetin	1,69 ± 2,50	0,89	0,00 - 34,14	0,22	0,44	1,95	3,70
Isorhamnetin	0,34 ± 0,58	0,22	0,00 - 9,17	0,05	0,12	0,39	0,60
Σ Flavonole	14,07 ± 14,72	9,40	0,77 - 183,09	3,49	5,63	16,91	29,52
Catechin	7,43 ± 8,99	4,51	0,00 - 102,09	0,53	1,53	10,01	18,39
Epicatechin	14,75 ± 18,70	9,96	0,00 - 289,79	1,16	4,20	18,60	32,68
Epicatechin-3-gallat	14,96 ± 40,77	0,00	0,00 - 640,17	0,00	0,00	12,41	44,89
Gallocatechin	1,08 ± 2,62	0,00	0,00 - 20,75	0,00	0,00	0,44	4,00
Epigallocatechin	15,97 ± 37,95	0,00	0,00 - 521,92	0,00	0,00	16,05	53,88
Epigallocatechin-3-gallat	44,38 ± 150,84	0,00	0,00 - 2532,88	0,00	0,00	21,86	100,84
Σ Catechine	98,57 ± 249,81	18,67	0,00 - 4086,85	2,08	7,10	75,54	260,00
Apigenin	2,17 ± 4,02	0,99	0,00 - 49,74	0,05	0,25	2,33	5,77
Luteolin	0,35 ± 0,47	0,18	0,00 - 5,19	0,02	0,07	0,49	0,87
Σ Flavone	2,52 ± 4,10	1,40	0,00 - 50,07	0,13	0,52	2,94	6,09
Cyanidin	3,46 ± 18,96	0,22	0,00 - 404,43	0,00	0,00	2,38	6,21
Delphinidin	0,61 ± 2,03	0,02	0,00 - 26,84	0,00	0,00	0,49	1,57
Peonidin	0,69 ± 1,37	0,07	0,00 - 16,21	0,00	0,00	0,84	2,12
Petunidin	0,69 ± 1,52	0,00	0,00 - 19,86	0,00	0,00	0,97	2,34
Malvidin	2,69 ± 5,72	0,06	0,00 - 62,60	0,00	0,00	3,33	8,78
Σ Anthocyanidine	8,13 ± 22,05	1,88	0,00 - 406,71	0,00	0,00	9,27	19,74
Naringenin	3,84 ± 10,15	0,68	0,00 - 172,41	0,00	0,02	3,31	10,75
Hesperitin	11,67 ± 19,39	3,02	0,00 - 183,23	0,00	0,12	16,19	35,07
Σ Flavanone	15,52 ± 26,45	4,14	0,00 - 245,65	0,00	0,17	20,27	45,17
Phloretin	3,21 ± 3,87	2,02	0,00 - 25,62	0,00	0,08	4,64	8,27
Σ Flavonoide	142,02 ± 266,58	60,04	1,23 - 4291,02	15,47	30,56	140,05	316,85

Bei den Flavonen hat Apigenin, bei den Anthocyanidinen Cyanidin und Malvidin sowie bei den Flavanonen Hesperitin den größten Anteil. Das Minimum der Flavonoidaufnahme liegt in Bayern bei 1,23 mg/d und das Maximum bei 4291,02 mg/d. Bei der Betrachtung der Mediane wird sichtbar, dass ein Großteil der Catechine und Petunidin von mindestens 50% der bayerischen Bevölkerung nicht oder zumindest nicht regelmäßig zugeführt werden.

Phenolsäuren werden im Mittel mit 320,48 mg/d (Median 285,94mg/d) in Bayern in deutlich größerer Menge aufgenommen als Flavonoide (Tab. 16). Die mittlere Zufuhr an Hydroxybenzoesäuren liegt bei 12,37 mg/d (Median 6,92 mg/d) und an Hydroxyzimtsäuren bei 308,11 mg/d (Median 277,22 mg/d). Bei den Hydroxyzimtsäuren dominiert die Kaffeesäure mit einem Mittelwert von 233,89 mg/d (Median 207,88 mg/d) und diese nehmen einen Anteil von 96% an der Phenolsäurezufuhr ein. Ellagsäure ist mit 5,96 mg/d (Median 2,01 mg/d) der stärkste Vertreter der Hydroxybenzoesäuren. Das Minimum der Phenolsäureaufnahme liegt in Bayern bei 6,40 mg/d, das Maximum bei 1909,76 mg/d. Ausführliche Angaben zur Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren getrennt nach Männern und Frauen sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 1 bis A Tab. 4).

Tab. 16: Phenolsäurezufuhr in mg/d des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Phenolsäuren (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentilen			
				10%	25%	75%	90%
p-Hydroxybenzoesäure	0,16 ± 0,30	0,08	0,00 - 5,27	0,01	0,01	0,19	0,38
Protocatechusäure	0,85 ± 1,31	0,23	0,00 - 9,48	0,00	0,04	1,15	2,60
Vanillinsäure	0,66 ± 0,77	0,37	0,01 - 5,29	0,06	0,11	0,96	1,80
Salicylsäure	0,17 ± 0,14	0,15	0,00 - 1,18	0,01	0,06	0,25	0,33
Gentisinsäure	0,26 ± 0,39	0,14	0,00 - 6,06	0,00	0,02	0,38	0,65
Gallussäure	2,39 ± 4,80	0,33	0,00 - 45,96	0,00	0,04	2,15	7,89
Ellagsäure	5,96 ± 15,52	2,01	0,00 - 175,35	0,00	0,33	5,49	11,14
Syringasäure	1,91 ± 2,02	1,32	0,01 - 13,67	0,11	0,41	2,72	4,45
Σ Hydroxybenzoesäuren	12,37 ± 18,04	6,92	0,24 - 187,65	1,35	3,01	14,50	29,26
Kaffeesäure	233,89±200,10	207,88	0,41 - 1763,96	15,88	69,38	341,58	467,97
p-Cumarsäure	15,72 ± 23,95	6,34	0,11 - 203,98	1,70	3,26	16,15	43,27
Ferulasäure	55,94 ± 39,26	46,36	2,39 - 323,76	17,48	29,70	72,30	107,21
Sinapinsäure	2,56 ± 1,84	2,02	0,30 - 13,19	0,93	1,33	3,14	4,94
Σ Hydroxyzimtsäuren	308,11±219,61	277,22	4,82 - 1909,76	56,74	147,57	414,42	572,34
Σ Phenolsäuren	320,48±220,94	285,94	6,40 - 1921,67	69,43	164,33	433,54	585,40

Der Test auf **Unterschiede** in der mittleren Aufnahme von Flavonoiden und Phenolsäuren **zwischen Männern und Frauen** zeigt, dass in der Stoffklasse der Flavonole die Zufuhr an Myricetin bei Männern signifikant höher ist als bei Frauen (1,77 versus 1,61 mg/d) (Tab. 17). Sowohl Cyanidin (1,68 vs. 5,13 mg/d), Delphinidin (0,606 vs. 0,608 mg/d) und Peonidin (0,65 vs. 0,72 mg/d) wie auch Gesamthanthocyanidine (6,61 vs. 9,56 mg/d) weisen eine signifikant höhere Zufuhr bei Frauen auf. Die Naringeninzufuhr bei Männer ist mit 3,97 mg/d signifikant höher als bei Frauen mit 3,73 mg/d. Sowohl Cyanidin (1,68 vs. 5,13 mg/d), Delphinidin (0,606 vs. 0,608 mg/d) und Peonidin (0,65 vs. 0,72 mg/d) wie auch Gesamthanthocyanidine (6,61 vs. 9,56 mg/d) weisen eine signifikant höhere Zufuhr bei Frauen auf.

Tab. 17: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)

Flavonoid (mg/d)	Männer (n=328)		Frauen (n=472)		p*
	Median	Mean ± SD	Median	Mean ± SD	
Kämpferol	0,54	2,36 ± 4,39	0,69	2,40 ± 3,63	0,140
Quercetin	6,64	9,40 ± 9,20	7,42	9,89 ± 8,39	0,422
Myricetin	0,99	1,77 ± 2,66	0,80	1,61 ± 2,33	0,003
Isorhamnetin	0,23	0,33 ± 0,55	0,21	0,34 ± 0,61	0,132
Σ Flavonole	9,01	13,87 ± 15,74	9,66	14,25 ± 13,72	0,693
Catechin	3,94	7,81 ± 10,02	4,66	7,07 ± 7,89	0,883
Epicatechin	9,97	13,98 ± 19,29	9,96	15,46 ± 18,13	0,307
Epicatechin-3-gallat	0,00	13,99 ± 42,69	0,00	15,87 ± 38,92	0,215
Gallocatechin	0,00	1,17 ± 2,86	0,00	1,00 ± 2,38	0,166
Epigallocatechin	0,00	15,56 ± 40,36	0,00	16,36 ± 35,58	0,207
Epigallocatechin-3-gallat	0,00	39,38 ± 155,84	0,00	49,05 ± 146,04	0,289
Σ Catechine	19,55	91,89 ± 260,28	18,60	104,82 ± 239,75	0,411
Apigenin	0,93	1,70 ± 2,26	1,08	2,62 ± 5,11	0,192
Luteolin	0,16	0,32 ± 0,46	0,20	0,37 ± 0,48	0,073
Σ Flavone	1,31	2,02 ± 2,39	1,44	2,99 ± 5,17	0,140
Cyanidin	0,02	1,68 ± 3,74	0,27	5,13 ± 26,04	0,001
Delphinidin	0,01	0,61 ± 2,23	0,05	0,61 ± 1,83	0,037
Peonidin	0,04	0,65 ± 1,19	0,13	0,72 ± 1,52	0,024
Petunidin	0,00	0,73 ± 1,47	0,01	0,65 ± 1,56	0,209
Malvidin	0,03	2,94 ± 5,96	0,09	2,45 ± 5,48	0,058
Σ Anthocyanidine	1,09	6,61 ± 11,53	3,14	9,56 ± 28,52	0,033
Naringenin	0,51	3,97 ± 12,21	0,80	3,73 ± 7,74	0,007
Hesperitin	2,18	11,46 ± 21,24	3,89	11,88 ± 17,51	0,010
Σ Flavanone	3,06	15,42 ± 29,76	6,36	15,61 ± 22,95	0,008
Phloretin	1,62	3,23 ± 4,24	2,37	3,19 ± 3,49	0,027
Σ Flavonoide	58,98	133,05 ± 277,18	60,51	150,42 ± 256,33	0,295

Die Naringeninzufuhr bei Männern ist mit 3,97 mg/d signifikant höher als bei Frauen mit 3,73 mg/d. Hesperitin (11,46 vs. 11,88 mg/d) sowie Flavanone insgesamt (15,42 vs. 15,61 mg/d) werden von Frauen in Bayern mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von höchstens 5% in höherem Maße aufgenommen.

Mit einer Phloretinzufuhr von 3,23 mg/d ergibt sich bei Männern eine statistisch abgesicherte höhere Zufuhr als bei Frauen mit 3,19 mg/d. Die mittlere Flavonoidzufuhr bei Männern und Frauen (133,05 vs. 150,42 mg/d) erweist sich in der Summe als nicht signifikant unterschiedlich.

In der Stoffgruppe der Phenolsäuren liegen für die Vanillin-, Gentisin- und Sinapinsäure signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern vor (Tab. 18). Die Vanillinsäure wird von Männern mit 0,99 mg/d mehr verzehrt als von Frauen mit 0,36 mg/d ebenso wie die Sinapinsäure (2,75 vs. 2,37 mg/d). Hingegen verzehren Frauen mehr Gentisinsäure (0,29 mg/d) als Männer (0,24 mg/d).

Tab. 18: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)

Phenolsäuren (mg/d)	Männer (n=328)		Frauen (n=472)		p*
	Median	Mean ± SD	Median	Mean ± SD	
p-Hydroxybenzoesäure	0,08	0,15 ± 0,33	0,08	0,17 ± 0,27	0,698
Protocatechusäure	0,20	0,92 ± 1,47	0,33	0,79 ± 1,13	0,231
Vanillinsäure	0,72	0,99 ± 0,90	0,20	0,36 ± 0,44	<0,001
Salicylsäure	0,15	0,18 ± 0,16	0,16	0,16 ± 0,12	0,489
Gentisinsäure	0,10	0,24 ± 0,43	0,17	0,29 ± 0,36	<0,001
Gallussäure	0,30	2,91 ± 5,54	0,42	1,90 ± 3,93	0,312
Ellagsäure	1,71	5,99 ± 17,64	2,11	5,94 ± 13,25	0,099
Syringasäure	1,32	1,95 ± 2,08	1,31	1,87 ± 1,97	0,135
Σ Hydroxybenzoesäuren	6,83	13,32 ± 20,47	7,04	11,48 ± 15,40	0,583
Kaffeesäure	199,94	237,23 ± 231,66	223,69	230,77 ± 165,39	0,343
p-Cumarsäure	6,28	16,20 ± 26,42	6,40	15,27 ± 21,40	0,942
Ferulasäure	46,62	59,02 ± 44,44	46,27	53,06 ± 33,49	0,117
Sinapinsäure	2,21	2,75 ± 1,86	1,79	2,37 ± 1,81	<0,001
Σ Hydroxycimtsäuren	264,03	315,20 ± 252,02	289,52	301,48 ± 184,23	0,802
Σ Phenolsäuren	275,96	328,52 ± 253,21	294,96	312,95 ± 185,72	0,948

In den folgenden Gliederungspunkten wird die quantitative Polyphenolzufuhr bei bayerischen Männern und Frauen nach Altersgruppen, BMI-Gruppen und Jahreszeit bestimmt und die Unterschiede zwischen den Vergleichsgruppen statistisch abgesichert. Auf die detaillierte Darstellung der einzelnen Zufuhrwerte soll hier verzichtet werden, angegeben werden der Median und die 25% bzw. 75% Perzentile der Polyphenolzufuhr. Des Weiteren werden in diesem Kapitel nur Substanzen mit signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen vorgestellt; die vollständigen Tabellen mit allen Substanzen sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 5 bis A Tab. 10).

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren nach Altersgruppen

Der größte Median der Zufuhr an **Flavonolen** findet sich in Bayern bei Männern und Frauen ab 65 Jahren, der geringste bei Teilnehmern/-innen unter 30 Jahren (Tab. 19). Die Zufuhr aller Flavonole und die Summe dieser unterscheidet sich innerhalb der Altersgruppen bei beiden Geschlechtern signifikant voneinander.

Bei den **Catechinen** unterscheidet sich die Zufuhr im Median von Catechin, Epicatechin und die Summe der Catechine innerhalb der Altersgruppen bei Männern und Frauen signifikant voneinander. Die Zufuhr an Epicatechin-3-gallat zeigt nur in der Gruppe der Frauen signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen.

Sowohl bei den bayerischen Männern als auch den Frauen ist im Median die Zufuhr von Apigenin und die Summe der **Flavone** zwischen den Altersgruppen signifikant unterschiedlich. Besonders bei den Frauen sind die Unterschiede sehr stark ausgeprägt, z.B. liegt die Zufuhr von Apigenin bei den über 65 Jährigen 6x höher als bei den unter 18-Jährigen.

Anthocyanidine werden von den Teilnehmern der BVS II, die älter als 50 Jahre sind, vermehrt zugeführt. Signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen sind vor allem in der Gruppe der Frauen zu sehen, und zwar bei der Zufuhr von Peonidin, Petunidin, Malvidin und der Summe der Anthocyanidine.

Der Median der Zufuhr von Hesperitin (**Flavanon**) zeigt bei den Frauen signifikante Unterschiede innerhalb der Altersgruppen. Teilnehmerinnen, die unter 18 Jahre

alt waren, nahmen 2-5x so viel Hesperitin auf als Teilnehmerinnen über 18 Jahren. Die Angaben zu allen berechneten Flavonoid-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 5).

Tab. 19: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

Altergruppen (Jahre)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen		Median	25-75% Perzentilen	
			p*			p*
	Kämpferol (mg/d)			Kämpferol (mg/d)		
			0,014			0,007
<18	0,42	0,23 - 2,13		1,37	0,13 - 3,22	
18-<30	0,41	0,25 - 2,76		0,53	0,24 - 1,90	
30-<40	0,46	0,20 - 1,98		0,50	0,24 - 2,05	
40-<50	0,48	0,23 - 2,44		0,72	0,35 - 3,37	
50-<65	1,05	0,36 - 3,58		1,47	0,41 - 4,23	
>=65	0,79	0,33 - 4,09		0,64	0,33 - 3,47	
	Quercetin (mg/d)			Quercetin (mg/d)		
			0,003			<0,001
<18	4,63	3,53 - 7,45		4,51	3,80 - 7,38	
18-<30	5,96	4,04 - 10,00		6,73	2,45 - 10,32	
30-<40	5,86	3,16 - 11,12		5,79	3,67 - 9,57	
40-<50	6,08	4,34 - 12,06		6,77	4,73 - 12,93	
50-<65	8,30	4,87 - 16,07		9,16	5,49 - 15,59	
>=65	9,35	3,94 - 15,95		10,75	5,13 - 16,97	
	Myricetin (mg/d)			Myricetin (mg/d)		
			<0,001			0,004
<18	0,24	0,08 - 0,82		0,80	0,14 - 1,61	
18-<30	1,17	0,48 - 2,47		0,70	0,15 - 1,40	
30-<40	0,71	0,44 - 1,66		0,79	0,38 - 1,56	
40-<50	1,18	0,71 - 2,31		0,91	0,45 - 2,28	
50-<65	1,18	0,64 - 2,62		0,97	0,49 - 2,12	
>=65	1,33	0,65 - 2,63		0,70	0,37 - 2,17	
	Isorhamnetin (mg/d)			Isorhamnetin (mg/d)		
			0,004			0,002
<18	0,22	0,13 - 0,28		0,07	0,04 - 0,19	
18-<30	0,21	0,14 - 0,30		0,20	0,12 - 0,35	
30-<40	0,23	0,13 - 0,40		0,20	0,10 - 0,36	
40-<50	0,22	0,14 - 0,40		0,22	0,12 - 0,41	
50-<65	0,29	0,16 - 0,51		0,23	0,09 - 0,45	
>=65	0,18	0,13 - 0,27		0,29	0,12 - 0,44	
	Σ Flavonole (mg/d)			Σ Flavonole (mg/d)		
			0,001			<0,001
<18	7,42	4,14-9,52		7,71	4,60 - 12,26	
18-<30	7,89	5,05-14,51		8,06	3,72 - 15,09	
30-<40	9,54	4,35-13,84		8,07	5,08 - 11,84	
40-<50	8,85	5,24-15,15		9,13	6,38 - 18,41	
50-<65	10,39	7,34-24,16		11,20	7,44 - 23,18	
>=65	12,73	5,93-21,20		12,76	7,48 - 24,86	
	Catechin (mg/d)			Catechin (mg/d)		
			0,002			<0,001
<18	1,74	1,12 - 2,69		3,17	2,23 - 4,83	
18-<30	5,35	0,89 - 10,21		1,66	1,06 - 5,42	
30-<40	3,09	0,99 - 9,08		4,68	1,55 - 8,79	
40-<50	3,36	1,38 - 14,71		5,80	1,63 - 10,57	
50-<65	6,06	1,81 - 11,58		6,24	2,42 - 10,91	
>=65	6,52	1,87 - 16,30		5,30	2,14 - 12,61	

Fortsetzung Tab. 19:

	Epicatechin (mg/d)	0,010	Epicatechin (mg/d)	<0,001
<18	3,96	3,56 - 10,52	9,22	3,53 - 10,80
18-<30	8,92	1,99 - 18,39	5,19	1,52 - 14,54
30-<40	9,87	2,56 - 14,79	8,60	5,13 - 14,02
40-<50	8,63	2,75 - 17,92	9,80	4,97 - 20,26
50-<65	12,85	4,82 - 20,55	12,07	6,09 - 25,73
>=65	12,59	4,92 - 23,93	14,67	7,18 - 24,54
	Epicatechin-3-gallat (mg/d)	0,216	Epicatechin-3-gallat (mg/d)	0,027
<18	0,00	0,00 - 10,84	6,25	0,00 - 17,40
18-<30	0,00	0,00 - 12,41	0,00	0,00 - 7,05
30-<40	0,00	0,00 - 0,13	0,00	0,00 - 8,44
40-<50	0,00	0,00 - 11,38	0,00	0,00 - 23,36
50-<65	0,00	0,00 - 16,16	0,27	0,00 - 19,46
>=65	0,00	0,00 - 20,80	0,00	0,00 - 14,13
	Σ Catechine (mg/d)	0,021	Σ Catechine (mg/d)	0,001
<18	12,11	5,00 - 51,32	36,41	11,33 - 110,46
18-<30	19,83	2,94 - 72,07	8,66	2,76 - 44,19
30-<40	12,95	4,57 - 35,31	14,56	8,13 - 55,99
40-<50	22,70	4,76 - 59,87	19,03	8,12 - 134,06
50-<65	25,39	8,64 - 91,34	29,04	11,95 - 110,90
>=65	30,89	9,66 - 132,50	21,55	11,19 - 88,55
	Apigenin (mg/d)	0,025	Apigenin (mg/d)	0,006
<18	0,82	0,06 - 1,01	0,24	0,04 - 0,93
18-<30	0,89	0,07 - 1,61	0,91	0,19 - 2,62
30-<40	1,16	0,20 - 1,83	1,10	0,24 - 3,21
40-<50	0,87	0,30 - 2,06	1,05	0,24 - 2,08
50-<65	1,25	0,32 - 2,21	1,29	0,37 - 3,32
>=65	1,02	0,35 - 4,31	1,50	0,38 - 4,05
	Σ Flavone (mg/d)	0,023	Σ Flavone (mg/d)	0,008
<18	0,95	0,19 - 1,17	0,71	0,12 - 0,95
18-<30	1,12	0,22 - 2,04	1,24	0,51 - 3,02
30-<40	1,53	0,47 - 2,33	1,44	0,53 - 3,71
40-<50	1,17	0,56 - 2,29	1,46	0,46 - 3,05
50-<65	1,58	0,72 - 2,56	1,65	0,65 - 3,78
>=65	1,59	0,58 - 4,54	2,18	0,57 - 4,51
	Peonidin (mg/d)	0,382	Peonidin (mg/d)	0,003
<18	0,00	0,00 - 0,16	0,00	0,00 - 0,04
18-<30	0,00	0,00 - 1,26	0,05	0,00 - 0,40
30-<40	0,04	0,00 - 0,60	0,17	0,00 - 1,12
40-<50	0,04	0,00 - 0,97	0,24	0,00 - 1,03
50-<65	0,07	0,00 - 1,08	0,20	0,00 - 1,06
>=65	0,08	0,00 - 1,12	0,17	0,00 - 0,83
	Petunidin (mg/d)	0,106	Petunidin (mg/d)	0,041
<18	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,01
18-<30	0,00	0,00 - 1,49	0,00	0,00 - 0,39
30-<40	0,00	0,00 - 0,50	0,03	0,00 - 0,97
40-<50	0,00	0,00 - 1,01	0,01	0,00 - 0,99
50-<65	0,00	0,00 - 1,01	0,01	0,00 - 1,06
>=65	0,00	0,00 - 1,34	0,01	0,00 - 0,50
	Malvidin (mg/d)	0,069	Malvidin (mg/d)	0,006
<18	0,00	0,00 - 0,06	0,00	0,00 - 0,19
18-<30	0,00	0,00 - 6,11	0,06	0,00 - 1,43
30-<40	0,00	0,00 - 2,11	0,13	0,00 - 4,10
40-<50	0,06	0,00 - 4,15	0,14	0,00 - 4,12
50-<65	0,06	0,00 - 4,15	0,09	0,00 - 4,20
>=65	0,08	0,00 - 5,42	0,07	0,00 - 2,12

Fortsetzung Tab. 19:

	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,307	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,015
<18	0,00	0,00 - 4,68	0,00	0,00 - 4,26
18-<30	0,02	0,00 - 10,21	1,41	0,00 - 5,27
30-<40	1,10	0,00 - 9,67	3,33	0,00 - 9,75
40-<50	1,24	0,00 - 9,72	5,36	0,04 - 10,42
50-<65	2,09	0,00 - 11,14	3,94	0,00 - 9,45
>=65	2,35	0,00 - 10,79	3,54	0,00 - 8,89
	Hesperitin (mg/d)	0,105	Hesperitin (mg/d)	0,035
<18	8,51	1,04 - 16,81	13,20	7,26 - 36,66
18-<30	3,06	0,06 - 14,15	2,64	0,07 - 18,20
30-<40	0,63	0,00 - 15,31	6,48	0,28 - 19,70
40-<50	1,22	0,08 - 16,47	2,48	0,15 - 13,85
50-<65	2,79	0,03 - 17,34	3,88	0,75 - 17,64
>=65	0,54	0,00 - 8,95	3,50	0,22 - 17,97
	Phloretin (mg/d)	0,778	Phloretin (mg/d)	0,001
<18	2,69	0,00 - 7,23	0,00	0,00 - 8,49
18-<30	1,05	0,01 - 4,00	0,39	0,00 - 4,00
30-<40	1,70	0,00 - 4,78	1,84	0,41 - 4,41
40-<50	1,72	0,00 - 4,75	2,36	0,40 - 4,64
50-<65	1,64	0,07 - 4,39	2,56	1,08 - 5,28
>=65	2,48	0,37 - 5,05	3,19	1,86 - 5,32
	Σ Flavonoide (mg/d)	0,031	Σ Flavonoide (mg/d)	0,004
<18	42,86	28,30 - 69,88	73,97	39,76 - 194,00
18-<30	61,21	31,56 - 148,54	40,08	19,31 - 108,27
30-<40	40,29	23,65 - 121,27	46,45	32,11 - 113,68
40-<50	65,15	22,73 - 143,05	57,94	28,68 - 173,89
50-<65	76,65	32,80 - 179,05	79,18	39,73 - 201,09
>=65	82,84	29,31 - 164,12	68,10	42,40 - 171,60

Die **gesamte Flavonoidzufuhr** weist sowohl bei Männern, als auch bei Frauen, signifikante Unterschiede zwischen den Altersgruppen auf.

Fast alle untersuchten **Hydroxybenzoesäuren** unterscheiden sich in der Zufuhr bei Teilnehmern unterschiedlicher Altersgruppen signifikant voneinander. Der höchste Median der Zufuhr ist meist bei den Teilnehmern über 65 Jahren zu sehen (Tab. 20).

Bei den **Hydroxyzimtsäuren** unterscheidet sich der Median der Zufuhr nur bei der Kaffeesäure, der Sinapinsäure und der Summe der Hydroxybenzoesäuren in den verschiedenen Altersgruppen signifikant voneinander, allerdings sowohl bei den männlichen, als auch den weiblichen Teilnehmern. Der Median der Zufuhr bei Kaffeesäure liegt bei den Teilnehmern über 30 Jahren fast doppelt so hoch wie bei Teilnehmern unter 30 Jahren.

In der Gruppe der Männer steigt der Median der Zufuhr an der **Summe der Phenolsäuren** mit jeder höheren Altersgruppe an und liegt bei den über 65-Jährigen

4x höher als bei den unter 18-Jährigen. Bei den Frauen ist diese Tendenz nicht so ausgeprägt zu sehen. Die Angaben zu allen berechneten Phenolsäure-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 6).

Tab. 20: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

Altergruppen (Jahre)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Protocatechusäure (mg/d)			Protocatechusäure (mg/d)		
			0,010			<0,001
<18	0,11	0,05 - 0,22		0,03	0,00 - 0,51	
18-<30	0,11	0,00 - 1,40		0,14	0,04 - 0,60	
30-<40	0,15	0,02 - 0,85		0,37	0,04 - 1,13	
40-<50	0,18	0,04 - 1,69		0,72	0,12 - 1,45	
50-<65	0,47	0,05 - 1,65		0,32	0,06 - 1,16	
>=65	0,55	0,05 - 2,20		0,47	0,07 - 1,00	
	Vanillinsäure (mg/d)			Vanillinsäure (mg/d)		
			<0,001			0,094
<18	0,14	0,10 - 0,18		0,07	0,05 - 0,39	
18-<30	0,52	0,16 - 1,78		0,13	0,08 - 0,28	
30-<40	0,78	0,25 - 1,77		0,24	0,09 - 0,60	
40-<50	0,94	0,36 - 1,65		0,26	0,10 - 0,50	
50-<65	0,90	0,23 - 1,69		0,24	0,09 - 0,53	
>=65	0,98	0,44 - 1,52		0,19	0,08 - 0,50	
	Salicylsäure (mg/d)			Salicylsäure (mg/d)		
			<0,001			<0,001
<18	0,02	0,01 - 0,04		0,01	0,00 - 0,04	
18-<30	0,12	0,03 - 0,26		0,06	0,03 - 0,18	
30-<40	0,17	0,11 - 0,28		0,15	0,06 - 0,22	
40-<50	0,17	0,09 - 0,29		0,20	0,14 - 0,26	
50-<65	0,17	0,05 - 0,31		0,18	0,11 - 0,27	
>=65	0,19	0,13 - 0,26		0,17	0,09 - 0,21	
	Gentisinsäure (mg/d)			Gentisinsäure (mg/d)		
			<0,001			<0,001
<18	0,08	0,00 - 0,20		0,02	0,00 - 0,17	
18-<30	0,08	0,00 - 0,19		0,06	0,00 - 0,16	
30-<40	0,08	0,00 - 0,29		0,15	0,04 - 0,34	
40-<50	0,07	0,00 - 0,26		0,21	0,07 - 0,40	
50-<65	0,23	0,03 - 0,50		0,25	0,09 - 0,48	
>=65	0,19	0,06 - 0,52		0,38	0,09 - 0,53	
	Gallussäure (mg/d)			Gallussäure (mg/d)		
			0,286			<0,001
<18	0,15	0,01 - 0,39		0,05	0,00 - 1,00	
18-<30	0,20	0,00 - 6,89		0,27	0,03 - 0,76	
30-<40	0,30	0,02 - 1,20		0,48	0,04 - 2,82	
40-<50	0,36	0,01 - 4,49		0,61	0,18 - 4,33	
50-<65	0,33	0,02 - 3,47		0,31	0,06 - 2,77	
>=65	0,53	0,03 - 4,94		0,44	0,06 - 1,43	
	Syringasäure (mg/d)			Syringasäure (mg/d)		
			<0,001			<0,001
<18	0,19	0,11 - 1,83		0,39	0,07 - 1,14	
18-<30	1,10	0,36 - 2,78		0,45	0,14 - 0,99	
30-<40	1,18	0,33 - 2,83		1,20	0,34 - 2,36	
40-<50	1,04	0,55 - 2,38		1,37	0,48 - 2,66	
50-<65	1,86	0,94 - 3,03		1,46	0,62 - 3,69	
>=65	1,76	0,97 - 4,16		2,77	0,67 - 4,17	

Fortsetzung Tab. 20:

	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)		<0,001	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)		<0,001
<18	3,61	0,51 - 5,88		2,46	0,47 - 5,62	
18-<30	3,82	1,90 - 16,00		5,11	1,34 - 9,19	
30-<40	4,69	2,52 - 11,05		6,45	2,77 - 17,26	
40-<50	7,20	2,95 - 17,48		8,28	3,81 - 14,32	
50-<65	9,62	4,97 - 17,61		7,58	4,13 - 15,07	
>=65	10,60	4,63 - 17,98		7,88	4,71 - 15,84	
	Kaffeensäure (mg/d)		<0,001	Kaffeensäure (mg/d)		<0,001
<18	16,38	12,42 - 40,81		18,96	4,37 - 43,12	
18-<30	141,91	33,15 - 202,89		101,26	32,29 - 211,81	
30-<40	234,99	101,61 - 375,43		204,45	70,48 - 306,52	
40-<50	234,92	111,82 - 361,05		281,04	185,99 - 363,91	
50-<65	237,69	50,48 - 440,43		282,52	149,71 - 384,52	
>=65	249,22	146,70 - 359,61		244,52	139,85 - 313,82	
	Sinapinsäure (mg/d)		0,019	Sinapinsäure (mg/d)		0,018
<18	1,64	1,48 - 3,19		1,33	1,08 - 4,20	
18-<30	2,09	1,51 - 4,33		1,90	1,21 - 2,69	
30-<40	1,98	1,35 - 3,48		1,48	1,14 - 2,47	
40-<50	2,11	1,46 - 2,76		1,84	1,30 - 2,90	
50-<65	2,34	1,78 - 3,33		2,20	1,26 - 3,47	
>=65	2,61	1,79 - 3,74		1,87	1,07 - 3,32	
	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)		<0,001	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)		<0,001
<18	70,34	37,59 - 158,33		100,19	88,55 - 131,51	
18-<30	224,05	145,85 - 347,84		208,89	56,57 - 292,09	
30-<40	309,01	179,11 - 462,00		274,55	140,61 - 387,43	
40-<50	295,48	174,24 - 409,54		349,91	240,89 - 436,82	
50-<65	301,87	136,23 - 495,29		364,60	199,14 - 466,05	
>=65	322,85	212,84 - 406,06		286,00	186,31 - 402,17	
	Σ Phenolsäuren (mg/d)		<0,001	Σ Phenolsäuren (mg/d)		<0,001
<18	77,37	40,69 - 160,71		104,26	97,70 - 131,93	
18-<30	242,94	147,67 - 377,15		225,33	70,40 - 317,71	
30-<40	311,39	181,93 - 478,19		278,43	148,36 - 402,21	
40-<50	301,85	174,82 - 429,79		366,76	259,82 - 449,79	
50-<65	316,66	144,44 - 516,46		372,69	219,41 - 479,72	
>=65	346,00	241,67 - 423,38		298,18	191,16 - 413,97	

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren nach BMI-Gruppen

Der Test auf Unterschiede in der Zufuhr von **Flavonolen** nach BMI-Gruppen zeigt bei den Frauen signifikante Unterschiede für Quercetin, Isorhamnetin und für die Summe der Flavonole. Die Zufuhr an diesen Flavonolen ist bei den adipösen Teilnehmern höher als die der anderen BMI-Gruppen (Tab. 21).

Bei den **Flavonen** weist nur Apigenin Unterschiede in der Zufuhr bezogen auf die BMI-Gruppen auf. Dieser Unterschied ist allerdings nur bei den Frauen zu sehen. Der Median der Zufuhr ist bei adipösen Teilnehmerinnen fast doppelt so hoch wie bei Unter- und Normalgewichtigen.

Tab. 21: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen (kg/m²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen (kg/m ²)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Quercetin (mg/d)			Quercetin (mg/d)		
Untergewicht	3,52	3,27 - 9,62	0,199	7,27	4,32 - 12,18	0,003
Normalgewicht	6,25	3,90 - 10,21		6,72	4,03 - 12,17	
Übergewicht	7,22	4,45 - 12,47		7,48	3,42 - 13,33	
Adipositas	6,46	3,52 - 13,57		9,18	5,37 - 16,21	
	Isorhamnetin (mg/d)			Isorhamnetin (mg/d)		
Untergewicht	0,24	0,18 - 0,31	0,068	0,15	0,06 - 0,40	0,007
Normalgewicht	0,20	0,13 - 0,33		0,20	0,11 - 0,36	
Übergewicht	0,26	0,15 - 0,41		0,22	0,09 - 0,42	
Adipositas	0,24	0,13 - 0,46		0,29	0,13 - 0,46	
	Σ Flavonole (mg/d)			Σ Flavonole (mg/d)		
Untergewicht	4,50	3,95 - 14,64	0,167	9,43	4,88 - 17,35	0,011
Normalgewicht	8,41	5,43 - 16,06		9,07	5,33 - 17,53	
Übergewicht	9,76	6,43 - 16,90		10,06	5,62 - 17,42	
Adipositas	9,67	5,15 - 19,20		11,04	7,17 - 24,85	
	Apigenin			Apigenin		
Untergewicht	0,73	0,29 - 1,28	0,452	0,86	0,09 - 2,58	0,049
Normalgewicht	0,89	0,25 - 2,15		0,85	0,24 - 2,17	
Übergewicht	1,16	0,29 - 2,17		1,21	0,29 - 3,31	
Adipositas	0,86	0,28 - 2,02		1,60	0,38 - 3,26	
	Cyanidin			Cyanidin		
Untergewicht	1,19	0,00 - 4,36	0,002	0,75	0,00 - 6,36	0,331
Normalgewicht	0,00	0,00 - 1,06		0,38	0,00 - 2,85	
Übergewicht	0,48	0,00 - 2,21		0,26	0,00 - 3,22	
Adipositas	0,00	0,00 - 1,22		0,15	0,00 - 3,58	
	Delphinidin			Delphinidin		
Untergewicht	0,01	0,01 - 0,26	0,011	0,08	0,00 - 0,60	0,541
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,30		0,06	0,00 - 0,50	
Übergewicht	0,05	0,00 - 1,04		0,07	0,00 - 0,49	
Adipositas	0,00	0,00 - 0,49		0,02	0,00 - 0,36	
	Peonidin			Peonidin		
Untergewicht	0,13	0,01 - 0,54	0,005	0,06	0,00 - 0,96	0,189
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,62		0,11	0,00 - 0,94	
Übergewicht	0,11	0,00 - 1,48		0,20	0,00 - 0,95	
Adipositas	0,00	0,00 - 0,48		0,10	0,00 - 0,55	
	Petunidin			Petunidin		
Untergewicht	0,00	0,00 - 0,46	0,029	0,01	0,00 - 1,04	0,438
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,10		0,01	0,00 - 0,78	
Übergewicht	0,01	0,00 - 1,75		0,01	0,00 - 0,99	
Adipositas	0,00	0,00 - 0,57		0,00	0,00 - 0,61	
	Malvidin			Malvidin		
Untergewicht	0,04	0,01 - 1,88	0,010	0,17	0,00 - 4,17	0,355
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,46		0,08	0,00 - 3,20	
Übergewicht	0,07	0,00 - 6,89		0,15	0,00 - 4,06	
Adipositas	0,00	0,00 - 2,35		0,06	0,00 - 2,49	
	Σ Anthocyanidine			Σ Anthocyanidine		
Untergewicht	4,01	0,06 - 7,98	0,007	3,62	0,00 - 9,17	0,501
Normalgewicht	0,01	0,00 - 7,10		2,39	0,00 - 9,83	
Übergewicht	2,55	0,00 - 12,35		3,87	0,05 - 8,70	
Adipositas	0,04	0,00 - 6,60		1,82	0,00 - 7,38	

Fortsetzung Tab. 21:

	Naringenin (mg/d)		0,029	Naringenin (mg/d)		0,418
Untergewicht	1,70	0,00 - 5,01		2,20	0,52 - 5,60	
Normalgewicht	1,01	0,01 - 3,55		1,33	0,06 - 4,39	
Übergewicht	0,35	0,00 - 2,39		0,61	0,04 - 3,91	
Adipositas	0,05	0,00 - 1,43		0,48	0,04 - 2,66	

In der Gruppe der Männer liegen bei allen **Anthocyanidinen** und der Summe dieser signifikante Unterschiede zwischen den BMI-Gruppen vor. Unter- und übergewichtige Teilnehmer weisen die höchste Zufuhr an Anthocyanidinen auf (Median der Summe der Anthocyanidine: 4,01 und 2,55 mg/d).

Bei den **Flavanonen** unterscheidet sich bei den männlichen Probanden die Zufuhr von Naringenin in den verschiedenen BMI-Gruppen signifikant voneinander. Untergewichtige Teilnehmer nehmen 34x mehr Naringenin auf als Adipöse und fast 5x mehr als Übergewichtige. Die Angaben zu allen berechneten Flavonoid-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 7).

Bei beiden Geschlechtern unterscheidet sich die Zufuhr von Salicylsäure in den BMI-Gruppen hochsignifikant voneinander (Tab. 22). Bei den Männern finden sich zusätzlich signifikante Unterschiede für die Zufuhr von Vanillinsäure, Ellagsäure, Syringasäure und der Summe der **Hydroxybenzoesäuren**. Bei den Frauen ist dagegen ein weiterer hochsignifikanter Unterschied bei der Zufuhr von Gentisinsäure zu sehen. Die Zufuhr von Kaffeesäure unterscheidet sich in den verschiedenen BMI-Gruppen sowohl bei den Männern als auch den Frauen hochsignifikant voneinander. Der höchste Median der Zufuhr ist bei den adipösen Teilnehmern zu sehen, dagegen ist die Aufnahme bei den Untergewichtigen sehr gering. Dieser Unterschied ist auch bei der Summe der **Hydroxizimtsäuren** zu sehen. Weiterhin unterscheidet sich die Zufuhr bei den Frauen bei der p-Cumarsäure signifikant zwischen den BMI-Gruppen.

Auch die **gesamte Phenolsäurezufuhr** bei Männern und Frauen der BVS II nach BMI-Gruppen unterscheidet sich signifikant voneinander. Adipöse Teilnehmer nehmen doppelt so viel Phenolsäuren zu sich wie Untergewichtige. Die Angaben zu allen berechneten Phenolsäure-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 8).

Tab. 22: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen (kg/m²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen (kg/m ²)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Vanillinsäure			Vanillinsäure		
			0,002			0,106
Untergewicht	0,17	0,09 - 0,54		0,22	0,07 - 1,10	
Normalgewicht	0,49	0,18 - 1,28		0,21	0,08 - 0,50	
Übergewicht	0,93	0,35 - 1,82		0,20	0,08 - 0,48	
Adipositas	0,92	0,15 - 1,75		0,14	0,09 - 0,40	
	Salicylsäure			Salicylsäure		
			<0,001			<0,001
Untergewicht	0,02	0,01 - 0,07		0,05	0,00 - 0,13	
Normalgewicht	0,11	0,02 - 0,22		0,15	0,05 - 0,24	
Übergewicht	0,18	0,11 - 0,29		0,17	0,10 - 0,25	
Adipositas	0,22	0,12 - 0,28		0,18	0,09 - 0,25	
	Gentisinsäure			Gentisinsäure		
			0,476			0,001
Untergewicht	0,17	0,01 - 0,30		0,15	0,02 - 0,24	
Normalgewicht	0,10	0,00 - 0,29		0,14	0,02 - 0,40	
Übergewicht	0,14	0,02 - 0,36		0,18	0,04 - 0,40	
Adipositas	0,06	0,00 - 0,41		0,32	0,12 - 0,53	
	Ellagsäure			Ellagsäure		
			0,010			0,835
Untergewicht	3,32	0,33 - 3,76		2,49	0,96 - 5,98	
Normalgewicht	1,03	0,06 - 4,93		2,07	0,45 - 5,55	
Übergewicht	2,98	0,38 - 6,86		2,16	0,37 - 4,60	
Adipositas	1,61	0,00 - 3,34		1,58	0,33 - 5,99	
	Syringasäure			Syringasäure		
			0,003			0,050
Untergewicht	0,69	0,15 - 0,97		1,10	0,26 - 1,77	
Normalgewicht	1,10	0,35 - 2,38		1,16	0,24 - 2,65	
Übergewicht	1,72	0,67 - 2,96		1,34	0,30 - 2,91	
Adipositas	1,35	0,69 - 2,51		1,93	0,55 - 3,69	
	Σ Hydroxybenzoesäuren			Σ Hydroxybenzoesäuren		
			0,005			0,890
Untergewicht	4,76	1,41 - 11,21		7,91	1,71 - 14,35	
Normalgewicht	5,15	2,13 - 12,07		6,75	2,60 - 15,20	
Übergewicht	8,09	3,87 - 21,56		7,85	3,69 - 13,40	
Adipositas	6,27	3,78 - 12,23		6,75	3,66 - 10,66	
	Kaffeensäure			Kaffeensäure		
			<0,001			<0,001
Untergewicht	17,39	11,86 - 81,93		52,86	11,86 - 181,40	
Normalgewicht	124,88	23,78 - 263,91		211,53	75,88 - 315,01	
Übergewicht	239,13	123,47 - 392,94		250,15	146,02 - 363,24	
Adipositas	303,85	170,79 - 420,27		260,46	143,34 - 357,26	
	p-Cumarsäure			p-Cumarsäure		
			0,151			0,017
Untergewicht	6,10	4,84 - 41,31		12,45	6,18 - 32,54	
Normalgewicht	6,35	3,20 - 12,64		6,39	3,22 - 16,27	
Übergewicht	6,46	3,75 - 22,08		6,56	2,98 - 22,78	
Adipositas	5,15	2,44 - 7,89		5,58	2,89 - 11,37	
	Σ Hydroxyzimtsäuren			Σ Hydroxyzimtsäuren		
			<0,001			0,005
Untergewicht	184,42	65,29 - 202,70		136,96	89,91 - 254,86	
Normalgewicht	204,22	102,36 - 360,92		270,30	137,89 - 399,25	
Übergewicht	299,03	197,23 - 497,52		314,72	199,45 - 438,64	
Adipositas	355,94	227,74 - 474,70		322,22	196,75 - 433,87	
	Σ Phenolsäuren			Σ Phenolsäuren		
			<0,001			0,006
Untergewicht	189,34	69,81 - 211,00		150,47	102,41 - 256,70	
Normalgewicht	216,73	114,18 - 380,83		282,56	150,91 - 410,33	
Übergewicht	324,04	218,75 - 516,26		328,39	207,36 - 454,72	
Adipositas	370,77	233,96 - 486,76		328,47	203,02 - 441,81	

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren nach Jahreszeit

Signifikante Unterschiede in der Zufuhr von Flavonolen bei Männern und Frauen der BVS II nach Jahreszeit (Frühjahr, Sommer, Herbst, Winter) liegen für Quercetin und die Summe der Flavonole vor (Tab. 23).

Tab. 23: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

Jahreszeit	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Kämpferol (mg/d)			Kämpferol (mg/d)		
Frühling	0,56	0,31 - 3,26	0,152	0,56	0,30 - 1,87	0,031
Sommer	1,48	0,26 - 5,50		1,17	0,46 - 4,16	
Herbst	0,47	0,25 - 1,87		0,53	0,24 - 3,06	
Winter	0,50	0,24 - 2,97		1,21	0,37 - 3,81	
	Quercetin (mg/d)			Quercetin (mg/d)		
Frühling	6,57	4,04 - 12,11	0,006	6,15	3,86 - 10,89	0,019
Sommer	8,70	5,77 - 14,13		11,14	4,85 - 16,68	
Herbst	5,56	3,04 - 9,99		6,86	4,11 - 11,90	
Winter	7,59	3,76 - 12,28		9,19	4,96 - 12,72	
	Myricetin (mg/d)			Myricetin (mg/d)		
Frühling	0,95	0,44 - 2,16	0,210	0,58	0,35 - 1,42	0,012
Sommer	1,23	0,88 - 2,73		1,47	0,56 - 2,54	
Herbst	0,90	0,60 - 1,72		0,87	0,46 - 1,49	
Winter	0,95	0,46 - 2,27		0,74	0,36 - 1,85	
	Isorhamnetin (mg/d)			Isorhamnetin (mg/d)		
Frühling	0,24	0,13 - 0,41	0,185	0,23	0,13 - 0,39	0,011
Sommer	0,28	0,14 - 0,44		0,24	0,14 - 0,47	
Herbst	0,19	0,13 - 0,36		0,17	0,09 - 0,35	
Winter	0,24	0,15 - 0,36		0,21	0,09 - 0,40	
	Σ Flavonole (mg/d)			Σ Flavonole (mg/d)		
Frühling	8,41	5,56 - 17,41	0,010	8,27	5,11 - 14,69	0,013
Sommer	13,52	8,63 - 21,64		14,00	7,17 - 24,79	
Herbst	7,82	4,56 - 13,28		9,00	5,31 - 14,86	
Winter	10,13	5,93 - 17,53		11,08	7,06 - 18,90	
	Catechin (mg/d)			Catechin (mg/d)		
Frühling	3,38	1,25 - 9,99	0,062	3,28	1,23 - 6,69	0,001
Sommer	6,47	2,60 - 14,29		8,29	3,25 - 14,96	
Herbst	2,61	0,99 - 9,00		5,31	1,83 - 9,44	
Winter	5,71	1,85 - 14,60		4,71	1,71 - 9,11	
	Epicatechin (mg/d)			Epicatechin (mg/d)		
Frühling	9,17	3,29 - 17,07	0,044	7,29	3,05 - 15,75	<0,001
Sommer	12,62	7,05 - 23,00		15,64	6,60 - 28,07	
Herbst	6,31	2,54 - 17,81		9,93	5,17 - 18,00	
Winter	12,31	6,03 - 18,51		11,25	6,18 - 18,53	
	Epicatechin-3-gallat			Epicatechin-3-gallat		
Frühling	0,00	0,00 - 14,22	0,021	0,00	0,00 - 0,63	0,023
Sommer	0,00	0,00 - 27,74		0,69	0,00 - 28,57	
Herbst	0,00	0,00 - 2,43		0,00	0,00 - 13,29	
Winter	0,00	0,00 - 0,10		0,00	0,00 - 17,28	

Fortsetzung Tab. 23:

	Gallocatechin (mg/d)	0,002	Gallocatechin (mg/d)	0,617
Frühling	0,00	0,00 - 1,76	0,00	0,00 - 0,00
Sommer	0,00	0,00 - 2,20	0,00	0,00 - 1,46
Herbst	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,15
Winter	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 1,35
	Epigallocatechin (mg/d)	0,006	Epigallocatechin (mg/d)	0,093
Frühling	0,00	0,00 - 20,07	0,00	0,00 - 0,09
Sommer	0,00	0,00 - 39,10	0,00	0,00 - 33,26
Herbst	0,00	0,00 - 2,44	0,00	0,00 - 15,25
Winter	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 23,53
	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)	0,015	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)	0,052
Frühling	0,00	0,00 - 22,55	0,00	0,00 - 0,00
Sommer	0,00	0,00 - 44,12	0,00	0,00 - 52,48
Herbst	0,00	0,00 - 2,68	0,00	0,00 - 21,60
Winter	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 26,98
	Σ Catechine (mg/d)	0,076	Σ Catechine (mg/d)	<0,001
Frühling	17,84	5,16 - 88,06	12,02	4,89 - 40,53
Sommer	31,13	16,36 - 136,87	33,93	13,58 - 163,88
Herbst	15,33	3,92 - 52,36	19,75	10,38 - 78,94
Winter	22,14	9,42 - 46,35	18,66	11,04 - 110,17
	Luteolin (mg/d)	0,001	Luteolin (mg/d)	0,007
Frühling	0,18	0,07 - 0,41	0,29	0,09 - 0,57
Sommer	0,25	0,12 - 0,85	0,23	0,08 - 0,57
Herbst	0,11	0,04 - 0,42	0,14	0,04 - 0,51
Winter	0,15	0,04 - 0,35	0,18	0,07 - 0,44
	Σ Flavone (mg/d)	0,049	Σ Flavone (mg/d)	0,186
Frühling	1,23	0,63 - 2,17	1,75	0,63 - 2,17
Sommer	1,92	0,71 - 4,48	1,34	0,71 - 4,48
Herbst	1,31	0,32 - 2,02	1,32	0,32 - 2,02
Winter	1,26	0,40 - 2,56	1,52	0,40 - 2,56
	Cyanidin (mg/d)	0,012	Cyanidin (mg/d)	0,005
Frühling	0,42	0,00 - 3,82	1,60	0,00 - 5,01
Sommer	0,00	0,00 - 0,46	0,35	0,00 - 2,95
Herbst	0,00	0,00 - 0,79	0,20	0,00 - 1,63
Winter	0,21	0,00 - 1,45	0,15	0,00 - 1,93
	Delphinidin (mg/d)	0,735	Delphinidin (mg/d)	0,045
Frühling	0,01	0,00 - 0,17	0,02	0,00 - 0,15
Sommer	0,00	0,00 - 0,86	0,10	0,00 - 0,98
Herbst	0,00	0,00 - 0,49	0,14	0,00 - 0,65
Winter	0,01	0,00 - 0,80	0,05	0,00 - 0,31
	Petunidin (mg/d)	0,740	Petunidin (mg/d)	0,001
Frühling	0,00	0,00 - 0,05	0,00	0,00 - 0,14
Sommer	0,00	0,00 - 1,76	0,02	0,00 - 1,99
Herbst	0,00	0,00 - 0,97	0,03	0,00 - 1,20
Winter	0,00	0,00 - 1,64	0,01	0,00 - 0,60
	Malvidin (mg/d)	0,802	Malvidin (mg/d)	0,020
Frühling	0,05	0,00 - 0,32	0,05	0,00 - 0,51
Sommer	0,02	0,00 - 6,04	0,22	0,00 - 7,00
Herbst	0,01	0,00 - 3,66	0,19	0,00 - 4,92
Winter	0,05	0,00 - 6,67	0,08	0,00 - 2,43

Fortsetzung Tab. 23:

	Naringenin		0,139	Naringenin		0,023
Frühling	0,78	0,02 - 2,09		0,77	0,22 - 3,41	
Sommer	0,05	0,00 - 2,14		0,75	0,06 - 2,42	
Herbst	0,27	0,00 - 2,39		0,57	0,01 - 3,34	
Winter	1,15	0,00 - 6,78		1,61	0,08 - 7,52	
	Σ Flavanone		0,076	Σ Flavanone		0,037
Frühling	5,02	0,16 - 15,25		6,37	1,15 - 17,04	
Sommer	0,21	0,00 - 14,47		4,27	0,44 - 16,27	
Herbst	1,95	0,03 - 14,95		3,54	0,17 - 19,30	
Winter	5,95	0,00 - 34,22		10,33	0,33 - 40,51	
	Σ Flavonoide		0,033	Σ Flavonoide		0,012
Frühling	54,54	27,67 - 135,83		49,07	24,18 - 103,73	
Sommer	79,39	37,91 - 164,12		96,22	40,75 - 231,37	
Herbst	48,40	20,96 - 113,87		58,81	32,55 - 128,58	
Winter	76,20	34,74 - 150,65		77,77	37,69 - 153,20	

In der Gruppe der Frauen unterscheidet sich in den verschiedenen Jahreszeiten zusätzlich die Zufuhr von Kämpferol, Myricetin und Isorhamnetin signifikant. Der Median der Zufuhr der **Flavonole** ist meist im Sommer am höchsten.

Bei den **Catechinen** unterscheiden sich sowohl die einzelnen Catechine als auch die Summe dieser in den verschiedenen Jahreszeiten signifikant voneinander. Auch bei den Catechinen ist im Sommer die Zufuhr am höchsten.

Signifikante Unterschiede in den verschiedenen Jahreszeiten sind auch für die Luteolinzufuhr zu finden. In der Gruppe der Männer gibt es auch Ungleichheiten in der Zufuhr der Summe der **Flavone**. Während jedoch der Median der Zufuhr bei den Männern im Sommer am höchsten ist, ist dieser bei den Frauen im Frühling am höchsten.

Die Zufuhr von Cyanidin (ein **Anthocyanidin**) ist im Frühling am größten und weist für beide Geschlechter signifikante Unterschiede auf. Zusätzlich unterscheidet sich bei den Frauen die Zufuhr von Delphinidin, Petunidin und Malvidin nach Jahreszeit signifikant voneinander. Bei diesen Substanzen ist die Zufuhr im Sommer und Herbst am größten.

Naringenin wird verstärkt im Winter zugeführt und unterscheidet sich in der Gruppe der Frauen signifikant in der Zufuhr in den verschiedenen Jahreszeiten voneinander. Der gleiche Effekt ist für die Summe der **Flavanone** zu sehen.

Der höchste Median der Zufuhr an der **Summe der Flavonoide** ist im Sommer zu sehen und es liegen signifikante Unterschiede für die verschiedenen Jahreszeiten bei Männern und Frauen vor. Bei den Frauen ist die Zufuhr im Sommer fast doppelt so hoch wie im Frühling. Die Angaben zu allen berechneten Flavonoid-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 9).

Tab. 24: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

Jahreszeit	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	p-Hydroxybenzoesäure			p-Hydroxybenzoesäure		
Frühling	0,10	0,01 - 0,24	0,021	0,13	0,03 - 0,34	0,008
Sommer	0,03	0,01 - 0,11		0,08	0,01 - 0,15	
Herbst	0,05	0,01 - 0,17		0,06	0,01 - 0,13	
Winter	0,09	0,01 - 0,18		0,06	0,01 - 0,18	
	Ellagsäure			Ellagsäure		
Frühling	3,00	0,33 - 5,87	0,038	3,32	0,74 - 7,16	0,014
Sommer	0,89	0,00 - 3,22		2,02	0,28 - 4,85	
Herbst	1,15	0,16 - 5,40		1,97	0,33 - 5,15	
Winter	2,13	0,37 - 5,78		1,50	0,32 - 3,54	
	Syringasäure			Syringasäure		
Frühling	1,12	0,47 - 2,51	0,079	0,64	0,14 - 2,13	0,001
Sommer	1,88	0,72 - 2,82		1,93	0,22 - 3,95	
Herbst	1,16	0,39 - 2,44		1,33	0,42 - 2,74	
Winter	1,83	0,72 - 3,41		1,38	0,63 - 2,85	
	Ferulasäure			Ferulasäure		
Frühling	46,59	26,07 - 66,74	0,003	42,77	29,30 - 58,57	0,025
Sommer	48,92	34,59 - 70,98		59,30	35,59 - 83,91	
Herbst	51,41	39,64 - 105,15		49,21	33,97 - 70,59	
Winter	40,85	21,69 - 79,09		42,86	21,91 - 68,88	
	Sinapinsäure			Sinapinsäure		
Frühling	2,13	1,50 - 3,20	0,334	1,63	1,10 - 2,35	0,001
Sommer	2,31	1,58 - 4,27		2,12	1,56 - 3,93	
Herbst	2,34	1,64 - 3,64		2,23	1,29 - 3,36	
Winter	2,17	1,49 - 3,21		1,66	1,07 - 2,74	
	Σ Hydroxyzimtsäuren			Σ Hydroxyzimtsäuren		
Frühling	237,21	121,81 - 405,21	0,019	290,53	166,84 - 411,33	0,294
Sommer	277,53	144,67 - 514,88		324,54	138,52 - 494,69	
Herbst	342,16	190,16 - 498,17		285,27	186,32 - 403,35	
Winter	274,20	135,79 - 393,69		267,36	132,87 - 412,18	
	Σ Phenolsäuren			Σ Phenolsäuren		
Frühling	241,61	129,81 - 415,91	0,025	294,85	177,51 - 440,62	0,244
Sommer	282,64	161,41 - 517,17		350,10	153,57 - 500,45	
Herbst	366,64	205,49 - 511,00		295,88	201,91 - 411,32	
Winter	293,19	143,00 - 428,33		271,49	140,46 - 421,88	

Bei den **Hydroxybenzoesäuren** unterscheiden sich die p-Hydroxybenzoesäure und die Ellagsäure in der Zufuhr nach Jahreszeiten signifikant voneinander (Tab. 24). Dazu finden sich bei den Frauen Unterschiede in der Zufuhr von Syringasäure. Während die Ellag- und die p-Hydroxybenzoesäure vor allem im Frühling vermehrt über die Nahrung zugeführt werden, ist die Zufuhr der Syringasäure im Sommer und Winter am höchsten.

In der Stoffgruppe der **Hydroxyzimtsäuren** zeigen sich Unterschiede nach Jahreszeiten für die Ferulasäure, in der Gruppe der Männer zusätzlich für die Summe der Hydroxyzimtsäuren und bei den Frauen ebenso für die Sinapinsäure.

Die Zufuhr der Summe an Phenolsäuren bei männlichen Teilnehmern ist im Median im Herbst am größten und weist signifikante Unterschiede auf. Bei der Zufuhr der Summe an Phenolsäuren bei Frauen liegen dagegen keine Unterschiede nach Jahreszeit vor. Die Angaben zu allen berechneten Phenolsäure-Zufuhrwerten sind im **Anhang** zu finden (**A Tab. 10**).

Lebensmittelquellen der Polyphenolzufuhr

Im Folgenden wird die Flavonoid- und Phenolsäurezufuhr in der bayerischen Bevölkerung prozentual auf einzelne Lebensmittelgruppen aufgeteilt. Dadurch soll deren Anteil an der Polyphenolzufuhr bestimmt werden. Dargestellt werden nur die Lebensmittelgruppen, die mehr als 5% an Flavonoiden oder Phenolsäuren aufweisen. Die nachstehenden Tabellen zu Lebensmittelquellen der Polyphenolzufuhr enthalten nicht gewichtete Werte.

Flavonoide werden in Bayern zu 63,9% über Schwarz- und Grüntee aufgenommen (Tab. 25). Obst liefert einen Anteil von 14,8%, Obst- und Gemüsesäfte 7,4% und Wein 5,0% der Gesamtflavonoide.

Flavonole werden hauptsächlich über Schwarz- und Grüntee (38,2%), Obst (22,6%, davon 17,8% über Äpfel) und Gemüse (17,1%, davon 5,8% über Zwiebeln) aufgenommen. Hauptlieferant an Kämpferol ist Schwarz- und Grüntee (70,4%), an Quercetin Obst (32,1%), an Myricetin Schwarz- und Grüntee (50,1%) und an Isorhamnetin Gemüse (47,4%).

Tab. 25: Prozentuale Verteilung der Flavonoidzufuhr auf Lebensmittelgruppen im gesamten Studienkollektiv der BVS II (n=800), ungewichtet

Flavonoide	Gemüse (%)	Zwiebeln & Knoblauch (%)	Obst (%)	Äpfel (%)	Gewürze & Kräuter (%)	Getreide & -produkte (%)	Schokolade & -produkte (%)	Kuchen & Gebäck (%)
Kämpferol	17,8	0,4	1,6	26,1	1,7	0,1	---	0,4
Quercetin	17,4	7,3	32,1	0,0	0,6	0,9	0,5	2,6
Myricetin	8,2	0,0	1,9	0,0	0,8	0,2	---	0,0
Isorhamnetin	47,4	28,6	5,1	0,0	16,9	1,2	---	0,8
Σ Flavonole	17,1	5,8	22,6	17,8	1,2	0,7	0,4	1,8
Catechin	0,1	0,0	18,2	7,5	0,0	1,4	3,4	2,9
Epicatechin	0,1	0,0	36,5	31,4	0,0	0,6	5,8	4,5
Epicatechin-3-gallat	0,2	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Gallocatechin	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Epigallocatechin	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epigallocatechin-3-gallat	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Σ Catechine	0,2	0,0	6,8	5,1	0,0	0,2	1,1	0,9
Apigenin	2,9	0,0	0,0	0,0	35,3	5,5	---	0,0
Luteolin	39,0	0,0	11,0	0,0	4,5	1,6	---	2,2
Σ Flavone	7,7	0,0	1,5	0,0	31,2	5,0	---	0,3
Cyanidin	---	0,0	55,7	0,0	0,0	0,0	---	27,1
Delphinidin	---	0,0	60,0	0,0	0,0	---	---	0,4
Peonidin	---	0,0	34,4	0,0	0,0	---	---	4,6
Petunidin	---	0,0	32,2	0,0	0,0	---	---	---
Malvidin	---	0,0	27,6	0,0	0,0	0,0	---	0,2
Σ Anthocyanidine	---	0,0	42,4	0,0	0,0	0,0	---	11,3
Naringenin	0,0	0,0	52,4	0,1	0,0	---	---	1,5
Hesperitin	0,0	0,0	38,2	0,1	0,0	0,0	---	2,7
Σ Flavanone	0,0	0,0	41,9	0,1	0,0	0,0	---	2,4
Phloretin	---	0,0	40,0	41,1	0,0	0,3	---	2,9
Σ Flavanoide	2,0	0,6	14,8	6,3	0,7	0,3	0,8	1,7

Fortsetzung Tab. 25: Prozentuale Verteilung der Flavonoidzufuhr auf Lebensmittelgruppen im gesamten Studienkollektiv der BVS II (n=800), ungewichtet

Flavonoide	Suppen und Soßen (%)	Kaffee (%)	Schwarz- & Grüntee (%)	Obst- & Gemüsesäfte (%)	Wein (%)	Bier (%)	Cocktails & Punsch (%)
Kämpferol	4,0	0,0	70,4	0,1	0,7	0,0	0,1
Quercetin	2,5	1,8	29,5	4,7	2,7	0,8	0,3
Myricetin	1,8	10,3	50,1	6,7	13,0	4,6	1,6
Isorhamnetin	21,2	---	---	0,1	1,7	---	0,2
Σ Flavonole	4,0	2,5	38,2	4,1	3,6	1,1	0,4
Catechin	0,0	0,0	33,1	1,4	33,6	0,0	4,0
Epicatechin	0,0	0,0	37,4	3,0	9,5	0,0	1,1
Epicatechin-3-gallat	0,0	0,0	98,6	0,0	0,0	0,0	0,0
Gallocatechin	0,0	0,0	97,4	0,0	0,0	0,0	0,0
Epigallocatechin	0,0	0,0	99,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Epigallocatechin-3-gallat	0,0	0,0	99,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Σ Catechine	0,0	0,0	85,0	0,5	3,9	0,0	0,5
Apigenin	50,3	0,0	3,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Luteolin	18,3	0,0	21,6	0,2	0,0	0,0	0,0
Σ Flavone	46,1	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0
Cyanidin	0,0	---	---	---	2,6	---	0,3
Delphinidin	0,1	---	---	---	32,0	---	4,0
Peonidin	0,1	---	---	---	51,7	---	6,5
Petunidin	0,1	---	---	---	59,6	---	7,5
Malvidin	0,1	---	---	---	63,4	---	7,9
Σ Anthocyanidine	0,1	---	---	---	35,3	---	4,4
Naringenin	0,1	---	2,1	43,3	---	---	---
Hesperitin	0,2	---	6,4	51,5	---	---	---
Σ Flavanone	0,2	---	5,3	49,3	---	---	---
Florletin	---	---	---	56,3	0,1	0,4	---
Σ Flavonoide	1,3	0,2	63,9	7,4	5,0	0,1	0,6

Die **Catechinaufnahme** erfolgt fast ausschließlich über Schwarz- und Grüntee (85,0%), auf Obst entfallen insgesamt 6,8%. Catechin und Epicatechin werden auch über Obst, Wein und Schokolade konsumiert. Bei Epicatechin-3-gallat, Gallocatechin, Epigallocatechin und Epigallocatechin-3-gallat liegt der prozentuale Zufuhranteil von Schwarz- und Grüntee bei jeweils über 97%.

Flavone werden größtenteils über Suppen und Soßen (46,1%) und Gewürze und Kräuter (31,2%) aufgenommen. Gemüse, Tee und Getreide liegen anteilig unter 10%. Apigenin wird analog der Lebensmittelgruppen der Flavone zugeführt, bei Luteolin erfolgt die Zufuhr vor allem über Gemüse (39,0%) und Tee (21,6%).

Das Gros der **Anthocyanidine** wird mit 42,4% über Obst, 35,3% über Wein sowie 11,3% über Kuchen und Gebäck aufgenommen. Bei Cyanidin ist die Zufuhr über Kuchen und Gebäck vergleichsweise hoch, die über Wein gering.

Obst- und Gemüsesäfte und Obst (Zitrusfrüchte und deren Säfte) stellen mit 49,3% und 42,0% die Hauptzufuhrquellen der **Flavanone**.

Phloretin wird mit 56,3% durch Obst- und Gemüsesäfte (hauptsächlich Apfelsaft) und 40,1% durch Obst (Äpfel) konsumiert.

