

Institut für Ernährungswissenschaft  
der Technischen Universität München

## **Konjugierte Linolsäuren: Zufuhr und Verteilung in den Plasmalipidfraktionen beim Menschen**

**Dorothee Fremann**

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau der  
Technischen Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

**Doktors der Haushalts- und Ernährungswissenschaften (Dr.oec.troph.)**

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Gerhard Cerny  
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. med. Günther Wolfram  
2. Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Eberhard Graßmann

Die Dissertation wurde am 18.07.2000 bei der Technischen Universität München  
eingereicht und durch die Fakultät für Landwirtschaft und Gartenbau am 18.09.2000  
angenommen.

## Danksagung

Meinem Doktorvater, Herrn Univ.-Prof. Dr. med. G. Wolfram, der mir die Anfertigung der vorliegenden Dissertation ermöglichte, danke ich herzlich für die wissenschaftliche Anleitung und die stets freundliche und hilfsbereite Unterstützung.

Ganz besonders danke ich Herrn Dr. Dr. habil. Jakob Linseisen, der mich während meiner Doktorarbeit betreut hat. Seine zuvorkommende Unterstützung bei der Verwirklichung von Ideen haben mich immer motiviert. Für die vielen wertvollen wissenschaftlichen Anregungen, für die statistische Beratung und für die konstruktive Durchsicht meiner Arbeit möchte ich mich ganz herzlich bei Ihm bedanken.

Bei allen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern des Instituts für Ernährungswissenschaft, insbesondere bei Frau Anja Schmidt, Frau Uta Gruda und Frau Evi Lang Halter möchte ich mich für alle Beiträge zum Gelingen der Arbeit bedanken.

Für die kritische Durchsicht dieser Arbeit danke ich Birgit Gneiting-Kußmaul, Silke Pietschmann, Beate Fischer und Jörg Radtke.

Mein herzlichster Dank gilt meinem Mann Hannes, ohne dessen Zuspruch und Hilfe diese Arbeit nicht entstanden wäre. Auch möchte ich mich für die computertechnische Unterstützung danken, die größere Katastrophen verhindern konnte.

	Seite
<b>1. Einleitung</b>	<b>17</b>
<b>2. Material und Methoden</b>	<b>23</b>
<b>2.1 Analytik</b>	<b>23</b>
2.1.1 Plasmaproben	23
2.1.1.1 Reagenzien	23
2.1.1.2 Standardsubstanzen	23
2.1.1.3 Geräte	24
2.1.1.4 Gewinnung der Plasmaproben	24
2.1.1.5 Gesamt-Cholesterin-, Triglycerid- und Phospholipidbestimmung	24
2.1.1.6 Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in der Phospholipid-, Triglycerid- und Cholesterinester-Fraktion des Plasmas	25
2.1.1.7 Trennung der Lipoproteine durch Ultrazentrifugation	28
2.1.2 Lebensmittel	29
2.1.2.1 Reagenzien	29
2.1.2.2 Standardsubstanzen	29
2.1.2.3 Geräte	29
2.1.2.4 Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11	30
<b>2.2 Berechnung der Nährstoffzufuhr</b>	<b>32</b>
2.2.1 Datenverarbeitung	32
2.2.2 Rezepturen, Austauschlebensmittel und neue Lebensmittel	32
2.2.3 Kontrolle	33
<b>2.3 Statistische Methoden</b>	<b>35</b>
<b>2.4 Studien</b>	<b>38</b>
2.4.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen	38
2.4.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11	39
2.4.2.1 Entwicklung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	39
2.4.2.2 Studienkollektiv	40
2.4.2.3 Studienablauf	40
2.4.2.4 Auswertung des Food-Frequency-Questionnaires	41
2.4.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagsmenüs zweier bayerischer Mensen	43
2.4.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11	45

2.4.5 Intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride	48
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>50</b>
<b>3.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen</b>	<b>50</b>
3.1.1 Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	50
3.1.2 Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	52
3.1.3 Schwankungsbreite der trans-Fettsäuren-Zufuhr	55
3.1.4 Zufuhr von Energie, Nährstoffen und Alkohol	58
<b>3.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11</b>	<b>60</b>
3.2.1 Kollektiv	60
3.2.2 Zufuhresultate aus den 7-Tage-Ernährungsprotokollen	61
3.2.3 Zufuhresultate aus den Food-Frequency-Questionnaires	62
3.2.4 Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus den Food-Frequency-Questionnaires und den 7-Tage-Ernährungsprotokollen	63
3.2.5 Verteilung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride	73
3.2.6 Zusammenhang zwischen der Zufuhr und der Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11	74
<b>3.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagmenüs zweier bayerischer Mensen</b>	<b>82</b>
3.3.1 Vergleich der mittleren Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts einzelner Mittagmenüs zweier bayerischer Mensen	82
3.3.2 Verteilung der trans-Fettsäuren	84
3.3.3 Übereinstimmung der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts einzelner Mittagmenüs zweier bayerischer Mensen	84
<b>3.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11</b>	<b>88</b>
<b>3.5 Intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride</b>	<b>94</b>
<b>4. Diskussion</b>	<b>99</b>
<b>4.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen</b>	<b>99</b>
4.1.1 Studienkollektiv	99
4.1.2 Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der trans-Fettsäuren	100
4.1.3 Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	102

<b>4.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang zur Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11</b>	<b>105</b>
4.2.1 Studienkollektiv	105
4.2.2 Entwicklung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erhebung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	106
4.2.3 Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus den Food-Frequency-Questionnaires und den 7-Tage-Ernährungsprotokollen	109
4.2.4 Verteilung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipiden und Triglyceriden des Plasmas	115
4.2.5 Zusammenhang zwischen der Zufuhr und der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11	115
<b>4.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagsmenüs zweier bayerischer Mensen</b>	<b>119</b>
<b>4.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11</b>	<b>124</b>
<b>4.5 Intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride</b>	<b>127</b>
<b>4.6 Physiologische Bedeutung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 für den menschlichen Organismus</b>	<b>129</b>
<b>5. Zusammenfassung</b>	<b>131</b>
<b>6. Literatur</b>	<b>135</b>
<b>Anhang</b>	

## Abkürzungsverzeichnis

---

K	Kappa-Wert
1-d-EP	ein Tag des 7-Tage-Ernährungsprotokolls vor der Blutabnahme
2-d-EP	zwei Tage des 7-Tage-Ernährungsprotokolls vor der Blutabnahme
7-d-EP	7-Tage-Ernährungsprotokoll
Ag <sup>+</sup> HPLC	Silberionen Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie
Ag <sup>+</sup> TLC	Silberionen Dünnschicht-Chromatographie
BMI	Body Mass Index
BMR	Grundumsatz (Basal Metabolic Rate)
CLA	konjugierte Linolsäuren
CV%	Variationskoeffizient
EP	Ernährungsprotokoll
FAME	Fettsäuremethylester
FFQ	Food-Frequency-Questionnaire
FID	Flammenionisationsdetektor
GC	Gaschromatograph
KI	Konfidenzintervall
LDL	Low Density Lipoproteins
Max	Maximaler Wert
Mean	Mittelwert
Min	Minimaler Wert
MUFA	einfach ungesättigte Fettsäuren
NVS	Nationale Verzehrsstudie
p	Signifikanz-Niveau
PGF <sub>2α</sub>	Prostaglandin F <sub>2α</sub>
PGE <sub>2</sub>	Prostaglandin E <sub>2</sub>
PL	Phospholipide
PUFA	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
r	Korrelationskoeffizient
RNU	Ruhe-Nüchtern-Umsatz
SD	Standardabweichung
SFA	gesättigte Fettsäuren
TG	Triglyceride
TMSH	Trimethylsulfoniumhydroxid
VERA	Verbundstudie Ernährungserhebung und Risikofaktoren Analytik
VLDL	Very Low Density Lipoproteins

Abbildungsverzeichnis	Seite
<b>Abb. 1:</b> Strukturformeln von Ölsäure und Linolsäureisomeren nach Rickert et al. (1999)	17
<b>Abb. 2:</b> Dünnschichtchromatographische Auftrennung der Plasmalipide Phospholipide, Triglyceride und Cholesterinester	25
<b>Abb. 3:</b> Temperaturverlauf des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der Fettsäuremethylester (FAME) in den Plasmalipidfraktionen PL und TG	26
<b>Abb. 4:</b> Temperaturverlauf des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Bestimmung der FAME der Mittagmenüs	30
<b>Abb. 5:</b> Ablauf der Studie zur Validierung eines FFQ zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasma-Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11	40
<b>Abb. 6:</b> Ablauf der zwei Versuchsdurchläufe mit Testfrühstück und CLA-Supplement	46
<b>Abb. 7:</b> Ablauf der 4 Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von jeweils 4 Wochen	48
<b>Abb. 8:</b> Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei <b>Frauen</b> (n=63) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	51
<b>Abb. 9:</b> Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei <b>Männern</b> (n=56) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	51
<b>Abb. 10:</b> Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] aus den einzelnen Lebensmittelgruppen; * = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr der CLA-Isomers C18:2 c9t11	53
<b>Abb. 11:</b> Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe „Fleisch und Geflügel“; * = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	53
<b>Abb. 12:</b> Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukte und Käse“; * = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11	54
<b>Abb. 13:</b> Mittlere Tageszufuhr der trans-Fettsäuren-Isomere [mg/] C16:1 t, C18:1 t, C18:2 ct+tc+tt sowie die Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] des bayerischen Teilkollektivs der NVS getrennt nach Frauen (n=63) und Männern (n=56); * = prozentualer Anteil der einzelnen Isomere an der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr	55
<b>Abb. 14:</b> Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr [mg/d] bei <b>Frauen</b> (n=63) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	57
<b>Abb. 15:</b> Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr [mg/d] bei <b>Männern</b> (n=56) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	57
<b>Abb. 16:</b> Streudiagramm zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] berechnet durch den FFQ und den 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgerade: $y = 62,5 + 0,57 * x$ ; $r^2 = 0,215$ ; $p=0,001$ )	65

<b>Abb. 17:</b>	Streudiagramm zur Gesamt-Fett-Zufuhr [g/d] berechnet durch den FFQ und den 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgleichung: $y = 22,6 + 0,50 * x$ ; $r^2 = 0,183$ ; $p=0,002$ )	65
<b>Abb. 18:</b>	Streudiagramm zur Linolsäure-Zufuhr [g/d] berechnet durch den FFQ und den 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgleichung: $y = 3,7 + 0,51 * x$ ; $r^2 = 0,200$ ; $p=0,001$ )	66
<b>Abb. 19:</b>	Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,41 + 0,09 * x$ ; $r^2 = 0,008$ ; $p = 0,524$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den <b>PL</b> und der berechneten Zufuhr aus den <b>FFQ</b> bei 52 Studentinnen	79
<b>Abb. 20:</b>	Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,39 + 0,08 * x$ ; $r^2 = 0,015$ ; $p = 0,381$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den <b>TG</b> und der berechneten Zufuhr aus den <b>FFQ</b> bei 52 Studentinnen	80
<b>Abb. 21:</b>	Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,37 + 0,27 * x$ ; $r^2 = 0,08$ ; $p = 0,041$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den <b>PL</b> und der berechneten Zufuhr aus den <b>7-d-EP</b> bei 52 Studentinnen	80
<b>Abb. 22:</b>	Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,21 + 0,43 * x$ ; $r^2 = 0,17$ ; $p = 0,003$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den <b>TG</b> und der berechneten Zufuhr aus <b>einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme</b> bei 52 Studentinnen	81
<b>Abb. 23:</b>	Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,28 + 0,31 * x$ ; $r^2 = 0,13$ ; $p = 0,008$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den <b>TG</b> und der berechneten Zufuhr aus <b>zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme</b> bei 52 Studentinnen	81
<b>Abb. 24:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den <b>TG</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	89
<b>Abb. 25:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% <b>FAME</b> ] in den <b>TG</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	89
<b>Abb. 26:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den <b>TG der Chylomikronen</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4 und 6 h	90
<b>Abb. 27:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% <b>FAME</b> ] in den <b>TG der Chylomikronen</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4 und 6 h	90
<b>Abb. 28:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den <b>TG der VLDL</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	91

<b>Abb. 29:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>TG der VLDL</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	91
<b>Abb. 30:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den <b>TG der LDL</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	92
<b>Abb. 31:</b>	Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>TG der LDL</b> des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	92
<b>Abb. 32:</b>	Reaktion der <b>TG [mmol/l] im Plasma</b> auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h	93
<b>Abb. 33:</b>	Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>PL</b> des Nüchtern-Plasmas der 6 Personen während der 4 Messungen im Abstand von einem Monat und der berechnete Mittelwert aller vier Messungen einer Person	95
<b>Abb. 34:</b>	Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>TG</b> des Nüchtern-Plasmas der 6 Personen während der 4 Messungen im Abstand von einem Monat und der berechnete Mittelwert aller vier Messungen einer Person	95
<b>Abb. 35:</b>	<b>PL-Konzentration [mmol/l]</b> im Plasma der 6 Personen der vier Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von einem Monat und der Mittelwert der PL-Konzentrationen [mmol/l] einer Person	96
<b>Abb. 36:</b>	<b>TG-Konzentration [mmol/l]</b> im Plasma der 6 Personen der vier Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von einem Monat und der Mittelwert der TG-Konzentrationen [mmol/l] einer Person	96
<b>Abb. 37:</b>	Tagesprofil der TG bei Normalpersonen unter einer isoenergetischen Formeldiät mit 15 Energie % Eiweiß, 65 Energie % Fett und 20 Energie % Kohlenhydraten bei zwei Frauen und drei Männern nach Schlierf et al. (1971) und Tagesprofile der TG nach einer Testmahlzeit von 11 Energie % Eiweiß, 34 Energie % Fett, 55 Energie % Kohlenhydrate plus 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement bei einem Mann	126

<b>Tabellenverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>Tab. 1:</b>	Abkürzungen, Bezugsquellen und relative Korrekturfaktoren für die eingesetzten Standardsubstanzen zur gaschromatographischen Bestimmung der Fettsäuregehalte	23
<b>Tab. 2:</b>	Geräteparameter des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der Fettsäuremethylester (FAME)	27
<b>Tab. 3:</b>	Trenn- und Ultrazentrifugationsbedingungen für die Lipoproteinfraktionen Chylomikronen, VLDL und LDL	28
<b>Tab. 4:</b>	Standardsubstanz und relative Korrekturfaktoren zur Bestimmung des Fettsäuremusters in den Menüproben	29
<b>Tab. 5:</b>	Geräteparameter des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der FAME der 30 Essensproben	31
<b>Tab. 6:</b>	Beispiele für protokollierte Lebensmittel und zur Auswertung eingegebene bzw. ausgetauschte Lebensmittel mit ähnlicher Zusammensetzung wie das protokollierte Lebensmittel	33
<b>Tab. 7:</b>	Beurteilung der Übereinstimmung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure aus den FFQ und den 7-d-EP durch Korrelationskoeffizienten nach Winkler (1992)	35
<b>Tab. 8:</b>	3x3-Felder-Tafel zur Zuordnung des Kollektivs zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Zufuhrterzilen durch den FFQ und den 7-d-EP	36
<b>Tab. 9:</b>	Bestimmte und restliche FFQ- bzw. 7-d-EP-Terzile als Grundlage der Berechnung der Kappa-Werte ( K ) in einer 2x2-Felder-Tafel	36
<b>Tab. 10:</b>	Beurteilung der Übereinstimmung der Kategorien durch die Kappa-Werte nach Landis und Koch (1977)	37
<b>Tab. 11:</b>	Beschreibung des Studienkollektivs (Mean±SD) nach Fremann et al. (1999)	38
<b>Tab. 12:</b>	Verzehrhäufigkeitskategorien und die dazugehörigen Berechnungsfaktoren (Amann, 1993)	41
<b>Tab. 13:</b>	Mittagessenzusammenstellung der zwei Menses Weihenstephan und Augsburg	43
<b>Tab. 14:</b>	Zutatenliste des CLA-Supplements laut Herstellerangaben	45
<b>Tab. 15:</b>	Nährstoff- und Energiezusammensetzung der Testmahlzeit	45
<b>Tab. 16:</b>	Gefundene Fettsäuren in % der FAME des CLA-Supplements	46
<b>Tab. 17:</b>	Beschreibung der Gruppe (n=6) zum Versuch der intraindividuellen Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und TG	48
<b>Tab. 18:</b>	Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Percentilen) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] von jungen (n=27) und alten (n=36) Frauen sowie jungen (n=25) und alten (n=31) Männern des bayerischen Teilkollektivs der NVS	50
<b>Tab. 19:</b>	Mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus verschiedenen Lebensmittelgruppen bei Frauen (n=63) und Männern (n=56) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	54

<b>Tab. 20:</b>	Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Perzentile) der trans-Fettsäuren [mg/d] des bayerischen Teilkollektiv der NVS getrennt nach jungen (n = 27) und alten (n = 36) Frauen sowie nach jungen (n = 25) und alten (n = 31) Männern	56
<b>Tab. 21:</b>	Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Perzentile) an Energie [kcal/d], Nährstoffen [g/d] und Alkohol [g/d] des bayerischen Teilkollektivs der NVS getrennt nach jungen (n=27) und alten (n=25) Frauen sowie jungen (n=36) und alten (n=31) Männern	58
<b>Tab. 22:</b>	Selbstangabe der 52 Studentinnen zur Erkrankung und Medikamenteneinnahme sowie deren Nüchtern-Gesamt-Cholesterin [mg/dl] im Plasma	60
<b>Tab. 23:</b>	Angaben zum mittleren (Mean±SD, Median, Min, Max) Alter, Größe, Gewicht, BMI und BMR der 52 Studentinnen	61
<b>Tab. 24:</b>	Zufuhr (Mean±SD, Median, Min, Max und Perzentile) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], der trans-Fettsäuren [mg/d], der Energie [kcal/d] und der Nährstoffe [g/d] aus dem 7-d-EP der 52 Studentinnen	62
<b>Tab. 25:</b>	Prozentualer Anteil der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] durch die Lebensmittelgruppe Milch, Milchprodukte, Käse, Butter beim Kollektiv der 52 Studentinnen	62
<b>Tab. 26:</b>	Zufuhr (Mean±SD, Median, Min, Max, Perzentile) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d] gemessen durch den FFQ bei 52 Studentinnen	63
<b>Tab. 27:</b>	Prozentualer Anteil (Mean±SD, Min, Max) der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe Milch, Milchprodukte, Käse, Butter im Kollektiv der 52 Studentinnen	63
<b>Tab. 28:</b>	Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts und der Linolsäure [g/d] (Mean±SD, Median, Min, Max, Perzentile) aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektiv der 52 Studentinnen	64
<b>Tab. 29:</b>	Differenz der Zufuhr (Mean±SD, 95 % Konfidenzintervall) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts und der Linolsäure [g/d] aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektiv der 52 Studentinnen	64
<b>Tab. 30:</b>	Terzilen der absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts und der Linolsäure [g/d], ermittelt aus FFQ und 7-d-EP der 52 Studentinnen	66
<b>Tab. 31:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 ermittelt aus FFQ und 7-d-EP im Kollektiv der 52 Studentinnen	67
<b>Tab. 32:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen der Gesamt-Fett-Zufuhr ermittelt aus FFQ und 7-d-EP im Kollektiv der 52 Studentinnen	67
<b>Tab. 33:</b>	Mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure (Mean±SD) in den einzelnen Terzilen ermittelt aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektiv der 52 Studentinnen	68
<b>Tab. 34:</b>	Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d] (Mean±SD, Min-Max) wurde bei 52 Studentinnen durch den FFQ ermittelt und den 7-d-EP-Terzilen zugeordnet	68

<b>Tab. 35:</b>	Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure (Mean±SD, Min-Max) wurde bei 52 Studentinnen durch die 7-d-EP ermittelt und den FFQ-Terzilen zugeordnet	69
<b>Tab. 36:</b>	Kappa-Werte für die niedrige, mittlere und hohe Terzile sowie der Gesamt-Kappa-Wert der absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure bei 52 Studentinnen	69
<b>Tab. 37:</b>	Relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Linolsäure in % der FAME (Mean±SD, Median, Min, Max, Percentile) errechnet durch FFQ und 7-d-EP in dem Kollektiv der 52 Studentinnen	70
<b>Tab. 38:</b>	Zufuhr-Terzile des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] und der Linolsäure [% der FAME], ermittelt durch FFQ und 7-d-EP im Kollektiv der 52 Studentinnen	70
<b>Tab. 39:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] aus FFQ und 7-d-EP	71
<b>Tab. 40:</b>	Kappa-Werte der einzelnen Terzile sowie die Gesamt-Kappa-Werte für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 [% FAME] und Linolsäure [% FAME]	71
<b>Tab. 41:</b>	Zusammenfassende Beurteilung der Übereinstimmung beider Methoden durch Korrelationskoeffizienten und Gesamt-Kappa-Werte bei absoluten und relativen Zufuhrwerten	72
<b>Tab. 42:</b>	Plasmakonzentration einzelner Fettsäuren [% der FAME] in den PL und TG, dargestellt als Mean±SD, Median, Min, Max und Perzentile im Kollektiv der 52 Studentinnen	73
<b>Tab. 43:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den <b>PL</b> und berechnet nach den <b>FFQ</b>	75
<b>Tab. 44:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den <b>TG</b> und berechnet nach den <b>FFQ</b>	75
<b>Tab. 45:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den <b>PL</b> und berechnet nach den <b>7-d-EP</b>	76
<b>Tab. 46:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den <b>TG</b> und berechnet nach <b>einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme</b>	76
<b>Tab. 47:</b>	Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den <b>TG</b> und berechnet nach <b>zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme</b>	77

<b>Tab. 48:</b>	Kappa-Werte der einzelnen Terzilen und Gesamt-Kappa-Werte zur Übereinstimmung der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in PL und TG mit der berechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus FFQ und EP	77
<b>Tab. 49:</b>	Pearsonsche Korrelationskoeffizienten zwischen der errechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der C16:1, der C18:1 und der C18:2 [% der FAME] aus FFQ und EP und der Plasmakonzentration in den PL und den TG	78
<b>Tab. 50:</b>	Mittelwert $\pm$ SD, Median und Extremwerte der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts der 30 Mittagsmenüs aus Weihenstephan und Augsburg	83
<b>Tab. 51:</b>	Prozentuale Verteilung der trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t, C18:2 i und der Gesamt-trans-Fettsäuren der analysierten und berechneten Konzentrationen Weihenstephaner und Augsburger Essen (n=30)	84
<b>Tab. 52:</b>	Analysierte und berechnete Mittelwerte (Mean $\pm$ SD) der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der Gesamt-trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts, sowie die Differenz zwischen den analysierten und berechneten Werten einzelner Mittagsmenüs beider Mensen (n=30)	86
<b>Tab. 53:</b>	Differenz (Mean $\pm$ SD) aus den analysierten und berechneten Konzentrationen der trans-Fettsäuren C16:1 t [mg/Menü], C18:1 t [mg/Menü] und C18:2 i [mg/Menü] beider Mensen (n=30)	87
<b>Tab. 54:</b>	Pearsonsche Korrelation zwischen den analysierten und den berechneten absoluten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/Menü], der trans-Fettsäuren [mg/Menü] und des Gesamt-Fetts [g/Menü] in den Menüs der Weihenstephaner und Augsburger Mensa (n=30)	87
<b>Tab. 55:</b>	Mittlere Konzentrationen (Mean $\pm$ SE) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% <b>FAME</b> ] in den Plasmalipidfraktionen PL und TG der 6 untersuchten Personen mit Angabe des intraindividuellen Variationskoeffizienten (CV%)	97
<b>Tab. 56:</b>	Mittlere Konzentrationen (Mean $\pm$ SE) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu$ mol/l] in den Plasmalipidfraktionen PL und TG der 6 untersuchten Personen mit Angabe des intraindividuellen Variationskoeffizienten (CV%)	97
<b>Tab. 57:</b>	Mittelwert [% FAME], intra- und interindividueller Variationskoeffizient (CV%) sowie das Verhältnis aus intra- und interindividuellen Variationskoeffizienten der Konzentration verschiedener Fettsäuren (FS) in den Plasmalipidfraktionen PL und TG	98
<b>Tab. 58:</b>	Vergleich der mittleren Zufuhr der Energie und Nährstoffe des bayerischen Teilkollektivs der NVS mit den Ergebnissen der VERA Region Süd (Bayern, Baden-Württemberg) und der NVS Region 11 und 16 (Darmstadt, Unter-, Mittel- und Oberfranken) modifiziert nach Linseisen et al. (1997)	99
<b>Tab. 59:</b>	Vergleich der mittleren Linolsäure-Zufuhr des bayerischen Teilkollektivs der NVS mit den Ergebnissen der VERA Region Süd (Bayern, Baden-Württemberg) und der NVS Region 11 und 16 (Darmstadt, Unter-, Mittel- und Oberfranken)	100

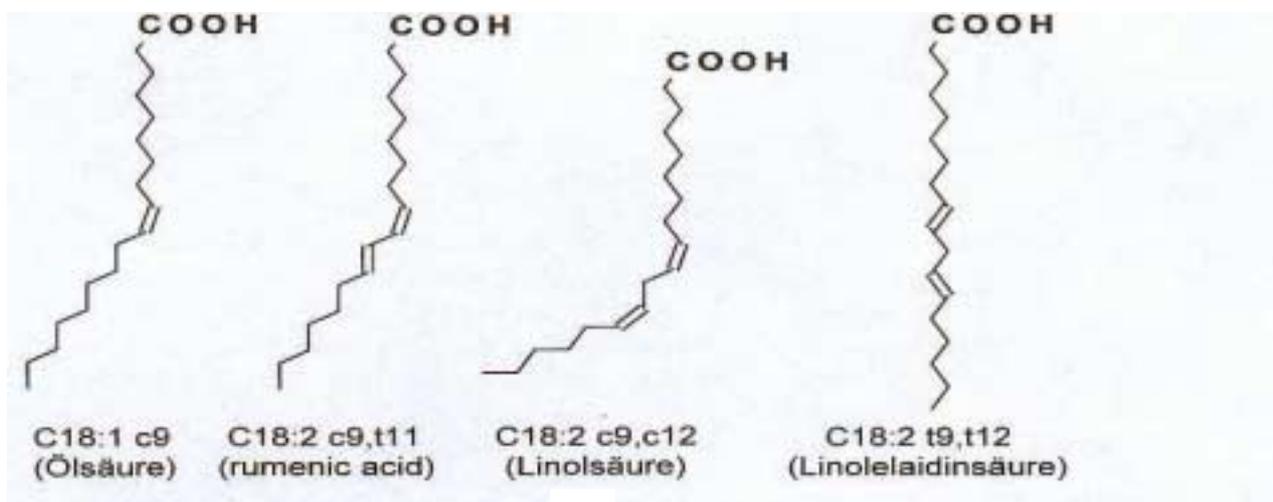
<b>Tab. 60:</b>	Vergleich der Zufuhrrgebnisse von Gesamt-Fett [g/d], Gesamt-trans-Fettsäuren [g/d], C16:1 t [g/d], C18:1 t [g/d] und C18:2 i [g/d] der TRANSFAIR-Study Deutschland (881 Frauen und 794 Männer), des bayerischen Teilkollektivs der NVS und der Continuing Survey of Food Intake by Individuals (CSFII) des US Department of Agriculture (2787 Frauen und 2076 Männer)	101
<b>Tab. 61:</b>	Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], %-Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der gesamten Zufuhr und Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] beim bayerischen Teilkollektiv der NVS und bei der gesamten NVS (Fritsche und Steinhart, 1997 und 1998) aus Lebensmittelgruppen bei <b>Frauen</b>	103
<b>Tab. 62:</b>	Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], %-Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der gesamten Zufuhr und Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] beim bayerischen Teilkollektiv der NVS und bei der gesamten NVS (Fritsche und Steinhart, 1997 und 1998) aus Lebensmittelgruppen bei <b>Männern</b>	104
<b>Tab. 63:</b>	Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr (Median) der vorliegenden Studie mit Studentinnen (n=52, 22-34 Jahre), mit einem anderen Kollektiv von Studentinnen (n=16, 19-31 Jahre) (Rienth, 1995), mit zwei Kollektiven von Nicht-Studentinnen der VERA (n=205, 25-34 Jahre) und der NVS Region 17/18 (n=981, 18-34 Jahre, Region 17/18)	105
<b>Tab. 64:</b>	Vor- und Nachteile des FFQ (Schneider, 1997)	107
<b>Tab. 65:</b>	Vergleich der Verzehrskategorien in verschiedenen FFQ modifiziert nach Schneider (1997)	108
<b>Tab. 66:</b>	Pearsonsche Korrelationskoeffizient zwischen einem FFQ und einer Referenzmethode innerhalb der vorliegenden Studie und weiterer Studien für die absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, Gesamt-Fett, Linolsäure und mehrfach ungesättigter Fettsäuren	112
<b>Tab. 67:</b>	Verteilung der Fettsäuren in den Lipidfraktionen PL und TG des Plasmas in der vorliegenden und weiteren Studien	114
<b>Tab. 68:</b>	Pearsonsche Korrelationskoeffizienten zwischen der Zufuhr bestimmter Fettsäuren und deren Plasmakonzentration in den Lipidfraktionen PL und TG in der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Studien	117
<b>Tab. 69:</b>	Vergleich der analytischen Methoden zur Bestimmung der trans-Fettsäuren sowie des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in der vorliegenden Studie mit der Analytik von Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998)	123

<b>Anhangsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>Tab. A1:</b>	Lebensmittel mit CODE und Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Nährstoffdatenbank Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82)	145
<b>Tab. A2:</b>	Geschlecht, Alter, Körpergröße, Gewicht und BMI der Frauen und Männern (n=119) des bayerischen Teilkollektivs der NVS	150
<b>Anhang 3:</b>	Kurzfragebogen nach Rohrmann (1998)	153
<b>Anhang 4:</b>	Quantitativer Food-Frequency-Questionnaire	155
<b>Tab. A5:</b>	Lebensmittelliste des FFQ mit Gesamt-Fett [g/100g], CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/100g], Linolsäure [g/100g] und Standardportion [g]	158
<b>Anhang 6:</b>	7-Tage-Ernährungsprotokoll nach Oberreuther (1993)	159
<b>Anhang 7:</b>	Fragebogen zu persönlichen Angaben des Kollektiv der 57 Studentinnen	167
<b>Tab. A8:</b>	Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, Alter und BMI der Teilnehmer des Versuchs zur Bestimmung der intraindividuellen Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und den TG	168
<b>Tab. A9:</b>	Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und der entsprechenden cis-Fettsäuren der Frauen und Männer des bayerischen Teilkollektiv (n=119) der NVS	169
<b>Tab. A10:</b>	Zufuhr an Energie [kcal/d], Hauptnährstoffe und Alkohol [g/d] der Frauen und Männer im bayerischen Teilkollektiv der NVS (n=119)	172
<b>Tab. A11:</b>	Grundumsatz, Verhältnis aus Energiezufuhr und Grundumsatz sowie Ausschlußgründe der 57 Studentinnen	175
<b>Tab. A12:</b>	Konzentration des Gesamt-Cholesterins, der Phospholipide und der Triglyceride im Plasma der 57 Studentinnen	177
<b>Tab. A13:</b>	Alter [Jahre], Gewicht [kg], Körpergröße [m] und BMI [kg/m <sup>2</sup> ] der 52 Studentinnen	179
<b>Tab. A14:</b>	Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der Nährstoffe, der Energie, der trans-Fettsäuren und der Linolsäure der 52 Studentinnen, berechnet aus den 7-d-EP	181
<b>Tab. A15:</b>	Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure berechnet durch den FFQ und den 7-d-EP	183
<b>Tab. A16:</b>	Plasmakonzentrationen verschiedener Fettsäuren [% der FAME] in PL und TG	185
<b>Tab. A17</b>	24-h-Verlauf der Fettsäuren in TG und PL des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement	189
<b>Tab. A18</b>	24-h-Verlauf der Fettsäuren in den Chylomikronen-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement	190
<b>Tab. A19</b>	24-h-Verlauf der Fettsäuren in den VLDL-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement	191

<b>Tab. A20</b>	24-h-Verlauf der Fettsäuren in den LDL-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement	192
<b>Tab. A21:</b>	Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>PL</b> des Plasmas der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	193
<b>Tab. A22:</b>	Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den <b>TG</b> des Plasmas der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	193
<b>Tab. A23:</b>	Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in <b>PL</b> des Plasmas der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	193
<b>Tab. A24:</b>	Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in <b>TG</b> des Plasmas der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	193
<b>Tab. A25:</b>	Konzentrationen der <b>PL</b> [mmol/l] im Plasma der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	194
<b>Tab. A26:</b>	Konzentrationen der <b>TG</b> [mmol/l] im Plasma der 4 Messung aller 6 Teilnehmer	194

# 1. Einleitung

Konjugierte Linolsäuren (CLA) sind Isomere der Linolsäure, deren Doppelbindungen in konjugierter Form vorliegen und an mehreren Positionen (9,11 oder 10,12 oder 11,13 und 8,10) in cis oder trans Konfiguration vorkommen. In Abbildung 1 sind neben der Ölsäure das Hauptisomer der CLA C18:2 c9t11 (rumenic acid), die Linolsäure und das trans,trans-Isomer der Linolsäure C18:2 t9t12 (Linolelaidinsäure) dargestellt. Aufgrund der antikanzerogenen und antiatherogenen Effekte, welche den CLA in experimentellen Tierstudien zugesprochen werden, wurden sie für viele Bereiche der Wissenschaft in den letzten Jahren immer interessanter.



**Abb. 1:** Strukturformeln von Ölsäure und Linolsäureisomeren nach Rickert und Steinhart (1999)

Die Hauptquellen der Zufuhr der CLA sind tierische Lebensmittel. Dort kann das CLA-Isomer C18:2 c9t11 80-90 % der gesamten CLA-Isomere (ca. 1-700 mg/100g tierisches Lebensmittel) erreichen. Sie wird aber auch in deutlich geringeren Mengen in pflanzlichen Ölen und in partiell hydrogenierten Ölen gefunden (Banni et al., 1994). Weitere wichtige minore CLA-Isomere sind z.B. im Käse c11t13 und c7t9 (Rickert und Steinhart, 1999). Da das CLA-Isomer C18:2 c9t11 das Hauptisomer in Lebensmitteln ist, wurden die hier durchgeführten Untersuchungen auf dieses Isomer beschränkt. CLA entstehen entweder durch eine Biohydrogenierung der Linolsäure mittels anaerober Bakterien (z.B. *Butyrivibrio fibrisolvens*) im Pansen von Wiederkäuern (Kepler et al., 1966) oder durch partielle Hydrogenierung bei industrieller Produktion von Ölen (Fritsche und Steinhart, 1998b).

Nach Analysen deutscher pflanzlicher Öle von Fritsche und Steinhart (1998) wurde weniger als 0,01 % des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Fettsäuremethylestern (FAME) gefunden. Analysen pflanzlicher Öle und Margarinen aus anderen Ländern ergaben höhere Gehalte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (Mossoba et al., 1991). Daher wird angenommen, daß die Konzentrationen der CLA

in pflanzlichen Ölen von der Produktionsweise abhängig ist. Die CLA-Konzentrationen in der Milch schwanken in Abhängigkeit von der Fütterungsmethode der entsprechenden Jahreszeit. Sie reichen von 0,34 % der FAME bei stallgehaltenen Milchkühen (ganzes Jahr) bis 0,80 % der FAME bei ökologisch gehaltenen Freilandkühen (Jahreis et al., 1996). Somit variiert der Gehalt der CLA auch in Käse, Butter oder anderen Milchprodukten in Abhängigkeit von der Haltungsform bzw. Fütterung der Kühe. Neben den unterschiedlichen Konzentrationen der CLA im Ausgangsmaterial, wie in Milch, beeinflusst auch der Herstellungsprozeß, wie z.B. Erhitzen, die CLA-Gehalte (Shantha et al., 1992). Ha et al. (1989) stellten fest, daß das Grillen von Fleisch die CLA-Konzentrationen erhöht, dagegen wird durch Kochen, Braten, Backen und Mikrowelle keine Veränderung der CLA-Konzentrationen bewirkt. Der Reifungsprozeß von Käse beeinflusst die CLA-Konzentrationen nicht, da die CLA an Lactalbumin oder Lactoglobulin gebunden sind und daher gegen Isomerisierung und Oxidation stabil sind. Ebenso wurde keine Veränderung durch Lagerung von Fleisch bei 4°C gefunden (Shantha et al., 1995).

Die wichtigste Quelle für CLA scheint beim Menschen die Ernährung zu sein. CLA-Zufuhr erhöhen die Konzentrationen im Plasma wie auch im Fettgewebe (Britton et al., 1992, Jiang et al., 1999). Diskutiert wird eine Biohydrogenierung der Linolsäure durch anaerobe Bakterien im menschlichen Darm. Es wurde gezeigt, daß Ratten ohne Mikroorganismen im Darm weniger CLA in das Gewebe einbauen als normale Ratten (Chin et al., 1994). Eine neuere Studie an keimfreien und normalen Ratten konnte dieses Ergebnis nicht bestätigen (Kamlage et al., 1999). Die Autoren stellten nur eine erhöhte Umwandlung von Linolsäure zu CLA im Stuhl fest. Salminen et al. (1998) fanden heraus, daß bei gesunden Personen durch eine Ernährung reich an trans-Fettsäuren im Vergleich zu einer Ernährung reich an gesättigten Fettsäuren die CLA im Serum erhöht waren. Schon Mahfouz et al. (1980) zeigten, daß C18:1 t, als mengenmäßig häufigste trans-Fettsäure in Milchprodukten, von der delta-9 Desaturase menschlicher Lebermikrosomen zum CLA-Isomer C18:2 c9t11 umgebaut werden kann (Mahfouz et al., 1980). Adlof et al. (2000) bestätigten dieses Ergebnis durch Intervention mit C18:1 t bei einer gesunden Person. Ebenso wurde C18:1 t zu dem CLA-Isomer C18:2 c9c11 konvertiert, allerdings nicht in dem Ausmaß wie zum CLA-Isomers C18:2 c9t11. Dieser Stoffwechsel in der menschlichen Leber könnte eine weitere endogene Quelle für die CLA beim Menschen sein (Martin und Banni, 1998). In den 80er Jahren wurde bereits nachgewiesen, daß die CLA in den Phospholipide der Lipoproteinfraktionen beim Menschen zu finden sind (Harrison et al., 1985, Iversen et al., 1985).

Es hat sich gezeigt, daß die Anreicherung der CLA in den unterschiedlichen Organen, Geweben und Plasmalipidfraktionen verschieden ist. Bei einem Experiment mit Mäusen stellte sich heraus, daß die verfütterten CLA in den Triglyceriden und den Phospholipiden der Leber auf Kosten der Linolsäure angereichert wurden (Belury und Kempa-Steczko, 1997). Ebenso erhöhte sich der Anteil der Ölsäure in den Triglyceriden, dagegen sank der Anteil der Arachidonsäure. Ip et al. (1997) zeigten, daß die Konzentrationen der CLA in den Triglyceriden des Fettgewebes der Rattenbrust bis zu 10 mal höher war als in den Phospholipiden, außerdem stellten die Autoren

keine Einlagerungen der CLA auf Kosten von Linolsäure oder Arachidonsäure im Brustgewebe fest.

Es ist heute möglich in Apotheken oder über das Internet CLA-Supplemente zu erwerben. Die Konzentrationen der CLA schwanken bei diesen Supplementen zwischen 28 und 94 % bezogen auf den Gesamt-Fett-Anteil (Yurawecz et al., 1999). Die Verteilung der CLA-Isomere entspricht nicht der von Lebensmitteln. Scimeca et al. (1998) führten eine toxikologische Untersuchung für CLA bei Ratten durch. Die Ratten wurden 36 Wochen mit CLA gefüttert. Es konnten keine Unterschiede im Gewicht der einzelnen Organe zu den Kontrollratten festgestellt werden. Es bestehen noch keine toxikologischen Unbedenklichkeitsprüfungen zu einzelnen CLA-Isomeren, welche für den Einsatz in Humanstudien Voraussetzung wären. Trotzdem werden CLA-Supplemente vermehrt von Kraftsportlern in großen Dosen eingesetzt, da anhand von Tierexperimenten gezeigt wurde, daß die Supplementierung von CLA die Muskelmasse erhöht und die Fettmasse senkt (Park et al., 1999a). Park et al. (1999b) fanden heraus, daß nicht das CLA-Isomer C18:2 c9t11 die Veränderungen in der Körperzusammensetzung bewirkte, sondern das CLA-Isomer C18:2 t10c12. In einer Untersuchung bei Kraftsportlern mit 7 g/d CLA-Supplement, konnten keine Veränderungen der Körperzusammensetzung beobachtet werden (von Loeffelholz et al., 1999).

Ha et al. (1990) ermittelten anhand von Vormagenzellen bestimmter Frösche, daß die CLA effektive Antioxidantien sind, stärker als  $\alpha$ -Tocopherol und ebenso effektiv wie Butylhydroxytoluol (BHT). Bei Ratten zeigte sich, daß CLA die Lipidoxidation im Brustgewebe senkten, im Lebergewebe der Ratten dagegen nicht (Ip et al., 1991). Eine weitere Studie untersuchte, ob CLA Membranbestandteile wie 1-Palmitoyl-2-linoleoyl-phosphatidylcholin (PLPC) vor Oxidation zu schützen vermag (van der Berg et al., 1995). Nach Oxidation von PLPC mit lipid- oder wasserlöslichen Hydrochloriden bzw. Metallionen konnten Radikal-Scavenger, wie Vitamin E und BHT die Oxidation erfolgreich hemmen. Im Gegensatz dazu, zeigten die CLA keinen signifikanten Effekt bzgl. der PLPC-Oxidation. Van der Berg et al. (1995) schließen daraus, daß CLA als Radikal-Scavenger nicht vergleichbar sind mit Vitamin E und BHT und von daher die Rolle der CLA als Antioxidantien nicht geklärt ist. Banni et al. (1998) konnten keinen antioxidativen Effekt der CLA feststellen. Basu et al. (2000) untersuchten bei 53 gesunden Personen die Lipidperoxidation durch CLA-Zufuhr. Die doppelblind geführte und kontrollierte Interventionsstudie zeigte einen signifikanten Anstieg der Konzentration zweier Prostaglandin (PG)  $F_{2\alpha}$ -Produkte im Urin im Vergleich zur Kontrollgruppe. Diese  $PGF_{2\alpha}$ -Produkte sind ein Maß für die enzymatische und nicht-enzymatisch katalysierte Oxidation der Arachidonsäure, welche durch CLA induziert wurde. Ebenso ergab sich in dieser Studie ein signifikanter Anstieg der  $\gamma$ -Tocopherolkonzentration im Serum. Banni et al. (1999) ermittelten eine vermehrte Einlagerung von Vitamin A in die Leber durch Fütterung von Ratten mit CLA.

Zum Einfluß der CLA auf die Eicosanoid-Produktion wurde von Li und Watkins (1998) untersucht, inwiefern CLA-Supplementierung bei Ratten die ex-vivo-Produktion von PGE<sub>2</sub> beeinflusst. Die ex-vivo-Produktion von PGE<sub>2</sub> in Knochenkulturen von Ratten war durch  $\omega$ -3-Fettsäuren und CLA reduziert. Nach Meinung der Autorengruppe ist es möglich, daß CLA einen positiven Einfluß auf die Knochenzusammensetzung nehmen kann. Sugano et al. (1997) ermittelten, daß 1 % CLA im Futter von Ratten die PGE<sub>2</sub>-Konzentration signifikant im Serum und in der Milz reduzierte, im Gegensatz zu Ratten mit 1 % Linolsäure im Futter. Ebenso stellten die Autoren fest, daß in den verschiedenen Organen hauptsächlich die Isomere c9t11/t9c11 und t10c12 eingelagert wurden. Nach Supplementierung von CLA stieg die Konzentration des Immunglobulin A (IgA), IgG und IgM im Serum an, dagegen sank die Konzentration der IgE (Sugano et al., 1998). Es ist daher möglich, daß CLA neben  $\omega$ -3 und  $\omega$ -6 Fettsäuren allergische Reaktionen positiv beeinflussen können.

CLA hemmen chemisch induzierten Hautkrebs bei Mäusen (Kavanaugh et al., 1999). Es zeigte sich, daß eine dosisabhängige Beziehung zwischen der CLA-Zufuhr und dem Einbau von CLA in die Phospholipide und die Neutralfette der Epidermis besteht. Die PGE<sub>2</sub> Produktion war durch die CLA-Supplementierung signifikant reduziert. Ebenso war die Anhäufung von c-myc mRNA reduziert (nicht signifikant). Dieses Gen ist wesentlich an der Regulation des Zellzyklus beteiligt, wodurch die Zellproliferation gesenkt war. Neben der antioxidativen Wirkung der CLA ist auch der Einfluß auf die Eicosanoid-Produktion an der Kanzerogenese beteiligt. Besonders das Arachidonsäurederivat PGE<sub>2</sub> korreliert mit einer erhöhten Tumorinduktion (Carter et al., 1989). Das Wachstum eines chemisch induzierten Vormagenkrebs bei Mäusen wurde durch CLA-Supplementierung gehemmt (Ha et al., 1990). Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Ip et al. (1994). Die Autoren zeigten, daß bei Ratten, bei welchen das Futter mit CLA (0,5 %, 1,0 %, 1,5 % des Futters) angereichert wurde, der chemisch induzierte Brustkrebstumor signifikant um 32 %, 56 % und 60 % reduziert war. In einer neueren Arbeit von Ip und Scimeca (1997) wurde die Brustkrebsprävention durch CLA in Abhängigkeit vom Fettgehalt des Futters betrachtet. Den Ratten wurde ein Futter mit 0,5 %, 1,0 %, 1,5 % und 2,0 % CLA verabreicht, entweder in Kombination mit 2 % oder 12 % Linolsäure. Der Brustkrebs wurde chemisch induziert. Es zeigte sich, daß die Hemmung der Brustkrebsentstehung nicht durch die unterschiedlichen Fettgehalte des Futters beeinflusst wurde. Ebenfalls konnte bei einem CLA-Gehalt von über 1 % im Futter keine weitere Hemmung der Brustkrebsentstehung verzeichnet werden. Bei der Analyse der Triglyceride und Phospholipide des Brustgewebes zeigte sich, daß die CLA-Anreicherung dosisabhängig war. Ebenso war die CLA-Konzentration in den Triglyceriden 10 mal höher als in den Phospholipiden und nicht durch die unterschiedlichen Gehalte an Linolsäure im Futter beeinflusst. Dennoch verdrängten CLA nicht die Linolsäure und die Arachidonsäure in den Phospholipiden des Brustgewebes von Ratten.

Drei Arbeiten zeigten anhand von Tierexperimenten, daß durch CLA-Supplementierung die Gesamt-Cholesterin-Konzentration im Plasma sank bzw. die Fatty Streaks zurück gingen (Lee et

al., 1994, Kowala et al., 1991, Nicolosi et al., 1997). Eine neuere Studie zeigte dagegen, daß die Verfütterung von CLA an Mäusen eine vermehrte Bildung von Fatty Streaks ergab und daher die Ergebnisse früherer Arbeiten nicht bestätigt werden konnten (Munday et al., 1999). Stangl et al. (1999) ermittelte bei Schweinen einen signifikanten Anstieg des LDL / HDL Verhältnisses durch ein 6 wöchiges Fütterungsregime mit CLA.

Es wurde ermittelt, daß durch CLA-Supplementierung bei diabetischen Ratten eine schlechte Glucosetoleranz normalisiert und die Hyperinsulinämie reduziert wurde (Houseknecht et al., 1998).

Es werden den CLA einige biologische Effekte zugesprochen, die jedoch bisher nur tierexperimentell belegt werden konnten. Zum physiologischen Einfluß der CLA beim Menschen liegen fast ausschließlich Hypothesen vor, die sich auf Untersuchungen an Tieren stützen. Es ist nur sehr eingeschränkt möglich, Erkenntnisse aus Tierversuchen auf den Stoffwechsel von Menschen umzusetzen. Um bestimmte biologische Effekte besser zu verstehen, müssen erst Kenntnisse über die Stoffwechselsituation der CLA vorliegen. So liegen z.B. weder beim Versuchstier noch beim Menschen Ergebnisse über die Absorbierbarkeit von CLA aus Lebensmitteln oder aus Supplementen vor. Ebenfalls gibt es nur wenige Daten über den Einbau der CLA in die Plasmalipidfraktionen beim Menschen. Es bestehen keine Kenntnisse darüber, ob z.B. das CLA-Isomer C18:2 n-7 in den Phospholipiden oder in den Triglyceriden der Plasmalipide als Biomarker für die Ernährung zählen kann. In diesem Zusammenhang fehlt auch jegliches Wissen über die intraindividuelle Variation des CLA-Isomers C18:2 n-7 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride. Aufgrund dieser Kenntnislücken und fehlender Untersuchungen zur Unbedenklichkeit der CLA-Isomere aus hochdosierten CLA-Supplementen, ist die Supplementierung von CLA, wie sie insbesondere im Kraftsportbereich angewandt wird, sehr riskant und die Wirkung im menschlichen Organismus ungewiß.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, mehr Kenntnisse zur Zufuhr und physiologischen Funktion der CLA beim Menschen zu erlangen. In diesem Rahmen sollen folgende Fragen geklärt werden:

- Wie hoch ist die Schwankungsbreite der durchschnittlichen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 n-7?
- Welche Lebensmittel sind die Hauptquellen der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 n-7?
- Kann die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 n-7 durch einen Food-Frequency-Questionnaire erfaßt werden?
- Besteht eine Beziehung zwischen der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 n-7 und den Konzentrationen in den Plasmalipidfraktionen?
- Inwiefern sind die Ergebnisse der Methoden zur Berechnung der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 n-7 in Lebensmitteln anhand von Nährstoffdatenbanken mit den Ergebnissen der Analysenmethode vergleichbar?

- Wie wird das CLA-Isomer C18:2 c9t11 aus einem CLA-Supplement absorbiert?
- Wie hoch ist die intraindividuelle Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride?
- Kann die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Phospholipiden als Biomarker für die langfristige Zufuhr bzw. in den Triglyceriden für die kurzfristige Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 gelten?

## 2. Material und Methoden

### 2.1 Analytik

#### 2.1.1 Plasmaproben

##### 2.1.1.1 Reagenzien

- Methanol (> 99 %, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Chloroform (> 99 %, Baker, Phillipsburg, USA)
- Petroläther (pro analysi, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Ethylmethylketon (pro analysi; Merck, Darmstadt, Deutschland)
- konzentrierte Essigsäure (100 %, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Kaliumpermanganat (KMnO<sub>4</sub>) (99%, Merck, Darmstadt, Deutschland)
- Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH)
- Enzymatischer Farbtest zur Cholesterinbestimmung nach der CHOD-PAP-Methode (Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Deutschland)
- Enzymatischer Farbtest zur Triglyceridbestimmung nach der GPO-PAP-Methode (Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Deutschland)
- Enzymatischer Farbtest zur Phospholipidbestimmung (Wako Chemicals GmbH, Neuss, Deutschland)
- Kontrollserum Precinorm<sup>®</sup> L (Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, Deutschland)

##### 2.1.1.2 Standardsubstanzen

**Tab. 1:** Abkürzungen, Bezugsquellen und relative Korrekturfaktoren für die eingesetzten Standardsubstanzen zur gaschromatographischen Bestimmung der Fettsäuregehalte

Standardsubstanz	Abkürzung	Bezugsquelle	Korrekturfaktor f <sub>x</sub>
Laurinsäure	C12:0	Sigma	0,52
Myristinsäure	C14:0	Sigma	0,79
Palmitinsäure	C16:0	Sigma	0,94
Palmitoleinsäure	C16:1cis	Sigma	0,91
Stearinsäure	C18:0	Sigma	0,99
Ölsäure	C18:1cis, ω-9	Sigma	1,00
Linolsäure	C18:2cis, ω-6	Sigma	1,03
konjugierte Linolsäuren	C18:2 c9t11 + C18:2 c10t12/t10c12	Sigma	1,00
konjugierte Linolsäure	C18:2 c9t11	Matreya	1,00
α-Linolensäure	C18:3 ω-3	Sigma	1,05
γ-Linolensäure	C18:3 ω-6	Sigma	1,09
Arachinsäure	C20:0	Sigma	0,97
Eicosatriensäure	C20:3 ω-9	Sigma	1,01
Dihomo-γ-Linolensäure	C20:3 ω-6	Sigma	1,04
Arachidonsäure	C20:4 ω-6	Sigma	1,02
Eicosapentaensäure	C20:5 ω-3	Sigma	1,11
Behensäure	C22:0	Sigma	0,89
Docosatetraensäure	C22:4 ω-6	Sigma	1,39
Docosahexaensäure	C22:6 ω-3	Sigma	1,43
Lignocerinsäure	C24:0	Sigma	1,40

Sigma (Deisenhofen, Deutschland), Matreya (Biotrend, Köln, Deutschland)

Mit dem Standard des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der Firma Matreya konnte dieses CLA-Isomer im Isomerengemisch C18:2 c9t11 und C18:2 c10t12/t10c12 der Firma Sigma eindeutig identifiziert werden. Der erste Peak des Isomerengemisches C18:2 c9t11 und C18:2 c10t12/t10c12 der Firma Sigma wurde als c9t11 bestimmt, der zweite als c10t12/t10c12.