Phenolsäuren werden in Bayern zu 73,1% über Kaffee zugeführt (Tab 26). Weitere 8,8% bzw. 6,3% entfallen auf Getreide und Getreideprodukte bzw. Brot. Diese Verteilung trifft auch in ähnlicher Verteilung auf die **Hydroxyzimtsäuren** zu, die den Hauptanteil der Phenolsäuren stellen. Bei der Kaffeesäure erfolgt die Zufuhr zu 92,5% über Kaffee. Getreide und Getreideprodukte liefern hauptsächlich p-Cumarsäure (66,9%). Ferulasäure wird zu nahezu gleichen Teilen über Brot (33,1%), Getreide und Getreideprodukte (32,2%) sowie Kaffee (29,7%) konsumiert. Für Sinapinsäure ist Brot die Hauptlebensmittelquelle in Bayern (68,5%).

Tab. 26: Prozentuale Verteilung der Phenolsäurezufuhr im gesamten Studienkollektiv der BVS II (n=800) auf einzelne Lebensmittelgruppen, ungewichtet

Phenolsäuren	Gemüse (%)	Obst (%)	Nüsse & Samen (%)	Getreide & -produkte (%)	Brot (%)	Kuchen & Gebäck (%)	Obst- & Gemüsesäfte (%)	Kaffee (%)	Wein (%)	Bier (%)	Cocktails & Punsch (%)
p-OH-Benzoessäure	0,3	39,5	---	7,1	2,5	18,7	11,2	---	11,4	---	1,4
Protocatechusäure	2,0	6,7	---	0,0	0,0	3,9	4,2	---	74,8	0,0	6,3
Vanillinensäure	2,2	6,6	---	3,4	5,3	3,9	---	---	23,6	47,3	3,0
Salicylsäure	4,5	1,3	---	0,1	---	0,5	---	82,6	9,0	0,0	1,2
Gentisinsäure	1,8	79,9	---	0,4	---	11,3	---	---	3,5	---	0,2
Gallussäure	1,2	0,5	---	0,2	---	0,3	6,2	---	81,4	0,0	9,9
Ellagsäure	---	26,5	33,3	---	---	14,7	2,2	---	11,6	---	1,5
Syringasäure	2,1	66,9	---	1,6	1,8	5,4	---	---	12,4	7,3	1,6
Σ OH-Benzoessäuren	0,9	26,8	16,6	0,5	0,6	9,2	2,7	1,1	29,1	3,4	3,4
Kaffeensäure	1,2	4,0	---	0,0	---	0,3	1,0	92,5	0,1	0,0	0,0
p-Cumarsäure	4,6	8,9	---	66,9	5,9	1,2	5,6	---	2,5	0,8	0,3
Ferulasäure	0,9	0,6	---	32,2	33,1	1,1	0,2	29,7	0,1	0,4	0,0
Sinapinsäure	8,6	0,0	---	9,9	68,5	4,7	1,5	---	2,8	1,3	0,1
Σ OH-Zimtsäuren	1,4	3,6	---	9,1	6,6	0,5	1,1	76,1	0,3	0,1	0,0
Σ Phenolsäuren	1,3	4,6	0,7	8,8	6,3	0,9	1,2	73,1	1,4	0,3	0,2

Die **Hydroxybenzoesäureaufnahme** verteilt sich zu 29,1% auf Wein, 26,8% auf Obst, 16,6% auf Nüsse und Samen sowie weitere 9,2% auf Kuchen und Gebäck.

Die Stoffe p-Hydroxybenzoe-, Gentisin- und Syringasäure werden vor allem durch Obst zugeführt (39,5; 79,9; 66,9%). Protocatechu- und Gallussäure werden hauptanteilig durch Wein aufgenommen (74,8% bzw. 81,4%).

Vanillinsäure wird in Bayern im Gros durch Bier (47,3%), aber auch durch Wein (23,6%) zugeführt. Die Salicylsäurezufuhr wird zu über 80% durch Kaffee gedeckt und Ellagsäure zu 33,3% über Nüssen und Samen sowie 26,5% über Obst.

3.1.4 Zufuhr von Fettsäuren

Die mittlere Zufuhr an Myristinsäure C14:0 lag bei Männern bzw. Frauen bei 4,7 bzw. 3,7 g/d, Palmitinsäure C16:0 bei 20,4 bzw. 14,8 g/d, Hexadecensäure C16:1 bei 2,3 bzw. 1,6 g/d, Stearinsäure C18:0 bei 9,0 bzw. 6,3 g/d, Ölsäure C18:1 bei 32,7 bzw. 22,9 g/d, Linolsäure C18:2 bei 14,0 bzw. 10,7 g/d und Linolensäure C18:3 bei 1,5 bzw. 1,2 g/d (Tab. 27). Alle anderen dargestellten Fettsäuren werden im Mittel unter 1g pro Tag aufgenommen.

Tab. 27: Zufuhr von Fettsäuren in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Mittelwert (Mean) ± Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und signifikant unterschiedlichen Mittelwerten zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)

Fettsäuren (mg/d)	Kurzform	Männer (n=328)		Frauen (n=472)		p*
		Mean	± SEM	Mean	± SEM	
Myristinsäure	C14:0	4687,3	± 105,5	3673,7	± 82,9	<0,001
Palmitinsäure	C16:0	20360,5	± 381,6	14776,8	± 251,2	<0,001
Hexadecensäure	C16:1	2271,9	± 46,1	1597,2	± 26,6	<0,001
Heptadecensäure	C17:0	377,7	± 8,9	293,6	± 6,7	<0,001
Stearinsäure	C18:0	8978,7	± 195,7	6309,3	± 129,6	<0,001
Ölsäure	C18:1	32692,4	± 700,4	22860,5	± 474,0	<0,001
Linolsäure	C18:2	13961,3	± 323,3	10726,8	± 242,8	<0,001
Arachinsäure	C20:0	355,4	± 7,0	282,7	± 5,8	<0,001
Linolensäure	C18:3	1519,4	± 54,4	1171,5	± 21,5	<0,001
Decosansäure	C22:0	101,5	± 5,2	81,9	± 4,5	0,001
Eicosatriensäure	C20:3	72,1	± 3,4	44,3	± 2,3	<0,001
Arachidonsäure	C20:4	251,0	± 10,6	164,4	± 6,3	<0,001
Tetracosansäure	C24:0	25,0	± 1,7	21,5	± 1,6	0,118
Eicosapentaensäure	C20:5	98,5	± 7,7	64,6	± 5,4	<0,001
Docosatetraensäure	C22:4	1,3	± 0,2	1,1	± 0,3	0,064
Docosapentaensäure	C22:5	65,2	± 4,2	43,1	± 2,5	<0,001
Docosahexaensäure	C22:6	214,3	± 14,8	149,3	± 11,2	0,002
gesättigte FS		41055,1	± 766,5	30419,4	± 563,4	<0,001
einfach ungesät. FS	MUFA	34964,3	± 737,8	24457,7	± 493,6	<0,001
mehrfach ungesät. FS	PUFA	16239,8	± 354,9	12398,0	± 256,3	<0,001
Σ n-3 FS		1897,4	± 61,1	1428,5	± 28,5	<0,001
Σ n-6 FS		14285,8	± 328,2	10936,5	± 244,0	<0,001

Die größte Zufuhr an Fettsäuren erfolgt bei Männern bzw. bei Frauen mit 41,1 bzw. 30,5 g/d über gesättigte Fettsäuren, 35,0 bzw. 24,5 g/d werden als einfach ungesättigte Fettsäuren aufgenommen und 16,2 bzw. 12,4 g/d als mehrfach ungesättigte Fettsäuren. Die Summe der n-3 Fettsäuren beträgt bei Männern bzw. bei

Frauen 1,9 bzw. 1,4 g/d und die der n-6 Fettsäuren 14,3 bzw. 10,9 g/d. Dies ergibt sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen ein Verhältnis der n-3 zu n-6 Fettsäuren von fast 1/8.

Der Vergleich der Zufuhr an Fettsäuren in mg/d zwischen Männern und Frauen zeigt bei fast allen Fettsäuren signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern, außer bei der Aufnahme von Arachidon- und Docosatetraensäure (Tab. 27). Männer nehmen von den einzelnen Fettsäuren mehr pro Tag auf als Frauen.

In Tabelle 28 ist die Zufuhr an Fettsäuren in Prozent (%) bzw. Promill (‰) der Energieaufnahme dargestellt. Den größten Anteil an der Nahrungsenergie liefern die Ölsäure mit 11,7%, die Palmitinsäure mit 7,4% und die Linolsäure mit 5,3%. In der Summe der Fettsäuren sind die gesättigten Fettsäuren mit 15,2% der größte Energielieferant.

Beim Vergleich der Zufuhr in Prozent bzw. Promill der Nahrungsenergie zeigt sich ein anderes Bild beim Vergleich der Geschlechter (Tab. 29). Männer nehmen signifikant mehr Stearin-, Öl-, Eicosatrien- und Arachidonsäure auf als Frauen, wohingegen die Zufuhr bei Myristin-, Heptadecan-, Arachin-, Linolen-, und Tetracosansäure geringer ist, ebenso wie die Summe der n-3 Fettsäuren.

Tab. 28: Fettsäurezufuhr in % bzw. ‰ der Energieaufnahme des gesamten Studienkollektivs der BVS II (n=800) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Fettsäuren (% bzw. ‰ en.)	Kurzform	Einheit	Mean±SD	Median	Min – Max	10%	25%	75%	90%
Myristinsäure	C14:0	% en.	1,79 ± 0,66	1,71	0,23 - 4,85	1,02	1,35	2,18	2,58
Palmitinsäure	C16:0	% en.	7,44 ± 1,59	7,44	2,70 - 13,88	5,41	6,49	8,31	9,51
Heptadecensäure	C16:1	% en.	0,82 ± 0,21	0,81	0,23 - 1,99	0,57	0,68	0,95	1,08
Heptadecensäure	C17:0	‰ en.	1,43 ± 0,54	1,39	0,16 - 4,40	0,75	1,05	1,77	2,09
Stearinsäure	C18:0	% en.	3,21 ± 0,81	3,15	0,93 - 6,99	2,27	2,69	3,70	4,21
Ölsäure	C18:1	% en.	11,68 ± 3,03	11,33	3,48 - 24,77	8,15	9,79	13,17	15,21
Linolsäure	C18:2, n-6	% en.	5,31 ± 2,12	4,97	1,12 - 14,18	2,86	3,85	6,45	8,10
Arachinsäure	C20:0	‰ en.	1,36 ± 0,39	1,32	0,42 - 2,95	0,93	1,11	1,57	1,83
Linolensäure	C18:3, n-3	% en.	0,58 ± 0,27	0,54	0,19 - 5,83	0,40	0,47	0,62	0,76
Decosansäure	C22:0	‰ en.	0,39 ± 0,37	0,30	0,00 - 2,97	0,09	0,17	0,48	0,77
Eicosatriensäure	C20:3, n-6	‰ en.	0,25 ± 0,25	0,19	0,00 - 2,70	0,05	0,10	0,30	0,54
Arachidonsäure	C20:4, n-6	‰ en.	0,89 ± 0,68	0,69	0,06 - 5,38	0,30	0,45	1,07	1,75
Tetracosansäure	C24:0	‰ en.	0,10 ± 0,13	0,07	0,00 - 1,09	0,01	0,03	0,12	0,21
Eicosapentaensäure	C20:5, n-3	‰ en.	0,35 ± 0,57	0,11	0,00 - 5,73	0,02	0,05	0,46	0,88
Docosatetraensäure	C22:4, n-6	‰ en.	0,01 ± 0,03	0,00	0,00 - 0,54	0,00	0,00	0,00	0,01
Docosapentaensäure	C22:5, n-3	‰ en.	0,23 ± 0,28	0,12	0,00 - 1,75	0,02	0,05	0,33	0,60
Docosahexaensäure	C22:6, n-3	‰ en.	0,79 ± 1,14	0,36	0,00 - 15,71	0,10	0,18	1,07	1,85
gesättigte FS		% en.	15,16 ± 3,66	14,87	5,05 - 30,94	10,74	12,73	17,19	19,85
mehrfach ungesät. FS	PUFA	% en.	6,16 ± 2,22	5,80	1,51 - 15,39	3,63	4,62	7,37	9,05
Σ n-3 FS		% en.	0,71 ± 0,33	0,64	0,27 - 5,86	0,47	0,54	0,80	1,01
Σ n-6 FS		% en.	5,43 ± 2,13	5,08	1,19 - 14,25	2,94	3,96	6,56	8,23

Tab. 29: Zufuhr von Fettsäuren in % bzw. ‰ en. pro Tag bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) der BVS II mit Angabe von Mittelwert (Mean) ± Standardfehler des Mittelwertes (SEM) und signifikant unterschiedlicher Mittelwerte zwischen den Geschlechtern (Mann-Whitney-U-Test*, p<0,05)

Fettsäuren	Kurzform	Einheit	Männer (n=328)	Frauen (n=472)	p*
			Mean ± SEM	Mean ± SEM	
Myristinsäure	C14:0	% en.	1,74 ± 0,03	1,83 ± 0,03	0,005
Palmitinsäure	C16:0	% en.	7,49 ± 0,08	7,40 ± 0,08	0,856
Hexadecensäure	C16:1	% en.	0,84 ± 0,01	0,81 ± 0,1	0,045
Heptadecensäure	C17:0	‰ en.	1,40 ± 0,03	1,46 ± 0,03	0,007
Stearinsäure	C18:0	% en.	3,29 ± 0,04	3,14 ± 0,04	0,023
Ölsäure	C18:1	% en.	11,97 ± 0,16	11,40 ± 0,15	0,002
Linolsäure	C18:2	% en.	5,18 ± 0,10	5,44 ± 0,11	0,184
Arachinsäure	C20:0	‰ en.	1,31 ± 0,02	1,40 ± 0,02	<0,001
Linolensäure	C18:3	% en.	0,56 ± 0,02	0,59 ± 0,01	<0,001
Decosansäure	C22:0	‰ en.	0,38 ± 0,02	0,40 ± 0,02	0,103
Eicosatriensäure	C20:3	‰ en.	0,27 ± 0,01	0,23 ± 0,01	<0,001
Arachidonsäure	C20:4	‰ en.	0,92 ± 0,03	0,86 ± 0,03	0,014
Tetracosansäure	C24:0	‰ en.	0,09 ± 0,01	0,10 ± 0,01	0,033
Eicosapentaensäure	C20:5	‰ en.	0,37 ± 0,03	0,34 ± 0,03	0,221
Docosatetraensäure	C22:4	‰ en.	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,089
Docosapentaensäure	C22:5	‰ en.	0,24 ± 0,01	0,23 ± 0,01	0,293
Docosahexaensäure	C22:6	‰ en.	0,79 ± 0,05	0,78 ± 0,06	0,648
gesättigte FS		% en.	15,14 ± 0,19	15,18 ± 0,18	0,448
einfach ungesät. FS	MUFA	% en.	12,80 ± 0,16	12,21 ± 0,15	0,002
mehrfach ungesät. FS	PUFA	% en.	6,02 ± 0,11	6,29 ± 0,11	0,143
Σ n-3 FS		% en.	0,70 ± 0,02	0,73 ± 0,01	0,001
Σ n-6 FS		% en.	5,30 ± 0,10	5,55 ± 0,11	0,205

Zufuhr von Fettsäuren nach BMI-Gruppen

Die Zufuhr von Fettsäuren nach BMI-Gruppen wird in % bzw. ‰ der Energiezufuhr dargestellt (Tab. 30). Es werden nur die Ergebnisse der Fettsäuren abgebildet, die mit einer Sicherheitswahrscheinlichkeit von ≤10% Unterschiede in den Altersgruppen aufweisen. Eine ausführliche Tabelle zur Zufuhr von Fettsäuren nach BMI-Gruppen ist im **Anhang** zu finden (A Tab. 11). Bei der Betrachtung der Unterschiede der Zufuhr von Fettsäuren in Prozent bzw. Promill der täglichen Energieaufnahme zwischen den BMI-Gruppen zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen, die aber ausschließlich bei den Frauen vorliegen. Es besteht allerdings kein einheitliches Bild in der Zufuhr der verschiedenen Fettsäuren.

Lediglich in der Zufuhr der Summe der n-6 Fettsäuren nimmt die Zufuhr von den normalgewichtigen zu den adipösen Teilnehmern kontinuierlich zu.

Tab. 30: Zufuhr von Fettsäuren (in % bzw. ‰en.) bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen mit Angabe zu Median, Interquartilabstand (IQR) und signifikanten Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	IQR	p*	Median	IQR	p*
	16:0 (%en.)		0,886	16:0 (%en.)		0,003
Untergewicht	7,71	1,20		7,26	2,39	
Normalgewicht	7,52	1,70		7,12	1,81	
Übergewicht	7,45	1,87		7,57	1,97	
Adipositas	7,30	2,21		7,82	1,35	
	16:1 (%en.)		0,331	16:1 (%en.)		<0,001
Untergewicht	0,85	0,08		0,76	0,21	
Normalgewicht	0,80	0,28		0,75	0,25	
Übergewicht	0,84	0,26		0,81	0,25	
Adipositas	0,86	0,27		0,88	0,22	
	18:0 (%en.)		0,455	18:0 (%en.)		0,003
Untergewicht	3,64	0,32		2,91	0,89	
Normalgewicht	3,19	0,94		2,95	1,05	
Übergewicht	3,26	1,15		3,19	1,00	
Adipositas	3,16	1,03		3,37	0,90	
	18:1 (%en.)		0,408	18:1 (%en.)		0,061
Untergewicht	12,81	3,16		10,46	6,61	
Normalgewicht	11,59	3,63		10,89	3,45	
Übergewicht	11,90	3,30		11,47	3,76	
Adipositas	11,28	2,64		11,14	3,18	
	18:2 (%en.)		0,322	18:2 (%en.)		0,004
Untergewicht	4,31	2,79		4,32	2,56	
Normalgewicht	4,87	2,37		5,02	2,60	
Übergewicht	5,09	2,78		5,65	3,03	
Adipositas	4,58	2,16		5,04	3,32	
	18:3 (%en.)		0,903	18:3 (%en.)		0,001
Untergewicht	0,50	0,15		0,56	0,16	
Normalgewicht	0,51	0,13		0,53	0,15	
Übergewicht	0,54	0,18		0,58	0,16	
Adipositas	0,53	0,15		0,61	0,14	
	22:0 (‰en.)		0,101	22:0 (‰en.)		0,001
Untergewicht	0,45	0,27		0,16	0,27	
Normalgewicht	0,28	0,29		0,29	0,32	
Übergewicht	0,31	0,33		0,37	0,41	
Adipositas	0,30	0,28		0,30	0,26	
	20:4 (‰en.)		0,481	20:4 (‰en.)		0,003
Untergewicht	0,88	0,51		0,40	0,53	
Normalgewicht	0,69	0,61		0,62	0,61	
Übergewicht	0,74	0,65		0,65	0,61	
Adipositas	0,77	0,56		0,78	0,63	
	24:0 (‰en.)		0,161	24:0 (‰en.)		0,013
Untergewicht	0,06	0,09		0,05	0,08	
Normalgewicht	0,06	0,07		0,07	0,10	
Übergewicht	0,07	0,11		0,10	0,12	
Adipositas	0,05	0,07		0,06	0,12	

Fortsetzung Tab. 30:

	20:5 (‰en.)		0,175	20:5 (‰en.)		0,081
Untergewicht	0,08	0,49		0,13	0,55	
Normalgewicht	0,10	0,34		0,08	0,36	
Übergewicht	0,11	0,49		0,12	0,35	
Adipositas	0,13	0,49		0,12	0,51	
	gesättigte FS (‰en.)		0,777	gesättigte FS (‰en.)		0,038
Untergewicht	16,51	3,30		16,05	5,38	
Normalgewicht	14,81	4,32		14,49	4,32	
Übergewicht	14,69	4,52		15,53	4,20	
Adipositas	14,73	5,15		15,44	3,86	
	MUFA (‰en.)		0,456	MUFA (‰en.)		0,043
Untergewicht	13,67	2,84		11,25	6,55	
Normalgewicht	12,38	3,67		11,66	3,58	
Übergewicht	12,75	3,52		12,24	3,83	
Adipositas	12,00	2,83		12,10	3,14	
	PUFA (‰en.)		0,270	PUFA (‰en.)		0,001
Untergewicht	5,34	2,78		4,89	2,42	
Normalgewicht	5,56	2,53		5,70	2,86	
Übergewicht	5,94	3,03		6,56	3,18	
Adipositas	5,34	2,23		6,09	3,62	
	Σ n-3 FS (‰en.)		0,913	Σ n-3 FS (‰en.)		<0,001
Untergewicht	0,66	0,20		0,62	0,18	
Normalgewicht	0,62	0,27		0,63	0,28	
Übergewicht	0,64	0,29		0,69	0,22	
Adipositas	0,60	0,26		0,73	0,27	
	Σ n-6 FS (‰en.)		0,318	Σ n-6 FS (‰en.)		0,003
Untergewicht	4,50	2,69		4,33	2,53	
Normalgewicht	4,92	2,39		5,12	2,58	
Übergewicht	5,21	2,88		5,78	3,07	
Adipositas	4,63	2,22		5,14	3,30	

3.1.5 Zufuhr von Energie, Hauptnährstoffen und Polyphenolen und Adipositasrisiko

Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen und Adipositasrisiko

In Tab. 31 sind die Mediane, 25% bzw. 75% Perzentilen und Unterschiede in der Zufuhr der Energie und Grundnährstoffe zwischen Nicht-Adipösen ($\text{BMI} < 30 \text{ kg/m}^2$) und Adipösen ($\text{BMI} \geq 30 \text{ kg/m}^2$) dargestellt. In der Gesamtgruppe unterscheidet sich die Zufuhr von Eiweiß (%en.) signifikant zwischen Nicht-Adipösen und Adipösen, wobei die Zufuhr bei Adipösen höher liegt. Signifikante Unterschiede finden sich weiterhin bei der Zufuhr von Kohlenhydraten (g/d und %en.), nicht-adipöse Teilnehmer verzehren in der vorliegenden Studie mehr Kohlenhydrate. In der Gruppe der Männer findet sich nur für Eiweiß in % der Nahrungsenergie ein signifikanter Unterschied zwischen adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern, während in der Gruppe der Frauen bei der Zufuhr von Eiweiß (g/d und %en.), Fett (%en.) und Kohlenhydraten (g/d und %en.) signifikante Unterschiede zwischen Adipösen und Nicht-Adipösen vorliegen. Weder bei den Männern, noch bei den Frauen sind Unterschiede zwischen adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern im Bezug auf die aufgenommene Tagesenergie (kcal) zu finden.

In Tab. 32 sind die Ergebnisse der Risikoschätzung für das Auftreten von Adipositas in Abhängigkeit von der Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen für die Gesamtgruppe ($n=800$), bzw. für Männer ($n=328$) und Frauen ($n=472$) dargestellt. Nach Adjustierung für Geschlecht (nur für Gesamtgruppe), Alter, sozioökonomischem Status, Rauchverhalten, Sport, TV/PC-Benutzung in der Freizeit und Energie (nur für Nährstoffe in g/d) zeigt sich für die Gesamtgruppe bei mittlerer und hoher Zufuhr von Eiweiß in % der Energieaufnahme ein 2,5-fach höheres Adipositasrisiko. Dieses Ergebnis findet sich auch bei den Frauen. Dazu weisen Frauen bei hoher Zufuhr von Fett (%en) ein 1,8-fach (rohe Auswertung) höheres Risiko auf. Dagegen ist das Adipositasrisiko sowohl in der Gesamtgruppe als auch in der Gruppe der Frauen bei einer hohen Zufuhr von Kohlenhydraten (%en.) nahezu halbiert (rohe Auswertung). In der Gruppe der Männer sind nach Adjustierung keine signifikanten Zusammenhänge zwischen der Zufuhr von Energie und Nährstoffen zu finden.

Tab. 31: Zufuhr von Energie (kcal/d) und Hauptnährstoffen bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen (BMI≥30) Teilnehmern der BVS II mit Angabe zu Median, 25% bzw. 75% Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen

Parameter	Nicht-Adipöse		Adipöse		p*
	Median	25-75% Perzentilen	Median	25-75% Perzentilen	
Gesamtgruppe (665/135[#])					
Energie (kcal/d)	2034,15	1644,55 - 2425,27	1904,47	1585,56 - 2303,38	0,032
Eiweiß (g/d)	70,15	55,76 - 89,72	72,56	58,89 - 87,39	0,294
Eiweiß (%en.)	14,21	12,39 - 16,30	15,31	13,91 - 17,32	<0,001
Fett (g/d)	81,50	64,43 - 102,76	77,43	65,77 - 93,89	0,262
Fett (%en.)	37,45	33,51 - 41,19	38,05	34,42 - 41,80	0,118
Kohlenhydrate (g/d)	219,86	178,03 - 267,37	196,59	162,42 - 250,93	0,004
Kohlenhydrate (%en.)	43,76	38,74 - 49,07	42,45	37,27 - 46,69	0,048
Alkohol (g/d)	6,94	0,26 - 20,40	6,34	0,12 - 18,17	0,114
Alkohol (%en.)	2,49	0,09 - 6,83	2,60	0,04 - 6,36	0,168
Männer (276/52[#])					
Energie (kcal/d)	2323,64	2048,96 - 2823,79	2243,27	1897,71 - 2576,75	0,156
Eiweiß (g/d)	85,66	69,05 - 103,11	85,61	65,53 - 111,06	0,705
Eiweiß (%en.)	14,55	12,98 - 16,39	15,37	13,95 - 16,81	0,022
Fett (g/d)	94,06	78,01 - 120,85	89,42	72,84 - 112,09	0,118
Fett (%en.)	37,57	34,07 - 41,33	36,63	34,64 - 41,32	0,841
Kohlenhydrate (g/d)	244,63	205,37 - 302,99	238,46	187,70 - 267,94	0,085
Kohlenhydrate (%en.)	42,46	37,15 - 46,65	41,86	36,31 - 46,14	0,481
Alkohol (g/d)	14,38	0,80 - 32,26	19,49	1,26 - 35,28	0,943
Alkohol (%en.)	4,38	0,28 - 8,88	5,30	0,35 - 11,09	0,715
Frauen (389/83[#])					
Energie (kcal/d)	1734,39	1460,85 - 2024,53	1713,86	1447,08 - 2004,93	0,441
Eiweiß (g/d)	59,75	49,99 - 71,42	63,30	58,47 - 78,86	0,008
Eiweiß (%en.)	13,82	12,07 - 16,05	15,31	13,61 - 17,59	<0,001
Fett (g/d)	69,15	55,79 - 85,18	70,81	63,00 - 84,13	0,391
Fett (%en.)	36,84	32,72 - 41,18	38,76	34,15 - 42,04	0,030
Kohlenhydrate (g/d)	194,31	155,58 - 229,94	185,84	145,99 - 226,62	0,043
Kohlenhydrate (%en.)	45,69	40,09 - 51,00	43,65	39,07 - 47,17	0,018
Alkohol (g/d)	3,31	0,10 - 12,16	2,04	0,04 - 8,32	0,108
Alkohol (%en.)	1,30	0,04 - 4,72	0,79	0,02 - 3,59	0,127

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

Tab. 32: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen im Gesamtkollektiv der BVS II, bzw. bei Männern und Frauen

Zufuhr von Energie und Nährstoffen (kcal und g/d bzw. % en.)	Gesamt			Männer			Frauen			
	OR	roh p	adjustiert* p	OR	roh p	adjustiert* p	OR	roh p	adjustiert* p	
Energie (kcal)	1	0,894	1,14	1	0,817	1,01	1	0,948	1,24	0,462
	0,74	0,192	1,17	0,75	0,561	1,22	0,66	0,279	0,96	0,928
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eiweiß (g/d)	1,00	0,985	1,24	0,67	0,416	0,64	1,16	0,570	1,65	0,121
	1,08	0,745	1,87	0,91	0,820	1,03	1,27	0,483	2,43	0,062
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Eiweiß (%en.)	2,18	0,003	2,40	2,03	0,095	2,23	2,33	0,010	2,49	0,010
	2,56	<0,001	2,63	2,39	0,040	2,30	2,70	0,002	2,86	0,002
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fett (g/d)	1,28	0,269	1,52	0,87	0,746	1,04	1,48	0,143	2,46	0,010
	0,89	0,619	1,12	0,63	0,263	0,58	1,11	0,761	1,98	0,194
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fett (%en.)	1,12	0,645	1,08	1,52	0,253	1,57	0,84	0,606	0,77	0,471
	1,44	0,115	1,42	0,96	0,912	1,00	1,78	0,044	1,56	0,157
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlenhydrate (g/d)	0,83	0,420	0,99	0,98	0,954	1,29	0,80	0,415	0,93	0,824
	0,68	0,103	1,02	0,90	0,788	1,39	0,56	0,093	0,79	0,664
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Kohlenhydrate (%en.)	1,12	0,598	1,17	1,04	0,907	1,19	1,15	0,629	1,14	0,687
	0,60	0,040	0,66	0,74	0,468	0,87	0,52	0,035	0,58	0,119
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alkohol (g/d)	1,00	0,984	0,79	0,82	0,657	0,56	1,07	0,810	0,89	0,704
	0,85	0,473	0,69	0,97	0,939	0,66	0,72	0,350	0,69	0,347
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Alkohol (%en.)	1,00	0,984	0,80	0,71	0,436	0,50	1,13	0,636	0,99	0,960
	0,78	0,284	0,66	0,96	0,904	0,70	0,57	0,123	0,54	0,119
	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr (nur bei g/d) (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht)

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren und Adipositasrisiko

In Tab. 33 und Tab. 34 ist die Zufuhr einzelner Flavonoide und Phenolsäuren von normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der BVS II dargestellt, die signifikante Unterschiede zwischen den beiden Teilnehmergruppen aufweisen. Ausführliche Angaben zur Zufuhr aller Polyphenole von Normalgewichtigen und Adipösen sind im **Anhang** zu finden (A Tab. 12 und A Tab. 13).

Tab. 33: Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) bei normalgewichtigen (BMI 18,5-<25) und adipösen (BMI≥30) Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen (nur Flavonoide mit signifikanten Unterschieden dargestellt)

Flavonoide in mg/d	Normalgewichtige		Adipöse		p*
	Median	25-75% Perzentilen	Median	25-75% Perzentilen	
Gesamtgruppe (353/135[#])					
Quercetin	6,37	4,00 - 11,48	8,10	4,41 - 15,79	0,010
Isorhamnetin	0,20	0,12 - 0,35	0,25	0,13 - 0,46	0,012
Σ Flavonole	8,74	5,39 - 16,31	10,59	5,98 - 22,98	0,012
Naringenin	1,21	0,04 - 4,15	0,30	0,01 - 1,64	0,003
Hesperitin	6,16	0,16 - 18,00	1,66	0,04 - 9,20	0,008
Σ Flavanone	8,21	0,20 - 23,53	2,01	0,05 - 12,13	0,005
Männer (122/52[#])					
Naringenin	1,01	0,01 - 3,55	0,05	0,00 - 1,43	0,004
Hesperitin	4,56	0,08 - 17,90	0,30	0,00 - 9,59	0,020
Σ Flavanone	7,63	0,12 - 22,78	0,38	0,00 - 11,06	0,012
Frauen (231/83[#])					
Kämpferol	0,62	0,25 - 3,20	0,82	0,38 - 4,26	0,026
Quercetin	6,72	4,03 - 12,17	9,18	5,37 - 16,21	<0,001
Isorhamnetin	0,20	0,11 - 0,36	0,29	0,13 - 0,46	0,003
Σ Flavonole	9,07	5,33 - 17,53	11,04	7,17 - 24,85	0,001
Epicatechin	9,34	4,87 - 18,45	12,25	5,80 - 24,75	0,022
Apigenin	0,85	0,24 - 2,17	1,60	0,38 - 3,26	0,024
Σ Flavone	1,25	0,54 - 2,95	2,19	0,50 - 3,82	0,033

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

Adipöse Männer nehmen weniger Flavanone (Naringenin und Hesperitin) als Normalgewichtige auf. Dies spiegelt sich in den Ergebnissen für das Gesamtkollektiv wieder. Bei adipösen Frauen findet sich eine höhere Zufuhr der Summe der Flavonole, ebenso der Vertreter dieser Stoffgruppe: Kämpferol, Quercetin und Isorhamnetin. Derselbe Effekt tritt für das Gesamtkollektiv auf, nur für die Kämpferolzufuhr bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen Normalgewichtigen und Adipösen. Signifikante Unterschiede sind weiterhin in der Gruppe der Frauen

für Epicatechin, Apigenin und die Summe der Flavone zu sehen. Hier liegt eine höhere Zufuhr der Adipösen vor.

Tab. 34: Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen (nur Phenolsäuren mit signifikanten Unterschieden dargestellt)

Phenolsäuren in mg/d	Normalgewichtige		Adipöse		p*
	Median	25-75%-Perzentilen	Median	25-75%-Perzentilen	
Gesamtgruppe (353/135[#])					
Salicylsäure	0,12	0,04 - 0,23	0,18	0,09 - 0,26	0,001
Gentisinsäure	0,11	0,01 - 0,35	0,21	0,04 - 0,51	0,001
Syringasäure	1,10	0,34 - 2,44	1,67	0,67 - 2,95	0,002
Kaffeensäure	174,02	45,61 -301,49	278,22	147,19 -368,92	<0,001
Σ Hydroxyzimtsäuren	245,21	121,81 -382,50	333,76	199,34 -449,17	0,001
Σ Phenolsäuren	252,96	126,61 -394,78	342,47	207,15 -466,68	0,001
Männer (122/52[#])					
Salicylsäure	0,11	0,02 - 0,22	0,22	0,12 - 0,28	<0,001
Kaffeensäure	124,88	23,78 -263,91	303,85	170,79 -420,27	<0,001
Σ Hydroxyzimtsäuren	204,22	102,36 -360,92	355,94	227,74 -474,70	0,001
Σ Phenolsäuren	216,73	114,18 -380,83	370,77	233,96 -486,76	0,001
Frauen (231/83[#])					
Vanillinsäure	0,21	0,08 - 0,50	0,14	0,09 - 0,40	0,013
Gentisinsäure	0,14	0,02 - 0,40	0,32	0,12 - 0,53	<0,001
Syringasäure	1,16	0,24 - 2,65	1,93	0,55 - 3,69	0,018

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; [#] Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

Adipöse Männer nehmen mehr Salicylsäure und Kaffeensäure auf (Tab. 34). Da sowohl in der Stoffgruppe der Hydroxyzimtsäuren, als auch aller Phenolsäuren die Kaffeensäure der dominierende Vertreter ist, sind die Summen dieser ebenfalls zwischen normalgewichtigen und adipösen Männern signifikant unterschiedlich. Dies spiegelt sich in den Ergebnissen für das Gesamtkollektiv wider. Bei adipösen Frauen ist die Zufuhr von Vanillinsäure geringer, bei Gentisin- und Syringasäure dagegen höher als bei Normalgewichtigen. Derselbe Effekt ist für das Gesamtkollektiv zu sehen, außer für Vanillinsäure.

In Tab. 35 und Tab. 36 ist die Risikoschätzung für das Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren dargestellt, die einen p-Wert von <0,1 aufweisen. Nicht-signifikante Ergebnisse sind im **Anhang** aufgelistet (A Tab. 14 und A Tab. 15).

Tab. 35: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II (nur Flavonoide mit p<0,01 dargestellt)

Zufuhr von Flavonoiden in Terzilen (mg/d)		roh			adjustiert		
		OR	95%CI	p	OR	95%CI	p
Gesamtgruppe (353/135[#])							
Quercetin	gering	1			1		
	mittel	1,09	0,67-1,80	0,725	0,96	0,54-1,72	0,893
	hoch	1,51	0,93-2,44	0,097	1,04	0,57-1,89	0,895
Myricetin	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,87-2,28	0,164	1,84	1,03-3,31	0,041
	hoch	1,03	0,62-1,69	0,922	1,10	0,60-2,01	0,766
Peonidin	gering	1			1		
	mittel	0,83	0,52-1,33	0,440	0,75	0,43-1,33	0,328
	hoch	0,65	0,40-1,07	0,094	0,64	0,35-1,17	0,148
Petunidin	gering	1			1		
	mittel	0,65	0,40-1,06	0,084	0,83	0,46-1,47	0,519
	hoch	0,68	0,40-1,15	0,148	0,67	0,35-1,26	0,211
Naringenin	gering	1			1		
	mittel	0,89	0,56-1,43	0,639	0,81	0,46-1,42	0,459
	hoch	0,49	0,30-0,82	0,006	0,53	0,30-0,96	0,037
Hesperitin	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,62-1,59	0,965	0,85	0,48-1,50	0,583
	hoch	0,53	0,32-0,88	0,014	0,59	0,33-1,06	0,079
Σ Flavanone	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,64-1,63	0,939	0,86	0,49-1,53	0,609
	hoch	0,53	0,32-0,87	0,013	0,58	0,32-1,03	0,065
Phloretin	gering	1			1		
	mittel	1,11	0,67-1,84	0,674	0,81	0,44-1,49	0,492
	hoch	1,71	1,05-2,79	0,032	1,88	1,00-3,53	0,051
Männer (122/52[#])							
Myricetin	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,87-2,28	0,164	1,84	1,03-3,31	0,041
	hoch	1,03	0,62-1,69	0,922	1,10	0,60-2,01	0,766
Naringenin	gering	1			1		
	mittel	0,82	0,38-1,77	0,607	0,76	0,28-2,04	0,582
	hoch	0,34	0,15-0,78	0,011	0,36	0,14-0,93	0,034
Hesperitin	gering	1			1		
	mittel	0,71	0,32-1,57	0,395	0,59	0,22-1,59	0,295
	hoch	0,47	0,22-1,04	0,062	0,47	0,19-1,18	0,108
Σ Flavanone	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,37-1,78	0,605	0,64	0,23-1,76	0,386
	hoch	0,38	0,17-0,86	0,020	0,40	0,16-1,02	0,054
Frauen (231/83[#])							
Quercetin	gering	1			1		
	mittel	1,43	0,75-2,70	0,277	1,52	0,70-3,31	0,291
	hoch	1,75	0,94-3,27	0,079	1,15	0,53-2,53	0,722
Phloretin	gering	1			1		
	mittel	1,47	0,76-2,83	0,248	1,20	0,53-2,72	0,668
	hoch	2,17	1,14-4,13	0,019	2,56	1,07-6,13	0,035

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht), [#] Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

Nach Adjustierung für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Geschlecht (nur Gesamtgruppe) besteht ein inverser Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Flavanon-Zufuhr, getragen insbesondere durch die Ergebnisse bei den Männern (Tab. 35). Es liegt eine Risikosenkung um ca. 50% vor. Eine mittlere Zufuhr von Myricetin (OR 1,84, p=0,041) ist in der Gesamtgruppe positiv mit dem Auftreten von Adipositas assoziiert, in der Gruppe der Männer gilt dies sowohl für die mittlere, als auch die höchste Zufuhr. Bei den Frauen ist mit Einbeziehung der Adjustierungsvariablen nur ein inverser Zusammenhang zwischen dem Adipositasrisiko und einer hohen Zufuhr von Phloretin zu sehen (OR 2,56; p=0,035).

Tab. 36: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II (nur Phenolsäuren mit p<0,01 dargestellt)

Zufuhr von Phenolsäuren in Terzilen (mg/d)		OR	roh 95%CI	p	OR	adjustiert 95%CI	p
Gesamtgruppe (353/135[#])							
Vanillinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,51-1,29	0,379	0,68	0,40-1,18	0,172
	hoch	0,75	0,45-1,23	0,252	0,55	0,28-1,06	0,073
Salicylsäure	gering	1			1		
	mittel	1,56	0,95-2,57	0,081	1,30	0,71-2,37	0,398
	hoch	1,72	1,05-2,82	0,031	1,59	0,88-2,89	0,125
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,86	0,51-1,44	0,561	0,73	0,39-1,35	0,316
	hoch	1,83	1,14-2,95	0,013	1,11	0,60-2,02	0,747
Σ Hydroxybenzoesäuren	gering	1			1		
	mittel	1,49	0,93-2,39	0,098	1,07	0,60-1,92	0,817
	hoch	0,94	0,57-1,56	0,817	0,69	0,37-1,28	0,237
Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	1,89	1,14-3,15	0,014	1,53	0,83-2,84	0,174
	hoch	2,20	1,33-3,66	0,002	2,04	1,09-3,80	0,026
p-Cumarsäure	gering	1			1		
	mittel	0,95	0,60-1,51	0,832	1,04	0,60-1,82	0,881
	hoch	0,64	0,38-1,06	0,080	0,79	0,43-1,48	0,463
Σ Hydroxyzimtsäuren	gering	1			1		
	mittel	1,57	0,95-2,59	0,081	1,43	0,78-2,64	0,252
	hoch	2,02	1,22-3,33	0,006	1,82	0,98-3,40	0,060
Σ Phenolsäuren	gering	1			1		
	mittel	1,62	0,98-2,66	0,059	1,40	0,76-2,58	0,278
	hoch	1,88	1,15-3,10	0,013	1,67	0,90-3,11	0,104
Männer (122/52[#])							
Salicylsäure	gering	1			1		
	mittel	1,86	,799-4,348	0,150	1,08	0,38-3,07	0,887
	hoch	2,76	1,23-6,168	0,014	3,62	1,30-10,12	0,014
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,36	,156-,849	0,019	0,25	0,09-0,73	0,011
	hoch	0,90	,422-1,937	0,796	0,53	0,19-1,44	0,212

Fortsetzung Tab. 36:

Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	2,23	0,97-5,15	0,060	1,42	0,51-3,94	0,505
	hoch	3,27	1,45-7,39	0,004	4,77	1,66-13,76	0,004
Σ Hydroxy- zimtsäuren	gering	1			1		
	mittel	2,64	1,15-6,04	0,022	1,96	0,71-5,39	0,195
	hoch	3,28	1,41-7,62	0,006	5,10	1,71-15,23	0,004
Σ Phenolsäuren	gering	1			1		
	mittel	2,43	1,06-5,59	0,036	1,95	0,71-5,38	0,199
	hoch	3,02	1,33-6,85	0,008	4,74	1,62-13,90	0,005
Frauen (231/83[#])							
Vanillinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,96	0,56-1,63	0,868	0,83	0,43-1,58	0,563
	hoch	0,29	0,12-0,73	0,009	0,24	0,08-0,75	0,014
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	1,64	0,81-3,31	0,171	1,37	0,59-3,17	0,465
	hoch	3,22	1,67-6,21	<0,001	1,85	0,81-4,25	0,146
Syringasäure	gering	1			1		
	mittel	1,78	0,94-3,37	0,078	1,92	0,87-4,23	0,106
	hoch	2,10	1,12-3,91	0,020	1,19	0,53-2,68	0,671
Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	1,74	0,91-3,31	0,093	1,49	0,66-3,38	0,338
	hoch	1,77	0,92-3,40	0,088	1,25	0,56-2,83	0,587

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht), [#] Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

Eine hohe Zufuhr von Vanillinsäure bei Frauen steht in einem inversen Zusammenhang mit dem Auftreten von Adipositas (Tab. 36). Dagegen ist eine hohe Zufuhr von Salicylsäure (OR=3,62; p=0,014) und Kaffeensäure (OR=4,77; p=0,004) bei Männern positiv mit dem Adipositasrisiko assoziiert. Ein uneinheitliches Ergebnis ist bei der Zufuhr von Gentisinsäure zwischen Männern und Frauen zu sehen. Während eine mittlere Zufuhr das Adipositasrisiko bei Männern senkt, steigt es bei den Frauen bei einer hohen Zufuhr.

Zufuhr von Fettsäuren und Adipositasrisiko

Im Folgenden werden für nicht-adipöse und adipöse Teilnehmer der BVS II nur Mediane und Interquartilabstand der Zufuhr der Fettsäuren dargestellt, deren p-Wert für den Test auf Unterschiede zwischen den Gruppen $< 0,1$ ist. Eine ausführliche Darstellung der Zufuhrwerte ist im **Anhang** zu finden (A Tab. 16).

Die Zufuhr von Fettsäuren, dargestellt in % bzw. ‰ der Energieaufnahme, weist in der Gesamtgruppe bei den adipösen Teilnehmern signifikant höhere Werte für Hexadecen-, Stearin-, Linolen-, Arachidon-, Eicosapentaensäure und die Summe der n-3 Fettsäuren auf als bei Nicht-Adipösen (Tab. 37). Diese Ergebnisse werden durch die Resultate für die Gruppe der Frauen bestätigt, zusätzlich liegt für die Palmitinsäure eine signifikant höhere Zufuhr bei Adipösen vor.

Tab. 37: Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen Teilnehmern (BMI \geq 30) der BVS II mit Angabe von Median, Interquartilabstand und Unterschieden zwischen Nicht-adipösen und Adipösen (nur Fettsäuren $p<0,1$ dargestellt)

Fettsäuren in % bzw. ‰ en.	Kurzform	Nicht-Adipöse		Adipöse		p*
		Median	IQR [§]	Median	IQR [§]	
Gesamtgruppe (665/135[#])						
Palmitinsäure	C16:0	7,39	1,80	7,65	1,76	0,056
Hexadecensäure	C16:1	0,80	0,27	0,88	0,25	<0,001
Stearinsäure	C18:0	3,12	1,01	3,27	0,96	0,040
Linolensäure	C18:3	0,54	0,15	0,56	0,16	0,042
Arachidonsäure	C20:4	0,67	0,62	0,78	0,59	0,032
Eicosapentaensäure	C20:5	0,10	0,37	0,13	0,51	0,011
Σ n-3 Fettsäuren		0,64	0,26	0,67	0,29	0,014
Männer (276/52[#])						
Eicosansäure	C20:0	1,30	0,46	1,25	0,42	0,097
Frauen (389/83[#])						
Palmitinsäure	C16:0	7,24	1,85	7,82	1,35	0,009
Hexadecensäure	C16:1	0,77	0,26	0,88	0,22	<0,001
Stearinsäure	C18:0	3,00	0,98	3,37	0,90	0,007
Linolensäure	C18:3	0,56	0,15	0,61	0,14	0,001
Arachidonsäure	C20:4	0,63	0,61	0,78	0,63	0,043
Eicosapentaensäure	C20:5	0,10	0,36	0,12	0,51	0,030
gesättigte Fettsäuren		14,78	4,62	15,44	3,86	0,051
Σ n-3 Fettsäuren		0,64	0,27	0,73	0,27	<0,001

* Mann-Whitney-U-Test, $p<0,05$; [#] Anzahl Nicht-Adipöse/Adipöse; [§] Interquartilabstand

In Tab. 38 ist die Risikoschätzung für das Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Fettsäuren abgebildet, die einen p-Wert von $<0,1$ aufweisen. Eine ausführliche Darstellung der Risikoschätzung ist im **Anhang** zu finden (A Tab. 17).

Eine hohe Aufnahme an Palmitin-, Hexadecen-, Stearin-, Linolen-, Arachidon- und Eicosapentaensäure, ebenso wie die Summe der n-3 Fettsäuren ist in der Gesamtgruppe positiv mit dem Auftreten von Adipositas assoziiert. Nach Adjustierung für Alter, Geschlecht, sozioökonomischem Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr aus Fett bzw. Nicht-Fett ist dieser Effekt nur noch bei der Zufuhr von Hexadecen-, Stearin- und Arachidonsäure sichtbar. In der Gruppe der Männer ist kein Einfluss der Fettsäurezufuhr auf das Adipositasrisiko zu sehen. Dagegen zeigt sich in der Gruppe der Frauen nach Adjustierung (ohne Geschlecht) bei einer hohen Zufuhr von Palmitin-, Hexadecen- und Stearinsäure ein 3-fach höheres und von Decosapentaensäure ein 2-fach höheres Adipositasrisiko.

Tab. 38: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) im Gesamtkollektiv der BVSII, bzw. bei Männern und Frauen

Zufuhr von Fettsäuren in Terzilen (% bzw. ‰ en.)		OR	roh 95%CI	p	OR	adjustiert* 95%CI	p
Gesamtgruppe (665/135[#])							
Palmitinsäure (C16:0)	gering	1			1		
	mittel	1,50	0,93-2,41	0,098	1,47	0,85-2,55	0,167
	hoch	1,69	1,06-2,70	0,028	1,73	0,88-3,40	0,115
Hexadecensäure (C16:1)	gering	1			1		
	mittel	1,55	0,94-2,56	0,084	1,39	0,80-2,41	0,238
	hoch	2,33	1,45-3,75	$<0,001$	2,06	1,11-3,83	0,022
Stearinsäure (C18:0)	gering	1			1		
	mittel	1,16	0,71-1,88	0,550	1,10	0,63-1,91	0,734
	hoch	1,77	1,12-2,80	0,014	1,90	0,99-3,62	0,052
Linolsäure (C18:2)	gering	1			1		
	mittel	0,87	0,56-1,37	0,552	0,75	0,46-1,24	0,266
	hoch	0,90	0,57-1,41	0,633	0,64	0,38-1,06	0,081
Linolensäure (C18:3)	gering	1			1		
	mittel	1,09	0,68-1,76	0,728	1,01	0,59-1,73	0,974
	hoch	1,59	1,01-2,50	0,044	1,07	0,61-1,88	0,807
Eicosatriensäure (C20:3)	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,89-2,22	0,141	1,64	1,00-2,68	0,050
	hoch	1,15	0,72-1,84	0,563	1,55	0,92-2,60	0,098
Arachidonsäure (C20:4)	gering	1			1		
	mittel	1,63	1,01-2,62	0,045	1,42	0,85-2,37	0,177
	hoch	1,71	1,06-2,74	0,027	1,64	0,99-2,73	0,056
Eicosapentaensäure (C20:5)	gering	1			1		
	mittel	1,53	0,95-2,47	0,078	1,25	0,75-2,08	0,389
	hoch	1,65	1,03-2,64	0,037	1,42	0,85-2,36	0,180

Fortsetzung Tab. 38:

Docosapentaensäure (C22:5)	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,61-1,54	0,891	1,17	0,71-1,93	0,532
	hoch	1,20	0,76-1,87	0,436	1,55	0,95-2,52	0,078
Σ n-3 FS	gering	1			1		
	mittel	1,34	0,83-2,16	0,233	1,09	0,64-1,87	0,744
	hoch	1,71	1,08-2,72	0,023	1,27	0,74-2,17	0,392
Σ n-6 FS	gering	1			1		
	mittel	0,87	0,56-1,37	0,552	0,72	0,44-1,19	0,200
	hoch	0,90	0,57-1,41	0,633	0,64	0,38-1,06	0,085
Männer (276/52[#])							
Ölsäure (C18:1)	gering	1			1		
	mittel	1,18	0,58-2,39	0,650	0,90	0,39-2,05	0,799
	hoch	0,63	0,29-1,34	0,228	0,35	0,11-1,11	0,074
Frauen (389/83[#])							
Palmitinsäure (C16:0)	gering	1			1		
	mittel	2,02	1,06-3,83	0,032	2,12	0,99-4,56	0,054
	hoch	2,56	1,37-4,79	0,003	3,33	1,27-8,71	0,014
Hexadecensäure (C16:1)	gering	1			1		
	mittel	2,08	1,09-3,97	0,027	1,92	0,92-4,02	0,083
	hoch	3,12	1,68-5,81	<0,001	2,91	1,25-6,74	0,013
Stearinsäure (C18:0)	gering	1			1		
	mittel	1,63	0,87-3,05	0,128	1,70	0,82-3,56	0,156
	hoch	2,56	1,39-4,70	0,003	3,12	1,29-7,55	0,012
Ölsäure (C18:1)	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,67-2,20	0,533	0,94	0,45-1,99	0,876
	hoch	1,69	0,94-3,03	0,079	1,59	0,62-4,10	0,338
Linolensäure (C18:3)	gering	1			1		
	mittel	1,52	0,77-2,99	0,228	1,27	0,60-2,70	0,535
	hoch	2,46	1,30-4,68	0,006	1,36	0,62-2,98	0,447
Eicosatriensäure (C20:3)	gering	1			1		
	mittel	1,13	0,63-2,02	0,673	1,39	0,73-2,63	0,316
	hoch	1,26	0,70-2,25	0,439	1,88	0,96-3,65	0,064
Arachidonsäure (C20:4)	gering	1			1		
	mittel	1,74	0,96-3,15	0,070	1,60	0,83-3,10	0,162
	hoch	1,71	0,94-3,11	0,081	1,71	0,88-3,35	0,115
Eicosapentaensäure (C20:5)	gering	1			1		
	mittel	1,87	1,02-3,43	0,044	1,54	0,79-2,98	0,202
	hoch	1,96	1,08-3,57	0,028	1,76	0,91-3,42	0,093
Docosapentaensäure (C22:5)	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,44-1,48	0,492	1,00	0,51-1,95	0,993
	hoch	1,37	0,78-2,41	0,279	1,96	1,03-3,73	0,041
gesättigte FS	gering	1			1		
	mittel	1,82	0,98-3,38	0,060	1,70	0,83-3,48	0,144
	hoch	1,89	1,02-3,49	0,043	2,00	0,86-4,67	0,109
mehrfach ungesät. FS (PUFA)	gering	1			1		
	mittel	1,03	0,57-1,89	0,917	0,76	0,39-1,50	0,435
	hoch	1,19	0,67-2,10	0,559	0,71	0,36-1,40	0,324
Σ n-3 FS	gering	1			1		
	mittel	1,92	0,97-3,80	0,060	1,41	0,66-3,00	0,371
	hoch	2,97	1,54-5,74	0,001	2,01	0,94-4,32	0,073
Σ n-6 FS	gering	1			1		
	mittel	0,79	0,44-1,45	0,449	0,59	0,30-1,15	0,121
	hoch	1,01	0,57-1,76	0,984	0,59	0,30-1,14	0,118

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr aus Fett bzw. Nicht-Fett (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht), [#] Anzahl Nicht-Adipöse/Adipöse

3.2 Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko

Von den 1050 Personen, die insgesamt an der BVS II teilnahmen, waren die Angaben zur körperlichen Aktivität von 157 Personen unvollständig, so dass letztlich die Aktivitätsprotokolle von 893 Teilnehmern zur Auswertung gelangten. Innerhalb dieser Gruppe lagen für 552 Probanden (61,8%) standardisierte anthropometrische Messungen vor.

3.2.1 Kenndaten des Studienkollektivs der BVS II mit Aktivitätsprotokoll

Die Kenndaten der Teilnehmer mit Aktivitätsprotokoll sind in Tab. 39 zusammengefasst. Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern existieren für BMI-Gruppen, sozioökonomischen Status, Beruf und Rauchverhalten, aber auch für anthropometrische Messgrößen, Grundumsatz (BMR) und Energieaufnahme. Der Anteil der adipösen Teilnehmer lag im Gesamtkollektiv (n=893) bei den Frauen bei 17,1% und bei den Männern bei 16,1%. Schließt man diejenigen Teilnehmer aus, die ihr Gewicht bzw. ihre Größe selbst angegeben hatten, ergibt sich eine höhere Prävalenz für Adipositas mit 19,6% bei den Frauen und 20,4% bei den Männern (Gesamtgruppe 20,0%).

3.2.2 Beschreibung der körperlichen Aktivität

Die geschätzte körperliche Aktivität nach Kategorien (MET*h/d) und Intensität sind in Tabelle 40 dargestellt, zusammen mit der entsprechenden Dauer der Aktivität (h/d).

Männer, im Vergleich zu Frauen, zeigen signifikant höhere Werte für sportliche Aktivitäten, Fernseh- bzw. PC-Benutzung in der Freizeit und der gesamten Tagesaktivität, während Frauen eine signifikant längere Schlafdauer pro Tag angaben. Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der Intensitäts-Gruppen wider, da Männer mehr Zeit aufwenden für Aktivitäten mit moderater oder anstrengender Intensität. Die wichtigste Kategorie war die der Berufsaktivität mit leichter Intensität, die den höchsten mittleren Energieverbrauch sowohl für Männer, als auch für

Frauen zeigt. Nicht angegebene körperliche Aktivität in den 24-h Recalls war bei Frauen höher als bei Männern.

Tab. 39: Kenndaten der Teilnehmer der BVS II mit Aktivitätsprotokoll (n=893) mit Angabe der absoluten (n) und relativen Häufigkeiten (%) bzw. des Mittelwertes \pm Standardabweichung (mean \pm SD); gewichtet (Geschlecht, Alter, Studienregion)

	Gesamt (n = 893)		Frauen (n = 528)		Männer (n = 365)		p-Wert ²
	n	%	n	%	n	%	
Alter (Jahren)							0,713
<18	48	7,4	20	6,4	28	8,6	
18-<30	99	13,5	65	14,0	34	12,9	
30-<40	196	21,0	125	20,2	71	21,8	
40-<50	182	19,0	119	19,7	63	18,2	
50-<65	228	23,8	129	23,5	99	24,2	
≥ 65	140	15,2	70	16,2	70	14,1	
Body mass index (kg/m²)							<0,001
Untergewicht (<18,5)	35	4,2	25	5,9	10	2,4	
Normalgewicht (18,5-<25)	402	44,9	265	49,3	137	40,0	
Übergewicht (25-<30)	312	34,1	154	27,4	158	41,5	
Adipositas (≥ 30)	144	16,6	84	17,1	60	16,1	
Grad I (30-<35)	99	11,2	54	10,5	45	12,0	
Grad II (35-<40)	31	3,6	17	3,3	14	3,8	
Grad III (≥ 40)	14	1,9	13	3,5	1	0,2	
Schicht							0,001
Unterschicht	133	13,6	81	14,3	52	12,9	
Untere Mittelschicht	230	25,5	129	25,7	101	25,4	
Mittelschicht	262	29,3	163	29,9	99	28,7	
Obere Mittelschicht	178	21,2	118	24,0	60	18,2	
Oberschicht	90	10,3	37	6,2	53	14,8	
Beruf							<0,001
Angestellte	429	48,1	241	41,2	188	55,6	
Hausfrau/-mann	152	13,9	151	26,5	1	0,2	
Student/Schüler	78	12,3	35	10,3	43	14,6	
Arbeitslose/Sonstige	36	4,1	14	2,2	22	6,2	
Rentner	198	21,5	87	19,7	111	23,4	
Rauchen							<0,001
Nichtraucher	473	52,3	320	61,2	153	42,6	
Ex-Raucher	183	21,0	83	16,0	100	26,3	
Raucher	236	26,7	124	22,6	112	31,1	
fehlende Daten	1	0,1	1	0,2	0	0,0	
			mean \pm SD				
Größe	169,6 \pm 9,1		164,0 \pm 6,7		175,5 \pm 7,3		<0,001
Gewicht	74,3 \pm 15,6		68,1 \pm 13,9		81,0 \pm 14,6		<0,001
BMI	25,8 \pm 5,2		25,5 \pm 5,8		26,2 \pm 4,3		0,038
BMR	1601,253 \pm		1419 \pm 132		1801 \pm 197		<0,001
Energieaufnahme	2001 \pm 667		1704 \pm 529		2326 \pm 652		<0,001

Tab. 40: Geschätzte körperliche Aktivität¹ in der BVS II (h/d und MET²h/d) nach Geschlecht, Art und Intensität der Aktivität

Art und Intensität ² der Aktivität/Inaktivität	Gesamt (n=893)			Männer (n=365)			Frauen (n=528)			p-Wert ³ (MET ² h/d)
	h/d	MET ² h/d	h/d	MET ² h/d	h/d	MET ² h/d	h/d	MET ² h/d		
Median (Interquartilsabstand)										
Beruf	gesamt	2,86 (5,71)	5,36 (14,00)	2,95 (6,07)	6,83 (12,60)	2,86 (5,71)	5,14 (14,29)			0,799
	leicht	82,6%#	68,1%	75,8%	55,2%	89,9%	82,4%			
	moderat	13,2%	21,5%	17,7%	28,7%	8,8%	13,6%			
	schwer	4,0%	10,4%	6,5%	16,2%	1,7%	4,0%			
Sport	gesamt	0,12 (0,63)	0,48 (3,34)	0,14 (0,73)	0,59 (4,50)	0,08 (0,53)	0,38 (2,83)			0,028
	moderat	57,5%	43,1%	51,1%	36,4%	66,7%	52,9%			
	schwer	40,0%	56,9%	48,9%	63,6%	33,3%	46,6%			
LTPA ⁴ anstrengend	gesamt	0,00 (0,54)	0,00 (1,71)	0,00 (0,36)	0,00 (1,55)	0,00 (0,57)	0,00 (2,10)			0,893
	leicht	5,0%	3,2%	4,8%	2,2%	5,4%	4,4%			
	moderat	92,5%	92,4%	95,2%	94,0%	91,9%	90,4%			
	schwer	2,5%	4,5%	2,4%	3,8%	2,7%	5,2%			
TV/PC ⁵ Freizeit	gesamt	1,64 (1,82)	1,64 (1,82)	2,00 (1,96)	2,00 (1,96)	1,38 (1,52)	1,38 (1,52)			<0,001
Schlaf ⁶	gesamt	7,43 (1,39)	6,69 (1,25)	7,31 (1,36)	6,58 (1,22)	7,56 (1,37)	6,80 (1,23)			0,016
LTPA ⁴ nicht angegeben	gesamt	10,93 (4,04)	19,12 (7,08)	10,61 (4,08)	18,56 (7,14)	11,26 (4,17)	19,71 (7,30)			<0,001
Tagesaktivität	gesamt	37,52 (7,18)	37,52 (7,18)	37,92 (8,80)	37,92 (8,80)	37,35 (5,58)	37,35 (5,58)			<0,001
PAL ⁷ geschätzt	gesamt	1,62 (0,31)	1,62 (0,31)	1,63 (0,38)	1,63 (0,38)	1,61 (0,24)	1,61 (0,24)			<0,001

¹ gewichtet (Geschlecht, Alter, Studienregion)

² LTPA⁴ = anstrengende körperliche Aktivität in der Freizeit

³ TV/PC⁵Freizeit (1,0 MET)

⁴ Schlaf (0,9 MET)

⁵ LTPA⁴ = nicht angegebene körperliche Aktivität in der Freizeit (1,75 MET)

⁶ leicht (<3 METs), moderat (3-6 METs), schwer (>6 METs)

⁷ Prozent des Mittelwertes in h/d bzw. MET²h/d der entsprechenden Aktivitätskategorie

Die gesamte Tagesaktivität wurde im Mittel für Frauen auf 37,35 MET*h/d geschätzt und für Männer auf 37,92 MET*h/d, bzw. dem entsprechenden PAL-Wert von 1,61 und 1,63.

Tab. 41: Geschätzte körperliche Aktivität¹ bei Frauen in der BVS II nach BMI-Gruppen in MET*h/d nach Art und Intensität der Aktivität

Art und Intensität der körperlichen Aktivität	Untergewicht (<18,5 kg/m ²) n=25	Normalgewicht (18,5-<25) n=265	Übergewicht (25-<30) n=154	Adipositas (>=30) n=84	p-Wert (Unterschiede ² adipöse vs. andere)
Median (Interquartilabstand)					
Beruf					
gesamt	2,93 (9,76)	5,79 (14,29)	5,35 (14,29)	2,41 (11,68)	0,033
<i>leicht</i>	55,8% [#]	83,8%	81,6%	89,7%	
<i>moderat</i>	18,8%	12,2%	16,8%	10,3%	
<i>schwer</i>	25,3%	3,9%	1,8%	0%	
Sport					
gesamt	1,62 (3,24)	0,63 (3,12)	0,00 (2,30)	0,00 (1,73)	0,105
<i>moderat</i>	39,9%	47,0%	54,8%	80,4%	
<i>schwer</i>	60,1%	53,0%	43,9%	19,6%	
LTPA _{anstrengend} ³					
gesamt	0,00 (0,00)	0,00 (1,61)	0,00 (3,21)	0,00 (2,41)	0,026
<i>leicht</i>	0,0%	5,3%	2,2%	53,6%	
<i>moderat</i>	100,0%	87,6%	89,9%	94,6%	
<i>schwer</i>	0%	7,1%	7,3%	0%	
TV/PC _{Freizeit} ⁴	1,21 (1,11)	1,11 (1,33)	1,69 (2,04)	1,78 (1,61)	0,004
Schlaf ⁵	7,90 (2,07)	6,80 (1,24)	6,75 (1,03)	6,75 (1,25)	0,332
LTPA _{nicht angegeben} ⁶	20,77 (8,20)	19,26 (7,72)	19,49 (7,45)	19,89 (6,66)	0,325
gesamte Tagesaktivität					
MET*h/d	36,56 (7,08)	37,78 (6,00)	37,20 (5,97)	36,70 (4,95)	0,083
PAL-Wert _{geschätzt}	1,58 (0,31)	1,63 (0,26)	1,60 (0,26)	1,58 (0,21)	0,083

¹ gewichtet (Geschlecht, Alter, Studienregion)

² Mann-Whitney U-Test

³ LTPA_{anstrengend} = anstrengende körperliche Aktivität in der Freizeit

⁴ TV/PC_{Freizeit} (1,0 MET)

⁵ Schlaf (0,9 MET)

⁶ LTPA_{nicht angegeben} = nicht angegebene körperliche Aktivität in der Freizeit (1,75 MET)

* leicht (<3 METs), moderat (3-6 METs), schwer (>6 METs)

Prozent des Mittelwertes in h/d

Die Darstellung der geschätzten körperlichen Aktivität, unterteilt nach BMI-Gruppen, zeigt bei den adipösen Frauen geringere berufliche Aktivität, dagegen

aber mehr anstrengende körperliche Aktivität in der Freizeit, auf der anderen Seite verbringen Übergewichtige und Adipöse in ihrer Freizeit mehr Zeit vor dem Fernseher bzw. PC (Tab. 41).

Tab. 42: Geschätzte körperliche Aktivität¹ bei Männern in der BVS II nach BMI-Gruppen in MET*h/d nach Art und Intensität der Aktivität

Art und Intensität* der körperlichen Aktivität	Untergewicht (<18,5 kg/m ²) n=10	Normalgewicht (18,5-<25) n=137	Übergewicht (25-<30) n=158	Adipositas (≥30) n=60	p-Wert (Unterschied ² adipöse vs. andere)
Median (Interquartilabstand)					
Beruf					
gesamt	3,47 (6,51)	7,48 (13,68)	5,09 (12,45)	3,01 (12,28)	0,098
leicht	100,0%	60,6%	46,0%	61,4%	
moderat	0%	18,2%	46,5%	10,7%	
schwer	0%	21,3%	7,5%	28,1%	
Sports					
gesamt	7,52 (15,67)	1,29 (7,86)	0,39 (3,21)	0,00 (2,05)	0,006
moderat	13,2%	33,0%	48,5%	28,6%	
schwer	86,9%	67,0%	51,0%	71,4%	
LTPA ³ _{anstrengend}					
gesamt	0,00 (0,00)	0,00 (0,54)	0,00 (2,86)	0,29 (4,39)	0,007
leicht	0%	1,9%	3,1%	0,7%	
moderat	100,0%	87,5%	94,6%	98,7%	
schwer	0%	11,5%	2,2%	0,7%	
TV/PC ⁴ _{Freizeit}	1,46 (2,53)	1,77 (1,62)	2,07 (1,97)	2,46 (1,92)	0,001
Schlaf ⁵	8,21 (1,63)	6,62 (1,13)	6,56 (1,28)	6,48 (0,90)	0,040
LTPA ⁶ _{nicht angegeben}	15,80 (6,43)	18,10 (7,45)	18,66 (6,95)	19,50 (7,84)	0,413
Gesamte Tagesaktivität					
MET*h/d	37,54 (11,56)	38,94 (8,81)	37,19 (8,42)	37,42 (8,92)	0,087
PAL-Wert [#] _{geschätzt}	1,62 (0,50)	1,68 (0,38)	1,60 (0,36)	1,61 (0,38)	0,087

¹ gewichtet (Geschlecht, Alter, Studienregion)

² Mann-Whitney U-Test

³ LTPA_{anstrengend} = anstrengende körperliche Aktivität in der Freizeit

⁴ TV/PC_{Freizeit} (1,0 MET)

⁵ Schlaf (0,9 MET)

⁶ LTPA_{nicht angegeben} = nicht angegebene körperliche Aktivität in der Freizeit (1,75 MET)

* leicht (<3 METs), moderat (3-6 METs), schwer (>6 METs)

Prozent des Mittelwertes in h/d

Bei den Männern ist die größte sportliche Aktivität bei den Unter- und Normalgewichtigen zu finden (Tab. 42). Bei den übergewichtigen und adipösen Männern findet allerdings mehr körperlich anstrengende Aktivität in der Freizeit statt, diese

Personengruppen verbringen hingegen im Vergleich zu den anderen BMI-Gruppen mehr Zeit vor dem Fernseher bzw. dem PC. Die Schlafzeit war am geringsten bei adipösen und am größten bei untergewichtigen Männern.