#### 2.1.1.3 Geräte

- Zentrifuge (Sigma, 2K15, Deisenhofen, Deutschland)
- Schüttler (Kremer & Kreiler, München, Deutschland)
- Dünnschichtchromatographie-Kammer
- Rotationsverdampfer Rotavapor-R114, (Büchi, Konstanz, Deutschland)
- Gaschromatograph HP 5890 Series II mit FID, Injektor 7673 (Hewlett Packard GmbH, München, Deutschland)
- Ultrazentrifuge TGA 50 14-1038 (Kontron Instruments, Neufahrn, Deutschland)

#### 2.1.1.4 Gewinnung der Plasmaproben

Zur Bestimmung der Plasma-Lipid-Konzentration und ganz besonders der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde den Versuchsteilnehmern etwa 10 ml Blut abgenommen. Das abgenommene Blut wurde in EDTA-Röhrchen (1,6 mg EDTA, Sarstedt, Nümbrecht, Deutschland) gegeben und vorsichtig hin und her gekippt, damit sich das Blut vollständig mit dem EDTA vermischt.

Das EDTA-Blut wurde 25 min gekühlt und anschließend 10 min bei 3000 U/min zentrifugiert. Nach der Trennung wurde das Plasma mit einer Pasteurpipette abgenommen. Die Proben wurden bis zur Aufarbeitung bei - 80°C eingefroren.

#### 2.1.1.5 Gesamt-Cholesterin-, Triglycerid- und Phospholipidbestimmung

Die Gesamt-Cholesterin- und Triglyceridkonzentrationen der Plasmaproben wurden mit dem enzymatischen Farbtest von Boehringer Mannheim nach der CHOD-PAP-Methode für Cholesterin bzw. nach der GPO-PAP Methode für Triglyceride bestimmt. Die Phospholipide wurden mit dem enzymatischen Farbtest von Wako Chemicals ermittelt. Mit diesem Test wurden nur cholinhaltige Phospholipide erfaßt. Zur Sicherung der Qualität wurde das Kontrollserum Precinorm<sup>®</sup> L mitgeführt. Es wurden Doppelbestimmungen durchgeführt.

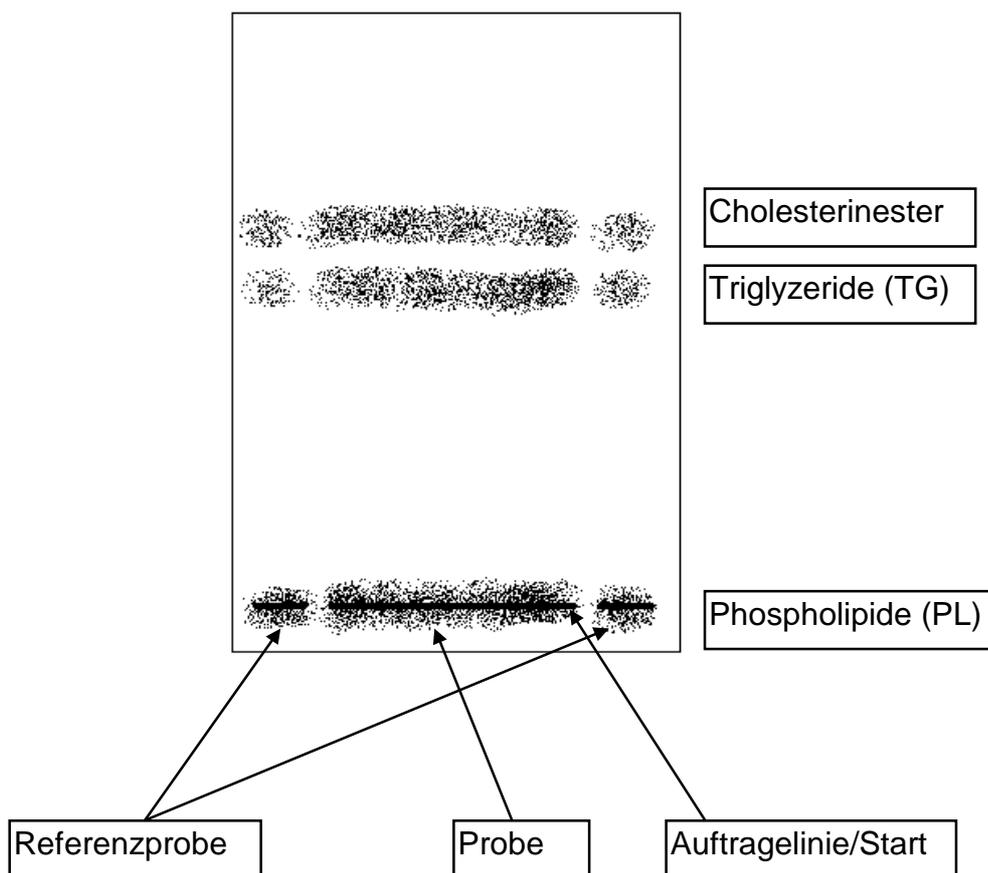
### 2.1.1.6 Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in der Phospholipid-, Triglycerid- und Cholesterinester-Fraktion des Plasmas

#### **Lipidextraktion:**

Nach der Methode von Folch et al. (1957) wurde 1 ml Plasma auf 8,3 ml Methanol getropft und vorsichtig geschüttelt. Nach Zugabe von 9 ml Chloroform wurde die Mischung bei 70°C zum Kochen gebracht. Nach dem Abkühlen wurde nochmals Chloroform zugegeben und über einen Faltenfilter abfiltriert.

#### **Dünnschichtchromatographische Auftrennung:**

Das Plasma-Lipid-Extrakt wurde am Rotationsverdampfer zur Trockene eingedunstet, mit 2 x 100 µl Chloroform aufgenommen und mit einer Glaskapillare auf eine Kieselgelplatte (Merk, Kieselgel 60, Schichtdicke 0,25 mm) aufgetragen. Auf der rechten und linken Seite der Platte wurde ein wenig desselben Lipid-Extrakts als Referenzprobe aufgetragen (Abb. 2).



**Abb. 2:** Dünnschichtchromatographische Auftrennung der Plasmalipide Phospholipide, Triglyceride und Cholesterinester

Die Kieselgelplatten wurden zur Lipidtrennung in die mit Aceton gereinigten und mit Filterpapier ausgelegten Kammer gestellt (Stahl, 1967). Als Laufmittel wurde

Petroläther/Ethylmethylketon/konzentrierte Essigsäure im Verhältnis 85:15:1 (v:v:v) verwendet (Christie, 1982). War das Laufmittel etwa 1 cm unter der Oberkante der Kieselgelplatte angelangt, wurde die Platte herausgenommen und getrocknet. Um die Lipidbahnen besser zu identifizieren wurde die Probenbande mit einer Alufolie abgedeckt und die Referenzprobe mit dem Detektionsmittel Kaliumpermanganat (5 % Lösung) besprüht, so daß nach dem Abtrocknen die Fraktionen ausgekratzt werden konnten (Stahl, 1967).

Zur Identifizierung der Banden wurden Triglycerid-, Phospholipid- und Cholesterinester-Standards auf Platten aufgetragen. Zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit der Banden wurde regelmäßig die ganze Platte mit dem Detektionsmittel besprüht.

### **Extraktion aus dem Kieselgel:**

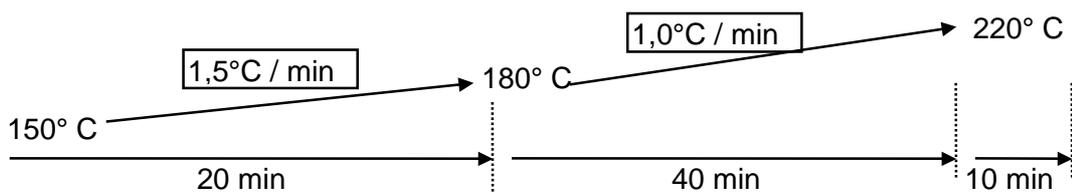
Das ausgekratzte Kieselgel der Banden wurde mit 2 ml des Extraktionsmittels Methanol/Chloroform im Verhältnis 9:1 (v:v) versetzt und eine Minute lang geschüttelt. Nach 10 minütiger Zentrifugation bei 2500 U/min wurde der Überstand abgenommen, über einen Rundfilter abfiltriert und die Extraktion wiederholt. Das Eluat wurde am Rotationsverdampfer zur Trockene eingeeengt.

### **Veresterung:**

Zur Veresterung der Fettsäuren in den Phospholipiden, Triglyceriden und Cholesterinestern wurde Trimethylsulfoniumhydroxid (TMSH) verwendet. TMSH wurde nach der Methode von Schulte und Weber (1989) hergestellt. Der getrocknete Rückstand wurde mit 100 µl Chloroform und 100 µl TMSH aufgenommen und zur gaschromatographischen Trennung in die Einsätze der Vials überführt.

### **Gaschromatographische Trennung:**

Die Trennung der Fettsäuremethylester (FAME) der einzelnen Lipidfraktionen fand am Gaschromatograph HP 5890 Series II mit Flammenionisationsdetektor (FID) statt. Es wurde eine Kapillarsäule (CP-Sil 88, Varian-Chrompack GmbH, Darmstadt, Deutschland, 50 m Länge, 0,25 mm Innendurchmesser und 0,25 µm Filmdicke) eingesetzt. Die Injektion (1 µl Probe) erfolgte im Split-Modus mit einem Splitverhältnis von 1:50. Der Temperaturverlauf wird in Abbildung 3 dargestellt, die Geräteparameter des optimalen Temperaturprogramms können Tabelle 2 entnommen werden.



**Abb. 3:** Temperaturverlauf des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der Fettsäuremethylester (FAME) in den Plasmalipidfraktionen PL und TG

Die FAME wurden anhand der Retentionszeiten der FAME-Standardsubstanz-Gemische identifiziert. Um die prozentualen Anteile der einzelnen FAME an der Gesamtstoffmenge zu berechnen, wurden mit Hilfe von Standardsubstanz-Gemischen unterschiedlicher Konzentration relative Korrekturfaktoren ( $f_x$ ) ermittelt (Schomburg, 1987) (Tab. 1). Der Methylester der Ölsäure wurde als Bezugssubstanz verwendet.

**Tab. 2:** Geräteparameter des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der Fettsäuremethylester (FAME)

Parameter	Wert
Temperatur 1	150° C
Zeit 1	0 min
Aufheizgeschwindigkeit	1,5° C / min
Temperatur 2	180° C
Zeit 2	0 min
Aufheizgeschwindigkeit 2	1,0° C / min
Temperatur 3	220° C
Zeit 3	10 min
Injektortemperatur	250° C
Detektortemperatur	260° C
Trägergasstrom	30 ml/min
Split-Verhältnis	1:50

(Trägergas: Stickstoff 5.0; FID-Gase: Preßluft, Wasserstoff 5.0)

Der Anteil einzelner Fettsäuren wurde mit dem Integrator HP 3396 quantifiziert.

#### Berechnung:

Das Gemisch der Standardsubstanz wurde als interner Standard (IS) bezeichnet. Zur Berechnung des relativen Korrekturfaktors ( $f_x$ ) wurde der interne Standard auf die Ölsäure bezogen:

$$f_x = (\text{Peakfläche}_{\text{IS}} * \text{Stoffmenge}_x) / (\text{Peakfläche}_x * \text{Stoffmenge}_{\text{IS}}); \quad f_{\text{IS}} = 1.$$

Die Berechnung der enthaltenen Stoffmengen der Fettsäuren erfolgte nach Schomburg (1987). So wurde die zugesetzte Stoffmenge des internen Standards, die ermittelten Peakflächen, sowie der relative Korrekturfaktor ( $f_x$ ) einbezogen:

$$\text{Stoffmenge}_x = (\text{Stoffmenge}_{\text{IS}} * \text{Peakfläche}_x * f_x) / (\text{Peakfläche}_{\text{IS}} * f_{\text{IS}}); \quad f_{\text{IS}} = 1.$$

Der Anteil der einzelnen Fettsäuren wurde als % am gesamten Anteil der Fettsäuremethylester (% FAME) angegeben.

### 2.1.1.7 Trennung der Lipoproteine durch Ultrazentrifugation

Zur Trennung der Lipoproteine in die Dichteklassen Chylomikronen, VLDL und LDL mit Hilfe der Ultrazentrifugation wurde die Methode nach Havel et al. (1955) durchgeführt. Nach dieser Methode wurden 5 ml Plasma in ein Zentrifugen-Tube (Beckman, München, Deutschland) gefüllt und mit Dichtelösung (NaCl/NaBr-Lösung) überschichtet. Anschließend wurde mit einem Festwinkelrotor TFT 65.13 zentrifugiert (40000 Umdrehungen/min), um die einzelnen Dichteklassen zu erhalten.

#### *Dichteklassen:*

- Chylomikronen:  $d < 1,000$  g/l
- VLDL:  $d=1,000 - 1,006$  g/l
- LDL:  $d=1,006 - 1,063$  g/l

#### *Dichtelösungen:*

- VLDL-Dichtelösung:  $d=1,006$  g/l (12,5 g NaCl + 950 ml aqua dest.)
- LDL-Dichtelösung:  $d=1,120$  g/l (144 ml VLDL-Dichtelösung + 218 ml HDL-Dichtelösung)
- Auffülllösung LDL:  $d=1,063$  g/l (VLDL- und LDL-Dichtelösung 1:1)
- HDL-Dichtelösung:  $d=1,346$  g/l (351,08 g NaBr + 153,3 g NaCl + 1000 ml aqua dest.)

Bei der Trennung der Lipoproteine durch Ultrazentrifugation müssen bestimmte Bedingungen eingehalten werden (Tab. 3). Die einzelnen Fraktionen der Lipoproteine wurden durch Schneiden der Röhren (Tube) gewonnen. Der Unterstand wurde zur Gewinnung der nächsten Fraktion verwendet.

**Tab. 3:** Trenn- und Ultrazentrifugationsbedingungen für die Lipoproteinfraktionen Chylomikronen, VLDL und LDL

Lipoproteinfraktion	Bedingungen
Chylomikronen	5 ml Plasma, mit Dichtelösung $d=1,006$ g/l Tube auffüllen; 30 Minuten bei 20000 U/min und 25° C zentrifugieren, Schnitthöhe 1 cm
VLDL	gesamter Chylomikronen-Unterstand in Tube überführen und mit Dichtelösung $d=1,006$ g/l auffüllen; 16 Stunden bei 4000 U/min und 16° C zentrifugieren, Schnitthöhe 1/3 Tube
LDL	6 ml VLDL-Unterstand in Tube überführen, 6 ml Dichtelösung $d=1,120$ g/l und mit Dichtelösung $d=1,063$ g/l auffüllen, 20 Stunden bei 40000 U/min und 16° C zentrifugieren, Schnitthöhe 1/3 Tube

## 2.1.2 Lebensmittel

### 2.1.2.1 Reagenzien

- Salzsäure (25 %, Merck)
- Diethylether (Riedl-de Haen, Seelze, Deutschland)
- Chloroform (> 99 %, Baker)
- TMSH

### 2.1.2.2 Standardsubstanzen

**Tab. 4:** Standardsubstanz und relative Korrekturfaktoren zur Bestimmung des Fettsäuremusters in den Menüproben

Standardsubstanz bzw. Abkürzung	Korrekturfaktor $f_x$
C8:0	1,22
C9:0	1,18
C10:0	1,12
C11:0	1,10
C12:0	1,06
C13:0	1,33
C14:0	1,02
C14:1 trans	1,01
C15:0	0,99
C15:1 cis	1,01
C16:0	0,99
C16:1 trans	0,97
C16:1cis	0,99
C17:0	0,91
C17:1 cis	0,97
C18:0	0,96
C18:1 trans	0,92
C18:1 cis	1,00
C18:2 trans/trans	0,92
C18:2 cis/trans	0,94
C18:2 trans/cis	0,94
C18:2 cis/cis	0,97
C18:2 c9t11 + C18:2 c10t12/t10c12	1,00
C18:3	1,01
C19:0	0,95
C20:0	0,92
C21:0	0,91
C22:0	0,91

Bezugsquelle der Standardsubstanzen: Sigma, Deisenhofen, Deutschland

### 2.1.2.3 Geräte

- Gaschromatograph HP 5890 Serie II mit FID, Injektor 7673 (Hewlett Packard GmbH, München, Deutschland)
- Extraktionsapparat nach Soxhlet (Soxhlet)
- Waage (Mettler AT261 Delta Range)
- Rotationsverdampfer Rotavapor-R114, (Büchi, Konstanz, Deutschland)
- Trockenschrank

- Exsikkator

#### 2.1.2.4 Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11

##### **Gesamt-Fett-Bestimmung:**

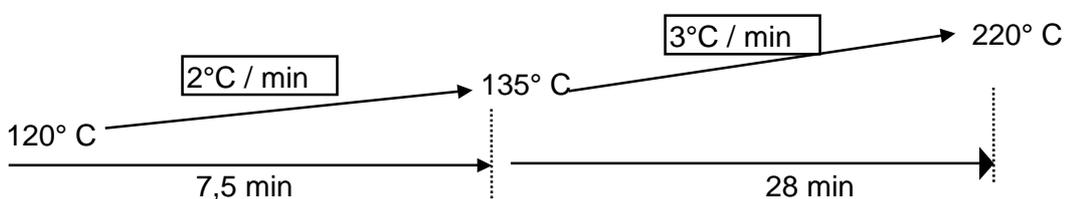
Die Gesamt-Fett-Bestimmung wurde nach der Methode von Weibull/Stoldt (BgVV, 1980) durchgeführt. Etwa 8-10 g der Mahlzeit wurden mit 80 ml destilliertem Wasser und 80 ml 25 %iger Salzsäure 30 Minuten lang aufgeschlossen. Der Säureaufschluß wurde nochmals mit 80 ml heißem destilliertem Wasser versetzt und dann über zwei ineinanderliegenden feuchte Faltenfilter abfiltriert. Der Filter wurde in einem Trockenschrank bei 100°C getrocknet und in eine Extraktionshülse fixiert. Die Extraktionshülse wurde in die Soxleth-Apparatur überführt und ein Rundkolben (genau abgewogen) mit 200 ml Diethylether an die Soxleth-Apparatur zur Extraktion (Extraktionszeit: 4 Stunden) angeschlossen. Nach der Extraktion wurde der Ether abgedampft und der Rückstand im Trockenschrank bei 100°C zwei Stunden getrocknet. Der getrocknete Rundkolben wurde in einer Stunde im Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt und durch Differenzwägung der Rückstand/Gesamt-Fett ermittelt.

##### **Veresterung:**

In ein Autosamplervial wurden 700 µl Chloroform und 300 µl TMSH pipettiert. Das Fett (300-400 mg) wurde in 5 ml Chloroform gelöst. Es wurde so viel gelöstes Fett zupipettiert, daß in den Autosamplervials eine Konzentration von ca. 600 µg Fett / ml entstand.

##### **Gaschromatographische Trennung:**

Die gaschromatographische Bestimmung der FAME wurde mit einem HP 5890 Series II mit FID durchgeführt. Die Injektion erfolgte im Splitmodus bei einem Splitverhältnis von 1:50. Es wurde 1 µl eingespritzt. Zur Trennung der Fettsäuren wurde ein 2-stufiges Temperaturprogramm angewendet (Abb. 4).



**Abb. 4:** Temperaturverlauf des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Bestimmung der FAME der 30 Mittagsmenüs

Es wurde eine 50 m lange CP-Sil 88 Säule mit 0,25 mm Innendurchmesser und 0,25 µm Filmdicke benützt (Varian-Chrompack GmbH, Darmstadt, Deutschland). Als Trägergas wurde Stickstoff eingesetzt. Die wichtigsten Geräteparameter sind Tabelle 5 zu entnehmen.

Zur Bestimmung der einzelnen Anteile der Fettsäuren wurde der Integrator HP 3396 verwendet. Die Berechnung der einzelnen Fettsäure-Anteile wurde bereits unter Kapitel 2.1.1.6 (s.S. 27) beschrieben. Die Ergebnisse wurden alle in % der FAME dargestellt.

**Tab. 5:** Geräteparameter des optimierten Temperaturprogramms zur gaschromatographischen Trennung der FAME der 30 Mittagsmenüs

Parameter	Wert
Temperatur 1	120° C
Zeit 1	0 min
Aufheizgeschwindigkeit	2° C / min
Temperatur 2	135° C
Zeit 2	0 min
Aufheizgeschwindigkeit 2	3° C / min
Temperatur 3	220° C
Injektortemperatur	250° C
Detektortemperatur	260° C
Split-Verhältnis	1:50

(Trärgas: Stickstoff 5.0; FID-Gase: Preßluft, Wasserstoff 5.0)

## **2.2 Berechnung der Nährstoffzufuhr**

### 2.2.1 Datenverarbeitung

Die Auswertung der Ernährungsprotokolle und der Mittagsmenüs wurde mit der Prodi Version 3+ durchgeführt, da es bei dieser Programm-Version möglich ist, Analysendaten neuer Inhaltsstoffe einzugeben (Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mgH Stuttgart, 1989). Der Prodi Version 3+ liegen die Lebensmitteldaten von Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) zugrunde. Die Datengrundlage für die verwendeten Analysendaten des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bildeten vor allem die Analyseergebnisse deutscher Lebensmittel nach Fritsche und Steinhart (1998). Für einige wenige Lebensmittel, für die in deutscher Literatur keine Angaben zu finden waren, wurden Ergebnisse nach Chin et al. (1992), Fogerty et al. (1988) und Lin et al. (1995) verwendet. Im Anhang sind alle Lebensmittel aufgeführt, denen eine Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zugeordnet wurde (Tab. A1). Ebenso wurden Analysendaten für trans-Fettsäuren (16:1 t, 18:1 t, 18:2 i) nach Pfalzgraf et al. (1993) eingegeben. Hiervon ausgenommen sind die Margarinen, die nach Fritsche und Steinhart (1997) eingegeben wurden, da der Gehalt an trans-Fettsäuren der Margarinen in den letzten Jahren abnahm. Die 30 Menüproben wurden bereits 1993 gezogen, deshalb wurden die Margarine-Daten von Pfalzgraf et al. (1993) verwendet. Unter C18:2 i werden die geometrischen Isomere der Linolsäure C18:2 t9t12, C18:2 c9t12 und C18:2 t9c12 verstanden.

Lag für ein verzehrtes Lebensmittel kein Analysendatum für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 vor, wurde der von Fritsche und Steinhart (1998) errechnete Median einer Lebensmittelgruppe für den prozentualen Anteil des CLA-Isomers C18: c9t11 an den Gesamt-Fettsäuren verwendet und der entsprechende Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 dieses Lebensmittels berechnet. Pfalzgraf et al. (1993) gaben für einige Lebensmittel mehrere Analysenwerte an, so daß mit dem Mittelwert des prozentualen Gehaltes der trans-Fettsäuren an den Gesamt-Fettsäuren der Gehalt an trans-Fettsäuren bestimmt wurde. Bei der Berechnung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der trans-Fettsäuren-Gehalte wurde immer davon ausgegangen, daß 90 % der Fettmenge eines Lebensmittels die gesamte Menge der Fettsäuremethylester darstellt.

### 2.2.2 Rezepturen, Austauschlebensmittel und neue Lebensmittel

Um die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 besser zu erfassen, wurden alle Speisen, deren Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der Speisekomponenten bekannt war, in ihre Rezepturkomponenten zerlegt und als Einzellebensmittel eingegeben. Beim Kollektiv der Studentinnen wurden auch die Rezepturen für die Speisen der Mensa Weihenstephan herangezogen. Bei Speisen, deren Rezeptur unbekannt war, wurde das Bayerische Kochbuch (Hofmann und Lydtin, 1992) als Nachschlagewerk verwendet.

Beim Verzehr von Lebensmitteln, die in der Datenbank nicht hinterlegt waren, wurde ein Austauschlebensmittel (Tab. 6) eingegeben, welches von der Zusammensetzung mit dem ursprünglich verzehrten bzw. protokollierten Lebensmittel vergleichbar war. Wenn kein vergleichbares Lebensmittel vorlag wurde ein neues Lebensmittel der Datenbank zugefügt (z. B. Halbfettbutter, Sahnejoghurt, probiotischer Joghurt, Carokaffee, leichtes Weißbier). Als Datengrundlage für jedes neue Lebensmittel wurde der Bundeslebensmittelschlüssel 2.II verwendet.

**Tab. 6:** Beispiele für protokollierte Lebensmittel und zur Auswertung eingegebene bzw. ausgetauschte Lebensmittel mit ähnlicher Zusammensetzung wie das protokollierte Lebensmittel

protokollierte Lebensmittel	zur Auswertung eingegebenes Lebensmittel (= Austauschlebensmittel)
Schnittkäse	Edamer 45%
Back- und Bratfett	Kokosfett
Landjäger	Knackwurst
Hartkäse	Emmentaler
Kürbiskerne	Sonnenblumenkerne
Lychee	Weintrauben
Macadamianüsse	Erdnüsse

### 2.2.3 Kontrolle

#### **Bayerisches Teilkollektiv der NVS (n=119):**

Die Eingabe der 7-Tage-Ernährungsprotokolle wurde von einer zweiten Person kontrolliert. Bei dieser Kontrolle wurde besonders sorgfältig der Fettgehalt der protokollierten Lebensmittel überprüft, sowie die Lebensmittel, welche das CLA-Isomer C18:2 c9t11 aufweisen.

#### **Kollektiv der Studentinnen (n=57):**

Konnte sich die Daten eingebende Person unter der verzehrten Speisen nichts vorstellen, wurde zur Problemlösung mit der jeweiligen Teilnehmerin der Studie nochmals Kontakt aufgenommen. Ebenso wurden die Teilnehmerinnen erneut kontaktiert, wenn Angaben nicht verständlich waren, bzw. fehlten oder logischerweise falsch sein mußten. Wenn sich durch den nochmaligen Kontakt keine Problemlösung ergab, wurde in Lebensmittelgeschäften recherchiert.

Die Ersteingabe wurde von einer zweiten Person kontrolliert und bei Bedarf verbessert.

Bei allen Studentinnen wurde der **Grundumsatz** nach Harris und Benedict (1919) berechnet, um Underreporting auszuschließen. Das **Underreporting** wird nach Schofield (1985) wie folgt definiert:

$$\text{Underreporting} = \text{Energiezufuhr} / \text{Grundumsatz} < 1,1$$

Studentinnen des Kollektivs, deren Koeffizient aus Energiezufuhr und Grundumsatz kleiner als 1,1 war, wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen, da sie entweder ihre Energiezufuhr unvollständig protokolliert hatten oder zu dieser Zeit eine Diät durchführten (Tab. A11).

## 2.3 Statistische Methoden

### Bayerisches Teilkollektiv der NVS

Zur statistischen Auswertung wurde die SPSS Version 7.5 (SPSS Inc., Chicago) verwendet. Neben den Verteilungsparametern arithmetischer Mittelwert (Mean), Standardabweichung (SD) und den Perzentilen 10 %, 25 %, 75 % und 90 % wurde mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test überprüft, ob die Zufuhr der Frauen und Männer normal verteilt ist. Bei Normalverteilung wurde der Unterschied mit dem ungepaarten t-Test auf Signifikanz, bei nicht normaler Verteilung mit dem Mann-Whitney-Test geprüft. Dasselbe wurde auch für die Altersgruppen 19-24 Jahre und 25-49 Jahre durchgeführt.

### Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires

Die Zufuhr aus dem Food-Frequency-Questionnaire (FFQ) und aus dem 7-d-Ernährungsprotokoll (7-d-EP) wurde mit den Verteilungsparametern Mittelwert, Standardabweichung und den Perzentilen dargestellt. Zur Untersuchung, ob sich die Mittelwerte der Zufuhr aus den FFQ und aus den 7-d-EP signifikant unterscheiden, wurde der Wilcoxon-Test angewendet und mit der Standardabweichung bzw. dem 95 % Konfidenzintervall dargestellt.

Die Übereinstimmung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde unter anderem durch einen Korrelationskoeffizient überprüft. Da es sich um metrische Daten handelt, wurde der Pearsonsche Korrelationskoeffizient gewählt. Die Beurteilung der Korrelationskoeffizienten wurden nach Winkler (1992) vorgenommen (Tab. 7). Um den Zusammenhang der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure zwischen FFQ und 7-d-EP zu verdeutlichen, wurden ein Streudiagramm mit Regressionsgerade ermittelt.

**Tab. 7:** Beurteilung der Übereinstimmung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure aus den FFQ und den 7-d-EP durch Korrelationskoeffizienten nach Winkler (1992)

Korrelationskoeffizient	Beurteilung der Übereinstimmung
> 0,6	gut
0,4-0,6	akzeptabel
< 0,4	nicht akzeptabel

Als Maß für die Übereinstimmung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure gemessen durch FFQ und 7-d-EP, wurde der **Kappa-Wert** berechnet. Der Kappa-Wert wird von Fleiss (1981) auch als Korrelationskoeffizient der einzelnen Kategorien bzw. Zufuhrterzilen bezeichnet.

**Tab. 8:** 3x3-Felder-Tafel zur Zuordnung des Kollektivs zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Zufuhrterzilen durch den FFQ und den 7-d-EP

	1. FFQ-Terzil	2. FFQ-Terzil	3. FFQ-Terzil
1. EP-Terzil	übereinstimmendes	angrenzendes	gegenüberliegendes
2. EP-Terzil	angrenzendes	übereinstimmendes	angrenzendes
3. EP-Terzil	gegenüberliegendes	angrenzendes	übereinstimmendes

Zur Berechnung der Kappa-Werte wurde die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 für jede Methode in Terzilen eingeteilt und die Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen zugeordnet (Tab. 8). Mit den Kappa-Werten wurde die Übereinstimmung der ersten, zweiten und dritten Zufuhr-Terzile durch FFQ und 7-d-EP dargestellt, ebenso wurde der Gesamt-Kappa-Wert bestimmt. Im weiteren Verlauf der Berechnung des Kappa-Wertes wurde die 3x3-Felder-Tafel in eine 2x2-Felder-Tafel übergeführt, in dem die Personen in einem bestimmten Terzil z.B. das 1. Terzil im Vergleich zu den Personen in dem 2. und 3. Terzil, die als restliches Terzil zusammengefaßt, betrachtet wurden (Tab. 9).

**Tab. 9:** Bestimmte und restliche FFQ- bzw. 7-d-EP-Terzile als Grundlage der Berechnung der Kappa-Werte (|K|) in einer 2x2-Felder-Tafel

	bestimmtes FFQ-Terzil	restliche FFQ-Terzile	gesamt
bestimmtes 7-d-EP-Terzil	a	b	p <sub>1</sub>
restliche 7-d-EP-Terzile	c	d	q <sub>1</sub>
gesamt	p <sub>2</sub>	q <sub>2</sub>	100

Die Buchstaben a bis d geben den prozentualen Anteil der zugeordneten Personen des Kollektivs an. Die Buchstaben p<sub>i</sub> und q<sub>i</sub> stellen die prozentuale Gesamtheit der Personen dar, die einer bestimmten oder den restlichen Terzilen zugeordnet wurden. Der Kappa-Wert |K| der einzelnen Terzile wurde als Betrag angegeben und berechnet sich wie folgt (Fleiss, 1981):

$$|K| = 2 (ad - bc) / (p_1q_2 + p_2q_1)$$

Der Gesamt-Kappa-Wert wurde als gewichteter durchschnittlicher Wert der einzelnen Kappa-Werte definiert (Fleiss, 1981):

$$|\text{Gesamt-K}| = (p_0 - p_t) / (1 - p_t)$$

$$P_0 = (p_{11} + p_{22} + p_{33}) / 100$$

$$p_t = (p_{10}p_{01} + p_{22}p_{02} + p_{30}p_{03}) / 10000$$

Der Beurteilung einzelner sowie der Gesamt-Kappa-Werte wurde die Definition nach Landis und Koch (1977) zugrunde gelegt (Tab. 10).

**Tab. 10:** Beurteilung der Übereinstimmung der Kategorien durch die Kappa-Werte nach Landis und Koch (1977)

Kappa-Werte	Beurteilung der Übereinstimmung
<0,20	schlecht
0,20-0,60	mittel
>0,60	gut

### **Mensaessen**

Die beschriebenen Verteilungsparameter wurden für die analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, Gesamt-Fett und trans-Fettsäuren der Mittagsmenüs der zwei bayerischen Mensen berechnet. Mit der mittleren Differenz wurde untersucht, ob sich die Mittagsmenüs in ihrer Zusammensetzung signifikant unterscheiden (gepaarter t-Test). Überprüft wurde die Übereinstimmung der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, Gesamt-Fett, Gesamt-trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i in den Mittagsmenüs beider Mensen mit einer Pearsonschen Korrelation, da es sich um metrische Daten handelt.

### **Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11**

Die Reaktion auf die Gabe des CLA-Supplements in den einzelnen Lipoproteinfraktionen wurde als Abweichung der absoluten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 von den Nüchternwerten aufgetragen. Ebenso wurden die gemessenen Werte der Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in % der FAME in den einzelnen Lipoproteinfraktionen dargestellt.

### **Intraindividuelle Variation**

Unter der intraindividuellen Variation wird die Variation der Werte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen einer Person zu unterschiedlichen Zeitpunkten verstanden. Im Unterschied dazu verdeutlicht die interindividuelle Variation unterschiedliche Werte verschiedener Personen. Zur Darstellung der intraindividuellen Variation wurde neben einer einfachen Varianzanalyse mit Meßwiederholung auch der Variationskoeffizient (CV%) nach folgender Formel berechnet:

$$\text{CV\%} = (\text{SD} / \text{Mean}) * 100$$

Für die einzelnen Werte des CLA-Isomers C18:2 c9t11, für die Variationskoeffizienten einer Person sowie der Versuchsgruppe wurde der Mittelwert und die Standardabweichung (SD) berechnet.

## 2.4 Studien

### 2.4.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen

Als repräsentatives Studienkollektiv für die Zufuhr-Berechnung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde ein bayerisches Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie (NVS) eingesetzt (zur Datenerhebung der NVS siehe Adolf et al., 1995). Das Kollektiv stammte aus der Erhebungsnummer 16 bzw. aus den Regierungsbezirken Ober-, Mittel- und Unterfranken (Quelle: Public Use File: NVS und VERA). Das Kollektiv wurde aus allen gesunden Frauen und Männern im Alter zwischen 19 und 24 Jahren, sowie einem Drittel der Frauen und Männer der Altersgruppe 25 bis 49 Jahre ausgewählt (Tab. 11). Das Drittel der älteren Altersgruppe wurde mit Hilfe des Statistikprogramms SPSS Inc. (Chicago) Version 6.0 zufällig ausgewählt.

Ernährungsprotokolle von schwangeren und stillenden Frauen, sowie Protokolle von Teilnehmern, die offensichtlich eine Diät durchführten, und Protokolle, die weniger als 5 Tage umfaßten, wurden von der weiteren Auswertung ausgeschlossen.

Die 119 7-Tage-Ernährungsprotokolle (Schätzprotokollmethode) aus dem Public Use File wurden von einer Person kodiert und von einer zweiten kontrolliert. Die Kodierung erfolgte auf Prodi 3+ mit Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) als Datengrundlage.

Der errechnete **Body Mass Index** (BMI) ist definiert als das Verhältnis aus Körpergewicht [kg] zu Körpergröße<sup>2</sup> [m<sup>2</sup>].

Die Rohdaten der einzelnen Personen aus dem bayerischen Teilkollektiv der NVS sind im Anhang (Tab. A2) zu finden.

**Tab. 11:** Beschreibung des Studienkollektives (Mean±SD) nach Fremann et al. (1999)

	Frauen	Männer
repräsentative Stichprobe	NVS, Ober-/Mittel-/Unterfranken Erhebungsnummer 16: Gesunde; keine Diät, nicht schwanger/stillend Protokoll ≥ 5 Tage	
Altersgruppe 19 - <25 Jahre	n=27	n=25
Altersgruppe 25 - <50 Jahre	n=36	n=31
Alter (Jahre)	30,4±9,3	29,6±9,4
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	22,3±3,9	23,8±2,6

## 2.4.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11

### 2.4.2.1 Entwicklung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Grundlage für diesen quantitativen Food-Frequency-Questionnaire (FFQ) zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts bildete ein qualitativer Fettscreener zur Berechnung der gesamten Fett-Zufuhr, der Zufuhr von mehrfach und einfach ungesättigten Fettsäuren, gesättigten Fettsäuren und Cholesterin (Rohrmann, 1998). Dieser qualitative Fettscreener beinhaltet 20 Schlüssellebensmittel und wurde für Männer und Frauen einer Population im Alter zwischen 35 bis 64 Jahren im Rahmen einer Magisterarbeit entwickelt (Anhang 3). Diese 20 Schlüssellebensmittel, bestimmt durch Berechnungen anhand von NVS-Daten, erfassen die Gesamt-Fett- und Gesamt-Cholesterin-Zufuhr relativ genau.

Ausgehend von diesen 20 Schlüssellebensmitteln wurde nun der Fettscreener der gegebenen Fragestellung zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts angepaßt. Hierfür wurden die Lebensmittelgruppen Milch, Milchprodukte, Käse, Butter, Wurstwaren, Fleisch und Kuchen erweitert und die Lebensmittelgruppe Eier gekürzt. Dies wurde aufgrund der Ergebnisse nach Fritsche und Steinhart (1998) durchgeführt. Die Autoren geben an, daß dies die Lebensmittelgruppen sind, die am meisten zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 beitragen. Aus der Tatsache, daß nach der MONICA-Survey 1984/85 und 1994/95 die Lebensmittelgruppe Brot und Gebäck ca. 8 % der Gesamt-Fett-Zufuhr liefern (Döring et al., 1998), wurde die Lebensmittelgruppe Brot und Gebäck neu hinzugefügt, um die Gesamt-Fett-Zufuhr besser zu erfassen.

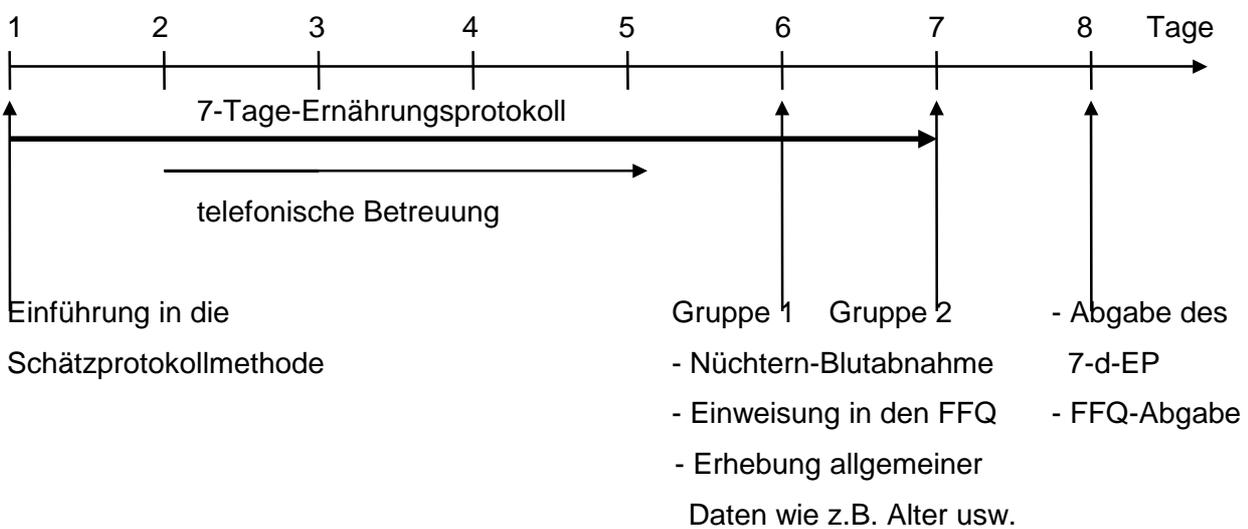
Daraus entstand ein FFQ mit 46 Lebensmitteln. Da der Fettscreener nur eine qualitative Auswertung zuließ, wurden Portionsmengen (Standardportionen), sowie die Möglichkeit die Anzahl der Portionsmengen einzutragen, hinzugefügt (Anhang 4). Zusammen mit den gewählten Verzehrshäufigkeiten war es nun möglich den FFQ quantitativ auszuwerten. Die Standardportionen wurden hauptsächlich aufgrund der MONICA-Mengenliste (1991), Kalorien Mundgerecht (1996) und Mengenlehre der Küche (1995) festgelegt. Der gewählten Standardportion einer Lebensmittelgruppe wurde ein entsprechender Fettgehalt zugeordnet. Dies geschah in Anlehnung an den Bundeslebensmittelschlüssel II.2, Souci-Fachmann-Kraut 1995/96 und Produktdaten der Lebensmittelindustrie. Ebenso wurden Berechnungen über den durchschnittlichen Gesamt-Fettgehalt einer Lebensmittelgruppe wie z.B. Schinken verwendet, welche Kochschinken und geräucherten Schinken einschließt. Diese Berechnungen beruhen auf der Datengrundlage des BLS II.2 (Gedrich, 1996). Durch die so festgelegten Fettgehalte konnte die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 anhand der Analysendaten deutscher Lebensmittel nach Fritsche und Steinhart (1998) bestimmt werden (Tab. A5).

### 2.4.2.2 Studienkollektiv

Durch einen Aufruf zur Teilnahme in Vorlesungen wurden 57 Studentinnen der Ökotrophologie im mittleren und höheren Semester rekrutiert. Die Teilnahme war freiwillig. Als Voraussetzung für die Teilnahme wurden folgende Punkte festgelegt:

- nicht schwanger, nicht stillend
- keine Diabetes mellitus oder Hyperlipidämie
- keine Reduktionsdiät

### 2.4.2.3 Studienablauf



**Abb. 5:** Ablauf der Studie zur Validierung eines FFQ zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasma-Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Am ersten Tag des 7-d-EP (Anhang 6) wurden mit den Teilnehmerinnen in einer Einführungsveranstaltung die Methoden zur Bestimmung von Verzehrsmengen in einem 7-d-EP (Schätzprotokollmethode) besprochen. Es wurden den Teilnehmerinnen die haushaltsüblichen Maße vorgestellt und deren Umgang während des Protokollierens erläutert. Neben der Erklärung der wichtigsten Methode, dem Wiegen, wurden Anregungen gegeben sowie Hinweise für den Verzehr außer Haus herausgearbeitet. Den Teilnehmerinnen wurden Waagen und/oder Meßbecher angeboten, wenn diese selber nicht darüber verfügten.

Ab dem zweiten Tag des 7-d-EP wurden die Studien-Teilnehmerinnen telefonisch von zwei Ökotrophologinnen betreut, das heißt jede Teilnehmerin wurde mindestens einmal kontaktiert. Neben anstehenden Problemen bei der Protokollierung wurde das Protokollieren einer ganzen Mahlzeit mit den Studentinnen telefonisch besprochen.

Die Nüchtern-Blutabnahme fand an zwei Tagen statt. An diesen beiden Terminen (Abb. 5) besprach eine Ökotrophologin mit den Teilnehmerinnen das Ausfüllen des FFQ. Damit die Studentinnen den FFQ in Ruhe und mit voller Konzentration ausfüllen konnten, wurden sie aufgefordert, dies zu Hause zu tun. Ebenso füllten alle Teilnehmerinnen einen Fragebogen zu allgemeinen Angaben (Anhang 7) wie Alter, Medikamenteneinnahme, Verzehr von Vitamin- und Mineralstoffpräparaten und sportlicher Betätigung aus. Ebenso wurde die Körpergröße und das Körpergewicht der Teilnehmerinnen von einer Ökotrophologin gemessen.

Am 8. Tag gaben die Teilnehmerinnen die 7-d-EP und die FFQ ab, die hierbei auf Vollständigkeit geprüft wurden.

#### 2.4.2.4 Auswertung des Food-Frequency-Questionnaires

Die Auswertung der FFQ wurde mit der SPSS Version 9 (SPSS Inc., Chicago) durchgeführt. Dazu wurden zwei Dateien erstellt. Eine Datei enthielt die Daten zu den abgefragten 46 Lebensmitteln, das heißt die Menge der Standardportion und die Angaben zu den Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bzw. des Gesamt-Fetts und der Linolsäure der jeweiligen Lebensmittel.

**Tab. 12:** Verzehrshäufigkeitskategorien und die dazugehörigen Berechnungsfaktoren (Amann, 1993)

Verzehrshäufigkeitskategorie	Berechnungsfaktor
nie	0
mehr als 2 x pro Tag	3,5
2 x pro Tag	2
1 x pro Tag	1
4-6 x pro Woche	5/7
2-3 x pro Woche	5/14
1 x pro Woche	1/7
1-3 x pro Monat	2/30
seltener als 1 x pro Monat	1/90

In der zweiten Datei wurden die Daten der einzelnen Teilnehmerinnen zur Anzahl der Standardportionen und der Berechnungsfaktoren der Verzehrshäufigkeit der jeweiligen Lebensmittel eingegeben. Den 9 Verzehrshäufigkeitskategorien wurden nach Amann (1993) entsprechende Berechnungsfaktoren zugeordnet (Tab. 12).

Fehlten Angaben oder war der Fragebogen offensichtlich falsch ausgefüllt, z.B. durch zu hohe Verzehrshäufigkeiten, wurden die Teilnehmerinnen nochmals angerufen, um die fehlenden oder falschen Angaben nachzutragen. Nach Dateneingabe und -korrektur wurden beide Dateien zusammengebracht, so daß nun in einer Datei alle Daten zu jeder Teilnehmerin und den entsprechenden Lebensmitteln zu finden waren. Auf dieser Grundlage war es möglich die Zufuhr pro Tag des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure, ermittelt durch den FFQ, zu errechnen.

### 2.4.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagsmenüs zweier bayerischer Mensen

Die Proben der Mittagsmenüs wurden in zwei bayerischen Universitäts-Mensen (Weihenstephan und Augsburg) gesammelt. Es handelte sich jeweils um 15 Mittagsmenüs (Tab. 13). Das Hauptgericht bestand entweder aus Fleisch- bzw. Fleischprodukten (n=9), Fisch (n=1) oder einer Milch-/Eierspeise (n=5). Jedes Menü setzte sich neben dem Hauptgericht aus 2 bis 3 Beilagen wie Nudeln, Reis, Kartoffeln, Gemüse und/oder Salat zusammen. Es wurden ebenfalls Suppen und Nachspeisen als Menükomponenten eingesetzt.

**Tab. 13:** Mittagessenzusammenstellung der zwei Mensen Weihenstephan und Augsburg

Nr.	Mittagessen der Mensa in <b>Weihenstephan</b>	Nr.	Mittagessen der Mensa in <b>Augsburg</b>
W1/1	Kalbskeule gebraten, Teigwaren, Zucchini-salat, Zimtcreme	A1/1	Kalbsragout mit Gemüse, Teigwaren, Blumenkohlsalat, Schokopudding
W1/2	Reisfleisch, Gurkensalat, Maiskolben, Mandarinenkompott	A1/2	Creolisches Reisgericht, Maissalat mit Paprika, Kompott
W1/3	Gemüsegulasch, Grießklößchensuppe, Herzoginkartoffeln	A1/3	Gemüseteller mit Spiegelei, Tagessuppe, Röstkartoffeln
W2/1	Fisch paniert mit schwedischer Sauce, Salzkartoffeln, grüner Salat, Aprikosenkompott	A2/1	Fischfilet paniert mit Remouladen-sauce, Salzkartoffeln, grüner Salat, Ananaskompott
W2/2	Schinkennudeln mit Ei, Farmersalat, Türkischer Bauernsalat, Quarkspeise	A2/2	Bandnudeln mit Tomaten u. Pesto, Karotten natur, Salat del Monte, Joghurt mit Kirschen
W2/3	Apfelstrudel mit Vanillesauce, Kartoffelsuppe, Farmersalat	A2/3	Apfelstrudel mit Vanillesauce, Tagessuppe, Salat del Monte
W3/1	Schweinekotelett paniert, Pommes frites, Rote Bohnen Salat, Pflaumenkompott	A3/1	Schweinekotelett paniert, Pommes frites, Bohnensalat, Pflaumenkompott
W3/2	Thüringer Bratwurst, Selleriesuppe, Kartoffelsalat, grüner Salat	A3/2	Thüringer Bratwurst, Tagessuppe, Kartoffelsalat, grüner Salat
W3/3	Buntes Gemüse im Vollkornmantel, Andalusischer Salat, Joghurt mit Himbeere	A3/3	Tortilla mit Gemüsefüllung, Andalusischer Salat, Quarkspeise
W4/1	Rindsroulade, Kartoffelbrei, Broccoli, Birne Helene	A4/1	Rinderroulade, Kartoffelbrei, Rosenkohl, Birne Helene
W4/2	Hähnchenkeule mit Sauce, Teigwaren, Blumenkohlsalat, Kompott	A4/2	Baskisches Hühnergericht, Teigwaren, Tomatensalat, Fruchtsalat
W4/3	Käsespätzle in Zwiebelschmelze, Tomatensuppe, grüner Salat	A4/3	Schwäbische Käsenudeln, Tagessuppe, grüner Salat
W5/1	Hackbraten, Kartoffel-ABC, Mischgemüse natur, Joghurt mit Erdbeeren	A5/1	Wiener Hackbraten, Kartoffelkroketten, Erbsen natur, Joghurt mit Himbeere
W5/2	Geschnetzelte Rinderhüfte „Stroganoff“ Selleriesuppe, Naturreis, Karottenrohkost	A5/2	Chinesisches Rindergeschnetzeltes, Tagessuppe, Naturreis, Karottenrohkost
W5/3	Kartoffelwaffeln mit Apfelmus, Ratatouille, grüner Salat	A5/3	Kartoffelpuffer mit Apfelmus Pastete mit Gemüse, grüner Salat

Als wichtigstes Auswahlkriterium galt die ähnliche Menüzusammensetzung in den Mensen. Wenn eine der beiden Mensen kein vergleichbares Mittagessen innerhalb 6 Wochen anbot, wurden ähnliche Speisen verwendet (z.B. Joghurt - Quark). Die Mittagsmenüs wurden bereits im Jahre 1993 mit dem Ziel ausgewählt, den Jodgehalt der Essen zu vergleichen, die in einer Mensa mit Jodsatz und in der anderen ohne Jodsatz produziert wurden (Linseisen et al., 1993). Seither wurden die Proben bei -20°C gelagert.

## 2.4.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11

### **Testmahlzeit**

Eine Versuchsperson (männlich, 63 Jahre, 90 kg Körpergewicht) verzehrte nüchtern eine Testmahlzeit bestehend aus 400 g Milchreis und 30 g Sahne. Beim ersten Versuch wurde diese Testmahlzeit mit 2 Kapseln und beim zweiten Versuch mit 4 Kapseln CLA-Supplement (Tonalin, Canea Pharma GmbH, Hamburg) kombiniert. Eine Kapsel CLA-Supplement beinhaltet 1000 mg Linolsäure, wovon laut Herstellerangaben 65 % konjugiert sind (Tab. 14).

**Tab. 14:** Zutatenliste des CLA-Supplements laut Herstellerangaben

#### Zutatenliste

- Linolsäure, davon 65 % konjugiert
- Gelatine
- Glycerin
- Sorbitol
- Farbstoff E171, E172, E104

Die Tagesenergie für die Versuchsperson wurde nach den Recommended Dietary Allowances (1989) berechnet. Der Faktor ( $f = 1,5$ ) für leichte körperliche Aktivität wurde mit dem Ruhe-Nüchtern-Umsatz (RNU) multipliziert:

$$\text{RNU [kcal/d]} = (13,5 * \text{Körpergewicht [kg]}) + 487$$

$$\text{Tagesenergie [kcal/d]} = \text{RNU} * f$$

Die Testmahlzeit wurde als Testfrühstück verzehrt und sollte ungefähr 20 % der Tagesenergie bzw. zwischen 30 bis 35 % Fett (ca. 20 g Fett) enthalten (Tab. 15). Beim ersten Versuch wurde zur Testmahlzeit (14,4 g Eiweiß, 72 g Kohlenhydrate, 20 g Fett) 1,3 g CLA (2 Kapseln CLA-Supplement) und beim zweiten Versuch 2,6 g CLA (4 Kapseln CLA-Supplement) aufgenommen.

**Tab. 15:** Nährstoff- und Energiezusammensetzung der Testmahlzeit

Lebensmittel in g	Nährstoff in g	Energie in kcal pro Nährstoff	% der Energie
400 g Milchreis	14,4 g Eiweiß	58 kcal	11 %
	72 g Kohlenhydrate	288 kcal	55 %
	9,8 g Fett		
30 g Sahne	10,2 g Fett		
	= 20 g Fett	180 kcal	34 %
		<u>526 kcal</u>	<u>100 %</u>

## Fettsäuremuster des CLA-Supplements

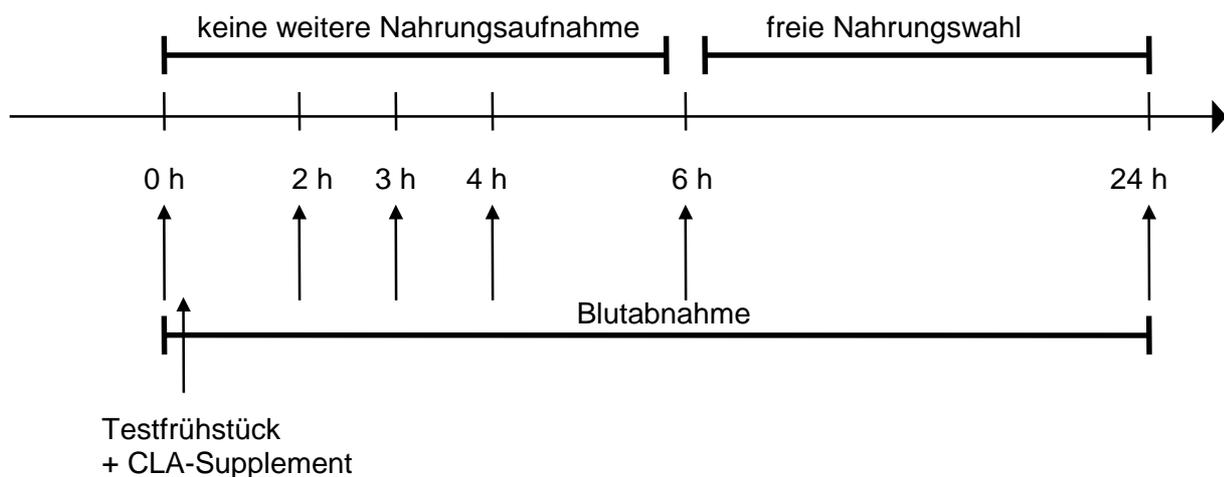
Der Inhalt der Kapseln wurde nach Verdünnung gaschromatographisch bestimmt. Laut Herstellerangaben müßte neben den CLA der zweit größte Anteil der FAME die Linolsäure ausmachen. Festgestellt wurde jedoch, daß neben der Gruppe der CLA-Isomere der zweit größte Anteil die Ölsäure einnimmt und die Linolsäure einen kleinen Anteil darstellt (Tab. 16). Es konnte neben anderen CLA-Isomeren eindeutig das CLA-Isomer C18:2 c9t11 und das CLA-Isomer C18:2 c10t12/t10c12 identifiziert werden.

**Tab. 16:** Gefundene Fettsäuren in % der FAME des CLA-Supplements

Fettsäure	% der FAME
Myristinsäure	0,75
Palmitinsäure	12,26
Palmitoleinsäure	0,63
Stearinsäure	5,93
Ölsäure	25,70
Linolsäure	3,41
Arachinsäure	0,25
CLA-Isomer C18:2 c9t11	17,98
anderes CLA-Isomer	12,05
CLA-Isomer C18:2 c10t12/t10c12	10,33
anderes CLA-Isomer	2,23
anderes CLA-Isomer	1,90
anderes CLA-Isomer	0,29
anderes CLA-Isomer	1,00
anderes CLA-Isomer	5,12

ca. 50 %

## Versuchsablauf



**Abb. 5:** Ablauf der beiden Versuchsdurchläufe mit Testfrühstück und CLA-Supplement

Die Versuchsperson verzehrte ihr Testfrühstück im ersten Versuchsdurchlauf mit 1,3 g CLA-Supplement und beim zweiten Versuchsdurchlauf mit 2,6 g CLA-Supplement direkt nach der Nüchtern-Blutabnahme. Nach 2, 3, 4, 6 und 24 Stunden wurde erneut Blut abgenommen. Während der ersten 6 Stunden war keine weitere Nahrungsaufnahme erlaubt, danach bestand freie Nahrungswahl (Abb. 5).

### 2.4.3 Intraindividuelle Variation der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride

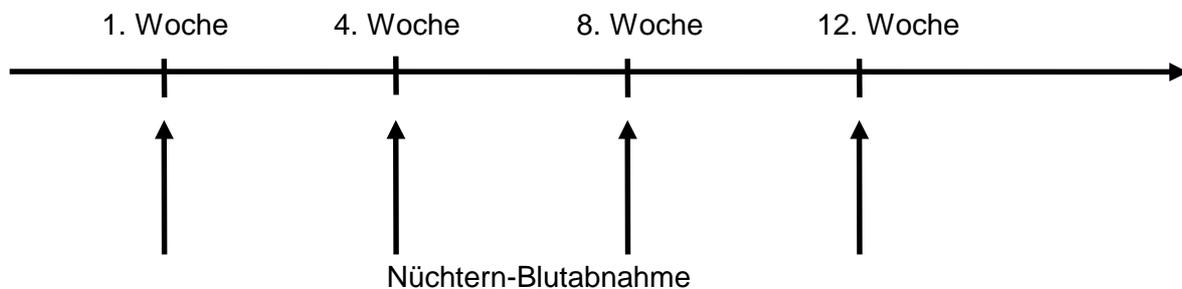
#### **Versuchskollektiv**

Bei den Teilnehmern des Versuchs handelte es sich um Frauen und Männer. Die gesunde Versuchsgruppe bestand aus vier Männern im Alter zwischen 31 und 63 Jahren und um zwei Frauen zwischen 28 und 29 Jahren (Tab. 17). Alle Teilnehmer nahmen freiwillig an der Studie teil. Die Daten der einzelnen Personen sind im Anhang (Tab. A8) zu finden.

**Tab. 17:** Beschreibung der Gruppe (n=6) zum Versuch der intraindividuellen Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in PL und TG

	Mittelwert $\pm$ SD	Median	Min-Max
Alter [Jahre]	36,5 $\pm$ 13,23	32,00	28-63
Größe [cm]	177 $\pm$ 5	177	170-183
Gewicht [kg]	74,50 $\pm$ 10,29	71,00	64-89
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	23,84 $\pm$ 3,65	22,81	20,43-29,06

#### **Versuchsablauf**



**Abb. 7:** Ablauf der 4 Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von jeweils 4 Wochen

Den Versuchspersonen wurde vier mal im Abstand von jeweils vier Wochen einmal Nüchternblut abgenommen (Abb. 7).

### **Umrechnung der relativen Anteils des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und TG in absolute Konzentrationen**

Das in den PL und TG des Plasmas enthaltene CLA-Isomer C18:2 c9t11 wurde in % der FAME ermittelt. Durch die enzymatisch festgestellten absoluten PL- und TG-Konzentrationen im Plasma kann mit folgenden Annahmen die absolute Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/dl] in den PL und TG des Plasmas berechnet werden.

Ein TG mit Stearinsäure hat ein Molekulargewicht von 890 g/mol, wobei der Anteil der drei Stearinsäurenmoleküle (Molekulargewicht von Stearinsäure: 267,5 g/mol) bei 90 % liegt. Den größten Anteil der PL im Plasma nimmt das Phosphatidylcholin ein. Phosphatidylcholin-distearoyl hat ein Molekulargewicht von 790 g/mol, so daß zwei Moleküle Stearinsäure einen Anteil von 68 % einnehmen.

Es wurde angenommen, daß 90 % der TG und 68 % der PL den Gesamt-Fettsäure-Anteil der gesamten Fettmenge stellen. Die gesamte Fettsäuremenge bildet die Grundlage für die Berechnung der absoluten Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen

##### 3.1.1 Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

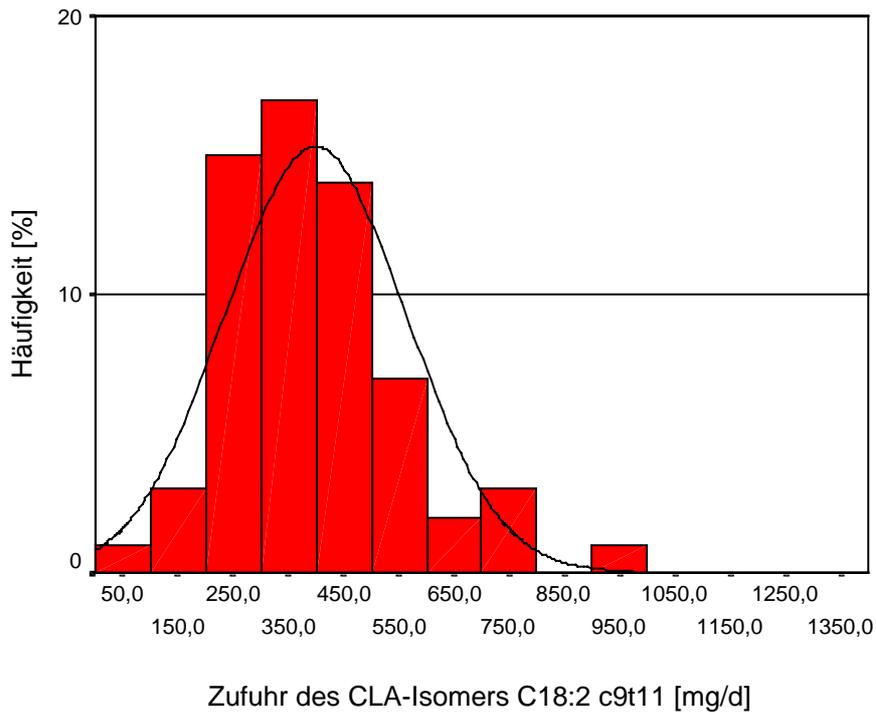
Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war bei Frauen und Männern eines bayerischen Teilkollektivs der NVS normalverteilt (Abb. 8, Abb. 9).

Die mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 betrug bei Frauen 399 mg/d und bei Männern dagegen 512 mg/d (Tab. 18). Der Geschlechterunterschied war signifikant ( $p < 0,01$ ), allerdings waren die Unterschiede zwischen den Altersgruppen bei Frauen und Männern nicht signifikant.

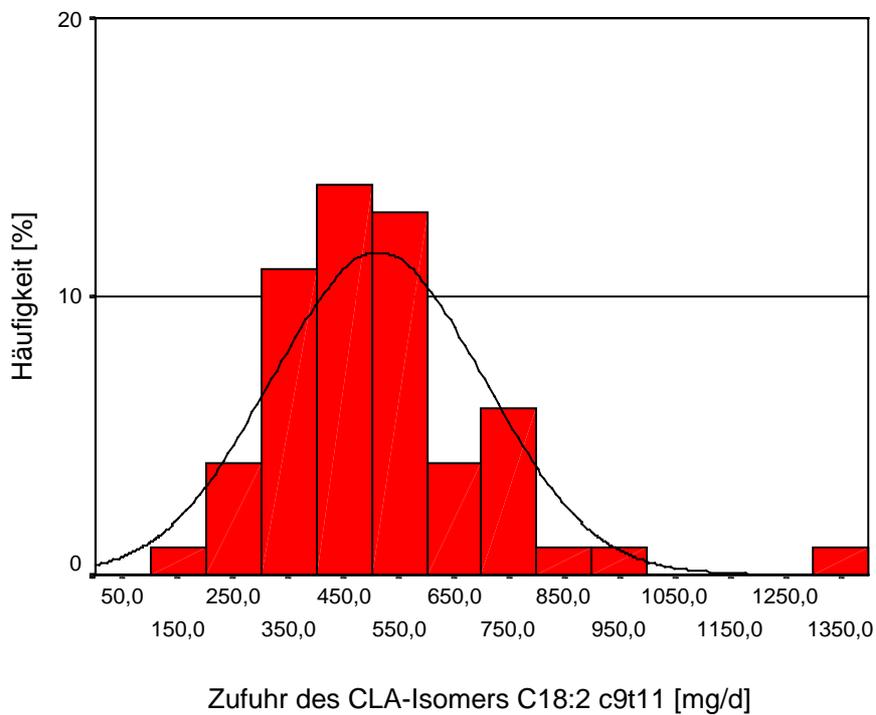
**Tab. 18:** Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Perzentilen) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] von jungen ( $n=27$ ) und alten ( $n=36$ ) Frauen sowie jungen ( $n=25$ ) und alten ( $n=31$ ) Männern des bayerischen Teilkollektivs der NVS

	Mean±SD	Median	Min	Max	Perzentile			
					10 %	25 %	75 %	90 %
<i>Frauen</i>								
	<b>CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]</b>							
jung	426±195	393	92	961	221	307	521	728
alt	379±136	371	105	703	232	279	469	579
gesamt	400±165	371	92	961	235	280	492	602
<i>Männer</i>								
	<b>CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]</b>							
jung	506±150	502	272	910	302	385	577	713
alt	519±223	469	147	1338	283	386	643	766
gesamt	512±192	486	147	1338	304	388	595	728
<i>gesamtes Kollektiv</i>	452±186	437	92	1338	245	316	548	703

Der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der Gesamt-Fettsäuren-Zufuhr betrug bei Frauen 0,31 % und bei Männern 0,40 %. Die Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war erheblich. Sie reichte bei Frauen von 92 bis 961 mg/d und bei Männern von 147 bis 1338 mg/d. Der Zufuhrbereich des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war bei den Frauen somit kleiner als bei den Männern. Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 des gesamten Kollektivs reichte von 92 bis 1338 mg/d. 68 % der Frauen nahmen zwischen 250 und 550 mg/d des CLA-Isomers C18:2 c9t11 auf, 64 % der Männer lagen zwischen 350 und 650 mg/d (Tab. 18).



**Abb. 8:** Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei **Frauen** (n=63) des bayerischen Teilkollektivs der NVS



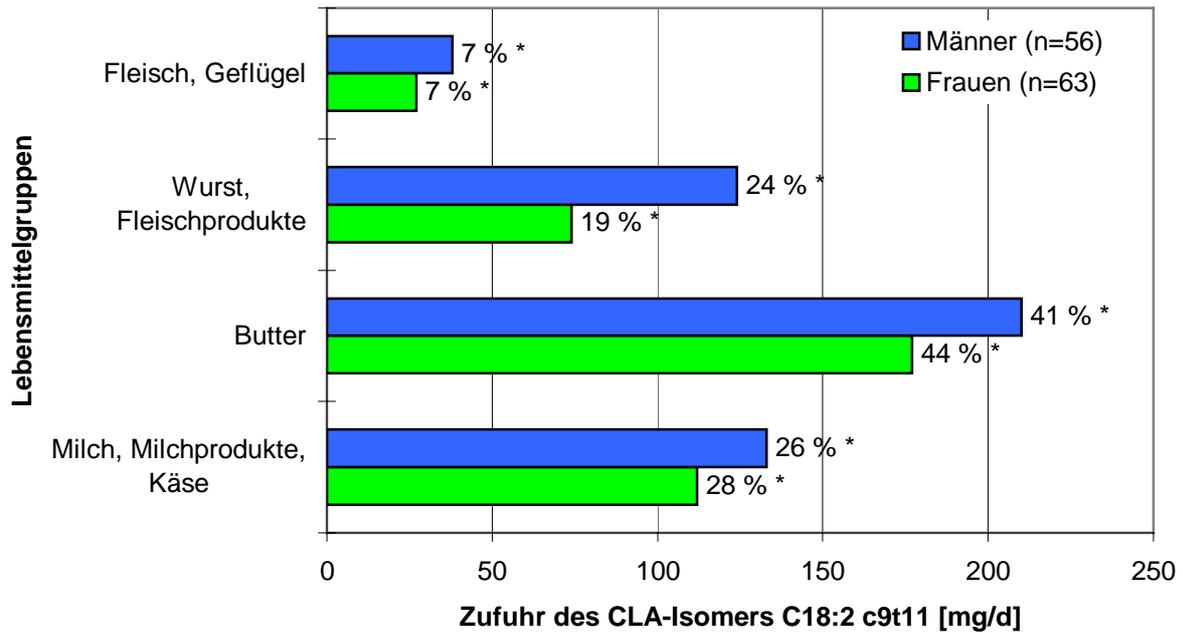
**Abb. 9:** Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei **Männern** (n=56) des bayerischen Teilkollektivs der NVS

### 3.1.2 Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

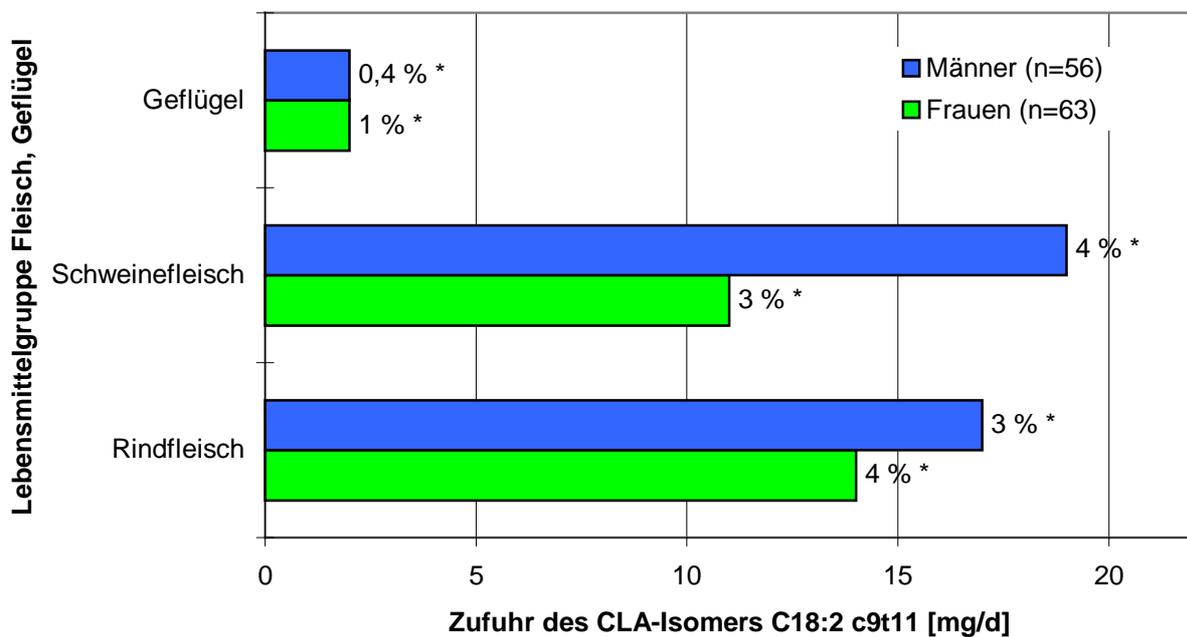
Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 erfolgte in dem bayerischen Teilkollektiv der NVS fast ausschließlich durch die Lebensmittelgruppen „Fleisch, Geflügel“, „Wurst, Fleischprodukte“, „Butter“ und „Milch, Milchprodukte, Käse“ (Tab. 19). Der Verzehr von Butter lieferte den größten Anteil mit 44 % der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei Frauen und 41 % bei Männern, gefolgt von der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukte, Käse“ mit 28 % bei Frauen und 26 % bei Männern. Die Lebensmittelgruppe „Wurst, Fleischprodukte“ machte bei Frauen 19 % der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus und bei Männern 24 %. Die Lebensmittelgruppe „Fleisch, Geflügel“ ergab bei Frauen und Männern nur 7 % der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (Abb. 10).

Frauen führten prozentual mehr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus den Lebensmittelgruppen „Milch, Milchprodukte, Käse“ und „Butter“ zu als Männer. Dagegen nahmen Männer prozentual mehr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe „Wurst, Fleischprodukte“ auf als Frauen.

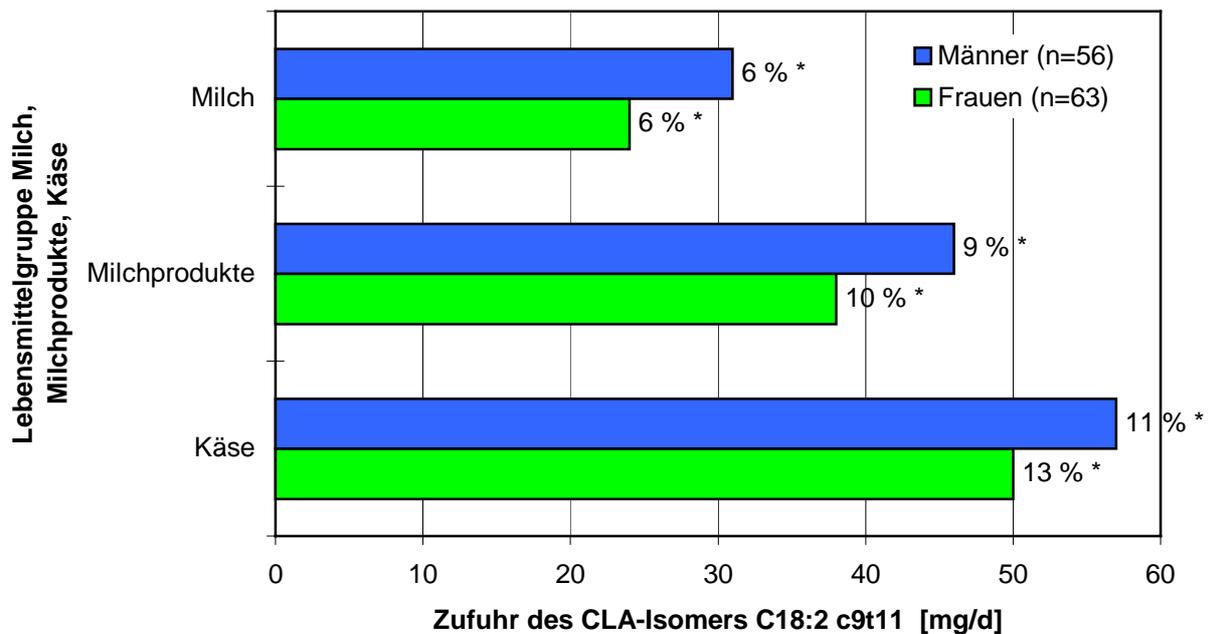
Betrachtet man die Lebensmittelgruppe „Fleisch und Geflügel“ im Detail, so nahmen Frauen durch den Geflügelverzehr 1 % der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 auf, Männer 0,4 %. Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Schweinefleisch lag höher als die Zufuhr aus Geflügel. Frauen nahmen 3 % und Männer 4 % der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Schweinefleisch auf. Durch Rindfleisch führten Frauen 4 % und Männer 3 % der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zu (Abb. 11).



**Abb. 10:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] aus den einzelnen Lebensmittelgruppen; \* = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr der CLA-Isomers C18:2 c9t11



**Abb. 11 :** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe „Fleisch und Geflügel“; \* = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11



**Abb. 12:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppen „Milch, Milchprodukte und Käse“; \* = prozentualer Anteil an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

In der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukte, Käse“ deckten Frauen 6 % der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Milch, 10 % aus Milchprodukten und 13 % aus Käse. Männer des bayerischen Teilkollektivs nahmen 6 % der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Milch, 9 % aus Milchprodukten und 11 % aus Käse auf (Abb. 12). Frauen führten prozentual mehr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Käse und Milchprodukten zu als Männer.

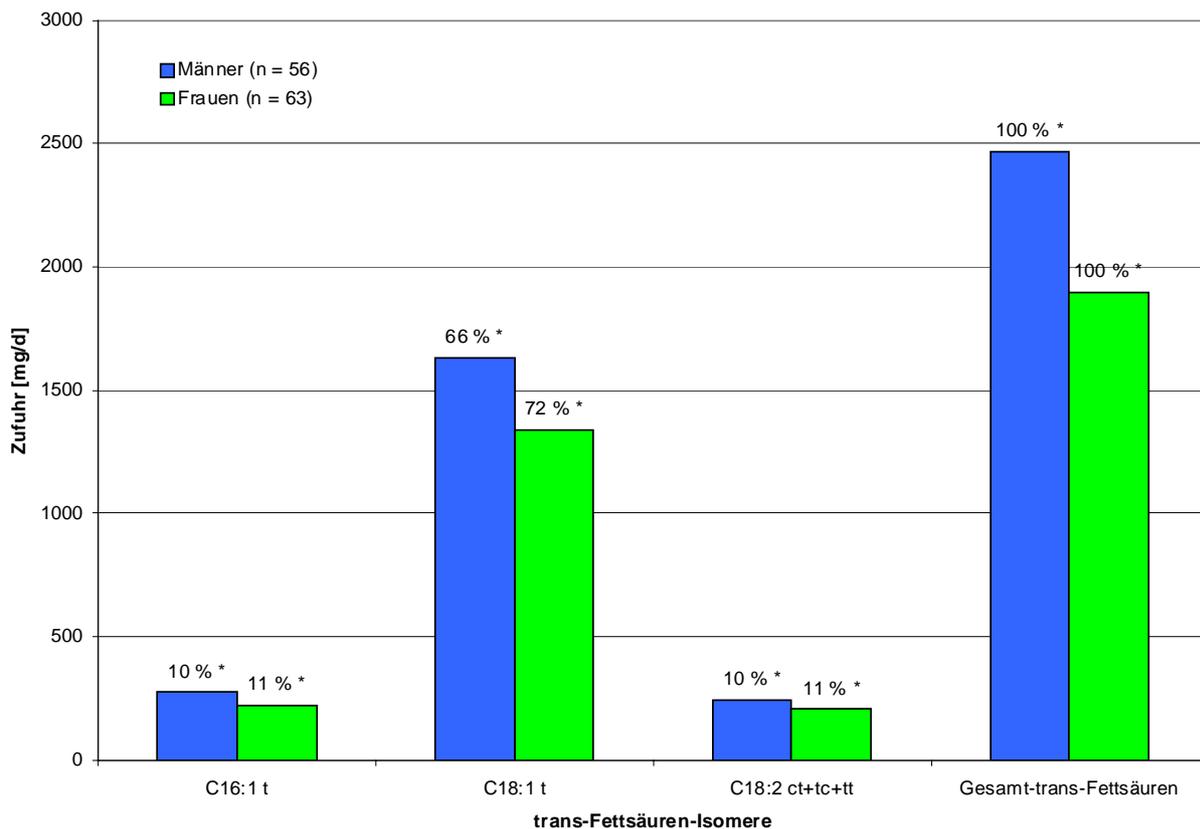
**Tab. 19:** Mittlere Zufuhr (Mean±SD) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] aus verschiedenen Lebensmittelgruppen bei Frauen (n=63) und Männern (n=56) des bayerischen Teilkollektiv der NVS

Lebensmittelgruppe	Zufuhr (Mean±SD) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d]	
	Frauen	Männer
Butter	178±130	210±153
Milch	24±29	31±39
Milchprodukte	38±33	46±41
Käse	50±51	57±44
Wurst, Fleischprodukte	74±42	124±76
Rindfleisch	14±14	17±16
Schweinefleisch	11±10	19±15
Kalbfleisch	0,16±0	0,13±0
Geflügel	2±3	2±3
Eier, Eierprodukte	1±0	1±0
Fisch, Fischprodukte, Weichtiere	0,26±0	0,32±0

### 3.1.3 Schwankungsbreite der trans-Fettsäuren-Zufuhr

Frauen des bayerischen Teilkollektivs der NVS verzehrten durchschnittlich 1898 mg/d Gesamt-trans-Fettsäuren, Männern dagegen 2469 mg/d (Tab. 20). Frauen nahmen davon 12 % als trans-Fettsäure C16:1 t, 11 % als C18:2 i (c9t12+t9c12+t9t12) und 71 % als C18:1 t auf. Männer verzehrten 11 % der Gesamt-trans-Fettsäuren als C16:1 t, 10 % als C18:2 i und 66 % als C18:1 t (Abb. 13).

Die Häufigkeitsverteilung der Gesamt-trans-Fettsäuren (ohne CLA) ergab bei Männern und Frauen eine Normalverteilung (Abb. 14, Abb. 15). Die Zufuhr der trans-Fettsäuren war bei Männern signifikant höher als bei Frauen ( $p < 0,01$ ). Der Unterschied der Zufuhr der trans-Fettsäuren zwischen beiden Altersgruppen eines Geschlechtes war nicht signifikant. Die Zufuhrverteilung von C16:1 t und C18:2 i war bei Frauen und Männern normal, im Gegensatz zur Verteilung von C18:1 t, die bei den Frauen nicht normal verteilt war.



**Abb. 13:** Mittlere Tageszufuhr der trans-Fettsäuren-Isomere [mg/d] C16:1 t, C18:1 t, C18:2 ct+tc+tt sowie die Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] des bayerischen Teilkollektivs der NVS getrennt nach Frauen (n=63) und Männern (n=56); \* = prozentualer Anteil der einzelnen Isomere an der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr

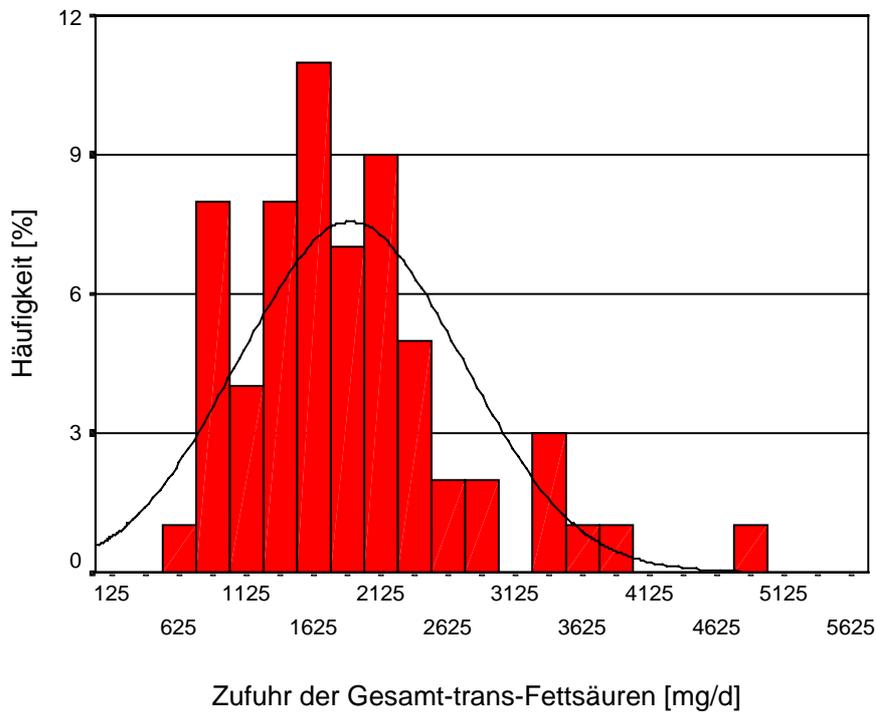
**Tab. 20:** Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Perzentile) der trans-Fettsäuren [mg/d] des bayerischen Teilkollektiv der NVS getrennt nach jungen (n = 27) und alten (n = 36) Frauen sowie nach jungen (n = 25) und alten (n = 31) Männern

	Mean±SD	Median	Min	Max	Perzentile			
					10 %	25 %	75 %	90 %
<b>Frauen</b>								
					<b>C16:1 t [mg/d]</b>			
jung	246±129	220	44	603	103	152	314	429
alt	208±85	204	53	396	101	134	272	324
gesamt	224±107	213	44	603	107	142	278	384
<b>Männer</b>								
					<b>C16:1 t [mg/d]</b>			
jung	270±89	250	137	454	164	191	334	414
alt	280±153	249	54	794	105	180	371	464
gesamt	275±128	250	54	794	135	187	358	446
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>248±119</b>	<b>228</b>	<b>44</b>	<b>794</b>	<b>120</b>	<b>165</b>	<b>314</b>	<b>421</b>
<b>Frauen</b>								
					<b>C18:1 t [mg/d]</b>			
jung	1492±721	1296	688	3470	739	1064	1747	2823
alt	1288±472	1203	631	2683	645	896	1455	1743
gesamt	1341±601	1265	631	3470	708	922	1474	2360
<b>Männer</b>								
					<b>C18:1 t [mg/d]</b>			
jung	1680±515	1700	952	2807	1029	1237	2070	2520
alt	1593±712	1431	578	3919	755	1003	1998	2501
gesamt	1632±628	1579	578	3919	907	1232	1994	2486
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>1478±628</b>	<b>1332</b>	<b>578</b>	<b>3919</b>	<b>751</b>	<b>1015</b>	<b>1747</b>	<b>2462</b>
<b>Frauen</b>								
					<b>C18:2 ct+tc+tt [mg/d]</b>			
jung	244±137	212	66	585	84	156	277	485
alt	180±82	169	54	364	73	111	242	298
gesamt	207±112	194	54	585	78	125	248	364
<b>Männer</b>								
					<b>C18:2 ct+tc+tt [mg/d]</b>			
jung	253±89	243	105	475	132	200	296	396
alt	242±140	208	57	749	88	161	298	395
gesamt	247±119	220	57	749	102	183	297	388
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>226±117</b>	<b>208</b>	<b>54</b>	<b>749</b>	<b>92</b>	<b>147</b>	<b>277</b>	<b>381</b>
<b>Frauen</b>								
					<b>Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d]</b>			
jung	2060±989	1901	837	4964	918	1404	2371	3752
alt	1777±678	1706	747	3383	907	1240	2169	2792
gesamt	1898±830	1726	747	4964	927	1359	2179	3155
<b>Männer</b>								
					<b>Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d]</b>			
jung	2593±1030	2277	1327	4659	1471	1670	3327	4535
alt	2369±1108	2006	710	5455	1064	1695	3103	3934
gesamt	2469±1070	2230	710	5455	1228	1688	3104	4123
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>2167±989</b>	<b>1961</b>	<b>710</b>	<b>5455</b>	<b>1059</b>	<b>1517</b>	<b>2704</b>	<b>3599</b>

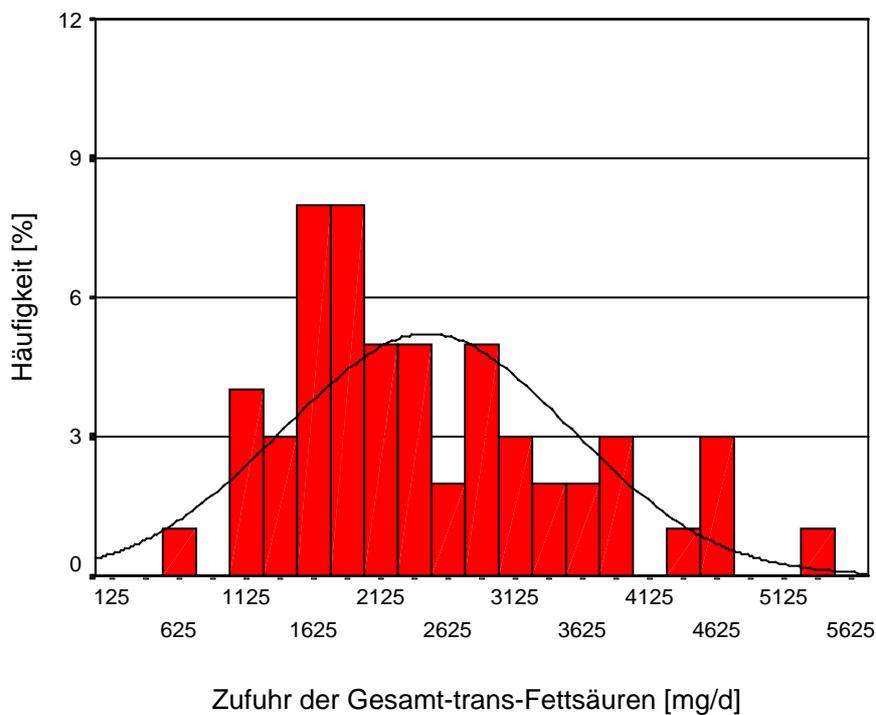
Die Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren schwankte bei Frauen zwischen 747 und 4964 mg/d, bei Männern zwischen 710 und 5455 mg/d. Das Minimum des Schwankungsbereichs war bei Frauen und Männern fast identisch, dagegen lag das Maximum etwas auseinander. Der Schwankungsbereich der Zufuhr der trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i war bei Männern etwas größer als bei Frauen.

Bei den Frauen und Männern betrug der Gesamt-trans-Fettsäure-Anteil an der Gesamt-Fettsäuren-Zufuhr 1,9 %. Der Anteil der C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i an der Gesamt-Fettsäuren-Zufuhr konnte bei Frauen mit 0,23 %, 1,36 % sowie 0,21 %, bei Männern 0,21 %, 1,25 % und 0,19

% ermittelt werden. Die einzelnen Rohdaten der trans-Fettsäuren sind im Anhang getrennt nach Frauen und Männern dargestellt (Tab. A9).



**Abb. 14:** Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr [mg/d] bei **Frauen** (n=63) des bayerischen Teilkollektivs der NVS



**Abb. 15:** Häufigkeitsverteilung [%] mit Normalkurve der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr [mg/d] bei **Männern** (n=56) des bayerischen Teilkollektivs der NVS

### 3.1.4 Zufuhr von Energie, Nährstoffen und Alkohol

Die durchschnittliche Energie-Zufuhr im bayerischen Teilkollektiv der NVS betrug für Frauen 2237 kcal/d, Männer nahmen im Durchschnitt 2969 kcal/d auf (Tab. 21). Die Energie-Zufuhr der jüngeren Altersgruppe lag bei Frauen und Männern höher als der Durchschnitt, die Energie-Zufuhr der älteren Altersgruppe war niedriger. Die Energie-Zufuhr des gesamten Kollektivs reichte von 1434 bis 4380 kcal/d.

Die Frauen verzehrten 46 % ihrer Energie in Form von Fett, 13 % in Form von Eiweiß und 37 % in Form von Kohlenhydraten. Die Männer nahmen 45 % der Energie in Form von Fett, 13 % in Form von Eiweiß und 36 % in Form von Kohlenhydraten auf. Frauen führten 3 % und Männer 4 % ihrer Energie in Form von Alkohol zu sich.

Die Zufuhr an Energie und Nährstoffen war bei Frauen und Männern normalverteilt. Bei den Frauen war die Alkohol-Zufuhr im Gegensatz zu den Männern nicht normal verteilt. Die Ölsäure-Zufuhr war bei den Männern im Vergleich zu den Frauen nicht normal verteilt. Der Unterschied der Zufuhr von Energie, Nährstoffen und Alkohol war zwischen Frauen und Männern signifikant ( $p=0,00$ ). Weder die Zufuhr der Energie, der Nährstoffe noch des Alkohols war zwischen der jungen (19-24 Jahre) und alten Altersgruppe (25 bis 50 Jahre) bei Frauen und Männern signifikant unterschiedlich. Die Daten zur Energie-, Nährstoffzufuhr und Alkoholkonsum sind im Anhang aufgelistet (Tab. A10).

**Tab. 21:** Tageszufuhr (Mean, SD, Median, Min, Max, Perzentile) an Energie [kcal/d], Nährstoffen [g/d] und Alkoholkonsum [g/d] des bayerischen Teilkollektivs der NVS getrennt nach jungen ( $n=27$ ) und alten ( $n=25$ ) Frauen sowie jungen ( $n=36$ ) und alten ( $n=31$ ) Männern

	Mean±SD	Median	Min	Max
<b>Frauen</b>				
			<b>Energie [kcal/d]</b>	
jung	2302±677	2225	1434	4272
alt	2188±461	2246	1543	3111
gesamt	2237±562	2230	1434	4272
<b>Männer</b>				
			<b>Energie [kcal/d]</b>	
jung	3002±680	3027	1635	4380
alt	2943±600	2985	1930	4361
gesamt	2969±632	3006	1635	4380
<i>gesamtes Kollektiv</i>	2581±1644	2462	1434	4380
<b>Frauen</b>				
			<b>Gesamt-Fett [g/d] (% Energie)</b>	
jung	113±38 (45±6)	106 (45)	55 (34)	213 (67)
alt	107±26 (46±4)	106 (46)	57 (37)	152 (52)
gesamt	110±32 (46±5)	106 (45)	55 (34)	213 (67)
<b>Männer</b>				
			<b>Gesamt-Fett [g/d] (% Energie)</b>	
jung	141±42 (43±6)	135 (44)	60 (34)	239 (55)
alt	146±41 (46±7)	148 (45)	83 (32)	273 (61)
gesamt	144±42 (45±6)	144 (45)	60 (32)	273 (61)
<i>gesamtes Kollektiv</i>	126±40 (45±6)	124 (45)	55 (32)	273 (67)

**Tab. 21:** Fortsetzung

	Mean±SD	Median	Min	Max
<b>Frauen</b>				
		<b>Eiweiß [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	70±18 (12±2)	73 (12)	41 (9)	97 (15)
alt	72±15 (14±2)	73 (14)	45 (10)	110 (19)
gesamt	71±16 (13±2)	73 (13)	41 (9)	110 (19)
<b>Männer</b>				
		<b>Eiweiß [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	96±20 (13±3)	99 (13)	53 (1)	136 (16)
alt	91±17 (13±1)	92 (13)	64 (9)	120 (15)
gesamt	94±18 (13±2)	95 (13)	53 (1)	136 (16)
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>82±21 (13±2)</b>	<b>80 (13)</b>	<b>41 (1)</b>	<b>136 (19)</b>
<b>Frauen</b>				
		<b>Kohlenhydrate [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	217±74 (39±7)	210 (38)	83 (19)	456 (52)
alt	190±52 (36±5)	189 (37)	96 (25)	308 (46)
gesamt	202±63 (37±6)	195 (38)	83 (19)	456 (52)
<b>Männer</b>				
		<b>Kohlenhydrate [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	267±57 (37±7)	254 (37)	171 (23)	399 (50)
alt	244±55 (34±6)	238 (33)	134 (23)	368 (46)
gesamt	254±57 (36±7)	253 (35)	134 (23)	399 (50)
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>226±66 (37±6)</b>	<b>219 (37)</b>	<b>83 (19)</b>	<b>456 (52)</b>
<b>Frauen</b>				
		<b>Linolsäure [g/d]</b>		
jung	7,51±3,31	7,68	2,68	15,32
alt	8,05±3,49	7,04	3,70	19,55
gesamt	9,60±4,01	9,42	2,54	18,98
<b>Männer</b>				
		<b>Linolsäure [g/d]</b>		
jung	11,44±4,68	11,19	4,08	23,03
alt	7,82±3,40	7,30	2,68	19,55
gesamt	10,62±4,45	10,61	2,54	23,03
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>9,14±4,46</b>	<b>8,69</b>	<b>2,35</b>	<b>23,03</b>
<b>Frauen</b>				
		<b>Ölsäure [g/d]</b>		
jung	25,42±8,43	23,89	11,18	41,38
alt	25,32±6,91	22,76	14,98	40,09
gesamt	48,31±61,80	35,41	12,37	337,22
<b>Männer</b>				
		<b>Ölsäure [g/d]</b>		
jung	43,54±44,98	35,38	19,17	275,75
alt	25,36±7,54	23,07	11,18	41,38
gesamt	45,67±52,69	35,39	12,37	337,22
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>34,92±37,78</b>	<b>28,51</b>	<b>11,18</b>	<b>337,22</b>
<b>Frauen</b>				
		<b>Alkohol [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	8±10 (2±3)	4 (1)	0 (0)	36 (11)
alt	10±10 (3±3)	10 (3)	0 (0)	44 (14)
gesamt	9±10 (3±3)	5 (2)	0 (0)	44 (14)
<b>Männer</b>				
		<b>Alkohol [g/d] ([% Energie])</b>		
jung	21±21 (4±4)	13 (3)	0 (0)	83 (16)
alt	21±19 (5±5)	18 (4)	0 (0)	62 (13)
gesamt	21±20 (5±5)	15 (3)	0 (0)	83 (16)
<b>gesamtes Kollektiv</b>	<b>15±16 (4±4)</b>	<b>9 (3)</b>	<b>0 (0)</b>	<b>83 (16)</b>

### **3.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang mit der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11**

#### 3.2.1 Kollektiv

Von den 57 rekrutierten Teilnehmerinnen des Kollektivs wurden 5 von der abschließenden Auswertung ausgeschlossen. Bei drei Teilnehmerinnen lag Underreporting oder eine Reduktionsdiät vor, bei einer Studentin war das 7-d-EP nicht auswertbar, bei einer weiteren Studentin war die Gesamt-Fett-Zufuhr im FFQ extrem niedrig (Tab. A11). Die zuletzt genannte Probandin gab an, sich fast vegan zu ernähren. Dies deutet darauf hin, daß der FFQ bei einer veganen Ernährungsweise die Gesamt-Fett-Zufuhr schlecht erfaßt, wodurch diese Ergebnisse nicht verwendbar sind.

Nur einige wenige Teilnehmerinnen rauchten. Die Mehrzahl der Studentinnen nahm Kontrazeptiva ein. Es wurden keine Probandinnen ausgeschlossen die Schmerzmittel, Antihistaminika, Medikamente gegen Erkältungskrankheiten oder Harnwegsinfektionen einnahmen. Einige Studentinnen gaben an, Erkrankungen wie Hyperthyreose, Hypothyreose und Morbus Crohn medikamentös zu behandeln (Tab. 22). Eine Probandin mit Hypothyreose nahm keine Medikamente. Aufgrund normaler Cholesterinwerte (<200 mg/dl) dieser Teilnehmerinnen, scheint die Schilddrüsenfunktion wegen der Behandlung normal zu sein bzw. bei der unbehandelten Patienten keine ausgeprägte Hypothyreose vorzuliegen.

**Tab. 22:** Selbstangabe der 52 Studentinnen zur Erkrankung und Medikamenteneinnahme sowie deren Nüchtern-Gesamt-Cholesterin [mg/dl] im Plasma

Probanden-Nummer	Erkrankung	Medikamente	Gesamt-Cholesterin [mg/dl]
CLA25	Hyperthyreose	Thiamazol, L-Thyroxin	151
CLA24	Hypothyreose	L-Thyroxin	149
CLA50	Hypothyreose	*	154
CLA28	Morbus Crohn	Salofalk	144
CLA11	Morbus Crohn	Natriummurat	188
CLA51	Neurodermitis	*	177

\* = keine Medikamenteneinnahme zur Behandlung dieser Erkrankung

Bei allen Teilnehmerinnen der Studie wurde das Gesamt-Cholesterin als „normal“ (< 200 mg/dl) oder „grenzwertig“ (200 - 240 mg/dl) erhöht festgestellt (Tab. A12).

Auch die Ernährung wurde durch diese Erkrankungen nicht beeinflusst. Dies trifft vor allem auf die Studentin mit Neurodermitis zu. Sie gab an, sich ganz normal zu ernähren, das heißt sie meidet keine bestimmten Lebensmittel.

Für die abschließende Auswertung bestand das Kollektiv aus 52 Teilnehmerinnen, die durchschnittlich 24 Jahre alt waren und einen mittleren BMI von 21,52 kg/m<sup>2</sup> aufwiesen (Tab. 23). Die Rohdaten sind im Anhang nachzulesen (Tab. A13).

**Tab. 23:** Angaben zum mittleren (Mean±SD, Median, Min, Max) Alter, Größe, Gewicht, BMI und BMR der 52 Studentinnen

	Mean±SD	Median	Min	Max
Alter [Jahre]	24,19±2,62	24	22	36
Größe [m]	1,69±0,06	1,68	1,54	1,83
Gewicht [kg]	61,37±10,22	58,05	44,80	95,90
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	21,52±2,83	20,90	17,18	29,93
BMR [kcal]	1423,57±103,6	1398,05	1204,90	1761,10

### 3.2.2 Zufuhrergebnisse aus den 7-Tage-Ernährungsprotokollen

Die durchschnittliche absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag in diesem Kollektiv, gemessen durch die Auswertung der 7-d-EP, bei 323 mg/d. Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 schwankte zwischen 135 mg/d und 496 mg/d. Der prozentuale Anteil der durchschnittlichen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der Gesamt-Fettsäuren-Zufuhr beträgt 0,44 % (Tab. 32). Die Teilnehmerinnen der Studie nahmen im Durchschnitt 2211 kcal/d auf (Median 2170 kcal/d). Die Energiezufuhr reichte von 1578 bis 3232 kcal/d (Tab. 24).

Von der durchschnittlich zugeführten Energie pro Tag wurden im Mittel 34 % der Energie in Form von Fett verzehrt, 13 % der Energie in Form von Eiweiß und 50 % der Energie als Kohlenhydrate. Die absolute Fett-Zufuhr lag durchschnittlich bei 82 g/d und reichte von 42 bis 128 g/d. Die mittlere Zufuhr der trans-Fettsäure C16:1 t betrug 193 mg/d, der trans-Fettsäure C18:1 t 1150 mg/d und der C18:2 ct, tc, tt 202 mg/d. Die mittlere Gesamt-trans-Fettsäure-Zufuhr lag bei 1594 mg/d. Minimal wurde 690 mg/d und maximal wurde 3701 mg/d verzehrt (Tab. 24). Die Rohdaten sind im Anhang aufgeführt (Tab. A14).

**Tab. 24:** Zufuhr (Mean±SD, Median, Min, Max und Perzentile) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], der trans-Fettsäuren [mg/d], der Energie [kcal/d] und der Nährstoffe [g/d] aus den 7-d-EP der 52 Studentinnen

	Mean±SD	Median	Min	Max	Perzentile			
					10%	25%	75%	90%
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	323±79	322	135	496	202	274	388	415
Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d]	1594±62	1468	690	3701	805	1236	1958	2323
C16:1 t [mg/d]	193±55	201	81	325	113	158	226	264
C18:1 t [mg/d]	1150±421	1076	521	2787	597	908	1422	1640
C18:2 ct, tc, tt [mg/d]	202±114	183	83	736	92	139	222	301
Linolsäure [mg/d]	7101±3037	7111	2011	13032	3048	4528	8552	11337
Energie [kcal/d]	2211±367	2170	1578	3232	1748	1901	2113	2714
Gesamt-Fett [g/d]	82±19	80	42	128	59	66	97	109
Eiweiß [g/d]	70±14	69	48	123	54	61	78	82
Kohlenhydrate [g/d]	273±55	263	191	433	216	233	303	367

Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde zu 87 % aus der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukte, Käse und Butter“ gedeckt (Tab. 25). Der Schwankungsbereich reichte von minimal 68 % bis maximal 100 %. Allein durch den Butterverzehr wurde 28 % gedeckt, diese Werte reichten von 0 % bis 54 %.

**Tab. 25:** Prozentualer Anteil der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] durch die Lebensmittelgruppe Milch, Milchprodukte, Käse, Butter beim Kollektiv der 52 Studentinnen

	Mean ± SD	Min	Max
% Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 durch den Verzehr von Milch, Milchprodukte, Käse und Butter an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d]	87±8	68	100
% Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 durch den Verzehr von Butter an der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d]	28±12	0	54

### 3.2.3 Zufuhresulte aus den Food-Frequency-Questionnaires

Die absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag durchschnittlich bei 246 mg/d, des Gesamt-Fetts bei 63,59 g/d und der Linolsäure bei 7,29 g/d. Der Schwankungsbereich des verzehrten CLA-Isomers C18:2 c9t11 reichte von 81 bis 481 mg/d; die Gesamt-Fett-Zufuhr (Linolsäure-Zufuhr) lag zwischen 25,28 und 110,92 g/d (1,75 und 18,81 g/d) (Tab. 26, Tab. A15). Die relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 betrug im Mittel 0,43 % der Gesamt-Fettsäuren-Zufuhr.