3.2.3 Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko

Für die Risikoschätzung wurde nur die Untergruppe der BVS II verwendet, für die gemessene Werte bezüglich Gewicht und Größe vorlagen und die keine Personen enthielt, die möglicherweise falsche oder unvollständige Angaben gemacht hatten. Für diese Teilgruppe ergibt sich ein signifikant inverser Zusammenhang zwischen Adipositas und sportlicher Aktivität (Tab. 43). Nach Adjustierung für Geschlecht, Alter, Energiezufuhr, sozioökonomischen Faktoren und Rauchverhalten lag der Odds Ratio (95%CI) für Teilnehmer mit mehr als 5 MET*h/d für sportliche Aktivität bei 0,37 (0,16-0,85; $p_{\text{trend}}=0,037$ (kont.)).

Adipositas war invers mit der gesamten körperlichen Aktivität assoziiert (PAL-Wert_{geschätzt}). Das Risiko, adipös zu werden, reduzierte sich bei steigender körperlicher Aktivität (außer in der 4. Quartile) und erreichte für die 3. Quartile statistische Signifikanz mit einem PAL-Wert zwischen 1,75 und 2,0. Kombiniert man alle Teilnehmer mit einem PAL-Wert von 1,75 oder größer in einer Kategorie (Q3+Q4), dann ergibt sich ein OR (95% CI) von 0,43 (0,21-0,85) für den stark inversen Zusammenhang mit Adipositas.

Tab. 43: Adipositasrisiko in Abhängigkeit von verschiedenen Arten von körperlicher Aktivität und gesamter körperlicher Aktivität in einem Teilkollektiv der BVS II (n=507[#])*

Art der Aktivität	Quartilen ¹				P _{trend} ² (kat.)	P _{trend} ³ (kont.)
	Q1	Q2	Q3	Q4		
Beruf						
	Fälle/Kontrollen	42/146	17/87	15/106	15/79	
	Odds Ratio	0,60	1 (ref.)	0,83	0,97	
	(95% CI)	(0,28-1,30)		(0,38-1,83)	(0,44-2,18)	
Sport						
	Fälle/Kontrollen	47/185	21/75	13/84	8/74	
	Odds ratio	1 (ref.)	0,91	0,69	0,37	
	(95% CI)		(0,49-1,69)	(0,34-1,39)	(0,16-0,85)	0,017 0,037
LTPA_{anstrengend}⁴						
	Fälle/Kontrollen	52/247	12/61	10/49	15/61	
	Odds ratio	1 (ref.)	0,94	0,88	0,74	
	(95% CI)		(0,45-1,94)	(0,40-1,93)	(0,37-1,48)	0,393 0,650
TV/PC_{Freizeit}						
	Fälle/Kontrollen	10/129	29/116	26/93	24/80	
	Odds ratio	1 (ref.)	3,12	2,92	2,51	
	(95% CI)		(1,42-6,87)	(1,29-6,59)	(1,07-5,89)	0,081 0,059
Schlaf						
	Fälle/Kontrollen	27/97	36/166	21/135	5/20	
	Odds ratio	1 (ref.)	0,76	0,55	1,08	
	(95% CI)		(0,42-1,37)	(0,28-1,07)	(0,33-3,51)	0,217 0,062
LTPA_{nicht angegeben}⁵						
	Fälle/Kontrollen	15/96	22/104	27/127	25/91	
	Odds ratio	1 (ref.)	1,25	0,75	0,94	
	(95% CI)		(0,59-2,64)	(0,35-1,60)	(0,43-2,04)	0,587 0,275
geschätzter PAL-Wert						
	Fälle/Kontrollen	31/92	39/189	10/87	9/50	
	Odds ratio	1 (ref.)	0,59	0,35	0,56	
	(95% CI)		(0,33-1,05)	(0,16-0,81)	(0,23-1,37)	0,038 0,728

[#] Teilgruppe mit gemessenem Gewicht und Größe und Ausschluss von Teilnehmern mit fehlerhaften Angaben

* adjustiert für Geschlecht, Alter, Energieaufnahme (kcal/100/d), Schicht (Unter-, untere Mittel-, Mittel-, obere Mittel-, Oberschicht, Rauchverhalten (Nicht-, Ex-, Raucher)

¹ Grenzen und Median der Quartilen:

Beruf :	Q1: 0,00 (0,00)	Q2: 0,25-<8,00 (4,29)	Q3: 8,00-<14,50 (11,23)	Q4: ≥14,50 (17,68) MET*h/d
Sport:	Q1: 0,00 (0,00)	Q2: 0,10-<2,00 (0,94)	Q3: 2,00-<5,00 (2,86)	Q4: ≥5,00 (8,57) MET*h/d
LTPA _{anstrengend} :	Q1: 0,00 (0,00)	Q2: 0,10-<2,00 (1,07)	Q3: 2,00-<4,50 (3,21)	Q4: ≥4,50 (6,93) MET*h/d
TV/PC _{Freizeit} :	Q1: <1,00 (0,50)	Q2: 1,00-<2,00 (1,43)	Q3: 2,00-<3,00 (2,34)	Q4: ≥3,00 (3,65) MET*h/d
Schlaf:	Q1: <6,00 (5,46)	Q2: 6,00-<7,00 (6,57)	Q3: 7,00-<8,00 (7,35)	Q4: ≥8,00 (8,23) MET*h/d
LTPA _{nicht angegeben} :	Q1: <15,00 (13,25)	Q2: 15,00-<19,00 (16,94)	Q3: 19,00-<23,00 (20,89)	Q4: ≥23,00 (24,98) MET*h/d
geschätzter PAL-Wert:	Q1: <1,5 (1,45)	Q2: 1,5-<1,75 (1,6)	Q3: 1,75-<2,00 (1,83)	Q4: ≥2,00 (2,15) MET*h/d

² Trend-Test unter Benutzung der quartilbasierten geschätzten PAL-Werte als kontinuierliche Variable [p_{trend(kat.)}]

³ Trend-Test unter Benutzung nichtkategorisierter geschätzter PAL-Werte (MET*h) als kontinuierliche Variable [p_{trend(kont.)}]

⁴ LTPA_{anstrengend} = anstrengende Freizeitaktivität

⁵ LTPA_{nicht angegeben} = nicht angegebene Freizeitaktivität

3.3 Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene und Adipositasrisiko

Die folgenden Ergebnisse sind ungewichtet dargestellt, da es sich um Ergebnisse eines Teilkollektivs der BVS II (n=568) handelt, dessen Probanden zusätzlich an einer Blutabnahme teilgenommen haben.

3.3.1 Charakteristika des Studienkollektivs der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme

Um das Risiko, an Adipositas zu erkranken, zu berechnen, wurden die 568 Teilnehmer des Teilkollektivs der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme in 2 Gruppen eingeteilt, die Gruppe der Nicht-Adipösen (BMI <30 kg/m²) und die Gruppe der Adipösen (BMI ≥30 kg/m²). Charakteristika der Studienteilnehmer dieses Teilkollektivs sind in Tab. 44 zusammengefasst. Der mittlere BMI der adipösen Teilnehmer lag bei 34,3 kg/m² und der der nicht-adipösen Teilnehmer bei 24,8 kg/m². Die Gruppe der Adipösen unterscheidet sich nicht von den Nicht-Adipösen hinsichtlich ihres Geschlechts, aber adipöse Teilnehmer waren im Durchschnitt 8 Jahre älter. Keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen konnten für die Zufuhr von Energie festgestellt werden. Die Lebensweise der Adipösen war mehr sitzend, was sich durch weniger sportliche Aktivität und mehr Zeit in der Freizeit vor dem Fernseher bzw. am PC gezeigt hat.

3.3.2 Genotypverteilung der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas

Die Ergebnisse der Genotypisierung des Teilkollektivs mit Blutabnahme (n=567), bzw. für nicht-adipöse (n=453) und adipöse (n=114) Teilnehmer der BVS II, sind in Tab. 45 dargestellt. Unterschiede in der Verteilung der Genotypen bei adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern erreichen keine statistische Signifikanz. Die Zahl der homozygot mutanten Varianten ist bei TNF α , PPAR γ 2 und APM1 sehr gering.

Tab. 44: Charakteristika (mean \pm SD oder %) des Teilkollektivs der BVS II mit Blutabnahme bzw. adipösen (BMI^a ≥ 30 kg/m²) und nicht-adipösen (BMI < 30 kg/m²) Teilnehmern dieses Teilkollektivs

Parameter	Teilkollektiv BVS II (n=568)	Adipöse (n=114)	Nicht-Adipöse (n=454)
Geschlecht (m/w) (%)	42,8/57,2	44,7/55,3	42,3/57,7
Alter (Jahren)	48,5 \pm 15,3	54,9 \pm 13,9	46,9 \pm 15,2
Alter (%)			
18-<30	10,2	5,3	11,5
30-<40	22,9	12,3	25,6
40-<50	22,0	14,9	23,8
50-<65	27,6	43,0	23,8
≥ 65	17,3	24,6	15,4
Gewicht (kg)	75,6 \pm 15,2	94,5 \pm 13,5	70,9 \pm 11,4
Größe (cm)	168,2 \pm 8,7	166,1 \pm 9,8	168,7 \pm 8,4
BMI ^a (kg/m ²)	26,7 \pm 5,0	34,3 \pm 4,2	24,8 \pm 3,0
Taille (cm)	94,5 \pm 14,3	113,0 \pm 9,9	89,8 \pm 11,0
Hüfte (cm)	107,6 \pm 9,1	119,7 \pm 8,8	104,5 \pm 6,2
WHR ^b	0,88 \pm 0,09	0,95 \pm 0,07	0,86 \pm 0,08
Energieaufnahme ^c (kcal/d)	2067,0 \pm 599,1	2029,5 \pm 614,8	2075,0 \pm 596,2
Schicht (%)			
Unterschicht	13,9	20,2	12,3
Untere Mittelschicht	24,1	36,8	20,9
Mittelschicht	31,2	22,8	33,3
Obere Mittelschicht	21,1	14,9	22,7
Oberschicht	9,7	5,3	10,8
Rauchen (%)			
Nichtraucher	51,9	49,1	52,5
Ex-Raucher	23,5	29,8	21,9
Raucher	24,7	21,1	25,6
Sport (MET ^d *h/d ^d)	2,1 \pm 3,4	1,7 \pm 3,3	2,2 \pm 3,4
TV/PC ^{Freizeit} (h/d)	1,9 \pm 1,3	2,2 \pm 1,4	1,8 \pm 1,3

^aBody Mass Index, ^bWaist-to-Hip Ratio, ^cohne Underreporter (n=515), definiert als $< 0,8 \cdot \text{Energieaufnahme} / \text{Grundumsatz}$, ^dmetabolisches Äquivalent (MET)

Tab. 45: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas der Teilgruppe der BVS II mit Blutahme bzw. in adipösen (BMI ≥ 30) und nicht-adipösen (BMI < 30) Teilnehmer dieses Teilkollektivs (* χ^2 -Test nach Pearson, $p=0,05$)

Gen	Genotyp	Teilgruppe BVS II (n=567)		adipöse Teilnehmer (n=114)		nicht-adipöse Teilnehmer (n=453)		p*
		(n)	(%)	(n)	(%)	(n)	(%)	
BAR-2	AA	81	14,3	20	17,5	61	13,5	0,373
Arg16Gly	G1A	283	49,9	51	44,7	232	51,2	
A/G1	G1G1	203	35,8	43	37,7	160	35,3	
BAR-2	CC	190	33,5	43	37,7	147	32,5	0,411
Gln27Glu	CG2	280	49,4	50	43,9	230	50,8	
C/G2	G2G2	97	17,1	21	18,4	76	16,8	
Leptin -2548	GG	177	31,2	40	35,1	137	30,2	0,572
G/A	GA	278	49,0	54	47,7	224	49,4	
	AA	112	19,8	20	17,5	92	20,3	
LEPR	GG	156	27,5	33	28,9	123	27,2	0,579
Gln223Arg	GA	329	58,0	68	59,6	261	57,6	
G/A	AA	82	14,5	13	11,4	69	15,2	
TNF α -307	GG	415	73,2	88	77,2	327	72,2	0,211
G/A	GA	142	25,0	26	22,8	116	25,6	
	AA	10	1,8	-	-	10	2,2	
PPAR γ 2	CC	409	72,1	83	72,8	326	72,0	0,934
Pro12Ala C/G	CG	145	25,6	28	24,6	117	25,8	
	GG	13	2,3	3	2,6	10	2,2	
APM1	TT	448	79,0	97	85,1	351	77,5	0,202
Gly15Gly T/G	TG	113	19,9	16	14,0	97	21,4	
	GG	6	1,1	1	0,9	5	1,1	

Für adipöse und nicht-adipöse Männer bzw. Frauen ist die Genotypverteilung und die Unterschiede der Verteilung in Tab. 46 und Tab. 47 dargestellt. In der Gruppe der Männer ist die Verteilung der Genotypen bei dem Leptinrezeptor Gln223Arg G/A zwischen adipösen und nicht-adipösen Männern signifikant unterschiedlich ($p=0,035$). Bei den Frauen zeigen sich für die untersuchten Gene keine signifikanten Unterschiede.

Tab. 46: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas bei adipösen (BMI ≥ 30) und nicht-adipösen (BMI < 30) Männern der BVS II (* χ^2 -Test nach Pearson, $p < 0,05$)

Gen	Genotyp	adipöse Männer (n=51)		nicht-adipöse Männer (n=192)		p*
		(n)	(%)	(n)	(%)	
BAR-2 Arg16Gly A/G1	AA	9	17,6	29	15,1	0,872
	G1A	24	47,1	97	50,5	
	G1G1	18	35,3	66	34,4	
BAR-2 Gln27Glu C/G2	CC	22	43,1	64	33,3	0,415
	CG2	22	43,1	94	49,0	
	G2G2	7	13,7	37	17,7	
Leptin -2548 G/A	GG	14	27,5	51	26,6	0,237
	GA	30	58,8	94	49,0	
	AA	7	13,7	47	24,5	
LEPR Gln223Arg G/A	GG	19	37,3	53	27,6	0,035
	GA	31	60,8	111	57,8	
	AA	1	2,0	28	14,6	
TNF α -307 G/A	GG	40	78,4	130	67,7	0,268
	GA	11	21,6	59	30,7	
	AA	-	-	3	1,6	
PPAR γ 2 Pro12Ala C/G	CC	36	70,6	144	75,0	0,657
	CG	14	27,5	42	21,9	
	GG	1	2,0	6	3,1	
APM1 Gly15Gly T/G	TT	43	84,3	147	76,6	0,472
	TG	7	13,7	41	21,4	
	GG	1	2,0	4	2,1	

Tab. 47: Verteilung (n, %) der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas bei adipösen (BMI ≥ 30) und nicht-adipösen (BMI < 30) Frauen der BVS II (* χ^2 -Test nach Pearson, $p < 0,05$)

Gen	Genotyp	adipöse Frauen (n=63)		nicht-adipöse Frauen (n=261)		p*
		(n)	(%)	(n)	(%)	
BAR-2 Arg16Gly A/G1	AA	11	17,5	32	12,3	0,365
	G1A	27	42,9	135	51,7	
	G1G1	25	39,7	94	36,0	
BAR-2 Gln27Glu C/G2	CC	21	33,3	83	31,8	0,421
	CG2	28	44,4	136	52,1	
	G2G2	14	22,2	42	16,1	
Leptin -2548 G/A	GG	26	41,3	86	33,0	0,246
	GA	24	38,1	130	49,8	
	AA	13	20,6	45	17,2	
LEPR Gln223Arg G/A	GG	14	22,2	70	26,8	0,679
	GA	37	58,7	150	57,5	
	AA	12	19,0	41	15,7	
TNF α -307 G/A	GG	48	76,2	197	75,5	0,410
	GA	15	23,8	57	21,8	
	AA	-	-	7	2,7	
PPAR γ 2 Pro12Ala C/G	CC	47	74,6	182	69,7	0,429
	CG	14	22,2	75	28,7	
	GG	2	3,2	4	1,5	
APM1 Gly15Gly T/G	TT	54	85,7	204	78,2	0,386
	TG	9	14,3	56	21,5	
	GG	-	-	1	0,4	

3.3.3 Allelische Varianten ausgewählter Gene und Adipositasrisiko

Die rohe Risikoschätzung gibt Hinweise auf eine mögliche Beziehung zwischen den mutanten Allelen (=seltenen Allelen) von APM1 und dem Adipositasrisiko mit einer OR=0,60 ($p=0,077$) (Tab. 48). Nach Adjustierung für Alter, Geschlecht, TV/PC-Benutzung während der Freizeit und sportlicher Aktivität war dieser Hinweis der Assoziation zwischen dem APM1-Genotyp und Adipositas nicht mehr zu sehen. Mögliche Assoziationen wurden aber für Träger der mutanten Allele der Polymorphismen von Leptin und TNF α mit ORs von 0,73 ($p=0,166$) bzw. 0,68 ($p=0,148$) gefunden.

Tab. 48: Rohe und adjustierte Odds Ratios für die einzelnen oder die kombinierten Effekte allelischer Varianten der ausgewählten Kandidatengene auf das Adipositasrisiko in adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern der BVS II (n=567)

Gen	roh		adjustiert*	
	OR	p	OR	p
BAR-2 Arg16Gly G/A	AA	1	1	
	G1A	0,67	0,69	0,233
	G1G1	0,82	0,89	0,723
	≥ 1 G allel	0,73	0,77	0,376
BAR-2 Gln27Glu G/A	CC	1	1	
	CG2	0,74	0,74	0,210
	G2G2	0,95	0,96	0,891
	≥ 1 G allel	0,79	0,79	0,304
BAR-2 Arg16Gly und BAR-2 Gln27Glu kombiniert	AACC	1	1	
	AG1CC/AACG2	0,75	0,80	0,565
	AAG2G2/AG1CG2/G1G1CC	0,75	0,77	0,431
	G1G1CG2/AG1G2G2	0,74	0,79	0,542
	G1G1G2G2	0,84	0,91	0,797
	1-2 G allel	0,75	0,78	0,428
	>2 G allel	0,79	0,85	0,623
Leptin -2548 G/A	GG	1	1	
	GA	0,83	0,74	0,224
	AA	0,75	0,69	0,237
	≥ 1 A allel	0,80	0,73	0,166
LEPR Gln223Arg G/A	GG	1	1	
	GA	0,97	0,92	0,730
	AA	0,70	0,63	0,223
	≥ 1 A allel	0,92	0,86	0,525
TNF α -307 G/A	GG	1	1	
	GA	0,83	0,73	0,228
	≥ 1 A allel	0,77	0,68	0,148
PPAR γ 2 Pro12Ala C/G	CC	1	1	
	CG	0,94	1,02	0,926
	GG	1,18	1,21	0,782
	≥ 1 G allel	0,96	1,04	0,874
APM1 Gly15Gly T/G	TT	1	1	
	TG	0,60	0,72	0,279
	GG	0,72	0,99	0,990
	≥ 1 G allel	0,60	0,73	0,292

* adjustiert für Geschlecht, Alter (Jahren) TV/ PC –Benutzung in der Freizeit (h/d), Sport (Quartilen)

3.4 Plasmakonzentrationen von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII und Adipositasrisiko

3.4.1 Plasmakonzentrationen von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII

Im Teilkollektiv der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme (n=565) liegt der mittlere Gehalt an Leptin bei 13,39 pg/ml, bei Männern bei 7,56 pg/ml und bei Frauen bei 17,73 pg/ml. Im Mittelwert beträgt der Gehalt an TNF α im Plasma im Gesamtkollektiv, bei Männern bzw. bei Frauen 12,69, 13,63 bzw. 12,00 pg/ml (Tab. 49).

Tab. 49: Gehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma der Teilnehmer einer Untergruppe der BVS II (n=565)

		Mean \pm SD	Median	Min – Max	Perzentilen				
					10%	25%	75%	90%	
gesamtes Teilkollektiv (n=565)									
Leptin	pg/ml	13,39 \pm 11,55	9,64	0,00 - 78,68	3,20	5,53	17,35	30,82	
TNF α	pg/ml	12,69 \pm 7,40	11,38	3,18 - 100,30	6,80	8,85	14,52	18,76	
TNF-RI	ng/ml	1,86 \pm 0,59	1,76	0,82 - 7,94	1,34	1,50	2,09	2,46	
TNF-RII	ng/ml	4,71 \pm 1,67	4,36	1,97 - 21,29	3,26	3,74	5,36	6,30	
Männer des Teilkollektivs (n=241)									
Leptin	pg/ml	7,56 \pm 6,87	5,80	0,00 - 51,00	1,77	3,58	9,48	13,83	
TNF α	pg/ml	13,63 \pm 8,10	12,20	4,44 - 100,30	7,67	9,45	15,52	19,54	
TNF-RI	ng/ml	1,94 \pm 0,48	1,88	0,91 - 3,79	1,41	1,57	2,20	2,54	
TNF-RII	ng/ml	4,89 \pm 1,51	4,54	2,02 - 15,02	3,29	3,88	5,58	6,70	
Frauen des Teilkollektivs (n=324)									
Leptin	pg/ml	17,73 \pm 12,39	13,75	0,00 - 78,68	5,90	8,73	24,46	35,07	
TNF α	pg/ml	12,00 \pm 6,76	10,91	3,18 - 91,87	6,48	8,44	13,68	18,02	
TNF-RI	ng/ml	1,81 \pm 0,65	1,68	0,82 - 7,94	1,29	1,46	1,98	2,37	
TNF-RII	ng/ml	4,57 \pm 1,77	4,22	1,97 - 21,29	3,24	3,62	5,10	6,00	

In ihrem Plasmagehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII unterscheiden sich Männer und Frauen hochsignifikant voneinander. Der Gehalt an Leptin ist bei Frauen signifikant höher als bei Männern, während der Gehalt an TNF α , TNF-RI und TNF-RII bei den Männern höher ist (Tab. 50).

Tab. 50: Gehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma bei Männern und Frauen des Teilkollektivs der BVS II (n=241/324) mit Angabe zu Mittelwert \pm Standardfehler des Mittelwertes und Unterschieden zwischen den Geschlechtern (*Mann-Whitney U-Test, p<0,05)

	Einheit	Männer (n=241) Mean \pm SEM	Frauen (n=324) Mean \pm SEM	p*
Leptin	pg/ml	7,56 \pm 0,44	17,73 \pm 0,69	<0,001
TNF α	pg/ml	13,63 \pm 0,52	12,00 \pm 0,38	<0,001
TNF-RI	ng/ml	1,94 \pm 0,03	1,81 \pm 0,04	<0,001
TNF-RII	ng/ml	4,89 \pm 0,10	4,57 \pm 0,10	<0,001

Sowohl Männer als auch Frauen unterscheiden sich zwischen den BMI-Gruppen signifikant in ihrem Gehalt an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII. Mit zunehmender BMI-Gruppe steigen die Gehalte von Leptin und der Cytokine im Plasma (Tab. 51). Der größte Unterschied zwischen den BMI-Gruppen ist bei den Frauen bezüglich Leptin zu sehen: 8,95 pg/ml bei Unter- und Normalgewichtigen versus 31,47 pg/ml bei Adipösen.

Tab. 51: Gehalt von Plasma-Leptin und ausgewählten Plasma-Cytokinen bei Männern und Frauen des Teilkollektivs der BVS II nach BMI-Gruppen

BMI-Gruppen	Männer (n=241)			Frauen (n=324)		
	Median	IQR [§]	p*	Median	IQR [§]	p*
	Leptin (pg/ml)		<0,001	Leptin (pg/ml)		<0,001
< 25 kg/m ²	3,28	3,33		8,95	5,53	
25-30 kg/m ²	6,15	4,13		18,48	13,39	
\geq 30 kg/m ²	11,22	9,07		31,47	20,05	
	TNFα (pg/ml)		0,011	TNFα (pg/ml)		<0,001
< 25 kg/m ²	10,60	5,97		10,14	4,17	
25-30 kg/m ²	12,88	7,15		11,73	4,98	
\geq 30 kg/m ²	13,35	5,84		13,23	5,47	
	TNF-RI (ng/ml)		<0,001	TNF-RI (ng/ml)		<0,001
< 25 kg/m ²	1,64	0,59		1,59	0,42	
25-30 kg/m ²	1,95	0,62		1,73	0,59	
\geq 30 kg/m ²	2,03	0,62		1,98	0,61	
	TNF-RII (ng/ml)		0,001	TNF-RII (ng/ml)		<0,001
< 25 kg/m ²	4,21	1,53		4,09	1,21	
25-30 kg/m ²	4,81	1,91		4,17	1,41	
\geq 30 kg/m ²	4,88	1,62		5,03	1,89	

[§] Interquartilabstand

Tab. 52: Gehalt von Plasma-Leptin und ausgewählten Plasma-Cytokinen bei Adipösen und Nicht-Adipösen Teilnehmern des Teilkollektivs der BVS II (n=565) mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und Unterschieden zwischen den Gruppen (*Mann-Whitney U-Test, $p < 0,05$)

	Einheit	Nicht-Adipöse		Adipöse		p*
		Median	IQR [§]	Median	IQR [§]	
gesamtes Teilkollektiv (452/113[#])						
Leptin	pg/ml	8,42	8,84	19,54	21,48	<0,001
TNF α	pg/ml	11,12	5,37	13,31	5,62	0,001
TNF-RI	ng/ml	1,71	0,57	1,98	0,60	<0,001
TNF-RII	ng/ml	4,27	1,49	4,90	1,75	<0,001
Männer (190/51[#])						
Leptin	pg/ml	4,89	4,69	11,22	9,07	<0,001
TNF α	pg/ml	11,97	6,02	13,35	5,84	0,233
TNF-RI	ng/ml	1,85	0,60	2,03	0,62	0,013
TNF-RII	ng/ml	4,51	1,73	4,88	1,62	0,083
Frauen (262/62[#])						
Leptin	pg/ml	11,50	10,77	31,47	20,05	<0,001
TNF α	pg/ml	10,59	4,90	13,23	5,47	0,002
TNF-RI	ng/ml	1,63	0,48	1,98	0,61	<0,001
TNF-RII	ng/ml	4,12	1,36	5,03	1,89	<0,001

[#] Anzahl Nicht-Adipöse/Adipöse, [§] Interquartilabstand

Sowohl im gesamten Teilkollektiv als auch bei den weiblichen Probanden zeigen sich signifikante Unterschiede im Gehalt von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma zwischen nicht-adipösen und adipösen Teilnehmern. Bei den Männern ist ein Unterschied nur bei Leptin (pg/ml) und TNF-RI (ng/ml) zu sehen (Tab. 52).

3.4.2 Assoziation von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma mit Adipositas

Mit steigender Konzentration von Leptin im Plasma steigt auch das Adipositasrisiko signifikant an, sowohl in der rohen als auch in der adjustierten Auswertung. Teilnehmer mit einer hohen Konzentration an Leptin weisen ein 43-mal höheres Risiko auf. Sowohl bei einer mittleren und hohen Konzentration von TNF-RI als auch bei einer hohen Konzentration von TNF-RII im Plasma ist nach Adjustierung das Adipositasrisiko signifikant erhöht (Tab. 53).

Tab. 53: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR) für das Auftreten von Adipositas und Leptin- und TNF α -Konzentrationen im Plasma bei einem Teilkollektiv der BVS II (n=565)

Plasma-Gehalt		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
Leptin (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	3,23	1,52 - 6,83	0,002	5,67	2,49 - 12,91	<0,001
	hoch	11,55	5,73 - 23,29	<0,001	43,36	16,61 - 113,14	<0,001
TNF α (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,27	0,73 - 2,21	0,399	1,16	0,66 - 2,06	0,607
	hoch	2,34	1,40 - 3,93	0,001	1,54	0,87 - 2,74	0,138
TNF-RI (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	2,62	1,41 - 4,90	0,002	2,36	1,25 - 4,46	0,008
	hoch	4,79	2,64 - 8,72	<0,001	3,08	1,60 - 5,91	0,001
TNF-RII (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,66	0,94 - 2,94	0,081	1,42	0,78 - 2,57	0,249
	hoch	2,96	1,73 - 5,07	<0,001	1,87	1,04 - 3,38	0,038

*adjustiert für Alter, Geschlecht, TV/PC-Benutzung in der Freizeit (h/d), Sport (Quartilen)

Rohe und adjustierte Odds Ratios für den Zusammenhang zwischen den Plasma-konzentrationen und dem Adipositasrisiko für Männer und Frauen sind im **Anhang** (A Tab. 18) dargestellt.

3.4.3 Assoziation der Leptin- und TNF-alpha Konzentrationen im Plasma mit allelischen Varianten von Leptin-2548 und TNF α -307

Tab. 54: Leptin- bzw. TNF α -Konzentrationen im Plasma (pg/ml; mean \pm SEM) und allelische Varianten von Leptin-2548 bzw. TNF α -307, adjustiert für Geschlecht und BMI

Genotyp	n (ob/non-ob ^a)	Adipöse	Nicht-Adipöse	p ^b
Leptin -2548 G/A		Plasma Leptin (pg/ml)		<0,001
GG	175 (39/136)	14,33 \pm 1,51	11,67 \pm 0,73	
\geq 1 A Allel	389 (74/315)	11,71 \pm 1,27	12,93 \pm 0,50	
TNFα-307		Plasma TNFα (pg/ml)		<0,001
GG	412 (87/325)	11,88 \pm 1,08	13,32 \pm 0,45	
\geq 1 A Allel	151 (26/125)	11,99 \pm 1,61	12,28 \pm 0,68	

^a Anzahl Adipöse/Nicht-Adipöse, ^b Kruskal-Wallis-Test

Bei der Betrachtung des Effekts des Leptin -2548 Genotyps auf die Plasma-Konzentration von Leptin, adjustiert für Geschlecht und BMI, zeigen sich signifikante Unterschiede. Adipöse Träger der Wildtyp-Variante weisen den höchsten mittleren Gehalt an Leptin im Plasma auf. Ein Effekt des TNF α -Genotyps auf die Plasma-Konzentration von TNF α ist ebenfalls vorhanden, wobei nicht-adipöse Träger der Wildtyp-Variante die höchsten Plasma-Werte aufweisen (Tab. 54).

3.5 Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen und Adipositasrisiko

3.5.1 Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen eines Teilkollektivs der BVS II (n=568)

Die mittleren Anteile der Palmitinsäure C 16:0 lag im Teilkollektiv der BVS II mit Blutabnahme (n=568) bei 25,21 %, Stearinsäure C 18:0 bei 20,31 %, Ölsäure C 18:1 bei 15,12 %, Linolsäure C 18:2 (n=6) bei 11,02% und Arachidonsäure C 20:4 (n=6) bei 13,93 % (Tab. 56). Bei gesättigten (SFA), n-3 mehrfach ungesättigten (n-3 PUFA) und n-6 mehrfach ungesättigten Fettsäuren (n-6 PUFA) errechneten sich durchschnittliche Anteile von 47,25 %, 7,87 % bzw. 29,19 %. Die Anteile der Fettsäuren der n-3 Familie lagen bei 0,09 % für α -Linolensäure C 18:3, bei 0,92 % für Eicosapentaensäure C 20:5, bei 2,21 % für Docosapentaensäure C 22:5 und bei 4,65 % für Docosahexaensäure C 22:6 (Tab. 56). Sowohl in der Gruppe der Männer, als auch der Frauen, spiegeln sich die Ergebnisse der Gesamtgruppe wider (**Anhang A** Tab. 19 und A Tab. 20).

Beim Gehalt der Ölsäure C 18:1, der Arachinsäure C 20:0, der Konjugierten Linolsäuren, der Decosansäure C 22:0 und der Docosahexaensäure C 22:6 konnte ein signifikanter ($p < 0,05$) Unterschied zwischen Männern (n=243) und Frauen (n=325) festgestellt werden. Der Mittelwert der C 18:1 war mit 15,36 % bei Männern signifikant höher als bei Frauen mit 14,88 %. Die Mittelwerte der C 20:0 unterschieden sich mit 0,13 % und 0,14 % für Männer und Frauen ebenfalls signifikant, genauso wie der Mittelwert der Konjugierten Linolsäuren mit 0,10 und 0,12 %, der C 22:0 mit 0,11 und 0,10 % und der C 22:6 mit 4,46 und 4,83 % (Tab. 55).

Zwischen den Anteilen der Fettsäuren und Fettsäuresummen bei den drei Altersgruppen, <40 Jahre, 40 bis <65 Jahre und ≥ 65 Jahre, konnten signifikante

($p < 0,05$) Unterschiede für die Palmitin-, die Eicosapentaen-, die Arachidon- und die Docosatetraensäure festgestellt werden, ebenso wie für die Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren und die Summe der n-6 Fettsäuren (Tab. 57). Der höchste Gehalt an C 20:3, C 20:4, C 22:4, Summe der n-6 Fettsäuren und Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren ist in der Gruppe der unter 40-Jährigen zu finden.

Tab. 55: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten bei Männern (n=243) und Frauen (n=325) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwerts (SEM) und Mann-Whitney U Test*

Fettsäuren (%FAME)	Männer (n=243)		Frauen (n=325)		p<0,05*
	Mean	± SEM	Mean	± SEM	
C14:0	0,93	± 0,03	0,88	± 0,03	0,161
C16:0	25,49	± 0,41	24,93	± 0,41	0,057
C17:0	0,51	± 0,01	0,52	± 0,02	0,237
C18:0	20,40	± 0,20	20,21	± 0,18	0,833
C18:1, t9	0,16	± 0,00	0,16	± 0,01	0,086
C18:1, n-9	15,36	± 0,16	14,88	± 0,14	0,014
C18:2, c9t12	0,13	± 0,01	0,12	± 0,00	0,743
C18:2, n-6	10,94	± 0,14	11,11	± 0,14	0,201
C20:0	0,13	± 0,00	0,14	± 0,00	0,008
C18:3, n-6	0,04	± 0,00	0,04	± 0,00	0,621
C18:3, n-3	0,09	± 0,00	0,09	± 0,00	0,179
CLA	0,10	± 0,00	0,12	± 0,00	0,003
C22:0	0,11	± 0,00	0,10	± 0,00	0,043
C20:3, n-6	1,51	± 0,04	1,56	± 0,03	0,346
C20:4, n-6	13,61	± 0,32	14,26	± 0,32	0,059
C24:0	0,07	± 0,00	0,07	± 0,00	0,791
C20:5, n-3	0,95	± 0,05	0,89	± 0,04	0,680
C22:4, n-6	2,59	± 0,08	2,73	± 0,07	0,399
C22:5, n-3	2,26	± 0,08	2,16	± 0,07	0,193
C22:6, n-3	4,46	± 0,15	4,83	± 0,15	0,044
TFA	0,56	± 0,01	0,58	± 0,01	0,255
SFA	47,64	± 0,61	46,86	± 0,60	0,240
PUFA	36,44	± 0,74	37,68	± 0,72	0,124
n-3 PUFA	7,76	± 0,25	7,98	± 0,24	0,340
n-6 PUFA	28,69	± 0,52	29,70	± 0,51	0,108

Tab. 56: Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen der Gesamtgruppe der BVS II, gewichtet, n=568, mit Angabe von Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Median, Minimum – Maximum und Perzentilen

Fettsäuren (% FAME)	Kurzform	Mean±SD	Median	Min – Max	10%	25%	75%	90%
Myristinsäure	C14:0	0,90 ± 0,51	0,76	0,00 - 3,72	0,45	0,58	1,06	1,60
Palmitinsäure	C16:0	25,21 ± 6,78	22,39	17,98 - 46,84	19,79	20,79	26,71	37,09
Heptadecansäure	C17:0	0,52 ± 0,25	0,43	0,16 - 1,82	0,30	0,35	0,59	0,90
Stearinsäure	C18:0	20,31 ± 3,17	19,39	13,43 - 33,55	17,39	18,24	21,42	25,32
Eladinsäure	C18:1, 19	0,16 ± 0,08	0,14	0,04 - 0,66	0,08	0,11	0,19	0,26
Ölsäure	C18:1, n-9	15,12 ± 2,48	14,37	8,40 - 23,01	12,74	13,39	16,25	19,12
trans-Linolsäure-Isomeren	C18:2, c9t12	0,13 ± 0,09	0,10	0,00 - 0,79	0,06	0,08	0,15	0,20
Linolsäure	C18:2, n-6	11,02 ± 2,31	11,47	2,73 - 16,80	7,41	10,24	12,49	13,50
Arachinsäure	C20:0	0,14 ± 0,06	0,13	0,03 - 0,48	0,07	0,10	0,17	0,21
g-Linolensäure, n-6	C18:3, n-6	0,04 ± 0,02	0,03	0,00 - 0,15	0,02	0,02	0,05	0,07
a-Linolensäure, n-3	C18:3, n-3	0,09 ± 0,05	0,09	0,00 - 0,28	0,03	0,06	0,12	0,16
Konjugierte Linolsäuren	C18:2 c9t11	0,11 ± 0,07	0,10	0,00 - 0,44	0,03	0,06	0,15	0,20
Decosansäure	C22:0	0,11 ± 0,07	0,09	0,00 - 0,33	0,03	0,05	0,15	0,20
Eicosatriensäure	C20:3, n-6	1,54 ± 0,56	1,58	0,13 - 3,08	0,73	1,24	1,87	2,21
Arachidonsäure	C20:4, n-6	13,93 ± 5,26	15,96	1,03 - 21,05	3,70	12,53	17,54	18,55
Tetracosansäure	C24:0	0,07 ± 0,06	0,05	0,00 - 0,44	0,02	0,03	0,08	0,13
Eicosapentaensäure	C20:5, n-3	0,92 ± 0,73	0,78	0,00 - 3,74	0,01	0,40	1,32	1,88
Docosatetraensäure	C22:4, n-6	2,66 ± 1,25	2,95	0,06 - 5,25	0,39	1,98	3,57	4,01
Docosapentaensäure	C22:5, n-3	2,21 ± 1,20	2,55	0,00 - 4,42	0,14	1,26	3,13	3,50
Docosahexaensäure	C22:6, n-3	4,65 ± 2,54	5,20	0,00 - 10,96	0,30	2,95	6,49	7,46
trans-Fettsäuren	TFA	0,57 ± 0,19	0,54	0,10 - 1,50	0,35	0,44	0,67	0,82
gesättigte Fettsäuren	SFA	47,25 ± 10,02	42,94	36,99 - 78,11	39,48	40,73	49,24	65,94
mehrfach ungesätt. Fettsr.	PUFA	37,06 ± 12,03	42,39	5,26 - 49,11	13,69	34,54	44,94	46,22
n-3 PUFA		7,87 ± 4,01	8,97	0,03 - 17,81	0,76	5,72	10,65	12,09
n-6 PUFA		29,19 ± 8,54	32,63	5,09 - 40,20	13,03	28,17	34,80	36,04

Tab. 57: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier Altersgruppen: (I) < 40 Jahre (n=188), (II) 40 bis < 65 Jahre (n=282) und (III) ≥ 65 Jahre (n=98) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)]

Parameter	Alter					
	<40 Jahre n=188		40-<65 Jahre n=282		≥ 65 Jahre n=98	
	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR
C14:0	0,85 ± 0,03	0,42	0,95 ± 0,03	0,54	0,88 ± 0,05	0,41
C16:0	24,41* ± 0,46	4,63	25,70* ± 0,43	8,13	25,53* ± 0,71	6,43
C17:0	0,49 ± 0,01	0,22	0,54 ± 0,02	0,29	0,52 ± 0,03	0,24
C18:0	20,09 ± 0,22	2,72	20,47 ± 0,19	3,20	20,31 ± 0,37	3,38
C18:1, t9	0,16 ± 0,01	0,09	0,16 ± 0,01	0,08	0,16 ± 0,01	0,07
C18:1, n-9	14,77 ± 0,17	1,83	15,33 ± 0,16	3,92	15,30 ± 0,26	3,40
C18:2, c9t12	0,12 ± 0,01	0,07	0,13 ± 0,01	0,07	0,13 ± 0,01	0,09
C18:2, n-6	11,26 ± 0,15	2,26	10,91 ± 0,15	2,58	10,82 ± 0,25	2,19
C20:0	0,14 ± 0,00	0,07	0,14 ± 0,00	0,08	0,14 ± 0,01	0,07
C18:3, n-6	0,04 ± 0,00	0,02	0,04 ± 0,00	0,03	0,04 ± 0,00	0,02
C18:3, n-3	0,09 ± 0,00	0,05	0,09 ± 0,00	0,07	0,09 ± 0,01	0,06
CLA	0,11 ± 0,01	0,08	0,10 ± 0,00	0,09	0,11 ± 0,01	0,11
C22:0	0,10 ± 0,00	0,10	0,11 ± 0,00	0,10	0,11 ± 0,01	0,09
C20:3, n-6	1,62* ± 0,04	0,54	1,50* ± 0,03	0,62	1,47* ± 0,06	0,67
C20:4, n-6	14,61* ± 0,36	3,58	13,53* ± 0,33	6,66	13,63* ± 0,56	7,19
C24:0	0,06 ± 0,00	0,04	0,06 ± 0,00	0,05	0,08 ± 0,01	0,06
C20:5, n-3	0,85 ± 0,05	0,92	0,94 ± 0,04	0,86	1,03 ± 0,09	1,05
C22:4, n-6	2,95* ± 0,09	1,22	2,54* ± 0,08	1,78	2,38* ± 0,13	1,66
C22:5, n-3	2,30 ± 0,08	1,52	2,15 ± 0,08	2,12	2,19 ± 0,13	1,90
C22:6, n-3	4,78 ± 0,17	2,51	4,45 ± 0,16	4,33	4,91 ± 0,29	4,13
TFA	0,57 ± 0,01	0,24	0,56 ± 0,01	0,24	0,57 ± 0,02	0,26
SFA	46,15 ± 0,67	6,03	47,96 ± 0,63	11,75	47,57 ± 1,09	9,47
PUFA	38,51* ± 0,81	6,98	36,15* ± 0,77	15,13	36,56* ± 1,30	12,56
n-3 PUFA	8,03 ± 0,26	3,76	7,63 ± 0,25	6,30	8,22 ± 0,46	5,68
n-6 PUFA	30,48* ± 0,57	4,91	28,52* ± 0,54	9,03	28,34* ± 0,90	7,75

Bei der Betrachtung der drei BMI-Gruppen Normalgewicht, Übergewicht und Adipositas finden sich signifikante Unterschiede für die Palmitinsäure (C16:0), die Stearinsäure (C18:0), die Ölsäure (C18:1), die trans-Linolsäure-Isomeren (C18:2, c9t12), die Linolsäure (C18:2), die α-Linolensäure (C18:3, n-3), die Konjugierten Linolsäuren (CLA), die Arachidonsäure (C20:4), die Docosatetraensäure (C22:4) und Docosapentaensäure (C22:5).

Tab. 58: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen: (I) 18,5-<25 kg/m² (n=229), (II) 25-<30 kg/m² (n=218) und (III) ≥ 30 kg/m² (n=114) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)

Parameter	Body-Mass Index					
	18,5-<25 kg/m ²		25-<30 kg/m ²		≥ 30 kg/m ²	
	n=229		n=218		n=114	
	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR
C14:0	0,86 ± 0,03	0,42	0,92 ± 0,04	0,54	0,97 ± 0,05	0,53
C16:0	24,35* ± 0,44	3,69	25,50* ± 0,47	7,29	26,53* ± 0,69	10,37
C17:0	0,49 ± 0,01	0,21	0,53 ± 0,02	0,27	0,54 ± 0,03	0,38
C18:0	19,91* ± 0,20	2,67	20,62* ± 0,23	3,35	20,62* ± 0,31	4,48
C18:1, t9	0,15 ± 0,00	0,08	0,17 ± 0,01	0,09	0,16 ± 0,01	0,09
C18:1, n-9	14,76* ± 0,15	1,84	15,32* ± 0,19	3,48	15,52* ± 0,23	4,34
C18:2, c9t12	0,13* ± 0,00	0,07	0,12* ± 0,00	0,07	0,13* ± 0,01	0,08
C18:2, n-6	11,40* ± 0,15	2,08	10,85* ± 0,16	2,10	10,58* ± 0,23	2,98
C20:0	0,13 ± 0,00	0,07	0,14 ± 0,00	0,07	0,14 ± 0,01	0,08
C18:3, n-6	0,04 ± 0,00	0,02	0,03 ± 0,00	0,02	0,04 ± 0,00	0,03
C18:3, n-3	0,10* ± 0,00	0,06	0,09* ± 0,00	0,06	0,08* ± 0,00	0,06
CLA	0,12* ± 0,00	0,10	0,10* ± 0,00	0,09	0,09* ± 0,01	0,08
C22:0	0,10 ± 0,00	0,09	0,11 ± 0,00	0,11	0,11 ± 0,01	0,08
C20:3, n-6	1,55 ± 0,04	0,60	1,54 ± 0,04	0,68	1,48 ± 0,05	0,64
C20:4, n-6	14,61* ± 0,33	3,20	13,56* ± 0,37	6,48	13,22* ± 0,53	8,88
C24:0	0,06 ± 0,00	0,03	0,07 ± 0,01	0,05	0,06 ± 0,00	0,05
C20:5, n-3	0,93 ± 0,05	1,01	0,90 ± 0,05	0,81	0,88 ± 0,07	1,03
C22:4, n-6	2,86* ± 0,08	1,15	2,56* ± 0,09	1,71	2,43* ± 0,13	2,18
C22:5, n-3	2,41* ± 0,08	1,33	2,13* ± 0,08	2,11	1,94* ± 0,11	2,12
C22:6, n-3	4,84 ± 0,15	2,65	4,56 ± 0,18	4,14	4,31 ± 0,26	4,79
TFA	0,59* ± 0,01	0,25	0,56* ± 0,01	0,26	0,53* ± 0,02	0,17
SFA	45,91* ± 0,64	5,00	47,91* ± 0,70	11,53	48,98* ± 1,02	15,77
PUFA	38,74* ± 0,76	6,11	36,21* ± 0,85	14,11	34,98* ± 1,21	20,60
n-3 PUFA	8,28 ± 0,24	4,00	7,67 ± 0,29	5,74	7,22 ± 0,41	7,65
n-6 PUFA	30,46* ± 0,54	4,47	28,54* ± 0,60	8,75	27,76* ± 0,86	12,13

Signifikante Unterschiede finden sich auch für die Summe der trans-Fettsäuren (TFA), gesättigten Fettsäuren (SFA), mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) und n-6 mehrfach ungesättigten Fettsäuren (n-6 PUFA). Bei C16:0, C18:0, C18:1 und SFA ist der größte Anteil der einzelnen Fettsäuren bzw. Fettsäuresummen in der Gruppe der Adipösen zu finden, dagegen liegt dieser bei C18:2 n-6, C18:3 n-3, CLA, C20:4, C22:4, C22:5, TFA, PUFA und n-6 PUFA in der Gruppe der Normalgewichtigen (Tab. 58).

Die Anteile einzelner Fettsäuren bzw. Fettsäuresummen und Cholesterin anhand der drei BMI-Gruppen für Männer und Frauen getrennt, sind im **Anhang** (A Tab. 21 und A Tab. 22) dargestellt.

3.5.2 Assoziation des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen mit dem Adipositasrisiko

Für die folgenden Auswertungen wurde die unter **3.3.1 Charakteristika des Teilkollektivs der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme** beschriebene Gruppe mit 454 nicht-adipösen und 114 adipösen Teilnehmern verwendet.

Bei einem mittleren Gehalt von Palmitinsäure in den Erythrozytenmembranen steigt das Adipositasrisiko signifikant bei der rohen Auswertung um 73%, bei einem hohen Gehalt an γ -Linolensäure und gesättigten Fettsäuren um 64% bzw. 66%. Ein Effekt der Risikoreduzierung lässt sich bei einem mittleren (OR=0,53) und hohen (OR=0,42) Gehalt von Linolsäure in den Erythrozytenmembranen aufzeigen, ebenso wie bei einem hohen Gehalt an α -Linolensäure (OR=0,59), Docosapentaensäure (OR=0,55) und trans-Fettsäuren (OR=0,50).

Nach Adjustierung für Alter, Geschlecht, sozialer Schicht, Rauchverhalten, Sport, PC und TV-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr ist eine signifikante Risikoerhöhung nur noch bei einem hohen Gehalt an γ -Linolensäure (OR=1,82) in den Erythrozytenmembranen zu sehen und eine Risikoerniedrigung sowohl bei einem mittleren (OR=0,47) als auch hohen (OR=0,43) Gehalt an Linolsäure (Tab. 59).

Für Männer und Frauen sind die rohen und adjustierten Odds Ratios im **Anhang** (A Tab. 23 und A Tab. 24) dargestellt.

Tab. 59: Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=114) und nicht-adipösen (n=454) Teilnehmern der BVS II

Fettsäuren in % FAME		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
C14:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,03	0,61-1,74	0,913	1,07	0,61-1,87	0,813
	hoch	1,42	0,86-2,35	0,165	1,47	0,86-2,51	0,161
C16:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,73	1,03-2,93	0,040	1,57	0,89-2,77	0,121
	hoch	1,64	0,97-2,78	0,065	1,51	0,85-2,67	0,160
C17:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,67	0,40-1,11	0,119	0,74	0,43-1,28	0,281
	hoch	0,83	0,51-1,35	0,454	0,87	0,51-1,48	0,597
C18:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,03	0,62-1,71	0,916	0,96	0,56-1,66	0,889
	hoch	1,18	0,71-1,94	0,523	1,12	0,65-1,91	0,692
C18:1, t9	niedrig	1			1		
	mittel	1,13	0,69-1,88	0,626	1,16	0,68-1,99	0,583
	hoch	1,07	0,64-1,78	0,796	1,10	0,64-1,91	0,727
C18:1, n-9	niedrig	1			1		
	mittel	1,27	0,76-2,13	0,371	1,14	0,65-1,99	0,655
	hoch	1,45	0,87-2,41	0,157	1,27	0,73-2,22	0,402
C18:2, c9t12	niedrig	1			1		
	mittel	0,62	0,37-1,04	0,067	0,71	0,41-1,24	0,230
	hoch	0,89	0,54-1,44	0,621	1,01	0,60-1,71	0,963
C18:2, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,53	0,32-0,86	0,010	0,47	0,28-0,79	0,005
	hoch	0,42	0,25-0,70	0,001	0,43	0,25-0,74	0,003
C20:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,10	0,66-1,83	0,715	1,07	0,62-1,85	0,816
	hoch	1,22	0,74-2,02	0,442	1,39	0,80-2,39	0,242
C18:3, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	1,23	0,73-2,09	0,437	1,20	0,68-2,11	0,532
	hoch	1,64	0,99-2,73	0,057	1,82	1,06-3,15	0,031
C18:3, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,78	0,48-1,26	0,310	1,04	0,61-1,76	0,888
	hoch	0,59	0,35-0,98	0,041	0,64	0,37-1,11	0,110
CLA	niedrig	1			1		
	mittel	0,82	0,50-1,35	0,435	0,79	0,46-1,36	0,397
	hoch	0,75	0,45-1,23	0,251	0,76	0,44-1,32	0,327
C22:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,52	0,92-2,53	0,104	1,41	0,82-2,43	0,209
	hoch	1,19	0,71-2,02	0,506	1,25	0,72-2,18	0,429
C20:3, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	1,13	0,69-1,88	0,626	1,21	0,70-2,09	0,491
	hoch	1,07	0,64-1,78	0,796	1,20	0,69-2,08	0,527

* adjustiert für Alter, Geschlecht, sozialer Schicht (Unter-, untere Mittel-, Mittel-, obere Mittel-, Oberschicht), Rauchverhalten (Nichtraucher, Ex-Raucher, Raucher), Sport (Nichtsportler, >0-<1,89, 1,89-<4,40, ≥4,40 h/d), PC und TV-Benutzung in der Freizeit (h/d), Energiezufuhr (kcal/d)

Fortsetzung Tab. 59:

Fettsäuren in % FAME		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
C20:4, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,66	0,40-1,11	0,116	0,71	0,41-1,22	0,212
	hoch	0,91	0,56-1,48	0,709	1,02	0,59-1,76	0,947
C24:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,78	0,46-1,31	0,345	0,83	0,48-1,44	0,509
	hoch	1,13	0,69-1,85	0,618	1,29	0,76-2,17	0,350
C20:5, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,87	0,53-1,44	0,590	0,82	0,47-1,42	0,469
	hoch	0,94	0,57-1,54	0,799	0,94	0,55-1,62	0,835
C22:4, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,62	0,38-1,02	0,058	0,65	0,38-1,11	0,115
	hoch	0,62	0,38-1,02	0,061	0,70	0,41-1,21	0,205
C22:5, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,69	0,42-1,12	0,132	0,67	0,40-1,12	0,129
	hoch	0,55	0,33-0,92	0,023	0,58	0,33-1,01	0,054
C22:6, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,74	0,45-1,22	0,241	0,76	0,44-1,30	0,314
	hoch	0,83	0,50-1,36	0,450	0,84	0,49-1,44	0,522
TFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,02	0,64-1,65	0,926	1,25	0,75-2,09	0,389
	hoch	0,50	0,29-0,86	0,012	0,61	0,34-1,09	0,096
SFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,37	0,81-2,32	0,242	1,26	0,72-2,21	0,413
	hoch	1,66	0,99-2,77	0,054	1,52	0,87-2,66	0,141
PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,93	0,57-1,52	0,782	0,91	0,54-1,54	0,725
	hoch	0,71	0,43-1,19	0,196	0,76	0,44-1,32	0,331
n-3 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,74	0,45-1,23	0,245	0,77	0,45-1,33	0,349
	hoch	0,75	0,46-1,23	0,256	0,75	0,43-1,29	0,295
n-6 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,82	0,51-1,35	0,438	0,82	0,49-1,38	0,452
	hoch	0,67	0,40-1,12	0,125	0,75	0,43-1,31	0,305

* adjustiert für Alter, Geschlecht, sozialer Schicht (Unter-, untere Mittel-, Mittel-, obere Mittel-, Oberschicht), Rauchverhalten (Nichtraucher, Ex-Raucher, Raucher), Sport (Nichtsportler, >0-<1,89, 1,89-<4,40, ≥4,40 h/d), PC und TV-Benutzung in der Freizeit (h/d), Energiezufuhr (kcal/d)

Die Zufuhr an Heptadecansäure und Ölsäure in ‰ bzw. % der Energiezufuhr korreliert positiv mit dem Gehalt derselben Fettsäure in % FAME in den Erythrozytenmembranen ($r= 0,102$ bzw. $0,100$; $p<0,05$). Ein signifikanter Zusammenhang besteht auch für die Linolsäure in % en. und deren Gehalt in den Erythrozytenmembranen ($r=0,137$, $p<0,01$). Daneben weist die Arachinsäure eine negative Korrelation auf ($r=-0,128$, $p<0,01$) (Tab. 60). Die Summe der n-3 Fettsäuren in % en. weist einen signifikant positiven Zusammenhang mit dem Gehalt der n-3 Fettsäuren in den Membranen ($r=0,131$, $p<0,01$) auf (Fortsetzung Tab. 60).

3.6 Interaktion zwischen allelischen Varianten ausgewählter Gene und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko

Postulierte Effekte einer Interaktion zwischen genetischen Polymorphismen und mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Erythrozytenmembranen bzw. in der Ernährung auf das Adipositasrisiko wurden in den vorliegenden Auswertungen ebenfalls untersucht. Die adjustierten Odds Ratios (95% CI) für alle Interaktionen mit einem p-Wert kleiner 0,10 sind in den Tabellen 61 bis 63 dargestellt. Die Ergebnisse zeigen einen signifikanten Effekt der Interaktion zwischen der Linolsäure in den Erythrozytenmembranen und Leptin -2548, BAR-2 Arg16Gly bzw. BAR-2 Gln27Glu (Tab. 61). Ein signifikanter Effekt ist auch für die Interaktion von Arachidonsäure in den Erythrozytenmembranen und BAR-2 Arg16Gly ,PPAR γ 2 Pro12Ala bzw. APM1 Gly15Gly (Tab. 62) zu sehen. Daneben zeigt sich ein signifikanter Effekt der Interaktion zwischen der Summe der n-3 Fettsäuren in der Erythrozytenmembran und Leptin -2548 bzw. APM1 Gly15Gly (Tab. 63).

Verwendet man Zufuhrdaten anstelle des Gehaltes an Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen, dann zeigen sich Hinweise einer Interaktion zwischen der Linolsäurezufuhr und BAR-2 Arg16Gly bzw. Leptin -2548 auf das Adipositasrisiko. Die Zufuhr von Arachidonsäure scheint dagegen die Assoziation zwischen dem Adipositasrisiko und BAR-2 Arg16Gly, TNF α bzw. PPAR γ 2 Pro12Ala zu beeinflussen.

Der Effekt der Interaktion zwischen Leptin und dem Gehalt an Linolsäure in den Erythrozytenmembranen auf das Adipositasrisiko wurde durch die auf den Zufuhrdaten basierenden Ergebnissen bestätigt (Tab. 61). Keine Übereinstimmung wurde für die Ergebnisse der Erythrozyten- und Zufuhrdaten für Arachidonsäure und der Assoziation zwischen PPAR γ 2 Pro12Ala bzw. BAR-2 Arg16Gly auf das Adipositasrisiko gefunden (Tab. 62).

Tab. 61: Adjustierte^a Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515^d) anhand von Terzilen des Linolsäuregehaltes in RBCs oder der Linolsäurezufuhr (alle Ergebnisse mit p<0,1)

Gen	Genotyp	Terzilen des Linolsäuregehaltes in RBCs ^a			Terzilen der Linolsäurezufuhr ^{a,a}			p für Interaktion	p für Interaktion
		I ob./non-ob ^e OR	II ob./non-ob ^e OR (95% CI)	III ob./non-ob ^e OR (95% CI)	I ob./non-ob ^e OR	II ob./non-ob ^e OR (95% CI)	III ob./non-ob ^e OR (95% CI)		
Leptin -2548 G/A	GG	23/32	8/57	9/48	12/32	15/44	7/53	<0,05	<0,10
		1	0,19	0,24	1	0,79	0,29		
			(0,07-0,49)	(0,09-0,64)		(0,31-2,05)	(0,10-0,85)		
>=1 A Allel	31/103	1	0,67	0,57	1	0,82	0,65	<0,01	<0,10
			(0,35-1,27)	(0,29-1,12)		(0,39-1,74)	(0,31-1,39)		
BAR-2 Arg16Gly	AA	13/14	2/28	5/19	8/20	6/17	1/21	<0,01	<0,10
		1	0,06	0,28	1	0,71	0,10		
			(0,01-0,34)	(0,06-1,26)		(0,17-3,03)	(0,01-0,93)		
>=1 G Allel	41/121	1	0,63	0,50	1	0,90	0,61	<0,01	>0,10
			(0,36-1,11)	(0,28-0,92)		(0,48-1,71)	(0,32-1,17)		
BAR-2 Gln27Glu	CC	22/39	7/54	11/54	14/44	13/47	7/50	<0,01	>0,10
		1	0,19	0,56	1	0,91	0,43		
			(0,07-0,54)	(0,24-1,32)		(0,36-2,30)	(0,15-1,21)		
>=1 G Allel	32/96	1	0,70	0,39	1	0,86	0,57	<0,01	>0,10
			(0,37-1,30)	(0,19-0,81)		(0,41-1,79)	(0,27-1,21)		

^a adjustiert für Geschlecht, Alter (Jahre), TV/PC-Benutzung in der Freizeit, sportliche Aktivität (Quantilen)^b, Terzilen des Linolsäuregehaltes in der Erythrozytenmembran (%FAME), I: 2,73-<10,72, II: 10,72-<12,18, III: 12,19-16,80; ^c Terzilen der Linolsäurezufuhr (in % der Energiezufuhr), I: 1,12-<4,16, II: 4,16-<5,99, III: 5,99-14,18; ^d ohne Underreporter (n=515), ^e Anzahl adipöser/nicht-adipöser Teilnehmer

Tab. 62: Adjustierte^a Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515^d) anhand von Terzilen des Gehaltes an Arachidonsäure in Erythrozytenmembranen bzw. der Arachidonsäurezufuhr (alle Ergebnisse mit p<0,1)

Gen	Genotyp	Terzilen des Arachidonsäuregehaltes in RBCs ^b			Terzilen der Arachidonsäurezufuhr ^{c,d}			p für Interaktion
		I ob/non-ob ^f OR (95% CI)	II ob/non-ob ^f OR (95% CI)	III ob/non-ob ^f OR (95% CI)	I ob/non-ob ^f OR (95% CI)	II ob/non-ob ^f OR (95% CI)	III ob/non-ob ^f OR (95% CI)	
BAR-2 Arg16Gly	AA	9/20*	7/19	4/22	6/14	2/19	7/25	<0,10
		1	1,25 (0,33-4,70)	0,60 (0,14-2,57)	1	0,23 (0,03-0,57)	0,62 (0,15-2,51)	
	>=1 G allel	35/125	23/140	36/127	19/132	34/118	22/116	<0,05
		1	0,54 (0,29-1,00)	0,99 (0,56-1,76)	1	2,11 (1,09-4,08)	1,42 (0,70-2,88)	
PPARγ2 Pro12Ala	CC	29/111	25/112	30/102	20/103	22/105	22/99	<0,10
		1	0,86 (0,46-1,60)	1,09 (0,58-2,03)	1	1,12 (0,55-2,27)	1,19 (0,58-2,43)	
	>=1 G allel	15/34	5/47	10/47	5/43	14/32	7/42	>0,10
		1	0,24 (0,08-0,76)	0,61 (0,22-1,64)	1	3,45 (1,05-11,38)	1,53 (0,42-5,55)	
TNFα -307 G/A	GG	36/103	22/116	30/108	19/106	28/103	23/100	<0,10
		1	0,54 (0,29-0,99)	0,80 (0,44-1,46)	1	1,56 (0,78-3,09)	1,54 (0,76-3,15)	
	>=1 A allel	8/42	8/43	10/41	6/40	8/34	6/41	>0,10
		1	0,93 (0,28-3,07)	1,24 (0,39-3,94)	1	1,62 (0,42-6,23)	0,66 (0,16-2,71)	
APM1 Gly15Gly	TT	40/109	26/129	31/113	19/109	32/106	25/112	<0,10
		1	0,53 (0,30-0,95)	0,72 (0,40-1,29)	1	1,74 (0,89-3,39)	1,28 (0,64-2,57)	
	>=1 G allel	4/36	4/30	9/36	6/37	4/31	4/29	>0,10
		1	1,40 (0,30-6,46)	2,54 (0,64-10,10)	1	0,80 (0,19-3,43)	1,01 (0,24-4,33)	

^a adjustiert für Geschlecht, Alter (Jahre), TV/PC-Benutzung in der Freizeit, sportliche Aktivität (Quartilen), ^b Terzilen des Arachidonsäuregehaltes in der Erythrozytenmembran (%FAME), I: 1,03-<14,51, II: 14,52-<17,08, 17,09-21,05; ^c Terzilen der Arachidonsäurezufuhr (%o der Energieaufnahme), I: 0,06-<0,53, II: 0,53-<0,85, III: 0,85-4,45; ^d ohne Underreporter (n=515), ^e Anzahl adipöser/nicht-adipöser Teilnehmer

Tab. 63: Adjustierte^a Odds Ratios (OR) und 95% Konfidenzintervall (95% CI) für den Effekt von allelischen Varianten ausgewählter Gene auf das Adipositasrisiko in einer Teilgruppe der BVS II (n=567 bzw. n=515^d) anhand von Terzilen des Gehaltes der Summe an n-3 Fettsäuren in Erythrozytenmembranen bzw. der Zufuhr der Summe an n-3 Fettsäuren (alle Ergebnisse mit p<0,1)

Gen	Genotyp	Terzilen des Gehaltes der Summe an n-3 Fettsäuren in RBCs ^b			Terzilen der Zufuhr der Summe an n-3 Fettsäuren ^{c,d}			p für Interaktion
		I ob/non-ob ^e OR (95% CI)	II ob/non-ob ^e OR (95% CI)	III ob/non-ob ^e OR (95% CI)	I ob/non-ob ^e OR (95% CI)	II ob/non-ob ^e OR (95% CI)	III ob/non-ob ^e OR (95% CI)	
Leptin -2548 G/A								
	GG	12/37 1	9/51 0.70 (0.25-1.95)	19/49 1.15 (0.46-2.89)	8/39 1	9/41 0.78 (0.24-2.47)	17/49 1.11 (0.39-3.11)	<0.10
	>=1 A Allel	33/107 1	25/105 0.67 (0.36-1.27)	16/104 0.48 (0.24-0.95)	17/106 1	24/99 1.50 (0.72-3.16)	15/90 0.79 (0.35-1.78)	>0.10
APM1 Gly15Gly								
	TT	42/109 1	28/120 0.58 (0.32-1.03)	27/122 0.51 (0.28-0.91)	22/113 1	27/104 1.19 (0.61-2.32)	27/110 0.90 (0.46-1.76)	<0.05
	>=1 G Allel	3/35 1	6/36 1.95 (0.42-9.05)	8/31 2.40 (0.55-10.58)	3/32 1	6/36 1.82 (0.37-8.90)	5/29 2.16 (0.42-11.01)	>0.10

^a adjustiert für Geschlecht, Alter (Jahre), TV/PC-Benutzung in der Freizeit, sportliche Aktivität (Quartilen), ^b Terzilen des Arachidonsäuregehaltes in der Erythrozytenmembran (%FAME), I: 0,03-<7,13, II: 7,22-<9,97, III: 9,98-17,81; c Terzilen der Arachidonsäurezufuhr (% der Energieaufnahme), I: 0,27-<0,57, II: 0,57-<0,74, III: 0,74-2,87; ^d ohne Underreporter (n=515), ^e Anzahl adipöser/nicht-adipöser Teilnehmer

3.7 Einfluss genetischer Varianten und Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen auf die Plasmakonzentration von Leptin und TNF α

Für die untersuchten adipösen Teilnehmer der BVS II erreichten die Unterschiede der mittleren Leptinkonzentration im Plasma in den Terzilen des Linolsäuregehaltes und unterteilt nach allelischen Varianten von Leptin -2548 nach Adjustierung für Geschlecht und BMI statistische Signifikanz (Tab. 64). Mit einem höheren Gehalt an Linolsäure in den Erythrozytenmembranen erhöhte sich die Leptinkonzentration im Plasma und Träger des Wildtyp-Allels zeigten im Mittel die höchste Konzentration.