**Tab. 26:** Zufuhr (Mean±SD, Median, Min, Max, Perzentile) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d] gemessen durch den FFQ bei 52 Studentinnen

	Mean±SD	Median	Min	Max	Perzentile			
					10%	25%	75%	90%
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	246,25±97,38	238,96	80,63	481,26	123,99	179,00	313,15	369,83
Gesamt-Fett [g/d]	63,59±22,23	61,52	25,28	110,92	33,98	48,07	79,68	98,56
Linolsäure [g/d]	7,29±3,46	6,60	1,75	18,81	3,52	4,63	8,96	12,33

Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde zu 52 % aus der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukte, Käse und Butter“ gedeckt (Tab. 27). Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 durch diese Lebensmittelgruppe reichte von 21 % bis 81 %. Der Butterverzehr trug im Mittel nur noch zu 14 % zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei, allerdings schwankte der Bereich von 0 % bis 46 %.

**Tab. 27:** Prozentualer Anteil (Mean±SD, Min, Max) der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe Milch, Milchprodukte, Käse, Butter im Kollektiv der 52 Studentinnen

	Mean ± SD	Min	Max
% Anteil der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Milch, Milchprodukten, Käse und Butter	52±16	21	81
% Anteil der gesamten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus dem Butterverzehr	14±14	0	46

### 3.2.4 Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus den Food-Frequency-Questionnaires und den 7-d-Ernährungsprotokollen

#### **Absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts**

Das 7-d-EP wurde als Referenzmethode angenommen. Aus dem Vergleich zwischen FFQ und 7-d-EP ergaben sich für den FFQ niedrigere Werte bei der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts. (Tab. 28). Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, berechnet durch die FFQ, lag um 23 % niedriger als die Zufuhr berechnet durch die 7-d-EP. Die Zufuhr an Linolsäure war dagegen in beiden Methoden ähnlich. Wurde der Mittelwert der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] und des Gesamt-Fetts [g/d] der zwei Methoden auf ihre Übereinstimmung hin getestet, so konnte ein signifikanter Unterschied ( $p=0,000$ ) festgestellt werden. Die Linolsäure-Zufuhr unterschied sich dagegen nicht signifikant ( $p=0,891$ ). Bei der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 waren bei 13 Personen die Mittelwerte aus den FFQ größer als die Mittelwerte aus den 7-d-EP, dagegen waren bei 39 Personen die Mittelwerte aus den 7-d-EP größer als die aus

den FFQ, so daß kein übereinstimmendes Wertepaar ermittelt werden konnte. Es ergaben sich bei der Gesamt-Fett-Zufuhr ähnliche Daten, die Mittelwerte aus den FFQ von 10 Personen waren höher als die der Fett-Zufuhr aus den 7-d-EP. Dagegen waren bei 42 Personen die Mittelwerte der 7-d-EP höher als die Mittelwerte aus den FFQ. Bei der Zufuhr der Linolsäure waren hingegen bei 26 Personen die Mittelwerte aus den FFQ höher, bei den restlichen 26 Personen waren die Mittelwerte aus den FFQ niedriger als die Mittelwerte aus den 7-d-EP. Die Rohdaten sind im Anhang nachzulesen (Tab. A15).

**Tab. 28:** Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d] (Mean±SD, Median, Min, Max, Perzentile) aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektiv der 52 Studentinnen

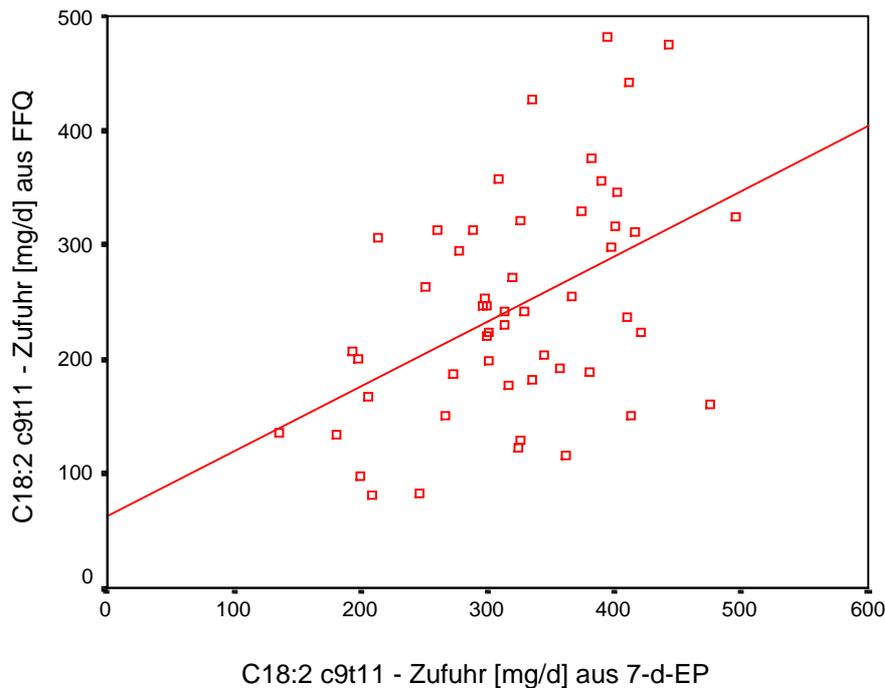
	Mean±SD	Median	Min	Max	Perzentile			
					10%	25%	75%	90%
<b>FFQ</b>								
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	246±97	239	81	481	124	179	313	370
Gesamt-Fett [g/d]	63±22	61	25	111	34	48	80	98
Linolsäure [g/d]	7±4	7	2	19	4	5	9	12
<b>7-d-EP</b>								
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	323±79	322	135	496	202	274	388	415
Gesamt-Fett [g/d]	82±19	80	42	128	59	66	97	109
Linolsäure [g/d]	7±3	7	2	16	3	5	9	11

Es ergab sich eine durchschnittliche Differenz für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 von 76 mg/d und für Gesamt-Fett von 19 g/d. Die mittlere Differenz der Linolsäure-Zufuhr der beiden Methoden lag bei 0,19 g (Tab. 29). Die mittlere Differenz der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Fett-Zufuhr war jeweils signifikant unterschiedlich zu Null ( $p=0,00$ ), die mittlere Differenz der Linolsäure-Zufuhr dagegen nicht. Das Konfidenzintervall (KI) der Differenz der Zufuhr zwischen den beiden Methoden lag beim CLA-Isomer C18:2 c9t11 zwischen 51 und 102 mg/d, bei Gesamt-Fett zwischen 12 und 25 g/d und bei Linolsäure zwischen -1,15 und 0,76 g/d.

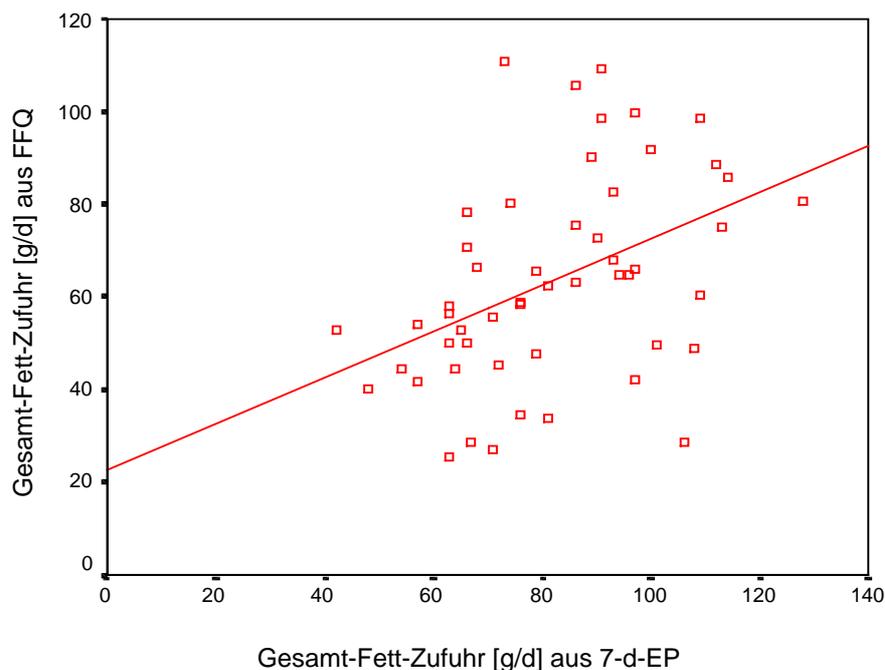
**Tab. 29:** Differenz der Zufuhr (Mean±SD, 95 % KI) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], der Gesamt-Fett- und Linolsäure-Zufuhr [g/d] aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektiv der 52 Studentinnen

	Differenz der Zufuhr aus FFQ und 7-d-EP Mean±SD	95 % KI	
		untere Grenze	obere Grenze
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	76,28±92,77	50,46	102,11
Gesamt-Fett [g/d]	18,58±22,28	12,37	24,78
Linolsäure [g/d]	0,19±3,43	-1,15	0,76

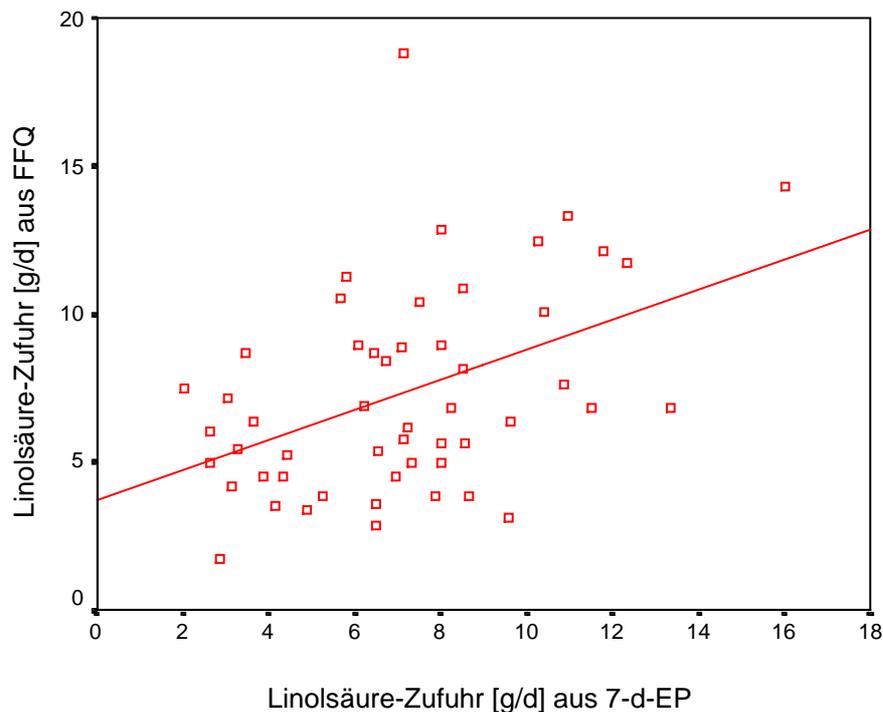
Die **Korrelation** der **absoluten** Aufnahme des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure zwischen den beiden Methoden wurde nach Pearson berechnet. Der signifikante Korrelationskoeffizient betrug für die absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11  $r = 0,46$  ( $p < 0,01$ ), für Gesamt-Fett  $r = 0,43$  ( $p < 0,01$ ) und für Linolsäure  $r = 0,45$  ( $p < 0,01$ ).



**Abb. 15:** Streudiagramm zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d] berechnet aus FFQ und 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgerade:  $y = 62,5 + 0,57 * x$ ;  $r^2 = 0,215$ ;  $p = 0,001$ )



**Abb. 16:** Streudiagramm zur Gesamt-Fett-Zufuhr [g/d] berechnet aus FFQ und 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgleichung:  $y = 22,6 + 0,50 * x$ ;  $r^2 = 0,183$ ;  $p = 0,002$ )



**Abb. 17:** Streudiagramm zur Linolsäure-Zufuhr [g/d] berechnet durch den FFQ und den 7-d-EP beim Kollektiv der 52 Studentinnen (Regressionsgleichung:  $y = 3,7 + 0,51 * x$ ;  $r^2 = 0,200$ ;  $p=0,001$ )

Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus dem FFQ wurde gegen die Zufuhr aus den 7-d-EP in einem Diagramm aufgetragen, so daß es möglich war, eine Regressionsgerade durch das Streudiagramm zu legen (Abb. 15). Dasselbe wurde für die Gesamt-Fett- und Linolsäure-Zufuhr durchgeführt (Abb. 16, Abb. 17). Bei allen drei Abbildungen konnte festgestellt werden, daß es sich um einen linearen Zusammenhang zwischen der Zufuhr aus den FFQ und des 7-d-EP handelt. Zur weiteren Berechnung muß die Zufuhr des Kollektivs in Terzile eingeteilt werden (Tab. 30).

**Tab. 30:** Terzilen der absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d], ermittelt aus FFQ und 7-d-EP der 52 Studentinnen

Terzile	FFQ	7-d-EP
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]		
niedrig	< 197,11	< 299,06
mittel	197,11- <295,73	299,06- <363,15
hoch	≥ 295,73	≥ 363,15
Gesamt-Fett [g/d]		
niedrig	< 52,06	< 71,00
mittel	52,06 - < 69,57	71,00 - < 91,67
hoch	≥ 69,57	≥ 91,67
Linolsäure [g/d]		
niedrig	< 5,32	< 5,98
mittel	5,32 - < 8,49	5,98 - < 8,03
hoch	≥ 8,49	≥ 8,03

**Tab. 31:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 ermittelt aus FFQ und 7-d-EP

	1. FFQ Terzile	2. FFQ Terzile	3. FFQ Terzile	gesamt
1. 7-d-EP Terzile	8	6	3	17
2. 7-d-EP Terzile	6	9	3	18
3. 7-d-EP Terzile	3	3	11	17
gesamt	17	18	17	52

 übereinstimmende Terzile
  angrenzende Terzile
  gegenüberliegende Terzile

54 % der Personen waren bei der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den übereinstimmenden Terzilen, 35 % in den angrenzenden Terzilen und 11 % in den gegenüberliegenden Terzilen angesiedelt (Tab. 31). Bei der Gesamt-Fett-Zufuhr fanden sich 42 % der Teilnehmerinnen in übereinstimmenden Terzilen, 48 % in angrenzenden Terzilen und 10 % in gegenüberliegenden (Tab. 32). 44 % der Personen lagen bei der Linolsäure-Zufuhr in übereinstimmenden Terzilen, 46 % in angrenzenden und 10 % in den gegenüberliegenden.

Die mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts in den einzelnen Terzilen lag bei den 7-d-EP generell höher als bei den FFQ (Tab. 33). Dagegen war die mittlere Linolsäure-Zufuhr in den Terzilen durch die beiden Methoden nahezu identisch. Der Anstieg der Mittelwerte bei höherer Terzile ist deutlich zu erkennen (Tab. 33).

**Tab. 32:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen der Gesamt-Fett-Zufuhr ermittelt aus FFQ und 7-d-EP

	1. FFQ Terzile	2. FFQ Terzile	3. FFQ Terzile	gesamt
1. 7-d-EP Terzile	9	8	1	18
2. 7-d-EP Terzile	4	5	8	17
3. 7-d-EP Terzile	4	5	8	17
gesamt	17	18	17	52

 übereinstimmende Terzile
  angrenzende Terzile
  gegenüberliegende Terzile

Je besser zwei Methoden übereinstimmen desto weniger überschneiden sich die Bereiche der Terzile zweier Methoden. Eine nicht so gute Übereinstimmung bedeutet z.B., daß in der 1. 7-d-EP-Terzile nicht nur Werte der 1. FFQ-Terzile zu finden sind, sondern auch Werte der 2. und 3. FFQ-Terzile.

Die mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure, ermittelt durch den FFQ, stieg ausgehend von der niedrigen Terzile zur hohen 7-d-EP-Terzile an (Tab. 34). Die Bereiche des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der Fett- und Linolsäure-Zufuhr, ermittelt durch den FFQ, überlappten sich mit den 7-d-EP-Terzilen (Tab. 34). Die Überlagerung der Terzile 2 und 3 ist

am deutlichsten. Auffällig war das Maximum der zweiten 7-d-EP-Terzile der Gesamt-Fett-Zufuhr, da dieser Wert höher lag als Maximum der dritten 7-d-EP-Terzile. In der zweiten 7-d-EP-Terzile der Linolsäure-Zufuhr wurden Werte der 1. und 3. FFQ-Terzile gefunden.

**Tab. 33:** Mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure (Mean±SD) in den einzelnen Terzilen ermittelt aus FFQ und 7-d-EP bei dem Kollektivs der 52 Studentinnen

	Mean±SD der Zufuhrterzile		
	1.Terzile	2. Terzile	3. Terzile
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]			
FFQ	144±37	237±26	358±61
7-d-EP	235±47	323±19	410±34
Gesamt-Fett [g/d]			
FFQ	40±9	61±5	90±12
7-d-EP	61±7	80±7	104±10
Linolsäure [g/d]			
FFQ	4±1	7±1	11±1
7-d-EP	4±1	7±1	10±2

**Tab. 34:** Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts [g/d] und der Linolsäure [g/d] (Mean±SD, Min-Max) wurde bei 52 Studentinnen durch den FFQ ermittelt und den 7-d-EP-Terzilen zugeordnet

FFQ		1. 7-d-EP-Terzile	2. 7-d-EP-Terzile	3. 7-d-EP-Terzile
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	Mean±SD	202±81	227±80	310±100
	Min-Max	81-313	116-427	150-481
Gesamt-Fett [g/d]	Mean±SD	50±14	71±25	70±20
	Min-Max	25-78	34-111	29-100
Linolsäure [g/d]	Mean±SD	6±3	7±4	9±3
	Min-Max	2-11	3-19	3-14

Es wurden ebenso die Mittel- bzw. Extremwerte der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure durch das 7-d-EP ermittelt und den FFQ-Terzilen zugeordnet (Tab. 35). Die Mittelwerte der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts unterschieden sich zwischen der ersten und zweiten FFQ-Terzile kaum. Die Mittelwerte der Terzile der Linolsäure-Zufuhr stiegen dagegen stetig an. Erst in der dritten FFQ-Terzile stieg der Mittelwert der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und des Gesamt-Fetts merklich an. Sehr auffällig war die Überlappung der ersten und zweiten Terzile. Der obere Extremwert aus den 7-d-EP der ersten FFQ-Terzile lag über dem der zweiten FFQ-Terzile (Tab. 35). Das Minimum der Linolsäure-Zufuhr aus den FFQ war in allen drei 7-d-EP-Terzilen nahezu identisch.

**Tab. 35:** Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure (Mean±SD, Min-Max) wurde bei 52 Studentinnen durch die 7-d-EP ermittelt und den FFQ-Terzilen zugeordnet

7-d-EP		1. FFQ-Terzile	2. FFQ-Terzile	3. FFQ-Terzile
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	Mean±SD	294±91	307±59	367±70
	Min-Max	135-476	193-420	214-496
Fett [g/d]	Mean±SD	75±18	77±17	95±16
	Min-Max	48-108	42-109	66-128
Linolsäure [g/d]	Mean±SD	6±2	7±3	9±3
	Min-Max	3-10	2-13	3-16

Daraus geht hervor, daß Teilnehmerinnen der Studie einer FFQ-Terzile aber gleichzeitig einer anderen 7-d-EP-Terzile angehören können.

Zur Beurteilung der Übereinstimmung wurde der Kappa-Wert berechnet (Tab. 36). Einzelne Kappa-Werte gewichten die Übereinstimmung der niedrigen, mittleren und hohen Zufuhr-Terzile zum Gesamt-Kappa-Wert. Bei der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag der Kappa-Wert für die erste Terzile bei 0,22 (mittel), für die zweite Terzile bei 0,24 (mittel) und für die dritte Terzile bei 0,47 (mittel). Die Übereinstimmung der beiden Methoden der Gesamt-Fett-Zufuhr war schlechter und lag für die erste Terzile bei 0,27 (mittel), für die zweite Terzile bei 0,07 (schlecht) und für die dritte Terzile bei 0,13 (schlecht). Die einzelnen Kappa-Werte der Linolsäure-Terzile lagen bei 0,30 (mittel), 0,02 (schlecht) und 0,21 (mittel). Der Gesamt-Kappa-Wert ergab die gesamte Beurteilung der Übereinstimmung der zwei Methoden und lag für die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei 0,31 (mittel), für die Fett-Zufuhr bei 0,13 (schlecht) und für die Linolsäure-Zufuhr bei 0,14 (schlecht).

**Tab. 36:** Kappa-Werte für die niedrige, mittlere und hohe Terzile sowie der Gesamt-Kappa-Wert der absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure bei 52 Studentinnen

	1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	Gesamt
CLA-Isomer C18:2 c9t11	0,22 <sup>m</sup>	0,24 <sup>m</sup>	0,47 <sup>m</sup>	0,31* <sup>m</sup>
Fett	0,25 <sup>m</sup>	0,05 <sup>s</sup>	0,13 <sup>s</sup>	0,13 <sup>s</sup>
Linolsäure	0,30 <sup>m</sup>	0,02 <sup>s</sup>	0,21 <sup>m</sup>	0,16 <sup>s</sup>

\* p=0,002, <sup>m</sup> mittlere Übereinstimmung, <sup>s</sup> schlechte Übereinstimmung

### Relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (% der FAME)

Neben den absoluten Zufuhrdaten war auch die Übereinstimmung der Zufuhrkategorien des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in % der FAME interessant. So wurde im Mittel durch die FFQ-Auswertung (7-d-EP-Auswertung) 0,43 % (0,44 %) der FAME durch das CLA-Isomer C18:2 c9t11 zugeführt. Der Schwankungsbereich des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war bei der FFQ-Auswertung etwas größer als bei der 7-d-EP-Auswertung, allerdings waren die Mediane der FFQ- und 7-d-EP-Auswertung identisch (Tab. 37). Die mittlere relative Linolsäure-Zufuhr lag bei der FFQ-Auswertung um ca. 3 % über der 7-d-EP-Auswertung. Der Linolsäure-Zufuhrbereich war bei beiden Berechnungsmethoden ähnlich, allerdings lag der minimale und maximale Wert der relativen Linolsäure-Zufuhr durch den FFQ etwas höher als bei den 7-d-EP.

**Tab. 37:** Relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Linolsäure in % der FAME (Mean±SD, Median, Min, Max, Percentile) errechnet durch FFQ und 7-d-EP in dem Kollektiv der 52 Studentinnen

	Mean±SD	Median	Min	Max	Percentile			
					10%	25%	75%	90%
<b>FFQ</b>								
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME]	0,43±0,08	0,43	0,22	0,59	0,32	0,38	0,49	0,54
Linolsäure [% der FAME]	12,64±3,37	12,43	6,66	19,67	8,29	9,74	14,88	18,24
<b>7-d-EP</b>								
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME]	0,44±0,08	0,43	0,31	0,64	0,35	0,38	0,50	0,53
Linolsäure [% der FAME]	9,43±2,94	9,50	4,14	16,95	5,00	7,43	11,31	13,45

Um die Teilnehmerinnen den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Kategorien zuordnen zu können, wurde die relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] und der Linolsäure [% der FAME] in Zufuhr-Terzile, getrennt nach Methode, eingeteilt (Tab. 38). Die FFQ- und 7-d-EP-Terzile für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 unterschieden sich nur gering, im Gegensatz zu den Terzilen der Linolsäure-Zufuhr.

**Tab. 38:** Zufuhr-Terzile des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] und der Linolsäure [% der FAME], ermittelt durch FFQ und 7-d-EP im Kollektiv der 52 Studentinnen

Terzile	FFQ	7-d-EP
	CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME]	
Niedrig	< 0,39	< 0,40
Mittel	0,39 - < 0,46	0,40 - < 0,49
Hoch	≥ 0,46	≥ 0,49
	Linolsäure [% der FAME]	
Niedrig	< 10,91	< 7,91
Mittel	10,91 - < 14,02	7,91 - < 10,61
Hoch	≥ 14,02	≥ 10,61

Nach der Einteilung der Terzile war es möglich das Kollektiv den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen zu zuordnen (Tab. 39). Bei dem CLA-Isomer C18:2 c9t11 befanden sich 48 % des Kollektivs in übereinstimmenden, 48 % lagen in angrenzenden, dagegen waren nur 4 % in den gegenüberliegenden Terzilen. In den übereinstimmenden Terzilen der Linolsäure-Zufuhr waren 39 % der Personen, in den angrenzenden 50 % und in den gegenüberliegenden Terzilen 12 % zu finden.

**Tab. 39:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] aus FFQ und 7-d-EP

	1. FFQ Terzile	2. FFQ Terzile	3. FFQ Terzile
1. 7-d-EP Terzile	10	5	2
2. 7-d-EP Terzile	3	8	7
3. 7-d-EP Terzile	4	5	8

▬▬▬ übereinstimmende Terzile

||||| angrenzende Terzile

▨▨▨ gegenüberliegende Terzile

Es wurde die Übereinstimmung der Zufuhr-Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 überprüft. Daraus ergab sich ein Kappa-Wert von 0,39 (mittel) für die niedrigsten, 0,15 (schlecht) für die mittleren und 0,21 (mittel) für die höchsten Terzilen. Die gesamte Übereinstimmung der Zufuhrkategorien des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag bei 0,25 (mittel). Die Kappa-Werte der Zufuhrkategorien für die Linolsäure-Zufuhr lagen bei 0,13 (schlecht), 0,10 (schlecht) und 0,21 (mittel). Der Gesamt-Kappa-Wert lag bei 0,08 (schlecht) (Tab. 48).

Der signifikante Korrelationskoeffizient der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in % der FAME, ermittelt durch den FFQ und den 7-d-EP, lag bei  $r = 0,47$  ( $p = 0,01$ ). Ein ebenfalls signifikanter Korrelationskoeffizient wurde für die Linolsäure-Zufuhr von  $r = 0,30$  ( $p < 0,05$ ) errechnet.

**Tab. 40:** Kappa-Werte der einzelnen Terzile sowie die Gesamt-Kappa-Werte für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 [% FAME] und die Linolsäure [% FAME]

	1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	Gesamt
CLA-Isomer C18:2 c9t11 [% FAME]	0,39 <sup>m</sup>	0,15 <sup>s</sup>	0,21 <sup>m</sup>	0,25* <sup>m</sup>
Linolsäure [% FAME]	0,13 <sup>s</sup>	0,10 <sup>s</sup>	0,21 <sup>m</sup>	0,08 <sup>s</sup>

\*  $p=0,011$ , <sup>m</sup> mittlere Übereinstimmung, <sup>s</sup> schlechte Übereinstimmung

### Zusammenfassende Beurteilung der Übereinstimmung zweier Methoden

Die Korrelation der relativen und absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zwischen den beiden Methoden ist akzeptabel, ebenso die Korrelation der absoluten Gesamt-Fett-Zufuhr zwischen FFQ und 7-d-EP (Tab. 41). Es besteht eine mittlere Übereinstimmung der absoluten und relativen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zwischen den FFQ und den 7-d-EP. Bei der absoluten Gesamt-Fett-Zufuhr handelt es sich um eine schlechte Übereinstimmung des FFQ mit dem 7-d-EP. Die Korrelation der Linolsäure-Zufuhr ist nicht akzeptabel, ebenso besteht eine schlechte Übereinstimmung der Zufuhr in den Terzilen.

Abschließend wird deutlich, daß die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 mit dem FFQ akzeptabel erfaßt wird.

**Tab. 41:** Zusammenfassende Beurteilung der Übereinstimmung beider Methoden durch Korrelationskoeffizienten und Gesamt-Kappa-Werte bei absoluten und relativen Zufuhrwerten

	Korrelation		Gesamt-Kappa-Werte	
	absolute Zufuhr [mg/d]	relative Zufuhr [% der FAME]	absolute Zufuhr [mg/d]	relative Zufuhr [% der FAME]
CLA-Isomer C18:2 c9t11	akzeptabel	akzeptabel	mittel	mittel
Fett	akzeptabel	-	schlecht	-
Linolsäure	nicht akzeptabel	nicht akzeptabel	schlecht	schlecht

- = nicht errechnet

### 3.2.5 Verteilung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride

Neben der Analyse des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Lipidfraktionen PL und TG des Plasmas, wurde zu Anfang auch die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Cholesterinestern (CE) untersucht. Da der Peak des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den CE sehr klein und sehr schlecht zu identifizieren war und somit das Risiko bestand, nicht die richtigen Peaks auszuwerten, wurde nach einigen Proben die Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den CE beendet.

**Tab. 42:** Plasmakonzentration einzelner Fettsäuren [% der FAME] in den PL und TG, dargestellt als Mean±SD, Median, Min, Max und Perzentile im Kollektiv der 52 Studentinnen

	Mean±SD	Median	Min	Max	10 %	Perzentile		
						25 %	75 %	90 %
Phospholipide								
C18:2 c9t11	0,27±0,01	0,26	0,11	0,49	0,17	0,21	0,32	0,38
C16:0	29,77±2,05	29,87	25,57	34,67	27,06	28,28	31,39	32,39
C16:1	0,95±0,21	0,94	0,52	1,42	0,65	0,82	1,09	1,24
C18:0	13,82±1,53	14,07	10,89	16,72	11,71	12,39	14,89	15,82
C18:1	10,85±1,10	10,85	8,62	13,45	9,24	10,08	11,58	12,18
C18:2	22,49±2,34	22,57	18,87	29,09	19,52	20,26	23,75	25,28
C20:3 ω6	3,59±0,74	3,57	1,97	5,28	2,68	3,09	4,19	4,51
C20:4	10,92±1,79	10,55	7,43	17,85	8,40	9,61	11,51	13,02
C22:6	4,69±1,30	4,41	2,61	9,57	3,39	3,82	5,43	6,28
Triglyceride								
C18:2 c9t11	0,54±0,12	0,55	0,33	0,97	0,40	0,46	0,60	0,71
C16:0	29,60±3,63	28,91	21,20	39,94	25,34	26,88	32,23	34,70
C16:1	4,76±1,14	4,88	2,18	8,06	3,37	3,90	5,35	5,89
C18:0	5,57±1,62	5,24	2,98	10,06	3,73	4,23	6,56	8,09
C18:1	36,15±3,17	36,55	26,75	42,68	32,59	33,70	38,54	40,16
C18:2	15,57±3,71	15,03	10,57	32,34	11,50	13,13	17,36	19,73
C20:3 ω6	0,38±0,17	0,35	0,05	0,89	0,18	0,27	0,49	0,60
C20:4	1,32±0,41	1,28	0,63	2,48	0,78	0,98	1,62	1,84
C22:6	0,66±0,32	0,65	0,13	1,88	0,30	0,46	0,88	1,02

Der mittlere Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag in den PL bei 0,27 % der FAME, in den TG bei 0,54 % der FAME (Tab. 42). Somit war der prozentuale Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME in den TG doppelt so hoch wie in den PL. Der Konzentrationsbereich des CLA-Isomers C18:2 c9t11 reichte von minimal 0,11 % bis maximal 0,49 % der FAME in den PL und von 0,33 bis 0,97 % der FAME in den TG. Der mittlere Gehalt von C16:0 lag in den PL bei 29,77 % der FAME und in den TG bei 29,60 % der FAME. Der mittlere Gehalt der C16:1 war in den TG (4,76 % FAME) nahezu 5 mal so hoch wie in den PL (0,95 % FAME). Ebenso lag die durchschnittliche Plasmakonzentration der C18:0 in den PL (13,82 % FAME) doppelt so hoch wie in den TG (5,57 %

FAME). Hingegen war die mittlere Plasmakonzentration der C18:1 in den TG (36,15 % FAME) ca. drei mal so hoch wie in den PL (10,85 % FAME). Die mittlere Plasmakonzentration der Linolsäure lag in den TG bei 15,57 % der FAME und in den PL bei 22,49 % der FAME.

In den PL fand sich eine 10 mal höhere mittlere Plasmakonzentration der Fettsäuren C20:3  $\omega$ 6 als in den TG. Ebenso ist die Plasmakonzentration von C20:4 und C22:6 in den Phospholipiden um ein vielfaches höher als in den TG. Die Rohdaten der Plasmakonzentrationen der vorgestellten und weiterer Fettsäuren sind im Anhang zu finden (Tab. A16).

### 3.2.6 Zusammenhang zwischen der Zufuhr und der Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Zur Überprüfung der Übereinstimmung war es notwendig, das Kollektiv den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen zuzuordnen. Es wurde angenommen, daß die mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus den 7-d-EP besser mit den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL übereinstimmt und ein Tag oder auch 2 Tage des 7-d-EP vor der Blutabnahme besser mit der Plasmakonzentrationen in den TG übereinstimmt. Dies begründet sich daraus, daß die TG die kurzfristige Fett-Zufuhr widerspiegeln und die PL die mittelfristige.

Beim Vergleich der Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL und der berechneten Zufuhr aus den FFQ wurde festgestellt, daß sich 42,5 % des Kollektivs in übereinstimmenden, 40,3 % in angrenzenden und 17,3 % der Personen in gegenüberliegenden Terzilen befanden (Tab. 43). Die Kappa-Werte waren 0,15 (schlecht) für die erste Terzile, 0,10 (schlecht) für die zweite Terzile und 0,16 (schlecht) für die dritte Terzile. Die Einschätzung der Übereinstimmung aller Terzile gemeinsam lag bei 0,14 (schlecht) (Tab. 48).

Beim Vergleich der Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den TG und der aus den FFQ berechneten Zufuhr wurden 44,3 % der Personen in übereinstimmenden, 36,5 % in angrenzenden und 19,2 % in gegenüberliegenden Terzilen gefunden (Tab. 44). Der Kappa-Werte lag für die erste Terzile bei 0,21 (mittel), für die zweite Terzile bei 0,18 (schlecht) und für die dritte Terzile bei 0,10 (schlecht). Der Gesamt-Kappa-Wert war 0,16 (schlecht) (Tab. 48).

**Tab. 43:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den **PL** und berechnet nach den **FFQ**

		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in PL [% der FAME]			
		1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus den FFQ	1. Terzile	8	5	4	17
	2. Terzile	6	7	5	18
	3. Terzile	5	5	7	17
	gesamt	19	17	16	52

☐ übereinstimmende Terzile

▨ angrenzende Terzile

▩ gegenüberliegende Terzile

**Tab. 44:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den **TG** und berechnet nach den **FFQ**

		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in TG [% der FAME]			
		1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus den FFQ	1. Terzile	8	4	5	17
	2. Terzile	4	8	6	18
	3. Terzile	5	5	7	17
	gesamt	17	17	18	52

☐ übereinstimmende Terzile

▨ angrenzende Terzile

▩ gegenüberliegende Terzile

Von den 52 Studentinnen gehörten 36,5 % den übereinstimmenden Terzilen der Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL und den berechneten Zufuhrterzilen aus den 7-d-EP an, 48,1 % den angrenzenden und 15,4 % den gegenüberliegenden Terzilen (Tab. 45). Der gesamte Kappa-Wert als Maß für die gesamte Übereinstimmung lag bei 0,05 (schlecht). Die Kappa-Werte der einzelnen Terzilen wurden mit 0,23 (mittel), 0,08 (schlecht) und 0,02 (schlecht) errechnet (Tab. 48).

**Tab. 45:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den **PL** und berechnet nach den **7-d-EP**

		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in PL [% der FAME]			
		1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus den 7-d-EP	1. Terzile	9	3	5	17
	2. Terzile	7	5	6	18
	3. Terzile	3	9	5	17
	gesamt	19	17	16	52

 übereinstimmende Terzile     
  angrenzende Terzile     
  gegenüberliegende Terzile

Die Zuordnung der Personen des Kollektivs zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen der Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den TG und der berechneten Zufuhr von einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme ergaben, daß 42,3 % in übereinstimmenden, 51,9 % in angrenzenden und 5,8 % in gegenüberliegenden Terzilen waren (Tab. 46). Die einzelnen Kappa-Werte für die drei Terzile lagen bei 0,30 (mittel), 0,16 (schlecht) und 0,27 (mittel) sowie 0,14 (schlecht) für den Gesamt-Kappa-Wert (Tab. 48).

**Tab. 46:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den **TG** und berechnet nach **einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme**

		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in TG [% der FAME]			
		1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus den 1-d-EP	1. Terzile	8	5	4	17
	2. Terzile	6	7	5	18
	3. Terzile	5	5	7	17
	gesamt	19	17	16	52

 übereinstimmende Terzile     
  angrenzende Terzile     
  gegenüberliegende Terzile

Die Übereinstimmung der Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den TG wurde mit der berechneten Zufuhr aus den zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme überprüft. Je 44,2 % der Teilnehmerinnen waren in übereinstimmenden und angrenzenden Terzilen, dagegen nur 11,6 % in gegenüberliegenden Terzilen (Tab. 47). Der Gesamt-Kappa-Wert für die Übereinstimmung der Kategorien lag bei 0,16 (schlecht). Die einzelnen Kappa-Werte waren 0,3 (mittel), 0,01 (schlecht) und 0,18 (schlecht) (Tab. 48).

**Tab. 47:** Zuordnung des Kollektivs der 52 Studentinnen zu den übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 als Plasmakonzentration in den **TG** und berechnet nach **zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme**

		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in TG [% der FAME]			
		1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus 2-d-EP	1. Terzile	9	5	3	17
	2. Terzile	5	6	7	18
	3. Terzile	3	6	8	17
	gesamt	17	17	18	52

==== übereinstimmende Terzile

||||| angrenzende Terzile

gegenüberliegende Terzile

Die gesamte Übereinstimmung der Terzile (Gesamt-Kappa) wurde als schlecht beurteilt (Tab. 48). Auffällig waren die vergleichbaren Gesamt-Kappa-Werte im Bezug auf die TG bei FFQ und EP (0,16; 0,14; 0,14). Bei den PL zeigte sich dagegen, daß die Gesamt-Kappa-Werte der Beziehung FFQ und PL (0,14) besser als die der Beziehung EP und PL (0,05; 0,05; 0,05) waren. Die Übereinstimmung zwischen der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL und der berechneten Zufuhr aus dem EP war demnach am schlechtesten. Die Kappa-Werte der ersten Terzile wurden am häufigsten mit einer mittleren Übereinstimmung bewertet (Tab. 48). Die Kappa-Werte der zweiten und nahezu alle der dritten Terzile wurden als schlecht beurteilt.

**Tab. 48:** Kappa-Werte der einzelnen Terzilen und die Gesamt-Kappa-Werte zur Übereinstimmung der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in TG und PL mit der berechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] durch FFQ und EP

CLA-Isomer C18:2 c9t11 [% der FAME]	Kappa-Werte			
	1. Terzile	2. Terzile	3. Terzile	gesamt
aus FFQ und PL	0,15 <sup>s</sup>	0,10 <sup>s</sup>	0,16 <sup>s</sup>	0,14 <sup>s</sup>
aus FFQ und TG	0,21 <sup>m</sup>	0,18 <sup>s</sup>	0,10 <sup>s</sup>	0,16 <sup>s</sup>
aus 7-d-EP und PL	0,23 <sup>m</sup>	0,08 <sup>s</sup>	0,02 <sup>s</sup>	0,05 <sup>s</sup>
aus 7-d-EP und TG	0,30 <sup>m</sup>	0,09 <sup>s</sup>	0,05 <sup>s</sup>	0,14 <sup>s</sup>
aus 1-d-EP und PL	0,07 <sup>s</sup>	0,16 <sup>s</sup>	0,25 <sup>m</sup>	0,05 <sup>s</sup>
aus 1-d-EP und TG	0,30 <sup>m</sup>	0,16 <sup>s</sup>	0,27 <sup>m</sup>	0,14 <sup>s</sup>
aus 2-d-EP und PL	0,16 <sup>s</sup>	0,08 <sup>s</sup>	0,08 <sup>s</sup>	0,05 <sup>s</sup>
aus 2-d-EP und TG	0,30 <sup>m</sup>	0,01 <sup>s</sup>	0,18 <sup>s</sup>	0,16 <sup>s</sup>

<sup>s</sup>=schlechte Übereinstimmung, <sup>m</sup>=mittlere Übereinstimmung

**Tab. 49:** Pearsonsche Korrelationskoeffizienten zwischen der errechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der C16:1, der C18:1 und der C18:2 [% der FAME] aus FFQ und EP und den Plasmakonzentrationen in den PL und den TG

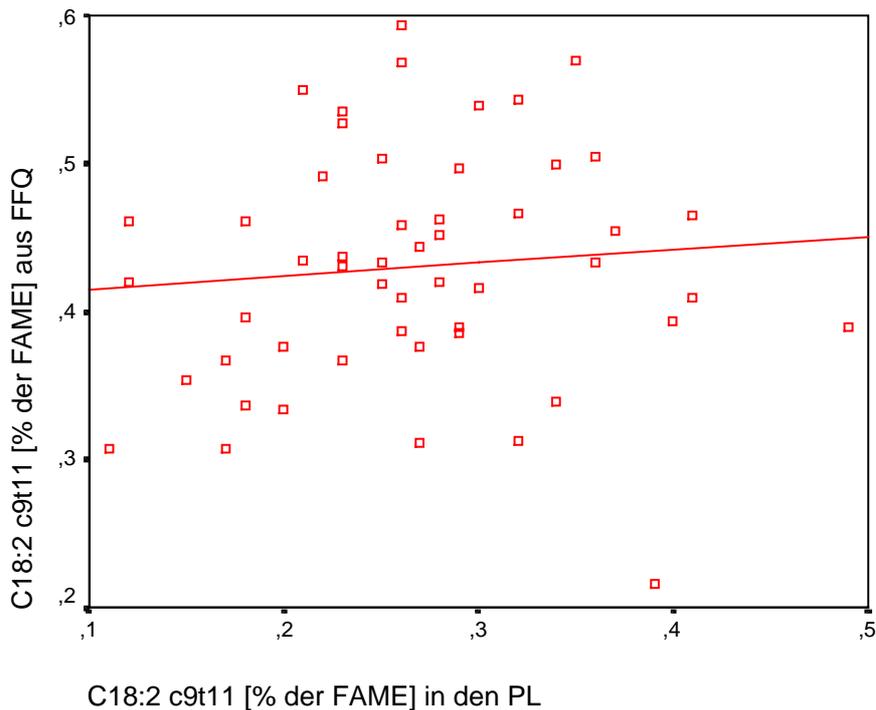
	PL				TG			
	C18:2 c9t11	C16:1	C18:1	C18:2	C18:2 c9t11	C16:1	C18:1	C18:2
<i>FFQ</i>								
C18:2 c9t11	0,090				0,124			
C18:2				0,180				0,053
<i>7-d-EP</i>								
C18:2 c9t11	0,285*				0,272			
C16:1		0,063				0,039		
C18:1			0,005				0,166	
C18:2				0,167				0,231
<i>1-d-EP</i>								
C18:2 c9t11	0,280*				0,409**			
C16:1		0,083				0,129		
C18:1			0,056				0,159	
C18:2				0,121				0,493*
<i>2-d-EP</i>								
C18:2 c9t11	0,364*				0,361**			
C16:1		0,090				0,124		
C18:1			0,094				0,142	
C18:2				0,043				0,370*

\*p<0,05, \*\* p<0,01

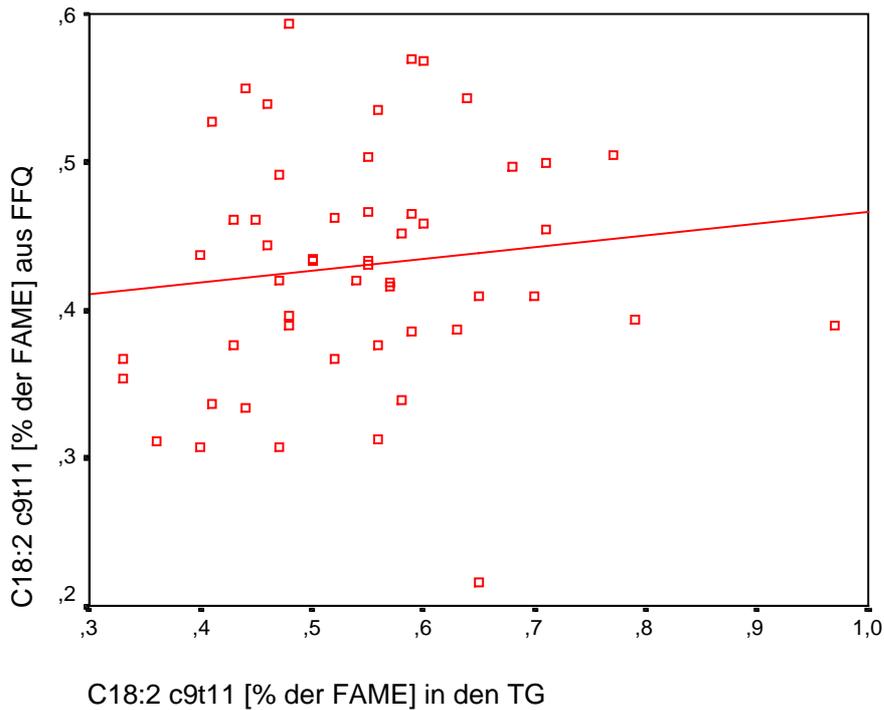
Die Korrelationskoeffizienten zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL bzw. TG und der Zufuhrberechnung durch das EP waren signifikant, mit Ausnahme zwischen dem 7-d-EP und der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG (Tab. 49). Dagegen waren die Korrelationskoeffizienten zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL bzw. TG und der Zufuhrberechnung durch das FFQ nicht signifikant und im Vergleich schlechter (Tab. 49). Auffällig war, daß der %-Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME der TG mit einem oder zwei Tage des 7-d-EP vor der Blutabnahme immer besser korrelierte, als der %-Anteil in den PL mit dem 7-d-EP. Wie bereits geschrieben wurde erwartet, daß die berechnete Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] durch die 7-d-EP mit der Plasmakonzentration in den PL besser korrelierte. Am besten korrelierte die berechnete Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme mit der Plasmakonzentration in den TG. Ebenfalls signifikant korrelierte die berechnete Zufuhr der Linolsäure [% der FAME] an einem und zwei Tagen vor der Blutabnahme des 7-d-EP mit den Plasmakonzentrationen in den TG. Die beiden anderen Fettsäuren C16:1 und C18:1 korrelierten im Gegensatz dazu relativ schlecht und nicht signifikant.

Weiter wurde der Frage nachgegangen, ob bei einer höheren Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 auch eine höhere Plasmakonzentration in den PL oder TG zu erwarten ist. So wurde untersucht, ob ein linearer Zusammenhang zwischen der berechneten Zufuhr des CLA-Isomers

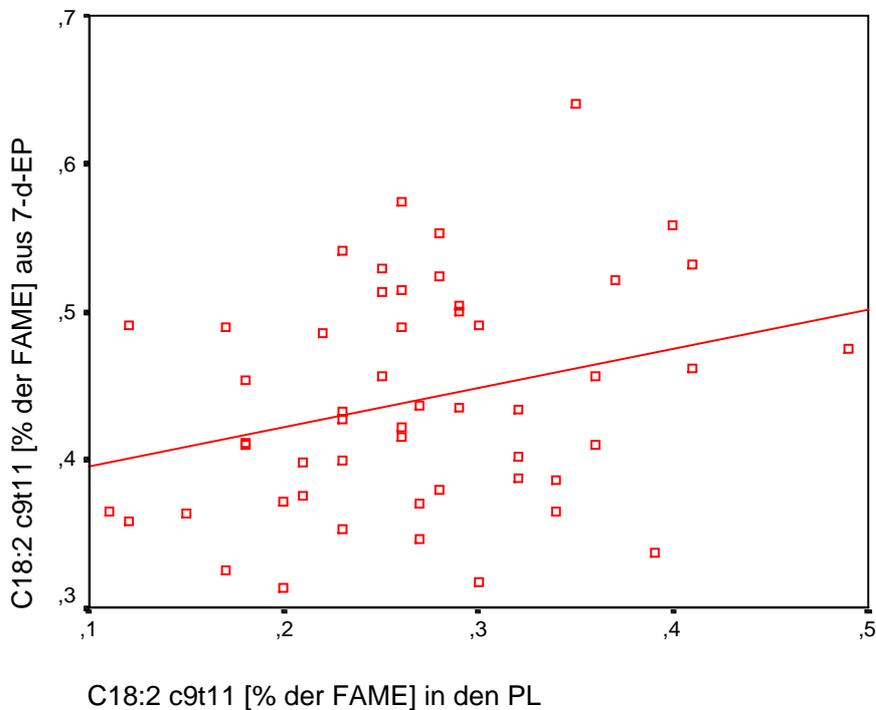
C18:2 c9t11 und der analysierten Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 besteht. Es ergab sich kein signifikant linearer Zusammenhang zwischen der berechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus dem FFQ und den Plasmalipidkonzentrationen in den TG und PL (Abb. 19, Abb. 20). Dagegen bestand ein signifikant linearer Zusammenhang zwischen der berechneten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] aus dem 7-d-EP, von einem Tag bzw. zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme und der Plasmakonzentration in den TG und PL (Abb. 21 - Abb. 23).



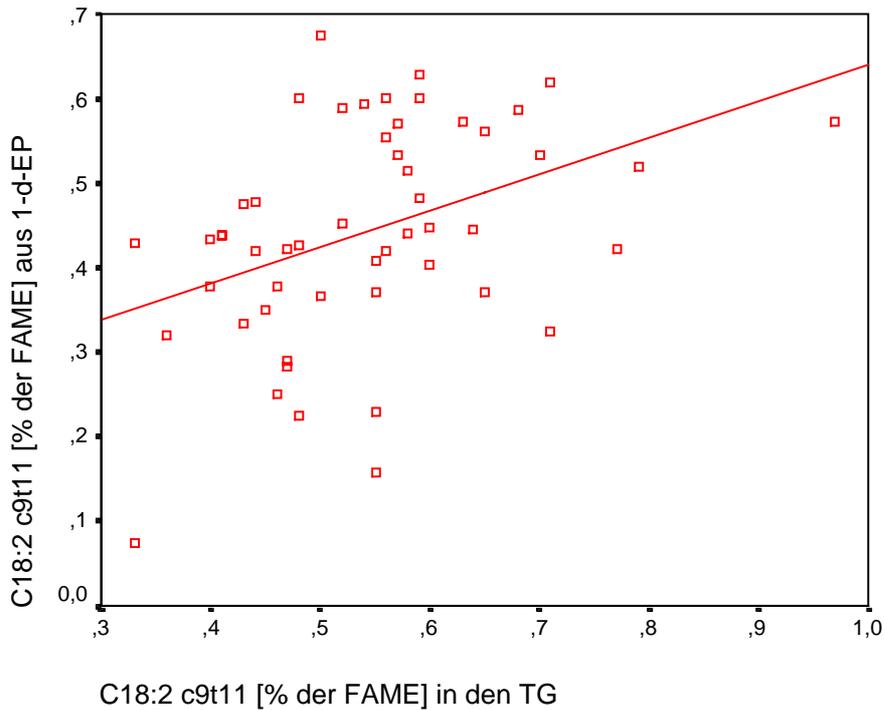
**Abb. 19:** Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,41 + 0,09 * x$ ;  $r^2 = 0,008$ ;  $p = 0,524$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den **PL** und der berechneten Zufuhr aus den **FFQ** bei 52 Studentinnen



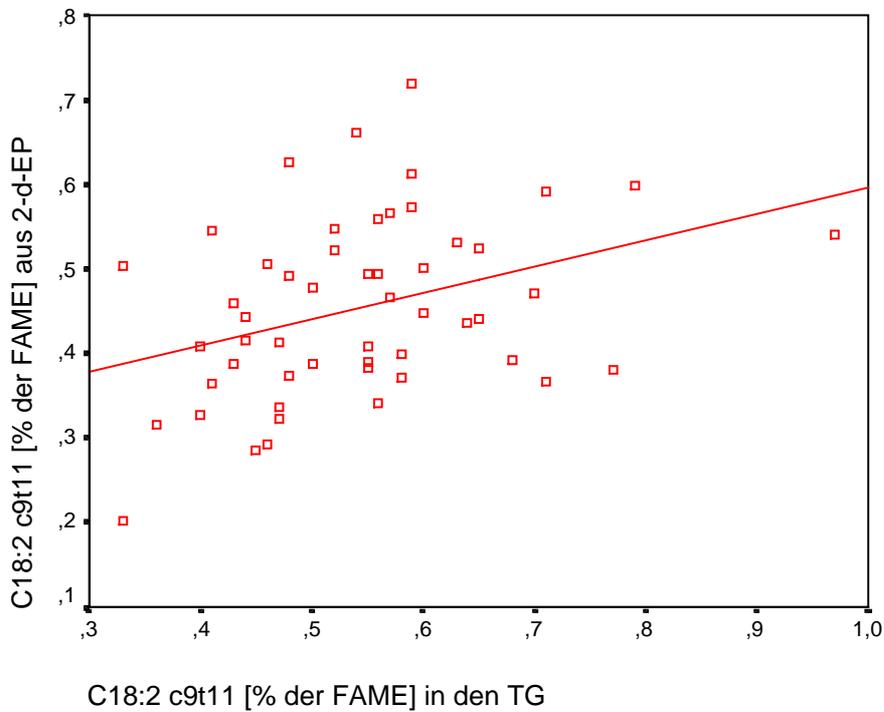
**Abb. 20:** Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,39 + 0,08 * x$ ;  $r^2 = 0,015$ ;  $p = 0,381$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den **TG** und der berechneten Zufuhr aus den **FFQ** bei 52 Studentinnen



**Abb. 21:** Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,37 + 0,27 * x$ ;  $r^2 = 0,08$ ;  $p = 0,041$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den **PL** und der berechneten Zufuhr aus den **7-d-EP** bei 52 Studentinnen



**Abb. 22:** Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,21 + 0,43 * x$ ;  $r^2 = 0,17$ ;  $p = 0,003$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den **TG** und der berechneten Zufuhr aus **einem Tag des 7-d-EP vor der Blutabnahme** bei 52 Studentinnen



**Abb. 23:** Streudiagramm mit errechneter Regressionsgerade ( $y = 0,28 + 0,31 * x$ ;  $r^2 = 0,13$ ;  $p = 0,008$ ) zu der Beziehung zwischen den Plasmakonzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den **TG** und der berechneten Zufuhr aus **zwei Tagen des 7-d-EP vor der Blutabnahme** bei 52 Studentinnen

### **3.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagsmenüs zweier bayerischer Mensen**

#### 3.3.1 Vergleich der mittleren Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts der Mittagsmenüs zweier bayerischer Mensen

Der Vergleich analysierter und berechneter Mittelwerte ergab, daß die berechneten Werte für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 (mg/Menü), für Gesamt-Fett (g/Menü) sowie für C16:1 t (mg/Menü) im Mittel signifikant höher lagen als die analysierten Werte beider Großküchen (Tab. 50). Dagegen waren die analysierten mittleren Konzentrationen für C18:1 t (g/Menü), C18:2 i (mg/Menü) sowie die der Gesamt-trans-Fettsäuren (g/Menü) der Augsburger und Weihenstephaner Menüs nicht signifikant höher als die berechneten Werte.