Tab. 64: Leptinkonzentration im Plasma (pg/ml; mean \pm SEM) anhand von Terzilen des Linolsäure- und Σ n-3 Fettsäuren-Gehaltes in RBCs^a und allelischen Varianten von Leptin-2548 bzw. TNF α -Konzentration im Plasma (ng/ml; mean \pm SEM) anhand von Terzilen des Arachidonsäuregehaltes in RBCs^a und allelischen Varianten von TNF α -307 bei adipösen Teilnehmern (n=113) der BVS II, adjustiert für Geschlecht und BMI

Genotyp	Terzilen der Linolsäure in RBCs ^c			p ^b
	I	II	III	
Leptin -2548 G/A	Plasma Leptin (pg/ml; mean\pmSEM)			0,002
GG	21,86 \pm 2,58	23,85 \pm 4,31	25,49 \pm 4,16	
≥ 1 A Allel	21,00 \pm 2,17	20,77 \pm 2,50	24,06 \pm 2,78	
	Terzilen der Σ n-3 Fettsäuren in RBCs^d			
	I	II	III	
Leptin -2548 G/A	Plasma Leptin (pg/ml; mean\pmSEM)			0,014
GG	20,84 \pm 3,64	22,10 \pm 4,04	24,74 \pm 2,89	
≥ 1 A Allel	20,98 \pm 2,12	22,76 \pm 2,43	21,61 \pm 3,04	
	Terzilen der Arachidonsäure in RBCs^e			
	I	II	III	
TNFα-307 G/A	Plasma TNFα (ng/ml; mean\pmSEM)			0,340
GG	12,34 \pm 0,82	13,34 \pm 1,03	14,55 \pm 0,89	
≥ 1 A Allel	13,02 \pm 1,71	15,09 \pm 1,73	12,32 \pm 1,54	

^a Erythrozytenmembranen

^b Kruskal-Wallis-Test

^c Terzilen des Gehaltes an Linolsäure (%FAME) in den Erythrozytenmembranen, I: 2,73-<10,72, II: 10,72-<12,18, III: 12,19-16,80

^d Terzilen des Gehaltes der Summe der n-3 Fettsäuren (%FAME) in den Erythrozytenmembranen, I: 0,03-<7,13, II: 7,22-<9,97, III: 9,98-17,81

^e Terzilen des Gehaltes an Arachidonsäure (%FAME) in den Erythrozytenmembranen I: 1,03-<14,51, II: 14,52-<17,08, 17,09-21,05

Die Untersuchung der Leptinkonzentration im Plasma anhand von Terzilen der n-3 Fettsäuren in der Erythrozytenmembran und allelischen Varianten von Leptin-2548 zeigt ebenfalls signifikante Unterschiede, die höchste Konzentration war auch hier bei homozygoten Trägern des Wildtyp-Allels mit dem höchsten Gehalt an n-3 Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen zu finden. Obwohl auch für Träger des

Wildtyp-Allels von TNF α -307 mit dem größten Gehalt an Arachidonsäure in den Erythrozytenmembranen die höchsten Konzentrationen an TNF α im Plasma gefunden wurde, waren die Unterschiede zwischen den Gruppen statistisch nicht signifikant.

4 Diskussion

4.1 Zufuhr ausgewählter Nährstoffe und Adipositasrisiko

Vergleicht man die Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen mit Ergebnissen der 1. Bayerischen Verzehrsstudie (BVS I) (Fischer, 1998), findet man bei Männern der vorliegenden Studie eine höhere Zufuhr an Energie (Tab. 65), bei den Frauen dagegen eine geringere Aufnahme (Tab. 66). Eine gute Übereinstimmung zwischen der BVS I und BVS II ist bei der prozentualen Verteilung der energieliefernden Nährstoffe zu sehen.

Tab. 65: Vergleich der mittleren Energiezufuhr und Prozentanteile energieliefernder Nährstoffe bei Männern

	vorliegende Studie (n=328)	BVS I (n=218) (≥13 Jahre)	EPIC Heidelberg (n=1013)
Energie (kcal)	2429	2354	2483
Eiweiß (%en.)	14,8	14,8	14,8
Fett (%en.)	37,5	36,1	36,6
Kohlenhydrate (%en)	42,0	44,5	40,6
Alkohol (%en.)	5,8	4,5	7,9

Ein Vergleich mit Ergebnissen aus EPIC-Deutschland, Kohorte Heidelberg, die dasselbe Erhebungsinstrument verwendeten (24h-Recall, EPIC-SOFT), zeigt sowohl für Männer, als auch für Frauen, sehr ähnliche Zufuhrwerte für Energie und Hauptnährstoffe (Schulze et al., 2000).

Tab. 66: Vergleich der mittleren Energiezufuhr und Prozentanteile energieliefernder Nährstoffe bei Frauen

	vorliegende Studie (n=472)	BVS I (n=252) (≥13 Jahre)	EPIC Heidelberg (n=1078)
Energie (kcal)	1795	1841	1877
Eiweiß (%en.)	14,4	14,6	14,5
Fett (%en.)	37,3	37,0	37,3
Kohlenhydrate (%en)	45,4	46,0	43,5
Alkohol (%en.)	2,9	2,5	4,8

Die mittlere Zufuhr an Energie und Hauptnährstoffen ist somit mit anderen Studien gut vergleichbar.

4.1.1 Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren

Datenbank zur Berechnung der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren

Für die Berechnung der Zufuhr der Flavonoide und Phenolsäuren in der BVS II wurde, wie schon unter Punkt **2.7.2 Berechnung der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren** erwähnt, als Datengrundlage eine aktualisierte Datenbank nach Linseisen et al. (1997) und Radtke et al. (1998) verwendet. Die verwendeten Flavonoidkonzentrationen stützen sich zum Hauptteil auf die etablierte USDA-Datenbank von 2003 (www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp, Stand 12.05.05). Diese umfassende Datenbank enthält vor allem Analysewerte aus Europa, wurde kritisch evaluiert (Holden et al., 2005) und ist daher gut für die Berechnung der Zufuhr in der BVS II einsetzbar. Verglichen mit vorangegangenen Erhebungen ist die verwendete Datenbank sehr umfangreich. Für Quercetin z.B. sind für 84 verschiedene Lebensmittel Angaben zum Gehalt vorhanden. Allerdings liegen für viele Lebensmittel keine Untersuchungen zu ihrem Gehalt an Flavonoiden und Phenolsäuren vor und diese konnten daher nicht berücksichtigt werden. Die verwendete Datengrundlage kann nur so gut wie die in ihr enthaltenen Analysewerte sein (Dwyer & Peterson, 2002).

Der Gehalt an Flavonoiden und Phenolsäuren in Pflanzen unterliegt verschiedenen Einflüssen. Die Pflanzensorte, die Art des Anbaus der Pflanzen (konventionell, nachhaltig oder biologisch), der Reifegrad zum Zeitpunkt der Ernte, Wachstumsbedingungen (Sonnenbestrahlung, Niederschlagsmenge oder Jahreszeit), Verarbeitungsgrad (erhöhte Konzentrationen sind in den äußeren Schichten zu finden), Zubereitungsart, aber auch Lagerung beeinflussen die Konzentration an Polyphenolen im Lebensmittel (Manach et al., 2004; Aherne & O'Brien, 2002; Böhm et al., 1998).

Die natürlichen Unterschiede des Gehalts an Flavonoiden und Phenolsäuren in der Pflanze, fehlende Angaben zu Polyphenolen im Lebensmittel und die stark variierende Aufnahme dieser mit der Nahrung machen die exakte Erfassung der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren immer noch schwierig. Dies ist auch der Grund dafür, dass gegenwärtig in der Literatur eine große Bandbreite an Zufuhrdaten zu finden ist.

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren

Die mittlere Zufuhr an **Gesamt-Flavonoiden** liegt in der vorliegenden Arbeit höher als in anderen Studien (Tab. 67). Dies lässt sich dadurch erklären, dass zum einen die verwendete Datengrundlage umfangreicher war. Als Grundlage zur Berechnung der Flavonoidaufnahme wurde meist die Datenbank von Hertog und Kollegen aus den neunziger Jahren verwendet, die 40 Obst- und Gemüsesorten sowie neun Getränke enthält (Hertog et al., 1994). Zum anderen flossen mehr Stoffklassen in die Summe der Flavonoide ein als bei anderen Autoren. Viele Studien untersuchten nur wenige Flavonoidklassen, vor allem Flavonole und Flavone, stellvertretend für die Gesamtflavonoidaufnahme.

Tab. 67: Mittlere Zufuhr von Gesamt-Flavonoiden

Autor, Jahr	Land, Studie	Mean (mg/d)	berücksichtigte Flavonoide
Seiler, 2005	Deutschland, Bayern, Querschnittsstudie	142,0	Flavonole, Flavone, Flavanone, Catechine, Anthocyanidine, Phloretin
Lyons-Wall et al., 2004	Australien	128,2	Flavonole, Flavone, Flavanone, Catechine (Frauen)
Linseisen et al., 1997	Deutschland, NVS (bayerisches Teilkollektiv)	58,9	Flavonole, Flavone, Flavanone, Catechine, Anthocyanidine, Proanthocyanidine, Phloretin
Tabak et al., 2001	MORGEN Study, Niederlande, Querschnittsstudie	58,0	Catechine, Flavonole, Flavone

Reduziert man die mittlere Zufuhr an Flavonoiden in der vorliegenden Arbeit zur besseren Vergleichbarkeit um die Stoffklasse der Anthocyanidine und Phloretin, so liegt die Zufuhr mit 130,7 mg/d annähernd an der errechneten Zufuhr von Lyons-Wall et al. (2004). Höhere Zufuhrwerte berichten Bosetti und Kollegen (2005). Da diese aber als Median statt als Mittelwert pro Tag angegeben werden, fällt der Vergleich schwer. Bei der Betrachtung der einzelnen Stoffklassen liegt allerdings der Median jeder Klasse bei Bosetti über denen der vorliegenden Arbeit, was auf einen ebenfalls höheren Mittelwert schließen lässt. Die Zufuhrergebnisse von Linseisen et al. (1997) und Tabak et al. (2001) liegen weit unter den in der BVS II errechneten.

Tab. 68: Mittlere Zufuhr von Flavonolen und Flavonen in mg/d

Autor, Jahr	Land, Studie	Mean (mg/d)	Besonderheiten
Hertog et al., 1995	Japan, Seven Countries Study, Kohortenstudie	64,5	
Hertog et al., 1995	Kroatien, Seven Countries Study, Kohortenstudie	49,2	
Garcia et al., 2005	England, London, Fall-Kontroll-Studie	33,2 0,25	Median Flavonole (mg/d) Flavone
Lyons-Wall et al., 2004	Australien	29,5	Flavonole & Flavone (Frauen)
Geleijnse et al., 2002	Rotterdam Study, Follow-up, populationsbasierte Studie	28,6	Flavonole
Goldbohm et al., 1998	Niederlande, Netherland Cohort Study; Subkohorte	26,6 29,0	♂ Flavonole & Luteolin (nur aus einem Lebensmittel), ♀ Ø 27,8 mg/d
Hertog et al., 1995	Italien, Seven Countries Study, Kohortenstudie	26,8	
Hertog et al., 1997	Wales, Caerphilly Study, Longitudinalstudie, IHD	26,3	Flavonole (Männer), nach 5y: 26,0 mg/d
Hertog et al., 1994	Niederlande; Zutphen Elderly Study	25,9 26,4	1985 Flavonole & Flavone 1990 Ø 26,2 mg/d
Justesen et al., 1997	Dänemark, Household Consumption Survey	26,0	Flavonole & Flavone
Sesso et al., 2003	USA; US Female Health Professionals	24,6	Flavonole & Flavone (Frauen)
Hertog et al., 1993	Niederlande, Dutch National Food Consumption Survey	23,0	Flavonole, Flavone
Sampson et al., 2002	USA, US Health Professionals	21,0 22,6	♂ Flavonole & Flavone, ♀ 40-70y, Ø 21,8 mg/d
Rimm et al., 1996	USA; US Male Health Professionals	20,1	Flavonole & Flavone (Männer)
Lugasi et al., 2003	Ungarn	18,8	Flavonole & Flavone
Arai et al., 2000	Japan	16,7	Flavonole & Luteolin (Frauen)
Seiler, 2005	Deutschland, Bayern, Querschnittsstudie	16,6	Flavonole & Flavone
Hertog et al., 1995	Griechenland, Seven Countries Study, Kohortenstudie	15,7	
Linseisen et al., 1997	Deutschland, NVS (bayerisches Teilkollektiv)	13,2	Flavonole & Luteolin
Hertog et al., 1995	Serbien, Seven Countries Study, Kohortenstudie	11,8	
Garcia-Closas et al., 1999	Spanien, Case-Control Study	9,0	Flavonole
Peterson et al., 2003	Griechenland, Fall-Kontroll-Studie, Brustkrebs	8,8	Flavonole & Flavone (Frauen)
Hirvonen et al., 2001	Finnland, ATBC Study	8,1	Flavonole & Flavone, Kontrollen

Fortsetzung Tab. 68:

Hertog et al., 1995	Finnland, Seven Countries Study, Kohortenstudie	6,1	
Garcia-Closas et al., 1998	Spanien, Barcelona, Fall-Kontroll-Studie, Lungenkrebs	5,6	Flavonole & Luteolin (Kontrollen)
Knekt et al., 1997	Finnland, Finnish Mobile Clinic Health Study	4,0	Flavonole & Flavone (95% über Quercetin)
Knekt et al., 2002	Finnland, Finnish Mobile Clinic Health Study	4,0	Flavonole & Flavone

Die 1976 in den USA von Kühnau berechnete Flavonoidzufuhr von 1g/d (entspricht 700mg/d als Aglykon) ist durch neuere Zufuhrerhebungen widerlegt worden, da der Gehalt an Flavonoiden in Lebensmitteln überschätzt wurde. Dies gilt auch für die von Kühnau berechnete Zufuhr von Flavonolen und Flavonen von 100 mg/d (Sampson et al., 2002; Hertog et al., 1994). Diese beiden Stoffklassen stellen in der Literatur die am häufigsten untersuchten Flavonoide dar und wurden in vielen Studien stellvertretend zur Bestimmung der Flavonoidzufuhr herangezogen. Bei den **Flavonolen** sind es Quercetin, Kämpferol und Myricetin und bei den **Flavonen** Luteolin und Apigenin. In der vorliegenden Arbeit, sowie in der Zufuhrberechnung des bayerischen Kollektivs der NVS (Linseisen et al., 1997), wurde zusätzlich Isorhamnetin mit in die Summe der Flavonole aufgenommen. Da die Zufuhr dieses Stoffes aber sehr gering ist, ist die Vergleichbarkeit mit Zufuhrergebnissen anderer Autoren gewährleistet.

Ein Vergleich der mittleren Zufuhr an **Flavonolen und Flavonen** der BVS II mit anderen Studien ist in Tab. 68 dargestellt. Die höchste Zufuhr der Summe an Flavonolen und Flavonen berichten Hertog und Kollegen aus Angaben der Seven Countries Study (1997). Hier liegt die japanische Kohorte mit einer Aufnahme von 64,5 mg pro Tag an der Spitze, gefolgt von der kroatischen Kohorte (49,5 mg/d). Berechnungen der BVS II liegen in der Zufuhr von Flavonolen und Flavonen nur in der unteren Hälfte, im Vergleich mit anderen Studien. Die gemessene Zufuhr der Summe von Flavonolen und Flavonen der BVS II war mit 16,6 mg pro Tag vergleichbar mit den Ergebnissen der NVS (Linseisen et al., 1997) mit 13,2 mg/d.

Die in den verschiedenen Studien errechneten Flavonol- und Flavonzufuhrmengen basieren auf unterschiedlichen Datenbanken. Für die walisische, wie auch für die niederländischen Erhebungen, war die Datenbank von Hertog und Kollegen

grundlegend. Diese wurde in den USA ergänzt, in Ungarn und Finnland wurden eigene Datenbanken erstellt.

2002 werteten Knekt et al. die Finnish Mobile Clinic Health Examination Survey von 1966-1972 mit einer aktualisierten Datenbank über Flavonoidkonzentrationen in deutlich mehr Lebensmitteln erneut aus. **Flavanone** (Hesperitin, Naringenin und Eriodictyol) wurden in die Summe der Flavonoidaufnahme integriert. Die mittlere Aufnahmemenge wurde mit 24,2 mg/d angegeben und war somit deutlich höher als die früher für Finnland berechnete Flavonoidzufuhr. Der höhere Wert ist nach Knekt und Kollegen (2002) eindeutig auf die Hinzunahme der Flavanone in die Zufuhrerhebung zurückzuführen, die mit 20,2 mg/d hauptanteilig waren. Die Zufuhr an Flavonolen und Flavonen war somit in Finnland unverändert niedrig.

Der Einfluss des **Geschlechts** in der Gruppe der Flavonole ist für Myricetin signifikant. Kein Einfluss ist allerdings für die Summe der Flavonole zu finden, was auch Hertog et al. (1993) belegen. Das Ergebnis steht damit im Widerspruch zu anderen Autoren. Tabak et al. (2001) fand bei Frauen eine um 14,6 mg/d höhere Zufuhr an Flavonolen und Flavonen als bei Männern, ebenso wie Goldbohm et al. (Zufuhr bei Frauen um 2,4 mg/d höher als bei Männern; 1998) und Sampson et al. (Zufuhr bei Frauen um 1,6 mg/d höher als bei Männern; 2002). Linseisen et al. (1997) weisen statistische Geschlechtsunterschiede für die Nährstoffdichte von Quercetin und der Summe der Flavonole nach. Sowohl bei Männern, als auch bei Frauen, ist das **Alter** der Teilnehmer signifikant mit der Zufuhr aller Flavonole und der Summe daraus assoziiert, dabei wiesen die Probanden in der ältesten Gruppe zumeist die höchsten Zufuhrwerte auf. Hertog et al. (1993) berichten ebenfalls für die älteste Teilnehmergruppe die höchsten Zufuhrmengen, der Unterschied zu anderen Altersgruppen war dagegen nicht hoch genug, um statistische Signifikanz zu erreichen. Dies gilt auch für Ergebnisse von Sampson et al. (2002). Die geschätzten täglichen Aufnahmewerte von Flavonolen in der Bundesrepublik Deutschland, basierend auf Daten der Nationalen Verzehrsstudie, weisen ebenfalls auf eine Assoziation mit dem Lebensalter hin, die Zufuhr stieg auch dort mit höherem Lebensalter an (Böhm, 1998). Tabak et al. (2001) zeigten auch für die Aufnahme von Flavonolen eine positive Assoziation mit dem Alter, dagegen eine negative Assoziation mit dem **Body-Mass-Index**. In der vorliegenden Studie assoziiert der BMI

ebenfalls mit der Aufnahme an Flavonolen. Im Gegensatz zu Hertog et al. (1993) zeigten sich in der BVS II signifikante Unterschiede zwischen den **Jahreszeiten** und der Zufuhr von Flavonolen. Fehlende weitere Vergleichswerte bezüglich jahreszeitlicher Schwankungen machen eine Beurteilung der Ergebnisse schwierig.

Der Vergleich der mittleren täglichen Aufnahme von **Catechinen** in mg/d zeigt, dass die höchste mittlere Zufuhr an Catechinen in der BVS II zu finden ist, gefolgt von Ergebnissen einer Fall-Kontroll-Studie von Garcia et al. (2005), die allerdings als Median pro Tag dargestellt sind (Tab. 69). Die hohe Zufuhr an Catechinen in beiden Studien ist darauf zurückzuführen, dass die Datenbanken Angaben zu den üblichen Teeaufgüssen enthalten. Geringere Zufuhrwerte werden von Lyons-Wall (2004), Arts (2001a & b, 2002), Duthie (2003), Bosetti (2005) und Linseisen (1997) geliefert. Arts et al. (2001b) berichten signifikante Unterschiede zwischen der Zufuhr von Catechinen und dem **Geschlecht**. Die Zufuhr bei Frauen liegt um 20 mg/d höher als bei Männern. Eine Assoziation des Geschlechts mit der Zufuhr von Catechinen wird auch von Tabak et al. (2001) gezeigt. Diese Befunde stehen damit im Widerspruch zu Ergebnissen der vorliegenden Studie, die keine geschlechtsspezifischen Unterschiede bezüglich der Catechinaufnahme findet. Linseisen et al. (1997) konnten ebenfalls keine Geschlechtsunterschiede statistisch nachweisen.

In der BVS II erhöht sich die Zufuhr an Catechinen mit steigendem **Alter**. Zu diesem Ergebnis kommen auch Arts et al. (2001b) und Tabak et al. (2001). Sie fanden eine positive Assoziation zwischen der Catechinzufuhr und dem Alter. Darüber hinaus zeigten Tabak et al. (2001) eine negative Assoziation zwischen dem **Body-Mass-Index** und der Zufuhr von Catechinen. Dieses Ergebnis kann in der BVS II nicht bestätigt werden.

Tab. 69: Mittlere Zufuhr von Catechinen in mg/d in verschiedenen Kollektiven

Autor, Jahr	Land, Studie	Mean (mg/d)	Median (mg/d)	Besonderheiten
Seiler, 2005	Deutschland, Bayern, Querschnittsstudie	98,6	-	
Garcia et al., 2005	England, London, Fall-Kontroll-Studie, Asthma	-	81,2	
Lyons-Wall et al., 2004	Australien	76,1	-	Frauen
Arts et al., 2001a	Niederlande, Kohortenstudie, Zutphen Elderly Study	72,0	-	Männer
Duthie et al., 2003	Schottland (Nordosten), 4-Tage-Wiegeprotokoll	-	59,0	
Arts et al., 2001b	Niederlande, repräsentative Stichprobe	50,0	-	19-64y: 55,6 mg/d
Bosetti et al., 2005	Italien, Fall-Kontroll-Studie, Brustkrebs	-	36,4	Flavan-3-ols, Frauen, Kontrollen
Arts et al., 2002	Iowa Women's Health Study, USA, Kohortenstudie	25,4	-	baseline, Frauen
Linseisen et al., 1997	Deutschland, NVS (bayerisches Teilkollektiv)	11,0	-	

Über die Aufnahme an **Hydroxybenzoe-** und **Hydroxyzimtsäuren** existieren, außer einer Veröffentlichung von Radtke et al. (1998) über ein bayerisches Teilkollektiv der NVS, keine Daten. Gute Lieferanten für Hydroxybenzoesäuren sind Obst (Beeren) aber auch Rotwein. Hydroxyzimtsäuren finden sich insbesondere in Kaffee und Getreideprodukten. Daher ist davon auszugehen, dass die Zufuhr an Phenolsäuren in einer Population hoch ist, wenn große Mengen dieser Lebensmittel oder Getränke konsumiert werden.

Der tägliche Kaffeeconsum nimmt starken Einfluss auf die zugeführte gesamte Phenolsäuremenge. Starke Kaffeetrinker können bis zu 1g Kaffeesäure täglich aufnehmen (Watzl & Rechkemmer, 2001). Kroon und Williamson (1999) sprechen sogar von 2 g/d. In der BVS II ist eine Zufuhr in dieser täglichen Menge nicht zu sehen. Übereinstimmend mit Watzl und Rechkemmer (2001) nimmt die bayerische Bevölkerung 93% der Kaffeesäure bzw. 73% der gesamten berechneten Phenolsäuren über Kaffee zu sich.

Die Phenolsäureaufnahme im bayerischen Teilkollektiv der NVS belief sich auf insgesamt 222 mg/d (Radtke et al., 1998). Davon entfielen 11 mg/d auf Hydroxybenzoesäuren und 211 mg/d auf Hydroxyzimtsäuren (206 mg/d Kaffeesäure). Die Hydroxybenzoesäurezufuhrhöhe der BVS II ist mit 12 mg/d gut mit den Werten der NVS vergleichbar. Die Hydroxyzimtsäurezufuhr dagegen ist in der vorliegenden Studie mit 320 mg/d deutlich höher. Dies lässt sich dadurch erklären, dass für die BVS II Werte für Ferulasäure aus Getreide- und Getreideprodukten neu in die Datenbank aufgenommen wurden und die Aufnahmemenge an Ferulasäure mit durchschnittlich 56 mg pro Tag deutlich über der Menge in der NVS (2 mg/d) liegt. In England schätzte Clifford (1999) die Hydroxyzimtsäurezufuhr auf 500-800 mg/d. Dieser Wert basierte auf Kaffee-, Getreide- und Zitrusfruchtverzehr. Personen, die diese Lebensmittel meiden und auch insgesamt wenig Obst und Gemüse verzehren, erreichen nach Clifford ungefähr 25 mg Hydroxyzimtsäuren pro Tag. Die Zufuhr bei starken Kaffeetrinkern könnte in Kombination mit anderen Lebensmitteln über ein Gramm täglich betragen (Clifford, 1999). Bei kaffeeabstinenten Personen wird die Kaffeesäureaufnahme unter 100 mg/d bleiben (Olthof et al., 2001; Tapiero et al., 2002).

Phenolsäuren werden meist zu Flavonoiden im Mengenverhältnis 1:2 aufgenommen. Bei starken Kaffee- bzw. Teetrinkern kann sich das Verhältnis ändern (Scalbert & Williamson, 2000; Tapiero et al., 2002). Dies zeigt sich auch in der vorliegenden Studie, die ein mittleres Verhältnis von 142 mg Flavonoiden zu 320 mg Phenolsäuren (1:2) aufweist.

Lebensmittelquellen der Polyphenolzufuhr

Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie trugen Tee mit 38%, Obst mit 23% (davon 18% über Äpfel) und Gemüse mit 17% (davon 6% über Zwiebeln) an der Zufuhr von **Flavonolen** bei. In der niederländischen „National Food Consumption Survey“ waren die Quellen der Flavonolzufuhr ebenfalls Tee (48%), Zwiebeln (29%) und Äpfel (7%) (Hertog et al., 1993). Einen noch größeren Anteil an der Zufuhr von Flavonolen hatte Tee bei den Männern der Zutphen-Kollektive (61%; Hertog et al., 1994) und in der „Caerphilly Study“ (82%; Hertog et al., 1997). Diese Lebensmittelquellen für Flavonole werden auch von Tabak et al. (2001), Rimm et al.

(1996), Sesso et al. (2003) und Linseisen et al. (1997) berichtet, mit einer Verteilung von 47%, 25%, 31% und 19% für Tee, 14%, 25%, 23% und 37% für Zwiebeln und 14%, 10%, 8% und 12% für Äpfel (Angaben für Äpfel bei Linseisen et al. enthalten zusätzlich Apfelprodukte und -saft).

Es ist zu berücksichtigen, dass in der verwendeten Datenbank, im Vergleich zu den Datenbanken von Hertog et al. (1993) und Linseisen et al. (1997), mehr Daten für Obst und Gemüse enthalten sind, wie auch mehr Rezepte mit z.B. Äpfeln.

Die **Flavone** werden in der BVS II größtenteils über Suppen und Soßen (46%) und Gewürze und Kräuter (31%) aufgenommen. Dies liegt daran, dass Flavone vor allem in Petersilie und Sellerie enthalten sind und diese über Suppen und Soßen oder als Gewürz zugeführt werden. Auch Lyons-Wall et al. (2004) beschreibt frische Petersilie und Sellerie als Hauptzufuhrquelle für Flavone.

Flavanone finden sich fast ausschließlich in Zitrusfrüchten und Zitrusfruchtsäften. Daher werden die Flavanone in der vorliegenden Studie vor allem über Zitrusfruchtsäfte (49%) und Zitrusfrüchte (42%) zugeführt. Lyons-Wall et al. (2004) berichten eine Aufnahme über Orangen und Grapefruits und deren Säfte. Diese Lebensmittel sind auch im bayerischen Teilkollektiv der NVS die dominierenden Vertreter (Linseisen et al., 1997). Flavanone gingen laut Hertog und Kollegen in die meisten niederländischen Flavonoidzufuhrberechnungen nicht ein, da eine anti-karzinogene Wirkung bis dato in keiner Studie belegt wurde, sie ausschließlich in Zitrusfrüchten vorkommen und ihr Beitrag als gering eingestuft wurde (Hertog et al., 1993). Für eine dänische Kohorte gaben Justesen et al. (1997) die Flavanon-aufnahme über Orangen und Orangensaft an.

Die Zufuhrquelle für **Catechine** sind in der BVS II Tee (85%) und Obst (7%), Catechin und Epicatechin werden zusätzlich über Wein und Schokolade aufgenommen. Diese Quellen der Zufuhr werden von Lyons-Wall et al. (2004) bestätigt, zusätzlich erfolgt die Aufnahme über Äpfel, Rotwein, Schokolade und Kakao. Ebenso wie in einer repräsentativen Gruppe niederländischer Männer und Frauen, die Catechine über Tee (83%), Obst (4%) und Schokolade (3%) zuführen (Arts et al., 2001b). Einen noch größeren Anteil an der Zufuhr von Catechinen hatte Tee mit 87% in der Zutphen Elderly Study in den Niederlanden (Arts et al., 2001a).

4.1.2 Zufuhr von Fettsäuren

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie wurden mit Ergebnissen von Studien anderer Autoren verglichen. Die Zufuhrwerte für Fett und ausgewählte Fettsäuren in der vorliegenden Studie sind sehr ähnlich zu den Ergebnissen von Linseisen et al. (2003), die in dem Heidelberger Kollektiv der EPIC Studie die Qualität und Quantität der Fettzufuhr bestimmt haben. Dies gilt sowohl für die Gruppe der Männer (Tab. 70), als auch für die Frauen (Tab. 71).

Tab. 70: Vergleich der mittleren (mean) täglichen Zufuhr an Fett und ausgewählten Fettsäuren bei Männern

		vorliegende Studie (BVS II) 2002/2003	Fischer, 1998 (BVS I, 1995)	Linseisen et al., 2003	Gaßmann, 2006 (auf Grundlage EB 2004)	Bidoli et al., 2005
Teilnehmerzahl		n=328	n=218	n=1013	Gesamt-Deutschland	n=1451
Alter	Jahren	14-80	13->64	40-64	-	46-74
Gesamtfett	g	100,9	93,6	100,9	96,3	83,7
	%en.	37,5	36,1	36,0	36,2	-
C18:2	g	14,0	11,6	14,3	16,0	11,6
C18:3	g	1,52	1,5	1,59	2,2	1,6
C20:4	g	0,25	-	0,23	0,15	-
C20:5	g	0,10	-	0,10	0,10	-
C22:6	g	0,21	-	0,19	0,13	-
SFA	g	41,1	39,2	42,4	37,8	27,3
	%en.	15,1	15,2	15,1	14,2	-
MUFA	g	35,0	34,2	35,3	33,0	38,4
	%en.	12,8	13,2	12,6	12,4	-
PUFA	g	16,2	13,8	-	18,4	13,6
	%en.	6,3	5,3	-	6,9	-
n-3 PUFA	g	1,90	-	1,88	2,43	-
	%en.	0,70	-	0,69	0,92	-
n-6 PUFA	g	14,3	-	14,5	16,15	-
	%en.	5,3	-	5,3	6,1	-

EB = Ernährungsbericht; FS = Fettsäuren; SFA = gesättigte FS; MUFA = einfach ungesättigte FS; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Die Zufuhrergebnisse der 1. Bayerischen Verzehrsstudie sind sehr gut mit denen der 2. Bayerischen Verzehrsstudie vergleichbar (Fischer, 1998), ebenso wie die von Gaßmann (2006) ermittelten Ergebnisse (berechnet nach dem Ernährungsbericht 2004 und Hinweisen von K. Gedrich) der mittleren täglichen Zufuhr von Nahrungsfett und -fettsäuren in Gesamtdeutschland. In einer italienischen Fall-Kontroll-Studie zum Einfluss von Hauptnährstoffen und Fettsäuren auf das Prostatakrebsrisiko weisen die Kontrollen, im Vergleich zur BVS II, eine geringere Zufuhr

an Gesamtfett und gesättigten Fettsäuren auf bzw. eine höhere Zufuhr an einfach ungesättigten Fettsäuren (Bidoli et al., 2005). Diese höhere Zufuhr lässt sich durch eine stärkere Verwendung von Olivenöl in der mediterranen Küche erklären.

Tab. 71: Vergleich der mittleren (mean) täglichen Zufuhr an Fett und ausgewählten Fettsäuren bei Frauen

		vorliegende Studie (BVS II) 2002/2003	Fischer, 1998 (BVS I, 1995)	Linseisen et al., 2003	Gaßmann, 2006 (auf Grundlage EB 2004)	Schoppen et al. 2005
Teilnehmerzahl		n=472	n=252	n=1078	Gesamt-Deutschland	n=38
Alter	Jahren	14-80	13->64	35-64	-	46-60
Gesamtfett	g	73,7	75,0	78,0	86,7	88,4
	%en.	37,3	37,0	36,6	36,0	37,9
C18:2	g	10,7	9,5	10,9	12,4	-
C18:3	g	1,17	1,2	1,32	1,9	-
C20:4	g	0,16	-	0,16	0,13	-
C20:5	g	0,06	-	0,07	0,05	-
C22:6	g	0,15	-	0,14	0,09	-
SFA	g	30,4	32,2	33,7	36,4	25,7
	%en.	15,2	15,8	15,7	15,1	10,9
MUFA	g	24,5	26,5	26,5	30,0	42,3
	%en.	12,2	13,1	12,3	12,4	18,2
PUFA	g	12,4	11,2	-	14,4	12,4
	%en.	6,3	5,5	-	6,0	5,3
n-3 PUFA	g	1,43	-	1,53	2,04	-
	%en.	0,73	-	0,74	0,85	-
n-6 PUFA	g	10,9	-	11,0	12,53	-
	%en.	5,6	-	5,3	5,2	-

EB = Ernährungsbericht; FS = Fettsäuren; SFA = gesättigte FS; MUFA = einfach ungesättigte FS; PUFA = mehrfach ungesättigte Fettsäuren

In einer spanischen Studie nahmen postmenopausale Frauen mehr Fett pro Tag zu sich als Frauen in der vorliegenden Studie, begleitet von einer höheren Aufnahme an einfach ungesättigten Fettsäuren und einer geringeren Zufuhr an gesättigten Fettsäuren (Schoppen et al., 2005). Auch in dieser Studie lässt sich die höhere Aufnahme durch die mediterrane Kost der Spanierinnen erklären.

Bei der Betrachtung der **Fettsäurezufuhr nach BMI-Gruppen** zeigten sich in der vorliegenden Studie ähnliche Ergebnisse wie bei Alfieri und Kollegen (1997), die die Fettzufuhr von normalgewichtigen, mäßig adipösen und stark adipösen Teilnehmern einer Studie in Kanada untersuchten. Adipöse verzehrten, berechnet als Prozent der Energieaufnahme (% en.), mehr gesättigte Fettsäuren (SFA), einfach

ungesättigte Fettsäuren (MUFA) und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA). Darüber hinaus war der BMI mit SFA, MUFA und PUFA assoziiert. In der BVS II lagen ebenfalls höhere Zufuhrwerte an Stearinsäure als SFA-Vertreter, Hexadecensäure als MUFA-Vertreter und Arachidonsäure und Eicosapentaensäure als PUFA-Vertreter vor, und es bestand ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem BMI und der Aufnahme von SFA, MUFA, PUFA (jeweils in % en.).

Diese Ergebnisse stehen dagegen im Widerspruch zu einer Studie in Griechenland (Trichopoulou et al., 2002), die bei einer hohen Zufuhr an SFA und MUFA keinen Effekt auf den BMI fand. Allerdings bestand nach Adjustierung eine positive, aber schwache Signifikanz zwischen PUFA und BMI.

4.1.3 Zufuhr von Energie, Hauptnährstoffen und Polyphenolen und Adipositasrisiko

Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen und Adipositasrisiko

Da Adipositas das Ergebnis einer Störung der Energiebilanz ist (Wolfram, 2003), soll im Folgenden der Einfluss von Energie und Hauptnährstoffen auf das Adipositasrisiko der bayerischen Bevölkerung untersucht werden.

Bezüglich der **Energiezufuhr** lässt sich in der vorliegenden Studie kein Einfluss auf das Adipositasrisiko feststellen. Dagegen berichtet Astrup (1999), dass zahlreiche Querschnittstudien eine positive Assoziation zwischen der Energiezufuhr (abgedeckt durch Fett) und Adipositas belegen. Ein kürzlich erschienenes Review von Bray und Kollegen (2004) zeigt, dass die Zufuhr von **Fett** einer der Faktoren ist, die an der Entstehung von Adipositas beteiligt sind. In der VERA-Studie, einer Querschnittsuntersuchung in Deutschland, ging eine höhere Fettaufnahme mit einem höheren BMI einher (Schneider, 1999). Und auch in der BVS II wiesen Frauen bei hoher Zufuhr von Fett (in % en.) ein 1,8-fach (crude) höheres Adipositasrisiko auf. Diese Ergebnisse bestätigt eine Meta-Analyse von Astrup (2005), die der Zufuhr von Fett einen positiven Effekt auf das Körpergewicht einräumt. Und für Männer wird von Satia-Abouta et al. (2002) im Rahmen einer Prostatakrebs-Präventions-Studie in den USA eine positive Assoziation zwischen der Zufuhr von

Energie aus Fett und Adipositas berichtet. In den evidenzbasierten Leitlinien der Deutschen Gesellschaft für Ernährung e.V. zum „Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsbedingter Krankheiten“ bewerten Wolfram und Boeing die Evidenz des Fettkonsums zur Prävention der Adipositas (DGE, 2006): „Die Evidenz für eine primäre Prävention der Adipositas durch eine ad libitum Ernährung mit einem moderaten Fettanteil ist wahrscheinlich. Die Evidenz für eine erfolgreiche Prävention (Ernährungstherapie) der Adipositas durch eine Reduktion des Fettanteils in der Nahrung wird als überzeugend eingestuft.“

In einer Querschnittsstudie in Griechenland untersuchten Trichopoulou und Kollegen (2002) die Assoziation von Hauptnährstoffen mit einer Erhöhung des Body-Mass-Index (BMI). Nach Ausschluss von Confoundern ergab sich eine positive Korrelation zwischen der Zufuhr von **Eiweiß** und dem BMI, was laut Trichopoulou et al. (2002) darauf schließen lässt, dass die Zufuhr von Eiweiß förderlich für das Entstehen von Adipositas ist. Der Effekt der anderen Hauptnährstoffe war weniger aussagekräftig. In der vorliegenden Studie findet sich sowohl in der Gesamtgruppe, als auch in der Gruppe der Frauen bei mittlerer und hoher Zufuhr von Eiweiß (in % en.) ein 2,5-fach höheres Adipositasrisiko. In der Whitehall-II-Studie war bei 4497 Männern im Alter von 39-62 Jahren eine höhere Proteinzufuhr signifikant mit einem erhöhten BMI verbunden (Brunner et al., 2001). Dagegen räumt Wolfram (2003) der Zufuhr von Proteinen primär wenig Einfluss auf die Regulation des Körpergewichts ein. Auch Astrup (2005) geht von einer negativen Assoziation der Eiweißzufuhr mit Adipositas aus. Ein risikosenkender Effekt findet sich in der vorliegenden Studie in der Gruppe der Frauen bei einer hohen Zufuhr von **Kohlenhydraten** (% en.). In der Whitehall-Studie war eine höhere Kohlenhydratzufuhr ebenfalls signifikant mit einem reduzierten BMI verbunden (Brunner et al., 2001). Bei den Kohlenhydraten ist die Art der aufgenommenen Kohlenhydrate bzw. die Lebensmittelquellen dieser wahrscheinlich aber von Bedeutung.

Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren und Adipositasrisiko

Polyphenole, mit den Hauptklassen Flavonoide und Phenolsäuren, sind häufig vorkommende Antioxidantien in unserer Ernährung. Sie schützen die menschlichen Zellen vor oxidativem Stress und könnten mit der Entstehung von Krebs, Ko-

ronarer Herzerkrankung und Entzündungsprozessen negativ assoziiert sein (Tapiero et al., 2002). Daneben wirken Polyphenole antimikrobiell, immunmodulierend und gerinnungshemmend und haben Einfluss auf den Blutdruck sowie auf die Blutglucosekonzentration (Watzl & Leitzmann, 1999). Wegen der wachsenden Evidenz der vielseitigen gesundheitlichen Wirkung der Polyphenole steigt das Interesse an der Untersuchung der Zufuhr über die menschliche Ernährung.

Für die Zufuhr von Obst und Gemüse gibt es Hinweise auf eine Assoziation mit dem Adipositasrisiko. In der Nurses Health Study zeigte sich bei Frauen nach zwölfjährigem Follow-up eine inverse Assoziation zwischen einer gesteigerten Zufuhr an Obst und Gemüse in diesem Zeitraum und dem Risiko für Adipositas oder Gewichtszunahme (He et al., 2004). Und auch Rolls und Kollegen (2004) berichten in einem Review bezüglich Interventionsstudien, dass Obst und Gemüse eine wichtige Rolle in der Behandlung und Entstehung von Adipositas spielen. Da Obst und Gemüse, neben Tee, Wein und Getreide, die Hauptlieferanten für Flavonoide und Phenolsäuren in der Ernährung sind, wäre eine Assoziation der Polyphenole mit dem Adipositasrisiko denkbar.

Bisher gibt es aber noch wenige Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden geprüft haben. Bei Mäusen konnte allerdings bei zusätzlicher Gabe von Catechinen aus Tee mit der Nahrung und körperlicher Aktivität (Schwimmen) eine geringere Zunahme des Körpergewichts beobachtet werden (Murase et al., 2005). Laut Murase et al. erhöhen Tee-Catechine die Aktivität der β -Oxidation in der Leber. Diese Ergebnisse wurden bereits 2002 in einer Studie von Murase et al. gefunden und durch die aktuellen Ergebnisse bestätigt. Beim Menschen zeigten Nagao et al. (2005) in einer Fall-Kontroll-Studie an 35 gesunden japanischen Männern, dass die Zufuhr von Catechinen aus Grünteeextrakt das Körpergewicht reduziert. In einer weiteren Studie am Menschen bewirkte die Gabe von Grünteeextrakt eine Stimulation der Thermogenese und der Fettoxidation, die wiederum das Körpergewicht beeinflussen können (Dulloo et al., 1999). Dieser Effekt wurde allerdings nicht nur den Tee-Catechinen, sondern dem Zusammenspiel zwischen Catechinen und Koffein zugeschrieben. Der Synergieeffekt zwischen Catechinen und Koffein wurde 2004 von Zheng et al. in einer Studie mit weiblichen Mäusen nachgewiesen.

In der BVS II weisen adipöse Frauen eine höhere Zufuhr an Epicatechin auf, eine signifikante Risikoveränderungen bei einer hohen Zufuhr an Catechinen im Vergleich zu einer niedrigen Zufuhr ist dagegen nicht zu sehen. Dies lässt darauf schließen, dass der Effekt der Reduzierung des Adipositasrisikos möglicherweise erst bei Supplementation von Catechinen aus Tee (Grüntee) auftritt.

Normalgewichtige und Adipöse unterscheiden sich in der vorliegenden Studie nur in der Zufuhr weniger, ausgewählter Flavonoide. Es finden sich kaum einheitliche Ergebnisse für beide Geschlechter. Eine Relevanz der Unterschiede in der Zufuhr von Flavonoiden für die Entstehung von Adipositas ist daher schwierig. Interessante Kandidaten, wie z.B. die Flavanone, sollten aber weiter verfolgt werden.

Bei den Phenolsäuren bietet die Literatur keine Studien zur Assoziation mit Adipositas. Da aber eine hohe Kaffeesäurezufuhr mit einer hohen Zufuhr an Kaffee in Verbindung steht, kann die vorliegende Studie mit den Ergebnissen der Untersuchung von Wilsgaard et al. (2005) verglichen werden, die im Rahmen der Tromsø Studie von 1979-2001 Korrelationen zwischen Lebensstilfaktoren und Body-Mass-Index untersuchte und eine positive Assoziation zwischen dem Konsum von Kaffee und BMI (baseline) feststellte. Die Teilnehmer der BVS II, für die eine hohe Zufuhr an Kaffeesäure berechnet wurde, hatten ein 2-fach höheres Adipositasrisiko, und in der Gruppe der Männer war das Risiko um fast das 5-fache erhöht. Ferner berichteten Halkjaer und Kollegen (2004) in einer Studie, die Aufschluss über die erwartete Veränderung des Taillenumfangs als Maß für abdominale Adipositas in einer Zeitspanne von 6 Jahren geben sollte, dass bei Frauen eine hohe tägliche Kaffeezufuhr mit einer Zunahme des Taillenumfangs in Verbindung steht. Daneben gilt als gesichert, dass eine gewohnheitsmäßige Zufuhr von Kaffee das Risiko, an Typ 2 Diabetes zu erkranken, erheblich reduziert (van Dam & Hu, 2005; Hu et al., 2006; Greenberg et al., 2006). Die Assoziation zwischen Kaffeekonsum und dem Erkrankungsrisiko für Typ 2 Diabetes war im Review von van Dam und Hu (2005) zwischen adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern ähnlich und in der Studie von Hu et al. (2006) unabhängig vom BMI.

Zufuhr von Fettsäuren und Adipositasrisiko

Laut Astrup (1999) gibt es eine Reihe von Beschränkungen bei der Betrachtung der Assoziation zwischen der Aufnahme an Makronährstoffen und Adipositas. Insbesondere ist es schwierig, valide Informationen bezüglich der Fettzufuhr bei Personen zu erheben, die von der Gesellschaft angehalten werden, die Fettzufuhr aus gesundheitlichen Aspekten zu reduzieren (Problem des Underreportings). Daneben gibt es in der Fettzufuhr, und damit in der Zufuhr von Fettsäuren, tägliche Schwankungen, die durch das 24-h-Recall nicht vollständig erfasst werden können. Daher ist die Assoziation zwischen der Zufuhr von Fettsäuren und dem Adipositasrisiko mit Einschränkungen zu betrachten. Obwohl die verschiedenen Fettsäuren ähnliche Energie liefern, kann die Art des aufgenommenen Fettes relevant für die Entwicklung von Adipositas sein (González et al., 2000).

In der vorliegenden Studie konnte nach Adjustierung in der Gesamtgruppe eine positive Assoziation zwischen Adipositas und einer hohen Aufnahme von Hexadecen- (MUFA-Vertreter), Stearin- (SFA-Vertreter) und Arachidonsäure (PUFA-Vertreter) beobachtet werden. In der Gruppe der Frauen lag bei einer hohen Zufuhr von Palmitin-, Hexadecen- und Stearinsäure ein 3-fach höheres und von Decosapentaensäure ein 2-fach höheres Adipositasrisiko vor.

Die Aufnahme an mehrfach ungesättigten Fettsäuren weist in der BVS II ein ähnliches Bild wie in einer spanischen Studie an 118 adipösen Fällen und 75 normalgewichtigen Kontrollen (Garaulet et al., 2004) auf, die eine signifikant höhere Zufuhr bei den Fällen zeigte. Mit einer signifikant niedrigeren Zufuhr an gesättigten Fettsäuren bei den adipösen Teilnehmern liefert diese Studie aber ein gegenteiliges Ergebnis als die BVS II, welches auch in einer weiteren spanischen Studie Bestätigung findet (González et al., 2000).

Doucet und Kollegen (1998) zeigten in ihrer Studie an 128 kanadischen Männern, dass die Zusammensetzung der über die Ernährung aufgenommenen Fettsäuren einen möglichen Faktor bei der Regulation des Körpergewichts darstellt, da eine hohe Zufuhr an gesättigten Fettsäuren (SFA) und einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) signifikant mit einer Erhöhung des Adipositasrisikos verbunden ist. Für eine hohe Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) wurde kein

Einfluss festgestellt. In der BVS II war bei diesen Fettsäuresummen keine Assoziation mit dem Adipositasrisiko zu sehen.

Bezüglich der Zufuhr von Fettsäuren und Adipositasrisiko bewerten Wolfram und Boing die Evidenz für eine erfolgreiche primäre Prävention der Adipositas durch eine Ernährung mit einem erhöhten Anteil von MUFA bzw. PUFA als unzureichend (DGE, 2006).

4.2 Körperliche Aktivität und Adipositasrisiko

Laut Jakicic und Otto (2005) ist die körperliche Aktivität ein wichtiger Faktor bei der Prävention von Übergewicht. Es bleibt allerdings zu klären, ob eine chronisch zu hohe Energiezufuhr oder ein verringerter Energieverbrauch aufgrund von verringerter körperlicher Aktivität die Hauptursache der Adipositas ist (Wolfram, 2003). Die zunehmende Prävalenz für Adipositas aufgrund von sinkender körperlicher Aktivität wird allerdings vermehrt als kausaler Faktor diskutiert (Astrup, 1999; Heini & Weinsier, 1997; Prentice & Jebb, 1995; Robinson, 2001).

Die in der BVS II verwendete Methode zur Erfassung der körperlichen Aktivität war das 24h-Erinnerungsprotokoll. In Deutschland kam die 24h-Erinnerungsprotokollmethode zur Erfassung der körperlichen Aktivität beispielsweise innerhalb des Bundes-Gesundheitssurveys 1998 zum Einsatz (Mensink, 1999 und 2002) und ebenso in den USA in der „Seasonal Variation of Blood Cholesterol Study“ (Matthews et al., 2000). Es ist daher davon auszugehen, dass diese Methode sich gut eignet, das Aktivitätsverhalten von einzelnen Bevölkerungsgruppen zu messen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen, dass gesteigerte körperliche Aktivität durch Sport und ein geringerer Anteil an Fernsehen und PC-Benutzung in der Freizeit signifikant mit einem reduzierten Adipositasrisiko assoziiert sind. In Abb. 12 ist der mittlere Body-Mass-Index der Teilnehmer hinsichtlich der Kategorien für sportliche Aktivität und TV- bzw. PC-Benutzung in der Freizeit dargestellt. Der mittlere BMI in der Gruppe mit höherer sportlicher Aktivität und geringerem Fernsehkonsum bzw. Benutzung des PC's ist deutlich niedriger als bei Personen, die sportlich inaktiv waren und einen großen Anteil ihrer Freizeit vor dem Fernseher

oder PC verbracht haben. Dies wird auch von Vioque et al. (2000) bestätigt, die mit steigenden sitzenden Aktivitäten einen Rückgang der körperlichen Aktivitäten beobachteten. Außerdem ist gerade Fernsehen mit der Zufuhr von Snacks assoziiert, was zu einer hohen Aufnahme an Kalorien führt (Gore et al., 2003).

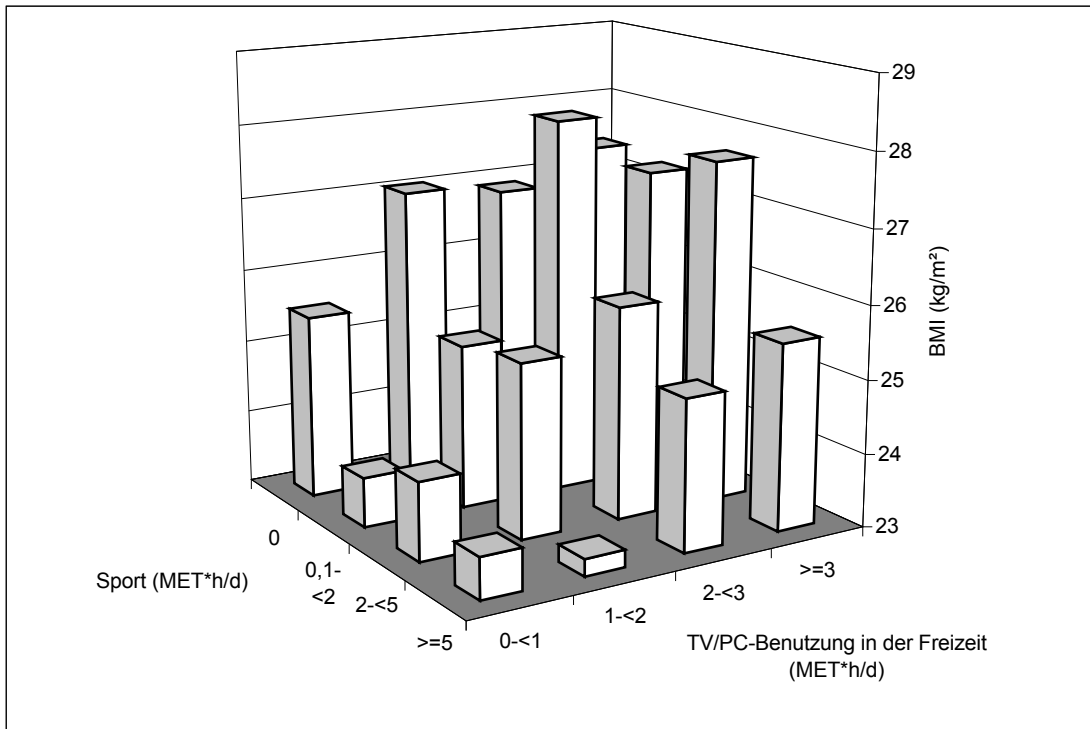


Abb. 12: Mittlerer BMI (kg/m²) anhand von sportlicher Aktivität und TV/PC-Benutzung in der Freizeit (MET*h/d; n=893)

Im Allgemeinen ist die sportliche Betätigung der Teilnehmer der BVS II meist von moderater oder anstrengender Intensität, die in Form von Ausdauersportarten wie Walking, Joggen oder Fahrrad fahren ausgeübt wird. Sportliche Aktivitäten mit einem hohen Energieverbrauch waren unter den aktiven Probanden sehr beliebt. Und obwohl die körperliche Aktivität mit steigendem Alter zurückging, waren ältere Personen (≥ 65 Jahre) immer noch in Ausdauersportarten aktiv (vor allem aber mit Spazieren gehen). Im Vergleich sind adipöse Personen lieber mit Aktivitäten moderater Intensität beschäftigt und kaum mit Aktivitäten hoher Intensität, wie z.B. Sport (Bernstein et al., 2004). Eine europäische Studie, die die körperliche Aktivität in einer Stichprobe aus 15 EU Staaten untersuchte, fand eine signifikante Assoziation zwischen dem BMI und der Freizeitaktivität [OR 0,52 (0,43-0,64)] für Personen in der Quintile mit der höchsten versus niedrigsten Aktivität bzw. sitzender Aktivität [OR 1,61 (1,33-1,95)] für Personen in der Quintile mit der höchsten

versus niedrigsten Inaktivität (Martínez-González et al., 1999). Cameron und Kollegen (2003) ermittelten die Prävalenz für Adipositas in australischen Erwachsenen und untersuchten den Zusammenhang mit Lebensstilfaktoren. Eine starke Assoziation bestand zwischen Adipositas und körperlicher Aktivität (OR für die höchste Quintile: 0,70 bei Männern, 0,47 bei Frauen) bzw. Fernsehen (OR für die höchste Quintile: 1,86 bei Männern, 1,82 bei Frauen). Ähnliche Assoziationen zwischen sitzendem Lebensstil, repräsentiert durch Fernsehen, und körperlicher Aktivität wurden bereits in mehreren Veröffentlichungen dargestellt (Vioque et al., 2000; Ching et al., 1996; Kronenberg et al., 2000; Jakes et al., 2003; Hu et al., 2003; Salmon et al., 2000). In der vorliegenden Studie waren außer in den Aktivitätskategorien Sport und TV/PC-Benutzung in der Freizeit keine Assoziation zwischen körperlicher Aktivität und Adipositasrisiko zu finden. Im Gegensatz zu Ergebnissen von King et al. (2001) war Berufsaktivität in der vorliegenden Studie ohne Beziehung zum Adipositasrisiko. Für Probanden ohne berufliche Anstellung zeigten sich die niedrigsten, aber nicht signifikanten Werte. Diese Ergebnisse sind möglicherweise durch die Tatsache zu erklären, dass Studenten, Rentnern oder Arbeitslosen mehr Zeit zur Verfügung stand, um sportlich oder anderweitig aktiv zu sein. In einigen Studien konnte eine inverse Assoziation zwischen beruflicher Aktivität und Freizeitaktivität beobachtet werden (Vioque et al., 2000; Evenson et al., 2003), allerdings nicht in allen Studien (Burton & Turrell, 2000). Die Frage nach anstrengender Aktivität in der Freizeit erfasste hauptsächlich moderate körperliche Aktivität; diese trug im Durchschnitt nur zu 3 bis 4 % des gesamten täglichen Energieverbrauchs bei. Der Risikoschätzer für Adipositas verringerte sich mit steigender anstrengender Aktivität in der Freizeit (LTPA anstrengend), erreichte allerdings keine statistische Signifikanz. Dieses Ergebnis ist möglicherweise durch einen Recall Bias beeinflusst, da Adipöse in dieser Kategorie mehr anstrengende Aktivitäten angegeben haben (vgl. Tab. 41 und 42), da sie ihre Aktivität höher bewerteten. Vioque et al. (2000) berichten von einer inversen Assoziation zwischen der Schlafdauer und Adipositas. Außer in der Gruppe, die mehr als 8 MET*h/d für Schlaf aufwendeten, reduzierte sich die Risikoschätzung mit steigender Schlafzeit verglichen mit der Gruppe mit geringster Schlafdauer. Allerdings waren diese Ergebnisse nicht signifikant. Durch unseren Fragebogen wurden keine leichten Aktivitäten des täglichen Lebens erhoben (z.B. Essen, Auto fahren, Körperpflege).

Dementsprechend entfiel für den Anteil der leichten Aktivitäten ungefähr die Hälfte des geschätzten Tagesenergieverbrauchs. Auf der anderen Seite zeigte dieses Ergebnis, dass nur ein Teil des täglichen Energieverbrauchs für anstrengende Aktivitäten verwendet wird, an die man sich am Besten erinnern sollte (Durante & Ainsworth, 1996).

Die geschätzte Höhe der gesamten körperlichen Aktivität (MET*h/d) in der vorliegenden Studie war sehr ähnlich zu den Ergebnissen der NHAPS Studie (Dong et al., 2004). Auch diese Studie nutzte die 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle zur Erfassung der körperlichen Aktivität mittels computer-unterstützten Telefoninterviews; für 7515 Probanden (≥ 18 Jahre) wurde im Mittel für Männer ein Wert von 39,9 kcal/kg und für Frauen ein Wert von 37,8 kcal/kg gefunden (MET*h/d entspricht kcal/kg). Zum Vergleich: die mittleren Werte der vorliegenden Studie waren 40,56 MET*h/d für Männer bzw. 38,47 MET*h/d für Frauen. Norman und Kollegen (2001) berichteten in einer Kohorte mit schwedischen Männern im Alter zwischen 45-70 Jahren von einem Mittel von 41,5 (SD: 4,9) MET*h/d. In Übereinstimmung mit früheren Studien (Norman et al., 2002; Martín-González et al., 1999; Ching et al., 1996) war die gesamte körperliche Aktivität der bayerischen Teilnehmer invers mit Adipositas assoziiert. Probanden mit einem PAL-Wert=1,75 (Q3 + Q4) hatten ein um 57% reduziertes Risiko im Vergleich zu Probanden mit einem PAL-Wert < 1,5. Diese Ergebnisse unterstützen die WHO-Empfehlungen, welche einen PAL-Wert von $\geq 1,75$ vorschlagen, um exzessive Gewichtszunahme zu verhindern. Empfehlungen, die auf einem Review aus 40 internationalen Studien basieren (WHO, 2000). In der Gruppe der Normalgewichtigen erreichten nur 35,1 % diese Empfehlungen, aber deutlich mehr als in der Gruppe der Adipösen, bei denen lediglich 22,8% einen PAL-Wert $\geq 1,75$ erzielten. Insgesamt konnte dieses WHO-Ziel nur von 31,4% unserer Studienteilnehmer erreicht werden. Die Empfehlungen des "Center for Disease Control and Prevention" (CDC) und des "American College of Sports Medicine" (ACSM) von mindestens 30 Minuten moderater körperlicher Aktivität pro Tag (Pate et al., 1995) wurde von 55,9% der Probanden erreicht. Adipöse erreichten einen identischen Wert, was auf den ersten Blick verwundert, aber wenn die Empfehlung nur auf sportliche Aktivitäten angewendet wird, dann reduziert sich der Prozentsatz der ausreichend aktiven Adipösen auf 20,7%. Wenn man in Betracht zieht, dass die Empfehlung von 30 Minuten mode-

rater körperlicher Aktivität pro Tag eine Minimum-Empfehlung im Kontext des Gewichtsmanagements darstellt und man zusätzlich die strikteren Richtlinien über 60 Minuten des Institute of Medicine (IOM) (Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, 2002) berücksichtigt, dann zeigen sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie in einem schlechteren Bild. Dennoch sind die Ergebnisse der BVS II gut mit anderen Studien vergleichbar, auch wenn die Erhebungsmethoden und die Empfehlungen zur körperlichen Aktivität abweichen. Brown und Baumann (2000) fanden heraus, dass der Prozentsatz der Teilnehmer in zwei australischen Surveys, die die aktuellen CDC/ACSM-Empfehlungen erreichten, bei 51,6% bzw. 60,2% lag. Weyer et al. (1998) beobachtete, dass von 109 adipösen Deutschen 61,5% keine der Empfehlungen erreichten. Das sind weniger als die 87% der 7124 Erwachsenen, die im Deutschen Gesundheitssurvey von 1998 nicht adäquat aktiv waren (Mensink, 2002). Die Anzahl der Adipösen in der untersuchten bayerischen Stichprobe ist höher als in einer neuen Studie, die 2004 vom Statistischen Bundesamt herausgegeben wurde (Statistisches Bundesamt, 2004), aber vergleichbar mit anderen deutschen Studien, die seit 1998 durchgeführt wurden. Bramlage et al. (2004) berichteten über die Prävalenz von Adipositas und verglichen die Rate der HYDRA-Studie von 2001 (19,5% bei Männern, 20,3% bei Frauen) mit Ergebnissen des Deutschen Gesundheitssurveys von 1998 (18,8% bei Männern, 21,7% bei Frauen). Im Unterschied zu den Ergebnissen der 1995 durchgeführten ersten Bayerischen Verzehrsstudie (BVS I) erhöhte sich die Prävalenz von Adipositas; diese Entwicklung ist auch in anderen westlichen Ländern zu sehen (Cameron et al., 2003; Flegal et al., 2002; McCarthy et al., 2002). In der vorliegenden Studie wurde die Art und die Dauer der körperlichen Aktivität erfasst, aber nicht die entsprechende Intensität (außer bei beruflicher Aktivität). Stattdessen wurden die MET-Werte jeder spezifischen Aktivität zugeordnet. Daher kann es aufgrund von unklarer Beschreibung, Missverständnissen oder falscher Zuordnung zu Fehlern gekommen sein. Die Verwendung von MET-Werten zur Beschreibung der Intensität der körperlichen Aktivität setzt voraus, dass es keine individuellen Unterschiede bei der Durchführung der gleichen Aktivität gibt. Eine Annahme, die es in Wahrheit nicht gibt (Ainsworth et al., 1993; Ainsworth et al., 2000). Die körperliche Aktivität wurde weiterhin in Form von MET*h/d dargestellt und die Verwendung von 'kcal' zur Beschreibung der Aktivität wurde vermieden, da diese sehr

stark durch das Körpergewicht beeinflusst wird (Ainsworth et al., 1993; Ainsworth et al., 2000) und so zu einer Missklassifikation der Personen führen kann (Brown & Baumann, 2000).

Obwohl sich das 24h-Recall zur Erfassung der körperlichen Aktivitäten gut eignet, müssen die möglichen Fehlerquellen berücksichtigt werden, die durch die Selbstangabe auftreten können. Zum einen kann es bei der Berechnung des Body-Mass-Index durch eine Überschätzung der Körpergröße und Unterschätzung des Körpergewichts (Flood et al., 2000; Spencer et al., 2002) oder in seltenen Fällen durch eine hohe Muskelmasse zu Fehlern kommen (Ball et al., 2001). Durch die Verwendung von anthropometrischen Messungen konnte von einem Großteil der Studienteilnehmer ein valider BMI ermittelt werden. Die selbstangegebenen Werte der restlichen Probanden wurden mittels linearer Regression korrigiert, was die Genauigkeit des BMI erhöhte. Zum anderen könnte die körperliche Aktivität bei Selbstangabe höher veranschlagt worden sein, um ein positiveres Bild von sich selbst zu geben (Rzewnicki et al., 2003). Daneben ist die Qualität der Erhebung natürlich stark von dem Erinnerungsvermögen des Probanden abhängig, einer Fehlerquelle, die man durch den kurzen Erinnerungszeitraum von 24 Stunden zu verringern versucht (Matthews et al., 2000). Dennoch sind selbst angegebene Daten, gewonnen aus Tagebüchern oder Erinnerungsprotokollen, für populationsbasierte Studien mit großer Teilnehmerzahl am besten geeignet, da die Kosten relativ gering sind, ebenso wie der Aufwand für die Studienteilnehmer. Und zuletzt erfassen die drei 24h-Recalls auf Personenebene nur die kurzfristige körperliche Aktivität. Die Aktivität der erhobenen Tage muss nicht der Normalität entsprechen und unterliegt einer individuellen Variabilität. Auf Bevölkerungsebene stellt die Verwendung von kurzfristigen Daten kein Problem dar. Betrachtet man allerdings die Daten auf Personenebene, wie z.B. bei der Risikoschätzung, limitiert dies die Aussagekraft der Ergebnisse. Zusammenfassend kann man sagen, dass Stichhaltigkeit und Verlässlichkeit der gemachten Selbstangaben zum einen von Art der Aktivität und zum anderen von den Eigenschaften der befragten Person abhängen. Durch das Studiendesign der Querschnittsstudie kann zudem bei der Betrachtung der Assoziationen keine Kausalität nachgewiesen werden. Bei der Evaluierung der Ergebnisse dieser Arbeit sollte dies immer mit berücksichtigt werden.

4.3 Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas sowie Gehalte an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma und deren Assoziation mit Adipositas

Für das Teilkollektiv der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme (n=568) wurden 7 Polymorphismen von 6 ausgewählten Kandidatengenen für Adipositas bestimmt. Dabei handelt es sich um die Polymorphismen von Leptin -2548 G/A, LEPR Gln223Arg, BAR-2 Arg16Gly & BAR-2 Gln27Glu, PPAR γ 2 Pro12Ala C/G, APM1 Gly15Gly T/G Exon 2 und TNF α -307 G/A. Daneben wurde im Plasma die Konzentration von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII untersucht. Sowohl für die Polymorphismen der Kandidatengene als auch für die Plasmakonzentrationen wurde die Assoziation mit Adipositas überprüft.

Leptin ist bekannt als ein wichtiger Faktor der Regulation des Körpergewichts und des Hunger-Sättigungs-Mechanismus und gibt Informationen bezüglich der Körperfettmenge und der Energieaufnahme an den Hypothalamus weiter (Chan et al., 2004). Daneben ist Leptin mit der Insulinsensitivität und Thermogenese assoziiert. Ein Defekt in der Produktion von Leptin verursacht schwere hereditäre Adipositas bei Nagetieren und Menschen. Die Konzentration von Leptin im Plasma ist abhängig von der Menge an Fettgewebe in menschlichen Körper. Dies erklärt die signifikant höheren Konzentrationen an Leptin in adipösen verglichen mit nicht-adipösen Teilnehmern, die sowohl in der vorliegenden, als auch in verschiedenen anderen Studien gefunden wurden (Chu et al., 2001; Huang et al., 2004). Daneben liegen unterschiedliche Konzentrationen an Plasmaleptin bei Männern und Frauen vor, wobei Frauen höhere Leptinkonzentration aufweisen als Männer. Dies wird auch von anderen Autoren bestätigt (Chan et al., 2004; Huang et al., 2004) und ist durch den höheren Körperfettanteil bei Frauen erklärbar. Im menschlichen Leptin-Gen wurden mehrere Polymorphismen entdeckt und die Beziehung dieser mit Übergewicht ist unbestritten (Li et al., 1999; Mammès et al., 2000; Wang et al., 2006). Die Häufigkeit der Genotypen des Leptin -2548 Polymorphismus bei nicht-adipösen Teilnehmern der BVS II ist mit 30,3% des GG-Genotyps; 49,4% des GA-Genotyps und 20,3% des AA-Genotyps ähnlich zur Genotypverteilung anderer Autoren. Bei Nieters et al. (2002) liegt die Häufigkeit des GG-Genotyps bei 28,9%, des GA-Genotyps bei 55,3% und des AA-Genotyps bei 15,8 %. Mammès et al. (2000) berichten von einer Verteilung des GG-Genotyps von 27,4%, des GA-

Genotyps von 52,5% und des AA-Genotyps von 20,1%. In der vorliegenden Studie besteht nach Adjustierung eine mögliche Assoziation der mutanten Variante (≥ 1 A Allel) des Leptin -2548 Polymorphismus mit einem verminderten Adipositasrisiko. Dieser mögliche Zusammenhang wird von Wang et al. (2006) unterstützt, die bei extrem adipösen Probanden eine größere Häufigkeit des homozygoten Wildtyps (GG) ermitteln konnten als bei Normalgewichtigen. Dagegen unterscheidet sich dieses Ergebnis von den Befunden bei extrem Adipösen (Nieters et al., 2002) und Ergebnissen von Li et al. (1999).

Der Leptin -2548 Polymorphismus in der Promoter-Region ist assoziiert mit der Leptin-Plasmakonzentration von adipösen Mädchen (Le Stunff et al., 2000) und übergewichtigen Personen (Mammès et al., 2000). Während adipöse Mädchen, die Träger des AA Genotyp waren, eine um 25% geringere mittlere Leptinkonzentration aufwiesen als Trägerinnen der anderen Genotypen (Le Stunff et al., 2000), hatten männliche Träger der G-Allele nach Adjustierung für Fettmasse geringere Leptinkonzentrationen als Träger des AA homozygoten Genotyps (Mammès et al., 2000). Diese Ergebnisse geben einen Hinweis auf die Existenz von genotypspezifischen Effekten in der Regulation der Plasmaleptinkonzentration. Abhängig von der Sequenz in der Region -2548 des Leptingens scheinen adipöse Personen mehr oder weniger Leptin auszuschütten, wobei adipöse Träger des Wildtyps (GG) die höchste Plasmaleptinkonzentration aufweisen. Dieses Resultat ist in Übereinstimmung mit Le Stunff et al. (2000), die für adipöse Träger des Wildtyps höhere Plasmaleptinkonzentrationen zeigten mit einem ebenfalls signifikanten Effekt des Genotyps auf die Leptinkonzentration.

Neben Leptin spielt auch der Leptinrezeptor (LEPR) eine wichtige Rolle in der Regulation des Körpergewichts und der Körperfettmasse (de Silva et al., 2001). Leptinrezeptoren (LEPR) sind hauptsächlich im Hypothalamus lokalisiert, daneben im peripheren Gewebe, unter anderem im Fettgewebe (Wauters et al., 2001). Chagnon und Kollegen (1999) berichteten über einen Einfluss des Leptinrezeptors auf die Körperzusammensetzung des Menschen, der sich vor allem für den Polymorphismus Gln223Arg zeigte, der auch in der vorliegenden Studie untersucht wurde. Die Verteilung der Genotypen des Gln223Arg G/A Polymorphismus in der BVS II war mit 28,9% bzw. 27,2% des GG-Genotyps;

59,6% bzw. 57,6% des GA-Genotyps und 11,4% bzw. 15,2% des AA-Genotyps vergleichbar mit bereits veröffentlichten Angaben von adipösen bzw. nicht-adipösen Personen (Mattevi et al., 2002; Echwald et al., 1997). Bei Mattevi et al. (2002) liegt die Häufigkeit des GG-Genotyps bei adipösen bzw. nicht-adipösen Probanden bei 39% bzw. 28%, des GA-Genotyps bei 53% bzw. 53% und des AA-Genotyps bei 8% bzw. 19 %. In der Gruppe der bayerischen Männer war die Verteilung der Genotypen des Leptinrezeptors zwischen adipösen und nicht-adipösen Männern signifikant unterschiedlich, bei Frauen zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Allelfrequenz zwischen Personen mit geringem ($<27 \text{ kg/m}^2$) und hohem ($\geq 27 \text{ kg/m}^2$) BMI werden von Chagnon et al. (1999) dargestellt. Yiannakouris et al. (2001) berichteten dagegen von einer höheren Prävalenz des Arg223 Allels in der homozygoten Form bei übergewichtigen bzw. adipösen Teilnehmern im Vergleich zu Normalgewichtigen. Außerdem zeigte sich in der von Yiannokouris et al. (2001) durchgeführten multiplen Regression, dass das Arg223 Allel in der homozygoten Form signifikante Vorhersagen zum BMI ($p=0,015$) und der Fettmasse ($p=0,02$) liefern kann. In der vorliegenden Studie konnte mit Hilfe der Risikoschätzung keine Assoziation des Genotyps mit Adipositas gefunden werden. Wauters und Kollegen (2001) fanden bei übergewichtigen und adipösen Frauen ebenfalls keine Assoziation zwischen dem LEPR Polymorphismus und BMI oder Fettmasse. In postmenopausalen Frauen zeigte sich allerdings bei Trägerinnen der Gln223Gln Homozygoten ein höherer Anteil an abdominalem Fett. In ihrem veröffentlichten Review mit insgesamt 3263 eingeschlossenen Personen konnten Heo und Kollegen (2002) keine Evidenz für einen Zusammenhang des Polymorphismus am Leptinrezeptor mit dem BMI feststellen. Die Untersuchung von Mergen et al. (2006) an 262 Adipösen ($\text{BMI} \geq 30$) und 138 Kontrollen ($\text{BMI} \leq 25$) lieferte für den Gln223Gln Polymorphismus ebenfalls keinen Beweis eines Zusammenhangs mit der Prädisposition für Adipositas. Chagnon et al. (1999) berichteten jedoch von einer möglichen Verbindung zwischen dem Gln223Arg Polymorphismus und der Körperfettmasse.

Der Beta-2 adrenerge Rezeptor (BAR-2) spielt eine wichtige Rolle in der Stimulation der Thermogenese und in der Aktivierung der Lipidfreisetzung aus dem Fettgewebe (Arner & Hoffstedt, 1999). In der BVS II wurde sowohl der Arg16Gly als

auch der Gln27Glu Polymorphismus untersucht. Verschiedene Studien konnten zeigen, dass die Gly16 und Glu27 Allele des BAR-2 Genes eine Assoziation mit Adipositas aufweisen (Lin et al., 2001; Ehrenborg et al., 2000). Die vorliegende Studie bestätigt diese Ergebnisse allerdings nicht. Es wurde kein Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Glu27- und Gly16-Allelen in BAR-2 und Adipositas gefunden. Die meist fehlende Assoziation wird von einer deutschen (Kortner et al., 1999) und einer österreichischen (Oberkofler et al., 2000) Studie unterstützt, ebenso wie von Studien an schwedischen Männern (Rosmond et al., 2000) und koreanischen Probanden (Kim et al., 2002). Die Allelfrequenzen der Glu27 und Gly16 Allele sind in adipösen etwas höher als in nicht-adipösen Teilnehmern. Dies findet in vielen anderen Studien Bestätigung (Large et al., 1997; Ishiyama-Shigemoto et al., 1999; Nieters et al., 2002). Auch Corbalán und Kollegen (2002) berichteten, dass die Prävalenz des Glu27 Polymorphismus bei Adipösen etwas höher ist als bei Normalgewichtigen und dass männliche Träger des Glu27 Allels nach Adjustierung ein signifikant zehnfach höheres Risiko aufweisen, an abdominaler Adipositas zu erkranken. Für den Arg16Gly Polymorphismus fanden Pereira et al. (2003) in einer brasilianischen Querschnittsstudie mit 1576 Probanden eine signifikant positive Assoziation des Arg16 Allels mit dem Body Mass Index, die auch nach Adjustierung bestehen blieb.

Der Peroxisome Proliferator-Activated Receptor- γ 2 (PPAR γ 2) ist vorwiegend im Fettgewebe zu finden, wo er die Adipogenese und Lipogenese stimuliert und die Einlagerung von Fettsäuren in das Fettgewebe beeinflusst (Kersten, 2000 & 2002a). PPAR γ ist ein Kandidatengen für die Empfänglichkeit für Adipositas und Diabetes Mellitus Typ II (Doney et al., 2002). Die Verteilung der Genotypen des Pro12Ala C/G Polymorphismus in der BVS II war vergleichbar mit bereits veröffentlichten Angaben von adipösen bzw. nicht-adipösen Personen (González Sánchez et al., 2002; Masud et al., 2003) bzw. Frauen (Tankó et al., 2005). Masud und Ye (2003) stellten in ihrem Review dar, dass die Metaanalyse von 30 unabhängigen Studien (n=19136) die Hypothese unterstützt, dass der Pro12Ala-Polymorphismus möglicherweise das Adipositasrisiko modifiziert. Verglichen mit Trägern des homozygoten Pro12-Allels wiesen Träger des Ala12 Allels in diesem Review einen signifikant höheren mittleren BMI auf. Und auch González Sánchez et al. (2002) zeigten für ihr spanisches Kollektiv, dass männliche Träger des

Ala12-Allels einen höheren BMI haben als Nicht-Träger dieses Allels ($p=0,03$) und dass bei adipösen Männer eine höhere Frequenz des Ala12-Allels vorliegt als bei schlanken Männern. Der Pro12Ala Polymorphismus zeigte in einer Studie an postmenopausalen dänischen Frauen eine signifikante Assoziation mit dem BMI (Tankó et al., 2005). Bei weiblichen Trägern des GG Genotyps lag ein signifikant höherer BMI vor als bei solchen mit CC + CG. In Übereinstimmung mit Nieters und Kollegen (2002) weisen die PPAR γ Varianten in der Studienpopulation der BVSII keinen Effekt der Assoziation mit dem Adipositasrisiko auf. Dennoch gibt es einen nicht-signifikanten Unterschied im mittleren BMI zwischen der Gruppe der Pro12Ala Genotypen, wobei sich in der Ala/Ala-Gruppe ein höher mittlerer BMI zeigt als sowohl in der Pro/Pro- als auch in der Pro/Ala-Gruppe (Daten nicht dargestellt). Dieses Ergebnis wird durch Vaccaro und Kollegen (2000) getragen, die in ihrer Fall-Kontroll-Studie an normalgewichtigen und stark adipösen Kaukasiern keinen Einfluss des Pro12Ala Polymorphismus auf Adipositas oder Ausprägungen des Metabolischen Syndroms beobachteten.

Das Adipocytokin APM1 spielt eine wichtige Rolle in der Regulation der Energie-Homöostase und der Insulinsensitivität (Gil-Campos et al., 2004) und ist daher ein Suszeptibilität-Gen für Diabetes mellitus Typ II (Hara et al., 2002) und Adipositas (Stumvoll et al., 2002). APM1, das ausschließlich im Fettgewebe zu finden ist und von dort freigesetzt wird (Stefan et al., 2002), ist ein wichtiger Faktor in der Pathogenese des Metabolischen Syndroms (Halleux et al., 2001). Die Häufigkeit der Genotypen des APM1 Gly15Gly Polymorphismus bei nicht-adipösen Teilnehmern der BVS II ist mit 77,7% des TT-Genotyps; 21,4% des TG-Genotyps und 1,1% des GG-Genotyps ähnlich zur Genotypverteilung anderer Autoren (Nieters et al., 2002; Stumvoll et al., 2002; Zietz et al. 2001). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen einen möglichen, aber nicht-signifikanten Effekt zwischen dem Adipositasrisiko und dem mutanten Allel von APM1 auf der Basis der nicht-adjustierten Odds Ratios. Stumvoll und Kollegen (2002) fanden einen signifikant höheren BMI bei Trägern der G-Allele, die keine Familiengeschichte für Diabetes aufwiesen und berichteten daher von einem leicht erhöhten Adipositasrisiko. Der höhere BMI bei Trägern der G-Allele konnte für das Kollektiv der BVS II nicht bestätigt werden (Daten nicht dargestellt). Dagegen können die Ergebnisse von Zietz et al. (2001) unterstützt werden, die eine höhere heterozygote Allelfrequenz in Adipösen vergli-

chen mit übergewichtigen und normalgewichtigen Personen zeigten. In einer Studie mit normalgewichtigen und adipösen Japanern fanden Takahashi et al. (2000) ebenfalls keinen Zusammenhang zwischen dem APM1 Polymorphismus und Adipositas.

Der Tumor Nekrose Faktor α (TNF α) ist ein multifunktionales proinflammatorisches Cytokin, das unter anderem von Adipozyten synthetisiert wird, Einfluss auf den Lipidstoffwechsel, die Insulinresistenz und die Endothelfunktion ausübt und mit dem BMI assoziiert ist (Brand et al., 2001; Walston et al., 1999). Das Fettgewebe wird immer häufiger als ein aktives endokrines Organ mit einer hohen Stoffwechselaktivität dargestellt. So produzieren die Adipozyten neben vielen anderen Proteinen auch TNF α und seine Rezeptoren (Hauner et al., 1998). Mehrere Studien weisen darauf hin, dass der -307 G/A Polymorphismus einen relevanten Einfluss auf den Körperfettspeicher ausübt (Hoffstedt et al., 2000; Corbalán et al., 2004) und an der Pathogenese der Adipositas und der Insulinresistenz beteiligt ist (Fernández-Real et al., 1997). Die Häufigkeit der Genotypen des TNF α -307 G/A Polymorphismus bei adipösen bzw. nicht-adipösen Teilnehmern der BVS II ist mit 77,2% bzw. 72,2% des GG-Genotyps; 22,8% bzw. 25,6% des GA-Genotyps und 0% bzw. 2,2% des AA-Genotyps ähnlich zur Genotypverteilung anderer Autoren (Romeo et al., 2001; Nieters et al., 2002). Bei Romeo et al. (2001) liegt die Häufigkeit des GG-Genotyps bei adipösen bzw. nicht-adipösen Probanden bei 75,6% bzw. 73,4%, des GA-Genotyps bei 22,6% bzw. 24% und des AA-Genotyps bei 1,8% bzw. 2%. In Übereinstimmung mit Ergebnissen von Romeo et al. (2001) unterstützen die vorliegenden Daten nicht die höhere Prävalenz des A-Allels in adipösen verglichen mit nicht-adipösen Teilnehmern, wie es in früher veröffentlichten Studien berichtet wird (Hoffstedt et al., 2000; Brand et al., 2001; Fernández-Real et al., 1997).

In der bayerischen Studiengruppe unterschieden sich die Plasmakonzentrationen an TNF α signifikant zwischen adipösen und nicht-adipösen Teilnehmern. Dies steht in Übereinstimmung mit einigen anderen Studien (Corica et al., 1999; Panagiotakos et al., 2005; Schulz et al., 2004), aber im Widerspruch zu Ergebnissen, die von Bulló und Kollegen (2002) veröffentlicht wurden. Die rohe OR der 3. Terzile der TNF-Plasmakonzentration ist mit einem signifikant höheren

Adipositasrisiko assoziiert, ein Effekt, der sich nach Adjustierung abschwächt. In Übereinstimmung mit Ergebnissen von Haddy et al. (2005) ist die Konzentration von TNF α in nicht-adipösen Teilnehmern, die Träger von mindestens einem A Allel sind, niedriger, als bei Trägern der GG-Allele. Da der Zusammenhang zwischen dem TNF α -307G/A Polymorphismus und der Plasmakonzentration an TNF α von Alter und BMI abhängt, wurden die Ergebnisse nach diesen zwei Confoundern adjustiert. Daneben zeigten sich in der vorliegenden Studie Unterschiede in der Konzentration von TNF α zwischen Männern und Frauen, wobei letztere signifikant niedrigere Werte aufweisen. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern lässt sich möglicherweise auf hormonelle Einflüsse zurückführen.

Mit dem Studientyp der Querschnittsstudie konnten in der vorliegenden Arbeit Häufigkeiten der Genotypverteilung und mögliche Assoziationen zwischen Genotyp und Adipositas beschrieben werden. Dennoch erlaubt es eine zeitgleiche Erfassung der Studiendaten nicht, Rückschlüsse auf Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge zu ziehen. Eine unterschiedliche Häufigkeit der Allelfrequenzen zwischen nicht-adipösen und adipösen Teilnehmern der BVS II bzw. Assoziationen zwischen Genotyp und Adipositas könnten Ursache, aber auch Folge der Adipositas sein. Die Hinweise auf mögliche genetische Einflussfaktoren der Adipositas müssen in analytischen Studien, wie z.B. einer Fall-Kontroll-Studie geprüft werden, um die Hinweise auf kausale Zusammenhänge zu verstärken und zu bestätigen.

4.4 Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen und deren Assoziation mit Adipositas

Mit einer Lebenszeit der Erythrozyten von ungefähr 120 Tagen ist die Verwendung des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen als ein Biomarker für die Fettsäurezufuhr eine geeignete Methode, die tägliche Fettaufnahme über wenige bis mehrere Wochen widerzuspiegeln (Arab, 2003; Wirfält et al., 2004). Der Biomarker gibt Auskunft über die Zufuhr von Fettsäuren mit der Ernährung, die Bioverfügbarkeit und weitere Stoffwechselschritte (Arab & Akbar, 2002; Pala et al., 2001) und ist nicht von kurzzeitigen Änderungen der Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr beeinflusst. Der intermediäre Stoffwechsel beeinflusst jedoch die letztendli-

che Einlagerung der Fettsäuren in die Membrane, so dass im Vergleich zur Nahrung die Relation der Fettsäuren zueinander stark verschoben ist und als Biomarker nicht für alle Fettsäuren gleich gut geeignet ist.

Das Fettsäuremuster in den Erythrozytenmembranen (%FAME) der Teilnehmer der BVS II mit zusätzlicher Blutabnahme (n=568) wurden mit Ergebnissen aus Studien anderer Autoren verglichen. In den drei ausgewählten Arbeiten wurde das Fettsäuremuster der Erythrozytenmembran der Kontrollgruppe zum Vergleich verwendet, da die in der jeweiligen Studie untersuchten Einflüsse ausgeschlossen werden sollten (Tab.72). Lemaitre und Kollegen (2002) untersuchten den Zusammenhang zwischen trans-Fettsäuren und dem Risiko des plötzlichen Herztodes. Die von Weill et al. 2002 veröffentlichte Studie erforschte die Effekte der Einführung von Leinsamen im Tierfutter auf die Zusammensetzung des Fettsäuremusters im Blut von Konsumenten tierischer Produkte. Die dritte zum Vergleich ausgewählte Arbeit stammt von Theret et al. (1993). Sie untersucht den Zusammenhang zwischen dem Fettsäuremuster von Phospholipiden roter Blutkörperchen, Plasmalipiden und Apolipoproteinen. Dabei lag der Augenmerk vor allem auf langkettigen, mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Vergleicht man die Werte der eigenen Analyse mit den Werten der anderen Autoren, so stimmen diese größtenteils überein. Bei genauerer Betrachtung werden jedoch einige Unterschiede deutlich, die zu diskutieren sind. Die dominierenden Fettsäuren in der Erythrozytenmembran sind immer die gesättigten Fettsäuren Palmitinsäure (C 16:0) und Stearinsäure (C 18:0), die einfach ungesättigte Fettsäure Ölsäure (C 18:1, n-9) und die beiden mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linolsäure (C 18:2, n-6) und Arachidonsäure (C 20:4, n-6).

Es fallen weiterhin bestimmte charakteristische Merkmale auf, die meistens auf alle in der Literatur beschriebenen Fettsäuremuster der Erythrozytenmembran gesunder Personen mit normaler Ernährung zutreffen. Die Summe der gesättigten Fettsäuren (SFA) hat immer einen höheren prozentualen Anteil in der Erythrozytenmembran als die Summe der mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA). Daneben ist Ölsäure in einem größeren Ausmaß vorhanden als Linolsäure.

Tab. 72: Vergleich der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran (% FAME) der vorliegenden Studie (BVS II) mit Ergebnissen aus Studien anderer Autoren (Weill et al., 2002; Lemaitre et al., 2002; Theret et al., 1993)

	vorliegende Studie (BVS II) 2002/2003	Weill et al. 2002	Lemaitre et al. 2002	Theret et al. 1993
Teilnehmerzahl	n = 568	n = 75	n = 285	n = 257
Geschlecht	(m =243, w =325)	(m = 32, w = 43)	(m = 230, w = 55)	(m = 257)
Alter	18 - 80 Jahre	25 - 45 Jahre	25 - 74 Jahre	45 - 64 Jahre
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
C 14:0	0,90 ± 0,51	-	-	0,63 ± 0,42
C 16:0	25,21 ± 6,78	18,6 ± 1,2	18,85 ± 0,96	24,06 ± 3,70
C 17:0	0,52 ± 0,25	-	-	-
C 18:0	20,31 ± 3,17	21,8 ± 2,0	14,22 ± 0,69	12,02 ± 3,26
C 18:1, t9	0,16 ± 0,08	-	-	-
C 18:1, n-9	15,12 ± 2,48	15,9 ± 1,5	10,86 ± 0,85	13,52 ± 2,51
C 18:2, c9t12	0,13 ± 0,09	-	0,20 ± 0,050	-
C 18:2, n-6	11,02 ± 2,31	10,2 ± 2,5	9,11 ± 1,07	9,35 ± 2,91
C 20:0	0,14 ± 0,06	-	-	0,43 ± 0,36
C 18:3, n-6	0,04 ± 0,02	-	-	0,09 ± 0,10
C 18:3, n-3	0,09 ± 0,05	0,15 ± 0,05	-	0,11 ± 0,11
C 18:2 c9t11	0,11 ± 0,07	0,40 ± 0,11	-	-
C 22:0	0,11 ± 0,07	-	-	2,14 ± 1,08
C 20:3	1,54 ± 0,56	-	-	1,35 ± 0,52
C 20:4	13,93 ± 5,26	15,8 ± 1,8	13,78 ± 1,16	12,6 ± 3,47
C 20:5	0,92 ± 0,73	0,45 ± 0,12	-	0,63 ± 0,48
C 24:0	0,07 ± 0,06	-	-	6,38 ± 4,12
C 22:4	2,66 ± 1,25	-	-	3,43 ± 2,40
C 22:5	2,21 ± 1,20	2,04 ± 0,39	-	1,94 ± 0,73
C 22:6	4,65 ± 2,54	4,77 ± 0,89	-	3,58 ± 1,72
TFA	0,57 ± 0,19	-	2,01 ± 0,51	-
SFA	47,25 ± 10,02	40,4*	33,07*	45,03*
PUFA	37,06 ± 12,03	38,8*	22,89*	33,08*
n-3 PUFA	7,87 ± 4,01	7,4 ± 1,2	4,66 ± 1,26	6,26*
n-6 PUFA	29,19 ± 8,54	31,4 ± 2,1	22,89*	26,82*

* Wert wurde nachträglich aus den Daten der vorliegenden Tabelle berechnet

Einige Autoren konnten beobachten, dass die Erhöhung der Linolsäurezufuhr mit der Nahrung den Linolsäureanteil in den Membranphospholipiden der Erythrozyten signifikant erhöhte und das zu Lasten einer Verringerung des Ölsäureanteils führte, während sich andere Fettsäureanteile nicht signifikant änderten (Farquhar & Ahrens, 1963; Glatz et al., 1989).

Das Interesse an den Fettsäuren der n-3 Familie hat seit knapp zwanzig Jahren eine rasche internationale Verbreitung gefunden, da in den letzten Jahren mehrere tausend Arbeiten zu diesem Thema erschienen sind (Singer, 1994). Andersen et al. (1996) berichteten Mitte der siebziger Jahre, dass eine höhere Konzentration von Eicosapentaensäure (EPA) in den Phospholipiden des Plasmas von Eskimos vorlag als in denen von Dänen. Dies wurde auf den höheren Konsum an langkettigen n-3 Fettsäuren in der Ernährung der Eskimos zurückgeführt. Die langkettigen mehrfach ungesättigten n-3 Fettsäuren, vor allem Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA), kommen hauptsächlich in fettreichen Kaltwasserfischen und daraus hergestelltem Fischöl vor. Durch einen erhöhten Verzehr dieser Fettsäuren lässt sich auch deren Gehalt in der Erythrozytenmembran beeinflussen (Prisco et al., 1996).

Charakteristische Merkmale der Fettsäurezusammensetzung der Erythrozytenmembran konnten im Bezug auf die langkettigen Fettsäuren bei Docosapentaensäure (DPA) und Docosahexaensäure (DHA) festgestellt werden (Abb. 13). Der DHA-Anteil war im Mittel höher als der DPA-Anteil. Auch bei den anderen in Tab. 72 genannten Studien sowie bei weiteren in der Literatur analysierten Fettsäuremustern von Erythrozyten ist dies der Fall (Dodge & Phillips, 1967; Manku et al., 1983; Agren et al., 1995; Vidgren et al., 1997).

Grundsätzlich ist der Anteil von Arachidonsäure in der Erythrozytenmembran größer als der von Linolsäure (Tab. 72), obwohl die Zufuhr von Linolsäure mit der Nahrung um ein Vielfaches höher liegt als die von Arachidonsäure. Bei den beiden Untergruppen der EPIC-Studie aus Potsdam (n=192) und Heidelberg (n=191) betrug der prozentuale Anteil an Arachidonsäure im Mittel 0,22 % bzw. 0,23 % aller aufgenommenen Fettsäuren, der Linolsäure-Anteil lag mit 16,8 % bzw. 15,0 % dagegen weit darüber (Linseisen et al., 2003). Dies zeigt, dass letztlich in die Erythrozytenmembran langkettige mehrfach ungesättigte Fettsäuren eingebaut werden.

Die mittleren Werte für Arachidonsäure und Linolsäure in der Erythrozytenmembran der 568 Teilnehmer der BVS II mit Blutabnahme liegen im Vergleich mit Angaben aus der Literatur eher am oberen Ende aller bis heute dazu veröffentlich-

ten Zahlen. Dies deutet auf eine hohe Aufnahme von Linolsäure und Arachidonsäure hin, wobei Linolsäure auch zu Arachidonsäure metabolisiert werden kann.

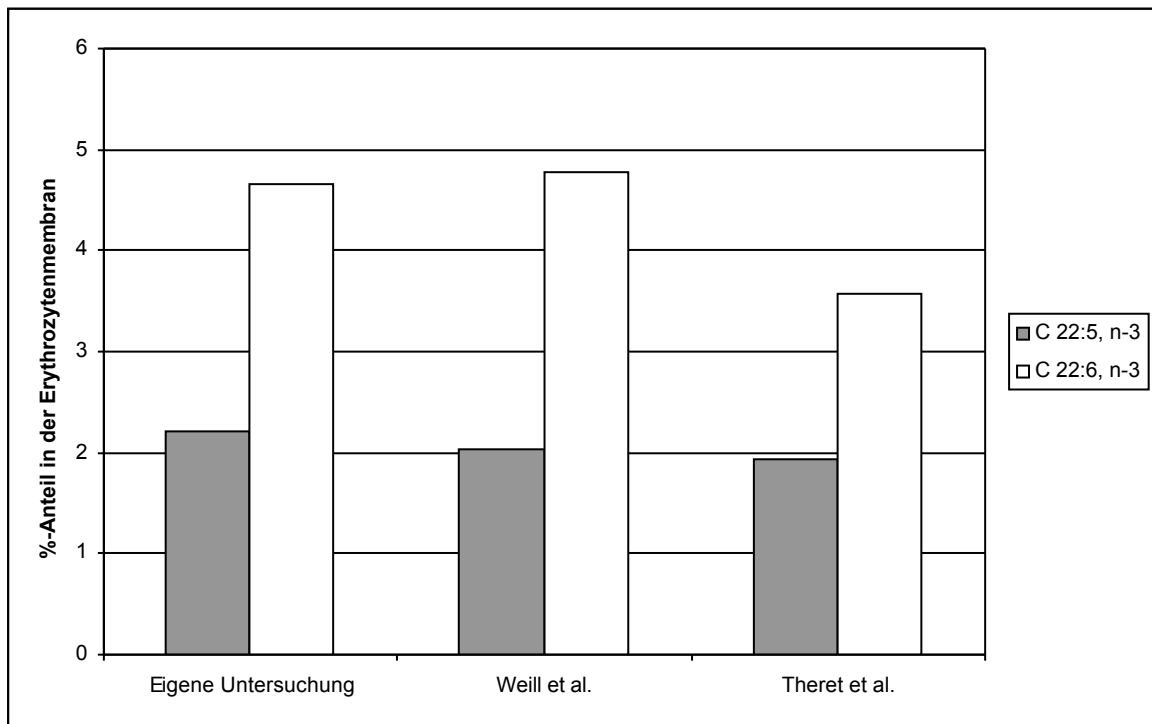


Abb. 13: Vergleich des DPA- (C22:5, n-3) und DHA-(C 22:6, n-3) Anteils (%FAME) in der Erythrozytenmembran zwischen den eigenen Ergebnissen und zwei Literaturangaben (Weill et al., 2002; Theret et al., 1993)

Signifikante Unterschiede im Fettsäuremuster der Erythrozytenmembran bei Männern und Frauen bestanden für Ölsäure und Docosapentaensäure. Manku et al. (1983) konnten in einer Studie mit 32 männlichen und 18 weiblichen Studenten jedoch keine signifikanten Unterschiede feststellen. Bei allen anderen in der vorliegenden Arbeit zitierten Studien wurde ebenfalls keine geschlechtsspezifische Differenzierung des Fettsäuremusters in der Erythrozytenmembran vorgenommen, sondern die Ergebnisse für Männer und Frauen wurden stets gemeinsam ausgewertet. Die gefundenen Unterschiede könnten auf leicht differente Fettsäuremuster in der Ernährung von Männer und Frauen zurückzuführen sein, oder aber auf Unterschiede im Stoffwechsel.

Im Rahmen einer italienischen Studie an 50 übergewichtigen und adipösen Frauen und 50 normalgewichtigen weiblichen Kontrollen wurde der Gehalt an n-3 Fettsäuren in der Erythrozytenmembran untersucht (Cazzola et al., 2004). In der

Gruppe der Übergewichtigen bzw. Adipösen zeigte sich ein geringerer Gehalt an n-3 Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen. Vergleicht man die Ergebnisse dieser Auswertung mit der BVS II (Tab. 73), dann ist der gleiche signifikante Unterschied zwischen Frauen mit einem BMI kleiner als 25 und Frauen mit einem BMI größer als 25 zu sehen.

Tab. 73: Vergleich des Fettsäureprofils ausgewählter Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen von Frauen anhand der Ergebnisse der BVS II bzw. von Cazzola et al. (2004); dargestellt sind nur Fettsäuren, die signifikante Unterschiede zwischen normalgewichtigen und übergewichtigen bzw. adipösen Frauen aufweisen

Fettsäuren	BVS II		Cazzola et al., 2004	
	BMI < 25	BMI ≥ 25	BMI ≤ 25	25 > BMI < 33
	n=154	n=171	n=50	n=50
	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD
C18:0	19,52 ± 2,29	20,66 ± 3,15	12,19 ± 2,5	13,69 ± 1,2
C18:2	11,70 ± 1,73	10,64 ± 2,39	10,68 ± 1,6	9,73 ± 0,9
C22:5	2,43 ± 1,01	2,02 ± 1,20	1,92 ± 0,2	0,72 ± 0,2
n-3 PUFA	8,66 ± 3,20	7,55 ± 4,33	6,27 ± 0,75	4,2 ± 0,6

4.5 Interaktion zwischen genetischen Varianten und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko

Die BVS II ist die erste Querschnittsstudie, die die Assoziation zwischen der Verteilung der Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen bzw. Fettsäurezufuhr, Adipositasrisiko und Adipositasrisiko untersucht. Sie liefert Ergebnisse, die nahe legen, dass eine Gen-Fettsäure-Interaktion das Adipositasrisiko beeinflusst. Für die durch Interviewdaten aus 24h-Recalls gewonnenen Fettsäure-Zufuhrwerte und die Fettsäurezusammensetzung in den Erythrozytenmembranen sind verschiedene Gen-Ernährungs-Interaktionen festzustellen. Gründe für diese Unterschiede liegen möglicherweise in fehlerhaften Angaben der Fettsäurezufuhr aufgrund von Erinnerungsfehlern, ungenauer Schätzung der Portionsgrößen oder unvollständigen Nährwerttabellen begründet (Saadatian-Elahi et al., 2004). Darüber hinaus könnte die Fettsäurezusammensetzung in den Erythrozytenmembranen sowohl durch den Tag der Probengewinnung als auch durch genetische Abweichungen in der Aufnahme, im Transport und im Stoffwechsel beeinflusst sein (Arab & Akbar, 2002).

Für die Linolsäure konnte eine positive Korrelation zwischen den Zufuhrdaten und der Konzentration von Linolsäure in den Erythrozytenmembranen gefunden werden ($r=0,10$; $p=0,024$). Genauso zeigte sich für die Summe der Zufuhr der n-3 Fettsäuren und der entsprechenden Konzentration in den Erythrozytenmembranen eine positive Korrelation ($r=0,09$; $p=0,028$). Die Ergebnisse der vorliegenden Studie stimmen mit den Daten von Romon et al. (1995) überein, die eine positive Korrelation zwischen der Fettzufuhr, die mittels 3-Tagesprotokoll erhoben wurden, und der Zusammensetzung der Phospholipide in den Erythrozytenmembranen fanden. Bereits 1991 berichteten Stanford et al. (1991) für die Linolsäure von einer stark positiven Korrelation der Linolsäure in den Erythrozyten mit der Nahrungszufuhr. Für die Arachidonsäure war keine Korrelation zu erkennen.

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, vor allem die der n-3 Familie, haben vielfältige Effekte auf den Stoffwechsel. Neben ihrem Einfluss auf die Membrandurchlässigkeit und die Eicosanoid-Synthese modulieren sie die Expression mehrerer Gene, die an der Lipogenese, Triglyzeridsynthese und Fettsäureoxidation beteiligt sind (Kersten et al., 2002b). Außerdem zeigte sich, dass mehrfach ungesättigte Fettsäuren eine Rolle in der Prävention verschiedener Krankheiten spielen, z.B. bei Adipositas und Diabetes (Sampath & Ntambi, 2004). Daher ist es sinnvoll, mögliche Interaktionen zwischen Fettsäuren und Polymorphismen in Kandidatengenen für Adipositas zu untersuchen, um die interindividuellen Unterschiede in der Empfänglichkeit für Adipositas und damit assoziierten Erkrankungen zu verstehen. Das in der vorliegenden Arbeit interessanteste Ergebnis ist die statistisch abgesicherte Interaktion zwischen dem Leptin Polymorphismus im Promotorbereich und der Linolsäure. Diese Interaktion wurde sowohl für die Linolsäurekonzentration in den Erythrozytenmembranen beobachtet, als auch für die Zufuhr der Linolsäure über die Nahrung. Einige Hinweise auf eine Interaktion waren zwischen dem Polymorphismus des Leptin-Gens und der Summe der n-3 Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen zu erkennen. Reseland et al. (2001) berichteten in vivo und in vitro von einem Effekt der n-3 mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) auf die mRNA Expression des menschlichen Leptin-Gens. Daneben wurde die mRNA von PPAR γ , einem Transkriptionsfaktor, der an der Regulation der Leptin-Transkription beteiligt ist, nach einer Inkubation mit n-3 PUFAs reduziert, was auf einen direkten Effekt der Fettsäure auf die Aktivität des Leptinpromotors schließen lässt. Ein Ef-

fekt der n-6 Fettsäuren auf die Genexpression lässt sich dadurch aber nicht erklären. Adipöse Träger des GG Allels des Leptin-Gens mit einem höheren Gehalt an Linolsäure in den Erythrozytenmembranen zeigten die höchste Konzentration von Leptin im Plasma. Erhöhte Werte an Leptin halten möglicherweise das Körpergewicht und die Energiespeicher im Gleichgewicht (Lönnqvist et al., 1999). Daher könnten Personen mit diesem Genotyp und einem hohen Gehalt an Linolsäure in den Erythrozytenmembranen am meisten im Hinblick auf das Risiko für Adipositas profitieren.

Für den TNF α -Polymorphismus lag keine Gen-FS-Interaktion vor. Dagegen besteht vermutlich eine Interaktion zwischen beiden Polymorphismen von BAR-2 (Arg16Gly, Gln27Glu) und Linolsäure in den Erythrozytenmembranen. Träger von mindestens einem Glu-Allel und einer hohen Konzentration an Linolsäure in den Erythrozytenmembranen zeigten eine Risikominderung von 57%. Auch fand sich ein interessanter Zusammenhang zwischen BAR-2 Arg15Gly und der Zufuhr an Arachidonsäure über die Nahrung. Träger von mindestens einem G-Allel mit einer mittleren Zufuhr an Arachidonsäure wiesen ein doppelt so hohes Adipositasrisiko auf als Träger der Arginin-Homozygote, wobei diese Interaktion statistische Signifikanz besaß.

In Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Nieters et al. (2002) wurden im Kollektiv der BVS II interessante Hinweise für eine Interaktion zwischen PPAR γ 2 und der Zufuhr von Arachidonsäure mit der Nahrung gefunden. Träger der PPAR γ 2 Ala-Variante mit einer mittleren Zufuhr an Arachidonsäure wiesen ein signifikant höheres Adipositasrisiko auf als Homozygote des Pro Allels. Eine signifikante Interaktion zwischen PPAR γ 2 und Arachidonsäure in % FAME in den Erythrozytenmembranen (Terzilen) konnte ebenfalls gezeigt werden. Ein um 83% reduziertes Adipositasrisiko lag bei Trägern der PPAR Ala-Variante vor mit einer mittleren Konzentration an Arachidonsäure in den Erythrozytenmembranen. Die Widersprüchlichkeit der Ergebnisse der Arachidonsäure erlaubt es aber nicht, endgültige Schlussfolgerungen zu ziehen.

Die Untersuchung einer möglichen Regulierung des Adipositasrisikos in Abhängigkeit der Zufuhr von Fettsäuren bzw. der Fettsäurekonzentration in den Erythrozytenmembranen zeigte eine Interaktion zwischen der Summe der n-3 Fettsäuren

in den Erythrozytenmembranen und APM1 Gly15Gly. Träger des homozygoten Wildtyps mit einer hohen Konzentration an n-3 Fettsäuren in den Erythrozytenmembranen hatten ein um 50% geringeres Adipositasrisiko als TT-Homozygoten mit einer geringen Konzentration.

Wie bereits unter **Gliederungspunkt 4.3 Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas sowie Gehalte an Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII im Plasma und deren Assoziation mit Adipositas** beschrieben, eignen sich Querschnittsstudien nicht, kausale Zusammenhänge nachzuweisen, so dass die dargestellten und diskutierten Ergebnisse lediglich Hinweise auf eine mögliche Interaktion zwischen genetischen Varianten und Fettsäuremuster auf das Adipositasrisiko liefern können.

5 Zusammenfassung

Adipositas ist eine metabolische Erkrankung, bei der infolge eines chronischen Ungleichgewichts in der Energiebilanz der Körperfettgehalt vermehrt ist. Mittlerweile hat die Prävalenz von Adipositas nahezu weltweit ein endemisches Ausmaß erreicht und stellt somit ein großes gesundheitliches Problem dar. Sie ist als wichtiger Risikofaktor für eine Reihe von Erkrankungen etabliert, unter anderem für Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes mellitus oder Krebserkrankungen und beeinträchtigt die Lebensqualität. Adipositas ist eine komplexe Erkrankung multifaktorieller Ätiologie. Ernährung, körperliche Aktivität, aber auch genetische Faktoren beeinflussen Entstehung und Verlauf der Adipositas. Dabei könnten interaktiven Effekten (z.B. Gen-Ernährungs-Interaktionen) eine wichtige Bedeutung zukommen. Es ist bekannt, dass mehrfach ungesättigte Fettsäuren Transkription und Aktivierung einzelner Gene beeinflussen, die auch für die Adipositasentstehung eine Rolle spielen könnten.

Ziel dieser Arbeit war es daher, im Rahmen der zweiten Bayerischen Verzehrsstudie (BVS II), einer repräsentativ angelegten Querschnittsstudie, die Zufuhr von Energie und Hauptnährstoffen, Fettsäuren sowie Flavonoiden und Phenolsäuren zu quantifizieren und ihren Einfluss auf das Adipositasrisiko zu untersuchen. Als Biomarker für die längerfristige Fettsäurezufuhr wurde die Fettsäurezusammensetzung in den Erythrozytenmembranen untersucht. Ebenso wurde in der Studie der Zusammenhang zwischen Adipositas und körperlicher Aktivität eingehend betrachtet. Polymorphismen in Kandidatengenomen für Übergewicht wurden genotypisiert und auf Assoziation mit Adipositas untersucht. Zudem wurde in statistischen Modellen auf Interaktion zwischen Fettsäuren und genetischen Varianten getestet. Wo möglich sollten auch Plasma-Proteinbestimmungen der Genprodukte durchgeführt werden, um statistische Befunde zu genetischen Effekten absichern zu können.

Zur Erfassung der Ernährung wurden bei 896 männlichen und weiblichen Teilnehmern im Alter zwischen 14 und 80 Jahren drei computergestützte 24-h-Erinnerungsprotokolle mit der Software EPIC-SOFT durchgeführt. Als Grundlage zur Berechnung der Zufuhr von Energie, Hauptnährstoffen und Fettsäuren diente

der Bundeslebensmittelschlüssel (Version II.3). Zur Schätzung der Zufuhr von Flavonoiden und Phenolsäuren wurde eine vorhandene Datenbank zum Gehalt von Polyphenolen in Lebensmitteln aktualisiert und eingesetzt. Zur Erfassung der körperlichen Aktivität wurden in der BVS II drei 24-h-Erinnerungsprotokolle durchgeführt und der Energieverbrauch jeder einzelnen Tätigkeit (MET*h) aus der Intensität (MET) und der Dauer der Aktivität (h) berechnet. In einem Teilkollektiv der BVS II (≥ 18 Jahre, mindestens zwei Erinnerungsprotokolle, $n=568$) konnten eine Blutabnahme und anthropometrische Messungen durchgeführt werden. Mit Hilfe der anthropometrischen Daten in dieser Gruppe wurden die Selbstangaben der restlichen Studienteilnehmer korrigiert. In der isolierten genomischen DNA wurden sieben Polymorphismen in sechs Kandidatengenomen für Adipositas bestimmt, für die ein Zusammenhang mit dem Adipositasrisiko in der Literatur berichtet wurde. Die Genotypisierung erfolgte mittels PCR-RFLP und allelspezifischer PCR. Zusätzlich wurden im Plasma die Konzentrationen von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII mittels Radioimmunoassays bestimmt. Die Fettsäurezusammensetzung der Erythrozytenmembranen als Biomarker für die Fettsäurezufuhr wurde gaschromatographisch (Flammenionisationsdetektion) analysiert.

Die männliche bayerische Bevölkerung nahm im Mittel 2429 kcal pro Tag zu sich, die sich auf 14,8% Eiweiß, 37,5% Fett, 42,0% Kohlenhydrate und 5,8% Alkohol aufteilten. Bei den Frauen lag die Zufuhr an Energie bei 1795 kcal, davon 14,4% über Eiweiß, 37,3% über Fett, 45,4% über Kohlenhydrate und 2,9% über Alkohol. Während in der vorliegenden Studie nach Adjustierung die Energiezufuhr keinen Einfluss auf das Adipositasrisiko ausübte, zeigte sich bei einer hohen Eiweißzufuhr (%en.) ein erhöhtes Risiko (OR 2,63; $p < 0,001$), adipös zu werden. Männer bzw. Frauen nahmen 41,1 bzw. 30,5 g/d gesättigte Fettsäuren, 35,0 bzw. 24,5 g/d einfach ungesättigte Fettsäuren und 16,2 bzw. 12,4 g/d mehrfach ungesättigte Fettsäuren auf. Den größten Anteil an der Nahrungsenergie lieferten die Ölsäure mit 11,7%, die Palmitinsäure mit 7,4% und die Linolsäure mit 5,3%. Mittels logistischer Regression wurde ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Zufuhr von Hexadecensäure und Adipositas ermittelt (adjustierte OR 2,06; CI 95% 1,11-3,83). Eine Erhöhung des Adipositasrisikos bei hoher Zufuhr von einfach ungesättigten Fettsäuren ist auch in vergleichbaren Studien zu finden.

Durch die umfangreiche Datengrundlage konnte in der vorliegenden Studie eine mittlere Flavonoidzufuhr von 142 mg pro Tag berechnet werden. Den größten Anteil lieferten die Catechine mit einem Anteil von 69%. Hauptlieferant der Flavonole war das Quercetin mit 9,7 mg/d, der Catechine das Epigallocatechin-3-Gallat mit 44,4mg/d, der Flavone das Apigenin mit 2,2 mg/d, der Anthocyanidine das Cyanidin mit 3,5 mg/d sowie der Flavanone das Hesperitin mit 11,7 mg/d. Flavonoide werden in Bayern vor allem über Schwarz- und Grüntee (64%), Obst (15%), Obst- und Gemüsesäfte (7%) und Wein (5%) aufgenommen. Phenolsäuren wurden im Mittel mit 320 mg in Bayern in deutlich größerer Menge aufgenommen als Flavonoide. Bei den Hydroxyzimtsäuren dominierte die Kaffeesäure mit einem Mittelwert von 234 mg/d und diese nahmen einen Anteil von 96% an der Phenolsäurezufuhr ein. Die Ellagsäure war mit fast 6 mg/d der stärkste Vertreter der Hydroxybenzoesäuren. Phenolsäuren wurden in Bayern zu 73% über Kaffee zugeführt. Weitere Lebensmittelquellen waren Getreide und Getreideprodukte bzw. Brot. In der BVS II ließ sich bei den Normalgewichtigen eine höhere Zufuhr an Naringenin (Flavanon) verzeichnen als bei Adipösen, während bei Letzteren eine höhere Zufuhr an Kaffeesäure (Hydroxyzimtsäure) vorlag. Dadurch war das Adipositasrisiko bei einer hohen Zufuhr an Naringenin reduziert (OR 0,53; CI95% 0,30-0,96) und bei einer hohen Zufuhr an Kaffeesäure erhöht (OR 2,04; CI95% 1,09-3,80) (adjustierte Auswertung). Wegen fehlender vergleichbarer Studien ist eine klare Interpretation dieser Befunde gegenwärtig nicht möglich. Bestätigung könnten die Ergebnisse allerdings durch Resultate anderer Autoren finden, die einen positiven Zusammenhang zwischen hohem Kaffeekonsum und Adipositasrisiko ermittelten.

Die gesamte Tagesaktivität in der BVS II wurde im Mittel für Frauen auf 37,35 MET*h/d geschätzt und für Männer auf 37,92 MET*h/d. Dies entspricht einem PAL-Wert von 1,61 bzw. 1,63. Nur 31,4 % der Studienteilnehmer erreichten die Empfehlung der WHO, die einen PAL-Wert von 1,75 oder mehr vorschlagen. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigten, dass gesteigerte körperliche Aktivität durch Sport und geringer Anteil an Fernsehen bzw. PC-Benutzung in der Freizeit signifikant mit einem reduzierten Adipositasrisiko assoziiert sind. Die Ergebnisse stimmten mit Daten der Literatur überein. In der Gruppe der Teilnehmer mit der größten sportlichen Aktivität lag die adjustierte Odds Ratio (95%CI) bei 0,37 (0,16-0,85). Bei einem PAL-Wert von 1,75 oder größer ergab sich eine Odds Ratio

(95%CI) von 0,43 (0,21-0,85) für einen stark inversen Zusammenhang mit Adipositas.

Ein weiteres Ziel dieser Arbeit war es, die Verteilung der Genotypen der Polymorphismen ausgewählter Kandidatengene für Adipositas zu bestimmen und den Einfluss allelischer Varianten dieser Gene auf das Adipositasrisiko zu untersuchen. In der vorliegenden Studie stimmte die Verteilung der Allelfrequenzen der Polymorphismen überwiegend mit Ergebnissen anderer Autoren überein. Nach Adjustierung bestand eine mögliche Assoziation der mutanten Variante des Leptin -2548 Polymorphismus (OR 0,73; $p=0,166$) mit einem verminderten Adipositasrisiko. Kein Zusammenhang mit dem Adipositasrisiko konnte dagegen für die beiden untersuchten Polymorphismen des Beta-2-adrenergen Rezeptors (Arg16Gly, Gln26Glu) oder die untersuchten Varianten des Leptinrezeptors, von Peroxisome Proliferator-Activated Receptor $\gamma 2$ oder Tumor-Nekrose-Faktor α gefunden werden. Für das Adiponektin APM1 wurde dagegen ein möglicher, aber nicht-signifikanter Effekt zwischen dem Adipositasrisiko und dem mutanten Allel von APM1 auf der Basis der nicht adjustierten Odds Ratios (OR 0,60; $p=0,077$) ermittelt.

Die Konzentration von Leptin im Plasma ist abhängig von der Menge an Fettgewebe im menschlichen Körper. In der vorliegenden Studie war der Median der Konzentration von Leptin, TNF α , TNF-RI und TNF-RII in adipösen Teilnehmern signifikant höher als in Nichtadipösen (z.B. Leptin 19,54 vs. 8,42 pg/ml). Mit steigender Konzentration von Leptin im Plasma stieg das Adipositasrisiko sowohl in der rohen als auch in der adjustierten Auswertung signifikant an (adjustierte OR 5,67; 95% CI 2,49-12,91). Bei der Betrachtung des Effekts des Leptin-2548 Genotyps auf die Plasmakonzentration von Leptin zeigte sich nach Adjustierung für Geschlecht und BMI bei adipösen Trägern der Wildtyp-Variante der höchste mittlere Gehalt an Leptin im Plasma, wobei der Unterschied zwischen nicht-adipösen und adipösen Teilnehmern statistische Signifikanz erreichte ($p<0,001$).

Nach den Ergebnissen der Bestimmung des Fettsäuremusters in den Erythrozytenmembranen entfällt der größte Anteil auf Palmitinsäure (25,2 %FAME), Stearinsäure (20,3 %FAME), Ölsäure (15,1 %FAME), Arachidonsäure (13,9 %FAME) und Linolsäure (11,0 %FAME). Mit steigendem Gehalt von Linolsäure in der

Erythrozytenmembran sank das Risiko für Adipositas. Das adjustierte Odds Ratio in der zweiten und dritten Terzile (versus niedrigster Terzile) lag bei 0,47 (95% CI 0,28-0,79) bzw. 0,43 (95% CI 0,25-0,74).

Im nächsten Schritt wurden Wechselwirkungen zwischen allelischen Varianten der Kandidatengene für Adipositas und Fettsäuren auf das Adipositasrisiko untersucht. Für die Berechnung der Interaktion wurden sowohl die Zufuhrdaten der Fettsäuren über die Nahrung herangezogen, als auch die zellulär verfügbaren Bestandteile der Fettsäuren in der Erythrozytenmembran. Das interessanteste Ergebnis dieser Arbeit war die statistisch abgesicherte Interaktion zwischen dem Leptin -2548 Polymorphismus und der Linolsäure. Das adjustierte Odds Ratio lag beim Vergleich der dritten mit der ersten Terzile des Linolsäuregehaltes in der Erythrozytenmembran bei 0,24 (95% CI 0,09-0,64). Die Interaktion war nicht nur für die Linolsäurekonzentration in den Erythrozytenmembranen zu finden (p für Interaktion $<0,05$), sondern ein Hinweis auf eine Interaktion fand sich auch für die Zufuhr über die Nahrung ($p < 0,10$). Ebenso liegen Daten aus experimentellen Studien vor, die für eine funktionelle Relevanz dieser Interaktion sprechen. Für den TNF α -Polymorphismus lag keine Gen-Fettsäure-Interaktion vor, dagegen besteht vermutlich eine Interaktion zwischen den untersuchten Polymorphismen von BAR-2 (Arg16Gly, Gln27Glu) und Linolsäure in den Membranen. Der Hinweis auf eine Interaktion wurde auch zwischen BAR-2 Arg16Gly und der Zufuhr von Arachidonsäure und PPAR γ 2 und Arachidonsäure in den Erythrozytenmembranen gefunden, ebenso wie zwischen der Summe der n-3 Fettsäuren in den Membranen und APM1 Gly15Gly.

Zusammenfassend betrachtet wurden in der vorliegenden Arbeit Ernährungsfaktoren (Fettsäuren, Flavonoide, Phenolsäuren), körperliche Aktivität, genetische Suszeptibilität (ausgewählte Kandidatengene) und Gen-Ernährungs-Interaktionen als Einflussfaktoren auf das Risiko für Adipositas untersucht. Die Ergebnisse zeigten Zusammenhänge zwischen Adipositas und bisher nicht untersuchten Ernährungsfaktoren (z.B. Flavanon-Zufuhr) auf und unterstreichen die wichtige Rolle der körperlichen Aktivität. Die Bedeutung von genetischen Faktoren in Kombination mit Ernährungsfaktoren war insbesondere am Beispiel des untersuchten Leptin-Genotyps und der Linolsäure-Versorgung nachweisbar. In einer Querschnittsstu-

die wie der BVS II können Assoziationen mit dem Adipositasrisiko untersucht werden. Ob diese Zusammenhänge ursächlicher Natur sind, ist in weiteren geeigneten Studien (Fall-Kontroll-Studien, Kohortenstudien) zu prüfen.

Literaturverzeichnis

- Agren JJ, Tormala ML, Nenonen MT, Hanninen O (1995) Fatty acid composition of erythrocyte, platelet, and serum lipids in strict vegans. *Lipids* 30: 365-369.
- Aherne SA, O'Brien NM (2002) Dietary Flavonols: Chemistry, Food content, and Metabolism. *Nutrition* 18: 75-81.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Leon AS, Jacobs DR Jr., Montoye HJ, Sallis JF, Paffenbarger RS Jr. (1993) Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 25(1): 71-80.
- Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR Jr., Schmitz KH, Emplaincourt PO, Jacobs DR Jr., Leon AS (2000) Compendium of Physical Activities: classification of energy costs of human physical activities. *Med Sci Sports Exerc* 32(9) Suppl: S498-S516.
- Alfieri M, Pomerleau J, Grace DM (1997) A comparison of fat intake of normal weight, moderately obese and severely obese subjects. *Obes Surg* 7(1): 9-15.
- Andersen LF, Solvoll K, Drevon CA (1996) Very-long-chain n-3 fatty acids as biomarkers for intake of fish and n-3 fatty acid concentrates. *Am J Clin Nutr* 64: 305-311.
- Astrup A (2005) The role of dietary fat in obesity. *Semin Vasc Med* 5(1): 40-47.
- Astrup A (1999) Macronutrient balance and obesity: the role of diet and physical activity. *Public Health Nutrition* 2(3a): 341-347.
- Arab L (2003) Biomarkers of fat and fatty acid intake. *J Nutr* 133 Suppl 3: 925S-932S.
- Arab L, Akbar J (2002) Biomarkers and the measurement of fatty acids. *Public Health Nutr* 5(6A): 865-871.
- Arai Y, Watanabe S, Kimira M, Shimoi K, Mochizuki R, Kinai N (2000) Dietary Intakes of Flavonols, Flavones and Isoflavones by Japanese women and the Inverse Correlation between Quercetin Intake and Plasma LDL Cholesterol Concentration. *J Nutr* 130: 2243-2250.
- Arner P, Hoffstedt J (1999) Adrenoceptor genes in human obesity. *J Intern Med* 245(6): 667-672.
- Arts ICW, Hollman PCH, Bueno de Mesquita HB, Feskens EJM, Kromhout D (2001a) Dietary catechins and epithelial cancer incidence: the Zutphen Eldery Study. *Int J Cancer* 92: 298-302.
- Arts ICW, Hollman PCH, Feskens EJM, Bueno de Mesquita HB, Kromhout D (2001b) Catechin intake and associated dietary and lifestyle factors in a representative sample of Dutch men and women. *EJCN* 55: 76-81.
- Arts ICW, Jacobs Jr DR, Gross M, Harnack LJ, Folsom AR (2002) Dietary catechins and cancer incidence among postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study (United States). *Cancer Causes and Control* 13: 373-382.

- Ball K, Owen N, Salmon J, Bauman A, Gore CJ (2001) Associations of physical activity with body weight and fat in men and women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25: 914-919.
- Bernstein MS, Constanza MC, Morabia A (2004) Association of physical activity intensity levels with overweight and obesity in a population-based sample of adults. *Prev Med* 38: 94-104.
- BgVV (Hrsg.): Der Bundeslebensmittelschlüssel (BLS II.3). Konzeption, Aufbau und Dokumentation der Datenbank blsdatt. BgVV-Hefte 08/1999. Berlin, 1999.
- Bidoli E, Talamini R, Bosetti C, Negri E, Maruzzi D, Montella M, Franceschi S, La Vecchia C (2005) Macronutrients, fatty acids, cholesterol and prostate cancer risk. *Annals of Oncology* 16: 152-157.
- Böhm H, Boeing H, Hempel J, Raab B, Kroke A (1998) Flavonole, Flavone und Anthocyane als natürliche Antioxidantien der Nahrung und ihre mögliche Rolle bei der Prävention chronischer Erkrankungen. *Z Ernährungswiss* 37: 147-163.
- Bosetti C, Spertini L, Parpinel M, Gnagnarella P, Lagiou P, Negri E, Franceschi S, Montella M, Peterson J, Dwyer J, Giacosa A, la Vecchia C (2005) Flavonoids and Breast Cancer Risk in Italy. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 14(4): 805-808.
- Bramlage P, Wittchen HU, Pittrow D, Kirch W, Krause P, Lehnert H, Unger T, Höfler M, Küpper B, Dahm S, Böhler S, Sharma AM (2004) Recognition and management of overweight and obesity in primary care in Germany. *Int J Obes* 28: 1299-1308.
- Brand E, Schorr U, Kunz I, Kertmen E, Ringel J, Distler A, Sharma AM (2001) Tumor necrosis factor- α -308 G/A polymorphism in obese Caucasians. *Int J Obes* 25(4): 581-585.
- Bray GA, Paeratakul S, Popkin BM (2004) Dietary fat and obesity: a review of animal, clinical and epidemiological studies. *Physiol Behav* 83(4): 549-555.
- Brown WJ, Bauman AE (2000) Comparison of estimates of population levels of physical activity using two measures. *Aust N Z J Public Health* 24: 520-525.
- Brunner EJ, Wunsch H, Marmot MG (2001) What is an optimal diet? Relationship of macronutrient intake to obesity, glucose tolerance, lipoprotein cholesterol levels and the metabolic syndrome in the Whitehall II study. *Int J Obes* 25(1): 45-53.
- Bulló M, Garcíá-Lorda P, Salas-Salvadó J (2002) Plasma soluble tumor necrosis factor alpha receptors and leptin levels in normal-weight and obese women: effect of adiposity and diabetes. *Eur J Endocrinol* 146(3): 325-331.
- Burton NW, Turrell G (2000) Occupation, hours worked, and leisure-time physical activity. *Prev Med* 31: 673-681.
- Butte W (1983) Rapid method for the determination of fatty acid profiles from fats and oils using trimethylsulphonium hydroxide for transesterification. *Journal of Chromatography A* 261: 142-145.
- Cameron AJ, Welborn TA, Zimmet PZ, Dunstan DW, Owen N, Salmon J, Dalton M, Jolley D, Shaw JE (2003) Overweight and obesity in Australia: the 1999-

- 2000 Australian Diabetes, Obesity and Lifestyle Study (AusDiab). *Med J Aust* 178: 427-432.
- Cazzola R, Rondanelli M, Russo-Volpe S, Ferrari E, Cestaro B (2004) Decreased membrane fluidity and altered susceptibility to peroxidation and lipid composition in overweight and obese female erythrocytes. *J. Lipid Res* 45(10): 1826-1851.
- Chagnon YC, Chung WK, Pérusse L, Chagnon M, Leibel RL, Bouchard C (1999) Linkages and associations between the leptin receptor (LEPR) gene and human body composition in the Quebec Family Study. *Int J Obes Relat Disord* 23(3): 278-286.
- Chan WB, Ma RCW, Chan NN, Ng MCY, Lee ZSK, Lai CWK, Tong PCY, So WY, Chan JCN (2004) Increased leptin concentrations and lack of gender difference in Type 2 diabetic patients with nephropathy. *Diabetes Res Clin Pract* 64(2):93-98.
- Ching PL, Willett WC, Rimm EB, Colditz GA, Gortmaker SL, Stampfer MJ (1996) Activity level and risk of overweight in male health professionals. *Am J Public Health* 86(1): 25-30.
- Chu NF, Spiegelman D, Yu J, Rifai N, Hotamisligil GS, Rimm EB (2001) Plasma leptin concentrations and four-year weight gain among US men. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25(3): 346-353.
- Clifford MN (1999) Chlorogenic acids and other cinnamates – nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric* 79: 362-372.
- Conway JM, Seale JL, Jacobs DR Jr., Irwin ML, Ainsworth BE (2002) Comparison of energy expenditure estimates from doubly labeled water, a physical activity questionnaire, and physical activity records. *Am J Clin Nutr* 75: 519-525.
- Corbalán MS, Marti A, Forga L, Martínez-González MA, Martínez JA (2002) β 2-Adrenergic receptor mutation and abdominal obesity risk: Effect modification by gender and HDL-cholesterol. *Eur J Nutr* 41: 114-118.
- Corbalán MS, Marti A, Forga L, Patiño A, Martínez-Gonzalez MA, Martínez JA (2004) Influence of two polymorphisms of the tumoral necrosis factor- α gene on the obesity phenotype. *Diabetes Nutr Metab* 17(1): 17-22.
- Corica F, Allegra A, Corsonello A, Buemi M, Calapai G, Ruello A, Nicita Mauro V, Ceruso D (1999) Relationship between plasma leptin levels and the tumor necrosis factor- α system in obese subjects. *Int J Obes* 23(4): 355-360.
- Cummings DE, Schwartz MW (2003) Genetics and pathophysiology of human adiposity. *Annu Rev Med* 54: 453-471.
- Dam van RM, Hu FB (2005) Coffee consumption and risk of type 2 diabetes. *JAMA* 294(1):97-104.
- Dehne LI, Klemm C, Henseler G, Hermann-Kunz E (1999) The German Food Code and Nutrient Data Base (BLS II.2). *Eur J Epidemiol* 15(4): 355-359.
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. (DGE). Evidenzbasierte Leitlinien. Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsbedingter Krankheiten. Bonn, 2006. www.dge.de/pdf/ws/II-fett/DGE-Leitlinie-Fett-11-2006.pdf, Stand 02.11.06

- Dodge JT, Phillips GB (1967) Composition of phospholipids and of phospholipids fatty acids and aldehydes in human red cells. *J Lipid Res* 8: 667-675.
- Doney A, Fischer B, Frew D, Cumming A, Flavell DM, World M, Montgomery HE, Boyle D, Morris A, Palmer CNA (2002) Haplotype analysis of the PPARgamma Pro12Ala and C1431T variants reveals opposing associations with body weight. *BMC Genet* 3: 21.
- Dong L, Block G, Mandel S (2004) Activities Contributing to Total Energy Expenditure in the United States: Results from the NHAPS Study. *Int J Behav Nutr Phys Act* 1: 4.
- Doucet E, Alm eras N, White MD, Despr es J-P, Bouchard C, Tremblay A (1998) Dietary fat composition and human adiposity. *EJCN* 52:2-6.
- Dulloo AG, Duret C, Rohrer D, Girardier L, Mensi N, Fathi M, Chantre P, Vendermander J (1999) Efficacy of a green tea extract rich in catechin polyphenols and caffeine in increasing 24-h energy expenditure and fat oxidation in humans. *Am J Clin Nutr* 70: 1040-1045.
- Durante R, Ainsworth BE (1996) The recall of physical activity: using a cognitive model of the question-answering process. *Med Sci Sports Exerc* 28(10): 1282-1291.
- Duthie GG, Gardner PT, Kyle JAM (2003) Plant polyphenols: are they the new magic bullet? *Proc Nutr Soc* 62(3): 599-603.
- Dwyer JT, Peterson JJ (2002) Measuring flavonoid intake: need for advanced tools. *Public Health Nutrition* 5(6A): 925-930.
- Echwald SM, S orensen TD, S orensen TIA, Tybj erg-Hansen A, Andersen T, Chung WK, Leibel RL, Pedersen O (1997) Amino acid variations in the human leptin receptor: lack of association to the juvenile onset obesity. *Biochem Biophys Res Commun* 233: 248-252.
- Ehrenborg E, Skogsberg J, Ruotolo G, Large V, Eriksson P, Arner P, Hamsten A (2000) The Q/E27 polymorphism in the beta2-adrenoceptor gene is associated with increased body weight and dyslipoproteinaemia involving triglyceride-rich lipoproteins. *J Intern Med* 247(6): 651-656.
- Evenson KR, Rosamond WD, Cai J, Pereira MA, Ainsworth BE (2003) Occupational physical activity in the atherosclerosis risk in communities study. *Ann Epidemiol* 13: 351-357.
- Farquar JW, Ahrens EH (1963) Effect of dietary fats on human erythrocyte fatty acid patterns. *J Clin Invest* 42: 675-685.
- Fern andez-Real JM, Gutierrez C, Ricart W, Casamitjana R, Fern andez-Casta er M, Vendrell J, Richart C, Soler J (1997) The TNF-  gene Nco I polymorphism influences the relationship among insulin resistance, percent body fat, and increased serum leptin levels. *Diabetes* 46(9): 1468-1472.
- Fischer K: Analyse der Ern ahrungssituation in Bayern auf der Grundlage der Nationalen Verzehrsstudie (1985-1989) und der Bayerischen Verzehrsstudie (1995). Dissertation (Tabellenband). TU M unchen-Weihenstephan, Fakult at f ur Landwirtschaft und Gartenbau, 1998, S. 15, 97-105.

- Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL, Johnson CL (2002) Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2000. *JAMA* 288:1723-1727.
- Flood V, Webb K, Lazarus R, Pang G (2000) Use of self-report to monitor overweight and obesity in populations: some issues for consideration. *Aust N Z J Public Health* 24: 96-99.
- Folch J, Lee M, Sloane Stanley GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J Biol Chem* 226(1): 497-509.
- Food and Nutrition Board, Institute of Medicine: Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrates, Fiber, Fat, Protein, and Amino Acids Washington D.C.: The National Academy Press; 2002.
- Garaulet M, Marín C, Pérez-Llamas F, Canteras M, Tebar FJ, Zamora S (2004) Adiposity and dietary intake in cardiovascular risk in an obese population from a Mediterranean area. *J Physiol Biochem* 60(1): 39-50.
- Garcia V, Arts ICW, Sterne JAC, Thompson RL, Shaheen SO (2005) Dietary intake of flavonoids and asthma in adults. *Eur Respir J* 26: 449-452.
- Garcia-Closas R, Agudo A, Gonzalez CA, Riboli E (1998) Intake of Specific Carotenoids and Flavonoids and the Risk of Lung Cancer in Women in Barcelona, Spain. *Nutrition and Cancer* 32(3): 154-158.
- Garcia-Closas R, Gonzalez CA, Agudo A, Riboli E (1999) Intake of specific carotenoids and flavonoids and the risk of gastric cancer in Spain. *Cancer Causes and Control* 10: 71-75.
- Gaßmann B (2006) Lipide. *Ernährungs-Umschau* 53(7): 272-278.
- Geleijnse JM, Launer LJ, Kuip DAM van der, Hofman A, Witteman JCM (2002) Inverse association of tea and flavonoid intake with incident myocardial infarction: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr* 75: 880-886.
- Gil-Campos M, Cañete R, Gil A (2004) Adiponectin, the missing link in insulin resistance and obesity. *Clin Nutr* 23(5): 963-974.
- Glatz FC, Soffers EMF, Katan MB (1989) Fatty acid composition of serum cholesteryl esters and erythrocyte membranes as indicators of linoleic acid intake in man. *Am J Clin Nutr* 49: 269-279.
- Goldbohm AR, Hertog MGL, Brants HAM, Poppel G van, Brandt PA van den.: Intake of flavonoids and cancer risk: a prospective cohort study. In: Amadó R, Andersson H, Bardócz S, Serra F: Polyphenols in food, Luxembourg: Office for Official Publications of the European communities, 159-166, 1998.
- Golik A, Weissgarten J, Evans S, Cohen N, Averbukh Z, Zaidenstein R, Cotariu D, Modai D (1996) Erythrocyte Na⁺, K⁺ and Ca²⁺, Mg²⁺-ATPase Activities in Hypertensives on Angiotensin-Converting Enzyme Inhibitors. *Clinical Biochemistry* 29(3): 249-254.
- González CA, Pera G, Quirós JR, Lasheras C, Tormo MJ, Rodriguez M, Navarro C, Martinez C, Dorronsoro M, Chirlaque MD, Beguiristain JM, Barricarte A, Amiano P, Agudo A (2000) Types of fat intake and body mass index in a mediterranean country. *Public Health Nutrition* 3(3): 329-336.

- González Sánchez JL, Serrano Ríos M, Fernández Pérez C, Laakso M, Martínez Larrad MT (2002) Effect of the Pro12Ala polymorphism of the peroxisome proliferator-activated receptor γ -2 gene on adiposity, insulin sensitivity and lipid profile in the Spanish population. *Eur J Endocrinol* 147: 495-501.
- Gore SA, Foster JA, DiLillo VG, Kirk K, Smith West D (2003) Television viewing and snacking. *Eat Behav* 4(4): 399-405.
- Greenberg JA, Boozer CN, Geliebter A (2006) Coffee, diabetes, and weight control. *Am J Clin Nutr* 84: 682-693.
- Haddy N, Sass C, Maumus S, Marie B, Droesch S, Siest G, Lambert D, Visvikis S (2005) Biological variations, genetic polymorphisms and familial resemblance of TNF-alpha and IL-6 concentrations: STANISLAS cohort. *Eur J Hum Genet* 13(1): 109-117.
- Halkjaer J, Sørensen TIA, Tjønneland A, Togo P, Holst C, Heitmann BL (2004) Food and drinking patterns as predictors of 6-year BMI-adjusted changes in waist circumference. *Br J Nutr* 92: 735-748.
- Halleux CM, Takahashi M, Delporte ML, Detry R, Funahashi T, Matsuzawa Y, Brichard SM (2001) Secretion of adiponectin and regulation of apM1 gene expression in human visceral adipose tissue. *Biochem Biophys Res Commun* 288(5): 1102-1107.
- Hamann A, Hinney A, Hebebrand J: Genetische Aspekte der Adipositas. In: Wechsler JG (Hrsg.): Adipositas. 2. Auflage, Berlin, Wien: Blackwell Verlag, 2003, S. 113-129.
- Hara K, Boutin P, Mori Y, Tobe K, Dina C, Yasuda K, Yamauchi T, Otabe S, Okada T, Eto K, Kadowaki H, Hagura R, Akanuma Y, Yazaki Y, Nagai R, Taniyama M, Matsubara K, Yoda M, Nakano Y, Tomita M, Kimura S, Ito C, Froguel P, Kadowaki T (2002) Genetic variation in the gene encoding adiponectin is associated with an increased risk of type 2 diabetes in the Japanese population. *Diabetes* 51: 536-540.
- Hauer H, Bender M, Haastert B, Hube F (1998) Plasma concentrations of soluble TNF-alpha receptors in obese subjects. *Int J Obes* 22: 1239-1243.
- He K, Hu FB, Colditz GA, Manson JE, Willett WC, Liu S (2004) Changes in intake of fruits and vegetables in relation to risk of obesity and weight gain among middle-aged women. *Int J Obes* 28: 1569-1574.
- Heini AF, Weinsier RL (1997) Divergent trends in obesity and fat intake patterns: The American paradox. *The American Journal of Medicine* 102(3): 259-264.
- Heo M, Leibel RL, Fontaine KR, Boyer BB, Chung WK, Karvonen MK, Pesonen U, Rissanen A, Laakso M, Uusitupa MIJ, Chagnon Y, Couchard C, Donohoue PA, Burns TL, Shuldiner AR, Silver K, Andersen RE, Pedersen O, Echwald S, Sørensen TIA, Behn P, Permutt MA, Jacobs KB, Elston RC, Hoffman DJ, Gropp E, Allison DB (2002) A meta-analytic investigation of linkage and association of common leptin receptor (LEPR) polymorphisms with body mass index and waist circumference. *Int J Obes* 26: 640-646.
- Hertog MGL, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout C (1993) Intake of Potentially Anticarcinogenic Flavonoids and Their Determinants in Adults in The Netherlands. *Nutr Cancer* 20: 21-29.

- Hertog MGL, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB, Kromhout C (1994) Dietary flavonoids and Cancer Risk in the Zutphen Elderly Study. *Nutr Cancer* 22: 175-184.
- Hertog MGL, Kromhout D, Aravanis C, Blackburn H, Buzina R, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Mcnotti A, Nedeljkovic S, Pekkarinen M, Simic BS, Toshima H, Feskens EJM, Hollman PCH, Katan MB (1995) Flavonoid Intake and Long-term Risk of Coronary Heart Disease and Cancer in the Seven Countries Study. *Arch Intern Med* 155: 381-386.
- Hertog MGL, Sweetnam PM, Fehily AM, Elwood PC, Kromhout D (1997) Antioxidant flavonols and ischemic heart disease in a Welsh population of men: the Caerphilly Study. *Am J Clin Nutr* 65: 1489-1494.
- Himmerich S, Gedrich K, Karg G: Bayerische Verzehrstudie (BVS) II. Abschlussbericht. Freising, 2004.
- Hirvonen T, Virtamo J, Korhonen P, Albanes D, Pietinen P (2001) Flavonol and flavone intake and the risk of cancer in male smokers (Finland) *Cancer Causes and Control* 12: 789-796.
- Hoff S, Seiler H, Heinrich J, Kompauer I, Nieters A, Becker N, Nagel G, Gedrich K, Karg G, Wolfram G, Linseisen J (2005) Allergic sensitisation and allergic rhinitis are associated with n-3 polyunsaturated fatty acids in the diet and in red blood cell membranes. *EJCN* 59: 1071-1080.
- Hoffstedt J, Eriksson R, Hellström L, Rössner S, Rydén M, Arner P (2000) Excessive fat accumulation is associated with the TNF α -308 G/A promoter polymorphism in women but not in men. *Diabetologia* 43(1): 117-120.
- Holden JM, Bhagwat SA, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Dwyer JT, Peterson J, Beecher GR, Eldridge AL, Balentine D (2005) Development of a database of critically evaluated flavonoids data: application of USDA's data quality evaluation system. *Journal of Food Composition and Analysis* 18: 829-844.
- Hollman PCH, Katan MB (1999) Health effects and bioavailability of dietary flavonols. *Free Radic Res* 31 Suppl: S75-S80.
- Hollman PCH, Arts ICW (2000) Flavonols, flavones and flavanols - nature, occurrence and dietary burden. *J Sci Food Agric* 80: 1081-1093.
- Hu FB, Li TY, Colditz GA, Willett WC, Manson JE (2003) Television watching and other sedentary behaviours in relation to risk of obesity and type 2 diabetes mellitus in women. *JAMA* 289(14):1785-1791.
- Hu G, Jousilahti P, Peltonen M, Bidel S, Tuomilehto J (2006) Joint association of coffee consumption and other factors to the risk of type 2 diabetes: a prospective study in Finland. *Int J Obes* 30: 1742-1749.
- Huang KC, Lin RCY, Kormas N, Lee LT, Chen CY, Gill TP, Caterson ID (2004) Plasma leptin is associated with insulin resistance independent of age, body mass index, fat mass, lipids, and pubertal development in nondiabetic adolescents. *Int J Obes Relat Metab Disord* 28(4): 470-475.
- Ishiyama-Shigemoto S, Yamada K, Yuan X, Ichikawa F, Nonaka K (1999) Association of polymorphisms in the beta2-adrenergic receptor gene with obesity, hypertriglyceridaemia, and diabetes mellitus. *Diabetologia* 42(1): 98-101.

- Jakes RW, Day NE, Khaw K-T, Luben R, Oakes S, Welch A, Bingham S, Wareham NJ (2003) Television viewing and low participation in vigorous recreation are independently associated with obesity and markers of cardiovascular disease risk: EPIC-Norfolk population-based study. *Eur J Clin Nutr* 57: 1089-1096.
- Jakicic JM, Otto AD (2005) Physical activity considerations for the treatment and prevention of obesity. *Am J Clin Nutr* 82(Suppl) 226S-229S.
- Jéquier E (2002) Pathways of obesity. *Int J Obes* 26 Suppl 2: S12-S17.
- Jump DB (2004) Fatty acid regulation of gene transcription. *Crit Rev Clin Lab Sci* 41(1): 41-78.
- Justesen U, Knuthsen P, Leth T (1997) Determination of plant polyphenols in Danish foodstuffs by HPLC-UV and LC-MS detection. *Cancer Letters* 114: 165-167.
- Karakaya S (2004) Bioavailability of phenolic compounds. *Crit Rev Food Sci Nutr* 44(6): 453-464.
- Kersten S, Desvergne BD, Wahli W (2000) Roles of PPARs in health and disease. *Nature* 405: 421-424
- Kersten S (2002a) Peroxisome proliferator activated receptors and obesity. *Eur J Pharmacol* 440: 223-234.
- Kersten S (2002b) Effects of fatty acids on gene expression: role of peroxisome proliferator-activated receptor alpha, liver X receptor alpha and sterol regulatory element-binding protein-1c. *Proc Nutr Soc* 61(3): 371-374.
- Kim SH, Kim DJ, Seo IA, Min YK, Lee MS, Kim KW, Lee MK (2002) Significance of beta-2 adrenergic receptor gene polymorphism in obesity and type 2 diabetes mellitus in Korean subjects. *Metabolism* 51(7): 833-837.
- King GA, Fitzhugh EC, Bassett DR, McLaughlin JE, Strath SJ, Schwartz AM, Thompson DL (2001) Relationship of leisure-time physical activity and occupational activity to the prevalence of obesity. *Int J Obes* 25: 606-612.
- Knekt P, Järvinen R, Seppänen R, Heliövaara M, Teppo L, Pukkala E, Aromaa A (1997) Dietary Flavonoids and the Risk of Lung Cancer and Other Malignant Neoplasms. *Am J Epidemiol* 146: 223-230.
- Knekt P, Kumpulainen J, Järvinen R, Rissanen H, Heliövaara M, Reunanen A, Hakulinen R, Aromaa A (2002) Flavonoid intake and risk of chronic diseases. *Am J Clin Nutr* 76: 560-568.
- Kortner B, Wolf A, Wendt D, Beisiegel U, Evans D (1999) Lack of association between a human beta-2 adrenoceptor gene polymorphism (gln27glu) and morbid obesity. *Int J Obes Relat Metab Disord* 23(10): 1099-1100.
- Kronenberg F, Pereira MA, Schmitz MKH, Arnett DK, Evenson KR, Crapo RO, Jensen RL, Burke GL, Sholinsky P, Ellison RC, Hunt SC (2000) Influence of leisure time physical activity and television watching on atherosclerosis risk factors in the NHLBI Family Heart Study. *Atherosclerosis* 153: 433-443.
- Kroon PA and Williamson G (1999) Hydroxycinnamates in plants and food: current and future perspectives. *J Sci Food Agric* 79: 355-361.
- Kühnau J (1976) The Flavonoids. A Class of Semi-Essential Food Components: Their Role in Human Nutrition. *World Rev Nutr Diet* 24: 117-191.

- Large V, Hellström L, Reynisdottir S, Lönnquist F, Eriksson P, Lannfelt L, Arner P (1997) Human beta-2 adrenoceptor gene polymorphisms are highly frequent in obesity and associate with altered adipocyte beta-2 adrenoceptor function. *J Clin Invest* 100(12): 3005-3013.
- Le Stunff C, Le Bihan C, Schork NJ, Boufnères P (2000) A common promoter variant of the leptin gene is associated with changes in the relationship between serum leptin and fat mass in obese girls. *Diabetes* 49(12): 2196-2200.
- Lemaitre RN, King IB, Raghunathan TE, Pearce RM, Weinmann S, Knopp RH, Copass MK, Cobb LA, Siscovick DS (2002) Cell membrane trans-fatty acids and the risk of primary cardiac arrest. *Circulation* 105: 697-701.
- Li WD, Reed DR, Lee JH, Xu W, Kilker RL, Sodam BR, Price RA (1999) Sequence variants in the 5' flanking region of the leptin gene are associated with obesity in women. *Ann Hum Genet* 63 (Pt 3): 227-234.
- Lin RCY, Ericsson JO, Benjafeld AV, Morris BJ (2001) Association of beta2-adrenoceptor Gln27Glu variant with body weight but not hypertension. *Am J Hypertens* 14(12): 1201-1204.
- Linseisen J, Radtke J, Wolfram G (1997) Flavonoidzufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 36: 403-412.
- Linseisen J, Schulze MB, Saadatian-Elahi M, Kroke A, Miller AB, Boeing H (2003) Quantity and quality of dietary fat, carbohydrate, and fiber intake in the German EPIC cohorts. *Ann Nutr Metab* 47: 37-46.
- Lönnqvist F, Nordfors L, Schalling M (1999) Leptin and its potential role in human obesity. *J Intern Med* 245(6): 643-652.
- Lugasi A, Hóvári J, Sági KV, Bíró L (2003) The role of antioxidant phytonutrients in the prevention of diseases. *Acta Biol Szeged* 47(1-4): 119-125.
- Lyons-Wall P, Autenzio P, Lee E, Moss R, Gie S, Samman S (2004) Catechins are the major source of flavonoids in a group of Australian women. *Asia Pac J Clin Nutr* 13(Suppl): S72.
- Mammès O, Betoulle D, Aubert R, Herbeth B, Siest G, Fumeron F (2000) Association of the G-2548A polymorphism in the 5' region of the LEP gene with overweight. *Ann Hum Genet* 64(Pt 5): 391-394.
- Martínez-González MÁ, Martínez JA, Hu FB, Gibney MJ, Kearney J (1999) Physical inactivity, sedentary lifestyle and obesity in the European Union. *Int J Obes* 23: 1192-1201.
- Mattevi VS, Zembrzuski VM, Hutz MH (2002) Association analysis of gene involved in the leptin-signaling pathway with obesity in Brazil. *Int J Obes* 26: 1179-1185.
- Matthews CE, Freedson PS, Hebert JR, Stanek EJ, Merriam PA, Ockene IS (2000) Comparing physical activity assessment methods in the Seasonal Variation of blood Cholesterol Study. *Med Sci Sports Exerc* 32: 976-984.
- Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L (2004) Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr* 79: 727-747.

- Manku MS, Horrobin DF, Huang Y-S, Morse N (1983) Fatty acids in plasma and red cell membranes in normal humans. *Lipids* 18: 906-908.
- Masud S, Ye S (2003) Effect of the peroxisome proliferator activated receptor-gamma gene Pro12Ala variant on body mass index: a meta-analysis. *J Med Genet* 40: 773-780.
- McCarthy SN, Gibney MJ, Flynn A (2002) Irish Universities Nutrition Alliance. Overweight, obesity and physical activity levels in Irish adults: evidence from the North/South Ireland food consumption survey. *Proc Nutr Soc* 61: 3-7.
- Mensink GBM (1999) Körperliche Aktivität. *Gesundheitswesen* 61 (Sonderheft 12): 126-131.
- Mensink GBM: Körperliches Aktivitätsverhalten in Deutschland. In: Samitz G, Mensink GBM (Hrsg.): Körperliche Aktivität in Prävention und Therapie. Evidenzbasierter Leitfaden für Klinik und Praxis. München: Hans Marseille Verlag GmbH, 2002, S. 35-44.
- Mergen H, Karaaslan C, Mergen M, Özsoy ED, Özata M (2006) LEPR, ADBR3, IRS-1 and 5-HTT genes polymorphisms do not associate with obesity. *Endocr J* (Publikation in Vorbereitung).
- Mikrozensus 2003. *Ernährungs-Umschau* (2004) 51(5): 204-205.
- Murase T, Nagasawa A, Suzuki J, Hase T, Tokimitsu I (2002) Beneficial effects of tea catechins on diet-induced obesity: stimulation of lipid catabolism in the liver. *Int J Obes* 26: 1459-1464.
- Murase T, Haramizu S, Shimotoyodome A, Tokimitsu I (2005) Reduction of diet-induced obesity by a combination of tea-catechin intake and regular swimming. *Int J Obes*, online publication
- Nagao T, Komine Y, Soga S, Meguro S, Hase T, Tanaka Y, Tokomitsu I (2005) Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *Am J Clin Nutr* 81: 122-129.
- Nieters A, Becker N, Linseisen J (2002) Polymorphisms in candidate obesity genes and their interaction with dietary intake of n-6 polyunsaturated fatty acids affect obesity risk in a sub-sample of the EPIC-Heidelberg cohort. *Eur J Nutr* 41: 210-221.
- Norman A, Bellocco R, Bergstrom A, Wolk A (2001) Validity and reproducibility of self-reported total physical activity - differences by relative weight. *Int J Obes Relat Metab Disord* 25:682-688.
- Norman A, Bellocco R, Vaida F, Wolk A (2002) Total physical activity in relation to age, body mass, health and other factors in a cohort of Swedish men. *Int J Obes* 26: 670-675.
- O'Brien PE, Dixon JB (2002) The extent of the problem of obesity. *Am J Surg* 184(6B): 4S-8S.
- Oberkofler H, Esterbauer H, Hell E, Krempler F, Patsch W (2000) The Gln27Glu polymorphism in the beta2-adrenergic receptor gene is not associated with morbid obesity in Austrian women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24(3): 388-390.

- Olthof MR, Hollman PCH, Katan MB (2001) Chlorogenic acid and caffeic acid are absorbed in humans. (2001) *J Nutr* 131: 66-71.
- Pala V, Krogh V, Muti P, Chajés V, Riboli E, Micheli A, Saadatian M, Sieri S, Ber-rino F (2001) Erythrocyte membrane fatty acids and subsequent breast cancer: a prospective Italian study. *J Nat Cancer Inst* 93(14): 1088-1095.
- Panagiotakos DB, Pitsavos C, Yannakoulia M, Chrysohoou C, Stefanadis C (2005) The implication of obesity and central fat on makers of chronic inflammation: The ATTICA study. *Atherosclerosis* 183: 308-315.
- Pate RR, Pratt M, Blair SN, Haskell WL, Macera CA, Bouchard C, Buchner D, Ettinger W, Heath GW, King AC, Kriska A, Leon AS, Marcus BH, Morris J, Paffenbarger RS, Patrick K, Pollock ML, Rippe JM, Sallis J, Wilmore JH (1995) Physical activity and public health. A recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine. *JAMA* 273(5): 402-407.
- PCR Protocols. Standard PCR. www.abgene.com/Static_Pages.asp?page=34 vom 11.07.2005.
- Pereira AC, Floriano MS, Mota GFA, Cunha RS, Herkenhoff FL, Mill JG, Krieger JE (2003) Beta2 adrenoceptor functional gene variants, obesity, and blood pressure level interactions in the general population. *Hypertension* 42(4): 685-692.
- Peterson J, Lagiou P, Samoli E, Lagiou A, Katsouyanni K, La Vecchia C, Dwyer J, Trichopoulos D (2003) Flavonoid intake and breast cancer risk: a case-control study in Greece. *British Journal of Cancer* 89: 1255-1259.
- Pégorier JP, Lr May C, Girard J (2004) Control of gene expression by fatty acids. *J Nutr* 134(9): 2444S-2449S.
- Prentice AM, Jebb SA (1995) Obesity in Britain: gluttony or sloth? *BMJ* 311(7002): 437-439.
- Prisco D, Filippini M, Francalanci I, Panicia R, Gensini GF, Abbate K, Neri Serneri GG (1996) Effect of n-3 polyunsaturated fatty acid intake on phospholipids fatty acid composition in plasma and erythrocytes. *Am J Clin Nutr* 63: 925-932.
- Radtke J, Linseisen J, Wolfram G (1998) Phenolsäurezufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 37: 190-197.
- Reseland JE, Haugen F, Hollung K, Solvoll K, Halvorsen B, Brude IR, Nenseter MS, Christiansen EN, Drevon CA (2001) Reduction of leptin gene expression by dietary polyunsaturated fatty acids. *J Lipid Res* 42(5): 743-750.
- Rimm EB, Katan MB, Ascherio A, Stampfer MJ, Willett WC (1996) Relation between Intake of Flavonoids and Risk of Coronary Heart Disease in Male Health Professionals. *Ann Intern Med* 125(5): 384-389.
- Robinson TN (2001) Television viewing and childhood obesity. *Pediatr Clin North Am* 48(4): 1017-1025.
- Rolls BJ, Ello-Martin JA, Carlton Tohill B (2004) What can intervention studies tell us about the relationship between fruit and vegetable consumption and weight management? *Nutrition Reviews* 62(1): 1-17.

- Romeo S, Sentinelli F, Capici F, Arca M, Berni A, Vecci E, Di Mario U, Baroni MG (2001) The G-308A variant of the Tumor Necrosis Factor- α (TNF- α) gene is not associated with obesity, insulin resistance and body fat distribution. *BMC Med Genet* 2(1): 10.
- Romon M, Nuttens MC, Théret N, Delbart C, Lecerf JM, Fruchart JC, Salomez JL (1995) Comparison between fat intake assessed by a 3-day food record and phospholipid fatty acid composition of red blood cells: results from the monitoring of Cardiovascular Disease-Lille Study. *Metabolism* 44(9): 1139-1145.
- Rosmond R, Ukkola O, Chagnon M, Bouchard C, Björntorp P (2000) Polymorphisms of the beta2-adrenergic receptor gene (ADRB2) in relation to cardiovascular risk factors in men. *J Intern Med* 248(3): 239-244.
- Rzewnicki R, Vanden Auweele Y, De Bourdeaudhuij I (2003) Addressing overreporting on the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) telephone survey with a population sample. *Public Health Nutr* 6: 299-305.
- Saadatian-Elahi M, Norat T, Goudable J, Riboli E (2004) Biomarkers of dietary fatty acid intake and the risk of breast cancer: a meta-analysis. *Int J Cancer* 111(4): 584-591.
- Salmon J, Bauman A, Crawford D, Timperio A, Owen N (2000) the association between television viewing and overweight among Australian adult participation in varying levels of leisure-time physical activity. *Int J Obes* 24(5): 600-606.
- Sampath H, Ntambi JM (2004) Polyunsaturated fatty acid regulation of gene expression. *Nutr Rev* 62(9): 333-339.
- Sampson L, Rimm E, Hollman PCH, Vries JHM de, Katan MB (2002) Flavonol and flavone intake in US health professionals. *J Am Diet Assoc* 102: 1414-1420.
- Satia-About a J, Patterson RE, Schiller RN, Kristal AR (2002) Energy from fat is associated with obesity in U.S. men: results from the prostate cancer prevention trial. *Prev Med* 34: 493-501.
- Scalbert A and Williamson G (2000) Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr* 130: 2073S-2085S.
- Schneider R und Hesecker H (1999) Zusammenhang zwischen der Zucker, Energie- und Fettaufnahme sowie der Verbreitung von Übergewicht. *Ernährungs-Umschau* 46: 330-335.
- Schofield WN (1985) Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 39(Suppl1): 5-41.
- Schoppen S, Carbajal A, Pérez-Granados AM, Vivas F, Pilar Vaquero M (2005) Food, energy and macronutrient intake of postmenopausal women from a menopause program. *Nutr Hosp* 20(2): 101-109.
- Schulz S, Schagdarsurengin U, Suss T, Müller-Werdan U, Werdan K, Gläser C (2004) Relation between the tumor necrosis factor- α (TNF- α) gene and protein expression, and clinical, biochemical, and genetic markers: age, body mass index and uric acid are independent predictors for an elevated TNF- α plasma level in a complex risk model. *Eur Cytokine Netw* 15(2): 105-111.
- Schulze MB, Linseisen J, Kroke A, Boeing H (2000) Macronutrient, Vitamin, and Mineral Intakes in the EPIC-Germany Cohorts. *Ann Nutr Metab* 45(5): 181-189.

- Sesso HD, Gaziano JM, Liu S, Buring JE (2003) flavonoid intake and the risk of cardiovascular disease in women. *Am J Clin Nutr* 77: 1400-1408.
- Silva AM de, Walder KR, Boyko EJ, Whitecross KF, Nicholson G, Kotowicz M, Pasco J, Collier GR (2001) Genetic variation and obesity in Australian women: a prospective study. *Obesity Research* 9(12): 733-740.
- Singer, P. (Hrsg.): Was sind, wie wirken Omega-3 Fettsäuren?. 1. Aufl., Umschau Zeitschriftenverlag, Frankfurt am Main 1994, S. 9.
- Slimani N, Deharveng D, Charrondière RU, Kappel AL van, Ocké MC, Welch A, Lagiou A, Liere M van, Agudo A, Pala V, Brandstetter B, Adren C, Stripp C, Staveren WA van, Riboli E (1999) Structure of the standardized computerized 24-h diet recall interview used as reference method in the 22 centers participating in the EPIC project. *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 58: 251-266.
- Slimani N and Valsta L for the EFCOSUM Group (2002) Perspectives of using the EPIC-SOFT programme in the context of pan-European nutritional monitoring surveys: methodological and practical implications *EJCN* 56 (Suppl 2): S63-S74.
- Spencer EA, Appleby PN, Davey GK, Key TJ (2002) Validity of self-reported height and weight in 4808 EPIC-Oxford participants. *Public Health Nutrition* 5(4): 561-565.
- Stanford JL, King I, Kristal AR (1991) Long-term storage of red blood cells and correlations between red cell and dietary fatty acids: results from a pilot study. *Nutr Cancer* 16(3-4): 183-188.
- Statistisches Bundesamt : Pressemitteilung vom 27. April 2004 [<http://www.destatis.de/presse/deutsch/pm2004/p1870095.htm>]
- Stefan N, Stumvoll M (2002) Adiponectin--its role in metabolism and beyond. *Horm Metab Res* 34(9): 469-474.
- Stumvoll M, Tschritter O, Fritsche A, Staiger H, Renn W, Weisser M, Machicao F, Häring H (2002) Association of the T-G polymorphism in adiponectin (exon 2) with obesity and insulin sensitivity: interaction with family history of type 2 diabetes. *Diabetes* 51(1): 37-41.
- Tabak C, Arts ICW, Smit HA, Heederik D, Kromhout D (2001) Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Intake of Catechins, flavonols, and Flavones: The MORGEN Study. *Am J Respir Crit Care Med* 164: 61-64.
- Takahashi M, Arita Y, Yamagata K, Matsukawa Y, Okutomi K, Horie M, Shimomura I, Hotta K, Kuriyama H, Kihara S, Nakamura T, Yamashita S, Funahashi T, Matsuzawa Y (2000) Genomic structure and mutations in adipose-specific gene, adiponectin. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24(7): 861-868.
- Tankó LB, Siddiq A, Lecoeur C, Larsen PJ, Christiansen C, Walley A, Froguel P (2005) ACDC/Adiponectin and PPAR- γ gene polymorphisms: implications for features of obesity. *Obesity Research* 13(12): 2113-2121.
- Tapiero H, Tew KD, Nguyen Ba G, Mathé G (2002) Polyphenols: do they play a role in the prevention of human pathologies? *Biomed Pharmacother* 56: 200-207.

- The EFCOSUM Group (2002) Summary-European Food Consumption Survey Method. *EJCN* 56 (Suppl 2): S1-S3.
- Theret N, Bard JM, Nuttens MC, Lecerf JM, Delbart C, Romon M, Salomez JL, Fruchart JC (1993) The relationship between the phospholipid fatty acid composition of red blood cells, plasma lipids, and apolipoproteins. *Metabolism* 42: 562-568.
- Trichopoulou A, Gnardellis C, Benetou V, Laggiou P, Bamia C, Trichopoulos D (2002) Lipid, protein and carbohydrate intake in relation to body mass index. *EJCN* 56: 37-43.
- U.S. Department of Agriculture. USDA Database for the Flavonoid Content of Selected Foods. Beltsville, MD, USDA, 2003. www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/Flav/flav.html, Stand 12.05.2005
- U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS): Physical Activity and Health: A Report of the Surgeon General. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion, 1996, S. 29-37, S. 81-172.
- Vaccaro O, Mancini FP, Ruffa G, Sabatino L, Colantuoni V, Riccardi G (2000) Pro12Ala mutation in the peroxisome proliferators-activated receptor γ 2 (PPAR γ 2) and severe obesity: a case-control study. *Int J Obes* 24: 1195-1199.
- Vidgren HM, Agren JJ, Schwab U, Rissanen T, Hanninen O, Uusitupa MI (1997) Incorporation of n-3 fatty acids into plasma lipid fractions, and erythrocyte membranes and platelets during dietary supplementation with fish, fish oil, and docosahexaenoic acid-rich oil among healthy young men. *Lipids* 32: 697-705.
- Vioque J, Torres A, Quiles J (2000) Time spent watching television, sleep duration and obesity in adults living in Valencia, Spain. *Int J Obes* 24(12): 1683-1688.
- Voss S, Charrondière UR, Slimani N, Kroke A, Riboli E, Wahrendorf J, Boeing H (1998) EPIC-SOFT ein europäisches Computerprogramm für 24-Stunden-Erinnerungsprotokolle. *Z Ernährungswiss* 37: 227-233.
- Walston J, Seibert M, Yen CJ, Cheskin LJ, Andersen RE (1999) Tumor necrosis factor- α -238 and -308 polymorphisms do not associated with traits related to obesity and insulin resistance. *Diabetes* 48(10): 2096-2098.
- Wang TN, Huang MC, Chang WT, Ko AM, Tsai EM, Liu CS, Lee CH, Ko YC (2006) G-2548A polymorphism of the leptin gene is correlated with extreme obesity in Taiwanese aborigines. *Obesity* 14(2): 183-187.
- Watzl B und Rechkemmer G (2001a) Flavonoide. *Ernährungs-Umschau* 48(10): 498-502.
- Watzl B und Rechkemmer G (2001b) Phenolsäuren. *Ernährungs-Umschau* 48(10): 413-416.
- Watzl B und Leitzmann C: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. 2. Auflage, Stuttgart: Hippokrates-Verlag, 1999, S. 23.
- Wauters M, Mertens I, Chagnon M, Rankinin T, Considine RV, Chagnon YC, Van Gaal LF, Bouchard C (2001) Polymorphisms in the leptin receptor gene, body

- composition and fat distribution in overweight and obese women. *Int J Obes* 25: 714-720.
- Weill P, Schmitt B, Chesneau G, Daniel N, Safraou F, Legrand P (2002) Effects of introducing linseed in livestock diet on blood fatty acid composition of consumers of animal products. *Ann Nutr Metab* 46: 182-191.
- Weyer C, Linkeschowa R, Heise T, Giesen HT, Spraul M (1998) Implications of the traditional and the new ACSM physical activity recommendations on weight reduction in dietary treated obese subjects. *Int J Obes Relat Metab Disord* 22: 1071-1078.
- Wilsgaard T, Jacobsen BK, Arnesen E (2005) Determining lifestyle correlates of Body Mass Index using multilevel analyses: The Tromsø Study, 1979-2001. *Am J Epidemiol* 162(12): 1179-1188.
- Wirfält E, Vessby B, Mattisson I, Gullberg B, Olsson H, Berglund G (2004) No relations between breast cancer risk and fatty acids of erythrocyte membranes in postmenopausal women of the Malmo Diet Cancer cohort (Sweden). *Eur J Clin Nutr* 58(5): 761-770.
- Wolfram G: Die Rolle der Fette und der Kohlenhydrate bei der Entstehung der Adipositas. In: Wechsler JG (Hrsg.): Adipositas. 2. Auflage, Berlin, Wien: Blackwell Verlag, 2003, S. 201-211.
- World Health Organization: Energy and protein requirements. Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series 724. Geneva, 1998, S.178.
- World Health Organization: Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. Technical Report Series 894. Geneva; 2000.
- World Health Organization: Health and development through physical activity and sport. Noncommunicable diseases and mental health, Noncommunicable disease Prevention and Health Promotion.
http://whqlibdoc.who.int/hq/2003/WHO_NMH_NPH_PAH_03.2.pdf,
Stand 18.06.2006
- Wren JJ und Szczepanowksa AD (1964) Chromatography of lipids in presence of an antioxidant, 4-methyl-2,6-di-tert.-butylphenol. *Journal of Chromatography A* 14: 387-404.
- Yiannakouris N, Yannakoulia M, Melistas L, Chan JL, Klimis-Zacas D, Mantzoros CS (2001) The Q223R Polymorphism of the leptin receptor gene is significantly associated with obesity and predicts a small percentage of body weight and body composition variability. *J Clin Endocrinol Metab* 86(9): 4434-4439.
- Yao LH, Jiang YM, Shi J, Tomás-Barberán FA, Datta N, Singanusong R, Chen SS (2004) Flavonoids in food and their health benefits. *Plant Foods for Human Nutrition* 59: 113-122.
- Zheng G, Sayama K, Okubo T, Juneja LR, Oguni I (2004) Anti-obesity effects of three major components of green tea, catechins, caffeine and theanine, in mice. *In vivo* 18: 55-62.

Zietz B, Barth N, Schölmerich J, Schmitz G, Schäffler A (2001) Gly15Gly polymorphism within the human adipocyte-specific apM-1gene but not tyr111His polymorphism is associated with higher levels of cholesterol and LDL-cholesterol in caucasian patients with type 2 diabetes. *Exp Clin Endocrinol Diabetes* 109: 320-325.

Anhang

A Tab. 1:	Flavonoidzufuhr in mg/d von Männern (n=328) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	174
A Tab. 2:	Phenolsäurezufuhr in mg/d von Männern (n=328) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	174
A Tab. 3:	Flavonoidzufuhr in mg/d von Frauen (n=472) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	175
A Tab. 4:	Phenolsäurezufuhr in mg/d von Frauen (n=472) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	175
A Tab. 5:	Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	176
A Tab. 6:	Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	179
A Tab. 7:	Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen (kg/m ²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	181
A Tab. 8:	Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen (kg/m ²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	184
A Tab. 9:	Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	186
A Tab. 10:	Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05).....	188
A Tab. 11:	Zufuhr von Fettsäuren in % bzw. ‰ der Energieaufnahme bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen mit Angabe von Median, Interquartil-abstand (IQR) und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05).....	190
A Tab. 12:	Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der Gesamtgruppe der BVS II (n=670) bzw. Männern (n=174) und Frauen (n=344) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen	192
A Tab. 13:	Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen	194
A Tab. 14:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II	195
A Tab. 15:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II	200
A Tab. 16:	Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen Teilnehmern (BMI \geq 30) der BVS II mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und Unterschieden zwischen Nicht-adipösen und Adipösen	203
A Tab. 17:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) im Gesamtkollektiv der BVSII, bzw. bei Männern und Frauen	204

A Tab. 18:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios für das Auftreten von Adipositas und Leptin- bzw. TNF α -Konzentrationen im Plasma bei einem Teilkollektiv der BVS II (n=565), bzw. bei Männern (n=241) und Frauen (n=324) dieses Teilkollektivs.....	209
A Tab. 19:	Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen bei Männern der BVS II, gewichtet, n= 243, mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	210
A Tab. 20:	Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen bei Frauen der BVS II, gewichtet, n=325, mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) \pm Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen.....	211
A Tab. 21:	Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen bei Männern: (I) 18,5-<25 kg/m ² (n=81), (II) 25-<30 kg/m ² (n=110) und (III) \geq 30 kg/m ² (n=51) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)]	212
A Tab. 22:	Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen bei Frauen: (I) 18,5-<25 kg/m ² (n=148), (II) 25-<30 kg/m ² (n=108) und (III) \geq 30 kg/m ² (n=63) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)]	213
A Tab. 23:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=51) und nicht-adipösen (n=192) Männern der BVS II	214
A Tab. 24:	Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=) und nicht-adipösen (n=325) Frauen der BVS II.....	216

A Tab. 1: Flavonoidzufuhr in mg/d von Männern (n=328) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Flavonoide (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentile			
				10%	25%	75%	90%
Kämpferol	2,36 ± 4,39	0,54	0,01 - 47,81	0,15	0,26	2,94	6,49
Quercetin	9,40 ± 9,20	6,64	0,38 - 100,99	2,35	4,01	12,09	19,32
Myricetin	1,77 ± 2,66	0,99	0,00 - 34,14	0,24	0,49	2,19	3,41
Isorhamnetin	0,33 ± 0,55	0,23	0,00 - 8,63	0,06	0,13	0,38	0,59
Σ Flavonole	13,87 ± 15,74	9,01	0,89 - 183,09	3,50	5,60	16,10	28,59
Catechin	7,81 ± 10,02	3,94	0,00 - 102,09	0,43	1,30	11,03	21,09
Epicatechin	13,98 ± 19,29	9,97	0,00 - 289,79	1,00	3,59	18,71	29,42
Epicatechin-3-gallat	13,99 ± 42,69	0,00	0,00 - 640,17	0,00	0,00	11,14	44,05
Gallocatechin	1,17 ± 2,86	0,00	0,00 - 20,75	0,00	0,00	0,30	4,58
Epigallocatechin	15,56 ± 40,36	0,00	0,00 - 521,92	0,00	0,00	15,98	51,77
Epigallocatechin-3-gallat	39,38 ± 155,84	0,00	0,00 - 2532,88	0,00	0,00	18,86	78,33
Σ Catechine	91,89 ± 260,28	19,55	0,00 - 4086,85	1,54	5,67	63,66	237,64
Apigenin	1,70 ± 2,26	0,93	0,00 - 20,85	0,03	0,28	2,08	4,46
Luteolin	0,32 ± 0,46	0,16	0,00 - 5,19	0,01	0,06	0,43	0,83
Σ Flavone	2,02 ± 2,39	1,31	0,00 - 21,38	0,15	0,56	2,31	4,77
Cyanidin	1,68 ± 3,74	0,02	0,00 - 36,55	0,00	0,00	1,62	5,57
Delphinidin	0,61 ± 2,23	0,01	0,00 - 26,84	0,00	0,00	0,49	1,78
Peonidin	0,65 ± 1,19	0,04	0,00 - 6,50	0,00	0,00	0,84	2,46
Petunidin	0,73 ± 1,47	0,00	0,00 - 10,18	0,00	0,00	0,99	2,85
Malvidin	2,94 ± 5,96	0,03	0,00 - 42,75	0,00	0,00	3,99	10,66
Σ Anthocyanidine	6,61 ± 11,53	1,09	0,00 - 109,59	0,00	0,00	9,59	21,84
Naringenin	3,97 ± 12,21	0,51	0,00 - 172,41	0,00	0,00	3,04	8,18
Hesperitin	11,46 ± 21,24	2,18	0,00 - 183,23	0,00	0,02	15,31	30,09
Σ Flavanone	15,42 ± 29,76	3,06	0,00 - 245,65	0,00	0,03	18,96	38,10
Phloretin	3,23 ± 4,24	1,62	0,00 - 25,62	0,00	0,01	4,69	9,28
Σ Flavonoide	133,05 ± 277,18	58,98	1,23 - 4291,02	11,69	28,13	135,83	295,57

A Tab. 2: Phenolsäurezufuhr in mg/d von Männern (n=328) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Phenolsäuren (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentile			
				10%	25%	75%	90%
p-Hydroxybenzoesäure	0,15 ± 0,33	0,08	0,00 - 5,27	0,01	0,01	0,19	0,35
Protocatechusäure	0,92 ± 1,47	0,20	0,00 - 9,48	0,00	0,04	1,30	2,96
Vanillinsäure	0,99 ± 0,90	0,72	0,01 - 5,29	0,10	0,18	1,58	2,23
Salicylsäure	0,18 ± 0,16	0,15	0,00 - 1,18	0,01	0,05	0,27	0,36
Gentisinsäure	0,24 ± 0,43	0,10	0,00 - 6,06	0,00	0,00	0,35	0,59
Gallussäure	2,91 ± 5,54	0,30	0,00 - 27,70	0,00	0,02	2,16	11,06
Ellagsäure	5,99 ± 17,64	1,71	0,00 - 175,35	0,00	0,19	5,41	10,03
Syringasäure	1,95 ± 2,08	1,32	0,02 - 13,67	0,14	0,53	2,66	4,79
Σ Hydroxybenzoesäuren	13,32 ± 20,47	6,83	0,24 - 187,65	1,4	2,84	15,70	32,26
Kaffeesäure	237,23 ± 231,66	199,94	0,79 - 1763,96	13,17	46,06	346,42	493,02
p-Cumarsäure	16,20 ± 26,42	6,28	0,36 - 203,98	1,82	3,37	12,78	47,89
Ferulasäure	59,02 ± 44,44	46,62	3,26 - 323,76	17,64	30,32	78,65	121,18
Sinapinsäure	2,75 ± 1,86	2,21	0,51 - 13,19	1,07	1,52	3,31	5,16
Σ Hydroxymzimtsäuren	315,20 ± 252,02	264,03	11,53 - 1909,76	54,32	138,80	414,54	624,12
Σ Phenolsäuren	328,52 ± 253,21	275,96	11,78 - 1921,67	62,46	143,29	438,68	641,81

A Tab. 3: Flavonoidzufuhr in mg/d von Frauen (n=472) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Flavonoide (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentile			
				10%	25%	75%	90%
Kämpferol	2,40 ± 3,63	0,69	0,03 - 34,52	0,14	0,31	3,18	7,33
Quercetin	9,89 ± 8,39	7,42	0,61 - 82,4	2,26	4,30	12,94	20,71
Myricetin	1,61 ± 2,33	0,80	0,00 - 20,09	0,18	0,38	1,73	4,02
Isorhamnetin	0,34 ± 0,61	0,21	0,00 - 9,17	0,05	0,10	0,39	0,65
Σ Flavonole	14,25 ± 13,72	9,66	0,77 - 137,44	3,29	5,69	17,70	32,01
Catechin	7,07 ± 7,89	4,66	0,00 - 59,39	0,66	1,65	9,47	16,00
Epicatechin	15,46 ± 18,13	9,96	0,00 - 185,56	1,44	5,06	18,60	34,91
Epicatechin-3-gallat	15,87 ± 38,92	0,00	0,00 - 365,51	0,00	0,00	15,26	51,14
Gallocatechin	1,00 ± 2,38	0,00	0,00 - 15,93	0,00	0,00	0,44	3,53
Epigallocatechin	16,36 ± 35,58	0,00	0,00 - 348,76	0,00	0,00	19,53	54,98
Epigallocatechin-3-gallat	49,05 ± 146,04	0,00	0,00 - 1420,97	0,00	0,00	25,54	139,40
Σ Catechine	104,82±239,75	18,60	0,00 - 2266,35	2,39	8,53	86,03	286,85
Apigenin	2,62 ± 5,11	1,08	0,00 - 49,74	0,05	0,24	2,93	7,16
Luteolin	0,37 ± 0,48	0,20	0,00 - 5,10	0,02	0,07	0,51	0,90
Σ Flavone	2,99 ± 5,17	1,44	0,00 - 50,07	0,12	0,50	3,48	7,79
Cyanidin	5,13 ± 26,04	0,27	0,00 - 404,43	0,00	0,00	3,12	7,15
Delphinidin	0,61 ± 1,83	0,05	0,00 - 24,28	0,00	0,00	0,49	1,44
Peonidin	0,72 ± 1,52	0,13	0,00 - 16,21	0,00	0,00	0,85	1,79
Petunidin	0,65 ± 1,56	0,01	0,00 - 19,86	0,00	0,00	0,81	1,93
Malvidin	2,45 ± 5,48	0,09	0,00 - 62,60	0,00	0,00	3,32	7,29
Σ Anthocyanidine	9,56 ± 28,52	3,14	0,00 - 406,71	0,00	0,00	9,06	17,81
Naringenin	3,73 ± 7,74	0,80	0,00 - 89,97	0,00	0,05	4,02	11,76
Hesperitin	11,88 ± 17,51	3,89	0,00 - 147,37	0,00	0,24	17,40	36,51
Σ Flavanone	15,61 ± 22,95	6,36	0,00 - 194,63	0,00	0,30	23,03	47,01
Phloretin	3,19 ± 3,49	2,37	0,00 - 20,54	0,00	0,39	4,60	8,04
Σ Flavonoide	150,42±256,33	60,51	1,48 - 2397,91	17,42	32,08	142,84	378,83

A Tab. 4: Phenolsäurezufuhr in mg/d von Frauen (n=472) mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Phenolsäuren (mg/d)	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentile			
				10%	25%	75%	90%
p-Hydroxybenzoesäure	0,17 ± 0,27	0,08	0,00 - 3,41	0,01	0,01	0,19	0,46
Protocatechusäure	0,79 ± 1,13	0,33	0,00 - 8,98	0,00	0,04	1,12	2,15
Vanillinsäure	0,36 ± 0,44	0,20	0,01 - 3,69	0,05	0,08	0,49	0,85
Salicylsäure	0,16 ± 0,12	0,16	0,00 - 0,68	0,01	0,07	0,24	0,30
Gentisinsäure	0,29 ± 0,36	0,17	0,00 - 3,84	0,00	0,04	0,40	0,73
Gallussäure	1,90 ± 3,93	0,42	0,00 - 45,96	0,00	0,05	2,15	5,61
Ellagsäure	5,94 ± 13,25	2,11	0,00 - 146,95	0,00	0,41	5,59	14,88
Syringasäure	1,87 ± 1,97	1,31	0,01 - 10,83	0,08	0,35	2,80	4,39
Σ Hydroxybenzoesäuren	11,48 ± 15,40	7,04	0,28 - 147,61	1,3	3,25	14,29	26,13
Kaffeensäure	230,77±165,39	223,69	0,41 - 849,18	18,64	96,65	339,89	451,94
p-Cumarsäure	15,27 ± 21,40	6,40	0,11 - 144,51	1,45	3,16	17,04	41,26
Ferulasäure	53,06 ± 33,49	46,27	2,39 - 186,04	16,75	29,56	70,68	99,76
Sinapinsäure	2,37 ± 1,81	1,79	0,30 - 11,54	0,84	1,19	2,90	4,74
Σ Hydroxycumarsäuren	301,48±184,23	289,52	4,82 - 1083,73	73,50	164,64	412,92	542,13
Σ Phenolsäuren	312,95±185,72	294,96	6,40 - 1089,98	81,02	173,30	429,61	552,39

A Tab. 5: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

Altergruppen (Jahre)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Kämpferol (mg/d) 0,014			Kämpferol (mg/d) 0,007		
<18	0,42	0,23 - 2,13		1,37	0,13 - 3,22	
18-<30	0,41	0,25 - 2,76		0,53	0,24 - 1,90	
30-<40	0,46	0,20 - 1,98		0,50	0,24 - 2,05	
40-<50	0,48	0,23 - 2,44		0,72	0,35 - 3,37	
50-<65	1,05	0,36 - 3,58		1,47	0,41 - 4,23	
>=65	0,79	0,33 - 4,09		0,64	0,33 - 3,47	
	Quercetin (mg/d) 0,003			Quercetin (mg/d) <0,001		
<18	4,63	3,53 - 7,45		4,51	3,80 - 7,38	
18-<30	5,96	4,04 - 10,00		6,73	2,45 - 10,32	
30-<40	5,86	3,16 - 11,12		5,79	3,67 - 9,57	
40-<50	6,08	4,34 - 12,06		6,77	4,73 - 12,93	
50-<65	8,30	4,87 - 16,07		9,16	5,49 - 15,59	
>=65	9,35	3,94 - 15,95		10,75	5,13 - 16,97	
	Myricetin (mg/d) <0,001			Myricetin (mg/d) 0,004		
<18	0,24	0,08 - 0,82		0,80	0,14 - 1,61	
18-<30	1,17	0,48 - 2,47		0,70	0,15 - 1,40	
30-<40	0,71	0,44 - 1,66		0,79	0,38 - 1,56	
40-<50	1,18	0,71 - 2,31		0,91	0,45 - 2,28	
50-<65	1,18	0,64 - 2,62		0,97	0,49 - 2,12	
>=65	1,33	0,65 - 2,63		0,70	0,37 - 2,17	
	Isorhamnetin (mg/d) 0,004			Isorhamnetin (mg/d) 0,002		
<18	0,22	0,13 - 0,28		0,07	0,04 - 0,19	
18-<30	0,21	0,14 - 0,30		0,20	0,12 - 0,35	
30-<40	0,23	0,13 - 0,40		0,20	0,10 - 0,36	
40-<50	0,22	0,14 - 0,40		0,22	0,12 - 0,41	
50-<65	0,29	0,16 - 0,51		0,23	0,09 - 0,45	
>=65	0,18	0,13 - 0,27		0,29	0,12 - 0,44	
	Σ Flavonole (mg/d) 0,001			Σ Flavonole (mg/d) <0,001		
<18	7,42	4,14-9,52		7,71	4,60 - 12,26	
18-<30	7,89	5,05-14,51		8,06	3,72 - 15,09	
30-<40	9,54	4,35-13,84		8,07	5,08 - 11,84	
40-<50	8,85	5,24-15,15		9,13	6,38 - 18,41	
50-<65	10,39	7,34-24,16		11,20	7,44 - 23,18	
>=65	12,73	5,93-21,20		12,76	7,48 - 24,86	
	Catechin (mg/d) 0,002			Catechin (mg/d) <0,001		
<18	1,74	1,12 - 2,69		3,17	2,23 - 4,83	
18-<30	5,35	0,89 - 10,21		1,66	1,06 - 5,42	
30-<40	3,09	0,99 - 9,08		4,68	1,55 - 8,79	
40-<50	3,36	1,38 - 14,71		5,80	1,63 - 10,57	
50-<65	6,06	1,81 - 11,58		6,24	2,42 - 10,91	
>=65	6,52	1,87 - 16,30		5,30	2,14 - 12,61	
	Epicatechin (mg/d) 0,010			Epicatechin (mg/d) <0,001		
<18	3,96	3,56 - 10,52		9,22	3,53 - 10,80	
18-<30	8,92	1,99 - 18,39		5,19	1,52 - 14,54	
30-<40	9,87	2,56 - 14,79		8,60	5,13 - 14,02	
40-<50	8,63	2,75 - 17,92		9,80	4,97 - 20,26	
50-<65	12,85	4,82 - 20,55		12,07	6,09 - 25,73	
>=65	12,59	4,92 - 23,93		14,67	7,18 - 24,54	

Fortsetzung A Tab. 5:

	Epicatechin-3-gallat (mg/d)		0,216	Epicatechin-3-gallat (mg/d)		0,027
<18	0,00	0,00 - 10,84		6,25	0,00 - 17,40	
18-<30	0,00	0,00 - 12,41		0,00	0,00 - 7,05	
30-<40	0,00	0,00 - 0,13		0,00	0,00 - 8,44	
40-<50	0,00	0,00 - 11,38		0,00	0,00 - 23,36	
50-<65	0,00	0,00 - 16,16		0,27	0,00 - 19,46	
>=65	0,00	0,00 - 20,80		0,00	0,00 - 14,13	
	Gallocatechin (mg/d)		0,120	Gallocatechin (mg/d)		0,065
<18	0,00	0,00 - 1,89		1,09	0,00 - 2,36	
18-<30	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 1,03	
30-<40	0,00	0,00 - 0,03		0,00	0,00 - 0,15	
40-<50	0,00	0,00 - 1,73		0,00	0,00 - 0,10	
50-<65	0,00	0,00 - 0,77		0,00	0,00 - 0,85	
>=65	0,00	0,00 - 0,88		0,00	0,00 - 0,00	
	Epigallocatechin (mg/d)		0,519	Epigallocatechin (mg/d)		0,297
<18	0,00	0,00 - 15,61		9,00	0,00 - 24,21	
18-<30	0,00	0,00 - 17,88		0,00	0,00 - 10,16	
30-<40	0,00	0,00 - 0,04		0,00	0,00 - 10,47	
40-<50	0,00	0,00 - 16,39		0,00	0,00 - 25,90	
50-<65	0,00	0,00 - 23,29		0,00	0,00 - 27,57	
>=65	0,00	0,00 - 28,90		0,00	0,00 - 19,33	
	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,348	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,136
<18	0,00	0,00 - 17,18		9,91	0,00 - 26,65	
18-<30	0,00	0,00 - 19,68		0,00	0,00 - 11,18	
30-<40	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 13,38	
40-<50	0,00	0,00 - 18,86		0,00	0,00 - 38,64	
50-<65	0,00	0,00 - 28,62		0,00	0,00 - 35,65	
>=65	0,00	0,00 - 37,27		0,00	0,00 - 22,40	
	Σ Catechine (mg/d)		0,021	Σ Catechine (mg/d)		0,001
<18	12,11	5,00 - 51,32		36,41	11,33 - 110,46	
18-<30	19,83	2,94 - 72,07		8,66	2,76 - 44,19	
30-<40	12,95	4,57 - 35,31		14,56	8,13 - 55,99	
40-<50	22,70	4,76 - 59,87		19,03	8,12 - 134,06	
50-<65	25,39	8,64 - 91,34		29,04	11,95 - 110,90	
>=65	30,89	9,66 - 132,50		21,55	11,19 - 88,55	
	Apigenin (mg/d)		0,025	Apigenin (mg/d)		0,006
<18	0,82	0,06 - 1,01		0,24	0,04 - 0,93	
18-<30	0,89	0,07 - 1,61		0,91	0,19 - 2,62	
30-<40	1,16	0,20 - 1,83		1,10	0,24 - 3,21	
40-<50	0,87	0,30 - 2,06		1,05	0,24 - 2,08	
50-<65	1,25	0,32 - 2,21		1,29	0,37 - 3,32	
>=65	1,02	0,35 - 4,31		1,50	0,38 - 4,05	
	Luteolin (mg/d)		0,693	Luteolin (mg/d)		0,148
<18	0,14	0,06 - 0,23		0,12	0,03 - 0,37	
18-<30	0,20	0,05 - 0,62		0,19	0,07 - 0,44	
30-<40	0,16	0,05 - 0,40		0,22	0,06 - 0,49	
40-<50	0,15	0,06 - 0,41		0,24	0,09 - 0,56	
50-<65	0,18	0,07 - 0,54		0,18	0,08 - 0,58	
>=65	0,19	0,07 - 0,51		0,23	0,07 - 0,65	
	Σ Flavone (mg/d)		0,023	Σ Flavone (mg/d)		0,008
<18	0,95	0,19 - 1,17		0,71	0,12 - 0,95	
18-<30	1,12	0,22 - 2,04		1,24	0,51 - 3,02	
30-<40	1,53	0,47 - 2,33		1,44	0,53 - 3,71	
40-<50	1,17	0,56 - 2,29		1,46	0,46 - 3,05	
50-<65	1,58	0,72 - 2,56		1,65	0,65 - 3,78	
>=65	1,59	0,58 - 4,54		2,18	0,57 - 4,51	

Fortsetzung A Tab. 5:

	Cyanidin (mg/d)	0,713	Cyanidin (mg/d)	0,712
<18	0,00	0,00 - 4,03	0,00	0,00 - 3,49
18-<30	0,00	0,00 - 0,79	0,16	0,00 - 3,50
30-<40	0,41	0,00 - 1,64	0,33	0,00 - 2,85
40-<50	0,11	0,00 - 1,24	0,37	0,00 - 3,68
50-<65	0,20	0,00 - 2,20	0,33	0,00 - 3,04
>=65	0,20	0,00 - 1,71	0,23	0,00 - 3,86
	Delphinidin (mg/d)	0,162	Delphinidin (mg/d)	0,101
<18	0,00	0,00 - 0,02	0,00	0,00 - 0,08
18-<30	0,00	0,00 - 0,73	0,03	0,00 - 0,21
30-<40	0,00	0,00 - 0,33	0,14	0,00 - 0,51
40-<50	0,01	0,00 - 0,56	0,08	0,00 - 0,57
50-<65	0,02	0,00 - 0,67	0,06	0,00 - 0,61
>=65	0,01	0,00 - 0,80	0,02	0,00 - 0,28
	Peonidin (mg/d)	0,382	Peonidin (mg/d)	0,003
<18	0,00	0,00 - 0,16	0,00	0,00 - 0,04
18-<30	0,00	0,00 - 1,26	0,05	0,00 - 0,40
30-<40	0,04	0,00 - 0,60	0,17	0,00 - 1,12
40-<50	0,04	0,00 - 0,97	0,24	0,00 - 1,03
50-<65	0,07	0,00 - 1,08	0,20	0,00 - 1,06
>=65	0,08	0,00 - 1,12	0,17	0,00 - 0,83
	Petunidin (mg/d)	0,106	Petunidin (mg/d)	0,041
<18	0,00	0,00 - 0,00	0,00	0,00 - 0,01
18-<30	0,00	0,00 - 1,49	0,00	0,00 - 0,39
30-<40	0,00	0,00 - 0,50	0,03	0,00 - 0,97
40-<50	0,00	0,00 - 1,01	0,01	0,00 - 0,99
50-<65	0,00	0,00 - 1,01	0,01	0,00 - 1,06
>=65	0,00	0,00 - 1,34	0,01	0,00 - 0,50
	Malvidin (mg/d)	0,069	Malvidin (mg/d)	0,006
<18	0,00	0,00 - 0,06	0,00	0,00 - 0,19
18-<30	0,00	0,00 - 6,11	0,06	0,00 - 1,43
30-<40	0,00	0,00 - 2,11	0,13	0,00 - 4,10
40-<50	0,06	0,00 - 4,15	0,14	0,00 - 4,12
50-<65	0,06	0,00 - 4,15	0,09	0,00 - 4,20
>=65	0,08	0,00 - 5,42	0,07	0,00 - 2,12
	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,307	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,015
<18	0,00	0,00 - 4,68	0,00	0,00 - 4,26
18-<30	0,02	0,00 - 10,21	1,41	0,00 - 5,27
30-<40	1,10	0,00 - 9,67	3,33	0,00 - 9,75
40-<50	1,24	0,00 - 9,72	5,36	0,04 - 10,42
50-<65	2,09	0,00 - 11,14	3,94	0,00 - 9,45
>=65	2,35	0,00 - 10,79	3,54	0,00 - 8,89
	Naringenin (mg/d)	0,212	Naringenin (mg/d)	0,186
<18	1,29	0,22 - 3,14	2,15	1,01 - 6,64
18-<30	0,97	0,01 - 3,25	1,29	0,01 - 4,39
30-<40	0,10	0,00 - 3,01	0,86	0,07 - 4,14
40-<50	0,28	0,01 - 3,01	0,49	0,04 - 2,60
50-<65	0,61	0,00 - 4,54	0,73	0,08 - 4,30
>=65	0,13	0,00 - 2,14	0,93	0,07 - 6,20
	Hesperitin (mg/d)	0,105	Hesperitin (mg/d)	0,035
<18	8,51	1,04 - 16,81	13,20	7,26 - 36,66
18-<30	3,06	0,06 - 14,15	2,64	0,07 - 18,20
30-<40	0,63	0,00 - 15,31	6,48	0,28 - 19,70
40-<50	1,22	0,08 - 16,47	2,48	0,15 - 13,85
50-<65	2,79	0,03 - 17,34	3,88	0,75 - 17,64
>=65	0,54	0,00 - 8,95	3,50	0,22 - 17,97

Fortsetzung A Tab. 5:

	Σ Flavanone (mg/d)		0,203	Σ Flavanone (mg/d)		0,070
<18	9,52	1,26 - 21,55		15,38	8,47 - 43,29	
18-<30	6,02	0,06 - 16,29		9,72	0,08 - 22,14	
30-<40	0,80	0,00 - 19,74		7,73	0,43 - 27,00	
40-<50	1,57	0,14 - 19,83		2,98	0,19 - 16,65	
50-<65	3,75	0,03 - 23,56		4,80	1,12 - 23,27	
>=65	0,73	0,00 - 13,45		5,23	0,29 - 24,91	
	Phloretin (mg/d)		0,778	Phloretin (mg/d)		0,001
<18	2,69	0,00 - 7,23		0,00	0,00 - 8,49	
18-<30	1,05	0,01 - 4,00		0,39	0,00 - 4,00	
30-<40	1,70	0,00 - 4,78		1,84	0,41 - 4,41	
40-<50	1,72	0,00 - 4,75		2,36	0,40 - 4,64	
50-<65	1,64	0,07 - 4,39		2,56	1,08 - 5,28	
>=65	2,48	0,37 - 5,05		3,19	1,86 - 5,32	
	Σ Flavonoide (mg/d)		0,031	Σ Flavonoide (mg/d)		0,004
<18	42,86	28,30 - 69,88		73,97	39,76 - 194,00	
18-<30	61,21	31,56 - 148,54		40,08	19,31 - 108,27	
30-<40	40,29	23,65 - 121,27		46,45	32,11 - 113,68	
40-<50	65,15	22,73 - 143,05		57,94	28,68 - 173,89	
50-<65	76,65	32,80 - 179,05		79,18	39,73 - 201,09	
>=65	82,84	29,31 - 164,12		68,10	42,40 - 171,60	

A Tab. 6: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Altersgruppen (Jahre) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

Altergruppen (Jahre)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)			p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)		
			0,387			0,446
<18	0,02	0,01 - 0,16		0,02	0,01 - 0,20	
18-<30	0,08	0,01 - 0,15		0,05	0,02 - 0,21	
30-<40	0,08	0,01 - 0,20		0,08	0,01 - 0,18	
40-<50	0,10	0,01 - 0,19		0,09	0,02 - 0,18	
50-<65	0,08	0,01 - 0,24		0,10	0,02 - 0,20	
>=65	0,07	0,01 - 0,19		0,08	0,01 - 0,19	
	Protocatechusäure (mg/d)			Protocatechusäure (mg/d)		
			0,010			<0,001
<18	0,11	0,05 - 0,22		0,03	0,00 - 0,51	
18-<30	0,11	0,00 - 1,40		0,14	0,04 - 0,60	
30-<40	0,15	0,02 - 0,85		0,37	0,04 - 1,13	
40-<50	0,18	0,04 - 1,69		0,72	0,12 - 1,45	
50-<65	0,47	0,05 - 1,65		0,32	0,06 - 1,16	
>=65	0,55	0,05 - 2,20		0,47	0,07 - 1,00	
	Vanillinsäure (mg/d)			Vanillinsäure (mg/d)		
			<0,001			0,094
<18	0,14	0,10 - 0,18		0,07	0,05 - 0,39	
18-<30	0,52	0,16 - 1,78		0,13	0,08 - 0,28	
30-<40	0,78	0,25 - 1,77		0,24	0,09 - 0,60	
40-<50	0,94	0,36 - 1,65		0,26	0,10 - 0,50	
50-<65	0,90	0,23 - 1,69		0,24	0,09 - 0,53	
>=65	0,98	0,44 - 1,52		0,19	0,08 - 0,50	

Fortsetzung A Tab. 6:

	Salicylsäure (mg/d)	<0,001	Salicylsäure (mg/d)	<0,001
<18	0,02	0,01 - 0,04	0,01	0,00 - 0,04
18-<30	0,12	0,03 - 0,26	0,06	0,03 - 0,18
30-<40	0,17	0,11 - 0,28	0,15	0,06 - 0,22
40-<50	0,17	0,09 - 0,29	0,20	0,14 - 0,26
50-<65	0,17	0,05 - 0,31	0,18	0,11 - 0,27
>=65	0,19	0,13 - 0,26	0,17	0,09 - 0,21
	Gentisinsäure (mg/d)	<0,001	Gentisinsäure (mg/d)	<0,001
<18	0,08	0,00 - 0,20	0,02	0,00 - 0,17
18-<30	0,08	0,00 - 0,19	0,06	0,00 - 0,16
30-<40	0,08	0,00 - 0,29	0,15	0,04 - 0,34
40-<50	0,07	0,00 - 0,26	0,21	0,07 - 0,40
50-<65	0,23	0,03 - 0,50	0,25	0,09 - 0,48
>=65	0,19	0,06 - 0,52	0,38	0,09 - 0,53
	Gallussäure (mg/d)	0,286	Gallussäure (mg/d)	<0,001
<18	0,15	0,01 - 0,39	0,05	0,00 - 1,00
18-<30	0,20	0,00 - 6,89	0,27	0,03 - 0,76
30-<40	0,30	0,02 - 1,20	0,48	0,04 - 2,82
40-<50	0,36	0,01 - 4,49	0,61	0,18 - 4,33
50-<65	0,33	0,02 - 3,47	0,31	0,06 - 2,77
>=65	0,53	0,03 - 4,94	0,44	0,06 - 1,43
	Ellagsäure (mg/d)	0,156	Ellagsäure (mg/d)	0,067
<18	0,60	0,00 - 3,53	0,48	0,19 - 2,08
18-<30	1,05	0,00 - 4,30	1,34	0,45 - 5,50
30-<40	1,50	0,37 - 5,57	2,25	0,40 - 5,72
40-<50	2,81	0,16 - 6,09	2,50	0,40 - 5,73
50-<65	1,94	0,38 - 6,68	2,20	0,55 - 5,25
>=65	2,21	0,37 - 6,05	2,22	0,68 - 6,27
	Syringasäure (mg/d)	<0,001	Syringasäure (mg/d)	<0,001
<18	0,19	0,11 - 1,83	0,39	0,07 - 1,14
18-<30	1,10	0,36 - 2,78	0,45	0,14 - 0,99
30-<40	1,18	0,33 - 2,83	1,20	0,34 - 2,36
40-<50	1,04	0,55 - 2,38	1,37	0,48 - 2,66
50-<65	1,86	0,94 - 3,03	1,46	0,62 - 3,69
>=65	1,76	0,97 - 4,16	2,77	0,67 - 4,17
	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	<0,001	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	<0,001
<18	3,61	0,51 - 5,88	2,46	0,47 - 5,62
18-<30	3,82	1,90 - 16,00	5,11	1,34 - 9,19
30-<40	4,69	2,52 - 11,05	6,45	2,77 - 17,26
40-<50	7,20	2,95 - 17,48	8,28	3,81 - 14,32
50-<65	9,62	4,97 - 17,61	7,58	4,13 - 15,07
>=65	10,60	4,63 - 17,98	7,88	4,71 - 15,84
	Kaffeesäure (mg/d)	<0,001	Kaffeesäure (mg/d)	<0,001
<18	16,38	12,42 - 40,81	18,96	4,37 - 43,12
18-<30	141,91	33,15 - 202,89	101,26	32,29 - 211,81
30-<40	234,99	101,61 - 375,43	204,45	70,48 - 306,52
40-<50	234,92	111,82 - 361,05	281,04	185,99 - 363,91
50-<65	237,69	50,48 - 440,43	282,52	149,71 - 384,52
>=65	249,22	146,70 - 359,61	244,52	139,85 - 313,82