Der mittlere Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (mg/Menü, % FAME) in den Mittagsmenüs lag durch die Analyse der Weihenstephaner Essen bei 25,88 mg/Menü bzw. 0,12 % FAME und im Augsburger Essen bei 32,02 mg/Menü bzw. 0,11 % FAME (Tab. 50). Die Berechnung ergab, daß die mittlere Konzentration in den Weihenstephaner Mittagsmenüs 20,54 mg/Menü bzw. 0,08 % FAME niedriger lag als in den Augsburger Essen. Die mittleren analysierten Gehalte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (mg/Menü, % FAME) der Weihenstephaner Essen zeigten eine bessere Übereinstimmung mit den berechneten Ergebnissen als in Augsburg.

Der mittlere Anteil der trans-Fettsäure C16:1 t (mg/Menü, % FAME) lag durch die Analyse bei 10,84 mg/Menü bzw. 0,03 % FAME in Weihenstephan und bei 3,29 mg/Menü bzw. 0,01 % FAME in Augsburg (Tab. 50). Die Berechnung ergab einen mittleren Anteil von 35,45 mg/Menü sowie 0,09 % FAME im Weihenstephaner Essen und von 41,92 mg/Menü bzw. 0,12 % FAME im Augsburger Essen. Die Gehalte der trans-Fettsäuren C16:1 t zeigten zwischen analysierten und berechneten Werten in Weihenstephan (24,61 mg/Menü; 0,06 % FAME) und Augsburg (38,63 mg/Menü, 0,11 % FAME) große Unterschiede.

Der berechnete und analysierte mittlere Gehalt an der trans-Fettsäure C18:1 t (mg/Menü, % FAME) ergab in Weihenstephan ähnliche Ergebnisse (1,07 g/Menü, 1,00 g/Menü; 3,94 % FAME, 2,46 % FAME), in Augsburg dagegen lagen die analysierten mittleren Werte um 0,81 g/Menü bzw. 2,34 % FAME höher als die berechneten. Der Unterschied zwischen den analysierten und berechneten Werten lag in Weihenstephan bei 0,07 g/Menü sowie 1,03 % FAME, in Augsburg bei 0,81 g/Menü bzw. 2,34 % FAME (Tab. 50).

Analyse und Berechnung mittlerer geometrischer Isomere der trans-Fettsäure C18:2 i (% FAME) ergaben einen Unterschied in Weihenstephan von 0,47 mg/Menü bzw. 0,07 % FAME und in Augsburg von 21,12 mg/Menü bzw. 0,78 % FAME (Tab. 50).

Analysierte und berechnete Ergebnisse der Gesamt-trans-Fettsäuren ergaben in Weihenstephan einen Unterschied von 0,04 g/Menü bzw. 0,98 % FAME und in Augsburg von 0,78 g/Menü bzw. 1,18 % FAME (Tab. 50).

**Tab. 50:** Mittelwert  $\pm$  SD, Median und Extremwerte der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts der 30 Mittagmenüs aus Weihenstephan und Augsburg

		Mensa			
		Weihenstephan		Augsburg	
		analysiert	berechnet	analysiert	berechnet
Gesamt-Fett (g/Menü)	Mean $\pm$ SD	29,36 $\pm$ 10,83	42,00 $\pm$ 17,25	33,89 $\pm$ 11,83	40,10 $\pm$ 18,01
	Median	26,27	40,00	29,27	36,00
	Min - Max	16,36 - 52,49	17,00 - 70,00	15,57 - 53,95	16,00 - 76,00
Gesamt-Fett (g/100g Menü)	Mean $\pm$ SD	4,55 $\pm$ 1,69	6,39 $\pm$ 2,49	4,80 $\pm$ 1,85	5,96 $\pm$ 3,44
	Median	3,98	6,02	4,74	5,74
	Min - Max	2,43 - 7,28	2,88 - 10,57	2,54 - 9,27	1,82 - 15,20
C18:2 c9t11 (mg/Menü)	Mean $\pm$ SD	25,88 $\pm$ 26,12	59,64 $\pm$ 52,20	32,02 $\pm$ 46,66	80,18 $\pm$ 76,83
	Median	18,16	48,97	18,17	52,06
	Min - Max	0 - 84,74	0 - 183,28	0 - 182,16	2,59 - 246,87
C18:2 c9t11 (% FAME)	Mean $\pm$ SD	0,12 $\pm$ 0,12	0,16 $\pm$ 0,12	0,11 $\pm$ 0,13	0,24 $\pm$ 0,21
	Median	0,11	0,17	0,09	0,22
	Min - Max	0 - 0,41	0 - 0,41	0 - 0,44	0,01 - 0,83
C16:1 t (mg/Menü)	Mean $\pm$ SD	10,84 $\pm$ 34,68	35,45 $\pm$ 35,71	3,29 $\pm$ 9,12	41,92 $\pm$ 44,77
	Median	0	32,58	0	35,78
	Min - Max	0 - 133,17	0,39 - 145,62	0 - 32,04	1,02 - 152,33
C16:1 t (% FAME)	Mean $\pm$ SD	0,03 $\pm$ 0,09	0,09 $\pm$ 0,08	0,01 $\pm$ 0,04	0,12 $\pm$ 0,12
	Median	0	0,09	0,0	0,10
	Min - Max	0 - 0,33	0 - 0,29	0 - 0,17	0 - 0,38
C18:1 t (g/Menü)	Mean $\pm$ SD	1,07 $\pm$ 1,74	1,0 $\pm$ 0,98	1,34 $\pm$ 1,68	0,53 $\pm$ 0,30
	Median	0,50	0,97	0,73	0,52
	Min - Max	0,16 - 7,06	0,11 - 4,11	0,07 - 5,88	0,08 - 1,0
C18:1 t (% FAME)	Mean $\pm$ SD	3,49 $\pm$ 4,12	2,46 $\pm$ 1,82	3,97 $\pm$ 3,95	1,63 $\pm$ 1,22
	Median	2,01	1,95	3,15	1,58
	Min - Max	0,56 - 17,35	0,20 - 6,53	0,25 - 12,12	0,23 - 3,83
C18:2 i (mg/Menü)	Mean $\pm$ SD	56,32 $\pm$ 48,53	55,85 $\pm$ 54,88	74,30 $\pm$ 77,97	50,18 $\pm$ 40,99
	Median	54,98	53,83	47,12	42,14
	Min - Max	0 - 159,24	9,59 - 223,93	0 - 262,18	8,70 - 164,01
C18:2 i (% FAME)	Mean $\pm$ SD	0,21 $\pm$ 0,17	0,14 $\pm$ 0,11	0,23 $\pm$ 0,18	0,14 $\pm$ 0,10
	Median	0,25	0,13	0,17	0,14
	Min - Max	0 - 0,54	0,02 - 0,36	0 - 0,56	0,02 - 0,32
Gesamt-trans-FS (g/Menü)	Mean $\pm$ SD	1,14 $\pm$ 1,74	1,10 $\pm$ 1,06	1,41 $\pm$ 1,73	0,63 $\pm$ 0,36
	Median	0,60	1,05	0,79	0,68
	Min - Max	0,21 - 7,06	0,12 - 4,42	0,07 - 6,15	0,09 - 1,07
Gesamt-trans-FS (% FAME)	Mean $\pm$ SD	3,73 $\pm$ 4,08	2,75 $\pm$ 1,96	4,21 $\pm$ 4,04	1,89 $\pm$ 1,37
	Median	2,29	2,42	3,30	2,12
	Min - Max	0,93 - 17,35	0,23 - 7,01	0,25 - 12,66	0,25 - 4,28

### 3.3.2 Verteilung der trans-Fettsäuren

Die Verteilung der trans-Fettsäuren in den Mittagessen der zwei Großküchen war vergleichbar (Tab. 51). Über 90 % der analysierten und berechneten mittleren trans-Fettsäuren beider Großküchen nahm die C18:1 t Fettsäure ein. Die Aufteilung der C18:2 i in die geometrischen Isomere c9t12, t9c12 und t9t12 durch die berechneten Ergebnisse war nicht möglich. Bei den analysierten Ergebnissen zeigte sich, daß das Isomer C18:2 t9c12 in Weihenstephan über 50 % und in Augsburg ca. 48 % der 18:2 i einnahm.

**Tab. 51:** Prozentuale Verteilung der trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i der Gesamt-trans-Fettsäuren der analysierten und berechneten Konzentrationen Weihenstephaner und Augsburger Essen (n=30)

	Mensa			
	Weihenstephan		Augsburg	
	analysiert	berechnet	analysiert	berechnet
C16:1 t (%)	0,95	3,22	0,23	11,25
C18:1 t (%)	93,86	90,91	95,04	78,00
C18:2 i (%)	4,94	5,08	5,27	11,15
C18:2 c9t12 (%)*	43,69	k.A.	47,83	k.A.
C18:2 t9c12 (%)*	51,46	k.A.	34,78	k.A.
C18:2 t9t12 (%)*	4,85	k.A.	17,38	k.A.

i = c9t12, t9c12, t9t12, \* = in % der 18:2 i, k.A. = keine Angaben

### 3.3.3 Übereinstimmung der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, trans-Fettsäuren und Gesamt-Fett einzelner Mittagsmenüs

Die analytisch ermittelten Gehalte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 sowie der anderen trans-Fettsäuren in den Mensaessen stellen die Basis zur Beurteilung der Qualität der Berechnungsmethode. Die berechneten Ergebnisse basieren auf Analysenwerten einzelner deutscher Lebensmittel von Fritsche und Steinhart (1998) sowie Pfalzgraf et al. (1993). Es ergaben sich bei 12 Essen in Weihenstephan und 10 in Augsburg höhere berechnete Fett-Konzentrationen als analysierte (Tab. 52).

In den Weihenstephaner Essen waren die analytisch bestimmten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 nur bei drei Essen größer bzw. gleich mit den berechneten, in Augsburg war nur ein analysierter Wert höher als die berechneten Werte (Tab. 52). Einige Mittagsmenüs (W1/1, W2/1, W5/3, A2/1, A3/3, A4/2) waren trotzdem in etwa vergleichbar. In Weihenstephan wurde eine kleinere mittlere Differenz zwischen den beiden Methoden gefunden als in Augsburg (-33,75 vs -48,16 mg/Menü).

10 der berechneten Weihenstephaner Menüs bzw. fünf der Augsburger Menüs ergaben höhere Gesamt-trans-Fettsäuren-Konzentrationen als die Analyse. Nur zwei der Essen (W1/2, A3/3) waren in etwa vergleichbar. Die mittlere Differenz der Gesamt-trans-Fettsäuren in Weihenstephaner Speisen lag bei 33,75 mg/Menü und in Augsburger Speisen bei 788,97

mg/Menü. Daraus ergibt sich für Weihenstephan eine bessere Übereinstimmung zwischen Analyse und Berechnung als für Augsburg.

Wenn die Nährwertangaben von Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) für die Berechnung der Fett-Zufuhr zu Grunde gelegt werden, wird die Fett-Zufuhr überschätzt. Trotzdem sind einige der berechneten und analytisch bestimmten Wertepaare (W1/2, W4/2, W5/3, A1/3, A2/1, A4/2) in etwa vergleichbar. Die mittlere Differenz der analysierten und berechneten Gesamt-Fett-Konzentration der Menüs aus Weihenstephan lag bei 12,64 g Fett pro Menü bzw. aus Augsburg bei 6,21 g Fett pro Menü. Die analysierten und berechneten Ergebnisse der Augsburger Essen stimmen bezüglich der Fettgehalte besser als in Weihenstephan überein.

Die mittlere Differenz der einzelnen trans-Fettsäuren zeigte vor allem bei C18:1 t und C18:2 i, daß die analysierten und berechneten Ergebnisse der Mittagsmenüs aus Weihenstephan besser übereinstimmen als die der Augsburger (Tab. 53). Die mittlere Differenz aus analytischen und berechneten Ergebnissen zwischen den beiden Mensen war bei den trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i nicht signifikant unterschiedlich.

Aufgrund der bewußt ähnlich ausgewählten Mittagsmenüs beider Mensen wurde auch die Übereinstimmung zwischen den beiden Großküchen untersucht. Es wurde eine nicht signifikante Differenz, d.h. eine gute Übereinstimmung für die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 errechnet. Es wurde 6,14 mg/Menü (KI 95 %: -22,14 bis 34,42 mg/Menü) für die analysierten Ergebnisse und 20,54 mg/Menü (KI 95 %: -28,58 bis 69,67 mg/Menü) für die berechneten Ergebnisse gefunden.

Die mittlere Differenz der beiden Großküchen bezüglich der Gesamt-trans-Fettsäuren war ebenfalls nicht signifikant und lag für die Analyse bei 280,30 mg/Menü (KI 95 %: -1018,33 bis 1578,93) und für die Berechnung bei -474,91 mg/Menü (KI 95 %: -1065,00 bis 115,17). Nach diesen Ergebnissen stimmte die Essenszusammensetzung beider Mensen gut überein.

Bezüglich der Fett-Gehalte besteht zwischen den beiden Mensen ebenso eine gute Übereinstimmung. Dies wurde anhand einer nicht signifikanten analysierten mittleren Differenz von 4,53 g/Menü (KI 95 %: -3,96 bis 13,01 g/Menü) sowie -1,90 g/Menü (KI 95%: -15,09 bis 11,29 g/Menü) durch die berechneten Ergebnisse festgestellt.

**Tab. 52:** Analysierte und berechnete Mittelwerte (SD) der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der Gesamt-trans-Fettsäuren und des Gesamt-Fetts sowie die Differenz zwischen den analysierten und berechneten Werten einzelner Mittagsmenüs beider Menses (n=30)

Essen	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/Menü]			Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/Menü]			Gesamt-Fett [g/Menü]		
	analy- siert	be- rechnet	<b>Diffe- renz</b>	analy- siert	be- rechnet	<b>Diffe- renz</b>	analy- siert	be- rechnet	<b>Diffe- renz</b>
W1/1	52,78	48,97	<b>3,81</b>	503,66	849,30	<b>-345,64</b>	24,44	18,00	<b>6,44</b>
W1/2	60,36	41,54	<b>18,82</b>	284,13	301,20	<b>-17,07</b>	16,36	17,00	<b>-0,64</b>
W1/3	11,82	32,76	<b>-20,94</b>	992,93	1170,40	<b>-177,47</b>	26,27	33,00	<b>-6,73</b>
W2/1	0,00	2,47	<b>-2,47</b>	208,39	118,40	<b>89,99</b>	24,90	52,00	<b>-27,10</b>
W2/2	16,89	54,74	<b>-37,85</b>	482,08	1069,30	<b>-587,22</b>	17,06	51,00	<b>-33,94</b>
W2/3	0,00	57,77	<b>-57,77</b>	7056,73	1827,80	<b>5228,93</b>	45,19	39,00	<b>6,19</b>
W3/1	0,00	26,58	<b>-26,58</b>	826,79	476,80	<b>349,99</b>	52,49	67,00	<b>-14,51</b>
W3/2	33,67	150,70	<b>-117,00</b>	308,68	668,50	<b>-359,82</b>	31,18	70,00	<b>-38,82</b>
W3/3	18,16	29,92	<b>-11,76</b>	620,54	215,10	<b>405,44</b>	33,63	24,00	<b>9,63</b>
W4/1	31,19	81,49	<b>-50,30</b>	887,32	1593,10	<b>-705,78</b>	19,26	40,00	<b>-20,74</b>
W4/2	0,00	11,12	<b>-11,12</b>	314,01	1052,50	<b>-738,49</b>	22,22	24,00	<b>-1,78</b>
W4/3	84,74	98,73	<b>-13,99</b>	2659,29	4416,30	<b>-1757,01</b>	44,84	63,00	<b>-18,16</b>
W5/1	35,17	74,50	<b>-39,33</b>	580,31	526,40	<b>-772,79</b>	27,91	49,00	<b>-21,09</b>
W5/2	43,46	183,28	<b>-139,80</b>	717,12	1353,10	<b>-493,08</b>	21,95	50,00	<b>-28,05</b>
W5/3	0,00	0,00	<b>0,00</b>	604,51	218,20	<b>386,31</b>	32,76	33,00	<b>-0,24</b>
mean ± SD	25,88± 26,12	59,64± 52,20	<b>-33,75± 43,90</b>	1136,43± 1739,45	1102,68± 1057,44	<b>33,75± 1543,77</b>	29,36± 10,83	42,00± 17,25	<b>-12,64± 15,64</b>
A1/1	9,71	46,66	<b>-36,95</b>	6147,63	837,10	<b>5309,53</b>	53,95	22,00	<b>31,95</b>
A1/2	30,65	78,26	<b>-47,61</b>	69,66	252,80	<b>-183,14</b>	30,96	42,00	<b>-11,04</b>
A1/3	0,00	22,84	<b>-22,84</b>	2681,70	118,00	<b>2563,70</b>	29,27	25,00	<b>4,27</b>
A2/1	0,00	2,59	<b>-2,59</b>	337,57	155,80	<b>181,77</b>	44,13	45,50	<b>-1,37</b>
A2/2	21,43	35,84	<b>-14,41</b>	514,24	1035,30	<b>-521,06</b>	26,45	37,00	<b>-10,55</b>
A2/3	0,00	52,06	<b>-52,06</b>	4115,34	1068,80	<b>3046,54</b>	48,03	25,00	<b>23,03</b>
A3/1	0,00	26,58	<b>-26,58</b>	689,93	475,00	<b>214,93</b>	50,77	70,00	<b>-19,23</b>
A3/2	71,72	148,41	<b>-76,69</b>	149,67	435,40	<b>-285,73</b>	34,65	66,00	<b>-31,35</b>
A3/3	16,82	9,02	<b>7,80</b>	107,90	91,10	<b>16,80</b>	15,57	36,00	<b>-20,43</b>
A4/1	39,58	109,83	<b>-70,25</b>	965,09	913,30	<b>51,79</b>	20,94	36,00	<b>-15,06</b>
A4/2	18,17	25,56	<b>-7,39</b>	856,38	677,80	<b>178,58</b>	28,83	27,00	<b>1,83</b>
A4/3	31,89	246,87	<b>-214,98</b>	1874,05	750,20	<b>1123,85</b>	27,26	33,00	<b>-5,74</b>
A5/1	53,08	88,79	<b>-35,71</b>	792,16	954,80	<b>-162,64</b>	22,69	45,00	<b>-22,32</b>
A5/2	5,14	70,96	<b>-65,82</b>	69,36	589,00	<b>-519,64</b>	28,54	16,00	<b>12,54</b>
A5/3	182,16	238,44	<b>-56,28</b>	1881,35	1062,10	<b>819,25</b>	46,00	76,00	<b>-29,65</b>
mean ± SD	32,02± 46,66	80,18± 76,83	<b>-48,16± 18,51</b>	1416,74± 1732,95	627,77± 355,78	<b>788,97± 1635,31</b>	33,89± 11,83	40,10± 18,01	<b>-6,21± 18,51</b>
mean ± SD	28,95± 37,28	69,91± 65,38	<b>-40,96± 48,23</b>	1276,58± 1711,95	865,22± 811,94	<b>411,36± 1609,05</b>	31,63± 11,38	41,05± 17,35	<b>-9,42± 17,15</b>

**Tab. 53:** Differenz (Mean±SD) der analysierten und berechneten Konzentrationen der trans-Fettsäuren C16:1 t [mg/Menü], C18:1 t [mg/Menü] und C18:2 i [mg/Menü] beider Mensen (n=30)

	Differenz aus analysierten und berechneten Ergebnissen (Mean±SD)		
	C16:1 t [mg/Menü]	C18:1 t [mg/Menü]	C18:2 i [mg/Menü]
Weihenstephan	-24,54±45,54	66,61±1554,77	0,47±73,91
Augsburg	-38,63±44,68	804,26±1592,76	24,12±83,63
Weihenstephan und Augsburg	-31,62±44,89	435,43±1591,35	12,29±78,47

Die analysierten und berechneten Ergebnisse des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zeigten einen signifikanten ( $p < 0,01$ ) Korrelationskoeffizienten von  $r = 0,543$  für Weihenstephan und  $r = 0,739$  für Augsburg bzw.  $r = 0,685$  bei beiden Mensen zusammen. Es ergab sich bei den anderen trans-Fettsäuren, Gesamt-trans-Fettsäuren und dem Gesamt-Fett-Gehalt keine weitere signifikante Korrelationen (Tab. 54). Auch korrelieren diese Ergebnisse weniger gut im Vergleich zum CLA-Isomer C18:2 c9t11.

**Tab. 54:** Pearsonsche Korrelation zwischen den analysierten und den berechneten absoluten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/Menü], der trans-Fettsäuren [mg/Menü] und des Gesamt-Fetts [g/Menü] in den Menüs der Weihenstephaner und Augsburger Mensa (n=30)

	Pearson-Korrelationskoeffizient r		
	Weihenstephan	Augsburg	Weihenstephan + Augsburg
CLA-Isomer C18:2 c9t11	0,543*	0,739**	0,685**
C16:1 t	0,163	0,112	0,106
C18:1 t	0,463	0,374	0,348
C18:2 i	0,018	0,120	0,044
Gesamt-trans-Fettsäuren	0,479	0,369	0,360
Gesamt-Fett	0,456	0,286	0,346

\*\* :  $p < 0,01$ , \* :  $p < 0,05$

### **3.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11**

Das CLA-Isomer C18:2 c9t11 wurde in den TG der Plasmalipoproteine (Chylomikronen, VLDL, LDL) analysiert, da die sehr kleinen Peaks in den Phospholipiden der Plasmalipoproteine sich nur schlecht identifizieren und auswerten ließen.

Der Verlauf des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG des Plasmas zeigte deutlich, daß bei höherer CLA-Zulage (2,6 g CLA-Supplement) die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] im Plasma höher war als bei niedrigerer CLA-Zulage (1,3 g CLA-Supplement). Bei beiden Versuchen wurde das Maximum nach 4 Stunden erreicht (Abb. 24). Der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG des Plasmas verdeutlichte, daß nur ein geringer Unterschied zwischen beiden Versuchsdurchläufen bestand. Das Maximum wurde erst nach 6 Stunden erreicht (Abb. 25).

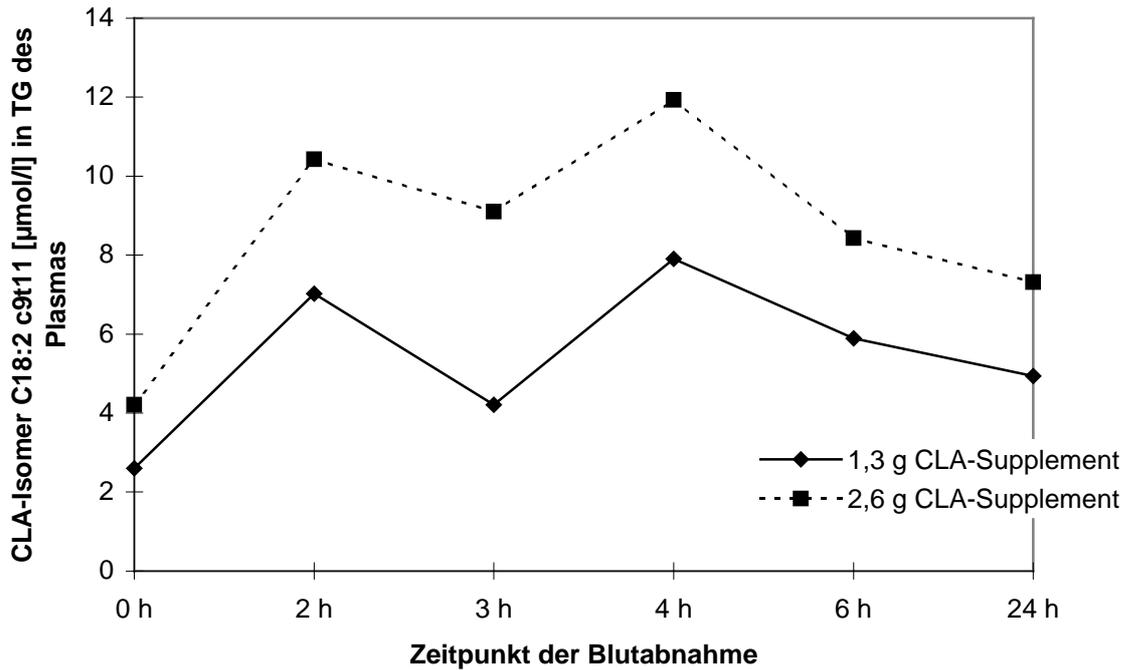
Wurde der zeitliche Verlauf betrachtet, war die absolute Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Chylomikronentriglyceriden nach der zweiten und dritten Stunde beim 2,6 g CLA-Supplement doppelt so hoch im Vergleich zur geringeren Dosierung des CLA-Supplements. Bis zur vierten Stunde stieg die absolute Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei der niedrigeren Dosierung des CLA-Supplements über das Doppelte auf  $> 12 \mu\text{mol/l}$  an und fiel bis zur sechsten Stunde unter den Ausgangswert auf  $3 \mu\text{mol/l}$  ab. Die absolute Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der höheren Dosierung des CLA-Supplements fiel nach der dritten Stunde ( $11 \mu\text{mol/l}$ ) bis zur sechsten Stunde kontinuierlich unter die Hälfte des Ausgangswertes ab ( $3 \mu\text{mol/l}$ ) (Abb. 26).

Wurde die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG der Chylomikronen angegeben, veränderten sich im 24-h-Verlauf mit 2,6 g CLA-Supplement die Werte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 kaum, im 24-h-Verlauf mit 1,3 g CLA-Supplement stieg der Wert von der dritten zur vierten Stunde auf das Doppelte d.h. auf 1,7 % FAME an und fiel dann bis zur sechsten Stunde wieder zum Ausgangswert auf 0,4 % FAME zurück (Abb. 27).

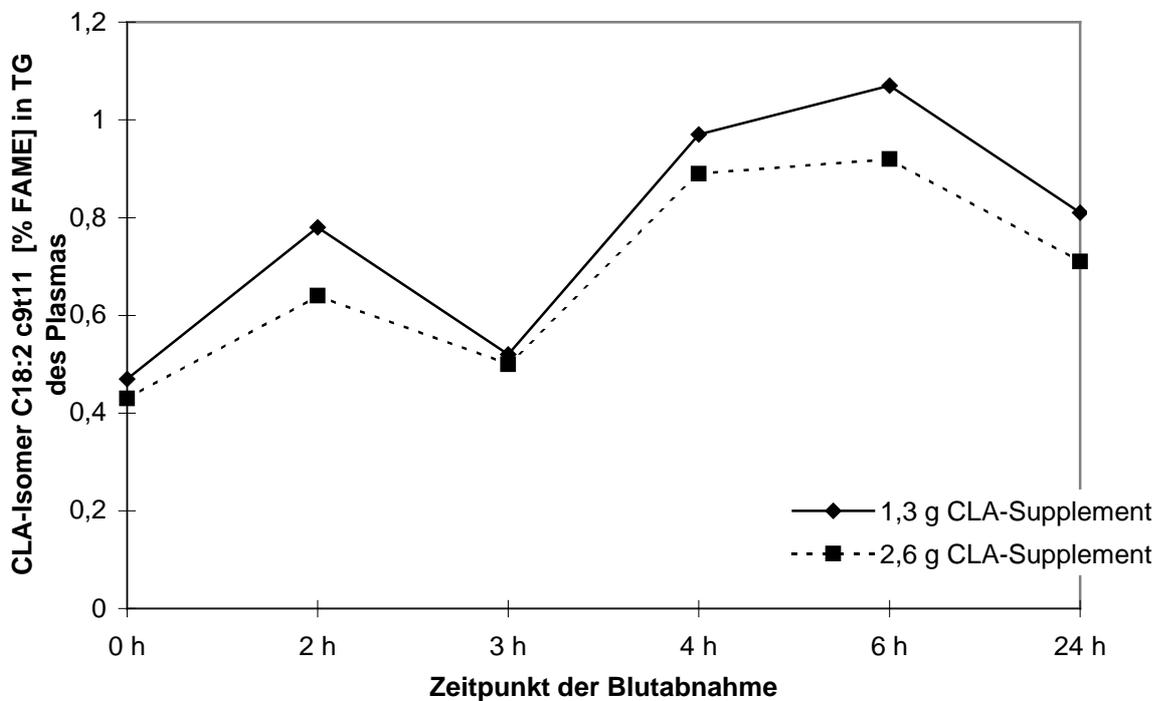
Beim zeitlichen Verlauf des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der VLDL wurde deutlich, daß sich die Peaks prozentual [% FAME] nur unwesentlich unterscheiden (Abb. 29). Dagegen waren absolut [ $\mu\text{mol/l}$ ] bei einer höheren Gabe des CLA-Supplements auch größeren Mengen in den TG der VLDL zu finden (Abb. 28). Wurde die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der VLDL absolut aufgetragen, erreichte der Versuch mit 1,3 g CLA-Supplement das Maximum ( $7 \mu\text{mol/l}$ ) nach vier Stunden, der Versuch mit 2,6 g CLA-Supplement erlangte das Maximum ( $12 \mu\text{mol/l}$ ) bereits nach drei Stunden (Abb. 28). Das Maximum (0,9-1,0 % FAME) wurde bei prozentualer Auftragung der beiden Durchläufe nach vier Stunden erreicht und fiel dann wieder auf den Ausgangswert (0,55 % FAME) zurück (Abb. 29).

Es war zu erwarten, daß das Maximum des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der LDL am spätesten zu sehen ist. Ein großer Peak der absoluten Konzentration des CLA-Isomers C18:2

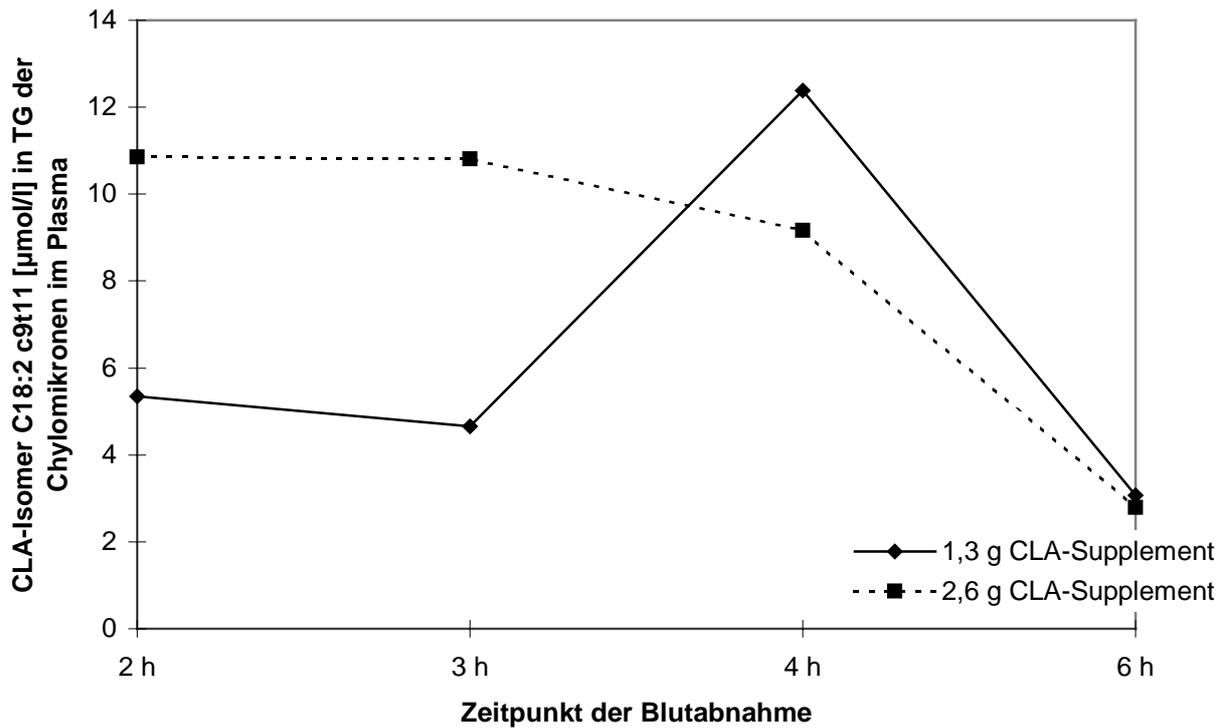
c9t11 wurde bei der höheren Dosierung (kleineren Dosierung) des CLA-Supplements nach der zweiten (vierten) und 24sten (24sten) Stunde gefunden (Abb. 30).



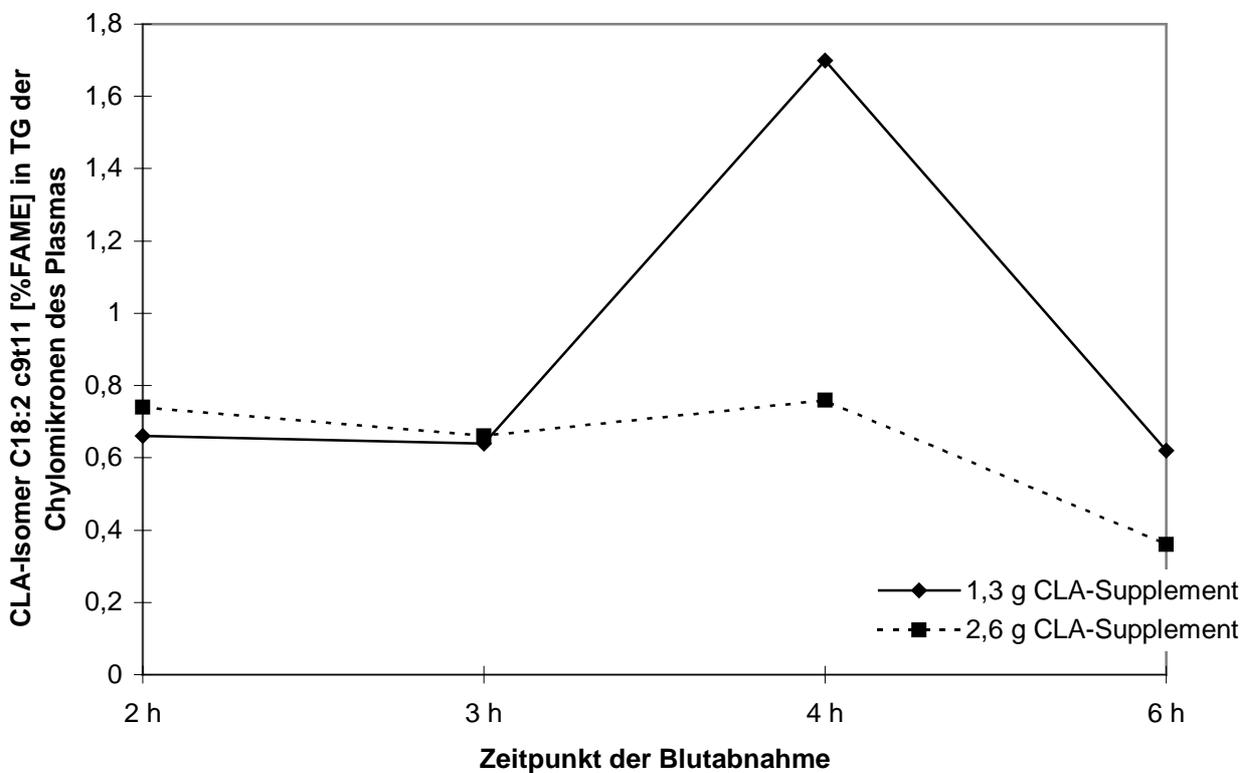
**Abb. 24:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [µmol/l] in den TG des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



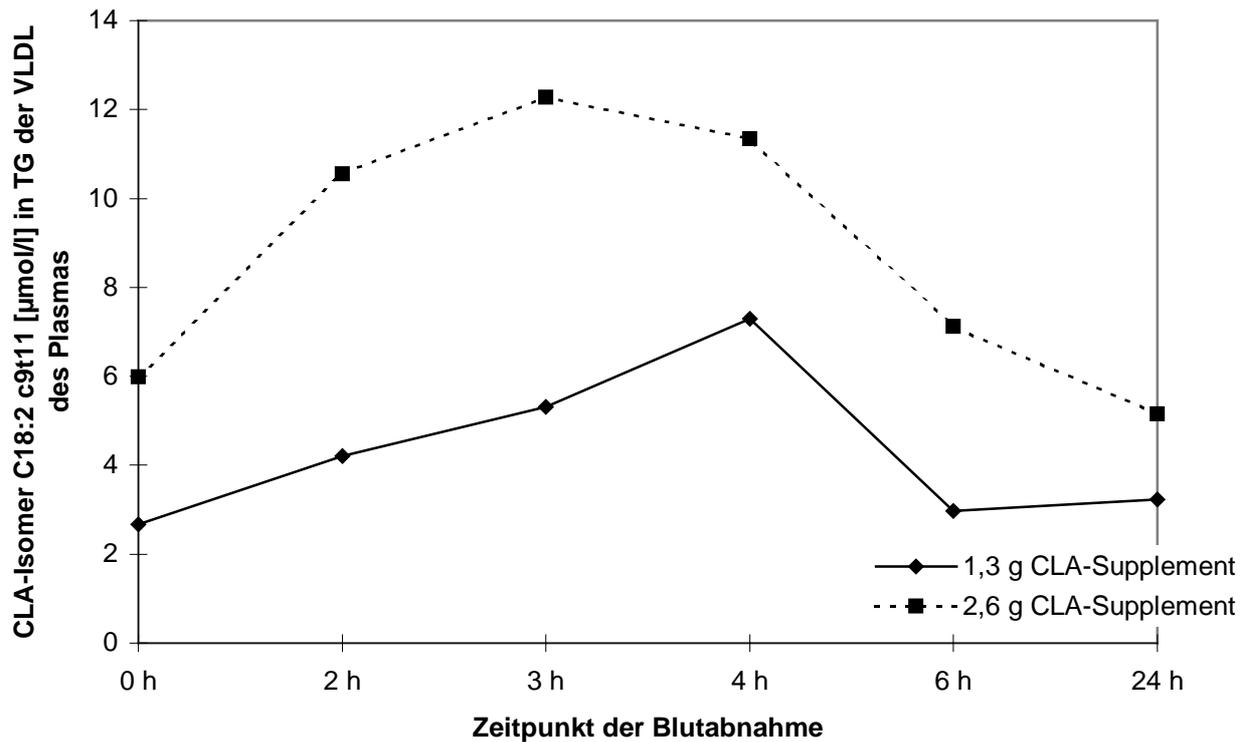
**Abb. 25:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



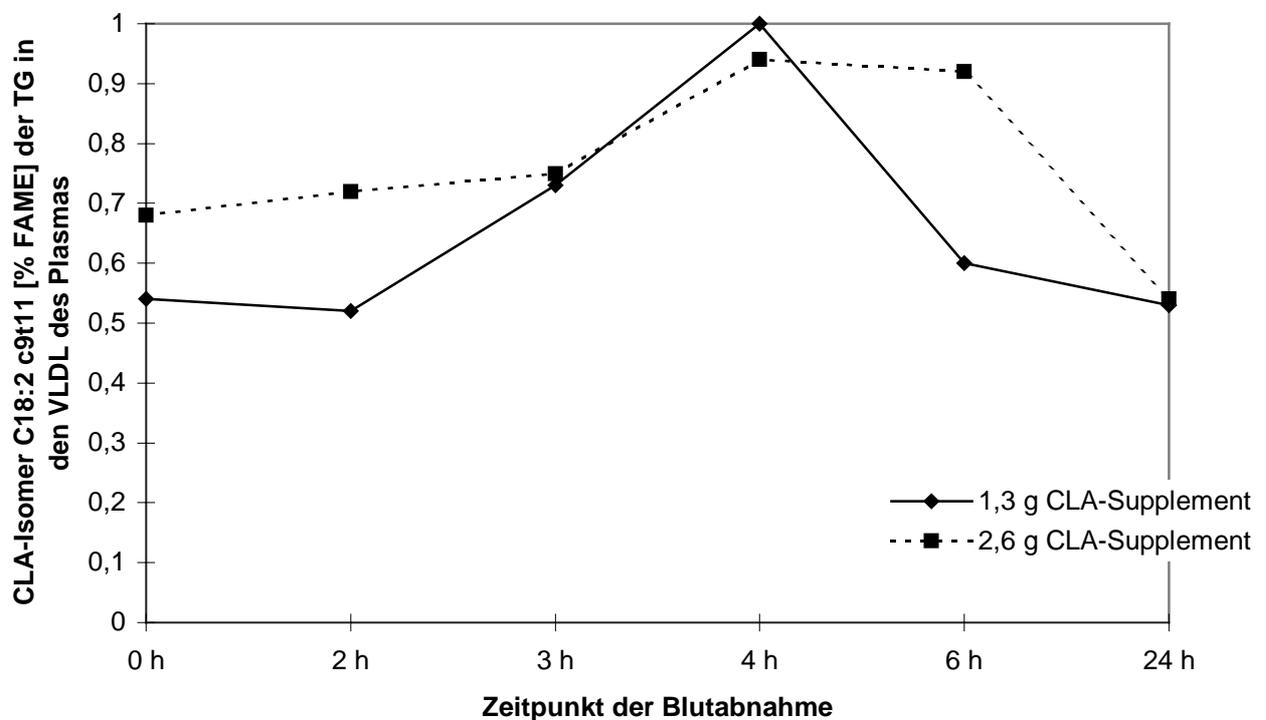
**Abb. 26:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den **TG der Chylomikronen** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4 und 6 h



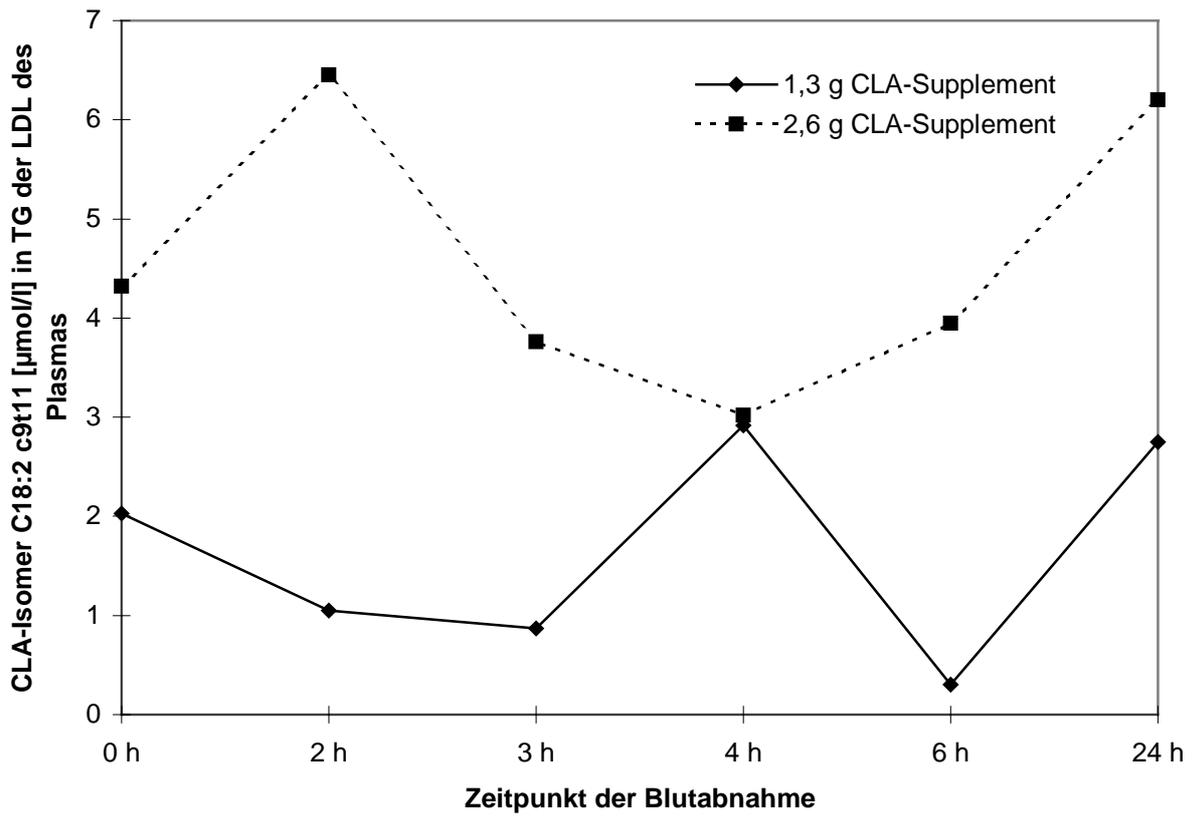
**Abb. 27:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den **TG der Chylomikronen** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4 und 6 h



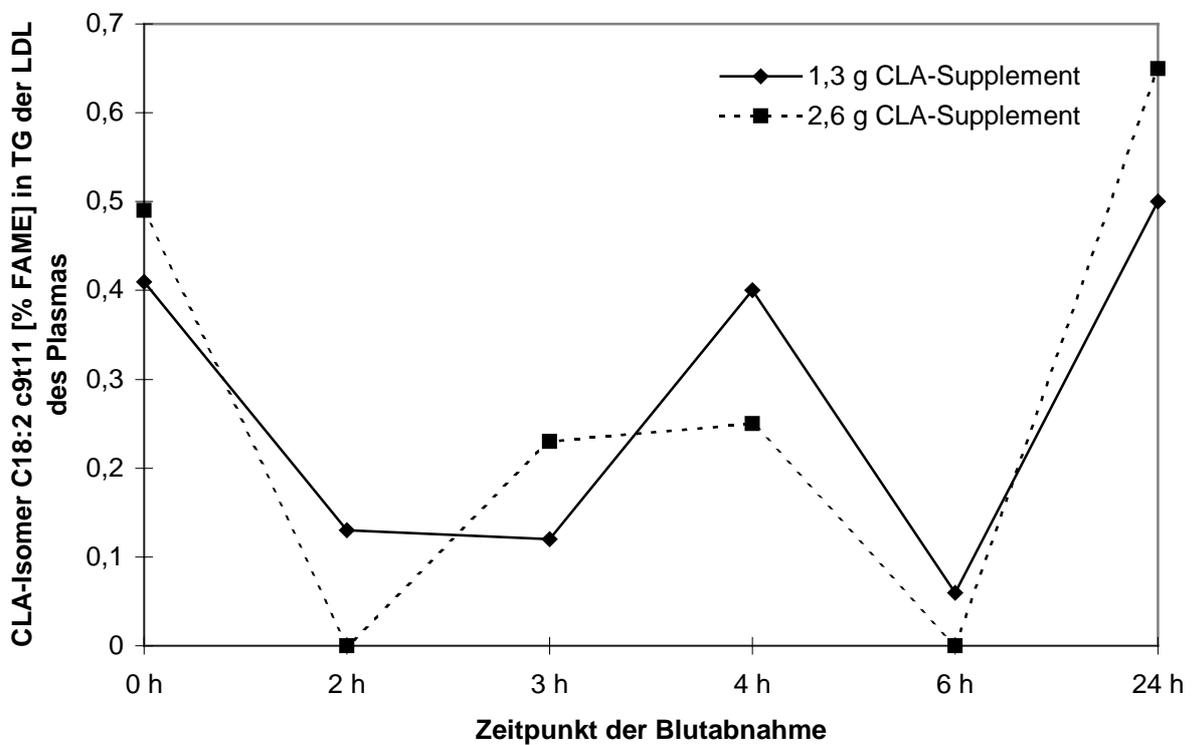
**Abb. 28:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den **TG der VLDL** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



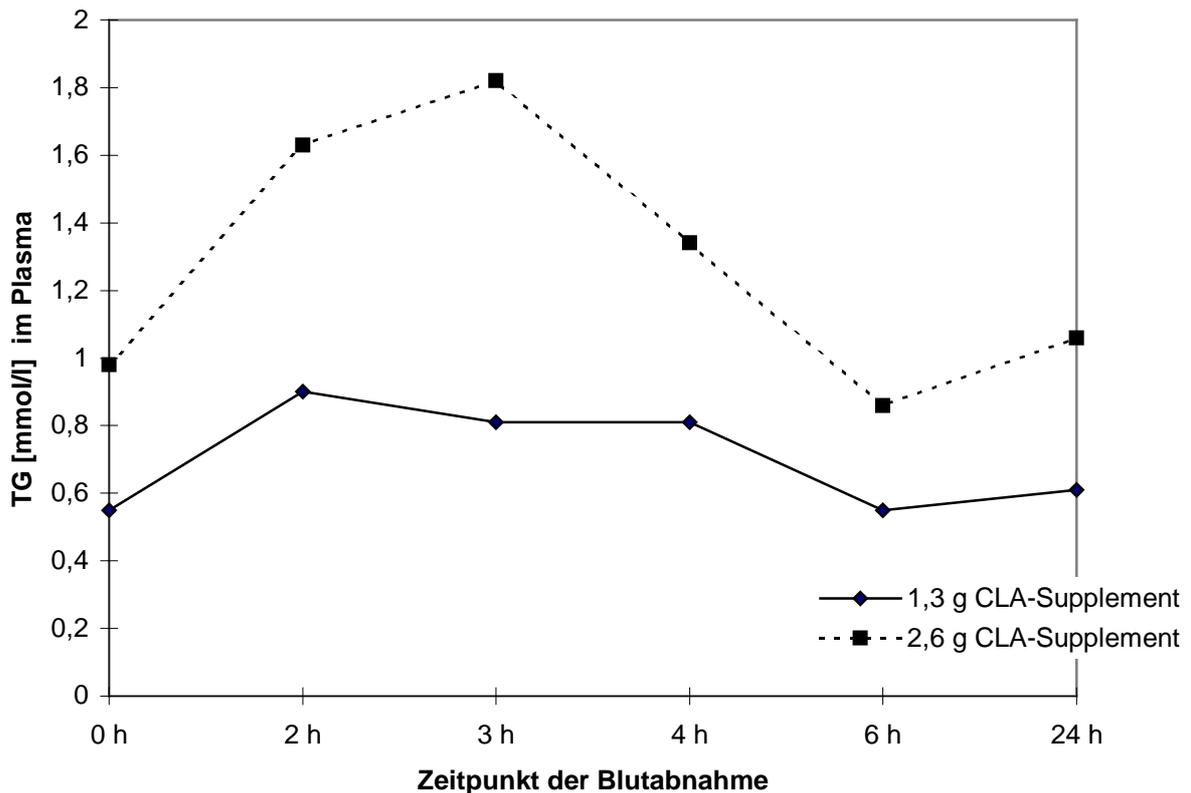
**Abb. 29:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den **TG der VLDL** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



**Abb. 30:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den **TG der LDL** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



**Abb. 31:** Reaktion des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den **TG der LDL** des Plasmas auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h



**Abb. 32:** Reaktion der TG [mmol/l] im Plasma auf das Testfrühstück mit 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement nach 2, 3, 4, 6 und 24 h

Bei dem Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in % der FAME in den TG der LDL wurde der größte Peak nach 24 h gefunden, allerdings wurde keine Messung mehr zwischen der sechsten und 24ten Stunde nach der Blutabnahme durchgeführt. Der %-Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME der TG in den LDL war für beide Dosierungen des CLA-Supplements während des 24-h-Verlaufs fast identisch (Abb. 31).