Fortsetzung A Tab. 6:

	p-Cumarsäure (mg/d)		0,156	p-Cumarsäure (mg/d)		0,101
<18	6,15	2,64 - 9,61		10,42	4,21 - 36,67	
18-<30	8,93	4,20 - 29,50		6,18	1,68 - 23,71	
30-<40	7,09	3,53 - 20,17		6,18	2,56 - 14,73	
40-<50	4,90	2,58 - 8,36		6,28	3,37 - 21,61	
50-<65	5,99	3,56 - 12,95		7,68	3,96 - 16,78	
>=65	6,83	3,30 - 12,08		5,64	2,83 - 10,70	
	Ferulasäure (mg/d)		0,213	Ferulasäure (mg/d)		0,125
<18	35,86	9,87 - 81,33		56,33	36,46 - 89,69	
18-<30	56,66	29,96 - 86,35		38,47	22,16 - 72,72	
30-<40	45,26	33,08 - 88,69		43,26	25,79 - 72,48	
40-<50	41,76	24,94 - 62,93		49,07	33,60 - 70,70	
50-<65	48,48	32,67 - 77,55		49,86	35,84 - 76,18	
>=65	48,82	30,98 - 79,11		40,94	21,36 - 65,55	
	Sinapinsäure (mg/d)		0,019	Sinapinsäure (mg/d)		0,018
<18	1,64	1,48 - 3,19		1,33	1,08 - 4,20	
18-<30	2,09	1,51 - 4,33		1,90	1,21 - 2,69	
30-<40	1,98	1,35 - 3,48		1,48	1,14 - 2,47	
40-<50	2,11	1,46 - 2,76		1,84	1,30 - 2,90	
50-<65	2,34	1,78 - 3,33		2,20	1,26 - 3,47	
>=65	2,61	1,79 - 3,74		1,87	1,07 - 3,32	
	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)		<0,001	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)		<0,001
<18	70,34	37,59 - 158,33		100,19	88,55 - 131,51	
18-<30	224,05	145,85 - 347,84		208,89	56,57 - 292,09	
30-<40	309,01	179,11 - 462,00		274,55	140,61 - 387,43	
40-<50	295,48	174,24 - 409,54		349,91	240,89 - 436,82	
50-<65	301,87	136,23 - 495,29		364,60	199,14 - 466,05	
>=65	322,85	212,84 - 406,06		286,00	186,31 - 402,17	
	Σ Phenolsäuren (mg/d)		<0,001	Σ Phenolsäuren (mg/d)		<0,001
<18	77,37	40,69 - 160,71		104,26	97,70 - 131,93	
18-<30	242,94	147,67 - 377,15		225,33	70,40 - 317,71	
30-<40	311,39	181,93 - 478,19		278,43	148,36 - 402,21	
40-<50	301,85	174,82 - 429,79		366,76	259,82 - 449,79	
50-<65	316,66	144,44 - 516,46		372,69	219,41 - 479,72	
>=65	346,00	241,67 - 423,38		298,18	191,16 - 413,97	

A Tab. 7: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen (kg/m²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen (kg/m ²)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	Kämpferol (mg/d)		0,700	Kämpferol (mg/d)		0,137
Untergewicht	0,26	0,24 - 3,51		1,18	0,25 - 2,31	
Normalgewicht	0,53	0,31 - 2,90		0,62	0,25 - 3,20	
Übergewicht	0,53	0,26 - 2,98		0,69	0,35 - 2,93	
Adipositas	0,58	0,28 - 2,77		0,82	0,38 - 4,26	
	Quercetin (mg/d)		0,199	Quercetin (mg/d)		0,003
Untergewicht	3,52	3,27 - 9,62		7,27	4,32 - 12,18	
Normalgewicht	6,25	3,90 - 10,21		6,72	4,03 - 12,17	
Übergewicht	7,22	4,45 - 12,47		7,48	3,42 - 13,33	
Adipositas	6,46	3,52 - 13,57		9,18	5,37 - 16,21	

Fortsetzung A Tab. 7:

	Myricetin (mg/d)		0,076	Myricetin (mg/d)		0,601
Untergewicht	0,45	0,14 - 1,29		0,96	0,30 - 1,57	
Normalgewicht	0,88	0,43 - 2,08		0,86	0,39 - 1,80	
Übergewicht	1,10	0,55 - 2,24		0,76	0,35 - 1,67	
Adipositas	1,21	0,78 - 2,19		0,73	0,43 - 2,25	
	Isorhamnetin (mg/d)		0,068	Isorhamnetin (mg/d)		0,007
Untergewicht	0,24	0,18 - 0,31		0,15	0,06 - 0,40	
Normalgewicht	0,20	0,13 - 0,33		0,20	0,11 - 0,36	
Übergewicht	0,26	0,15 - 0,41		0,22	0,09 - 0,42	
Adipositas	0,24	0,13 - 0,46		0,29	0,13 - 0,46	
	Σ Flavonole (mg/d)		0,167	Σ Flavonole (mg/d)		0,011
Untergewicht	4,50	3,95 - 14,64		9,43	4,88 - 17,35	
Normalgewicht	8,41	5,43 - 16,06		9,07	5,33 - 17,53	
Übergewicht	9,76	6,43 - 16,90		10,06	5,62 - 17,42	
Adipositas	9,67	5,15 - 19,20		11,04	7,17 - 24,85	
	Catechin (mg/d)		0,143	Catechin (mg/d)		0,393
Untergewicht	3,95	1,85 - 9,00		3,88	2,09 - 10,18	
Normalgewicht	3,01	1,10 - 10,01		4,31	1,53 - 9,60	
Übergewicht	5,48	1,98 - 13,80		5,30	1,74 - 9,09	
Adipositas	4,12	1,14 - 9,39		5,09	1,88 - 9,87	
	Epicatechin (mg/d)		0,228	Epicatechin (mg/d)		0,102
Untergewicht	7,74	5,41 - 9,26		10,43	6,49 - 14,63	
Normalgewicht	8,17	3,00 - 18,80		9,34	4,87 - 18,45	
Übergewicht	12,07	5,11 - 19,50		10,56	5,08 - 20,10	
Adipositas	7,69	3,06 - 17,51		12,25	5,80 - 24,75	
	Epicatechin-3-gallat (mg/d)		0,640	Epicatechin-3-gallat (mg/d)		0,425
Untergewicht	0,00	0,00 - 17,54		0,05	0,00 - 15,69	
Normalgewicht	0,00	0,00 - 11,14		0,00	0,00 - 15,46	
Übergewicht	0,00	0,00 - 10,14		0,00	0,00 - 9,88	
Adipositas	0,00	0,00 - 11,97		0,00	0,00 - 21,77	
	Gallocatechin (mg/d)		0,334	Gallocatechin (mg/d)		0,804
Untergewicht	0,00	0,00 - 3,05		0,00	0,00 - 1,93	
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,01		0,00	0,00 - 0,52	
Übergewicht	0,00	0,00 - 0,76		0,00	0,00 - 0,25	
Adipositas	0,00	0,00 - 0,51		0,00	0,00 - 0,08	
	Epigallocatechin (mg/d)		0,898	Epigallocatechin (mg/d)		0,908
Untergewicht	0,00	0,00 - 25,27		0,00	0,00 - 18,43	
Normalgewicht	0,00	0,00 - 16,05		0,00	0,00 - 20,07	
Übergewicht	0,00	0,00 - 14,47		0,00	0,00 - 10,14	
Adipositas	0,00	0,00 - 11,80		0,00	0,00 - 27,69	
	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,718	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,809
Untergewicht	0,00	0,00 - 27,82		0,00	0,00 - 24,92	
Normalgewicht	0,00	0,00 - 17,66		0,00	0,00 - 24,52	
Übergewicht	0,00	0,00 - 16,07		0,00	0,00 - 15,67	
Adipositas	0,00	0,00 - 29,31		0,00	0,00 - 48,14	
	Σ Catechine (mg/d)		0,671	Σ Catechine (mg/d)		0,582
Untergewicht	13,55	7,24 - 88,15		24,76	11,80 - 92,13	
Normalgewicht	16,01	4,22 - 54,52		18,19	7,38 - 79,32	
Übergewicht	22,87	8,97 - 64,47		18,63	9,49 - 84,93	
Adipositas	20,97	5,16 - 66,15		19,53	9,40 - 118,37	
	Apigenin (mg/d)		0,452	Apigenin (mg/d)		0,049
Untergewicht	0,73	0,29 - 1,28		0,86	0,09 - 2,58	
Normalgewicht	0,89	0,25 - 2,15		0,85	0,24 - 2,17	
Übergewicht	1,16	0,29 - 2,17		1,21	0,29 - 3,31	
Adipositas	0,86	0,28 - 2,02		1,60	0,38 - 3,26	

Fortsetzung A Tab. 7:

	Luteolin (mg/d)	0,944	Luteolin (mg/d)	0,553
Untergewicht	0,14	0,06 - 0,21	0,13	0,04 - 0,50
Normalgewicht	0,14	0,06 - 0,50	0,24	0,08 - 0,54
Übergewicht	0,16	0,06 - 0,40	0,21	0,08 - 0,50
Adipositas	0,18	0,06 - 0,48	0,17	0,07 - 0,50
	Flavone (mg/d)	0,371	Flavone (mg/d)	0,052
Untergewicht	1,03	0,63 - 1,34	1,11	0,13 - 2,87
Normalgewicht	1,05	0,41 - 2,56	1,25	0,54 - 2,95
Übergewicht	1,55	0,62 - 2,43	1,48	0,58 - 3,71
Adipositas	1,28	0,54 - 2,16	2,19	0,50 - 3,82
	Cyanidin (mg/d)	0,002	Cyanidin (mg/d)	0,331
Untergewicht	1,19	0,00 - 4,36	0,75	0,00 - 6,36
Normalgewicht	0,00	0,00 - 1,06	0,38	0,00 - 2,85
Übergewicht	0,48	0,00 - 2,21	0,26	0,00 - 3,22
Adipositas	0,00	0,00 - 1,22	0,15	0,00 - 3,58
	Delphinidin (mg/d)	0,011	Delphinidin (mg/d)	0,541
Untergewicht	0,01	0,01 - 0,26	0,08	0,00 - 0,60
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,30	0,06	0,00 - 0,50
Übergewicht	0,05	0,00 - 1,04	0,07	0,00 - 0,49
Adipositas	0,00	0,00 - 0,49	0,02	0,00 - 0,36
	Peonidin (mg/d)	0,005	Peonidin (mg/d)	0,189
Untergewicht	0,13	0,01 - 0,54	0,06	0,00 - 0,96
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,62	0,11	0,00 - 0,94
Übergewicht	0,11	0,00 - 1,48	0,20	0,00 - 0,95
Adipositas	0,00	0,00 - 0,48	0,10	0,00 - 0,55
	Petunidin (mg/d)	0,029	Petunidin (mg/d)	0,438
Untergewicht	0,00	0,00 - 0,46	0,01	0,00 - 1,04
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,10	0,01	0,00 - 0,78
Übergewicht	0,01	0,00 - 1,75	0,01	0,00 - 0,99
Adipositas	0,00	0,00 - 0,57	0,00	0,00 - 0,61
	Malvidin (mg/d)	0,010	Malvidin (mg/d)	0,355
Untergewicht	0,04	0,01 - 1,88	0,17	0,00 - 4,17
Normalgewicht	0,00	0,00 - 0,46	0,08	0,00 - 3,20
Übergewicht	0,07	0,00 - 6,89	0,15	0,00 - 4,06
Adipositas	0,00	0,00 - 2,35	0,06	0,00 - 2,49
	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,007	Σ Anthocyanidine (mg/d)	0,501
Untergewicht	4,01	0,06 - 7,98	3,62	0,00 - 9,17
Normalgewicht	0,01	0,00 - 7,10	2,39	0,00 - 9,83
Übergewicht	2,55	0,00 - 12,35	3,87	0,05 - 8,70
Adipositas	0,04	0,00 - 6,60	1,82	0,00 - 7,38
	Naringenin (mg/d)	0,029	Naringenin (mg/d)	0,418
Untergewicht	1,70	0,00 - 5,01	2,20	0,52 - 5,60
Normalgewicht	1,01	0,01 - 3,55	1,33	0,06 - 4,39
Übergewicht	0,35	0,00 - 2,39	0,61	0,04 - 3,91
Adipositas	0,05	0,00 - 1,43	0,48	0,04 - 2,66
	Hesperitin (mg/d)	0,087	Hesperitin (mg/d)	0,398
Untergewicht	9,09	0,00 - 26,66	8,50	0,64 - 16,21
Normalgewicht	4,56	0,08 - 17,90	7,17	0,26 - 18,92
Übergewicht	1,49	0,01 - 13,47	3,27	0,25 - 13,98
Adipositas	0,30	0,00 - 9,59	2,25	0,13 - 9,99
	Σ Flavanone	0,063	Σ Flavanone	0,338
Untergewicht	11,94	0,00 - 30,69	15,61	3,21 - 21,08
Normalgewicht	7,63	0,12 - 22,78	8,61	0,32 - 25,56
Übergewicht	2,03	0,01 - 17,34	4,07	0,28 - 16,81
Adipositas	0,38	0,00 - 11,06	2,77	0,16 - 13,40

Fortsetzung A Tab. 7:

	Phloretin		0,201	Phloretin		0,515
Untergewicht	4,97	3,57 - 7,54		1,72	0,11 - 11,92	
Normalgewicht	1,58	0,06 - 4,24		2,32	0,05 - 4,27	
Übergewicht	1,47	0,00 - 4,70		2,38	0,46 - 4,63	
Adipositas	1,28	0,00 - 6,50		2,70	1,10 - 5,03	
	Σ Flavonoide		0,750	Σ Flavonoide		0,739
Untergewicht	40,05	33,29 - 130,34		73,97	40,77 - 136,84	
Normalgewicht	58,83	26,21 - 143,12		68,61	29,44 - 152,84	
Übergewicht	64,22	32,97 - 131,21		55,93	32,73 - 127,59	
Adipositas	56,75	22,65 - 144,39		59,90	34,29 - 212,35	

A Tab. 8: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach BMI-Gruppen (kg/m²) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen (kg/m ²)	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)			p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)		
			0,086			0,535
Untergewicht	0,09	0,01 - 0,11		0,10	0,03 - 0,31	
Normalgewicht	0,06	0,01 - 0,18		0,08	0,01 - 0,20	
Übergewicht	0,10	0,01 - 0,24		0,08	0,02 - 0,15	
Adipositas	0,05	0,01 - 0,18		0,09	0,02 - 0,22	
	Protocatechusäure (mg/d)			Protocatechusäure (mg/d)		
			0,380			0,230
Untergewicht	0,20	0,07 - 0,71		0,23	0,04 - 0,82	
Normalgewicht	0,20	0,04 - 0,96		0,21	0,03 - 1,12	
Übergewicht	0,28	0,04 - 1,89		0,53	0,08 - 1,20	
Adipositas	0,16	0,01 - 0,94		0,46	0,10 - 0,93	
	Vanillinsäure (mg/d)			Vanillinsäure (mg/d)		
			0,002			0,106
Untergewicht	0,17	0,09 - 0,54		0,22	0,07 - 1,10	
Normalgewicht	0,49	0,18 - 1,28		0,21	0,08 - 0,50	
Übergewicht	0,93	0,35 - 1,82		0,20	0,08 - 0,48	
Adipositas	0,92	0,15 - 1,75		0,14	0,09 - 0,40	
	Salicylsäure (mg/d)			Salicylsäure (mg/d)		
			<0,001			<0,001
Untergewicht	0,02	0,01 - 0,07		0,05	0,00 - 0,13	
Normalgewicht	0,11	0,02 - 0,22		0,15	0,05 - 0,24	
Übergewicht	0,18	0,11 - 0,29		0,17	0,10 - 0,25	
Adipositas	0,22	0,12 - 0,28		0,18	0,09 - 0,25	
	Gentisinsäure (mg/d)			Gentisinsäure (mg/d)		
			0,476			0,001
Untergewicht	0,17	0,01 - 0,30		0,15	0,02 - 0,24	
Normalgewicht	0,10	0,00 - 0,29		0,14	0,02 - 0,40	
Übergewicht	0,14	0,02 - 0,36		0,18	0,04 - 0,40	
Adipositas	0,06	0,00 - 0,41		0,32	0,12 - 0,53	
	Gallussäure (mg/d)			Gallussäure (mg/d)		
			0,644			0,134
Untergewicht	0,34	0,26 - 2,51		0,21	0,03 - 1,30	
Normalgewicht	0,22	0,03 - 1,19		0,36	0,05 - 2,28	
Übergewicht	0,34	0,02 - 5,62		0,58	0,12 - 3,05	
Adipositas	0,41	0,01 - 1,65		0,31	0,05 - 1,10	
	Ellagsäure (mg/d)			Ellagsäure (mg/d)		
			0,010			0,835
Untergewicht	3,32	0,33 - 3,76		2,49	0,96 - 5,98	
Normalgewicht	1,03	0,06 - 4,93		2,07	0,45 - 5,55	
Übergewicht	2,98	0,38 - 6,86		2,16	0,37 - 4,60	
Adipositas	1,61	0,00 - 3,34		1,58	0,33 - 5,99	

Fortsetzung A Tab. 8:

	Syringasäure (mg/d)	0,003	Syringasäure (mg/d)	0,050
Untergewicht	0,69	0,15 - 0,97	1,10	0,26 - 1,77
Normalgewicht	1,10	0,35 - 2,38	1,16	0,24 - 2,65
Übergewicht	1,72	0,67 - 2,96	1,34	0,30 - 2,91
Adipositas	1,35	0,69 - 2,51	1,93	0,55 - 3,69
	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	0,005	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	0,890
Untergewicht	4,76	1,41 - 11,21	7,91	1,71 - 14,35
Normalgewicht	5,15	2,13 - 12,07	6,75	2,60 - 15,20
Übergewicht	8,09	3,87 - 21,56	7,85	3,69 - 13,40
Adipositas	6,27	3,78 - 12,23	6,75	3,66 - 10,66
	Kaffeensäure (mg/d)	<0,001	Kaffeensäure (mg/d)	<0,001
Untergewicht	17,39	11,86 - 81,93	52,86	11,86 - 181,40
Normalgewicht	124,88	23,78 - 263,91	211,53	75,88 - 315,01
Übergewicht	239,13	123,47 - 392,94	250,15	146,02 - 363,24
Adipositas	303,85	170,79 - 420,27	260,46	143,34 - 357,26
	p-Cumarsäure (mg/d)	0,151	p-Cumarsäure (mg/d)	0,017
Untergewicht	6,10	4,84 - 41,31	12,45	6,18 - 32,54
Normalgewicht	6,35	3,20 - 12,64	6,39	3,22 - 16,27
Übergewicht	6,46	3,75 - 22,08	6,56	2,98 - 22,78
Adipositas	5,15	2,44 - 7,89	5,58	2,89 - 11,37
	Ferulasäure (mg/d)	0,585	Ferulasäure (mg/d)	0,622
Untergewicht	38,96	17,72 - 102,25	55,96	34,78 - 86,02
Normalgewicht	49,12	31,89 - 81,25	45,59	30,17 - 70,77
Übergewicht	47,21	30,37 - 77,94	46,72	29,64 - 70,60
Adipositas	40,22	29,21 - 68,18	47,48	25,27 - 62,00
	Sinapinsäure (mg/d)	0,137	Sinapinsäure (mg/d)	0,341
Untergewicht	2,35	0,83 - 3,35	2,04	1,37 - 3,99
Normalgewicht	2,24	1,64 - 3,48	1,76	1,19 - 2,83
Übergewicht	2,13	1,47 - 3,24	1,76	1,09 - 2,94
Adipositas	2,30	1,44 - 3,05	1,86	1,21 - 3,54
	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)	<0,001	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)	0,005
Untergewicht	184,42	65,29 - 202,70	136,96	89,91 - 254,86
Normalgewicht	204,22	102,36 - 360,92	270,30	137,89 - 399,25
Übergewicht	299,03	197,23 - 497,52	314,72	199,45 - 438,64
Adipositas	355,94	227,74 - 474,70	322,22	196,75 - 433,87
	Σ Phenolsäuren (mg/d)	<0,001	Σ Phenolsäuren (mg/d)	0,006
Untergewicht	189,34	69,81 - 211,00	150,47	102,41 - 256,70
Normalgewicht	216,73	114,18 - 380,83	282,56	150,91 - 410,33
Übergewicht	324,04	218,75 - 516,26	328,39	207,36 - 454,72
Adipositas	370,77	233,96 - 486,76	328,47	203,02 - 441,81

A Tab. 9: Flavonoidzufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=473) nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

Jahreszeit	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen		Median	25-75% Perzentilen	
	Kämpferol (mg/d)			Kämpferol (mg/d)		
			p*			p*
			0,152			0,031
Frühling	0,56	0,31 - 3,26		0,56	0,30 - 1,87	
Sommer	1,48	0,26 - 5,50		1,17	0,46 - 4,16	
Herbst	0,47	0,25 - 1,87		0,53	0,24 - 3,06	
Winter	0,50	0,24 - 2,97		1,21	0,37 - 3,81	
	Quercetin (mg/d)			Quercetin (mg/d)		
			0,006			0,019
Frühling	6,57	4,04 - 12,11		6,15	3,86 - 10,89	
Sommer	8,70	5,77 - 14,13		11,14	4,85 - 16,68	
Herbst	5,56	3,04 - 9,99		6,86	4,11 - 11,90	
Winter	7,59	3,76 - 12,28		9,19	4,96 - 12,72	
	Myricetin (mg/d)			Myricetin (mg/d)		
			0,210			0,012
Frühling	0,95	0,44 - 2,16		0,58	0,35 - 1,42	
Sommer	1,23	0,88 - 2,73		1,47	0,56 - 2,54	
Herbst	0,90	0,60 - 1,72		0,87	0,46 - 1,49	
Winter	0,95	0,46 - 2,27		0,74	0,36 - 1,85	
	Isorhamnetin (mg/d)			Isorhamnetin (mg/d)		
			0,185			0,011
Frühling	0,24	0,13 - 0,41		0,23	0,13 - 0,39	
Sommer	0,28	0,14 - 0,44		0,24	0,14 - 0,47	
Herbst	0,19	0,13 - 0,36		0,17	0,09 - 0,35	
Winter	0,24	0,15 - 0,36		0,21	0,09 - 0,40	
	Σ Flavonole (mg/d)			Σ Flavonole (mg/d)		
			0,010			0,013
Frühling	8,41	5,56 - 17,41		8,27	5,11 - 14,69	
Sommer	13,52	8,63 - 21,64		14,00	7,17 - 24,79	
Herbst	7,82	4,56 - 13,28		9,00	5,31 - 14,86	
Winter	10,13	5,93 - 17,53		11,08	7,06 - 18,90	
	Catechin (mg/d)			Catechin (mg/d)		
			0,062			0,001
Frühling	3,38	1,25 - 9,99		3,28	1,23 - 6,69	
Sommer	6,47	2,60 - 14,29		8,29	3,25 - 14,96	
Herbst	2,61	0,99 - 9,00		5,31	1,83 - 9,44	
Winter	5,71	1,85 - 14,60		4,71	1,71 - 9,11	
	Epicatechin (mg/d)			Epicatechin (mg/d)		
			0,044			<0,001
Frühling	9,17	3,29 - 17,07		7,29	3,05 - 15,75	
Sommer	12,62	7,05 - 23,00		15,64	6,60 - 28,07	
Herbst	6,31	2,54 - 17,81		9,93	5,17 - 18,00	
Winter	12,31	6,03 - 18,51		11,25	6,18 - 18,53	
	Epicatechin-3-gallat (mg/d)			Epicatechin-3-gallat (mg/d)		
			0,021			0,023
Frühling	0,00	0,00 - 14,22		0,00	0,00 - 0,63	
Sommer	0,00	0,00 - 27,74		0,69	0,00 - 28,57	
Herbst	0,00	0,00 - 2,43		0,00	0,00 - 13,29	
Winter	0,00	0,00 - 0,10		0,00	0,00 - 17,28	
	Gallocatechin (mg/d)			Gallocatechin (mg/d)		
			0,002			0,617
Frühling	0,00	0,00 - 1,76		0,00	0,00 - 0,00	
Sommer	0,00	0,00 - 2,20		0,00	0,00 - 1,46	
Herbst	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 0,15	
Winter	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 1,35	
	Epigallocatechin (mg/d)			Epigallocatechin (mg/d)		
			0,006			0,093
Frühling	0,00	0,00 - 20,07		0,00	0,00 - 0,09	
Sommer	0,00	0,00 - 39,10		0,00	0,00 - 33,26	
Herbst	0,00	0,00 - 2,44		0,00	0,00 - 15,25	
Winter	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 23,53	

Fortsetzung A Tab. 9:

	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,015	Epigallocatechin-3-gallat (mg/d)		0,052
Frühling	0,00	0,00 - 22,55		0,00	0,00 - 0,00	
Sommer	0,00	0,00 - 44,12		0,00	0,00 - 52,48	
Herbst	0,00	0,00 - 2,68		0,00	0,00 - 21,60	
Winter	0,00	0,00 - 0,00		0,00	0,00 - 26,98	
	Σ Catechine (mg/d)		0,076	Σ Catechine (mg/d)		<0,001
Frühling	17,84	5,16 - 88,06		12,02	4,89 - 40,53	
Sommer	31,13	16,36 - 136,87		33,93	13,58 - 163,88	
Herbst	15,33	3,92 - 52,36		19,75	10,38 - 78,94	
Winter	22,14	9,42 - 46,35		18,66	11,04 - 110,17	
	Apigenin (mg/d)		0,357	Apigenin (mg/d)		0,200
Frühling	0,89	0,30 - 1,84		1,29	0,28 - 2,90	
Sommer	1,60	0,27 - 3,64		0,86	0,20 - 3,01	
Herbst	1,01	0,15 - 1,70		0,87	0,22 - 2,60	
Winter	0,87	0,22 - 2,32		1,21	0,32 - 3,31	
	Luteolin (mg/d)		0,001	Luteolin (mg/d)		0,007
Frühling	0,18	0,07 - 0,41		0,29	0,09 - 0,57	
Sommer	0,25	0,12 - 0,85		0,23	0,08 - 0,57	
Herbst	0,11	0,04 - 0,42		0,14	0,04 - 0,51	
Winter	0,15	0,04 - 0,35		0,18	0,07 - 0,44	
	Σ Flavone (mg/d)		0,049	Σ Flavone (mg/d)		0,186
Frühling	1,23	0,63 - 2,17		1,75	0,63 - 2,17	
Sommer	1,92	0,71 - 4,48		1,34	0,71 - 4,48	
Herbst	1,31	0,32 - 2,02		1,32	0,32 - 2,02	
Winter	1,26	0,40 - 2,56		1,52	0,40 - 2,56	
	Cyanidin (mg/d)		0,012	Cyanidin (mg/d)		0,005
Frühling	0,42	0,00 - 3,82		1,60	0,00 - 5,01	
Sommer	0,00	0,00 - 0,46		0,35	0,00 - 2,95	
Herbst	0,00	0,00 - 0,79		0,20	0,00 - 1,63	
Winter	0,21	0,00 - 1,45		0,15	0,00 - 1,93	
	Delphinidin (mg/d)		0,735	Delphinidin (mg/d)		0,045
Frühling	0,01	0,00 - 0,17		0,02	0,00 - 0,15	
Sommer	0,00	0,00 - 0,86		0,10	0,00 - 0,98	
Herbst	0,00	0,00 - 0,49		0,14	0,00 - 0,65	
Winter	0,01	0,00 - 0,80		0,05	0,00 - 0,31	
	Peonidin (mg/d)		0,710	Peonidin (mg/d)		0,268
Frühling	0,05	0,00 - 0,36		0,14	0,00 - 0,49	
Sommer	0,00	0,00 - 1,50		0,22	0,00 - 1,66	
Herbst	0,00	0,00 - 0,83		0,13	0,00 - 1,05	
Winter	0,07	0,00 - 1,38		0,07	0,00 - 0,75	
	Petunidin (mg/d)		0,740	Petunidin (mg/d)		0,001
Frühling	0,00	0,00 - 0,05		0,00	0,00 - 0,14	
Sommer	0,00	0,00 - 1,76		0,02	0,00 - 1,99	
Herbst	0,00	0,00 - 0,97		0,03	0,00 - 1,20	
Winter	0,00	0,00 - 1,64		0,01	0,00 - 0,60	
	Malvidin (mg/d)		0,802	Malvidin (mg/d)		0,020
Frühling	0,05	0,00 - 0,32		0,05	0,00 - 0,51	
Sommer	0,02	0,00 - 6,04		0,22	0,00 - 7,00	
Herbst	0,01	0,00 - 3,66		0,19	0,00 - 4,92	
Winter	0,05	0,00 - 6,67		0,08	0,00 - 2,43	
	Σ Anthocyanidine (mg/d)		0,739	Σ Anthocyanidine (mg/d)		0,285
Frühling	1,58	0,00 - 7,72		3,51	0,00 - 7,93	
Sommer	0,02	0,00 - 11,53		5,47	0,00 - 14,16	
Herbst	0,02	0,00 - 9,39		3,38	0,00 - 9,99	
Winter	1,84	0,00 - 12,44		2,08	0,00 - 6,57	

Fortsetzung A Tab. 9:

	Naringenin (mg/d)		0,139	Naringenin (mg/d)		0,023
Frühling	0,78	0,02 - 2,09		0,77	0,22 - 3,41	
Sommer	0,05	0,00 - 2,14		0,75	0,06 - 2,42	
Herbst	0,27	0,00 - 2,39		0,57	0,01 - 3,34	
Winter	1,15	0,00 - 6,78		1,61	0,08 - 7,52	
	Hesperitin		0,068	Hesperitin		0,082
Frühling	3,91	0,13 - 12,10		3,21	0,80 - 13,30	
Sommer	0,14	0,00 - 12,20		3,78	0,30 - 13,22	
Herbst	1,49	0,02 - 12,63		2,73	0,10 - 14,59	
Winter	3,23	0,00 - 28,44		8,50	0,24 - 23,29	
	Σ Flavanone (mg/d)		0,076	Σ Flavanone (mg/d)		0,037
Frühling	5,02	0,16 - 15,25		6,37	1,15 - 17,04	
Sommer	0,21	0,00 - 14,47		4,27	0,44 - 16,27	
Herbst	1,95	0,03 - 14,95		3,54	0,17 - 19,30	
Winter	5,95	0,00 - 34,22		10,33	0,33 - 40,51	
	Phloretin		0,183	Phloretin		0,613
Frühling	1,98	0,06 - 5,00		2,51	0,14 - 4,58	
Sommer	1,87	0,02 - 4,82		2,36	0,39 - 3,76	
Herbst	1,02	0,00 - 3,75		1,81	0,31 - 4,60	
Winter	2,06	0,00 - 5,82		2,51	0,53 - 5,17	
	Σ Flavonoide (mg/d)		0,033	Σ Flavonoide (mg/d)		0,012
Frühling	54,54	27,67 - 135,83		49,07	24,18 - 103,73	
Sommer	79,39	37,91 - 164,12		96,22	40,75 - 231,37	
Herbst	48,40	20,96 - 113,87		58,81	32,55 - 128,58	
Winter	76,20	34,74 - 150,65		77,77	37,69 - 153,20	

A Tab. 10: Phenolsäurezufuhr in mg/d bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) nach Jahreszeit mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal Wallis Test*, p<0,05)

Jahreszeit	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	25-75% Perzentilen	p*	Median	25-75% Perzentilen	p*
	p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)		0,021	p-Hydroxybenzoesäure (mg/d)		0,008
Frühling	0,10	0,01 - 0,24		0,13	0,03 - 0,34	
Sommer	0,03	0,01 - 0,11		0,08	0,01 - 0,15	
Herbst	0,05	0,01 - 0,17		0,06	0,01 - 0,13	
Winter	0,09	0,01 - 0,18		0,06	0,01 - 0,18	
	Protocatechusäure (mg/d)		0,256	Protocatechusäure (mg/d)		0,454
Frühling	0,22	0,05 - 1,10		0,32	0,10 - 1,16	
Sommer	0,05	0,03 - 1,67		0,47	0,04 - 1,53	
Herbst	0,14	0,01 - 0,89		0,35	0,04 - 1,25	
Winter	0,21	0,05 - 1,78		0,25	0,04 - 0,83	
	Vanillinsäure (mg/d)		0,736	Vanillinsäure (mg/d)		0,185
Frühling	0,68	0,18 - 1,68		0,24	0,09 - 0,33	
Sommer	0,56	0,15 - 1,88		0,63	0,07 - 0,70	
Herbst	0,63	0,16 - 1,44		0,48	0,09 - 0,57	
Winter	0,84	0,34 - 1,50		0,33	0,08 - 0,41	
	Salicylsäure (mg/d)		0,178	Salicylsäure (mg/d)		0,263
Frühling	0,13	0,06 - 0,24		0,16	0,08 - 0,24	
Sommer	0,15	0,05 - 0,31		0,17	0,06 - 0,25	
Herbst	0,17	0,05 - 0,31		0,17	0,06 - 0,24	
Winter	0,16	0,05 - 0,25		0,13	0,05 - 0,23	

Fortsetzung A Tab. 10:

	Ellagsäure (mg/d)	0,038	Ellagsäure (mg/d)	0,014
Frühling	3,00	0,33 - 5,87	3,32	0,74 - 7,16
Sommer	0,89	0,00 - 3,22	2,02	0,28 - 4,85
Herbst	1,15	0,16 - 5,40	1,97	0,33 - 5,15
Winter	2,13	0,37 - 5,78	1,50	0,32 - 3,54
	Gentisinsäure (mg/d)	0,217	Gentisinsäure (mg/d)	0,683
Frühling	0,14	0,00 - 0,34	0,17	0,05 - 0,41
Sommer	0,08	0,02 - 0,36	0,26	0,04 - 0,43
Herbst	0,06	0,00 - 0,29	0,14	0,02 - 0,35
Winter	0,15	0,02 - 0,40	0,20	0,05 - 0,42
	Gallussäure (mg/d)	0,350	Gallussäure (mg/d)	0,316
Frühling	0,31	0,03 - 1,21	0,36	0,07 - 0,79
Sommer	0,17	0,02 - 3,70	0,55	0,04 - 4,41
Herbst	0,19	0,00 - 3,22	0,59	0,04 - 4,25
Winter	0,37	0,02 - 5,59	0,30	0,04 - 1,79
	Syringasäure (mg/d)	0,079	Syringasäure (mg/d)	0,001
Frühling	1,12	0,47 - 2,51	0,64	0,14 - 2,13
Sommer	1,88	0,72 - 2,82	1,93	0,22 - 3,95
Herbst	1,16	0,39 - 2,44	1,33	0,42 - 2,74
Winter	1,83	0,72 - 3,41	1,38	0,63 - 2,85
	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	0,090	Σ Hydroxybenzoesäuren (mg/d)	0,606
Frühling	7,09	3,10 - 12,76	6,79	2,96 - 11,82
Sommer	4,63	2,55 - 13,78	7,84	3,40 - 20,82
Herbst	4,74	2,05 - 14,22	7,39	3,31 - 14,68
Winter	9,13	3,87 - 19,43	6,86	3,53 - 9,92
	Kaffeesäure (mg/d)	0,097	Kaffeesäure (mg/d)	0,302
Frühling	174,75	27,47 - 318,52	240,44	108,97 - 348,72
Sommer	190,26	70,96 - 456,38	242,56	79,09 - 366,45
Herbst	236,01	55,46 - 413,95	221,95	106,56 - 323,94
Winter	204,21	48,14 - 318,95	197,45	55,24 - 333,33
	p-Cumarsäure (mg/d)	0,291	p-Cumarsäure (mg/d)	0,759
Frühling	5,90	3,23 - 12,15	6,01	3,06 - 13,68
Sommer	6,48	4,48 - 29,53	8,00	3,06 - 29,14
Herbst	7,51	3,79 - 19,90	6,69	3,35 - 14,01
Winter	6,10	2,73 - 9,67	5,97	2,59 - 23,11
	Ferulasäure (mg/d)	0,003	Ferulasäure (mg/d)	0,025
Frühling	46,59	26,07 - 66,74	42,77	29,30 - 58,57
Sommer	48,92	34,59 - 70,98	59,30	35,59 - 83,91
Herbst	51,41	39,64 - 105,15	49,21	33,97 - 70,59
Winter	40,85	21,69 - 79,09	42,86	21,91 - 68,88
	Sinapinsäure (mg/d)	0,334	Sinapinsäure (mg/d)	0,001
Frühling	2,13	1,50 - 3,20	1,63	1,10 - 2,35
Sommer	2,31	1,58 - 4,27	2,12	1,56 - 3,93
Herbst	2,34	1,64 - 3,64	2,23	1,29 - 3,36
Winter	2,17	1,49 - 3,21	1,66	1,07 - 2,74
	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)	0,019	Σ Hydroxyzimtsäuren (mg/d)	0,294
Frühling	237,21	121,81 - 405,21	290,53	166,84 - 411,33
Sommer	277,53	144,67 - 514,88	324,54	138,52 - 494,69
Herbst	342,16	190,16 - 498,17	285,27	186,32 - 403,35
Winter	274,20	135,79 - 393,69	267,36	132,87 - 412,18

Fortsetzung A Tab. 10:

	Σ Phenolsäuren			0,025	Σ Phenolsäuren			0,244
Frühling	241,61	129,81	-415,91		294,85	177,51	-440,62	
Sommer	282,64	161,41	-517,17		350,10	153,57	-500,45	
Herbst	366,64	205,49	-511,00		295,88	201,91	-411,32	
Winter	293,19	143,00	-428,33		271,49	140,46	-421,88	

A Tab. 11: Zufuhr von Fettsäuren in % bzw. ‰ der Energieaufnahme bei Männern (n=328) und Frauen (n=472) der BVS II nach BMI-Gruppen mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und Unterschieden zwischen den Gruppen (Kruskal-Wallis-Test*, p<0,05)

BMI-Gruppen	Männer (n=328)			Frauen (n=472)		
	Median	IQR	p*	Median	IQR	p*
	14:0 (%en.)			14:0 (%en.)		
Untergewicht	2,16	0,88	0,263	1,98	1,09	0,471
Normalgewicht	1,75	0,87		1,71	0,81	
Übergewicht	1,60	0,75		1,85	0,83	
Adipositas	1,68	1,06		1,81	0,88	
	16:0 (%en.)			16:0 (%en.)		
Untergewicht	7,71	1,20	0,886	7,26	2,39	0,003
Normalgewicht	7,52	1,70		7,12	1,81	
Übergewicht	7,45	1,87		7,57	1,97	
Adipositas	7,30	2,21		7,82	1,35	
	16:1 (%en.)			16:1 (%en.)		
Untergewicht	0,85	0,08	0,331	0,76	0,21	<0,001
Normalgewicht	0,80	0,28		0,75	0,25	
Übergewicht	0,84	0,26		0,81	0,25	
Adipositas	0,86	0,27		0,88	0,22	
	17:0 (‰en.)			17:0 (‰en.)		
Untergewicht	1,74	0,81	0,288	1,41	1,00	0,168
Normalgewicht	1,37	0,83		1,36	0,65	
Übergewicht	1,32	0,65		1,53	0,73	
Adipositas	1,40	0,95		1,47	0,59	
	18:0 (%en.)			18:0 (%en.)		
Untergewicht	3,64	0,32	0,455	2,91	0,89	0,003
Normalgewicht	3,19	0,94		2,95	1,05	
Übergewicht	3,26	1,15		3,19	1,00	
Adipositas	3,16	1,03		3,37	0,90	
	18:1 (%en.)			18:1 (%en.)		
Untergewicht	12,81	3,16	0,408	10,46	6,61	0,061
Normalgewicht	11,59	3,63		10,89	3,45	
Übergewicht	11,90	3,30		11,47	3,76	
Adipositas	11,28	2,64		11,14	3,18	
	18:2 (%en.)			18:2 (%en.)		
Untergewicht	4,31	2,79	0,322	4,32	2,56	0,004
Normalgewicht	4,87	2,37		5,02	2,60	
Übergewicht	5,09	2,78		5,65	3,03	
Adipositas	4,58	2,16		5,04	3,32	
	20:0 (‰en.)			20:0 (‰en.)		
Untergewicht	1,67	0,78	0,298	1,39	0,67	0,885
Normalgewicht	1,35	0,44		1,35	0,47	
Übergewicht	1,28	0,49		1,40	0,44	
Adipositas	1,25	0,42		1,33	0,44	

Fortsetzung A Tab. 11:

	18:3 (%en.)	0,903	18:3 (%en.)	0,001
Untergewicht	0,50	0,15	0,56	0,16
Normalgewicht	0,51	0,13	0,53	0,15
Übergewicht	0,54	0,18	0,58	0,16
Adipositas	0,53	0,15	0,61	0,14
	22:0 (‰en.)	0,101	22:0 (‰en.)	0,001
Untergewicht	0,45	0,27	0,16	0,27
Normalgewicht	0,28	0,29	0,29	0,32
Übergewicht	0,31	0,33	0,37	0,41
Adipositas	0,30	0,28	0,30	0,26
	20:3 (‰en.)	0,203	20:3 (‰en.)	0,490
Untergewicht	0,29	0,10	0,15	0,23
Normalgewicht	0,20	0,22	0,18	0,21
Übergewicht	0,20	0,21	0,17	0,15
Adipositas	0,20	0,18	0,17	0,18
	20:4 (‰en.)	0,481	20:4 (‰en.)	0,003
Untergewicht	0,88	0,51	0,40	0,53
Normalgewicht	0,69	0,61	0,62	0,61
Übergewicht	0,74	0,65	0,65	0,61
Adipositas	0,77	0,56	0,78	0,63
	24:0 (‰en.)	0,161	24:0 (‰en.)	0,013
Untergewicht	0,06	0,09	0,05	0,08
Normalgewicht	0,06	0,07	0,07	0,10
Übergewicht	0,07	0,11	0,10	0,12
Adipositas	0,05	0,07	0,06	0,12
	20:5 (‰en.)	0,175	20:5 (‰en.)	0,081
Untergewicht	0,08	0,49	0,13	0,55
Normalgewicht	0,10	0,34	0,08	0,36
Übergewicht	0,11	0,49	0,12	0,35
Adipositas	0,13	0,49	0,12	0,51
	22:4 (‰en.)	0,948	22:4 (‰en.)	0,172
Untergewicht	0,00	0,00	0,00	0,00
Normalgewicht	0,00	0,00	0,00	0,00
Übergewicht	0,00	0,00	0,00	0,00
Adipositas	0,00	0,00	0,00	0,00
	22:5 (‰en.)	0,780	22:5 (‰en.)	0,870
Untergewicht	0,22	0,30	0,13	0,21
Normalgewicht	0,11	0,28	0,11	0,24
Übergewicht	0,16	0,32	0,12	0,22
Adipositas	0,12	0,35	0,14	0,39
	22:6 (‰en.)	0,552	22:6 (‰en.)	0,390
Untergewicht	0,48	1,22	0,43	0,99
Normalgewicht	0,32	0,77	0,34	0,73
Übergewicht	0,39	1,07	0,37	0,85
Adipositas	0,38	1,26	0,56	1,15
	Cholesterin (‰en.)	0,065	Cholesterin (‰en.)	<0,001
Untergewicht	1,32	0,31	1,11	0,57
Normalgewicht	1,21	0,49	1,26	0,50
Übergewicht	1,30	0,44	1,42	0,50
Adipositas	1,32	0,55	1,44	0,70
	gesättigte FS (%en.)	0,777	gesättigte FS (%en.)	0,038
Untergewicht	16,51	3,30	16,05	5,38
Normalgewicht	14,81	4,32	14,49	4,32
Übergewicht	14,69	4,52	15,53	4,20
Adipositas	14,73	5,15	15,44	3,86

Fortsetzung A Tab. 11:

	MUFA (%en.)	0,456	MUFA (%en.)	0,043
Untergewicht	13,67	2,84	11,25	6,55
Normalgewicht	12,38	3,67	11,66	3,58
Übergewicht	12,75	3,52	12,24	3,83
Adipositas	12,00	2,83	12,10	3,14
	PUFA (%en.)	0,270	PUFA (%en.)	0,001
Untergewicht	5,34	2,78	4,89	2,42
Normalgewicht	5,56	2,53	5,70	2,86
Übergewicht	5,94	3,03	6,56	3,18
Adipositas	5,34	2,23	6,09	3,62
	Σ n-3 FS (%en.)	0,913	Σ n-3 FS (%en.)	<0,001
Untergewicht	0,66	0,20	0,62	0,18
Normalgewicht	0,62	0,27	0,63	0,28
Übergewicht	0,64	0,29	0,69	0,22
Adipositas	0,60	0,26	0,73	0,27
	Σ n-6 FS (%en.)	0,318	Σ n-6 FS (%en.)	0,003
Untergewicht	4,50	2,69	4,33	2,53
Normalgewicht	4,92	2,39	5,12	2,58
Übergewicht	5,21	2,88	5,78	3,07
Adipositas	4,63	2,22	5,14	3,30

A Tab. 12: Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der Gesamtgruppe der BVS II (n=670) bzw. Männern (n=174) und Frauen (n=344) mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen

Flavonide in mg/d	Normalgewichtige (n=535)		Adipöse (n=135)		p*
	Median	25-75% Perzentilen	Median	25-75% Perzentilen	
	Gesamtgruppe (353/135[#])				
Kämpferol	0,57	0,27 - 3,09	0,71	0,36 - 3,53	0,094
Quercetin	6,37	4,00 - 11,48	8,10	4,41 - 15,79	0,010
Myricetin	0,88	0,41 - 1,87	0,98	0,55 - 2,19	0,225
Isorhamnetin	0,20	0,12 - 0,35	0,25	0,13 - 0,46	0,012
Σ Flavonole	8,74	5,39 - 16,31	10,59	5,98 - 22,98	0,012
Catechin	3,70	1,31 - 9,63	4,64	1,53 - 9,39	0,461
Epicatechin	8,92	3,73 - 18,48	10,19	4,28 - 19,66	0,164
Epicatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 13,92	0,00	0,00 - 18,23	0,619
Gallocatechin	0,00	0,00 - 0,34	0,00	0,00 - 0,09	0,652
Epigallocatechin	0,00	0,00 - 18,29	0,00	0,00 - 24,79	0,814
Epigallocatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 22,13	0,00	0,00 - 31,05	0,730
Σ Catechine	16,76	5,60 - 72,20	20,36	7,95 - 94,64	0,229
Apigenin	0,86	0,24 - 2,16	1,31	0,32 - 2,73	0,054
Luteolin	0,19	0,06 - 0,51	0,18	0,06 - 0,50	0,763
Σ Flavone	1,11	0,51 - 2,73	1,57	0,53 - 3,58	0,053
Cyanidin	0,09	0,00 - 1,80	0,07	0,00 - 1,99	0,332
Delphinidin	0,01	0,00 - 0,45	0,01	0,00 - 0,37	0,580
Peonidin	0,04	0,00 - 0,78	0,03	0,00 - 0,48	0,205
Petunidin	0,00	0,00 - 0,63	0,00	0,00 - 0,53	0,143
Malvidin	0,05	0,00 - 2,62	0,05	0,00 - 2,16	0,494

Fortsetzung A Tab. 12:

Σ Anthocyanidine	1,10	0,00 - 9,08	1,33	0,00 - 7,01	0,456
Naringenin	1,21	0,04 - 4,15	0,30	0,01 - 1,64	0,003
Hesperitin	6,16	0,16 - 18,00	1,66	0,04 - 9,20	0,008
Σ Flavanone	8,21	0,20 - 23,53	2,01	0,05 - 12,13	0,005
Phloretin	1,96	0,06 - 4,24	2,26	0,39 - 5,36	0,350
Σ Flavonoide	62,04	27,33 -143,73	58,66	28,17 -159,62	0,712
Männer (122/52[#])					
Kämpferol	0,53	0,31 - 2,90	0,58	0,28 - 2,77	0,976
Quercetin	6,25	3,90 - 10,21	6,46	3,52 - 13,57	0,856
Myricetin	0,88	0,43 - 2,08	1,21	0,78 - 2,19	0,217
Isorhamnetin	0,20	0,13 - 0,33	0,24	0,13 - 0,46	0,617
Σ Flavonole	8,41	5,43 - 16,06	9,67	5,15 - 19,20	0,841
Catechin	3,01	1,10 - 10,01	4,12	1,14 - 9,39	0,938
Epicatechin	8,17	3,00 - 18,80	7,69	3,06 - 17,51	0,816
Epicatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 11,14	0,00	0,00 - 11,97	0,251
Gallocatechin	0,00	0,00 - 0,01	0,00	0,00 - 0,51	0,766
Epigallocatechin	0,00	0,00 - 16,05	0,00	0,00 - 11,80	0,716
Epigallocatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 17,66	0,00	0,00 - 29,31	0,762
Σ Catechine	16,01	4,22 - 54,52	20,97	5,16 - 66,15	0,745
Apigenin	0,89	0,25 - 2,15	0,86	0,28 - 2,02	0,800
Luteolin	0,14	0,06 - 0,50	0,18	0,06 - 0,48	0,674
Σ Flavone	1,05	0,41 - 2,56	1,28	0,54 - 2,16	0,593
Cyanidin	0,00	0,00 - 1,06	0,00	0,00 - 1,22	0,964
Delphinidin	0,00	0,00 - 0,30	0,00	0,00 - 0,49	0,894
Peonidin	0,00	0,00 - 0,62	0,00	0,00 - 0,48	0,691
Petunidin	0,00	0,00 - 0,10	0,00	0,00 - 0,57	0,586
Malvidin	0,00	0,00 - 0,46	0,00	0,00 - 2,35	0,773
Σ Anthocyanidine	0,01	0,00 - 7,10	0,04	0,00 - 6,60	0,787
Naringenin	1,01	0,01 - 3,55	0,05	0,00 - 1,43	0,004
Hesperitin	4,56	0,08 - 17,90	0,30	0,00 - 9,59	0,020
Σ Flavanone	7,63	0,12 - 22,78	0,38	0,00 - 11,06	0,012
Phloretin	1,58	0,06 - 4,24	1,28	0,00 - 6,50	0,827
Σ Flavonoide	58,83	26,21 -143,12	56,75	22,65 -144,39	0,501
Frauen (231/83[#])					
Kämpferol	0,62	0,25 - 3,20	0,82	0,38 - 4,26	0,026
Quercetin	6,72	4,03 - 12,17	9,18	5,37 - 16,21	<0,001
Myricetin	0,86	0,39 - 1,80	0,73	0,43 - 2,25	0,603
Isorhamnetin	0,20	0,11 - 0,36	0,29	0,13 - 0,46	0,003
Σ Flavonole	9,07	5,33 - 17,53	11,04	7,17 - 24,85	0,001
Catechin	4,31	1,53 - 9,60	5,09	1,88 - 9,87	0,252
Epicatechin	9,34	4,87 - 18,45	12,25	5,80 - 24,75	0,022
Epicatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 15,46	0,00	0,00 - 21,77	0,120
Gallocatechin	0,00	0,00 - 0,52	0,00	0,00 - 0,08	0,382
Epigallocatechin	0,00	0,00 - 20,07	0,00	0,00 - 27,69	0,510
Epigallocatechin-3-gallat	0,00	0,00 - 24,52	0,00	0,00 - 48,14	0,471
Σ Catechine	18,19	7,38 - 79,32	19,53	9,40 -118,37	0,174

Fortsetzung A Tab. 12:

Apigenin	0,85	0,24 - 2,17	1,60	0,38 - 3,26	0,024
Luteolin	0,24	0,08 - 0,54	0,17	0,07 - 0,50	0,958
Σ Flavone	1,25	0,54 - 2,95	2,19	0,50 - 3,82	0,033
Cyanidin	0,38	0,00 - 2,85	0,15	0,00 - 3,58	0,238
Delphinidin	0,06	0,00 - 0,50	0,02	0,00 - 0,36	0,317
Peonidin	0,11	0,00 - 0,94	0,10	0,00 - 0,55	0,169
Petunidin	0,01	0,00 - 0,78	0,00	0,00 - 0,61	0,130
Malvidin	0,08	0,00 - 3,20	0,06	0,00 - 2,49	0,448
Σ Antho- cyanidine	2,39	0,00 - 9,83	1,82	0,00 - 7,38	0,410
Naringenin	1,33	0,06 - 4,39	0,48	0,04 - 2,66	0,184
Hesperitin	7,17	0,26 - 18,92	2,25	0,13 - 9,99	0,133
Σ Flavanone	8,61	0,32 - 25,56	2,77	0,16 - 13,40	0,155
Phloretin	2,32	0,05 - 4,27	2,70	1,10 - 5,03	0,170
Σ Flavonoide	68,61	29,44 -152,84	59,90	34,29 -212,35	0,270

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

A Tab. 13: Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) bei normalgewichtigen und adipösen Teilnehmern der BVS II mit Angabe von Median, 25-75%-Perzentilen und Unterschieden zwischen Normalgewichtigen und Adipösen

Phenolsäuren in mg/d	Normalgewichtige		Adipöse		p*
	Median	25-75% Perzentilen	Median	25-75% Perzentilen	
Gesamtgruppe (353/135#)					
p-Hydroxy- benzoesäure	0,07	0,01 - 0,18	0,08	0,01 - 0,19	0,808
Protocatechu- säure	0,20	0,03 - 1,07	0,32	0,05 - 0,93	0,754
Vanillinsäure	0,33	0,12 - 0,81	0,26	0,10 - 0,73	0,108
Salicylsäure	0,12	0,04 - 0,23	0,18	0,09 - 0,26	0,001
Gentisinsäure	0,11	0,01 - 0,35	0,21	0,04 - 0,51	0,001
Gallussäure	0,29	0,03 - 2,06	0,35	0,03 - 1,20	0,390
Ellagsäure	1,66	0,28 - 5,39	1,57	0,26 - 4,82	0,373
Syringasäure	1,10	0,34 - 2,44	1,67	0,67 - 2,95	0,002
Σ Hydroxy- benzoesäuren	6,25	2,30 - 13,99	6,71	3,77 - 11,87	0,360
Kaffeesäure	174,02	45,61 -301,49	278,22	147,19 -368,92	<0,001
p-Cumarsäure	6,35	3,20 - 14,26	5,54	2,83 - 9,75	0,253
Ferulasäure	46,43	31,00 - 74,36	44,45	27,04 - 66,35	0,533
Sinapinsäure	2,01	1,37 - 3,12	2,05	1,33 - 3,14	0,801
Σ Hydroxy- zimtsäuren	245,21	121,81 -382,50	333,76	199,34 -449,17	0,001
Σ Phenolsäuren	252,96	126,61 -394,78	342,47	207,15 -466,68	0,001
Männer (122/52#)					
p-Hydroxy- benzoesäure	0,06	0,01 - 0,18	0,05	0,01 - 0,18	0,439
Protocatechu- säure	0,20	0,04 - 0,96	0,16	0,01 - 0,94	0,602
Vanillinsäure	0,49	0,18 - 1,28	0,92	0,15 - 1,75	0,514
Salicylsäure	0,11	0,02 - 0,22	0,22	0,12 - 0,28	<0,001
Gentisinsäure	0,10	0,00 - 0,29	0,06	0,00 - 0,41	0,483
Gallussäure	0,22	0,03 - 1,19	0,41	0,01 - 1,65	0,977

Fortsetzung A Tab. 13:

Phenolsäuren in mg/d	Normalgewichtige		Adipöse		p*
	Median	25-75% Perzentilen	Median	25-75% Perzentilen	
Ellagsäure	1,03	0,06 - 4,93	1,61	0,00 - 3,34	0,490
Syringasäure	1,10	0,35 - 2,38	1,35	0,69 - 2,51	0,052
Σ Hydroxy- benzoesäuren	5,15	2,13 - 12,07	6,27	3,78 - 12,23	0,291
Kaffeesäure	124,88	23,78 -263,91	303,85	170,79 -420,27	<0,001
p-Cumarsäure	6,35	3,20 - 12,64	5,15	2,44 - 7,89	0,092
Ferulasäure	49,12	31,89 - 81,25	40,22	29,21 - 68,18	0,552
Sinapinsäure	2,24	1,64 - 3,48	2,30	1,44 - 3,05	0,247
Σ Hydroxy- zimtsäuren	204,22	102,36 -360,92	355,94	227,74 -474,70	0,001
Σ Phenolsäuren	216,73	114,18 -380,83	370,77	233,96 -486,76	0,001
Frauen (231/83#)					
p-Hydroxy- benzoesäure	0,08	0,01 - 0,20	0,09	0,02 - 0,22	0,722
Protocatechu- säure	0,21	0,03 - 1,12	0,46	0,10 - 0,93	0,465
Vanillinsäure	0,21	0,08 - 0,50	0,14	0,09 - 0,40	0,013
Salicylsäure	0,15	0,05 - 0,24	0,18	0,09 - 0,25	0,315
Gentisinsäure	0,14	0,02 - 0,40	0,32	0,12 - 0,53	<0,001
Gallussäure	0,36	0,05 - 2,28	0,31	0,05 - 1,10	0,244
Ellagsäure	2,07	0,45 - 5,55	1,58	0,33 - 5,99	0,559
Syringasäure	1,16	0,24 - 2,65	1,93	0,55 - 3,69	0,018
Σ Hydroxy- benzoesäuren	6,75	2,60 - 15,20	6,75	3,66 - 10,66	0,733
Kaffeesäure	211,53	75,88 -315,01	260,46	143,34 -357,26	0,083
p-Cumarsäure	6,39	3,22 - 16,27	5,58	2,89 - 11,37	0,899
Ferulasäure	45,59	30,17 - 70,77	47,48	25,27 - 62,00	0,835
Sinapinsäure	1,76	1,19 - 2,83	1,86	1,21 - 3,54	0,228
Σ Hydroxy- zimtsäuren	270,30	137,89 -399,25	322,22	196,75 -433,87	0,183
Σ Phenolsäuren	282,56	150,91 -410,33	328,47	203,02 -441,81	0,218

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

A Tab. 14: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Flavonoiden (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II

Zufuhr von Flavonoiden in Terzilen (mg/d)		roh			adjustiert		
		OR	95%CI	p	OR	95%CI	p
Gesamtgruppe (353/135#)							
Kämpferol	gering	1			1		
	mittel	1,36	0,83-2,22	0,219	1,50	0,84-2,70	0,174
	hoch	1,22	0,75-1,99	0,418	1,16	0,65-2,09	0,617
Quercetin	gering	1			1		
	mittel	1,09	0,67-1,80	0,725	0,96	0,54-1,72	0,893
	hoch	1,51	0,93-2,44	0,097	1,04	0,57-1,89	0,895
Myricetin	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,87-2,28	0,164	1,84	1,03-3,31	0,041
	hoch	1,03	0,62-1,69	0,922	1,10	0,60-2,01	0,766

Fortsetzung A Tab. 14:

Isorhamnetin	gering	1			1		
	mittel	1,23	0,75-2,00	0,416	1,27	0,71-2,27	0,422
	hoch	1,26	0,77-2,05	0,359	1,04	0,58-1,87	0,887
Σ Flavonole	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,62-1,67	0,948	0,81	0,45-1,46	0,486
	hoch	1,37	0,85-2,22	0,201	1,04	0,57-1,88	0,908
Catechin	gering	1			1		
	mittel	1,16	0,72-1,87	0,548	1,12	0,62-2,02	0,708
	hoch	1,00	0,62-1,63	0,992	0,98	0,54-1,76	0,936
Epicatechin	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,74-1,97	0,456	1,37	0,76-2,50	0,299
	hoch	1,26	0,78-2,04	0,340	1,00	0,55-1,82	0,998
Epicatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	1,05	0,63-1,75	0,862	0,96	0,51-1,80	0,901
	hoch	0,93	0,55-1,55	0,767	0,91	0,50-1,66	0,756
Gallocatechin	gering	1			1		
	mittel	0,71	0,42-1,20	0,201	1,20	0,65-2,22	0,568
	hoch	0,91	0,56-1,51	0,727	1,00	0,55-1,82	0,988
Epigallocatechin	gering	1			1		
	mittel	0,85	0,48-1,49	0,564	0,97	0,49-1,91	0,930
	hoch	0,90	0,53-1,53	0,694	0,88	0,47-1,64	0,680
Epigallocatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	1,07	0,61-1,85	0,818	1,20	0,61-2,36	0,601
	hoch	0,84	0,48-1,47	0,548	0,75	0,39-1,42	0,373
Σ Catechine	gering	1			1		
	mittel	1,12	0,69-1,82	0,643	0,90	0,50-1,63	0,726
	hoch	0,99	0,61-1,60	0,970	0,88	0,49-1,58	0,671
Apigenin	gering	1			1		
	mittel	1,01	0,62-1,65	0,974	0,94	0,53-1,68	0,838
	hoch	1,23	0,76-2,00	0,399	1,13	0,64-1,99	0,687
Luteolin	gering	1			1		
	mittel	1,00	0,61-1,64	0,989	1,20	0,67-2,13	0,543
	hoch	0,92	0,57-1,49	0,738	0,78	0,44-1,38	0,389
Σ Flavone	gering	1			1		
	mittel	1,04	0,63 1,70	0,881	1,08	0,60-1,93	0,800
	hoch	1,20	0,74 1,94	0,455	1,07	0,61-1,88	0,813
Cyanidin	gering	1			1		
	mittel	0,73	0,45-1,19	0,210	0,73	0,40-1,32	0,290
	hoch	0,80	0,50-1,28	0,344	0,75	0,43-1,32	0,322
Delphinidin	gering	1			1		
	mittel	0,95	0,59-1,53	0,836	0,88	0,50-1,55	0,653
	hoch	0,75	0,46-1,23	0,253	0,73	0,40-1,32	0,292
Peonidin	gering	1			1		
	mittel	0,83	0,52-1,33	0,440	0,75	0,43-1,33	0,328
	hoch	0,65	0,40-1,07	0,094	0,64	0,35-1,17	0,148
Petunidin	gering	1			1		
	mittel	0,65	0,40-1,06	0,084	0,83	0,46-1,47	0,519
	hoch	0,68	0,40-1,15	0,148	0,67	0,35-1,26	0,211
Malvidin	gering	1			1		
	mittel	1,03	0,64-1,65	0,907	1,05	0,60-1,86	0,860
	hoch	0,73	0,45-1,20	0,220	0,73	0,40-1,34	0,309
Σ Anthocyanidine	gering	1			1		
	mittel	0,93	0,58-1,49	0,748	1,02	0,58-1,81	0,947
	hoch	0,74	0,45-1,21	0,231	0,70	0,38-1,28	0,245

Fortsetzung A Tab. 14:

Naringenin	gering	1			1		
	mittel	0,89	0,56-1,43	0,639	0,81	0,46-1,42	0,459
	hoch	0,49	0,30-0,82	0,006	0,53	0,30-0,96	0,037
Hesperitin	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,62-1,59	0,965	0,85	0,48-1,50	0,583
	hoch	0,53	0,32-0,88	0,014	0,59	0,33-1,06	0,079
Σ Flavanone	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,64-1,63	0,939	0,86	0,49-1,53	0,609
	hoch	0,53	0,32-0,87	0,013	0,58	0,32-1,03	0,065
Phloretin	gering	1			1		
	mittel	1,11	0,67-1,84	0,674	0,81	0,44-1,49	0,492
	hoch	1,71	1,05-2,79	0,032	1,88	1,00-3,53	0,051
Σ Flavonoide	gering	1			1		
	mittel	1,13	0,70-1,83	0,623	0,88	0,49-1,59	0,668
	hoch	0,94	0,58-1,52	0,793	0,79	0,43-1,43	0,430
Männer (122/52#)							
Kämpferol	gering	1			1		
	mittel	1,22	0,54-2,78	0,636	1,33	0,48-3,66	0,583
	hoch	1,35	0,62-2,91	0,447	1,28	0,49-3,34	0,613
Quercetin	gering	1			1		
	mittel	0,72	0,32-1,62	0,426	0,56	0,20-1,54	0,259
	hoch	1,23	0,57-2,67	0,603	1,02	0,38-2,73	0,964
Myricetin	gering	1			1		
	mittel	2,78	1,14-6,77	0,025	4,22	1,41-12,64	0,010
	hoch	2,28	0,94-5,55	0,069	2,95	1,01-8,62	0,048
Isorhamnetin	gering	1			1		
	mittel	1,64	0,76-3,56	0,209	1,60	0,62-4,17	0,332
	hoch	1,20	0,51-2,81	0,675	1,15	0,42-3,19	0,783
Σ Flavonole	gering	1			1		
	mittel	0,92	0,41-2,07	0,838	0,78	0,28-2,15	0,632
	hoch	1,14	0,52-2,46	0,749	0,93	0,35-2,45	0,877
Catechin	gering	1			1		
	mittel	1,08	0,49 2,40	0,846	0,94	0,35-2,52	0,905
	hoch	0,98	0,45 2,12	0,953	1,03	0,41-2,60	0,948
Epicatechin	gering	1			1		
	mittel	1,04	0,46 2,36	0,928	1,12	0,41-3,05	0,820
	hoch	1,14	0,54 2,43	0,729	0,98	0,38-2,52	0,965
Epicatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	0,93	0,39-2,24	0,872	0,81	0,27-2,41	0,702
	hoch	0,70	0,29-1,69	0,423	0,76	0,27-2,12	0,596
Gallocatechin	gering	1			1		
	mittel	1,39	0,56-3,46	0,481	2,15	0,72-6,39	0,171
	hoch	1,01	0,45-2,27	0,989	1,02	0,38-2,75	0,974
Epigallocatechin	gering	1			1		
	mittel	1,87	0,75-4,66	0,180	1,52	0,49-4,67	0,465
	hoch	0,71	0,28-1,79	0,467	0,79	0,27-2,33	0,674
Epigallocatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	1,64	0,67-4,00	0,278	1,27	0,43-3,77	0,664
	hoch	0,82	0,32-2,10	0,678	0,93	0,30-2,83	0,895
Σ Catechine	gering	1			1		
	mittel	1,26	0,56-2,82	0,578	1,32	0,49-3,52	0,582
	hoch	1,24	0,58-2,67	0,584	1,13	0,44-2,89	0,798
Apigenin	gering	1			1		
	mittel	1,18	0,55-2,53	0,670	1,10	0,44-2,78	0,834
	hoch	1,04	0,45-2,41	0,924	1,16	0,42-3,22	0,781

Fortsetzung A Tab. 14:

Luteolin	gering	1			1		
	mittel	1,34	0,59-3,04	0,489	1,56	0,57-4,26	0,384
	hoch	1,51	0,70-3,26	0,296	1,37	0,55-3,40	0,496
Σ Flavone	gering	1			1		
	mittel	1,60	0,75-3,40	0,223	1,61	0,65-3,95	0,303
	hoch	0,86	0,36-2,10	0,747	0,95	0,33-2,74	0,922
Cyanidin	gering	1			1		
	mittel	0,83	0,37-1,85	0,649	0,77	0,29-2,02	0,593
	hoch	0,95	0,42-2,13	0,899	0,87	0,33-2,28	0,776
Delphinidin	gering	1			1		
	mittel	1,03	0,46-2,32	0,940	0,81	0,30-2,21	0,676
	hoch	0,93	0,42-2,07	0,856	0,88	0,34-2,27	0,791
Peonidin	gering	1			1		
	mittel	0,92	0,41-2,05	0,832	0,79	0,29-2,12	0,639
	hoch	0,74	0,33-1,66	0,459	0,69	0,27-1,80	0,452
Petunidin	gering	1			1		
	mittel	0,74	0,31-1,76	0,499	0,98	0,35-2,72	0,961
	hoch	0,84	0,35-2,01	0,695	0,82	0,30-2,28	0,708
Malvidin	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,46-2,05	0,929	0,81	0,33-2,01	0,651
	hoch	0,83	0,36-1,90	0,662	0,73	0,27-1,94	0,521
Σ Anthocyanidine	gering	1			1		
	mittel	0,88	0,41-1,90	0,738	0,74	0,29-1,85	0,516
	hoch	0,83	0,37-1,85	0,649	0,84	0,32-2,17	0,713
Naringenin	gering	1			1		
	mittel	0,82	0,38-1,77	0,607	0,76	0,28-2,04	0,582
	hoch	0,34	0,15-0,78	0,011	0,36	0,14-0,93	0,034
Hesperitin	gering	1			1		
	mittel	0,71	0,32-1,57	0,395	0,59	0,22-1,59	0,295
	hoch	0,47	0,22-1,04	0,062	0,47	0,19-1,18	0,108
Σ Flavanone	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,37-1,78	0,605	0,64	0,23-1,76	0,386
	hoch	0,38	0,17-0,86	0,020	0,40	0,16-1,02	0,054
Phloretin	gering	1			1		
	mittel	0,75	0,34-1,69	0,493	0,44	0,16-1,21	0,112
	hoch	1,26	0,58-2,73	0,563	1,16	0,43-3,12	0,766
Σ Flavonoide	gering	1			1		
	mittel	1,13	0,53-2,61	0,623	0,88	0,41-2,85	0,668
	hoch	0,94	0,40-1,90	0,793	0,79	0,32-2,08	0,430
Frauen (231/83#)							
Kämpferol	gering	1			1		
	mittel	1,46	0,79-2,71	0,228	1,91	0,88-4,14	0,100
	hoch	1,15	0,61-2,17	0,657	1,40	0,64-3,04	0,402
Quercitin	gering	1			1		
	mittel	1,43	0,75-2,70	0,277	1,52	0,70-3,31	0,291
	hoch	1,75	0,94-3,27	0,079	1,15	0,53-2,53	0,722
Myricetin	gering	1			1		
	mittel	1,03	0,58-1,86	0,913	1,32	0,63-2,74	0,462
	hoch	0,66	0,35-1,25	0,200	0,74	0,33-1,64	0,452
Isorhamnetin	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,52-1,87	0,964	1,08	0,50-2,31	0,853
	hoch	1,29	0,70-2,35	0,413	0,94	0,45-1,99	0,872
Σ Flavonole	gering	1			1		
	mittel	1,10	0,58-2,06	0,772	0,91	0,42-1,98	0,814
	hoch	1,55	0,83-2,87	0,168	1,23	0,57-2,66	0,605

Fortsetzung A Tab. 14:

Catechin	gering	1			1		
	mittel	1,24	0,67-2,28	0,490	1,28	0,60-2,73	0,531
	hoch	1,04	0,56-1,95	0,904	1,03	0,47-2,28	0,941
Epicatechin	gering	1			1		
	mittel	1,37	0,73-2,57	0,322	1,75	0,79-3,87	0,167
	hoch	1,39	0,74-2,61	0,303	1,15	0,52-2,56	0,725
Epicatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	1,14	0,60-2,16	0,686	1,11	0,51-2,45	0,788
	hoch	1,09	0,58-2,06	0,784	1,16	0,53-2,51	0,712
Gallocatechin	gering	1			1		
	mittel	0,53	0,27-1,03	0,063	0,91	0,411 2,01	0,815
	hoch	0,864	0,46-1,63	0,651	1,19	0,546 2,58	0,665
Epigallocatechin	gering	1			1		
	mittel	0,55	0,26-1,17	0,121	0,85	0,35-2,08	0,727
	hoch	1,02	0,53-1,96	0,959	1,05	0,48-2,31	0,902
Epigallocatechin-3-gallat	gering	1			1		
	mittel	0,83	0,41-1,70	0,617	1,27	0,53-3,06	0,590
	hoch	0,86	0,43-1,72	0,664	0,77	0,34-1,76	0,540
Σ Catechine	gering	1			1		
	mittel	1,06	0,58-1,96	0,843	0,65	0,29-1,43	0,284
	hoch	0,87	0,47-1,62	0,662	0,85	0,39-1,85	0,686
Apigenin	gering	1			1		
	mittel	0,88	0,46-1,69	0,700	0,79	0,37-1,72	0,555
	hoch	1,35	0,74-2,45	0,329	1,01	0,49-2,08	0,970
Luteolin	gering	1			1		
	mittel	0,85	0,46-1,57	0,607	0,98	0,47-2,07	0,961
	hoch	0,68	0,37-1,27	0,225	0,56	0,26-1,20	0,136
Σ Flavone	gering	1			1		
	mittel	0,68	0,35-1,35	0,275	0,74	0,33-1,65	0,458
	hoch	1,36	0,76-2,42	0,301	1,04	0,52-2,08	0,922
Cyanidin	gering	1			1		
	mittel	0,68	0,37-1,28	0,235	0,68	0,32-1,47	0,329
	hoch	0,74	0,41-1,34	0,325	0,72	0,35-1,48	0,369
Delphinidin	gering	1			1		
	mittel	0,93	0,52-1,68	0,808	0,89	0,43-1,85	0,753
	hoch	0,68	0,36-1,27	0,228	0,67	0,31-1,47	0,322
Peonidin	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,45-1,46	0,481	0,73	0,35-1,51	0,393
	hoch	0,62	0,33-1,17	0,143	0,63	0,29-1,38	0,249
Petunidin	gering	1			1		
	mittel	0,62	0,34-1,13	0,118	0,78	0,38-1,60	0,489
	hoch	0,61	0,31-1,19	0,145	0,57	0,24-1,32	0,188
Malvidin	gering	1			1		
	mittel	1,09	0,59-2,00	0,793	1,21	0,57-2,59	0,617
	hoch	0,72	0,38-1,35	0,301	0,74	0,33-1,62	0,445
Σ Anthocyanidine	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,53-1,79	0,929	1,20	0,56-2,56	0,636
	hoch	0,72	0,38-1,35	0,303	0,62	0,28-1,38	0,240
Naringenin	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,54-1,80	0,966	0,94	0,45-1,96	0,868
	hoch	0,63	0,33-1,19	0,155	0,79	0,36-1,73	0,552
Hesperitin	gering	1			1		
	mittel	1,22	0,67-2,20	0,520	1,14	0,55-2,36	0,730
	hoch	0,58	0,30-1,12	0,106	0,73	0,33-1,61	0,440
Σ Flavanone	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,67-2,20	0,530	1,07	0,51-2,22	0,864
	hoch	0,66	0,34-1,26	0,207	0,82	0,37-1,80	0,617

Fortsetzung A Tab. 14:

Phloretin	gering	1			1			
	mittel	1,47	0,76-2,83	0,248	1,20	0,53-2,72	0,668	
	hoch	2,17	1,14-4,13	0,019	2,56	1,07-6,13	0,035	
Σ Flavonoide	gering	1			1			
	mittel	1,13	0,61-2,09	0,623	0,88	0,36-1,71	0,668	
	hoch	0,94	0,53-1,83	0,793	0,79	0,39-1,88	0,430	

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht), # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

A Tab. 15: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Phenolsäuren (mg/d) im Gesamtkollektiv, bzw. bei Männern und Frauen der BVS II

Zufuhr von Phenolsäuren in Terzilen (mg/d)		OR	roh 95%CI	p	OR	adjustiert 95%CI	p
Gesamtgruppe (353/135#)							
p-Hydroxybenzoesäure	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,60-1,57	0,897	0,96	,535-1,713	0,883
	hoch	0,90	0,56-1,46	0,673	1,01	,570-1,777	0,982
Protocatechusäure	gering	1			1		
	mittel	1,24	0,77-1,99	0,378	1,34	,753-2,373	0,321
	hoch	0,89	0,54-1,47	0,647	0,91	,498-1,674	0,768
Vanillinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,51-1,29	0,379	0,68	0,40-1,18	0,172
	hoch	0,75	0,45-1,23	0,252	0,55	0,28-1,06	0,073
Salicylsäure	gering	1			1		
	mittel	1,56	0,95-2,57	0,081	1,30	0,71-2,37	0,398
	hoch	1,72	1,05-2,82	0,031	1,59	0,88-2,89	0,125
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,86	0,51-1,44	0,561	0,73	0,39-1,35	0,316
	hoch	1,83	1,14-2,95	0,013	1,11	0,60-2,02	0,747
Gallussäure	gering	1			1		
	mittel	0,84	0,53-1,35	0,472	0,90	,509-1,583	0,709
	hoch	0,72	0,44-1,18	0,188	0,81	0,44-1,46	0,479
Ellagsäure	gering	1			1		
	mittel	1,11	0,69-1,79	,660	1,14	,641-2,019	0,660
	hoch	0,81	0,50-1,33	0,408	0,75	,414-1,359	0,343
Syringasäure	gering	1			1		
	mittel	1,80	1,09-2,97	0,022	1,91	1,04-3,53	0,038
	hoch	1,98	1,20-3,27	0,008	1,40	0,741-2,63	0,303
Σ Hydroxybenzoesäuren	gering	1			1		
	mittel	1,49	0,93-2,39	0,098	1,07	0,60-1,92	0,817
	hoch	0,94	0,57-1,56	0,817	0,69	0,37-1,28	0,237
Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	1,89	1,14-3,15	0,014	1,53	0,83-2,84	0,174
	hoch	2,20	1,33-3,66	0,002	2,04	1,09-3,80	0,026
p-Cumarsäure	gering	1			1		
	mittel	0,95	0,60-1,51	0,832	1,04	0,60-1,82	0,881
	hoch	0,64	0,38-1,06	0,080	0,79	0,43-1,48	0,463
Ferulasäure	gering	1			1		
	mittel	0,80	0,50-1,28	0,343	0,73	,411-1,300	0,286
	hoch	0,71	0,43-1,15	0,165	0,68	,367-1,242	0,207
Sinapinsäure	gering	1			1		
	mittel	1,19	0,72-1,95	0,493	1,36	,747-2,462	0,317
	hoch	1,35	0,83-2,21	0,231	1,15	,619-2,138	0,659

Fortsetzung A Tab. 15:

Σ Hydroxycimt-säuren	gering	1			1		
	mittel	1,57	0,95-2,59	0,081	1,43	0,78-2,64	0,252
	hoch	2,02	1,22-3,33	0,006	1,82	0,98-3,40	0,060
Σ Phenolsäuren	gering	1			1		
	mittel	1,62	0,98-2,66	0,059	1,40	0,76-2,58	0,278
	hoch	1,88	1,15-3,10	0,013	1,67	0,90-3,11	0,104
Männer (122/52[#])							
p-Hydroxybenzoesäure	gering	1			1		
	mittel	0,96	0,44-2,112	0,915	0,91	0,36-2,33	0,850
	hoch	0,67	0,30-1,46	0,307	0,65	0,26-1,64	0,361
Protocatechusäure	gering	1			1		
	mittel	0,67	0,30-1,47	0,316	0,51	0,20-1,31	0,162
	hoch	0,82	0,37-1,79	0,610	0,63	0,23-1,67	0,347
Vanillinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,49	0,18-1,28	0,146	0,49	0,15-1,53	0,219
	hoch	1,02	0,47-2,22	0,965	0,78	0,29-2,09	0,626
Salicylsäure	gering	1			1		
	mittel	1,86	0,80-4,35	0,150	1,08	0,38-3,07	0,887
	hoch	2,76	1,23-6,17	0,014	3,62	1,30-10,12	0,014
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,36	0,16-0,85	0,019	0,25	0,09-0,73	0,011
	hoch	0,90	0,42-1,94	0,796	0,53	0,19-1,44	0,212
Gallussäure	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,38-1,74	0,589	0,70	0,27-1,78	0,451
	hoch	0,80	0,36-1,79	0,581	0,79	0,30-2,08	0,626
Ellagsäure	gering	1			1		
	mittel	1,46	0,68-3,14	0,333	1,82	0,70-4,68	0,217
	hoch	0,70	0,31-1,58	0,388	0,55	0,20-1,47	0,231
Syringasäure	gering	1			1		
	mittel	1,75	0,77-3,98	0,181	2,00	0,71-5,62	0,187
	hoch	1,75	0,74-4,12	0,200	1,73	0,58-5,15	0,327
Σ Hydroxybenzoesäuren	gering	1			1		
	mittel	1,36	0,62-3,01	0,447	1,20	0,47-3,10	0,706
	hoch	1,19	0,54-2,60	0,669	0,86	0,32-2,30	0,757
Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	2,23	0,97-5,15	0,060	1,42	0,51-3,94	0,505
	hoch	3,27	1,45-7,39	0,004	4,77	1,66-13,76	0,004
p-Cumarsäure	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,49-2,14	0,951	0,87	0,36-2,12	0,762
	hoch	0,60	0,25-1,44	0,250	0,58	0,19-1,77	0,339
Ferulasäure	gering	1			1		
	mittel	0,55	0,24-1,22	0,140	0,39	0,14-1,07	0,067
	hoch	0,60	0,27-1,30	0,192	0,60	0,22-1,65	0,322
Sinapinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,89	0,36-2,21	0,806	1,33	0,45-3,95	0,604
	hoch	1,20	0,52-2,81	0,669	1,02	0,33-3,09	0,978
Σ Hydroxycimt-säuren	gering	1			1		
	mittel	2,64	1,15-6,04	0,022	1,96	0,71-5,39	0,195
	hoch	3,28	1,41-7,62	0,006	5,10	1,71-15,23	0,004
Σ Phenolsäuren	gering	1			1		
	mittel	2,43	1,06-5,59	0,036	1,95	0,71-5,38	0,199
	hoch	3,02	1,33-6,85	0,008	4,74	1,62-13,90	0,005

Fortsetzung A Tab. 15:

		Frauen (231/83 [#])					
p-Hydroxybenzoesäure	gering	1			1		
	mittel	1,04	0,55-1,94	0,914	1,06	0,49-2,29	0,880
	hoch	1,11	0,60-2,06	0,743	1,39	0,65-2,98	0,394
Protocatechusäure	gering	1			1		
	mittel	1,81	0,98-3,34	0,056	2,36	1,09-5,12	0,029
	hoch	1,00	0,52-1,93	1,000	1,08	0,48-2,46	0,853
Vanillinsäure	gering	1			1		
	mittel	0,96	0,56-1,63	0,868	0,83	0,43-1,58	0,563
	hoch	0,29	0,12-0,73	0,009	0,24	0,08-0,75	0,014
Salicylsäure	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,76-2,62	0,274	1,31	0,60-2,86	0,499
	hoch	1,29	0,69-2,43	0,424	1,02	0,47-2,20	0,959
Gentisinsäure	gering	1			1		
	mittel	1,64	0,81-3,31	0,171	1,37	0,59-3,17	0,465
	hoch	3,22	1,67-6,21	<0,001	1,85	0,81-4,25	0,146
Gallussäure	gering	1			1		
	mittel	0,86	0,48-1,57	0,633	1,04	0,50-2,17	0,925
	hoch	0,69	0,37-1,28	0,237	0,76	0,35-1,66	0,488
Ellagsäure	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,54-1,82	0,968	0,83	0,39-1,78	0,634
	hoch	0,89	0,48-1,66	0,713	0,78	0,35-1,73	0,539
Syringasäure	gering	1			1		
	mittel	1,78	0,94-3,37	0,078	1,92	0,87-4,23	0,106
	hoch	2,10	1,12-3,91	0,020	1,19	0,53-2,68	0,671
Σ Hydroxybenzoesäuren	gering	1			1		
	mittel	1,58	0,87-2,86	0,131	0,96	0,45-2,05	0,907
	hoch	0,81	0,42-1,57	0,530	0,57	0,24-1,31	0,182
Kaffeensäure	gering	1			1		
	mittel	1,74	0,91-3,31	0,093	1,49	0,66-3,38	0,338
	hoch	1,77	0,92-3,40	0,088	1,25	0,56-2,83	0,587
p-Cumarsäure	gering	1			1		
	mittel	0,91	0,50-1,64	0,746	1,26	0,60-2,64	0,546
	hoch	0,66	0,35-1,24	0,197	1,01	0,46-2,21	0,979
Ferulasäure	gering	1			1		
	mittel	0,98	0,54-1,77	0,953	1,11	0,54-2,31	0,771
	hoch	0,77	0,41-1,46	0,429	0,75	0,33-1,70	0,486
Sinapinsäure	gering	1			1		
	mittel	1,33	0,73-2,42	0,352	1,51	0,72-3,20	0,277
	hoch	1,32	0,70-2,47	0,388	1,34	0,61-2,92	0,466
Σ Hydroxyzimtsäuren	gering	1			1		
	mittel	1,15	0,61-2,18	0,668	1,19	0,53-2,65	0,671
	hoch	1,54	0,82-2,89	0,177	1,06	0,48-2,35	0,890
Σ Phenolsäuren	gering	1			1		
	mittel	1,29	0,69-2,41	0,428	1,17	0,52-2,59	0,707
	hoch	1,43	0,76-2,70	0,265	0,94	0,42-2,10	0,884

A Tab. 16: Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) bei nicht-adipösen (BMI<30) und adipösen Teilnehmern (BMI ≥30) der BVS II mit Angabe von Median, Interquartilabstand (IQR) und Unterschieden zwischen Nicht-adipösen und Adipösen

Fettsäuren in % bzw. ‰ en.	Kurzform	Nicht-Adipöse (n=665)		Adipöse (n=135)		p*
		Median	IQR	Median	IQR	
Gesamtgruppe (665/135#)						
Myristinsäure	C14:0	1,71	0,82	1,74	0,90	0,795
Palmitinsäure	C16:0	7,39	1,80	7,65	1,76	0,056
Hexadecensäure	C16:1	0,80	0,27	0,88	0,25	<0,001
Heptadecensäure	C17:0	1,37	0,72	1,44	0,74	0,983
Stearinsäure	C18:0	3,12	1,01	3,27	0,96	0,040
Ölsäure	C18:1	11,40	3,61	11,23	2,81	0,946
Linolsäure	C18:2	5,01	2,61	4,68	2,57	0,835
Eicosansäure	C20:0	1,34	0,47	1,30	0,43	0,256
Linolensäure	C18:3	0,54	0,15	0,56	0,16	0,042
Decosansäure	C22:0	0,30	0,31	0,30	0,26	0,694
Eicosatriensäure	C20:3	0,18	0,20	0,19	0,19	0,696
Arachidonsäure	C20:4	0,67	0,62	0,78	0,59	0,032
Tetracosansäure	C24:0	0,07	0,10	0,06	0,10	0,450
Eicosapentaensäure	C20:5	0,10	0,37	0,13	0,51	0,011
Docosatetraensäure	C22:4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,372
Docosapentaensäure	C22:5	0,11	0,27	0,12	0,36	0,809
Docosahexaensäure	C22:6	0,35	0,85	0,40	1,18	0,244
Cholesterin		1,27	0,48	1,41	0,61	0,003
gesättigte Fettsäuren		14,80	4,49	15,27	4,31	0,130
einfach ungesät. FS	MUFA	12,19	3,74	12,10	2,99	0,780
mehrfach ungesät. FS	PUFA	5,80	2,82	5,69	2,71	0,563
Σ n-3 Fettsäuren		0,64	0,26	0,67	0,29	0,014
Σ n-6 Fettsäuren		5,12	2,61	4,81	2,62	0,795
Männer (276/52#)						
Myristinsäure	C14:0	1,65	0,82	1,68	1,06	0,366
Palmitinsäure	C16:0	7,51	1,76	7,30	2,21	0,877
Hexadecensäure	C16:1	0,83	0,28	0,86	0,27	0,130
Heptadecensäure	C17:0	1,34	0,77	1,40	0,95	0,694
Stearinsäure	C18:0	3,24	1,01	3,16	1,03	0,783
Ölsäure	C18:1	11,67	3,61	11,28	2,64	0,388
Linolsäure	C18:2	4,96	2,53	4,58	2,16	0,286
Eicosansäure	C20:0	1,30	0,46	1,25	0,42	0,097
Linolensäure	C18:3	0,52	0,16	0,53	0,15	0,503
Decosansäure	C22:0	0,30	0,30	0,30	0,28	0,233
Eicosatriensäure	C20:3	0,20	0,20	0,20	0,18	0,816
Arachidonsäure	C20:4	0,72	0,60	0,77	0,56	0,265
Tetracosansäure	C24:0	0,06	0,09	0,05	0,07	0,391
Eicosapentaensäure	C20:5	0,10	0,42	0,13	0,49	0,143
Docosatetraensäure	C22:4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,585
Docosapentaensäure	C22:5	0,12	0,30	0,12	0,35	0,867
Docosahexaensäure	C22:6	0,35	0,91	0,38	1,26	0,920
Cholesterin		1,27	0,46	1,32	0,55	0,245
gesättigte Fettsäuren		14,81	4,35	14,73	5,15	0,986
einfach ungesät. FS	MUFA	12,62	3,83	12,00	2,83	0,442
mehrfach ungesät. FS	PUFA	5,75	2,69	5,34	2,23	0,355
Σ n-3 Fettsäuren		0,62	0,28	0,60	0,26	0,782
Σ n-6 Fettsäuren		5,06	2,56	4,63	2,22	0,310

Fortsetzung A Tab. 16:

		Frauen (389/83#)				
Myristinsäure	C14:0	1,76	0,85	1,81	0,88	0,777
Palmitinsäure	C16:0	7,24	1,85	7,82	1,35	0,009
Hexadecensäure	C16:1	0,77	0,26	0,88	0,22	<0,001
Heptadecensäure	C17:0	1,41	0,69	1,47	0,59	0,891
Stearinsäure	C18:0	3,00	0,98	3,37	0,90	0,007
Ölsäure	C18:1	10,98	3,73	11,14	3,18	0,329
Linolsäure	C18:2	5,10	2,72	5,04	3,32	0,275
Eicosansäure	C20:0	1,37	0,47	1,33	0,44	0,805
Linolensäure	C18:3	0,56	0,15	0,61	0,14	0,001
Decosansäure	C22:0	0,30	0,37	0,30	0,26	0,752
Eicosatriensäure	C20:3	0,17	0,18	0,17	0,18	0,647
Arachidonsäure	C20:4	0,63	0,61	0,78	0,63	0,043
Tetracosansäure	C24:0	0,07	0,11	0,06	0,12	0,669
Eicosapentaensäure	C20:5	0,10	0,36	0,12	0,51	0,030
Docosatetraensäure	C22:4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,084
Docosapentaensäure	C22:5	0,11	0,23	0,14	0,39	0,579
Docosahexaensäure	C22:6	0,35	0,78	0,56	1,15	0,101
Cholesterin		1,28	0,55	1,44	0,70	0,005
gesättigte Fettsäuren		14,78	4,62	15,44	3,86	0,051
einfach ungesät. FS	MUFA	11,70	3,77	12,10	3,14	0,232
mehrfach ungesät. FS	PUFA	5,94	3,12	6,09	3,62	0,135
Σ n-3 Fettsäuren		0,64	0,27	0,73	0,27	<0,001
Σ n-6 Fettsäuren		5,17	2,74	5,14	3,30	0,266

* Mann-Whitney-U-Test, p<0,05; # Anzahl Normalgewichtige/Adipöse

A Tab. 17: Rohe und adjustierte* Odds Ratios (OR), 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und zugehörige p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und der Zufuhr von Fettsäuren (% bzw. ‰ en.) im Gesamtkollektiv der BVSII, bzw. bei Männern und Frauen

Zufuhr von Fettsäuren in Terzilen (% bzw. ‰ en.)		OR	roh 95%CI	p	adjustiert* OR	95%CI	p
Gesamtgruppe (665/135#)							
Myristinsäure (C14:0)	gering	1			1		
	mittel	0,77	0,49-1,20	0,244	0,74	0,45-1,20	0,219
	hoch	0,81	0,52-1,27	0,353	0,79	0,46-1,33	0,365
Palmitinsäure (C16:0)	gering	1			1		
	mittel	1,50	0,93-2,41	0,098	1,47	0,85-2,55	0,167
	hoch	1,69	1,06-2,70	0,028	1,73	0,88-3,40	0,115
Hexadecensäure (C16:1)	gering	1			1		
	mittel	1,55	0,94-2,56	0,084	1,39	0,80-2,41	0,238
	hoch	2,33	1,45-3,75	<0,001	2,06	1,11-3,83	0,022
Heptadecensäure (C17:0)	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,65-1,61	0,924	0,98	0,60-1,58	0,917
	hoch	0,97	0,62-1,53	0,892	0,91	0,54-1,51	0,709
Stearinsäure (C18:0)	gering	1			1		
	mittel	1,16	0,71-1,88	0,550	1,10	0,63-1,91	0,734
	hoch	1,77	1,12-2,80	0,014	1,90	0,99-3,62	0,052
Ölsäure (C18:1)	gering	1			1		
	mittel	1,20	0,76-1,90	0,428	0,91	0,53-1,56	0,734
	hoch	1,14	0,72-1,81	0,571	0,96	0,48-1,90	0,902

Fortsetzung A Tab. 17:

Linolsäure (C18:2, n-6)	gering	1			1		
	mittel	0,87	0,56-1,37	0,552	0,75	0,46-1,24	0,266
	hoch	0,90	0,57-1,41	0,633	0,64	0,38-1,06	0,081
Arachinsäure (C20:0)	gering	1			1		
	mittel	0,90	0,58-1,40	0,638	0,96	0,59-1,58	0,881
	hoch	0,74	0,47-1,17	0,196	0,75	0,42-1,32	0,309
Linolensäure (C18:3, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,09	0,68-1,76	0,728	1,01	0,59-1,73	0,974
	hoch	1,59	1,01-2,50	0,044	1,07	0,61-1,88	0,807
Decosansäure (C22:0)	gering	1			1		
	mittel	1,08	0,69-1,68	0,749	1,12	0,69-1,81	0,653
	hoch	0,84	0,53-1,34	0,468	0,84	0,51-1,39	0,488
Eicosatriensäure (C20:3, n-6)	gering	1			1		
	mittel	1,41	0,89-2,22	0,141	1,64	1,00-2,68	0,050
	hoch	1,15	0,72-1,84	0,563	1,55	0,92-2,60	0,098
Arachidonsäure (C20:4, n-6)	gering	1			1		
	mittel	1,63	1,01-2,62	0,045	1,42	0,85-2,37	0,177
	hoch	1,71	1,06-2,74	0,027	1,64	0,99-2,73	0,056
Tetracosansäure (C24:0)	gering	1			1		
	mittel	0,92	0,59-1,44	0,717	0,92	0,57-1,49	0,735
	hoch	0,85	0,54-1,34	0,476	0,81	0,50-1,33	0,408
Eicosapentaensäure (C20:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,53	0,95-2,47	0,078	1,25	0,75-2,08	0,389
	hoch	1,65	1,03-2,64	0,037	1,42	0,85-2,36	0,180
Docosapentaensäure (C22:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,61-1,54	0,891	1,17	0,71-1,93	0,532
	hoch	1,20	0,76-1,87	0,436	1,55	0,95-2,52	0,078
Docosahexaensäure (C22:6, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,00	0,63-1,59	0,985	0,96	0,58-1,58	0,865
	hoch	1,26	0,80-1,97	0,314	1,27	0,78-2,07	0,332
gesättigte FS	gering	1			1		
	mittel	1,44	0,90-2,29	0,130	1,37	0,81-2,31	0,242
	hoch	1,47	0,92-2,35	0,104	1,55	0,82-2,92	0,180
einfach ungesät. FS (MUFA)	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,76-1,91	0,423	0,99	0,58-1,69	0,960
	hoch	1,24	0,78-1,96	0,361	1,05	0,53-2,09	0,885
mehrfach ungesät. FS (PUFA)	gering	1			1		
	mittel	0,97	0,62-1,53	0,892	0,76	0,46-1,25	0,275
	hoch	1,02	0,65-1,61	0,924	0,73	0,44-1,23	0,240
Σ n-3 FS	gering	1			1		
	mittel	1,34	0,83-2,16	0,233	1,09	0,64-1,87	0,744
	hoch	1,71	1,08-2,72	0,023	1,27	0,74-2,17	0,392
Σ n-6 FS	gering	1			1		
	mittel	0,87	0,56-1,37	0,552	0,72	0,44-1,19	0,200
	hoch	0,90	0,57-1,41	0,633	0,64	0,38-1,06	0,085
Männer (276/52[#])							
Myristinsäure (C14:0)	gering	1			1		
	mittel	0,77	0,39-1,55	0,467	0,73	0,34-1,59	0,428
	hoch	0,63	0,30-1,33	0,226	0,67	0,28-1,61	0,365
Palmitinsäure (C16:0)	gering	1			1		
	mittel	1,00	0,49-2,07	0,996	0,98	0,42-2,25	0,952
	hoch	0,93	0,45-1,92	0,838	0,73	0,25-2,13	0,560
Hexadecensäure (C16:1)	gering	1			1		
	mittel	1,00	0,45-2,19	0,994	0,91	0,38-2,15	0,828
	hoch	1,51	0,72-3,17	0,277	1,28	0,48-3,39	0,621

Fortsetzung A Tab. 17:

Heptadecansäure (C17:0)	gering	1			1		
	mittel	0,98	0,48-1,98	0,951	0,93	0,44-1,98	0,854
	hoch	0,87	0,42-1,82	0,714	0,83	0,36-1,93	0,669
Stearinsäure (C18:0)	gering	1			1		
	mittel	0,68	0,31-1,49	0,337	0,61	0,25-1,49	0,280
	hoch	1,07	0,54-2,16	0,841	0,98	0,36-2,70	0,970
Ölsäure (C18:1)	gering	1			1		
	mittel	1,18	0,58-2,39	0,650	0,90	0,39-2,05	0,799
	hoch	0,63	0,29-1,34	0,228	0,35	0,11-1,11	0,074
Linolsäure (C18:2, n-6)	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,50-1,97	0,985	1,04	0,48-2,23	0,927
	hoch	0,64	0,29-1,39	0,260	0,60	0,25-1,44	0,254
Arachinsäure (C20:0)	gering	1			1		
	mittel	0,91	0,46-1,79	0,783	1,18	0,55-2,52	0,670
	hoch	0,60	0,27-1,30	0,194	0,83	0,33-2,07	0,687
Linolensäure (C18:3, n-3)	gering	1			1		
	mittel	0,78	0,38-1,60	0,497	0,75	0,33-1,71	0,500
	hoch	0,90	0,44-1,83	0,764	0,72	0,30-1,73	0,460
Decosansäure (C22:0)	gering	1			1		
	mittel	0,91	0,46-1,81	0,793	0,98	0,47-2,07	0,967
	hoch	0,58	0,27-1,23	0,153	0,67	0,30-1,50	0,327
Eicosatriensäure (C20:3, n-6)	gering	1			1		
	mittel	2,00	0,94-4,26	0,072	1,96	0,87-4,42	0,103
	hoch	1,07	0,48-2,38	0,870	1,21	0,51-2,90	0,664
Arachidonsäure (C20:4, n-6)	gering	1			1		
	mittel	1,51	0,68-3,36	0,311	1,23	0,52-2,92	0,642
	hoch	1,75	0,80-3,82	0,160	1,63	0,70-3,77	0,256
Tetracosansäure (C24:0)	gering	1			1		
	mittel	0,76	0,39-1,51	0,435	0,82	0,39-1,70	0,589
	hoch	0,66	0,31-1,41	0,279	0,72	0,32-1,62	0,421
Eicosapentaensäure (C20:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,14	0,53-2,46	0,732	0,97	0,43-2,22	0,950
	hoch	1,27	0,59-2,71	0,542	1,03	0,45-2,32	0,953
Docosapentaensäure (C22:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,26	0,61-2,60	0,538	1,48	0,68-3,21	0,323
	hoch	0,98	0,47-2,05	0,950	1,15	0,52-2,53	0,725
Docosahexaensäure (C22:6, n-3)	gering	1			1		
	mittel	0,96	0,46-2,00	0,914	0,88	0,40-1,94	0,756
	hoch	0,99	0,49-2,02	0,977	0,95	0,44-2,04	0,888
gesättigte FS	gering	1			1		
	mittel	1,04	0,50-2,13	0,923	1,00	0,44-2,24	0,994
	hoch	1,02	0,49-2,13	0,953	1,07	0,38-3,02	0,895
einfach ungesät. FS (MUFA)	gering	1			1		
	mittel	1,37	0,66-2,83	0,399	1,17	0,50-2,74	0,713
	hoch	0,85	0,40-1,81	0,665	0,53	0,17-1,61	0,260
mehrfach ungesät. FS (PUFA)	gering	1			1		
	mittel	0,89	0,44-1,79	0,746	0,76	0,35-1,64	0,486
	hoch	0,78	0,37-1,65	0,517	0,74	0,32-1,73	0,490
Σ n-3 FS	gering	1			1		
	mittel	0,93	0,46-1,90	0,851	0,87	0,39-1,94	0,731
	hoch	0,83	0,40-1,70	0,605	0,67	0,29-1,52	0,333
Σ n-6 FS	gering	1			1		
	mittel	0,99	0,50-1,97	0,972	0,99	0,46-2,14	0,978
	hoch	0,71	0,33-1,52	0,375	0,68	0,29-1,59	0,375

Fortsetzung A Tab. 17:

		Frauen (389/83 [#])					
Myristinsäure (C14:0)	gering	1			1		
	mittel	0,76	0,42-1,38	0,362	0,66	0,34-1,27	0,215
	hoch	0,92	0,52-1,62	0,774	0,86	0,43-1,69	0,653
Palmitinsäure (C16:0)	gering	1			1		
	mittel	2,02	1,06-3,83	0,032	2,12	0,99-4,56	0,054
	hoch	2,56	1,37-4,79	0,003	3,33	1,27-8,71	0,014
Hexadecensäure (C16:1)	gering	1			1		
	mittel	2,08	1,09-3,97	0,027	1,92	0,92-4,02	0,083
	hoch	3,12	1,68-5,81	<0,001	2,91	1,25-6,74	0,013
Heptadecensäure (C17:0)	gering	1			1		
	mittel	1,05	0,58-1,89	0,867	1,03	0,54-1,97	0,927
	hoch	1,03	0,57-1,84	0,933	0,99	0,51-1,92	0,966
Stearinsäure (C18:0)	gering	1			1		
	mittel	1,63	0,87-3,05	0,128	1,70	0,82-3,56	0,156
	hoch	2,56	1,39-4,70	0,003	3,12	1,29-7,55	0,012
Ölsäure (C18:1)	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,67-2,20	0,533	0,94	0,45-1,99	0,876
	hoch	1,69	0,94-3,03	0,079	1,59	0,62-4,10	0,338
Linolsäure (C18:2, n-6)	gering	1			1		
	mittel	0,78	0,43-1,44	0,429	0,59	0,30-1,16	0,127
	hoch	1,05	0,60-1,84	0,852	0,63	0,33-1,21	0,161
Arachinsäure (C20:0)	gering	1			1		
	mittel	0,89	0,50-1,60	0,692	0,81	0,41-1,58	0,526
	hoch	0,81	0,45-1,44	0,467	0,60	0,28-1,32	0,204
Linolensäure (C18:3, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,52	0,77-2,99	0,228	1,27	0,60-2,70	0,535
	hoch	2,46	1,30-4,68	0,006	1,36	0,62-2,98	0,447
Decosansäure (C22:0)	gering	1			1		
	mittel	1,21	0,67-2,18	0,519	1,27	0,66-2,44	0,479
	hoch	1,06	0,59-1,93	0,841	0,97	0,50-1,89	0,924
Eicosatriensäure (C20:3, n-6)	gering	1			1		
	mittel	1,13	0,63-2,02	0,673	1,39	0,73-2,63	0,316
	hoch	1,26	0,70-2,25	0,439	1,88	0,96-3,65	0,064
Arachidonsäure (C20:4, n-6)	gering	1			1		
	mittel	1,74	0,96-3,15	0,070	1,60	0,83-3,10	0,162
	hoch	1,71	0,94-3,11	0,081	1,71	0,88-3,35	0,115
Tetracosansäure (C24:0)	gering	1			1		
	mittel	1,06	0,59-1,93	0,837	0,99	0,51-1,92	0,977
	hoch	0,97	0,55-1,73	0,923	0,83	0,44-1,60	0,586
Eicosapentaensäure (C20:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,87	1,02-3,43	0,044	1,54	0,79-2,98	0,202
	hoch	1,96	1,08-3,57	0,028	1,76	0,91-3,42	0,093
Docosapentaensäure (C22:5, n-3)	gering	1			1		
	mittel	0,81	0,44-1,48	0,492	1,00	0,51-1,95	0,993
	hoch	1,37	0,78-2,41	0,279	1,96	1,03-3,73	0,041
Docosahexaensäure (C22:6, n-3)	gering	1			1		
	mittel	1,02	0,56-1,87	0,947	1,04	0,54-2,01	0,910
	hoch	1,48	0,83-2,64	0,188	1,54	0,81-2,95	0,188
gesättigte FS	gering	1			1		
	mittel	1,82	0,98-3,38	0,060	1,70	0,83-3,48	0,144
	hoch	1,89	1,02-3,49	0,043	2,00	0,86-4,67	0,109
einfach ungesät. FS (MUFA)	gering	1			1		
	mittel	1,10	0,61-2,00	0,750	0,92	0,44-1,93	0,819
	hoch	1,61	0,90-2,87	0,107	1,59	0,61-4,16	0,340

Fortsetzung A Tab. 17:

mehrfach ungesät. FS (PUFA)	gering	1			1		
	mittel	1,03	0,57-1,89	0,917	0,76	0,39-1,50	0,435
	hoch	1,19	0,67-2,10	0,559	0,71	0,36-1,40	0,324
Σ n-3 FS	gering	1			1		
	mittel	1,92	0,97-3,80	0,060	1,41	0,66-3,00	0,371
	hoch	2,97	1,54-5,74	0,001	2,01	0,94-4,32	0,073
Σ n-6 FS	gering	1			1		
	mittel	0,79	0,44-1,45	0,449	0,59	0,30-1,15	0,121
	hoch	1,01	0,57-1,76	0,984	0,59	0,30-1,14	0,118

* Adjustiert für Alter, sozioökonomischen Status, Rauchverhalten, Sport, Fernsehen/PC-Benutzung in der Freizeit und Energiezufuhr aus Fett bzw. Nicht-Fett (bei Gesamtgruppe zusätzlich für Geschlecht), # Anzahl Nicht-Adipöse/Adipöse

A Tab. 18: Rohe und adjustierte* Odds Ratios für das Auftreten von Adipositas und Leptin- bzw. TNF α -Konzentrationen im Plasma bei einem Teilkollektiv der BVS II (n=565), bzw. bei Männern (n=241) und Frauen (n=324) dieses Teilkollektivs

Plasma-Gehalt		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
Gesamtgruppe (n=565)							
Leptin (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	3,23	1,52 - 6,83	0,002	5,67	2,49 - 12,91	<0,001
	hoch	11,55	5,73 - 23,29	<0,001	43,36	16,61 - 113,14	<0,001
TNF α (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,27	0,73 - 2,21	0,399	1,16	0,66 - 2,06	0,607
	hoch	2,34	1,40 - 3,93	0,001	1,54	0,87 - 2,74	0,138
TNF-RI (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	2,62	1,41 - 4,90	0,002	2,36	1,25 - 4,46	0,008
	hoch	4,79	2,64 - 8,72	<0,001	3,08	1,60 - 5,91	0,001
TNF-RII (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,66	0,94 - 2,94	0,081	1,42	0,78 - 2,57	0,249
	hoch	2,96	1,73 - 5,07	<0,001	1,87	1,04 - 3,38	0,038
Männer (n=241)							
Leptin (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	7,15	3,11 - 16,42	<0,001	8,11	3,27 - 20,12	<0,001
	hoch	44,67	14,23 - 140,25	<0,001	46,80	13,53 - 161,88	<0,001
TNF α (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,53	0,65 - 3,63	0,334	1,43	0,58 - 3,50	0,435
	hoch	1,73	0,76 - 3,91	0,189	1,33	0,55 - 3,19	0,528
TNF-RI (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	2,06	0,79 - 5,38	0,141	1,91	0,70 - 5,21	0,205
	hoch	2,84	1,16 - 6,98	0,023	1,77	0,66 - 4,73	0,258
TNF-RII (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	2,18	0,89 - 5,38	0,089	1,96	0,76 - 5,08	0,166
	hoch	2,41	1,01 - 5,77	0,048	1,48	0,55 - 3,95	0,438
Frauen (n=324)							
Leptin (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	2,00	0,23 - 17,61	0,532	1,91	0,21 - 17,12	0,564
	hoch	22,82	3,06 - 169,97	0,002	18,99	2,49 - 144,74	0,004
TNF α (pg/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,06	0,51 - 2,21	0,877	0,99	0,46 - 2,13	0,977
	hoch	3,04	1,55 - 5,99	0,001	1,76	0,82 - 3,81	0,150
TNF-RI (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	3,02	1,33 - 6,88	0,008	2,83	1,22 - 6,57	0,015
	hoch	7,34	3,27 - 16,48	<0,001	4,56	1,91 - 10,93	0,001
TNF-RII (ng/ml)	gering	1			1		
	mittel	1,29	0,61 - 2,76	0,508	1,04	0,47 - 2,30	0,921
	hoch	3,58	1,79 - 7,13	<0,001	2,42	1,14 - 5,11	0,021

*adjustiert für Alter, Geschlecht (nur bei Gesamtgruppe), TV/PC-Benutzung in der Freizeit (h/d), Sport (Quartilen)

A Tab. 19: Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen bei Männern der BVS II, gewichtet, n= 243, mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Fettsäuren (% FAME)	Kurzform	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentilen			
					10%	25%	75%	90%
Myristinsäure	C14:0	0,93 ± 0,51	0,79	0,11 - 3,72	0,45	0,61	1,11	1,68
Palmitinsäure	C16:0	25,49 ± 6,74	22,67	17,98 - 43,43	20,05	20,89	27,63	37,26
Heptadecansäure	C17:0	0,51 ± 0,24	0,42	0,17 - 1,82	0,29	0,34	0,61	0,85
Stearinsäure	C18:0	20,340± 3,31	19,41	14,62 - 33,55	17,36	18,22	21,47	25,57
Eladinsäure	C18:1, t9	0,16 ± 0,08	0,14	0,04 - 0,49	0,09	0,11	0,20	0,27
Ölsäure	C18:1, n-9	15,36 ± 2,62	14,58	8,40 - 23,01	12,86	13,54	16,75	19,54
trans-Linolsäure-Isomeren	C18:2, c9t12	0,13 ± 0,10	0,11	0,00 - 0,79	0,06	0,07	0,15	0,20
Linolsäure	C18:2, n-6	10,94 ± 2,38	11,37	4,33 - 16,80	7,02	9,91	12,51	13,54
Arachinsäure	C20:0	0,13 ± 0,06	0,12	0,03 - 0,48	0,07	0,09	0,16	0,20
γ-Linolensäure, n-6	C18:3, n-6	0,04 ± 0,02	0,03	0,00 - 0,15	0,02	0,02	0,05	0,07
α-Linolensäure, n-3	C18:3, n-3	0,09 ± 0,05	0,08	0,00 - 0,28	0,03	0,06	0,11	0,15
Konjugierte Linolsäuren	C18:2 c9t11	0,10 ± 0,06	0,09	0,00 - 0,40	0,03	0,05	0,14	0,18
Decosansäure	C22:0	0,11 ± 0,07	0,10	0,00 - 0,33	0,03	0,05	0,16	0,22
Eicosatriensäure	C20:3, n-6	1,51 ± 0,59	1,56	0,13 - 3,08	0,71	1,21	1,87	2,20
Arachidonsäure	C20:4, n-6	13,61 ± 5,29	15,84	1,37 - 20,71	3,70	11,62	17,35	18,44
Tetracosansäure	C24:0	0,07 ± 0,06	0,05	0,00 - 0,38	0,02	0,03	0,07	0,14
Eicosapentaensäure	C20:5, n-3	0,95 ± 0,76	0,77	0,00 - 3,74	0,00	0,43	1,38	1,95
Docosatetraensäure	C22:4, n-6	2,59 ± 1,28	2,90	0,07 - 5,09	0,33	1,78	3,54	4,00
Docosapentaensäure	C22:5, n-3	2,26 ± 1,26	2,63	0,00 - 4,42	0,15	1,25	3,26	3,61
Docosahexaensäure	C22:6, n-3	4,46 ± 2,56	5,05	0,00 - 9,80	0,23	2,51	6,414	7,27
trans-Fettsäuren	TFA	0,56 ± 0,19	0,53	0,10 - 1,50	0,34	0,43	0,65	0,78
gesättigte Fettsäuren	SFA	47,64 ±10,19	43,12	37,35 - 75,83	39,52	40,83	50,50	66,30
mehrfach ungesätt. Fettsr.	PUFA	36,44 ±12,23	42,14	6,94 - 49,11	12,95	32,24	44,85	45,82
n-3 PUFA		7,76 ± 4,10	8,95	0,03 - 15,90	0,78	5,29	10,58	12,11
n-6 PUFA		28,69 ± 8,67	32,33	6,80 - 38,79	11,95	26,85	34,850	35,99

A Tab. 20: Fettsäuren in % FAME in Erythrozytenmembranen bei Frauen der BVS II, gewichtet, n=325, mit Angabe von Median, Mittelwert (Mean) ± Standardabweichung (SD), Minimum – Maximum und Perzentilen

Fettsäuren (% FAME)	Kurzform	Mean±SD	Median	Min – Max	Perzentilen			
					10%	25%	75%	90%
Myristinsäure	C14:0	0,88 ± 0,52	0,74	0,00 - 3,71	0,44	0,56	1,01	1,57
Palmitinsäure	C16:0	24,93 ± 6,781	22,11	18,01 - 46,84	19,54	20,55	25,95	36,92
Heptadecansäure	C17:0	0,52 ± 0,26	0,44	0,16 - 1,43	0,31	0,36	0,58	0,97
Stearinsäure	C18:0	20,21 ± 3,02	19,39	13,43 - 32,43	17,45	18,27	21,36	25,03
Eladinsäure	C18:1, t9	0,16 ± 0,09	0,14	0,04 - 0,66	0,07	0,10	0,19	0,26
Ölsäure	C18:1, n-9	14,88 ± 2,32	14,19	10,30 - 21,82	12,62	13,28	15,99	18,96
trans-Linolsäure-Isomeren	C18:2, c9t12	0,12 ± 0,07	0,10	0,00 - 0,54	0,05	0,08	0,15	0,19
Linolsäure	C18:2, n-6	11,11 ± 2,23	11,58	2,73 - 15,11	8,02	10,41	12,49	13,37
Arachinsäure	C20:0	0,14 ± 0,06	0,14	0,04 - 0,46	0,07	0,10	0,18	0,21
γ-Linolensäure, n-6	C18:3, n-6	0,04 ± 0,02	0,03	0,00 - 0,15	0,02	0,02	0,04	0,06
α-Linolensäure, n-3	C18:3, n-3	0,09 ± 0,05	0,09	0,00 - 0,28	0,03	0,06	0,13	0,16
Konjugierte Linolsäuren	C18:2 c9t11	0,12 ± 0,07	0,10	0,00 - 0,44	0,04	0,06	0,17	0,22
Decosansäure	C22:0	0,10 ± 0,06	0,09	0,01 - 0,29	0,03	0,05	0,14	0,18
Eicosatriensäure	C20:3, n-6	1,56 ± 0,54	1,60	0,13 - 3,06	0,79	1,31	1,88	2,21
Arachidonsäure	C20:4, n-6	14,26 ± 5,21	16,26	1,03 - 21,05	3,71	12,86	17,573	18,74
Tetracosansäure	C24:0	0,07 ± 0,06	0,05	0,00 - 0,44	0,02	0,03	0,08	0,12
Eicosapentaensäure	C20:5, n-3	0,89 ± 0,69	0,81	0,00 - 3,56	0,01	0,37	1,26	1,81
Docosatetraensäure	C22:4, n-6	2,73 ± 1,22	2,99	0,06 - 5,25	0,52	2,19	3,60	4,01
Docosapentaensäure	C22:5, n-3	2,16 ± 1,13	2,50	0,00 - 3,99	0,12	1,29	3,00	3,41
Docosahexaensäure	C22:6, n-3	4,83 ± 2,51	5,42	0,00 - 10,96	0,42	3,42	6,60	7,57
trans-Fettsäuren	TFA	0,58 ± 0,19	0,54	0,19 - 1,48	0,37	0,44	0,70	0,83
gesättigte Fettsäuren	SFA	46,86 ± 9,86	42,75	36,99 - 78,11	39,33	40,62	48,21	65,82
mehrfach ungesätt. Fettsr.	PUFA	37,68 ± 11,81	42,66	5,26 - 49,01	14,27	36,61	45,18	46,73
n-3 PUFA		7,98 ± 3,92	9,02	0,05 - 17,81	0,69	5,92	10,87	12,08
n-6 PUFA		29,70 ± 8,39	33,14	5,09 - 40,20	13,41	29,66	35,08	36,18

A Tab. 21: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen bei Männern: (I) 18,5-<25 kg/m² (n=81), (II) 25-<30 kg/m² (n=110) und (III) ≥ 30 kg/m² (n=51) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)]

Parameter	Body-Mass Index					
	18,5-<25 kg/m ²		25-<30 kg/m ²		≥ 30 kg/m ²	
	n=		n=		n=	
	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR
C14:0	0,92 ± 0,05	0,48	0,94 ± 0,05	0,54	0,93 ± 0,07	0,43
C16:0	25,28 ± 0,73	5,13	25,72 ± 0,60	7,58	25,52 ± 0,85	8,73
C17:0	0,51* ± 0,02	0,29	0,51* ± 0,02	0,25	0,48* ± 0,03	0,18
C18:0	20,37 ± 0,34	3,48	20,61 ± 0,31	3,41	20,12 ± 0,40	2,97
C18:1, t9	0,16 ± 0,01	0,07	0,17 ± 0,01	0,11	0,16 ± 0,01	0,07
C18:1, n-9	15,28 ± 0,26	2,10	15,46 ± 2,55	3,39	15,32 ± 0,33	4,48
C18:2, c9t12	0,13 ± 0,01	0,007	0,12 ± 0,01	0,08	0,14 ± 0,02	0,08
C18:2, n-6	11,06 ± 0,26	2,52	10,91 ± 0,21	2,36	10,82±0,30	2,23
C20:0	0,13 ± 0,01	0,07	0,14 ± 0,01	0,07	0,14 ± 0,01	0,07
C18:3, n-6	0,04 ± 0,00	0,04	0,04 ± 0,00	0,02	0,04 ± 0,00	0,04
C18:3, n-3	0,09 ± 0,00	0,05	0,09 ± 0,00	0,06	0,08 ± 0,01	0,05
CLA	0,10 ± 0,01	0,09	0,10 ± 0,01	0,09	0,10 ± 0,01	0,10
C22:0	0,11 ± 0,01	0,10	0,12 ± 0,01	0,12	0,11 ± 0,01	0,09
C20:3, n-6	1,45 ± 0,07	0,64	1,57 ± 0,05	0,74	1,49 ± 0,07	0,61
C20:4, n-6	13,79 ± 0,55	5,11	13,27 ± 0,48	5,43	13,99 ± 0,69	8,15
C24:0	0,06 ± 0,00	0,03	0,07 ± 0,01	0,05	0,06 ± 0,01	0,04
C20:5, n-3	0,92 ± 0,07	1,03	0,93 ± 0,07	0,85	0,97 ± 0,11	1,19
C22:4, n-6	2,63 ± 0,13	1,67	2,52 ± 0,12	1,71	2,63 ± 0,18	2,22
C22:5, n-3	2,41 ± 0,13	1,72	2,14 ± 0,11	2,11	2,18 ± 0,16	2,19
C22:6, n-3	4,37 ± 0,24	3,42	4,42 ± 0,23	3,92	4,56 ± 0,37	4,02
TFA	0,57 ± 0,02	0,21	0,56 ± 0,02	0,25	0,53 ± 0,03	0,18
SFA	47,39 ± 1,10	9,27	48,10 ± 0,90	10,91	47,37 ± 1,28	12,12
PUFA	36,76 ± 1,29	10,45	35,89 ± 1,11	12,85	36,78 ± 1,56	16,21
n-3 PUFA	7,79 ± 0,40	4,58	7,58 ± 0,37	5,65	7,79 ± 0,56	6,61
n-6 PUFA	28,97 ± 0,93	8,21	28,31 ± 0,78	7,64	28,98 ± 1,09	11,36

A Tab. 22: Anteil einzelner Fettsäuren (% FAME) und Fettsäuresummen in den Membranen der Erythrozyten von Personen dreier BMI-Gruppen bei Frauen: (I) 18,5-<25 kg/m² (n=148), (II) 25-<30 kg/m² (n=108) und (III) ≥ 30 kg/m² (n=63) mit Angabe von Mittelwert (Mean) und Standardfehler des Mittelwertes (SEM) [* signifikant unterschiedliche Mittelwerte der Gruppen (Kruskal-Wallis-Test, p<0,05)]

Parameter	Body-Mass Index					
	18,5-<25 kg/m ²		25-<30 kg/m ²		≥ 30 kg/m ²	
	n=148		n=108		n=63	
	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR	Mean ± SEM	IQR
C14:0	0,81 ± 0,04	0,39	0,90 ± 0,06	0,55	1,01 ± 0,08	0,71
C16:0	23,58* ± 0,51	3,24	25,22* ± 0,75	7,94	27,47* ± 1,06	14,83
C17:0	0,47 ± 0,02	0,17	0,55 ± 0,03	0,31	0,60 ± 0,04	0,45
C18:0	19,52* ± 0,23	2,64	20,65* ± 0,35	3,91	21,07* ± 0,45	5,22
C18:1, t9	0,15 ± 0,01	0,09	0,16 ± 0,01	0,08	0,17 ± 0,01	0,10
C18:1, n-9	14,34* ± 0,18	1,80	15,13* ± 0,27	3,54	15,70* ± 0,32	4,34
C18:2, c9t12	0,13 ± 0,01	0,08	0,11 ± 0,01	0,06	0,12 ± 0,01	0,07
C18:2, n-6	11,69* ± 0,16	1,81	10,77* ± 0,25	1,75	10,36* ± 0,34	4,13
C20:0	0,14 ± 0,00	0,08	0,15 ± 0,01	0,08	0,14 ± 0,01	0,09
C18:3, n-6	0,04* ± 0,00	0,02	0,03* ± 0,00	0,02	0,04* ± 0,00	0,02
C18:3, n-3	0,10* ± 0,00	0,06	0,09* ± 0,01	0,08	0,09* ± 0,01	0,07
CLA	0,13* ± 0,01	0,10	0,11* ± 0,01	0,09	0,09* ± 0,01	0,06
C22:0	0,10 ± 0,01	0,08	0,10 ± 0,01	0,09	0,11 ± 0,01	0,08
C20:3, n-6	1,64 ± 0,05	0,57	1,50 ± 0,06	0,59	1,47 ± 0,08	0,77
C20:4, n-6	15,28* ± 0,39	2,65	13,96* ± 0,59	7,27	12,52* ± 0,79	12,69
C24:0	0,06 ± 0,00	0,04	0,08 ± 0,01	0,05	0,06 ± 0,01	0,05
C20:5, n-3	0,93 ± 0,06	1,01	0,86 ± 0,07	0,76	0,80 ± 0,10	1,08
C22:4, n-6	3,05* ± 0,10	1,09	2,60* ± 0,13	1,63	2,24* ± 0,18	2,45
C22:5, n-3	2,40* ± 0,09	1,09	2,11* ± 0,13	2,13	1,72* ± 0,16	2,42
C22:6, n-3	5,24 ± 0,19	2,30	4,75 ± 0,29	4,45	4,08 ± 0,38	5,35
TFA	0,61* ± 0,02	0,27	0,56* ± 0,02	0,28	0,53* ± 0,02	0,18
SFA	44,68* ± 0,71	3,87	47,64* ± 1,10	13,35	50,47* ± 1,56	22,98
PUFA	40,37* ± 0,86	5,13	36,66* ± 1,33	15,70	33,31* ± 1,82	27,91
n-3 PUFA	8,68* ± 0,29	3,55	7,81* ± 0,45	6,02	6,69* ± 0,59	8,58
n-6 PUFA	31,69* ± 0,62	3,74	28,86* ± 0,93	9,24	26,62* ± 1,30	20,36

A Tab. 23: Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=51) und nicht-adipösen (n=192) Männern der BVS II

Fettsäuren in % FAME		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
C14:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,09	0,49-2,39	0,839	1,27	0,54-3,00	0,590
	hoch	1,26	0,58-2,71	0,558	1,33	0,58-3,05	0,508
C16:0	niedrig	1			1		
	mittel	2,22	1,00-4,94	0,051	1,97	0,80-4,85	0,141
	hoch	1,14	0,49-2,65	0,753	0,95	0,38-2,37	0,913
C17:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,50	0,23-1,08	0,076	0,71	0,31-1,63	0,414
	hoch	0,50	0,24-1,04	0,063	0,49	0,22-1,10	0,085
C18:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,90	0,42-1,96	0,797	0,86	0,37-1,99	0,729
	hoch	0,93	0,44-1,94	0,841	0,80	0,35-1,81	0,585
C18:1, t9	niedrig	1			1		
	mittel	2,03	0,91-4,54	0,084	2,20	0,92-5,28	0,076
	hoch	1,54	0,67-3,51	0,306	1,70	0,68-4,25	0,258
C18:1, n-9	niedrig	1			1		
	mittel	0,67	0,30-1,43	0,286	0,63	0,26-1,52	0,305
	hoch	0,68	0,32-1,48	0,333	0,63	0,26-1,51	0,300
C18:2, c9t12	niedrig	1			1		
	mittel	0,48	0,21-1,10	0,082	0,53	0,21-1,32	0,175
	hoch	1,03	0,51-2,08	0,940	1,22	0,56-2,68	0,614
C18:2, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,70	0,35-1,42	0,326	0,59	0,27-1,28	0,182
	hoch	0,37	0,16-0,84	0,018	0,35	0,14-0,89	0,027
C20:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,49	0,71-3,17	0,295	1,53	0,67-3,51	0,313
	hoch	1,72	0,80-3,71	0,166	2,26	0,96-5,31	0,062
C18:3, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,70	0,33-1,52	0,372	0,59	0,25-1,38	0,222
	hoch	1,04	0,50-2,18	0,909	1,31	0,57-3,01	0,526
C18:3, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,75	0,38-1,51	0,426	1,03	0,47-2,24	0,942
	hoch	0,39	0,17-0,91	0,030	0,41	0,16-1,05	0,062
CLA	niedrig	1			1		
	mittel	0,81	0,39-1,70	0,577	0,69	0,30-1,57	0,370
	hoch	1,11	0,52-2,35	0,790	1,23	0,53-2,89	0,630
C22:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,27	0,59-2,71	0,543	1,21	0,52-2,82	0,666
	hoch	0,81	0,37-1,78	0,600	0,86	0,38-1,98	0,726
C20:3, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	1,26	0,60-2,66	0,545	1,51	0,66-3,47	0,335
	hoch	1,15	0,54-2,44	0,725	1,10	0,47-2,57	0,831
C20:4, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,80	0,37-1,73	0,569	0,94	0,41-2,15	0,874
	hoch	1,70	0,81-3,57	0,162	2,08	0,87-4,96	0,099
C24:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,97	0,46-2,04	0,926	1,32	0,58-3,01	0,516
	hoch	0,94	0,44-2,03	0,877	1,21	0,50-2,89	0,675

Fortsetzung A Tab. 23:

C20:5, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	1,00	0,46-2,17	1,000	1,36	0,56-3,27	0,495
	hoch	1,25	0,59-2,64	0,567	1,73	0,74-4,04	0,205
C22:4, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,65	0,30-1,43	0,285	0,78	0,34-1,82	0,565
	hoch	1,14	0,55-2,34	0,726	1,29	0,57-2,95	0,544
C22:5, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	1,08	0,51-2,28	0,851	1,21	0,54-2,75	0,642
	hoch	0,86	0,41-1,83	0,701	1,06	0,46-2,48	0,885
C22:6, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	1,05	0,51-2,17	0,900	1,12	0,50-2,53	0,781
	hoch	1,02	0,47-2,20	0,970	1,09	0,47-2,55	0,845
TFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,11	0,55-2,24	0,781	1,29	0,59-2,79	0,524
	hoch	0,53	0,23-1,22	0,135	0,66	0,26-1,67	0,383
SFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,24	0,56-2,74	0,603	1,27	0,53-3,05	0,593
	hoch	1,29	0,59-2,82	0,519	1,16	0,49-2,75	0,735
PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,03	0,49-2,16	0,937	1,12	0,49-2,55	0,792
	hoch	1,19	0,55-2,54	0,661	1,22	0,52-2,85	0,648
n-3 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,06	0,52-2,20	0,867	1,02	0,45-2,29	0,969
	hoch	1,00	0,46-2,16	0,992	1,09	0,47-2,53	0,849
n-6 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,24	0,60-2,56	0,568	1,28	0,57-2,85	0,553
	hoch	1,01	0,47-2,19	0,974	1,07	0,45-2,54	0,884

* adjustiert für Alter, sozialer Schicht (Unter-, untere Mittel-, Mittel-, obere Mittel-, Oberschicht), Rauchverhalten (Nichtraucher, Ex-Raucher, Raucher), Sport (Nichtsportler, >0-<1,89, 1,89-<4,40, ≥4,40 h/d), PC und TV-Benutzung in der Freizeit (h/d), Energiezufuhr (kcal/d)

A Tab. 24: Rohe und adjustierte* Odds Ratios, 95% Konfidenzintervalle (95%CI) und p-Werte für den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Adipositas und Fettsäuren in % FAME in den Erythrozytenmembranen bei adipösen (n=) und nicht-adipösen (n=325) Frauen der BVS II

Fettsäuren in % FAME		roh			adjustiert*		
		OR	95% CI	p	OR	95% CI	p
C14:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,97	0,48-1,95	0,934	0,93	0,43-1,99	0,849
	hoch	1,56	0,81-3,02	0,188	1,68	0,81-3,49	0,167
C16:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,36	0,67-2,76	0,390	1,51	0,68-3,35	0,309
	hoch	2,17	1,10-4,28	0,026	2,45	1,14-5,27	0,022
C17:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,89	0,45-1,78	0,745	0,81	0,38-1,73	0,593
	hoch	1,29	0,66-2,54	0,454	1,40	0,66-2,95	0,380
C18:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,16	0,58-2,30	0,677	1,21	0,57-2,54	0,624
	hoch	1,44	0,72-2,86	0,299	1,61	0,76-3,41	0,216
C18:1, t9	niedrig	1			1		
	mittel	0,74	0,38-1,44	0,373	0,74	0,36-1,52	0,406
	hoch	0,86	0,44-1,66	0,647	0,91	0,44-1,88	0,805
C18:1, n-9	niedrig	1			1		
	mittel	1,97	0,98-4,00	0,059	1,73	0,80-3,74	0,166
	hoch	2,43	1,21-4,86	0,012	2,04	0,96-4,34	0,064
C18:2, c9t12	niedrig	1			1		
	mittel	0,73	0,37-1,43	0,356	0,79	0,38-1,66	0,535
	hoch	0,80	0,41-1,56	0,508	0,78	0,37-1,65	0,519
C18:2, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	0,41	0,21-0,81	0,011	0,39	0,18-0,83	0,015
	hoch	0,44	0,23-0,86	0,016	0,48	0,24-1,02	0,056
C20:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,84	0,42-1,70	0,636	0,78	0,36-1,68	0,521
	hoch	0,94	0,48-1,85	0,859	1,14	0,54-2,39	0,735
C18:3, n-6	niedrig	1			1		
	mittel	2,10	0,98-4,47	0,055	1,93	0,86-4,33	0,113
	hoch	2,58	1,24-5,40	0,012	2,21	1,00-4,88	0,051
C18:3, n-3	niedrig	1			1		
	mittel	0,80	0,40-1,57	0,512	1,22	0,57-2,60	0,605
	hoch	0,76	0,39-1,48	0,421	0,87	0,42-1,78	0,699
CLA	niedrig	1			1		
	mittel	0,81	0,42-1,59	0,547	0,89	0,42-1,87	0,757
	hoch	0,57	0,29-1,13	0,108	0,58	0,27-1,23	0,153
C22:0	niedrig	1			1		
	mittel	1,73	0,88-3,42	0,114	1,66	0,78-3,48	0,184
	hoch	1,60	0,79-3,25	0,189	1,72	0,79-3,73	0,170
C20:3	niedrig	1			1		
	mittel	1,06	0,53-2,10	0,872	0,98	0,46-2,08	0,955
	hoch	1,02	0,51-2,05	0,949	1,20	0,56-2,58	0,643
C20:4	niedrig	1			1		
	mittel	0,56	0,28-1,12	0,103	0,548	0,26-1,17	0,119
	hoch	0,59	0,31-1,13	0,110	0,570	0,27-1,19	0,136
C24:0	niedrig	1			1		
	mittel	0,62	0,30-1,29	0,204	0,51	0,23-1,14	0,100
	hoch	1,29	0,68-2,43	0,440	1,64	0,80-3,36	0,176

Fortsetzung A Tab. 24:

C20:5	niedrig	1			1		
	mittel	0,79	0,41-1,53	0,478	0,51	0,24-1,10	0,084
	hoch	0,75	0,38-1,46	0,395	0,51	0,24-1,09	0,084
C22:4	niedrig	1			1		
	mittel	0,57	0,30-1,09	0,089	0,52	0,25-1,07	0,074
	hoch	0,37	0,19-0,76	0,006	0,37	0,17-0,81	0,013
C22:5	niedrig	1			1		
	mittel	0,50	0,26-,95	0,034	0,46	0,22-0,93	0,032
	hoch	0,39	0,19-0,78	0,008	0,32	0,15-0,70	0,004
C22:6	niedrig	1			1		
	mittel	0,54	0,27-1,09	0,087	0,45	0,21-1,00	0,049
	hoch	0,71	0,37-1,35	0,293	0,64	0,31-1,32	0,223
TFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,96	0,50-1,82	0,889	1,35	0,66-2,78	0,410
	hoch	0,49	0,24-0,98	0,045	0,56	0,26-1,20	0,135
SFA	niedrig	1			1		
	mittel	1,45	0,72-2,93	0,298	1,36	0,63-2,95	0,435
	hoch	1,98	1,00-3,93	0,050	2,09	0,98-4,46	0,056
PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,86	0,45-1,64	0,639	0,83	0,40-1,72	0,622
	hoch	0,49	0,24-0,98	0,043	0,48	0,22-1,04	0,061
n-3 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,54	0,27-1,08	0,084	0,57	0,26-1,23	0,150
	hoch	0,61	0,31-1,16	0,132	0,51	0,25-1,07	0,075
n-6 PUFA	niedrig	1			1		
	mittel	0,59	0,30-1,14	0,115	0,54	0,26-1,12	0,098
	hoch	0,49	0,25-0,96	0,037	0,49	0,23-1,05	0,067

* adjustiert für Alter, sozialer Schicht (Unter-, untere Mittel-, Mittel-, obere Mittel-, Oberschicht), Rauchverhalten (Nichtraucher, Ex-Raucher, Raucher), Sport (Nichtsportler, >0-<1,89, 1,89-<4,40, ≥4,40 h/d), PC und TV-Benutzung in der Freizeit (h/d), Energiezufuhr (kcal/d)