Die TG-Konzentration [mmol/l] im Plasma war im Versuch bei 2,6 g CLA-Supplement deutlich höher als mit 1,3 g CLA-Supplement (Abb. 32). Im Versuch mit 2,6 g CLA-Supplement war der Nüchternwert (1 mmol/l) höher als im Durchlauf mit 1,3 g CLA-Supplement (0,55 mmol/l). Bei 1,3 g CLA-Supplement wurde der maximale Anstieg der TG [mmol/l] im Plasma nach zwei Stunden erreicht und fiel nach sechs Stunden auf 0,5 mmol/l zurück. Im Versuch mit 2,6 g CLA-Supplement stieg die TG-Konzentration [mmol/l] um mehr als das Doppelte als im Versuch mit 1,3 g CLA-Supplement an und erreichte das Maximum (1,8 mmol/l) nach drei Stunden. Nach sechs Stunden fiel die TG-Konzentration im Plasma unter den Ausgangswert ab (0,8 mmol/l). Bei beiden Versuchen stieg während der freien Nahrungswahl die TG-Konzentration im Plasma [mmol/l] wieder leicht an.

Rohdaten zur Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und andere Fettsäuren in den TG, TG der Chylomikronen, TG der VLDL und TG der LDL sind im Anhang (Tab. A17 bis A20 ) nachzulesen.

### **3.5 Intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen PL und TG**

Bei vier Messungen einer Person im Abstand von einem Monat schwankte der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG des Plasmas deutlicher als in den PL des Plasmas (Abb. 33, Abb. 34).

Die Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den PL der Personen 1 bis 4 zeigten beinahe konstante Werte. Bei Person 5 wich die 3. Messung stark von den anderen drei Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] ab. Der Schwankungsbereich der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL der Person 6 war etwas größer als bei den ersten vier Personen (Abb. 33). Die vier PL-Konzentrationen waren bei allen Personen nahezu konstant (Abb. 35).

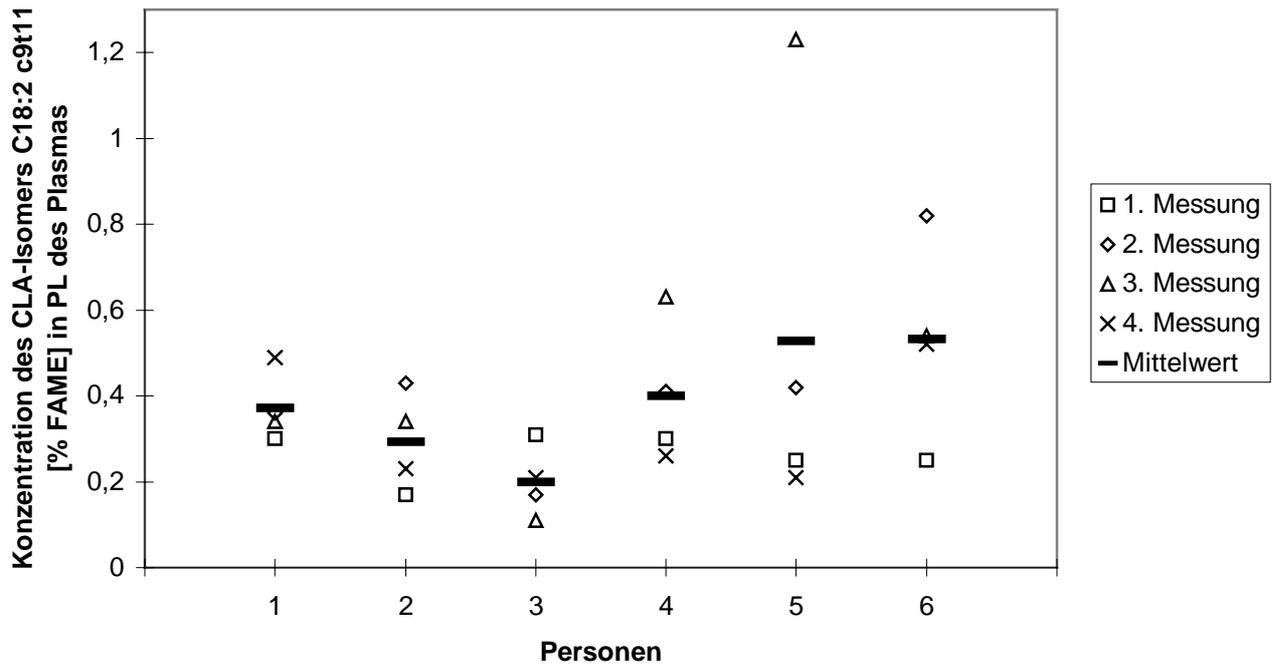
Bei den Personen 2 bis 6 schwankten 4 Messungen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG des Plasmas ähnlich breit, bei Person 1 ergaben sich nahezu konstante Werte (Abb. 34).

Die Schwankungsbreite der vier Messungen der TG [mmol/l] im Plasma war bei Person 1, 4 und 6 ähnlich ausgeprägt, die von Person 3 und 5 war vergleichsweise geringer und die vier TG-Werte [mmol/l] von Person 2 waren nahezu konstant (Abb. 36).

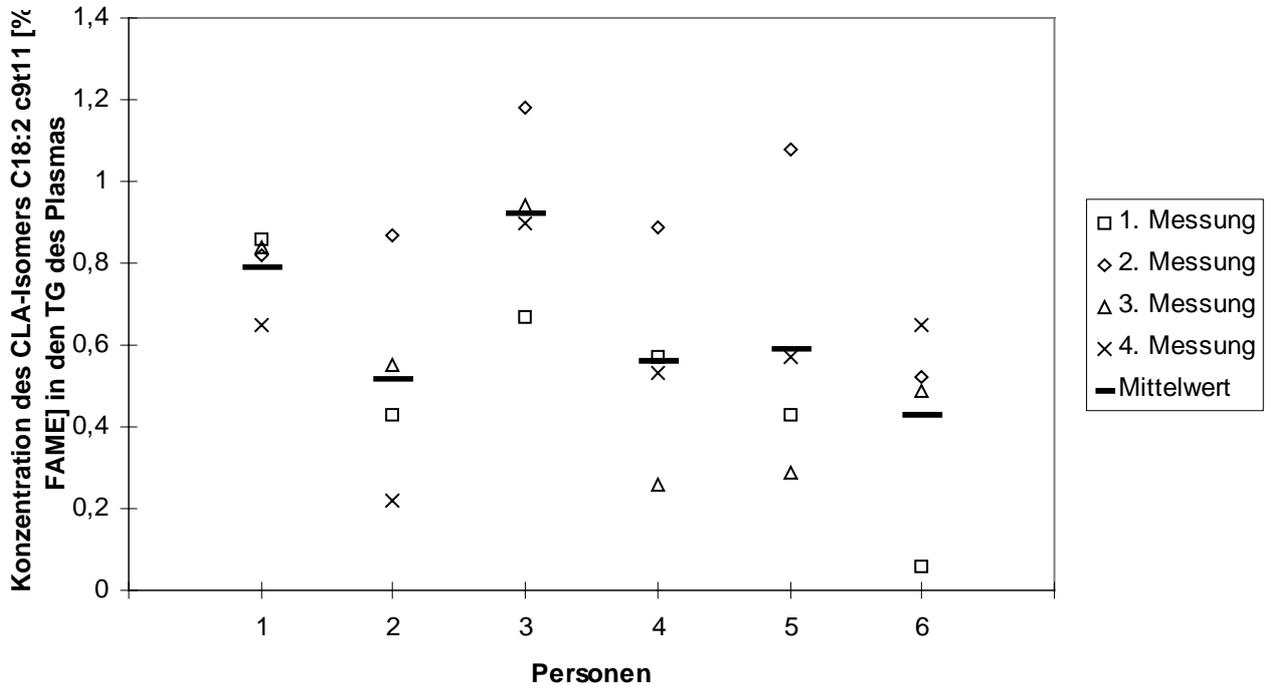
Die vorgestellten Daten sind neben den absoluten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 im Anhang zu finden (Tab. A21 - Tab. A26). Da die absoluten Konzentrationen keine wesentlichen Unterschiede zu den relativen Angaben zeigten, wurden sie nicht dargestellt.

Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [%FAME] in den PL des Plasmas erstreckte sich von 0,20 % der FAME bei Person 3 bis 0,53 % der FAME bei Person 5 und 6. Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL der Gruppe lag bei 0,39 % der FAME. Der niedrigste intraindividuelle Variationskoeffizient war bei Person 1 mit 21,48 %, der höchste mit 90,45 % bei Person 5 zu finden, durchschnittlich lag er bei 46,45 % (Tab. 55). Der Unterschied der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 innerhalb der Person (intraindividuell) war nicht signifikant ( $p=0,206$ ), dagegen wurde ein signifikanter Unterschied ( $p=0,001$ ) zwischen den Personen (interindividuell) festgestellt.

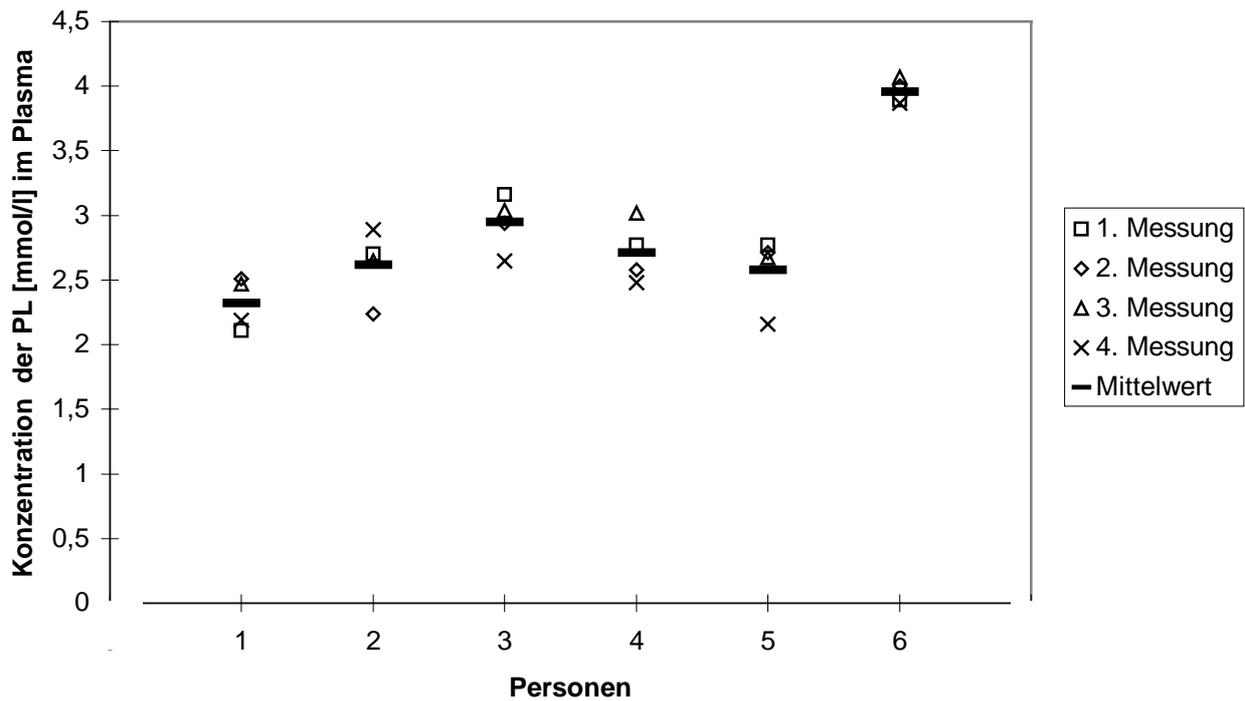
Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG reichte von 0,43 % der FAME bei Person 6 bis 0,92 % der FAME bei Person 3. Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG lag im Durchschnitt bei 0,64 % der FAME. Der intraindividuelle Variationskoeffizient des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG [% FAME] reichte von 12,66 % bei Person 1 bis 59,60 % bei Person 6, im Durchschnitt lag er bei 41,82 % (Tab. 55). Eine Variationsanalyse mit Meßwiederholung ergab, daß der Unterschied innerhalb der Person und zwischen den Personen signifikant ( $p=0,016$ ,  $p<0,0001$ ) war.



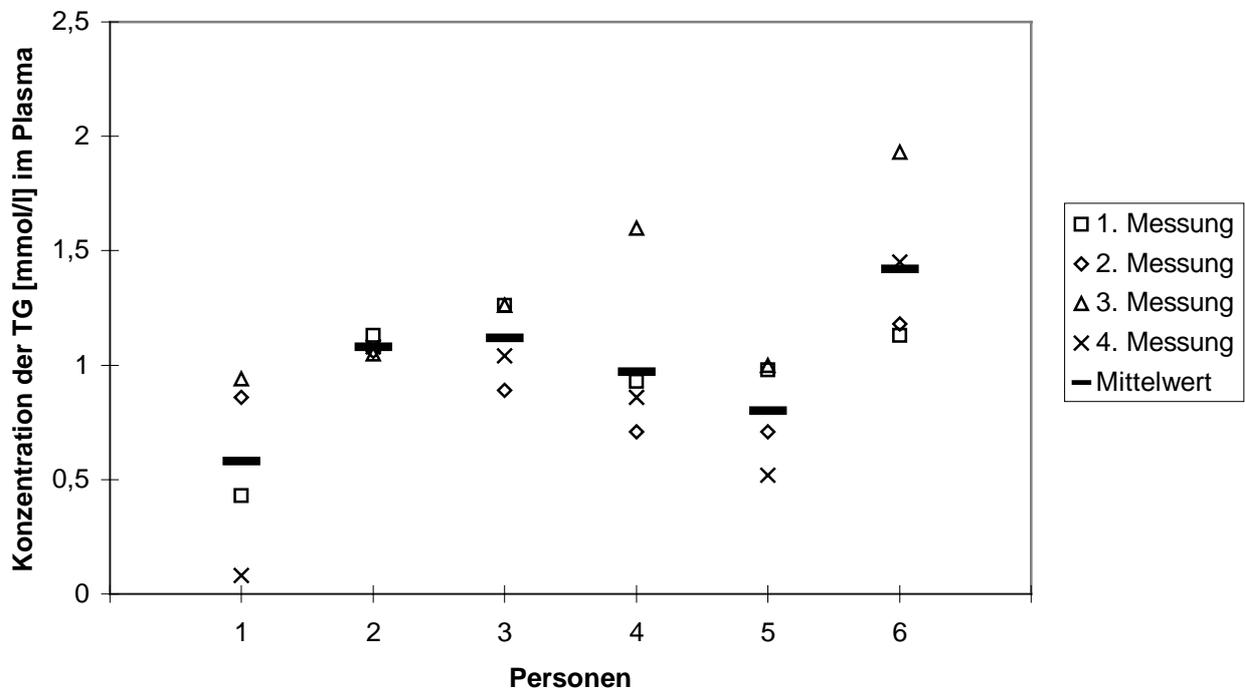
**Abb. 33:** Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den **PL** des Nüchtern-Plasmas der 6 Personen der vier Messungen im Abstand von einem Monat und der berechnete Mittelwert aller Messungen einer Person



**Abb. 34:** Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den **TG** des Nüchtern-Plasmas der 6 Personen der vier Messungen im Abstand von einem Monat und der berechnete Mittelwert aller Messungen einer Person



**Abb. 35:** PL-Konzentrationen [mmol/l] im Plasma der 6 Personen zum Zeitpunkt der vier Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von einem Monat und der Mittelwert der PL-Konzentrationen [mmol/l] einer Person



**Abb. 36:** TG-Konzentrationen [mmol/l] im Plasma der 6 Personen zum Zeitpunkt der vier Nüchtern-Blutabnahmen im Abstand von einem Monat und der Mittelwert der TG-Konzentrationen [mmol/l] einer Person

**Tab. 55:** Mittlere Konzentration (Mean±SD) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den Plasmalipidfraktionen PL und TG der 6 untersuchten Personen mit Angabe des intraindividuellen Variationskoeffizienten (CV%)

Person	Geschlecht	CLA-Isomer C18:2 c9t11 in PL [%FAME]		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in TG [%FAME]	
		Mean±SD	CV(%)	Mean±SD	CV(%)
1	w	0,37±0,08	21,5	0,79±0,10	12,7
2	m	0,29±0,12	39,5	0,52±0,27	52,5
3	m	0,20±0,01	42,0	0,92±0,04	22,6
4	m	0,40±0,03	41,5	0,56±0,06	45,9
5	m	0,53±0,23	90,5	0,59±0,12	58,1
6	w	0,53±0,05	43,7	0,43±0,06	59,6
Gruppe Mean±SD		0,39±0,09	46,5±9,4	0,64±0,11	41,9±8,0

Bei den Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den PL war der intraindividuelle Unterschied nicht signifikant ( $p=0,172$ ), der interindividuelle Unterschied dagegen signifikant ( $p=0,004$ ). Der niedrigste und höchste mittlere Wert des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] wurde, wie bei der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den PL, durch die Personen 3 und 5 gestellt. Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL lag bei 7,73  $\mu\text{mol/l}$ . Der intraindividuelle Variationskoeffizient erstreckte sich von 21,08 % durch Person 1 bis 92,87 % durch Person 5; durchschnittlich lag der intraindividuelle Variationskoeffizient der ganzen Gruppe bei 47,76 % (Tab. 56).

**Tab. 56:** Mittlere Konzentration (Mean±SD) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den Plasmalipidfraktionen TG und PL der 6 untersuchten Personen mit Angabe des intraindividuellen Variationskoeffizienten (CV%)

Person	Geschlecht	CLA-Isomer C18:2 c9t11 in PL [ $\mu\text{mol/l}$ ]		CLA-Isomer C18:2 c9t11 in TG [ $\mu\text{mol/l}$ ]	
		Mean±SD	CV(%)	Mean±SD	CV(%)
1	w	5,86±1,24	21,08	4,31±3,02	70,71
2	m	5,08±1,56	30,93	5,00±2,56	50,98
3	m	4,03±1,88	46,35	9,03±1,53	14,65
4	m	7,54±3,75	50,07	4,44±1,06	23,85
5	m	9,47±8,78	92,87	4,00±2,01	50,44
6	w	14,39±6,43	44,67	5,78±3,73	64,37
Gruppe Mean±SD		7,73±3,94	47,76±10,08	5,43±2,32	45,83±9,07

Ähnliches zeigte die Variationsanalyse mit Meßwiederholung der absoluten Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in den TG des Plasmas. Der intraindividuelle Unterschied der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war nicht signifikant ( $p=0,098$ ), interindividuell dagegen signifikant ( $p=0,001$ ). Der intraindividuelle Variationskoeffizient reichte von 14,65 % bis 70,71 % und lag durchschnittlich bei 45,83 %. Der niedrigste Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG wurde mit 4,00  $\mu\text{mol/l}$  durch Person 5 angezeigt, der höchste mit 9,03  $\mu\text{mol/l}$  durch

Person 3. Die ganze Gruppe hatte im Mittel eine Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG des Plasmas von 5,43  $\mu\text{mol/l}$  (Tab. 56).

Ein Vergleich der intra- und interindividuellen Variationskoeffizienten ergab, daß die intraindividuelle Variation bei fast allen Fettsäuren in den Plasmalipidfraktionen PL und TG größer war als die interindividuelle Variation. Dies wurde durch den Koeffizient aus der intra- und interindividuellen Variation dargestellt (Tab. 57). Nur vereinzelt wurde ein Koeffizient kleiner als 1 beobachtet (C20:3  $\omega$ 6 in TG, C18:2  $\omega$ 6 und C22:4  $\omega$ 6 in PL). Der Koeffizient aus der intra- und interindividuellen Variation ist beim Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (% FAME) in den Plasmalipidfraktionen PL und TG fast identisch, im Gegensatz zu den anderen Fettsäuren.

**Tab. 57:** Mittelwert [% FAME], intra- und interindividuellen Variationskoeffizient (CV%) sowie das Verhältnis aus intra- und interindividuellen Variationskoeffizienten der Konzentration verschiedener Fettsäuren (FS) in den Plasmalipidfraktionen PL und TG

FS (% FAME)	Variationskoeffizient %							
	Mean $\pm$ SD	PL			TG			
		Intra	inter	intra/inter	Mean $\pm$ SD	intra	inter	intra/inter
C18:2 c9t11	0,4 $\pm$ 0,1	46,45	33,67	1,38	0,6 $\pm$ 0,1	41,82	31,22	1,34
C16:0	29,0 $\pm$ 1,6	6,24	5,56	1,12	29,3 $\pm$ 2,2	9,39	7,51	1,25
C16:1	0,8 $\pm$ 0,2	27,02	19,26	1,40	3,6 $\pm$ 0,5	21,68	12,79	1,70
C18:0	13,9 $\pm$ 1,7	14,08	12,46	1,13	7,0 $\pm$ 1,20	32,85	17,14	1,92
C18:1	11,3 $\pm$ 1,2	22,62	10,25	2,21	34,0 $\pm$ 4,6	15,12	13,53	1,12
C18:2	21,8 $\pm$ 1,2	8,32	10,73	0,76	15,7 $\pm$ 2,6	25,15	16,61	1,51
C18:3 $\omega$ 3	0,4 $\pm$ 0,12	67,79	30,06	2,25	1,0 $\pm$ 0,1	52,03	12,58	4,14
C20:3 $\omega$ 6	3,0 $\pm$ 0,4	15,74	15,10	1,04	0,5 $\pm$ 0,3	54,42	67,47	0,81
C20:4 $\omega$ 6	9,9 $\pm$ 1,0	11,18	10,23	1,09	2,1 $\pm$ 1,4	70,39	64,83	1,09
C20:5 $\omega$ 3	1,1 $\pm$ 0,3	34,16	27,52	1,24	0,5 $\pm$ 0,1	55,21	21,6	2,56
C22:4 $\omega$ 6	0,6 $\pm$ 0,3	44,61	55,34	0,81	0,2 $\pm$ 0,1	108,1	62,49	1,73
C22:6 $\omega$ 3	4,7 $\pm$ 0,7	21,52	14,71	1,46	1,3 $\pm$ 0,3	80,06	26,55	3,02

Intra = intraindividuell (innerhalb einer Person), inter = interindividuell (zwischen den Personen), FS = Fettsäure

## 4. Diskussion

### 4.1 Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei bayerischen Erwachsenen

#### 4.1.1 Studienkollektiv

Das bayerische Studienkollektiv wurde aus dem repräsentativen Kollektiv der NVS ausgewählt. Da in der jüngeren Altersgruppe (19-24 Jahre) alle Personen aus diesem Erhebungsgebiet teilnahmen und von der älteren Altersgruppe (25-49 Jahre) per Zufall ein Drittel der Personen ausgewählt wurde, wird angenommen, daß das ausgewählte bayerische Teilkollektiv hinreichend repräsentativ ist. Ein Hinweis darauf gibt der Vergleich der vorliegenden Ergebnisse zur Energie- und der Nährstoffzufuhr mit denen der NVS (Adolf et al., 1995) sowie der VERA-Studie (Heseker et al., 1994) innerhalb derselben Altersgruppen und Regionen (Tab. 58).

**Tab. 58:** Vergleich der mittleren Zufuhr der Energie und Nährstoffe des bayerischen Teilkollektivs der NVS mit den Ergebnissen der VERA Region Süd (Bayern, Baden-Württemberg) und der NVS Region 11 und 16 (Darmstadt, Unter-, Mittel- und Oberfranken) modifiziert nach Linseisen et al. (1997)

	Frauen				Männer			
	bayeri- sches Teilkol- lektiv	VERA Süd 18->64 Jahre	NVS 11/16* 18-34 Jahre	NVS 11/16* 35-54 Jahre	bayeri- sches Teilkol- lektiv	VERA Süd 18->64 Jahre	NVS 11/16* 18-34 Jahre	NVS 11/16* 35-54 Jahre
Energie (kcal/d)	2237	2152	2111	2074	2969	2904	2831	2713
Eiweiß (g/d)	71	72,2	69,9	70,9	94	91,9	93,1	90,5
Fett (g/d)	110	92,5	89,7	89,8	144	118,5	116,8	115,1
KH (g/d)	202	216	207	198	226	280	279	248

\* = Erhebungsgebiete

Aus dem Vergleich resultierte eine gute Übereinstimmung der Energie- und Nährstoffzufuhr. Die etwas höhere Energiezufuhr des bayerischen Teilkollektivs, verursacht durch die höhere Fettzufuhr, wird vor allem mit den verschiedenen verwendeten Datenbanken erklärt (Linseisen und Wolfram, 1997). In der vorliegenden Studie wurde für die Berechnung der 7-d-EP die Datenbank Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) (unter der Software Prodi 3+, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart) verwendet, welche nach Linseisen und Wolfram (1997) die Fettzufuhr überschätzt. Allerdings stellt diese Version der Software Prodi 3+ das einzige Programm dar, in dem es möglich ist neue Inhaltsstoffe, wie in diesem Fall das CLA-Isomers C18:2 c9t11 und die trans-Fettsäuren, den Lebensmitteln in dieser Datenbank hinzuzufügen. Aufgrund dieser Tatsache wurde der Nachteil der Überschätzung der Fettzufuhr akzeptiert.

#### 4.1.2 Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der trans-Fettsäuren

Frauen führten im Mittel 400 mg/d des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zu, Männer 512 mg/d. In einer anderen Untersuchung des gesamten Kollektivs der NVS konnte bestätigt werden, daß die mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei Frauen bei 350 mg/d und bei Männern bei 430 mg/d lag (Fritsche und Steinhart, 1998). Festgestellt wurde eine relativ gute Übereinstimmung der vorliegenden Ergebnisse mit denen aus der gesamten NVS-Population. Die Unterschiede wurden auf die Auswertungsmethoden zurückgeführt. In dem bayerischen Teilkollektiv der NVS wurden die 7-d-EP einzeln kodiert und ausgewertet. Speisen, deren Rezepturkomponenten das CLA-Isomer C18:2 c9t11 enthalten, wurden entsprechend den Rezepturen als Einzellebensmittel eingegeben. Im Gegensatz dazu wurde in der Untersuchung von Fritsche und Steinhart (1998) die durchschnittliche Fett-Zufuhr aus den Lebensmittelgruppen „Milch und Milchprodukte“, „Fleisch und Fleischprodukte“, „Fisch“, „Margarine“, „Bratfett und gebratene Lebensmittel“, „Kuchen und Gebäck“ bzw. „Schokolade und Süßigkeiten“ anhand der NVS-Daten ermittelt. Nach Analyse des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bestimmter Lebensmittel aus diesen Lebensmittelgruppen konnten die Autoren die durchschnittliche Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus bestimmten Lebensmittelgruppen für Frauen und Männern berechnen; Angaben auf Individualebene schließt diese Vorgehensweise aus.

**Tab. 59:** Vergleich der mittleren Linolsäure-Zufuhr des bayerischen Teilkollektivs der NVS mit den Ergebnissen der VERA Region Süd (Bayern, Baden-Württemberg) und der NVS Region 11 und 16 (Darmstadt, Unter-, Mittel- und Oberfranken)

Linolsäure g/d	Frauen				Männer			
	bayeri- sches Teilkol- lektiv	VERA Süd 18->64 Jahre	NVS 11/16* 18-34 Jahre	NVS 11/16* 35-54 Jahre	bayeri- sches Teilkol- lektiv	VERA Süd 18->64 Jahre	NVS 11/16* 18-34 Jahre	NVS 11/16* 35-54 Jahre
Mittelwert	9,6	9,6	9,4	9,2	10,6	11,7	11,5	11,1
2,5 Perzentile	2,9	4,4	4,0	3,3	3,0	5,3	5,0	5,3
97,5 Perzentile	17,0	21,4	19,6	19,9	22,9	24,7	26,6	21,7

\* = Erhebungsgebiete

Da keine Daten zum Vergleich der Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 anderer Kollektive vorliegen, wurden die Zufuhrbereiche anderer Fettsäuren wie Linolsäure und die trans-Fettsäure C18:2 i (c9t12+t9c12+t9t12) betrachtet. Die Schwankungsbreite der Zufuhr der Linolsäure reichte bei Frauen in dem bayerischen Teilkollektiv der NVS von 2,9 bis 17,0 g/d, bei Männern dagegen von 3,0 bis 22,9 g/d. Beim Vergleich dieser Ergebnisse mit der Zufuhr von Linolsäure aus der VERA Region Süd (Heseker et al., 1994) und NVS Erhebungsgebiet 11/16

(Adolf et al., 1995) ergab sich bei Frauen und Männern eine gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von NVS und VERA (Tab. 59).

Die Schwankungsbreite der Zufuhr der trans-Fettsäure C18:2 i (c9t12+t9c12+t9t12) reichte bei den Frauen des bayerischen Teilkollektivs der NVS von 0,05 bis 0,59 g/d, bei den Männern von 0,06 bis 0,75 g/d. Dabei handelte es sich um einen großen Schwankungsbereich, der um das 10 fache des minimalen Wertes ansteigt. Ein ähnlich großer Schwankungsbereich lag für die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei Frauen und Männern vor. Es zeigte sich, daß die Schwankungsbreite der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 mit den Ergebnissen anderer minorer geometrischer Isomere der Linolsäure vergleichbar ist.

In der TRANSFAIR-Study wurde die Zufuhr von trans-Fettsäuren in 14 verschiedenen europäischen Ländern, unter anderem in Deutschland beschrieben (Hulshof et al., 1999) (Tab. 60). In den USA wurde die Zufuhr der trans-Fettsäuren anhand von Daten der Continuing Survey of Food Intakes by Individuals (CSFII) des US-Departments of Agriculture (1989-1991) bestimmt (Allison et al., 1999; Tab. 60).

**Tab. 60:** Vergleich der Zufuhresulte von Gesamt-Fett [g/d], Gesamt-trans-Fettsäuren [g/d], C16:1 t [g/d], C18:1 t [g/d] und C18:2 i [g/d] der TRANSFAIR-Study Deutschland (881 Frauen und 794 Männer), des bayerischen Teilkollektivs der NVS und der Continuing Survey of Food Intake by Individuals (CSFII) des US Department of Agriculture (2787 Frauen und 2076 Männer)

	TRANSFAIR Study Deutschland		Bayerisches Teilkollektiv der NVS		CSFII	
	Frauen	Männer	Frauen	Männer	Frauen	Männer
<b>Gesamt-Fett [g/d]</b>						
Mean±SD	96,2±29,9	121,2±37,8	110±32	144±42	60,8±0,85*	91,0±1,71*
10. Perzentile	64,4	82,5	71,0	89,0	29,8	47,3
90. Perzentile	131,1	166,4	145,4	189,1	94,9	144,3
<b>Gesamt-trans-Fettsäuren [g/d]</b>						
Mean±SD	1,9±0,9	2,4±0,7	1,9±0,8	2,5±1,1	4,6±0,10*	6,6±0,16*
10. Perzentile	1,2	1,4	0,9	1,2	1,6	2,4
90. Perzentile	2,9	3,6	3,2	4,1	8,0	11,6
<b>C18:1 t [g/d]</b>						
Mean±SD	1,07±0,40	1,35±0,52	1,34±0,60	1,63±0,63	4,0±0,09*	5,7±0,14*
10. Perzentile	0,63	0,79	0,71	0,91	1,3	2,0
90. Perzentile	1,58	1,97	2,36	2,49	7,0	10,2
<b>C16:1 t [g/d]</b>						
Mean±SD	0,36±0,16	0,29±0,13	0,22±0,11	0,28±0,13	0,1±0,01*	0,1±0,01*
10. Perzentile	0,17	0,13	0,11	0,14	0,1	0,1
90. Perzentile	0,55	0,45	0,38	0,45	0,1	0,1
<b>C18:2 i [g/d]</b>						
Mean±SD	0,34±0,12	0,28±0,10	0,21±0,11	0,25±0,12	0,6±0,01*	0,9±0,02*
10. Perzentile	0,20	0,17	0,08	0,10	0,2	0,4
90. Perzentile	0,49	0,40	0,36	0,39	1,0	1,5

\* = Mean±SE

Der Vergleich deutscher Ergebnisse der TRANSFAIR Study mit dem bayerischen Teilkollektiv der NVS ergab eine sehr gute Übereinstimmung der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr bei Frauen und Männern für den Mittelwert und den Schwankungsbereich (Vergleich 10. und 90. Perzentile) (Tab.

60). Die Mittelwerte beider Kollektive sind nahezu identisch. Die mittlere Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr wurde im europäischen Vergleich betrachtet. Es konnte festgestellt werden, daß die Zufuhr in Deutschland eher im unteren Bereich liegt (Hulshoff et al., 1999). Die griechische Bevölkerung nahm im Mittel 1,2/1,7 g/d (Männer/Frauen) Gesamt-trans-Fettsäuren auf, Holländer dagegen 4,8/3,8 g/d und Isländer 6,7/3,8 g/d. Im Vergleich zu den Daten aus den USA war die Fett-Zufuhr geringer als in Deutschland, dagegen lag die Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr in den USA entscheidend höher. Ausschlaggebend war in diesem Zusammenhang die Zufuhr der Elaidinsäure. In der TRANSFAIR-Study und in der CSFII wurden keine CLA berechnet, so daß ausschließlich der Vergleich mit anderen trans-Fettsäuren möglich war.

Der Mittelwert der wichtigsten trans-Fettsäure C18:1 t war bei Männern und Frauen in der TRANSFAIR-Study niedriger als im bayerischen Teilkollektiv der NVS. Es wurde vermutet, daß die Zufuhr der Elaidinsäure in der deutschen TRANSFAIR-Study zu niedrig ist, da die Zufuhresultate von 18 Studentinnen gut mit den Ergebnissen des bayerischen Teilkollektivs übereinstimmen, obwohl die Gesamt-Fett-Zufuhr bei diesen 18 Studentinnen niedriger lag ( $94,4 \pm 18,1$  g/d) (Linseisen et al., 1996) als in den vorliegenden Ergebnissen. Die 10. Perzentile der Zufuhr der Elaidinsäure war bei beiden Kollektiven ähnlich, nur die Zufuhr in der 90. Perzentile lag im bayerischen Teilkollektiv der NVS deutlich höher. Bei den Männern und Frauen der CSFII in den USA lag die mittlere Zufuhr und der obere Extremwert um das 3fache höher als im bayerischen Teilkollektiv der NVS. Die mittlere Zufuhr in den USA lag höher als bei Isländern, die die höchste Gesamt-Trans-Fettsäuren-Zufuhr in Europa haben (Hulshoff et al., 1999). Beim Vergleich vorliegender Ergebnisse mit denen der Seven Countries Study wurde festgestellt, daß in einem mediterranen Land wie z.B. Griechenland eine geringere Zufuhr vorlag (Korfu: 0,2 g, Kreta: 0,4 g). In Finnland wurde im Durchschnitt deutlich mehr aufgenommen (Osten: 4,9 g, Westen: 3,6 g) (Kromhout et al., 1995).

Der Mittelwert und die Schwankungsbreite der Zufuhr der trans-Fettsäure C16:1 t stimmten bei den Männern sehr gut überein, bei den Frauen lag dagegen der Mittelwert der deutschen TRANSFAIR Study etwas höher als in dem bayerischen Teilkollektiv. Der Schwankungsbereich der Zufuhr der C16:1 t war folglich in der deutschen TRANSFAIR-Study größer. Die Zufuhr in den USA war deutlich geringer als in Bayern.

Die mittlere Zufuhr und der Schwankungsbereich der geometrischen trans-Isomeren c9t12, t9c12, t9t12 der Linolsäure stimmten bei den Männern mit der deutschen TRANSFAIR-Study gut überein, hingegen lag die mittlere Zufuhr und die Schwankungsbreite bei den Frauen um einiges höher als bei den Frauen des bayerischen Teilkollektivs der NVS. In den USA lag die Zufuhr deutlich höher als in Bayern bzw. in der deutschen TRANSFAIR-Study.

#### 4.1.3 Beitrag einzelner Lebensmittelgruppen zur Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in der vorliegenden Studie erfolgte hauptsächlich durch die Lebensmittelgruppen „Fleisch und Geflügel“, „Wurst und Fleischprodukte“, „Butter“ und „Milch, Milchprodukte und Käse“. Wie bereits erwähnt, errechneten Fritsche und Steinhart (1998) anhand einer Untersuchung der NVS, welchen prozentualen Anteil Lebensmittelgruppen zur gesamten Zufuhr des CLA-Isomer C18:2 c9t11 beitragen (Tab. 61).

**Tab. 61:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], %-Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der gesamten Zufuhr und Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] beim bayerischen Teilkollektiv der NVS und bei der gesamten NVS (Fritsche und Steinhart, 1997 und 1998) aus Lebensmittelgruppen bei **Frauen**

	Bayerisches Teilkollektiv der NVS n=63			NVS n=12308		
	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	% der gesamten Zufuhr des CLA- Isomers C18:2 c9t11	gesamt- trans- Fettsäuren [mg/d] *	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	% der gesamten Zufuhr des CLA- Isomers C18:2 c9t11	gesamt- trans- Fettsäuren [mg/d] *
Milch	24	6	110	-	-	-
Milch- produkte	38	9,5	190	-	-	-
Käse	50	12,5	281	-	-	-
Butter	178	44,5	778	-	-	-
<i>Summe M</i>	<i>290</i>	<i>72,5</i>	<i>1249</i>	<i>240</i>	<i>68,6</i>	<i>900</i>
Fleisch, Geflügel	27	6,75	76	-	-	-
Wurst, Fleisch- produkte	74	18,5	127	-	-	-
<i>Summe F</i>	<i>101</i>	<i>25,25</i>	<i>203</i>	<i>80</i>	<i>22,9</i>	<i>200</i>
Fisch	0,26	0,07	0,3	<10	<2,9	0
Eier	1	0,25	7	-	-	-
Kuchen, Gebäck	-	-	-	30	8,6	300

- = keine Angaben, Summe M = Milch, Milchprodukte, Käse, Butter, Summe F = Fleisch, Geflügel, Wurst, Fleischprodukte, \* = Summe der trans-Fettsäuren ohne CLA

Anhand des gesamten Kollektivs der NVS wurde die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (Fritsche und Steinhart, 1998) und der Gesamt-trans-Fettsäuren (Fritsche und Steinhart, 1997) aus der Summe der Lebensmittelgruppen „Milch, Milchprodukte, Käse, Butter“, „Fleisch, Geflügel, Wurst, Fleischprodukte“, „Fisch“ und „Gebäck, Kuchen“ ermittelt. Die Ergebnisse bzgl. der Zufuhr (absolut und relativ) des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der gesamten NVS stimmen gut bei Frauen und bei Männern mit der des bayerischen Teilkollektivs der NVS überein (Tab. 61, Tab. 62). Die Zufuhr an Gesamt-trans-Fettsäuren der Frauen und Männer lag in der Gruppe „Milch, Milchprodukte, Käse, Butter“ beim bayerischen Teilkollektiv deutlich höher als die Ergebnisse für

das ganze NVS-Kollektiv (Tab. 61, Tab. 62). Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Lebensmittelgruppe „Fleisch, Geflügel, Wurst, Fleischprodukte“ stimmte bei Frauen und Männern in beiden Kollektiven gut überein (Tab. 61, Tab. 62).

**Tab. 62:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [mg/d], %-Anteil der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der gesamten Zufuhr und Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren [mg/d] beim bayerischen Teilkollektiv der NVS und bei der gesamten NVS (Fritsche und Steinhart, 1997 und 1998) aus Lebensmittelgruppen bei **Männern**

	Bayerisches Teilkollektiv der NVS n=56			NVS n=10901		
	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	%-Anteil der gesamten Zufuhr des CLA- Isomers C18:2 c9t11	Gesamt- trans- Fettsäuren [mg/d] *	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]	%-Anteil der gesamten Zufuhr des CLA- Isomers C18:2 c9t11	Gesamt- trans- Fettsäuren [mg/d] *
Milch	31	6,1	144	-	-	-
Milch- produkte	46	9,0	210	-	-	-
Käse	57	11,13	495	-	-	-
Butter	210	41,02	920	-	-	-
<i>Summe M</i>	<i>344</i>	<i>67,19</i>	<i>1769</i>	<i>280</i>	<i>65,12</i>	<i>1100</i>
Fleisch, Geflügel	38	7,42	94	-	-	-
Wurst, Fleisch- produkte	124	24,22	255	-	-	-
<i>Summe F</i>	<i>162</i>	<i>31,64</i>	<i>349</i>	<i>110</i>	<i>25,58</i>	<i>300</i>
Fisch	0,32	0,06	0,4	<10	<2,90	0
Eier	1	0,20	8	-	-	-
Kuchen, Gebäck	-	-	-	30	6,98	200

- = keine Angaben, Summe M = Milch, Milchprodukte, Käse, Butter, Summe F = Fleisch, Geflügel, Wurst, Fleischprodukte, \* = Summe der trans-Fettsäuren ohne CLA

Die Zufuhr der Gesamt-trans-Fettsäuren und des CLA-Isomers C18:2 c9t11 des bayerischen Teilkollektivs lag generell etwas höher als die Ergebnisse des ganzen NVS-Kollektivs. Dies begründet sich dadurch, daß beim bayerischen Teilkollektiv alle Speisen mit dem CLA-Isomer C18:2 c9t11 in den Rezepturkomponenten als Einzellebensmittel eingegeben wurden, so daß der ganze Bereich der Backwaren als Rezepturkomponenten wie z.B. Butter, Eier, Milchprodukte erfaßt wurden. Damit erhöhte sich die Zufuhr aus diesen Lebensmittelgruppen und eine Auswertung nach der Lebensmittelgruppe „Kuchen, Gebäck“ entfällt. Auffällig ist weiterhin, daß die gleichen Lebensmittelgruppen wie „Milch, Milchprodukte, Käse, Butter“ und „Fleisch, Geflügel, Wurst, Fleischprodukte“ in den vorliegenden Ergebnissen und der gesamten NVS-Gruppe die Hauptquellen für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 und die Gesamt-trans-Fettsäuren sind.

## 4.2 Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dessen Zusammenhang zur Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11

### 4.2.1 Studienkollektiv

Die Einflußfaktoren Alter und Geschlecht konnten für die Auswertung ausgeschlossen werden, da das Kollektiv ausschließlich aus Frauen der Altersklasse 22-34 Jahre besteht. Es handelt sich um ein nicht repräsentatives Kollektiv, deshalb gelten die Ergebnisse nur für dieses Kollektiv.

**Tab. 63:** Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr (Median) der vorliegenden Studie mit Studentinnen (n=52, 22-34 Jahre), mit einem anderen Kollektiv von Studentinnen (n=16, 19-31 Jahre) (Rienth, 1995), mit zwei Kollektiven von Nicht-Studentinnen der VERA (n=205, 25-34 Jahre) und der NVS Region 17/18 (n=981, 18-34 Jahre, Region 17/18)

	Median			
	Studentinnen		Nicht-Studentinnen	
	vorliegende Studie n=52 22-34 Jahre	Rienth et al., 1995 n=16 19-31 Jahre	VERA n=205 25-34 Jahre	NVS 17/18* n=981 18-34 Jahre
Energie [kcal/d]	2170 (2211 <sup>#</sup> )	2278 <sup>#</sup>	2117	2148
Gesamt-Fett [g/d]	80 (82 <sup>#</sup> )	94 <sup>#</sup>	91	91
Eiweiß [g/d]	69 (70 <sup>#</sup> )	70 <sup>#</sup>	71	68
Kohlenhydrate [g/d]	263 (273 <sup>#</sup> )	258 <sup>#</sup>	210	217
Linolsäure [g/d]	7 (7 <sup>#</sup> )	3 <sup>#</sup>	9	9

\* = Erhebungsgebiet, # = Mean

Beim Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr verschiedener Kollektive mit Studentinnen und Nicht-Studentinnen wurde deutlich, daß die Energiezufuhr in allen 4 Kollektiven gut übereinstimmt. Lediglich die Gesamt-Fett-Zufuhr der vorliegenden Studie lag etwas niedriger und die Kohlenhydrat-Zufuhr der Studentinnen lag höher als die der Nicht-Studentinnen (Tab. 63). Die Nährstoffzufuhr der vorliegenden Studie und der Studentinnen nach Rienth et al. (1995) stimmten in der Kohlenhydrat-Zufuhr sehr gut, in der Gesamt-Fett-Zufuhr in etwa und in der Linolsäure-Zufuhr dagegen nur schlecht überein.

### 4.2.2 Entwicklung eines Food-Frequency-Questionnaire zur Erhebung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Der FFQ wird üblicherweise mit Verzehrshäufigkeitenfragebogen übersetzt. Dieser Ausdruck verdeutlicht das Prinzip dieser Methode „Wie häufig essen Sie folgende Lebensmittel?“. Die Grundfrage über die Verzehrshäufigkeit eines Lebensmittels pro Tag, Woche und Monat, kann durch Portionsgrößen ergänzt werden, so daß es möglich ist die Verzehrsmengen zu berechnen

(Schneider, 1997). Dies verdeutlicht den grundsätzlichen Aufbau eines FFQ aus einer Lebensmittelliste und den Verzehrshäufigkeitskategorien. Welche Lebensmittel in eine Lebensmittelliste aufgenommen werden, hängt von der Fragestellung ab (Winkler, 1992). Die Lebensmittelliste kann nach mehreren Gesichtspunkten zusammengestellt werden (Willett, 1998). Prinzipiell sollten alle Lebensmittel, die durch einen hohen Verzehr eine wichtige Quelle darstellen und die den zu erhebenden Inhaltsstoff in hoher Konzentration enthalten aufgenommen werden (Winkler, 1992). Ebenso kann versucht werden selten verzehrte Lebensmittel aus einer großen Lebensmittelliste innerhalb einer Pilotstudie zu streichen (Willett, 1998). Eine äußerst wichtige Methode ist die schrittweise Regressionsanalyse der Daten aus einer Pilotstudie. Identifiziert werden Lebensmittel durch einen entsprechend hohen Variationskoeffizient des interessierenden Nährstoffes (Heady, 1961). Eine anerkannte Vorgehensweise eine Lebensmittelliste zu entwerfen ist einen bestehenden FFQ für die eigene Fragestellung zu modifizieren, wenn dieser ein ähnliches Ziel hatte und für ein Kollektiv im gleichen kulturellen Umfeld durchgeführt worden ist (Willett, 1998). Bei der Entwicklung des vorliegenden FFQ zur Erfassung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde zur Bestimmung der Lebensmittelliste die zuletzt genannte Methode angewandt. Der zugrunde liegende qualitative Fettscreener mit 20 Schlüssellebensmitteln wurde zur Erfassung der Zufuhr von Gesamt-Fett, mehrfach ungesättigter Fettsäuren, einfach ungesättigter Fettsäuren, gesättigter Fettsäuren und Cholesterin entwickelt. Da das CLA-Isomer C18:2 c9t11 aus tierischen Lebensmitteln aufgenommen wird und gesättigte Fettsäuren sowie Cholesterin ebenso hauptsächlich aus tierischen Lebensmitteln aufgenommen werden, erschien dieser Fettscreener als Grundlage geeignet. Aufgrund der Tatsache, daß die Lebensmittelgruppen „Milch und Milchprodukte“ sowie „Fleisch und Fleischprodukte“ Hauptquellen für die Zufuhr der CLA sind, wurde die Lebensmittelliste dieser Lebensmittelgruppen erweitert. Um die Gesamt-Fett-Zufuhr zu erfassen, wurde darauf geachtet, daß die Lebensmittelliste die Lebensmittel enthielt, die hauptsächlich die Fett-Zufuhr beeinflussen. Ebenfalls wurde darauf Wert gelegt, daß Lebensmittel mit einem hohen Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11, die aber selten verzehrt werden, wie z.B. Schmalz, in die Lebensmittelliste aufgenommen wurden. Die Lebensmittel wurden nach Lebensmittelgruppen zusammengestellt um den teilnehmenden Personen die Interpretation der Lebensmittel zu erleichtern. Verhältnismäßig schwierig gilt die Bewertung der Verzehrshäufigkeit, wenn in einer Frage nicht nur ein Lebensmittel ermittelt wurde, sondern mehrere gleichzeitig, wie z.B. in vorliegender Studie „Weiß-, Mischbrot, Semmel“. Es wird als schwierig betrachtet, die Verzehrshäufigkeit der einzelnen Lebensmittel als Summe integriert anzugeben. Lebensmittel einzeln abzufragen, oder ein Lebensmittel aus dieser Gruppe herauszunehmen und dieses abzufragen, würde zu besseren Ergebnissen führen.

Die Vor- und Nachteile eines Verzehrshäufigkeitenfragebogens wurde von Schneider (1997) in folgender Tabelle dargestellt (Tab. 64). Aufgrund der Vorteile werden FFQ als billige, einfache und schnelle Methode, welche von den Teilnehmern selber oder unter Anleitung eines nicht speziell

geschulten Personals ausgefüllt werden können, beschrieben. Als Nachteil gilt das Problem der Lebensmittelauswahl (Haradsdottir und van Staveren, 1988).

**Tab. 64:** Vor- und Nachteile des FFQ (Schneider, 1997)

Vorteile	Nachteile
⇒ relativ geringer Arbeitsaufwand	⇒ erfordert genaue Erinnerung an vorangegangene Ernährung
⇒ keine speziell geschulten Interviewer	⇒ oft unpräzise Schätzung der Portionsgröße
⇒ Belastung des Befragten ist gering	⇒ atypische Lebensmittel nicht erfaßt
⇒ das Ausfüllen des Fragebogens kann durch den Interviewer oder eigenverantwortlich erfolgen	⇒ durch direkt vorangegangene Nahrungsaufnahme möglicherweise verzerrt
⇒ beschreibt die übliche Ernährungsweise	⇒ die tatsächliche Nahrungsaufnahme wird eher überschätzt
⇒ standardisierte Methode	⇒ Zeitperiode oft ungenau
⇒ einfache Frage - einfache Antwort	⇒ Methode ist schwierig zu validieren
⇒ hohe Antwortrate	

Wie beschrieben, gehören neben der Lebensmittelliste, Verzehrskategorien zu dem grundsätzlichen Aufbau eines FFQ. In der vorliegenden Studie wurde nach den letzten vier Monaten gefragt und nicht, wie oft üblich, nach einem Jahr, da bei eigenen Untersuchungen (im Ergebnisteil nicht dargestellt) kein signifikanter Unterschied in der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zwischen den einzelnen Jahreszeiten zu finden war. Es wurde nicht für nötig erachtet den Zeitraum zu vergrößern um dadurch Erinnerungsprobleme zu vergrößern.

Willett (1998) geht davon aus, daß 5 feste Verzehrskategorien zu wenig sind und somit wichtige Informationen verloren gehen. Eine ausreichende Anzahl von Verzehrskategorien liegt zwischen 5 und 10. In Tabelle 65 wurden die Verzehrshäufigkeitskategorien verschiedener Studien verglichen. Der FFQ der vorliegenden Studie hat 9 Kategorien und ist vergleichbar mit denen des FFQ der EPIC Studie Potsdam, welche 10 Kategorien enthält. Der Unterschied lag bei den Kategorien für „täglich“. In der vorliegenden Studie enden die Kategorien mit „mehr als 2 mal pro Tag“. Diese Kategorie ist in der EPIC Studie Potsdam nochmals unterteilt in „3-4 mal pro Tag“ und „5 mal pro Tag oder häufiger“.

**Tab. 65:** Vergleich der Verzehrskategorien in verschiedenen FFQ modifiziert nach Schneider (1997)

Studien	Kategorien für monatlich / selten / nie			Kategorien für wöchentlich			Kategorien für täglich				
	esse ich nicht	seltener als 1 x pro Monat	1-3 x pro Monat	1 x pro Woche	2 bis 3 x pro Woche	4 bis 6 x pro Woche	1 x pro Tag	2 x pro Tag	mehr als 2 x pro Tag		
vorliegende Studie <sup>1</sup>	esse ich nicht	seltener als 1 x pro Monat	1-3 x pro Monat	1 x pro Woche	2 bis 3 x pro Woche	4 bis 6 x pro Woche	1 x pro Tag	2 x pro Tag	mehr als 2 x pro Tag		
Nurses' Health Study <sup>1</sup> (Harvard School of Public Health)	nie oder weniger als 1 x pro Monat		1-3 x pro Monat	1 x pro Woche	2 bis 4 x pro Woche	5 bis 6 x pro Woche	1 x pro Tag	2-3 x pro Tag	4-5 x pro Tag	mehr als 6 x pro Tag	
GEK <sup>1</sup> (Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke)	weniger als 1 x pro Monat		2-3 x pro Monat	1 x pro Woche	2 bis 3 x pro Woche	4 bis 6 x pro Woche	1 x pro Tag	2 x pro Tag	3-4 x pro Tag	mehr als 5 x pro Tag	
EPIC Potsdam <sup>1</sup> (Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke)	esse ich nicht	1 x pro Monat oder weniger	2-3 x pro Monat	1 x pro Woche	2 bis 3 x pro Woche	4 bis 6 x pro Woche	1 x pro Tag	2 x pro Tag	3-4 x pro Tag	5 x pro Tag oder häufiger	
VERA, NVS <sup>2</sup> (Institut für Ernährungswissenschaft Universität Gießen)	seltener / nie	-	mehrmals pro Monat	-	mehrmals pro Woche		(fast) täglich	mehrmals täglich			
Biogramm u.a. Erhebungen <sup>1</sup> (Infratest Epidemiologie und Gesundheitsforschung München)	nie	etwa 1 x pro Monat oder seltener	mehrmals pro Monat	etwa 1 x pro Woche	mehrmals pro Woche		(fast) täglich	mehrmals täglich			
DHP <sup>2</sup> (Bundesgesundheitsamt Berlin)	nie	1 x pro Monat oder seltener	2-3 x pro Monat	etwa 1 x pro Woche	mehrmals pro Woche		(fast) täglich	-	-	-	-
MONICA Augsburg <sup>2</sup> (GSF Neuherberg, München)	nie	1 x pro Monat oder seltener	mehrmals pro Monat	etwa 1 x pro Woche	mehrmals pro Woche		fast täglich	-	-	-	-

<sup>1</sup> = quantitativer FFQ, <sup>2</sup> = qualitativer FFQ

Neben der Lebensmittelliste und den Verzehrskategorien ist es für einen quantitativen FFQ wichtig, Portionsmengen anzugeben. Wenn möglich wurden Lebensmittel in sogenannten „natural units“ (z.B. eine Bratwurst, ein Ei) angegeben, um die Vorstellung zu vereinfachen. Für Lebensmittel, bei denen dies nicht möglich war (z.B. Fleisch, Fisch) wurde eine typische Portionsgröße wie z.B. 125 g für Schweinefleisch oder 150 g für Fisch angegeben. Bei Angabe der Portionen in „natural units“ wurde die gewählte Größe zusätzlich spezifiziert (z. B. mitteldicke Scheibe Brot, Becher (150 g) Joghurt). Dies war für eine einheitliche Vorstellung der Portionsgröße sehr wichtig. Es wurde festgestellt, daß es Personen unmöglich ist, die verzehrte Portionsgröße innerhalb einer Schwankung von 25 % einzuschätzen (Guthrie, 1984). Es gilt als schwierig, verzehrte Portionen in klein, mittel oder groß einzuteilen (Smith et al., 1991), da z.B. Fleisch auch in unterschiedlichen Formen existiert (Willett, 1998). Die Einschätzung der Portionsgröße eines Lebensmittels schwankt bei einer Person innerhalb eines bestimmten Zeitraums mehr als innerhalb einer Gruppe von Personen gleichen Alters und Geschlechts (Hunter et al., 1988).

#### 4.2.3 Vergleich der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus Food-Frequency-Questionnaire und 7-d-Ernährungsprotokoll

Das 7-d-EP wurde als Referenzmethode gewählt, da die meisten Nachteile oder auch Fehler beider Methoden nicht miteinander im Zusammenhang stehen. Ein großer Nachteil des 7-d-EP ist die Beeinflussung des gewöhnlichen Eßverhaltens. Ein großer Nachteil des FFQ ist das Erinnerungsvermögen, die Einschätzung der Portionen und die Interpretation der Fragen. Diese Punkte spielen während des Protokollierens keine Rolle, da direkt während oder nach dem Essen protokolliert wird. Eine gemeinsame Fehlerquelle beider Methoden ist die Nährwerttabelle bzw. die Analysendaten für das CLA-Isomer C18:2 c9t11. Eine absolut fehlerfreie Methode zur Erhebung der Zufuhr existiert nicht. Durch die Reduktion der gemeinsamen Fehlerquellen können die Bedingungen und somit das Ergebnis z.B. die Korrelation zwischen den beiden Methoden, verbessert werden. Es wurden 7 Tage als Protokollzeitraum gewählt, damit das normale Eßverhalten von Werktagen und Wochenende erfaßt wird (day-to-day-Variation). Eine Alternative zur Referenzmethode wäre der 24-h-recall. Bei dieser Methode wird wie beim FFQ das Erinnerungsvermögen und die Einschätzung der Portionsgrößen benötigt. Somit hängen die Fehlerquellen zusammen und das Ergebnis wird abgeschwächt. Ein 24-h-recall als Vergleichsmethode für einen FFQ ist nur eine suboptimale Methode (Willett, 1998).

Ein Vergleich der absoluten Mittelwerte erbrachte, daß der FFQ die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Gesamt-Fett-Zufuhr unterschätzt. Die Zufuhr der Linolsäure beider Methoden stimmt dagegen überein. Beim Betrachten der relativen Mittelwerte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Linolsäure (% der FAME) beider Methoden wurde dagegen festgestellt, daß die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 nahezu identisch war und die Zufuhr der Linolsäure durch den FFQ

überschätzt wird. Wie beschrieben, bildet die Datengrundlage zur Auswertung des 7-d-EP der Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82), welcher nach Linseisen und Wolfram (1997) die Gesamt-Fett-Zufuhr überschätzt. Da der Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 oft aufgrund des Fettanteils eines Lebensmittels berechnet wurde, kann es sein, daß der Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 eines Lebensmittels zu hoch angegeben wurde. Es besteht weiter die Möglichkeit, daß die Eingabe der Analysendaten der Linolsäure in die Datenbank Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) nicht vollständig ist, da das vorrangige Ziel der Zufuhr-Berechnung das CLA-Isomer C18:2 c9t11 bzw. das Gesamt-Fett war und die Linolsäure erst nachträglich in die Betrachtung aufgenommen wurde.

Andere Validierungsstudien verglichen ebenfalls die absoluten Ergebnisse eines FFQ's mit denen eines Ernährungsprotokolls. Eine Autorengruppe ermittelte zwischen einem FFQ mit 21 Lebensmitteln und einem 3-d-EP, eine Unterschätzung der Zufuhr an Fett und mehrfach ungesättigten Fettsäuren durch den FFQ (Kempainen et al., 1993). In der Validierungsstudie der Malmö-Study wurde gezeigt, daß der FFQ die Zufuhr von Gesamt-Fett oder auch bestimmte Fettsäuren wie z.B. Linolsäure im Vergleich zu einem 3-d-EP (Wiegeprotokollmethode) überschätzt (Riboli et al., 1997). Einer italienischen Studie zufolge war die Gesamt-Fett-Zufuhr durch den FFQ etwas höher als die Zufuhr, berechnet durch ein 7-d-EP. Dagegen war die berechnete Zufuhr der Linolsäure durch die 7-d-EP etwas höher als durch den FFQ (Decarli et al., 1996). Die meisten Validierungsstudien zeigten allerdings eine gute Übereinstimmung der Gesamt-Fett-Zufuhr und der Zufuhr der mehrfach ungesättigten Fettsäuren berechnet durch einen FFQ und einem EP (Egami et al., 1999, Bonifacj et al., 1997, Horwath, 1993, McPherson et al., 1995, Curtis et al., 1992).

Eine weitere Möglichkeit den Vergleich zwischen FFQ und Referenzmethode zu untersuchen, war die Beschreibung der mittleren Differenz. Sie lag in der vorliegenden Studie bei 18,58 g Fett. Eine ähnliche Differenz (Median 13 g Fett) wurde in der Validierungsstudie von Andersen et al. (1995) erarbeitet. Die mittlere Differenz der Gesamt-Fett-Zufuhr lag in der vorliegenden Untersuchung um ein vielfaches höher als bei zwei weiteren Studien (2,0 g; 0,9 g Fett) (McPherson et al., 1995, Egami et al., 1999). Beim Vergleich eines FFQ mit einem 24-h-Recall wurde die mittlere Differenz betrachtet, diese war mit 8,4 g kleiner als in vorliegender Studie (Bohlscheid-Thomas et al., 1997).

Der Pearsonsche Korrelationskoeffizient ist ein Indikator zur Überprüfung der Übereinstimmung zweier Methoden. Der Korrelationskoeffizient wird nicht durch die systematische Unter- oder Überschätzung einer Methode im Hinblick auf die andere beeinflusst, sondern hauptsächlich durch die Übereinstimmung der zwei Methoden (Riboli et al., 1997).

In der vorliegenden Studie wurden signifikante Korrelationskoeffizienten für die absolute (relative) Zufuhr des CLA-Isomer C18:2 c9t11 von  $r=0,46$  ( $r=0,47$ ), für die absolute (relative) Linolsäure-Zufuhr  $r=0,45$  ( $r=0,30$ ) und für die absolute Fett-Zufuhr  $r=0,43$  berechnet. Möglicherweise hätte eine Energie-Adjustierung die Korrelationskoeffizienten nochmals verbessert. Bei der gezielten

Erfassung der Zufuhr einer speziellen Fettsäure und der Zufuhr des Gesamt-Fettes wurde durch den FFQ keine Energie ermittelt, somit war keine Energie-Adjustierung möglich. Eine Altersklassen-Adjustierung konnte vernachlässigt werden, da sich in der Studie nur Frauen zwischen 22-36 Jahren befanden. Der Korrelationskoeffizient für die Gesamt-Fett-Zufuhr der vorliegenden Studie entspricht in etwa dem Ergebnis von Decarli et al. (1996) (Tab. 66). Der Korrelationskoeffizient für die Gesamt-Fett-Zufuhr dieser Studie war besser als die Ergebnisse der Autorengruppen Egami et al. (1999), Riboli et al. (1997), Bonifacj et al. (1997) und Bohlscheid-Thomas et al. (1997), und schlechter im Vergleich zu McPherson et al. (1995), Horwath (1993) und Curtis et al. (1992) (Tab. 66). Der Korrelationskoeffizient für die Linolsäure-Zufuhr der vorliegenden Studie war im Vergleich zu Riboli et al. (1997) schlechter, dagegen war das Ergebnis der Autorengruppe Decarli et al. (1996) ähnlich. Die Korrelationskoeffizienten der Zufuhr der mehrfach ungesättigten Fettsäuren waren im Vergleich zu Riboli et al. (1997), McPherson et al. (1995) und Decarli et al. (1996) höher als bei Egami et al. (1999) und Bohlscheid-Thomas et al. (1997). Zu erwarten wäre, daß die Korrelationskoeffizienten der Autorengruppe Bohlscheid-Thomas et al. (1997) niedriger lägen, da der 24-h-Recall als Referenzmethode den Korrelationskoeffizient unterschätzt (Willett, 1998).

Eine weitere Möglichkeit die jeweilige Zufuhr zu vergleichen, ist die Einteilung in Kategorien - wie in diesem Fall - in Terzile. Es wurde danach beurteilt, wie groß der Anteil des Kollektivs war, welcher sich in übereinstimmenden Terzilen oder in angrenzenden bzw. gegenüberliegenden befand. Weniger häufig wurde der Kappa-Wert berechnet, der den Korrelationskoeffizienten der Terzile darstellt. Problematisch bei dieser Statistik ist, daß das Ergebnis stark von der Einteilung in Kategorien (Terzile, Quartile, Quintile) abhängt. Aufgrund der kleinen Studiengröße wurde angenommen, daß die Einteilung in Terzile angemessen ist, obwohl eine Einteilung in Quintile ebenfalls möglich gewesen wäre. Horwath (1993) teilten ihr Kollektiv von 53 Personen in Quintilen ein.

**Tab. 66:** Pearsonsche Korrelationskoeffizient zwischen einem FFQ und einer Referenzmethode innerhalb der vorliegenden Studie und weiterer Studien für die absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, Gesamt-Fett, Linolsäure und mehrfach ungesättigter Fettsäuren

Autor	Anzahl der LM im FFQ	Referenzmethode	n	Sex	nicht adjustierter Pearson-Korrelationskoeffizient r			
					CLA-Isomer C18:2 c9t11	Gesamt-Fett	Linolsäure	PUFA
vorliegende Studie	46	7-d-ER	52	F	0,46	0,43	0,45	-
Egami et al., 1999	97	4 x 4-d-WR	206	F+M	-	0,28	-	0,22
Riboli et al., 1997	350	6 x 3-d-WR	42	F	-	0,22	0,77	0,57
			46	M	-	0,59	0,48	0,59
Curtis et al., 1992	78	4-d-EP	29	F+M	-	0,53	-	-
McPherson et al., 1995	38 <sup>1</sup>	3-d-ER	33	F+M	-	0,76	-	0,53
Bohlscheid-Thomas et al., 1997	158	24-h-Recall	104	F+M	-	0,37	-	0,28
Decarli et al., 1996	77	2x 7-d-ER	395	F+M	-	0,47	0,42	0,41
Bonifacj et al., 1997	16 <sup>1</sup>	7-d-ER	98	F+M	-	0,39	-	0,27
Horwath, 1993	120	5 x 2-d-ER	29	F	-	0,52	-	0,57
			24	M	-	0,63	-	0,52

n = Anzahl, Sex = Geschlecht, <sup>1</sup> = Lebensmittelgruppen, LM = Lebensmittel, ER = estimated dietary record (Schätzprotokollmethode), WR = weighted dietary record (Wiegeprotokollmethode), EP = Ernährungsprotokoll, F = Frauen, M = Männer, - = keine Ergebnisse

In den vorliegenden Ergebnissen der absoluten und relativen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 befanden sich etwa 54 % der Teilnehmerinnen in übereinstimmenden Terzilen. Bei der absoluten (relativen) Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 befanden sich 35 % (48 %) der Teilnehmerinnen in angrenzenden Terzilen. Entsprechend wenig Teilnehmerinnen waren in den gegenüberliegenden Terzilen. Bei der absoluten Gesamt-Fett-Zufuhr befinden sich 42 % in übereinstimmenden Terzilen, 48 % in angrenzenden und 10 % in gegenteiligen Terzilen. Eine ähnliche Verteilung ergab sich bei der Linolsäure-Zufuhr. Die Studien von Winkler (1992) und Bonifacj et al. (1997) ergaben eine ähnliche Zuordnung der Teilnehmer in den Terzilen für die Zufuhr von Fett und mehrfach ungesättigten Fettsäuren. In einer anderen Validierungsstudie zeigte sich ein höherer Prozentsatz in den übereinstimmenden Quintilen und ein kleinerer Prozentsatz in den gegenüberliegenden Quintilen bei Gesamt-Fett, Linolsäure und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (Decarli et al., 1996). Nach der Arbeitsgruppe von Riboli et al. (1997) befanden sich durchschnittlich für alle Nährstoffe 81-83 % der Teilnehmer in übereinstimmenden Quartilen, dagegen nur 4-6 % in extremen Quartilen. Die Autorengruppe van Staveren et al. (1992) ermittelten für die Gesamt-Fett-Zufuhr und für mehrfach ungesättigten Fettsäuren, daß sich 88,2 % des Kollektivs in übereinstimmenden Quintilen befanden. Eine weitere Validierungsstudie

ermittelte, daß sich bei der Gesamt-Fett-Zufuhr 36,4 % des Kollektivs in gemeinsamen Quintilen, 72,7 % in der angrenzenden und 0 % in den extremen befanden (Egami et al., 1999). Eine ähnliche Verteilung resultierte aus dieser Studie auch für die Zufuhr der mehrfach ungesättigten Fettsäuren.

Der Gesamt-Kappa-Wert der vorliegenden Ergebnisse für die Gesamt-Fett-Zufuhr lag bei 0,13, die Kappa-Werte der 1., 2. und 3. Terzile reichten von 0,25, 0,05 und 0,13. Damit wurde deutlich, daß die Gesamt-Fett-Zufuhr in der unteren Terzile zwischen beiden Methoden besser übereinstimmte als in der mittleren und oberen Terzile. Der Gesamt-Kappa-Wert lag für die Fett-Zufuhr in einer Validierungsstudie bei 0,60 und für die Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren bei 0,33 (McPherson et al., 1995). In einer weiteren Arbeit wurde ein Gesamt-Kappa-Wert für die absolute (relative) Fett-Zufuhr von 0,07 (0,01) und für die absolute (relative) Zufuhr mehrfach ungesättigter Fettsäuren von 0,05 (0,12) gefunden (Winkler, 1992). Die Kappa-Werte der einzelnen Terzile lagen für die absolute Zufuhr des CLA-Isomers C18:2  $n-7$  in der vorliegenden Studie bei 0,22, 0,24 und 0,47. Der Gesamt-Kappa-Wert für die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2  $n-7$  ergab 0,31 ( $p=0,002$ ). Die Kappa-Werte für die relative Zufuhr des CLA-Isomers C18:2  $n-7$  zeigte die beste Übereinstimmung in der niedrigsten Terzile, der Gesamt-Kappa-Wert ist etwas niedriger als bei der absoluten Zufuhr des CLA-Isomers C18:2  $n-7$ , aber dennoch signifikant.

**Tab. 67:** Verteilung der Fettsäuren in den Lipidfraktionen PL und TG des Plasmas in der vorliegenden und weiteren Studien

	vorliegende Studie	Asciutti-Moura et al., 1988		Lopes et al., 1991	Ma et al., 1995		Innis und King, 1999
	Mean (% der FAME) F	Mean (% der FAME) F+M		Mean (% der FAME) F+M	Mean (% Fett) F M		Mean (% der FAME) Neugeborene <sup>3</sup>
	22-36 Jahre	≥ 60 Jahre <sup>1</sup>	20-42 Jahre <sup>2</sup>	23-50 Jahre	45-64 Jahre		2 Monat
<b>PL</b>							
C18:2 c9t11	0,27	-	-	-	-	-	0,2
C16:0	29,77	36,23	32,48	14,88	25,3	25,5	22,9
C16:1	0,95	1,96	1,69	3,07	-	-	0,3
C18:0	13,82	16,26	15,04	-	-	-	17,7
C18:1ω9	10,85	15,30	13,73	36,64	8,6	8,6	9,1
C18:2ω6	22,49	17,78	22,41	32,52	22,0	22,0	20,4
C20:3ω6	3,59	1,15	1,46	-	-	-	3,1
C20:4ω6	10,92	4,39	6,66	3,11	-	-	11,8
C22:6ω3	4,69	1,55	1,94	-	2,85	2,73	4,6
<b>TG</b>							
C18:2 c9t11	0,54	-	-	-	-	-	0,4
C16:0	29,60	30,05	27,81	24,70	-	-	24,3
C16:1	4,76	6,43	5,47	1,09	-	-	0,4
C18:0	5,57	4,84	5,08	15,35	-	-	6,6
C18:1ω9	36,15	42,46	40,00	15,65	-	-	34,8
C18:2ω6	15,57	11,45	16,88	18,11	-	-	14,2
C20:3ω6	0,38	-	-	-	-	-	0,4
C20:4ω6	1,32	0,57	0,99	9,23	-	-	1,1
C22:6ω3	0,66	-	-	-	-	-	0,6

<sup>1</sup> = pflegebedürftig, <sup>2</sup> = stoffwechsel gesund, <sup>3</sup> = Muttermilch gestillte Neugeborene, F = Frauen, M = Männer

#### 4.2.4 Verteilung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Lipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride

Der prozentuale Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME der PL und TG in der vorliegenden Studie war mit den Ergebnissen einer Studie an Neugeborenen vergleichbar (Tab. 67). Die Neugeborenen wurden von ihren Müttern gestillt (Innis und King, 1999). Es zeigte sich, daß in beiden Studien der %-Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME in den TG doppelt so hoch war wie in den PL.

In einer Arbeit von Britton et al. (1992) wurde beschrieben, daß die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL bei einer Ernährung reich an CLA-haltigen Produkten signifikant von 12,3 auf 18,8 µmol/l ansteigt. Bei einer an CLA-haltigen Lebensmitteln armen Ernährung sank dagegen die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 von 14,3 auf 8,9 µmol/l signifikant ab. In einer weiteren Studie wurde der Einfluß der Linolsäure-Zufuhr auf die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 im Plasma untersucht (Herbel et al., 1998). Die Autorengruppe zeigte, daß die Zufuhr der Linolsäure keinen Einfluß auf die Plasmakonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 hat; sie lag bei 7,1 µmol/l zu Beginn, 6,4 µmol/l bei hoher Linolsäure-Zufuhr und 7,3 µmol/l bei niedriger Linolsäure-Zufuhr.

Der prozentuale Anteil weiterer Fettsäuren war mit denen von Ascuitti-Moura et al. (1988), Ma et al. (1995) und Innis und King (1999) vergleichbar. Andere Resultate erhielten Lopes et al. (1991). Nach Ma et al. (1995) konnte kein signifikanter Unterschied der Fettsäure-Konzentrationen zwischen Männern und Frauen festgestellt werden (Tab. 67).

#### 4.2.5 Zusammenhang zwischen der Zufuhr und der Plasmalipidkonzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11

Die Fettsäurezusammensetzung der PL wird nur in bestimmten Grenzen durch die Nahrung beeinflusst. In einer Untersuchung von Dayton et al. (1966) wurde die Linolsäurekonzentration von 11% auf 40% der FAME im Plasma erhöht, während die Zufuhr der Ölsäure konstant gehalten wurde. Die Veränderung in den Fraktionen PL, TG und Cholesterinester (CE) waren deutlich, in den TG aber am ausgeprägtesten. Die Zufuhr, berechnet durch einen FFQ, spiegelt die langfristige bzw. die gewöhnliche Ernährung wieder und das Ernährungsprotokoll stellt die Ernährung eines definierten Zeitraums dar. Daher war die Hypothese interessant, ob die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 berechnet durch den FFQ besser mit dem Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL korreliert als mit dem Anteil in den TG bzw. ob die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, berechnet mit einem EP, besser mit dem Anteil des CLA-Isomer C18:2 c9t11 in den TG korreliert als mit dem Anteil in den PL.

**Tab. 68:** Pearsonsche Korrelationskoeffizienten zwischen der Zufuhr bestimmter Fettsäuren und deren Plasmakonzentration in den Lipidfraktionen PL und TG in der vorliegenden Studie im Vergleich zu anderen Studien

Korrelationskoeffizient zwischen Zufuhr und Plasmakonzentration									
	vorliegende Studie				Ascuitti-Moura et al., 1988	von Houwelingen et al., 1989	Innis und King, 1999	Ma et al., 1995	Andersen et al., 1996
	n=52				n=52	n=63	n=62 <sup>1</sup>	n=3570	n=141
Fettsäuren in PL	FFQ vs GC-FID	7-d-EP vs GC-FID	1-d-EP vs GC-FID	2-d-EP vs GC-FID	7-d-EP vs GC-FID	DH vs GLC	GC vs GC	FFQ vs GC-FID	FFQ vs GLC
C18:2 c9t11	0,09	0,29*	0,28*	0,36*	-	-	0,36**	-	-
C18:2 ω6	0,18	0,17	0,12	0,04	0,29*	0,49**	0,33**	0,22**	0,33**
C18:1 ω9	-	0,01	0,06	0,09	0,13	-	0,28*	0,08**	-
C16:0	-	-	-	-	-	-	0,26*	0,16**	-
C16:1	-	0,06	0,08	0,09	-	-	0,48**	-	-
C20:5	-	-	-	-	-	0,35**	0,44**	0,20**	0,55**
C22:6 ω3	-	-	-	-	-	0,41**	0,50**	0,42**	0,56**
<i>in TG</i>									
C18:2 c9t11	0,12	0,27	0,41**	0,36*	-	-	0,22	-	-
C18:2 ω6	0,05	0,23	0,49*	0,37*	0,44**	0,72**	0,84**	-	-
C18:1 ω9		0,17	0,16	0,14	0,19	-	0,62**	-	-
C16:0		-	-	-	-	-	0,60**	-	-
C16:1		0,04	0,13	0,12	-	-	0,35**	-	-
C20:5		-	-	-	-	0,33**	0,71**	-	-
C22:6 ω3		-	-	-	-	0,49**	0,77**	-	-

\* = p<0,05; \*\* = p<0,01, <sup>1</sup> = Zusammenhang zwischen Muttermilch und Plasma-Fettsäurezusammensetzung Neugeborener, GC-FID = Gaschromatograph mit Flammenionisationsdetektor, GLC = Gas-Liquid-Chromatographie, FFQ = Food-Frequency-Questionnaire, EP = Ernährungsprotokoll, DH = Diet History

Die angenommene Hypothese konnte nur teils belegt werden. Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] berechnet aus den FFQ korrelierte weder signifikant mit dem Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% der FAME] in den PL noch mit denen in den TG. Die Beschreibung der Daten durch eine Regressionsgerade fand ebenfalls keinen signifikant linearen Zusammenhang. Es ist möglich, daß die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (berechnet aus FFQ) besser durch die gesamte Serumfettsäurekonzentration reflektiert wird, als durch die Zusammensetzung in den einzelnen Lipidfraktionen (von Houwelingen et al. 1988). Auf der anderen Seite würden wahrscheinlich Untersuchungen mit einer größeren Studiengruppe signifikante Korrelationen ergeben. Eine Autorengruppe errechnete anhand eines Kollektivs von 3570 Personen für die Linolsäure einen ähnlichen jedoch signifikanten Korrelationskoeffizienten wie in dieser Studie (Tab. 68) (Ma et al., 1995).

Der andere Teil der Hypothese konnte besser bestätigt werden. Die kurzfristige Zufuhr, berechnet aus den 1-d-EP und den 2-d-EP, korrelierte signifikant mit dem Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und TG. Die mittlere Zufuhr der 7-d-EP korrelierte signifikant mit dem Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL. Anhand von Regressionsanalysen konnten signifikante Zusammenhänge berechnet werden. D.h. bei einer steigenden Zufuhr, berechnet durch ein EP (7d, 2d, 1d) werden erhöhte Anteile des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an der Fettsäurezusammensetzung in den PL und TG festgestellt. Da die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus dem 7-d-EP nicht mit dem Anteil in den TG korreliert, weist dies darauf hin, daß die Zusammensetzung der TG von der direkt vorausgegangenen Nahrungszufuhr beeinflusst wird und somit nur ein Biomarker für die kurzfristige Zufuhr ist. Dagegen wird deutlich, daß der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL die mittelfristige Zufuhr widerspiegelt.

Beim Vergleich der Ergebnisse mit anderen Studien (Tab. 68), wurde festgestellt, daß eine ähnliche Korrelation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in vorliegender Studie (2-d-EP vs GC-FID) und in der Studie von Innis und King (1999) (GC vs GC) bestand. In der zuletzt genannten Studie korrelierten alle Fettsäuren zwischen der Zufuhr und den Plasmalipidkonzentrationen signifikant, mit Ausnahme des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG. Dies war die einzige Studie, welche die Zufuhr nicht mit einem Erhebungsinstrument wie ein EP, Diet History oder FFQ ermittelte, sondern die Zufuhr (Muttermilch) mittels GC analysierte. Da analysierte Ergebnisse eher dem Ist-Zustand entsprechen, war eine sehr gute Korrelation möglich. In den anderen Studien wurden die analysierten Ergebnisse mit berechneten Ergebnissen verglichen, wobei die bereits genannte Fehlerquellen das Ergebnis verschlechtern können.

Es bestand zwischen der Linolsäure-Zufuhr und dem Anteil in den PL nur in der Studie von von Houwelingen et al. (1989) eine akzeptable Korrelation ( $r = 0,49$ ;  $p < 0,01$ ). Bei der Korrelation der Zufuhr mit dem Anteil der Linolsäure in den TG wurden akzeptable bis gut Korrelationen bei Ascuitti-Moura et al. (1988), von Houwelingen et al. (1989) und Innis und King (1999) ermittelt. In

dieser Studie konnte eine signifikante Korrelation zwischen der kurzfristig ermittelten Zufuhr (1-d-EP, 2-d-EP) der Linolsäure und der Konzentration in den TG gezeigt werden (Tab. 68).

Die Ölsäure-Zufuhr stand in dieser Studie nicht signifikant in Beziehung zu der Plasmakonzentration in den PL sowie in den TG. Die Höhe der Korrelation entsprach aber den Ergebnissen von Ascuitti-Moura et al. (1988) und Ma et al. (1995). Die zuletzt genannte Autorengruppe ermittelte einen signifikanten Zusammenhang anhand einer viel größeren Studiengruppe, so daß angenommen werden kann, daß auch in dieser Studie mit einer größeren Gruppe signifikante Ergebnisse ermittelt werden könnten.

Zu den Ergebnissen der Kappa-Statistik wurde in der Literatur keine weiteren Studie gefunden. Probleme der Kappa-Statistik wurden bereits diskutiert (Kapitel 4.2.3, s.S. 111). Die Gesamt-Kappa-Werte der Beziehung FFQ-Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und dem Anteil in den Plasmalipidfraktionen PL bzw. TG waren vergleichbar mit den Gesamt-Kappa-Werten der Beziehung EP und TG. Die Gesamt-Kappa-Werte der Beziehung EP und PL waren im Vergleich zur Beziehung mit dem FFQ und PL schlechter. Im Vergleich dazu ergaben die Korrelationskoeffizienten zwischen FFQ und PL ein schlechteres Ergebnis als zwischen EP und PL. Dies deutet darauf hin, daß die Kappa-Statistik die Übereinstimmung zwischen zwei Methoden differenzierter überprüft. Für den FFQ sprach, daß die Übereinstimmung in den drei Kategorien kontinuierlicher war als bei der Zufuhrberechnung mit dem EP. Dort bestand immer eine bessere Übereinstimmung in einer Terzile, die zwei anderen Terzile waren dagegen schlechter.

Vorliegende Ergebnisse belegten den Teil der untersuchten Hypothese, daß der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG besser mit der berechneten Zufuhr aus den EP übereinstimmte als der Anteil in den PL. Den Teil der Hypothese, daß die FFQ-Ergebnisse mit dem Anteil in den PL besser als mit der EP-Zufuhr übereinstimmt, konnte nicht belegt werden, da die FFQ-Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 mit dem Anteil in den TG etwas besser korrelierte.

Die Teilnehmerinnen der Studie füllten den FFQ während der Woche aus in der sie das 7-d-EP durchführten. Nach diesen Ergebnissen besteht die Möglichkeit, daß die Teilnehmerinnen durch das Protokollieren ihres 7-d-EP zu sehr von der momentanen Zufuhr beeinflusst waren und die gewöhnliche Zufuhr der letzten 4 Monate weniger beachteten.

Es ist möglich, daß eine einzelne Messung des Anteils des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen PL die langfristige Zufuhr nicht gut widerspiegelt, da die in Kapitel 3.5 (s.S. 97) errechnete intrapersonelle Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL verhältnismäßig hoch war.

### **4.3 Vergleich der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Mittagmenüs zweier bayerischen Menses**

Beim Vergleich der analysierten und berechneten Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der trans-Fettsäuren wurde festgestellt, daß die Weihenstephaner Ergebnisse besser übereinstimmten als die Augsburger. Für die Gesamt-Fett-Gehalte wurde dagegen errechnet, daß die Augsburger Ergebnisse besser als die Weihenstephaner übereinstimmten. Die mittlere Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag in den analysierten Ergebnissen bei 28,95 mg/Menü und in den berechneten Ergebnissen bei 69,91 mg/Menü. Die unterschiedlichen Ergebnisse sind zum einen auf die verschiedenen analytischen Methoden zur Bestimmung der trans-Fettsäuren sowie des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zurückzuführen, zum anderen kann eine Nährstoffdatenbank nie vollständig die wahre Konzentration bestimmter Inhaltsstoffe ermitteln, da Lebensmittel einer natürlichen Variation unterliegen (Jahreis et al., 1996) und der Fett-Gehalt einzelner Lebensmittel durch die eingesetzte Nährstoffdatenbank überschätzt wurde (Linseisen und Wolfram, 1997).

Die in die Nährstoffdatenbank integrierten Analysendaten für die trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t, C18:2 i und für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 stammten von Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998). Bei Pfalzgraf et al. (1994) wurde das Fett der vorbereiteten Proben mit Zugabe von einer 2 M methanolischen KOH umgeestert. Die FAME-Lösung wurde zur Analyse auf einem Perkin Elmer F 42 GC eingespritzt, auf einer 30 m x 0,25 mm CP-Sil 88 Säule getrennt und mit einem FID detektiert. Vor der Einspritzung wurden mit der Silberionendünnschichtchromatographie (Ag<sup>+</sup> TLC) cis- und trans-Isomere voneinander getrennt (Tab. 69).

Bei Fritsche und Steinhart (1998) wurde das Fett aus allen Lebensmitteln extrahiert und dann mit 14 % Bor Trifluorid (AOCS Methode) zu Methylestern derivatisiert. Eingespritzt wurde an einem HP 5890 Series II mit FID, auf einer BPX-70 Kapillare (50 m, 0,35 mm, 0,25 µm Filmdicke). Zur Identifikation der CLA-Isomere verwendeten Fritsche und Steinhart (1998) GC-MS und GC-FTIR (Tab. 69).

In der vorliegenden Studie wurde nach Extraktion des Fettes (BgVV, 1980) aus den Mittagmenüs das CLA-Isomer C18:2 c9t11 und die anderen trans-Fettsäuren mit TMSH methyliert. Die kapillargaschromatographische Trennung der FAME erfolgte in der vorliegenden Studie mit einer 50 m x 0,25 mm Quarzkapillare, belegt mit CP-Sil 88, Filmdicke 0,2 µm (Varian-Chrompack GmbH, Deutschland). Der GC war ausgestattet mit einem Flammenionisationsdetektor (FID). Die Identifizierung der Peaks wurde anhand von internen Standards vorgenommen. Für die CLA wurden die Isomere C18:2 c9t11 und C18:2 c10t12/t10c12 eingesetzt (Tab. 69) und konnten in den Proben eindeutig identifiziert werden.

Nach den Autoren Precht und Molkentin (1995) ist die Länge der Kapillare und die geeigneten Kapillarenphasen entscheidend für die Trennung der FAME. Die Autoren stellten fest, daß die Trennung der FAME mit einer 100 m CP-Sil 88 besser ist, als bei einer 50 m CP-Sil 88. Nur bei der

100 m CP-Sil 88 ist eine Trennung in cis- und trans-Isomere im Milchfett möglich. In einer weiteren Arbeit von Molkentin und Precht (1995) fanden die Autoren, daß eine Verdoppelung der Kapillarenlänge von 50 auf 100 m bei CP-Sil 88 die Auftrennung entscheidend verbessert.

Eine weitere Verbesserung der Trennung kann dadurch erreicht werden, daß vor der Einspritzung das Fett mit einer  $\text{Ag}^+$ -TLC in cis und trans Isomere getrennt und somit eine Überlagerung vermieden wird (Molkentin und Precht, 1995, Wolff und Bayard, 1995).

Precht und Molkentin (1995) wiesen nach, daß eine Auftrennung allein mit dem GC, gegenüber einer Trennung mit GC und vorausgegangener  $\text{Ag}^+$ -TLC, die FAME Anteile unterschätzt. Ebenso werden cis- und trans-Isomere nicht sauber getrennt. Dies ist nicht für alle Fette zutreffend. So werden z.B. die FAME Anteile aus Milchfett durch  $\text{Ag}^+$ -TLC/GC im Vergleich zu GC unterschätzt. Da in vorliegender Studie nicht ein Lebensmittel allein analysiert wurde, sondern ein komplettes Menü, lag bei der Analyse nicht ein bestimmtes Fett vor sondern ein Mix aus vielen verschiedenen Fetten. Dies erschwerte die Wahl des geeigneten Verfahrens. Mit der in dieser Studie gewählten Methode GC-FID konnten bestimmte Fettsäuren besser bzw. schlechter getrennt werden. Ein ähnliches Problem existierte für die Probenvorbereitung. Verschiedene Fette aus verschiedenen Lebensmitteln sollten mit unterschiedlichen Methoden gewonnen werden. So veresterten Pfalzgraf et al. (1994) Fette und Öle direkt. Aus Butter wurde das Fett durch Schmelzen und Zentrifugieren gewonnen, bei Süß- und Backwaren wurden die Proben zerkleinert und das Fett in einer Soxhlet-Apparatur drei Stunden extrahiert. Für wasserhaltige Lebensmittel wie Fleisch, Eier und Milch kam vor der Extraktion eine Gefriertrocknung zum Einsatz. In der vorliegenden Arbeit wurden generell die kompletten Menüs zerkleinert und das Fett in einer Soxhlet-Apparatur extrahiert. Pfalzgraf et al. (1994) verwendeten je nach Fettart, ein anderes Temperaturprogramm. Auch diese Vorgehensweise konnte in der vorliegenden Studie nicht angewendet werden, da die Speisekomponenten nicht mehr zu trennen waren.

Trotz der Tatsache, daß die in dieser Studie angewandte Methode nach der aktuellen Literatur nicht alle CLA-Isomere trennt, wurde sie in der vorliegenden Arbeit eingesetzt, um eine vergleichbare Methode entsprechend Pfalzgraf et al. (1994) oder Fritsche und Steinhart (1998) anzuwenden. Verschiedene Arbeitsgruppen zeigten, daß eine bessere Trennung nur mit einer Silberionen-Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie ( $\text{Ag}^+$  HPLC) erreicht werden kann (Yurawecz et al., 1999, Sehat et al., 1998). Mit einer Kombination von  $\text{Ag}^+$  HPLC und GC besteht die Möglichkeit alle CLA-Isomere zu trennen (Yurawecz et al., 1998, Kramer et al., 1998, Sehat et al., 1998). Die Identifizierung der CLA-Isomere wurde entweder mit einem GC-Massenspektrometer oder mit einem GC-Fourier transform Infrarot Spektroskopie durchgeführt. Fritsche et al. (1999) stellten fest, daß eine einzelne Methode zur Bestimmung der Fettsäurezusammensetzung nicht verwendet werden sollte, da die Möglichkeiten einer einzigen Methode immer begrenzt sind. Die Autorengruppe gab weiterhin an, daß die FID-Detektion bei einem GC nicht selektiv ist und auf alle C-Kettenlängen reagiert. Zur Bestimmung der FAME ist eine Kombination aus GC-FID und  $\text{Ag}^+$  HPLC optimal (Fritsche et al., 1999). Die  $\text{Ag}^+$  HPLC mißt

bei 234 nm nur konjugierte Diene und läßt alle anderen Fettsäuren außer acht (Fritsche et al., 1999). Selbst eine 100 m lange polare Kapillare trennt nicht alle cis/trans CLA-Isomere genau, wie z.B. C18:2 c9t11, C18:2 t7c9 und C18:2 t8c10 (Yurawecz et al., 1998, Kramer et al., 1998), und auch nicht alle trans/trans CLA-Isomere wie C18:2 t8t10, C18:2 t9t11 und C18:2 t10t12 (Kramer et al., 1998, Sehat et al., 1998). Werden mehrere Kapillaren einer Ag<sup>+</sup> HPLC in Folge angeordnet, ergibt sich eine weitere Verbesserung der Trennung (Sehat et al., 1999).

Neben der Methode der Trennung und Identifizierung muß nach der Lipidextraktion das Fett verestert werden. Nach Shantha et al. (1993) ist es möglich, daß durch bestimmte Methylierungsformen die Konzentration bestimmter CLA-Isomere C18:2 c9t11 und C18:2 t10c12 signifikant abnimmt. Ob die Konzentration durch das in dieser Studie zur Veresterung angewandte TMSH abnimmt ist nicht bekannt

Ein Vergleich der Analytik (Tab. 69) bezüglich der trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t, C18:2 i ergab, daß Pfalzgraf et al. (1994) die Trennung der cis und trans Isomere durch Ag<sup>+</sup> TCL besser garantieren als die Methodik der vorliegenden Studie, obwohl Pfalzgraf et al. (1994) nur eine 30 m lange CP-Sil 88 einsetzten. Pfalzgraf et al. (1994) und diese Studie verwendeten verschiedene Methylierungs-Methoden. Beim Vergleich der Methodik zur Bestimmung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 konnten neben verschiedenen Methylierungs- sowie Identifizierungs-Methoden keine Unterschiede festgestellt werden. Es ist zu betonen, daß in der vorliegenden Studie, die zwei CLA-Isomere c18:2 c9t11 und c10t12/t10c12 eindeutig identifiziert wurden. Obwohl die angewandten Methoden zwar auf der einen Seite im Vergleich mit neueren Methoden nicht so leistungsfähig sind, ist die eingesetzte Methode zur Analyse der Mittagmenüs mit den Methoden zur Analyse von Lebensmitteln nach Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998), vergleichbar (Tab. 69).

Die berechneten Differenzen sind demnach nicht hauptsächlich auf die Ungenauigkeit der vergleichbaren Analysenmethoden zurückzuführen, sondern auf Ungenauigkeiten durch die Datenbank.

**Tab. 69:** Vergleich der analytischen Methoden zur Bestimmung der trans-Fettsäuren sowie des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in der vorliegenden Studie (Mensaessen) mit der Analytik von Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998)

	Vorliegende Studie	Pfalzgraf et al., 1994	Fritsche und Steinhart, 1998
	C16:1 t, C18:1 t, C18:2 i, C18:2 c9t11	C16:1 t, C18:1 t, C18:2 i	C18:2 c9t11
Probenvorbereitung	Extraktion	Extraktion, direkt, Schmelzen und Zentrifugieren Ag <sup>+</sup> TLC	Extraktion
Veresterung	TMSH	2 M methanolische KOH	14 % Boron Triflourid
GC	HP 5890 Series II	Perkin Elmer F 42	HP 5890 Series II
Kapillare	50 m CP-Sil 88	30 m CP-Sil 88	50 BPX-70
Detektor	FID	FID	FID
Identifikation	Standard	Standard	GC-MS, GC-FTIR

GC-FTIR = GC-Fourier transform Infrarot Spektroskopie, GC-MS = GC-Massenspektrometer

Die Analyseergebnisse bezüglich trans-Fettsäuren C16:1 t, C18:1 t und C18:2 i sowie des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurden von Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998) in die Nährstoffdatenbank von Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) eingefügt. Sie führten Analysen von deutschen Lebensmitteln durch. Neben einem regionalen besteht ein saisonaler Unterschied bezüglich des CLA-Gehaltes z. B. in der Milch (Jahreis et al., 1997), ebenso besteht eine große Variation der trans-Fettsäuren-Konzentration in Lebensmitteln (Innis et al., 1999).

Pfalzgraf et al. (1994) analysierten 197 Lebensmittel, Fritsche und Steinhart (1998) 139 Lebensmittel. Neben den Analysendaten bestimmter Lebensmittel nach Pfalzgraf et al. (1994) sowie Fritsche und Steinhart (1998) wurden auch Konzentrationen für bestimmte Lebensmittel berechnet. Es handelt sich bei einem großen Teil der eingesetzten Konzentrationen für die trans-Fettsäuren und für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 um eine gewichtete Plausibilitätsberechnung (Steinhart und Pfalzgraf, 1992). Es wird davon ausgegangen, daß eine berechnete Konzentration besser ist als wenn der Anteil gleich null gesetzt wird. Nach Schakel et al. (1997) existieren drei Methoden, wie eine trans-Fettsäuren-Konzentration eines bestimmten Lebensmittels berechnet werden kann. Eine in der eigenen Studie oft angewandte Methode übernimmt die Konzentration der trans-Fettsäuren sowie des CLA-Isomers C18:2 c9t11 von anderen, ähnlichen Lebensmitteln. So hat z.B. Fritsche und Steinhart (1998) den Median des %-Anteils des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME einer bestimmten Lebensmittelgruppe wie z.B. Milch und Milchprodukte berechnet. Mit diesem Median wurde der %-Anteil eines nicht analysierten Lebensmittels aus der entsprechenden Lebensmittelgruppe berechnet. Ein Inhaltsstoff kann auch über den Anteil anderer Nährstoffe des Lebensmittels geschätzt werden. Eine weitere Methode, welche auch in der vorliegenden Studie zur Anwendung kam, berechnet z.B. die Konzentration des CLA-Isomers

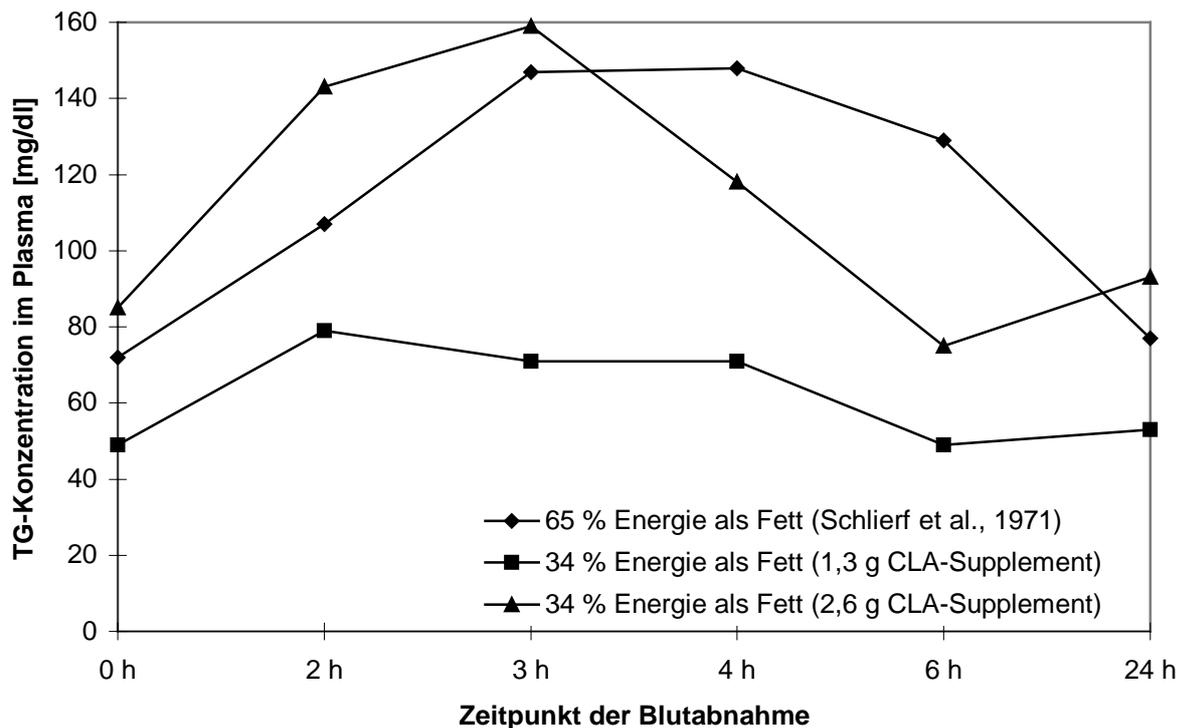
C18:2 c9t11 einer Speise aus den Lebensmitteln, aus denen sich die Speise zusammensetzt und deren Nährstoffkonzentration bekannt sind. Ebenso gelten Rezepte als Grundlage der Speisen, bei denen nur die Inhaltsstoffliste verfügbar ist. Es gibt Lebensmittel wie z.B. Margarine oder Öle, bei denen der Gehalt des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bewußt mit null eingegeben wurde, da die Analysen deutscher Margarinen und Öle keinen nennenswerten Anteil zeigten (Fritsche und Steinhart, 1998).

Durch den Vergleich der analysierten und berechneten Gehalte des CLA-Isomers C18:2 c9t11 kompletter Mittagmenüs konnte gezeigt werden, daß die berechnete Konzentration in den Menüs die tatsächliche überschätzt. Daher kann angenommen werden, daß die berechnete Konzentration in dem bayerischen Teilkollektiv der NVS und im Kollektiv der Studentinnen zu hoch liegt. Daraus läßt sich vermuten, daß durch eine vollwertige Ernährung keine Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 möglich ist, die eine Bedeutung für den Stoffwechsel haben könnte.

#### **4.4 Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11**

In der vorausgegangenen Berechnung der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 des bayerischen Teilkollektivs der NVS nahmen Männer bis maximal 1,3 g/d auf. Diese Menge an CLA wurde als Grundlage für einen Absorptionsversuch angenommen, jedoch wäre für einen Absorptionsversuch eine so erhebliche Verzehrsmenge an Käse nötig, die nicht auf einmal verzehrt werden kann. Aus diesem Grund war die Einnahme eines CLA-Supplements notwendig. Die Zusammensetzung der CLA-Isomere dieses CLA-Supplements entsprach nicht der Zusammensetzung von Lebensmitteln. Bis zu 80 % aller CLA-Isomere in tierischen Lebensmitteln entsprechen dem CLA-Isomer C18:2 c9t11 (Fritsche und Steinhart, 1998). Nach eigener Analyse des CLA-Supplements wurde festgestellt, daß das CLA-Isomer C18:2 c9t11 nur 35 % der gesamten CLA-Isomere umfaßt, das CLA-Isomer C18:2 c10t12/t10c12 dagegen 20 %, die restlichen 45 % nahmen andere CLA-Isomere ein. Diese Ergebnisse können durch eine Untersuchung von Christi et al. (1997) mehrerer CLA-Supplementen bestätigt werden. Die Autorengruppe ermittelte, daß z.B. in einem CLA-Supplement das Isomer 9,11 30 % und das Isomer 10,12 31 % der gesamten CLA-Isomere umfaßte. So kann angenommen werden, daß das in diesem Versuch eingesetzte CLA-Supplement in seiner Zusammensetzung anderen kommerziellen CLA-Supplementen entspricht, aber nicht dem eines Lebensmittels.

Die absolute TG-Konzentration war bei der Aufnahme von 2,6 g CLA-Supplement fast doppelt so hoch wie bei der Zufuhr von 1,3 g CLA-Supplement, obwohl sich die Fett-Zufuhr nur um 1,3 g CLA unterschied. Es wird angenommen, daß es sich hier um übliche Schwankungen handelt. Der größte Peak der TG im Plasma wurde bei der größeren Dosis CLA-Supplement nach 3 Stunden erreicht, bei der kleineren Dosis CLA nach zwei Stunden. Unabhängig von der Dosierungen fiel die TG-Konzentration bis zur 6ten Stunde wieder fast auf den Ausgangswert zurück. Zu ähnlichen Ergebnissen kamen Studien von Schlierf et al. (1971) und Cohn et al. (1988). Schlierf et al. (1971) ermittelten ein 24 Stunden-TG-Profil bei gesunden Personen mit einer fettreichen (65 % Energie) Ernährung (Abb. 37). Der Verlauf der TG-Konzentrationen nach Schlierf et al. (1971) deckte sich mit dem Verlauf der TG-Konzentrationen der Testmahlzeit mit 2,3 g CLA-Supplement. Der Verlauf der TG-Konzentrationen der Testmahlzeit mit 1,3 g CLA-Supplement ist deutlich flacher. Es sollte darauf hingewiesen werden, daß die Autorengruppe Schlierf et al. (1971) den gesunden Personen im Verlauf der 24 Stunden sechs Mahlzeiten verabreichten. In der vorliegenden Studie wurde eine Testmahlzeit vor der Nüchternblutabnahme verzehrt, ab der sechsten Stunde nach der Nüchternblutabnahme galt freie Nahrungsaufnahme.



**Abb. 37:** Tagesprofil der TG bei Normalpersonen unter einer isoenergetischen Formeldiät mit 15 Energie % Eiweiß, 65 Energie % Fett und 20 Energie % Kohlenhydraten bei zwei Frauen und drei Männern nach Schlierf et al. (1971) und Tagesprofile der TG nach einer Testmahlzeit von 11 Energie % Eiweiß, 34 Energie % Fett, 55 Energie % Kohlenhydrate plus 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement bei einem Mann

Die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme beeinflusst den Verlauf dahingehend, daß der Abfall nach dem Maximum der TG-Konzentration verzögert wird (Schlierf und Raetzer, 1972). Das heißt, je häufiger gegessen wird, umso langsamer flacht die TG-Konzentration ab. Die maximale TG-Konzentration der Testmahlzeit mit 2,6 g CLA-Supplement fällt bereits nach der dritten Stunde deutlich ab, im Gegensatz zur TG-Konzentration nach Schlierf et al. (1971). Diese Ergebnisse zeigen, daß die TG-Konzentrationen im Plasma innerhalb 24 Stunden den Verlauf einer gesunden Person entsprechen.

Die absolute Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG des Plasmas war bei der höheren Dosierung des CLA-Supplementes aufgrund gesteigener absoluter TG-Konzentration ebenfalls höher als bei der niedrigeren Dosierung des CLA-Supplementes. Die relativen Ergebnisse dagegen zeigten, daß nahezu kein Unterschied des %-Anteils des CLA-Isomers C18:2 c9t11 an den FAME zwischen beiden Dosierungen des CLA-Supplementes bestand. Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG des Plasmas erreichte bei beiden Dosierungen des CLA-Supplements ein erstes Maximum nach zwei Stunden, fiel zur dritten Stunde wieder ab und erreichte den größten relativen (absoluten) Gehalt nach sechs (vier) Stunden.

Es wurde kein eindeutiger Anstieg des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Chylomikron-Triglyzeriden bei Gabe von 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement gefunden. Nach Cohn et al. (1988)

wurde die maximale Triglyceridkonzentration in den Chylomikronen bereits nach drei Stunden erreicht. Die Verteilung der Fettsäuren in den Chylomikronen entspricht der Fettsäure-Zusammensetzung der Nahrung (Bradgon und Karmen, 1960, Wood et al., 1964). Der prozentuale Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in Sahne liegt bei 0,77 % der FAME, in Milch bei 0,98 % der FAME (Fritsche und Steinhart, 1998) und nach Analyse des CLA-Supplements bei 17,98 % der FAME. Die Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bei 1,3 g CLA-Supplement in den Chylomikronentriglyzeriden lagen zwischen 0,66 und 0,62 % der FAME, mit Ausnahme des vier Stunden Wertes mit 1,7 % der FAME. Für die größere Dosis CLA-Supplement lagen die Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 zwischen 0,36 und 0,76 % der FAME im Tagesverlauf. Es zeigte sich, daß der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Chylomikronentriglyzeriden eher der Konzentration in den Lebensmitteln entsprach, so daß entweder die Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus dem Supplement schlecht oder die Dosierung des CLA-Supplementes zu gering war.

Die maximale Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der VLDL wurde bei Gabe von 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement nach vier Stunden erreicht. Nach Ergebnissen von Cohn et al. (1988) wurde der größte Peak bereits nach drei Stunden erwartet. Solche Angaben sind von Geschlecht, Alter und verzehrter Fettqualität abhängig. Es wurde trotzdem für die vorliegenden Ergebnisse angenommen, daß es sich um den Verlauf einer gesunden Person handelt.

Nach Cohn et al. (1988) wurde der größte Peak der TG der LDL nach 9 Stunden erwartet. Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der LDL erreichte nach 24 Stunden den größten Peak. Eine Messung nach neun Stunden erfolgte nicht. Eine Ausnahme stellte der Peak nach der 3ten Stunde bei 1,3 g CLA-Supplement dar.

#### **4.5 Intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen PL und TG**

Beim Vergleich des Fettsäuremusters von sechs Personen mit anderen gesunden Kollektiven wurde eine gute Übereinstimmung gefunden (Nikkari et al., 1995, Ma et al., 1995). Es kann somit angenommen werden, daß das Fettsäure-Muster der untersuchten Personen im Normalbereich liegt.

Obwohl die Fettsäurezusammensetzung der Plasmalipidfraktionen PL und TG unterschiedlich ist, hängt sie trotz einer konstanten Ernährung voneinander ab (Moilanen, 1987). Nikkari et al. (1983) demonstrierten, daß eine hohe Korrelation zwischen dem Anteil der Linolsäure in den Cholesterinestern mit dem Anteil in den TG ( $r = 0,74$ ), PL ( $r = 0,72$ ) oder freien Fettsäuren ( $r = 0,74$ ) besteht. Eine nicht konstante Ernährung entspricht aber eher der Realität. So kann die P/S-Ratio zwischen 0,05 und 1,30 von Tag zu Tag variieren (van den Reek et al. 1986).

Die Variation der Fettsäurezusammensetzung in den Plasmalipidfraktionen innerhalb einer Person (intraindividuell) ist ebenso wie die Variation zwischen den Personen (interindividuell) von der zugeführten Nahrung, von Geschlecht und vom Alter abhängig. Die intraindividuelle Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der einzelnen Personen war in den TG nicht deutlich höher als in den PL. Wahrscheinlich wurde dieses unerwartete Ergebnis durch Person 5 und 6 verursacht. Diese zeigten im Vergleich zu den anderen 4 Personen einen größeren Schwankungsbereich des Anteils des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL. Die Ergebnisse dieser Studie wurden mit der intra- und interindividuellen Variation einer anderen Studie verglichen, in der dreimal im Abstand von zwei Wochen Nüchternblut von 98 Personen gesammelt wurde (Ma et al. 1995). Die Ergebnisse dieser Studie zeigten, daß vor allem die intraindividuelle Variation kleiner war als die interindividuelle, so daß die Koeffizienten aus beiden kleiner als eins waren. In der vorliegenden Studie waren die Koeffizienten meistens größer eins. Der Koeffizient der intra- und interindividuellen Variation des Anteils der Linolsäure in den PL lag in der Studie von Ma et al. (1995) bei 0,39, in dieser Studie bei 0,76. Da es sich bei dem Variationskoeffizient um eine standardisierte Streuungsmaßzahl handelt (Kreienbrock und Schach, 1997), können diese Zahlen direkt miteinander verglichen werden. Das Verhältnis der beiden Streuungsmaße des Anteils der Linolsäure in den PL war in dieser Studie fast doppelt so hoch wie in der Studie von Ma et al. (1995).

Das Verhältnis der Streuungsmaße für den Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 lag in dieser Studie in den PL bei 1,38 und in den TG bei 1,34. Dies deutete darauf hin, daß die intraindividuelle Variation in den PL sowie TG größer war als die interindividuelle Variation. Eine hohe intraindividuelle Variation über eine bestimmte Zeit sagt aus, daß eine einzelne Messung nicht die langfristige Zufuhr widerspiegelt (Willett, 1998). Dies kann verursacht sein, durch eine Veränderung des Eßverhaltens zwischen den einzelnen Messungen oder durch eine kurzfristige Beeinflussung der Fettsäurezusammensetzung durch eine Mahlzeit (Willett, 1998). Es sind weitere

Ergebnisse nötig, um eine sichere Aussage zur Beziehung zwischen der Zufuhr und der Plasmalipidkonzentration in den PL machen zu können.

Es ist bekannt, daß eine mit Fischöl angereicherte Ernährung den Eicosapentaensäure- sowie den Docosahexaensäure-Gehalt langfristig in den PL und kurzfristig in den TG erhöht. Ebenso erhöht z.B. eine linolsäurereiche Ernährung langfristig den Anteil der Linolsäure in den PL und kurzfristig in den TG. Es wurde in der vorliegenden Studie untersucht, ob das durch die Ernährung zugeführte CLA-Isomers C18:2 c9t11 die Konzentration in den Plasmalipidfraktionen PL und TG beeinflusst oder nicht. Festzustellen ist, daß aufgrund der angewandten analytischen Methode Schwankungen möglich sind, obwohl die Ernährung möglicherweise keinen Einfluß hatte. Dies ist auf die im Vergleich zu anderen Fettsäuren sehr niedrigen Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und den damit verbunden sehr kleinen Peaks zurückzuführen.

Die intraindividuelle Variation von Linolsäure in den PL (8,32 %) ist mit den Ergebnissen von Ma et al. (1995) (5,9 %) vergleichbar. Die intraindividuelle Variation der Eicosapentaensäure und der Docosahexaensäure in den PL war dagegen in der vorliegenden Studie um das vier bis fünffache höher als in der Arbeit von Ma et al. (1995). Dieses Ergebnis ist auf die geringe Konzentration der beiden Fettsäuren zurückzuführen, wodurch die Meßgenauigkeit problematisch ist und sich dies bei einer kleinen Personenzahl extrem in der intraindividuellen Variation niederschlägt.

Die intraindividuelle Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und den TG war vergleichbar mit der der Eicosapentaensäure in PL und TG dieser Untersuchung. Es wird daher angenommen, daß der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL langfristig und der Anteil in den TG kurzfristig durch eine CLA-reiche Ernährung erhöht werden kann. Aufgrund dieser Ergebnisse kommt die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und in den TG als Biomarker für eine CLA-reiche Ernährung in Frage, allerdings sind weitere Studien zur Bestätigung nötig.

#### **4.6 Physiologische Bedeutung des CLA-Isomers C18:2 c9t11 für den menschlichen Organismus**

Nach den vorliegenden Untersuchungen ist das CLA-Isomer C18:2 c9t11 neben dem CLA-Isomer 10,12 das Hauptisomer der gesamten CLA-Isomere in den Plasmalipidfraktionen. Die Konzentration des CLA-Isomer C18:2 c9t11 in den PL und TG ist im Vergleich zur Linolsäure verhältnismäßig gering. Es wird vermutet, daß aufgrund dieser niedrigen Konzentration in den PL und TG das CLA-Isomer C18:2 c9t11 zwar in tierischen Lebensmitteln und hydrogenierten pflanzlichen Ölen aufgenommen wird, aber keine wesentliche Rolle im menschlichen Stoffwechsel spielt. Die in Tierversuchen gezeigte antikanzerogene Rolle der CLA, wurde durch Dosen im Bereich von 0,1 – 1,0 % im Futter erreicht, die beim Menschen eine Zufuhr von 3,5 - 35 g/d entsprechen würde (Ip et al., 1994). Da die Zufuhr mit üblicher Nahrung zwischen 0,4 und 1 g/d liegt, können eine erhöhte Zufuhr bzw. erhöhte Plasmalipidkonzentrationen nur durch Functional Foods bzw. CLA-Supplemente erreicht werden. Für diesen Schritt fehlen aber für die einzelnen CLA-Isomere Unbedenklichkeitsprüfungen am Menschen.

Tierversuche wurden bisher ausschließlich mit Isomeren-Gemische durchgeführt. Die Zusammensetzung dieser CLA-Supplemente entspricht nicht derjenigen der Lebensmittel und ist mit Sicherheit in den einzelnen Studien unterschiedlich. Würde man die Zufuhr auf 35 g/d durch CLA-Supplemente erhöhen, hätte dies eine erhöhte Fett-Zufuhr zuzufolge, die nicht wünschenswert ist. Gleichzeitig wäre es möglich, daß die Denovo-Fettsäure-Synthese abnimmt und damit die Konzentration von C16:0 und C16:1 in den Plasmalipidfraktionen sinkt. Ebenfalls besteht die Möglichkeit einer Leberverfettung.

Die CLA beeinflussen möglicherweise die Eicosanoidsynthese bzw. den Eicosanoidstoffwechsel (Rickert und Steinhart, 1999). Man vermutet eine kompetitive Nutzung der Desaturasen durch CLA und Linolsäure zur Eicosanoidsynthese. Die Arachidonsäure in den Phospholipiden ist Ausgangssubstanz für die Eicosanoidsynthese. Es wird angenommen, daß CLA die Arachidonsäure sowie die Linolsäure in den Phospholipiden verdrängen (Belury und Kempa-Steczko, 1997, Liu und Belury, 1998). Es werden durchschnittlich 7-9 g/d Linolsäure mit der Nahrung aufgenommen. Die Zufuhr der CLA entspricht einem Bruchteil der Linolsäure-Zufuhr. Auch wenn die CLA die Linolsäure in den Phospholipiden verdrängen, sind sie mengenmäßig nicht relevant. Sollte die Arachidonsäure, deren durchschnittliche Zufuhr bei 0,2-0,3 g/d liegt, komplett durch die CLA ersetzt werden, kann trotzdem die in größeren Mengen aufgenommene Linolsäure zu Arachidonsäure umgebaut werden. Ebenso wird vermutet, daß CLA wie z.B. die Eicosapentaensäure oder die Flavonoide die Cyclooxygenase hemmen und damit die Umwandlung der Arachidonsäure in Eicosanoide. Die antioxidative Wirkung von CLA ist nach Tierversuchen sehr widersprüchlich und konnte beim Menschen bisher nicht belegt werden (van den Berg, 1995, Ha et al., 1990).

Erste Experimente mit CLA-Isomerengemische am Menschen ergaben nicht die erwarteten Ergebnisse. Von Loeffelholz et al. (1999) ermittelten keine Auswirkungen einer Supplementierung von 7 g/d CLA auf die Körperzusammensetzung von Kraftsportlern. Basu et al. (2000) zeigten im Gegensatz zu Tierversuchen bei 53 gesunden Personen einen signifikanten Anstieg von zwei  $\text{PGF}_2$ -Abbauprodukten im Urin durch Supplementierung von 4,2 g/d eines Isomerengemisches aus hauptsächlich C18:2 c9t11 und C18:2 t10c12. Die Kontrollgruppe erhielt als Plazebo 4,2 g/d Ölsäure und ernährte sich wie die Interventionsgruppe. Dies zeigt, daß die CLA die Radikal induzierte und die Cyclooxygenase katalysierte Oxidation der Arachidonsäure anregt. Die Autoren Basu et al. (2000) vermuteten, daß wahrscheinlich CLA einen größeren Effekt auf die nicht enzymatische als auf die enzymatische Oxidation der Arachidonsäure hat.

Bei Mäusen wurde die durch CLA-Supplementierung angeregte Proliferation der Peroxisomen in der Leber untersucht (Belury et al., 1997). Den Kontrollmäusen wurde Maiskeimöl verabreicht, den anderen Mäusen wurde dagegen 6 Wochen lang CLA verfüttert (0,5 %, 1,0 %, 1,5% des Futters). Als Maß für die Zellproliferation in der Leber wurde die Aktivität der Ornithin Decarboxylase (ODC) gemessen. Es zeigte sich, daß die Aktivität der Leber ODC bei Mäusen mit 1,0 % und 1,5 % CLA im Futter um das 10 fache erhöht war im Vergleich zu Mäusen mit Kontrollfutter oder 0,5 % CLA im Futter. Daraus wurde gefolgert, daß die Supplementierung von CLA eine Leberzell-Proliferation bei Mäusen verursacht.

Daraus wird geschlossen, daß das durch die Nahrung zugeführte CLA-Isomer C18:2 c9t11 für den menschlichen Organismus zwar keine wesentliche Bedeutung hat, eine erhöhte Zufuhr von CLA-Supplementen dagegen eher negative Auswirkungen haben können.

## 5. Zusammenfassung

Trotz vieler biologischer Effekte, die den CLA durch Tierversuche zugesprochen werden, bestehen nur ganz wenige Erkenntnisse hinsichtlich ihrer Funktionen im menschlichen Stoffwechsel. Ein fundiertes Wissen über die Absorption und den Stoffwechsel ist von größter Wichtigkeit um antikanzerogene, antioxidative, antiatherogene, anabole und katabole Effekte besser verstehen zu können.

Die durchgeführten Untersuchungen beschränken sich auf das CLA-Isomer C18:2 c9t11, weil 80 % der gesamten CLA-Isomere in den tierischen Lebensmitteln in dieser Form vorliegen.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 anhand eines bayerischen Teilkollektivs der NVS zu berechnen und die Hauptquellen der Zufuhr zu identifizieren. Um Aussagen zur Absorption des CLA-Isomers C18:2 c9t11 oder einen Zusammenhang zwischen der Zufuhr und den Konzentrationen in den Plasmalipidfraktionen treffen zu können, ist eine Berechnung der Zufuhr sehr wichtig. Es wurde als schnelles und billiges Erhebungsinstrument ein FFQ zur Erfassung der normalen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 bzw. des Gesamt-Fetts entwickelt und mit einem 7-Tage-Ernährungsprotokoll als Vergleichsinstrument validiert. Da zu solchen Untersuchungen immer die Bestimmung und die Berechnung der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 im biologischen Material und in Lebensmitteln von großer Bedeutung sind, wurde ein Methodenvergleich der analysierten und berechneten Ergebnisse anhand von Mittagessen durchgeführt. Neben einem Absorptionsversuch des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus einem CLA-Supplement wurde die intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und TG bei 6 Personen untersucht und der Frage nachgegangen, ob die Konzentration in den PL und TG als Biomarker für die Ernährung gelten kann.

Das CLA-Isomer C18:2 c9t11 wurde im biologischen Material wie auch in den Mittagsmenüs gaschromatographisch getrennt und mit einem FID detektiert. Es ist anzunehmen, daß der als C18:2 c9t11 identifizierte Peak im wesentlichen auch C18:2 c9t11 wiedergibt, es könnten jedoch auch geringe Mengen weiterer minorer Isomere miteerfaßt sein. Neben dem CLA-Isomer C18:2 c9t11 konnte das CLA-Isomer c10t12/t10c12 getrennt und identifiziert werden.

Die Berechnung der Zufuhr des CLA-Isomers erfolgte an einer repräsentativen Stichprobe der NVS an 63 Frauen und 56 Männern im Alter zwischen 19 und 49 Jahren. Die Auswertung der 119 7-Tage-Ernährungsprotokolle wurde mit Hilfe von Analysen deutscher Lebensmittel für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 und anderer trans-Fettsäuren durchgeführt. Die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 war normalverteilt und schwankte bei Frauen von 92 bis 961 mg/d und bei Männern von 147 bis 1338 mg/d. Bei Frauen und Männern lieferte der Butterverzehr den größten Anteil (44 %, 41 %) an der Gesamt-Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, gefolgt von der Lebensmittelgruppe „Milch, Milchprodukten und Käse“ (Frauen: 28 %, Männer: 26 %), „Wurst und

Fleischprodukte“ (Frauen: 19 %, Männer: 24 %) und „Fleisch und Geflügel“ (Frauen und Männer: 7 %). Es wurde festgestellt, daß die Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr bei Frauen von 747 bis 4964 mg/d und bei Männern von 710 bis 5455 mg/d schwankte. Die Elaidinsäure machte bei den Frauen 71 % und bei Männer 66 % der Gesamt-trans-Fettsäuren-Zufuhr aus. Beim Vergleich der Energie- und Nährstoffzufuhr des bayerischen Teilkollektivs der NVS mit der mittleren Energie- und Nährstoffzufuhr der NVS 11/16 (Erhebungsgebiete) sowie der VERA Region Süd wurde festgestellt, daß die Ergebnisse gut übereinstimmten. Die etwas höhere Energiezufuhr des bayerischen Teilkollektivs ist auf die Überschätzung der Gesamt-Fett-Zufuhr durch die Nährstoffdatenbank Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82) zurückzuführen.

Zur schnellen Erfassung der normalen Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 wurde ein quantitativer FFQ auf der Grundlage eines qualitativen Fettscreeners mit 20 Schlüssellebensmitteln entwickelt. Die abgefragten 46 Lebensmittel des FFQ wurden in klassische Lebensmittelgruppen wie Milch, Milchprodukte, Käse, Fleisch, Wurstwaren, Kuchen und Gebäck eingeteilt und mit 9 Verzehrshäufigkeitskategorien abgefragt. Diese reichen von „nie“ bis „mehr als zwei mal pro Tag“. Es wurden Standardportionen vorgegeben, bei denen der Teilnehmer entscheiden mußte, ob er normalerweise diese vorgegebene Portion oder eine Portion die größer bzw. kleiner war, verzehrte. An der Validierungsstudie nahmen 52 Studentinnen im Alter zwischen 22 und 36 Jahren teil. Das Alter lag im Mittel bei 24 Jahren und der BMI bei 21,52 kg/m<sup>2</sup>. Die Studentinnen wurden in die Schätzprotokollmethode eingewiesen und während des 7-d-EP telefonisch betreut. Die Studentinnen füllten am Ende dieses Zeitraums einen FFQ aus.

Es zeigte sich, daß die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, berechnet durch den FFQ, im Vergleich zu den 7-Tage-Ernährungsprotokollen um 23 % unterschätzt wurde. Ebenso wurde die Fett-Zufuhr durch den FFQ unterschätzt. Nach Einteilung der Studentinnen zu übereinstimmenden, angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen, zeigte sich, daß 54 % der Studentinnen bei der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in übereinstimmenden Terzilen lagen und der kleinere Teil der Studentinnen in angrenzenden und gegenüberliegenden Terzilen. Daraus resultierte ein Kappa-Wert von 0,31, welcher eine mittelmäßige Übereinstimmung der zwei Methoden bedeutet. Zwischen beiden Methoden wurde eine akzeptable und signifikante Korrelation für das CLA-Isomer C18:2 c9t11 ( $r=0,46$ ) berechnet und ein signifikanter Zusammenhang durch eine Regressionsanalyse festgestellt. Dies verdeutlicht, daß der FFQ die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in einer akzeptablen Weise erfaßt.

Der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG war etwa doppelt so hoch wie in den PL. Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen war im Vergleich zu anderen Fettsäuren sehr gering. Es wird daher vermutet, daß das CLA-Isomer C18:2 c9t11 keine wesentliche Rolle im menschlichen Stoffwechsel besitzt. Die in Tierversuchen erreichten antikanzerogenen Effekte der CLA, wurden durch Mengen erreicht, die beim Menschen eine Zufuhr von 3,5 bis 35 g/d voraussetzen würde. Da die durchschnittliche Zufuhr zwischen 0,4 und 1,0 g/d liegt, wäre eine so hohe Zufuhr nur annähernd mit Functional Foods oder mit

Supplementen zu erreichen. Aufgrund fehlender Unbedenklichkeitsprüfungen für einzelne Isomere ist eine derart hohe Zufuhr nicht zu empfehlen.

Weiterhin wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der Konzentration in den Plasmalipidfraktionen PL und TG besteht. Die kurzfristige mittlere Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, ermittelt aus einem oder zwei Tagen des 7-Tage-Ernährungsprotokolls vor der Blutabnahme, korrelierte signifikant mit dem Anteil in den PL und in den TG. Die mittelfristige Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, berechnet aus dem 7-Tage-Ernährungsprotokoll, korrelierte signifikant mit dem Anteil in den PL, dagegen nicht signifikant mit dem Anteil in den TG. Die langfristige Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, berechnet durch den FFQ, korrelierte nicht signifikant mit dem Anteil in den PL und in den TG. Diese Ergebnisse ließen die Vermutung zu, daß für die kurzfristige Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 der Anteil in den TG als Biomarker gelten kann. Für die mittelfristige Zufuhr scheint der Anteil in den PL ein Biomarker zu sein.

Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 und der anderen trans-Fettsäuren wurde bei 30 Mittagmenüs gaschromatographisch bestimmt und mit berechneten Ergebnissen auf Basis von Fritsche und Steinhart (1998) verglichen. Es wurde ermittelt, daß die mittlere analysierte (29 mg/Menü) Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Mittagmenüs niedriger lag als das berechnete Ergebnis (70 mg/Menü), so daß eine mittlere Differenz von 41 mg/Menü entstand. Die mittlere Konzentration der Gesamt-trans-Fettsäuren lag dagegen bei den analysierten Ergebnissen (1277 mg/Menü) höher als bei den berechneten (865 mg/Menü). Die entstandene Differenz lag bei 411 mg/Menü. Es ergab sich eine signifikante und akzeptable Korrelation zwischen den beiden Methoden für das CLA-Isomer C18:2 c9t11. Für die Gesamt-trans-Fettsäuren-Konzentration sowie für die Fett-Gehalte der Menüs wurde keine signifikante Korrelation ermittelt. Obwohl es heute genauere Methoden zur Trennung und Bestimmung der CLA gibt, wurden in diesem Fall vergleichbare Methoden verwendet, d.h. im wesentlichen wurden die Fettsäuren gaschromatographisch getrennt und mit einem FID detektiert. Allerdings fand die Identifikation in der vorliegenden Studie und in der Arbeit zur Bestimmung der trans-Fettsäure-Gehalte deutscher Lebensmittel mit einem Standard, in der Arbeit zur Analyse des CLA-Isomers C18:2 c9t11 deutscher Lebensmittel mit einem GC-MS bzw. GC-FTIR statt. Aufgrund der Tatsache, daß die Ungenauigkeit aller drei Analysenmethoden ähnlich war, ist die Differenz der Ergebnisse hauptsächlich auf die Berechnung anhand der Nährstoffdatenbank zurückzuführen. Es zeigte sich, daß die Berechnung der Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Mittagmenüs die Ergebnisse im Vergleich zur Analyse überschätzte. Deshalb wird angenommen, daß auch die berechnete Zufuhr CLA-Isomers C18:2 c9t11 des bayerischen Teilkollektivs der NVS und des Kollektivs der 52 Studentinnen eher überschätzt ist.

Einer männlichen Testperson im Alter von 63 Jahren wurde in Verbindung mit einer Testmahlzeit 1,3 g CLA-Supplement oder 2,6 g CLA-Supplement verabreicht. Ca. 50 % der FAME in dem CLA-

Supplement waren CLA-Isomere, allerdings nahm das CLA-Isomer C18:2 c9t11 nur knapp 40 % der Gesamt-CLA-Isomere ein. Der Versuchsperson wurde nüchtern, nach 2, 3, 4, 6 und 24 Stunden nach Verzehr der Testmahlzeit plus CLA-Supplement Blut abgenommen. Ab der sechsten Stunde war eine freie Nahrungsauswahl erlaubt.

Der zeitliche Verlauf des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG im Plasma zeigte, daß die größere CLA-Zulage absolut die höhere Konzentration ergab (größter Peak nach 4 Stunden), relativ dagegen konnte fast kein Unterschied beobachtet werden (größter Peak nach 6 Stunden). Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Chylomikronen der TG ergab keinen typischen Verlauf. Normalerweise entspricht das Fettsäuremuster der Chylomikronen dem der zugeführten Nahrung. Da der Anteil des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (% FAME) in den Chylomikronen nicht dem Anteil in den Supplementen entsprach sondern eher dem der verzehrten Testmahlzeit, wird angenommen, daß entweder die Absorption aus dem Supplement schlecht war oder die Dosierung zu gering. Die maximale Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der VLDL wurde beim 1,3 g und 2,6 g CLA-Supplement nach 4 Stunden erreicht. Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG der LDL zeigte keinen eindeutigen zeitlichen Verlauf entsprechend der CLA-Supplementierung.

Anhand von 4 Männern und 2 Frauen im Alter zwischen 28 und 63 Jahren wurde im Abstand von 1 Monat 4 mal Nüchternblut abgenommen. Es wurde ein intraindividueller Variationskoeffizient von 42 % des CLA-Isomers C18:2 c9t11 (% FAME) in den TG festgestellt bzw. 47 % in den PL. In den TG war die intraindividuelle Variation signifikant, in den PL nicht. Dies verdeutlicht eine größere Schwankungsbreite des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG als in den PL innerhalb der 4 Messungen bei einer Person. Dieser hohe Variationskoeffizient ist zum einen durch die geringe Anzahl der Personen bedingt und zum anderen handelt es sich bei der Analyse des CLA-Isomers C18:2 c9t11 um sehr geringe Konzentrationen mit relativ hohen Schwankungen. Dies bedeutet auch, daß eine einzige Messung nicht exakt die langfristige Zufuhr widerspiegelt. Es wird angenommen, daß die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den TG als Biomarker für die kurzfristige Zufuhr gelten kann. Die Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL könnte vermutlich als Biomarker für die langfristige Zufuhr verwendet werden, allerdings müssen weitere Studien dies bestätigen.

Obwohl die Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11 einer großen Schwankungsbreite unterliegt, ist es möglich, die Zufuhr mit einem Food-Frequency-Questionnaire im Vergleich zu einem 7-d-Ernährungsprotokoll in einer akzeptablen Weise zu erfassen. Es wird bestätigt, daß die Ernährung die wesentliche Quelle für das CLA-Isomer c9t11 ist, da eine signifikante und akzeptable Korrelation zwischen der Zufuhr und der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen Phospholipide und Triglyceride besteht. Da die intraindividuelle Variation der Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktion erheblich ist, ist zwar die Konzentration in den Plasmalipidfraktionen als Biomarker für eine CLA-reiche Ernährung denkbar, dies muß aber durch weitere Studien bestätigt werden. Aufgrund der verhältnismäßig niedrigen

Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den Plasmalipidfraktionen wird angenommen, dass es keine wesentliche Bedeutung für den menschlichen Organismus hat.

## 6. Literatur

- Adlof RO, Duval S, Emken EA. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in humans. *Lipids* 2000;35:131-135.
- Adolf T, Schneider R, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Hesecker H, Hünchen K, Matiaske B, Moch KJ and Rosenbauer J. Ergebnisse der nationalen Verzehrsstudie (1985-1988) über die Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme in der Bundesrepublik Deutschland. Kübler, W., Anders, H. J., and Heeschen, W. (Band XI). 1995. Niederkleen, Wissenschaftlicher Fachverlag. VERA-Schriftenreihe.
- Allison DB, Egan K, Barraj LM, Caughman C, Infante M, Heimbach JT. Estimated intakes of trans fatty and other fatty acids in the US population. *J Am Diet Assoc* 1999;99:166-174.
- Amann, U. Reproduzierbarkeit einer Food-Frequency-Methode. 1993. Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaft.
- Andersen LF, Nes M, Lillegaard IT, Sandstad B, Bjorneboe GE, Drevon CA. Evaluation of a quantitative food frequency questionnaire used in a group of Norwegian adolescents. *Eur J Clin Nutr* 1995;49:543-554.
- Andersen LF, Solvoll K, Drevon CA. Very-long-chain n-3 fatty acids as biomarkers for intake of fish and n-3 fatty acid concentrates. *Am J Clin Nutr* 1996;64:305-311.
- Asciutti-Moura LS, Guillard JC, Fuchs F, Richard D, Klepping J. Fatty acid composition of serum lipids and its relation to diet in an elderly institutionalized population. *Am J Clin Nutr* 1988;48:980-987.
- Banni S, Angioni E, Casu V, Melis MP, Scrugli S, Carta G, Corongiu FP, Ip C. An increase in vitamin A status by the feeding of conjugated linoleic acid. *Nutr Cancer* 1999;33:53-57.
- Banni S, Angioni E, Contini MS, Carta G, Casu V, Iengo GA, Melis MP, Deiana M, Dessì MA, Corongiu FP. Conjugated linoleic acid and oxidative stress. *J Am Oil Chem Soc* 1998;75:261-267.
- Banni S, Day BW, Evans RW, Corongiu FP, Lombardi B. Liquid chromatographic-mass spectrometric analysis of conjugated diene fatty acids in a partially hydrogenated fat. *JAOCS* 1994;71:1321-1325.
- Basu S, Smedman AE, Vessby B. Conjugated linoleic acid induces lipid oxidation in humans. *FEBS Letters* 2000;468:33-36.
- Belury MA, Kempa-Steczko A. Conjugated linoleic acid modulates hepatic lipid composition in mice. *Lipids* 1997;32:199-204.
- BgVV. Amtliche Sammlung von Untersuchungsverfahren nach § 35 LMBG (Beuth Verlag GmbH, Berlin 1980).
- Bohlscheid-Thomas S, Hoting I, Boeing H, Wahrendorf J. Reproducibility and relative validity of energy and macronutrient intake of a food frequency questionnaire developed for the German part of the EPIC project. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. *Int J Epidemiol* 1997;26 Suppl 1:S71-81:S71-S81
- Bonifacj C, Gerber M, Scali J, Daures JP. Comparison of dietary assessment methods in a southern French population: use of weighed records, estimated-diet records and a food-frequency questionnaire. *Eur J Clin Nutr* 1997;51:217-231.

- Bragdon JH, Karmen A. The fatty acid composition of chylomicrons and serum following the ingestion of different oils. *J Lipid Research* 1960;1:167-170.
- Britton M, Fong C, Wickens D, Yudkin J. Diet as a source of phospholipid esterified 9,11-octadecadienoic acid in humans. *Clinical Science* 1992;83:97-101.
- Carter CA, Ip MM, Ip C. A comparison of the effects of the prostaglandin synthesis inhibitors indomethacin and carprofen on 7,12-dimethylbenz[a]anthracene-induced mammary tumorigenesis in rats fed different amounts of essential fatty acid. *Carcinogenesis* 1989;10:1369-1374.
- Chin SF, Liu W, Storkson J, Ha YL, Pariza MW. Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens. *J Food Comp Analysis* 1992;5:185-197.
- Christie WW. *Lipid analysis*. (Pergamond Press, Oxford 1982).
- Cohn JS, McNamara JR, Cohn SD, Ordovas JM, Schaefer EJ. Postprandial plasma lipoprotein changes in human subjects of different ages. *J Lipid Res* 1988;29:469-479.
- Curtis AE, Musgrave KO, Klimis-Tavantzis D. A food frequency questionnaire that rapidly and accurately assesses intake of fat, saturated fat, cholesterol, and energy. *J Am Diet Assoc* 1992;92:1517-1519.
- Dayton S, Hashimoto S, Dixon W, Pearce ML. Composition of lipids in human serum and adipose tissue during prolonged feeding of a diet high in unsaturated fat. *J Lipid Res* 1966;7:103-111.
- Decarli A, Franceschi S, Ferraroni M, Gnagnarella P, Parpinel MT, LaVecchia C, Negri E, Salvini S, Falcini F, Giacosa A. Validation of a food-frequency questionnaire to assess dietary intakes in cancer studies in Italy. Results for specific nutrients. *Ann Epidemiol* 1996;6:110-118.
- Döring A, Honig-Blum K, Winkler G, Kammerlohr R, Fischer B, and Keil U. MONICA Project Region Augsburg: Dietary surveys 1984/85 and 1994/95 in middle aged men from the city of Augsburg. Table 6.5. 1998. Neuherberg, Institut für Epidemiologie, Institut für Medizinische Informatik und Systemforschung, Ingoldstädter Landstraße 1, 85764 Neuherberg. Data-Book.
- Egami I, Wakai K, Kato K, Lin Y, Kawamura T, Tamakoshi A, Aoki R, Kojima M, Nakayama T, Wada M, Ohno Y. A simple food frequency questionnaire for Japanese diet--Part II. Reproducibility and validity for nutrient intakes. *J Epidemiol* 1999;9:227-234.
- Fleiss JL: The measurement of interrater agreement; in Fleiss JL (ed): *Statistical methods for rates and proportions*. New York, John Wiley & Sons, 1981, pp 212-236.
- Fogerty AC, Ford GL, Svoronos D. Octadeca-9, 11-dienoic acid in foodstuffs and in the lipids of human blood and breastmilk. *Nutr Reports Int* 1988;38:937-944.
- Folch J, Lees M, Sloane-Stanley GA. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *J Biol Chem* 1957;226:497-509.
- Fremann D, Radtke J, Linseisen J, Wolfram G. Schwankungsbreite der CLA-Zufuhr in Bayern. *Proc Germ Nutr Soc* 1999;1:52
- Fritsche J, Rickert R, Steinhart H, Yurawecz MP, Mossoba MM, Sehat N, Roach JA, Kramer JK, KuY. Conjugated linoleic acid (CLA) isomers: formation, analysis, amounts in foods, and dietary intake. *Fett/Lipid* 1999;101:272-276.

- Fritsche J, Steinhart C. Trans fatty acid content in German margarines. *Fett/Lipid* 1997;9:214-217.
- Fritsche J, Steinhart H. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Z Lebens Unters Forsch A* 1998;206:77-82.
- Fritsche J, Steinhart H. Analysis, occurrence and physiological properties of trans fatty acids (TFA) with particular emphasis on conjugated linoleic acid isomers (CLA). *Fett/Lipid* 1998b;100:190-210.
- Fritsche J, Steinhart H. Contents of trans fatty acids (TFA) in German foods and estimation of daily intake. *Fett/Lipid* 1997;99:314-318.
- Gedrich K. Ökonometrische Bestimmung der Lebensmittel- und Nährstoffzufuhr von Personen anhand des Lebensmittelverbrauch. A74-A76. 1996. Dissertation am Institut für Sozialökonomik des Haushalts, Lehrstuhl für Wirtschaftslehre des Haushalts.
- Guthrie HA. Selection and quantification of typical food portions by young adults. *J Am Diet Assoc* 1984;84:1440-1444.
- Ha YL, Grimm NK, Pariza MW. Newly recognized anticarcinogenic fatty acids: Identification and quantification in natural and processed cheeses. *J Am Oil Chem Soc* 1989;37:75-81.
- Ha YL, Storkson J, Pariza MW. Inhibition of Benzo(a)pyrene-induced mouse forestomach neoplasia by conjugated dienoic derivatives of linoleic acid. *Cancer Res* 1990;50:1097-1101.
- Haraldsdottir J, van Staveren WA: Food frequency; in Cameron ME and van Staveren WA (eds): *Manual on methodology for food consumption studies*. Oxford, University Press, 1988, pp 92-95.
- Harris JA, Benedict FG. *Biometric studies of basal metabolism in man* (Carnegie Institute of Washington, Washington 1919).
- Harrison K, Cawood P, Iversen A, Dormandy DT. Diene conjugation patterns in normal human serum. *Life Chem Rep* 1985;3:41-44.
- Havel RJ, Eder HA, Bragdon JH. The distribution and chemical composition of ultracentrifugally separated lipoproteins in human serum. *J Clin Invest* 1955;34:1345-1353.
- Heady JA. Diets of bank clerks. Development of a method of classifying the diets of individuals for use in epidemiologic studies. *J R Statist Soc* 1961;124:336-361.
- Herbel BK, McGuire MK, McGuire MA, Shultz TD. Safflower oil consumption does not increase plasma conjugated linoleic acid concentrations in humans. *Am J Clin Nutr* 1998;67:332-337.
- Heseker H, Adolf T, Eberhardt W, Hartmann S, Herwig A, Kübler W, Matiaske B, Moch KJ, Nitsche A, Schneider R, Zipp A. *Lebensmittel- und Nährstoffaufnahme Erwachsener in der Bundesrepublik Deutschland*. Kübler W, Anders H J, Heeschen W (Band III). 1994. *Niederkleen, Wissenschaftlicher Fachverlag. VERA-Schriftenreihe*.
- Hofmann M, Lydtin H. *Bayerisches Kochbuch* (Berkenverlag, München 1992).
- Horwath CC. Validity of a short food frequency questionnaire for estimating nutrient intake in elderly people. *Br J Nutr* 1993;70:3-14.
- Houseknecht KL, Vanden-Heuvel JP, Moya-Camarena SY, Portocarrero CP, Peck LW, Nickel KP, Belury MA. Dietary conjugated linoleic acid normalizes impaired glucose tolerance in the Zucker diabetic fatty fa/fa rat. *Biochem Biophys Res Commun* 1998;244:678-682.

- Hulshof KF, van-Erp BM, Anttolainen M, Becker W, Church SM, Couet C, Hermann-Kunz E, Kesteloot H, Leth T, Martins I, Moreiras O, Moschandreas J, Pizzoferrato L, Rimestad AH, Thorgeirsdottir H, van Amelsvoort JM, Aro A, Kafatos AG. Intake of fatty acids in western Europe with emphasis on trans fatty acids: the TRANSFAIR Study. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:143-157.
- Hunter DJ, Sampson L, Stampfer MJ, Colditz GA, Rosner B, Willett WC. Variability in portion sizes of commonly consumed foods among a population of women in the United States. *Am J Epidemiol* 1988;127:1240-1249.
- Innis SM, Green TJ, Halsey TK. Variability in the trans fatty acid content of foods within a food category: implications for estimation of dietary trans fatty acid intakes. *J Am Coll Nutr* 1999;18:255-260.
- Innis SM, King DJ. trans Fatty acids in human milk are inversely associated with concentrations of essential all-cis n-6 and n-3 fatty acids and determine trans, but not n-6 and n-3, fatty acids in plasma lipids of breast-fed infants. *Am J Clin Nutr* 1999;70:383-390.
- Ip C, Chin SF, Scimeca JA, Pariza MW. Mammary cancer prevention by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Res* 1991;51:6118-6124.
- Ip C, Jiang C, Thompson HJ, Scimeca JA. Retention of conjugated linoleic acid in the mammary gland is associated with tumor inhibition during the post-initiation phase of carcinogenesis. *Carcinogenesis* 1997a;18:755-759.
- Ip C, Lisk DJ, Scimeca JA. Potential of food modification in cancer prevention. *Cancer Research* 1994;54(Suppl):1957-1959s
- Ip C, Scimeca JA. Conjugated linoleic acid and linoleic acid are distinctive modulators of mammary carcinogenesis. *Nutr Cancer* 1997b;27:131-135.
- Iversen SA, Cawood P, Dormandy TL. A method for the measurement of a diene-conjugated derivative of linoleic, 18:2(9,11), in serum phospholipid, and possible origins. *Ann Clin Biochem* 1985;22:137-140.
- Jahreis G, Fritsche J, Steinhart H. Conjugated linoleic acid in milk fat: High variation depending on production system. *Nutr Res* 1997;17:1479-1484.
- Jahreis G, Fritsche J, Steinhart H. Monthly variations of milk composition with special regard to fatty acids depending on season and farm management systems - conventional versus ecological. *Fett/Lipid* 1996;98:356-359.
- Jiang J, Wolk A, Vessby B. Relation between the intake of milk fat and the occurrence of conjugated linoleic acid in human adipose tissue. *Am J Clin Nutr* 1999;70:21-27.
- Kalorien Mundgerecht (Umschau Verlag, Frankfurt a. Main 1996).
- Kamlage B, Hartman L, Gruhl B, Blaut M. Intestinal microorganism do not supply associated gnotobiotic rats with conjugated linoleic acid. *J Nutr* 1999;129:2212-2217.
- Kavanaugh CJ, Liu KL, Belury MA. Effect of dietary conjugated linoleic acid on phorbol ester-induced PGE2 production and hyperplasia in mouse epidermis. *Nutr Cancer* 1999;33:132-138.
- Kemppainen T, Rosendahl A, Nuutinen O, Ebeling T, Pietinen P, Uusitupa M. Validation of a short dietary questionnaire and a qualitative fat index for the assessment of fat intake. *Eur J Clin Nutr* 1993;47:765-775.

- Kepler CR, Hirons KP, McNeill JJ, Tove SB: Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *J Biol Chem* 1966;241:1350-1354
- Kowala MC, Nunnari JJ, Durham SK, Nicolosi RJ. Doxazosin and cholestyramine similarly decrease fatty streak formation in the aortic arch of hyperlipidemic hamsters. *Atherosclerosis* 1991;91:35-49.
- Kramer JG, Sehat N, Dugan MR, Mossoba MM, Yurawecz MP, Roach JA, Eulitz K, Aalhus JL, Schaefer AL, KuY. Distributions of conjugated linoleic acid (CLA) isomers in tissue lipid classes of pigs fed a commercial CLA mixture determined by gas chromatography and silver ion-high-performance liquid chromatography. *Lipids* 1998;33:549-558.
- Kreienbrock L, Sachs S. *Epidemiologische Methoden* (Gustav Fischer Verlag, Stuttgart 1997).
- Kromhout D, Menotti A, Bloemberg B, Aravanis C, Blackgurn H, Buzina R, Donta AS, Fidanza F, Giampaoli S, Jansen A, Karvonen M, Katan M, Nissinen A, Nedeljkovic S, Pekkanen J, Pekkarinen M, Punsar S, Räsänen L, Simic B, Toshima H. Dietary saturated and trans fatty acids and cholesterol and 25-year mortality from coronary heart disease: the Seven Countries Study. *Prev Med* 1995;24:308-315.
- Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics* 1977;33:159-174.
- Lee KN, Kritchevsky D, Pariza MW. Conjugated linoleic acid and atherosclerosis in rabbits. *Atherosclerosis* 1994;108:19-25.
- Li Y, Watkins BA. Conjugated linoleic acids alter bone fatty acid composition and reduce ex vivo prostaglandin E2 biosynthesis in rats fed n-6 or n-3 fatty acids. *Lipids* 1998;33:417-425.
- Lin H, Boylston TD, Chang MJ, Luedecke LO, Shultz TD. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *J Dairy Sci* 1995;78:2358-2365.
- Liu KL, Belury MA. Conjugated linoleic acid reduces arachidonic acid content and PGE2 synthesis in murine keratinocytes. *Cancer Lett* 1998;127:15-22.
- Linseisen J, Metges CC, Schwarz S, Wolfram G. Iodine concentration in canteen meals prepared with or without iodized salt. *Z Ernährungswiss* 1995;34:240-242.
- Linseisen J, Radtke J, Wolfram G. Flavonoidzufuhr Erwachsener in einem bayerischen Teilkollektiv der Nationalen Verzehrsstudie. *Z Ernährungswiss* 1997;36:403-412.
- Linseisen J, Rienth S, Tato F, Keller C, Wolfram G. Trans-Fettsäuren-Aufnahme bei Patienten mit Hyperlipidämie. *Z Ernährungswiss* 1996;35:105.
- Linseisen J, Wolfram G. Unterschiede in der Nährstoffzufuhr bei Verwendung verschiedener Nährstoff-Datenbanken - ein Fallbeispiel. *Z Ernährungswiss* 1997;36:127-132.
- Lopes SM, Trimbo SL, Mascioli EA, Blackburn GL. Human plasma fatty acid variations and how they are related to dietary intake. *Am J Clin Nutr* 1991;53:628-637.
- Ma J, Folsom AR, Eckfeldt JH, Lewis L, Chambless LE. Short- and long-term repeatability of fatty acid composition of human plasma phospholipids and cholesterol esters. The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. *Am J Clin Nutr* 1995a;62:572-578.
- Ma J, Folsom AR, Shahar E, Eckfeldt JH. Plasma fatty acid composition as an indicator of habitual dietary fat intake in middle-aged adults. The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study Investigators. *Am J Clin Nutr* 1995b;62:564-571.

- Mahfouz MM, Valicenti AJ, Holman RT. Desaturation of isomeric trans-octadecenoic acids by rat liver microsomes. *Biochim. Biophys Acta* 1980;618:1-12.
- Martin J-C, Banni S: Occurrence, chemistry and nutrition of conjugated linoleic acid; in Sébédio JL and Christie WW (eds): *Trans fatty acids in human nutrition*. Dundee, The Oily Press, 1998, pp 261-302.
- McGuire MK, Park Y, Behre RA, Harrison LY, Shultz TD, McGuire MA. Conjugated linoleic acid concentrations of human milk and infant milk. *Nutr Res* 1997;17:1277-1283.
- McPherson RS, Kohl HW, Garcia G, Nichaman MZ, Hanis CL. Food-frequency questionnaire validation among Mexican-Americans: Starr County, Texas. *Ann Epidemiol* 1995;5:378-385.
- Mengenlehre für die Küche (Deutsche Lebensmittelwerke GmbH, Hamburg 1995).
- Moilanen T. Short-term biological reproducibility of serum fatty acid composition in children. *Lipids* 1987;22:250-252.
- Molkentin J, Precht D. Determination of trans-octadecenoic acids in german margarines, shortenings, cooking and dietary fats by AG-TLC/GC. *Z Ernährungswiss* 1995;34:314-317.
- MONICA Mengenliste (AID, Bonn 1991).
- Moya-Camarena SY, Vanden-Heuvel JP, Belury MA. Conjugated linoleic acid activates peroxisome proliferator-activated receptor alpha and beta subtypes but does not induce hepatic peroxisome proliferation in Sprague-Dawley rats. *Biochim Biophys Acta* 1999;1436:331-342.
- Moya-Camarena SY, Vanden Heuvel JP, Blanchard SG, Leesnitzer LA, Belury MA. Conjugated linoleic acid is a potent naturally occurring ligand and activator of PPARalpha. *J Lipid Research* 1999;40:1426-1433.
- Munday JS, Thompson KG, James KA. Dietary conjugated linoleic acids promote fatty streak formation in the C57BL/6 mouse atherosclerosis model. *Br J Nutr* 1999;81:251-255.
- Nicolosi RJ, Rogers EJ, Kritchevsky D, Scimeca JA, Huth PJ. Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery* 1997;22:266-277.
- Nikkari T, Luukkainen P, Pietinen P, Puska P. Fatty acid composition of serum lipid fractions in relation to gender and quality of dietary fat. *Ann Med* 1995;27:491-498.
- Nikkari T, Rasanen L, Viikari J, Akerblom HK, Vuori I, Pyörälä K, Uhari M, Dahl M, Lähde P-L, Pesonen E, Suoninen. Serum fatty acids in 8-year-old Finnish boys: correlations with qualitative dietary data and other serum lipids. *Am J Clin Nutr* 1983;37:848-854.
- Oberreuther D. Validierung eines Food-Frequency-Questionnaires anhand eines 3-Tage-Ernährungsprotokolls. 1993. Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaft.
- Park Y, Albright KJ, Storkson JM, Liu W, Cook ME, Pariza MW. Changes in body composition in mice during feeding and withdrawal of conjugated linoleic acid. *Lipids* 1999a;34:243-248.
- Park Y, Storkson JM, Albright KJ, Liu W, Pariza MW. Evidence that the trans-10,cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids* 1999b;34:235-241.

- Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. Content of trans-fatty acids in food. *Z Ernährungswiss* 1994;33:24-43.
- Pfalzgraf A, Timm M, Steinhart H. Gehalte von trans-Fettsäuren in Lebensmitteln. *Z Ernährungswiss* 1993;33:24-43.
- Precht D, Molkentin J. Trans fatty acids: implications for health, analytical methods, incidence in edible fats and intake. *Die Nahrung* 1995;39:343-374.
- Recommended Dietary Allowances, 10<sup>th</sup> Edition, National Research Council (eds). Washington, National Academy Press, 1989, pp 24-38.
- Riboli E, Elmstahl S, Saracci R, Gullberg B, Lindgarde F. The Malmo Food Study: validity of two dietary assessment methods for measuring nutrient intake. *Int J Epidemiol* 1997;26 Suppl 1:S161-73:S161-S173
- Rickert R, Steinhart C: Konjugierte Linolsäureisomere (CLA); in Erbersdobler HF, Meyer AH (eds): *Praxishandbuch Functional Food*. Hamburg, Behr's Verlag, 1999, pp 11-14.
- Rienth S. Zufuhr von trans-Fettsäuren und weiteren Nährstoffen bei Patienten mit Fettstoffwechselstörungen und Studentinnen. 1995. Diplomarbeit Institut für Ernährungswissenschaft.
- Rohrmann, S. Entwicklung und Validierung von Kurzfragenbögen zur Erfassung der Fettaufnahme. 1998. Magisterarbeit zum Ergänzungsstudiengang Bevölkerungsmedizin und Gesundheitswesen (Public Health), Medizinische Hannover.
- Salminen I, Mutanen M, Jauhiainen M, Aro A. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. *J Nutr Biochem* 1998;9:93-98.
- Schakel SF, Buzzard IM, Gebhardt SE. Procedures for estimating nutrient values for food composition databases. *J Food Composition Analysis* 1997;10:102-114.
- Schlierf G, Raetzer H. Diurnal patterns of blood sugar, plasma insulin, free fatty acid and triglyceride levels in normal subjects and in patients with Type IV hyperlipoproteinemia and effect of meat frequency. *Nutr Metabol* 1972;14:113-126.
- Schlierf G, Reinheimer W, Strossberg V. Diurnal patterns of plasma triglycerides and free fatty acids in normal subjects and in patients with endogenous (Typ IV) hyperlipoproteinemia. *Nutr Metabol* 1971;13:80-91.
- Schneider R: Welche Methoden gibt es Ernährungsinformationen zu ermitteln?; In Schneider R (ed): *Vom Umgang mit Zahlen und Daten: Eine praxisnahe Einführung in Statistik und Ernährungsepidemiologie*. Frankfurt a. Main, Umschau Zeitschriftenverlag, 1997, pp 101-132.
- Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nur Clin Nutr* 1985;39:5-41.
- Schomburg G. *Gaschromatographie* (VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim 1987).
- Schulte E, Weber K. Schnelle Herstellung der Fettsäuremethylester aus Fetten mit Trimethylsulfoniumhydroxid oder Natriummethylat. *Fat Sci Technol* 1989;5:181-183.
- Sehat N, Kramer JK, Mossoba MM, Yurawecz MP, Roach JA, Eulitz K, Morehouse KM, Ku Y. Identification of conjugated linoleic acid isomers in cheese by gas chromatography, silver ion high performance liquid chromatography and mass spectral reconstructed ion profiles. Comparison of chromatographic elution sequences. *Lipids* 1998;33:963-971.

- Sehat N, Rickert R, Mossoba MM, Kramer JK, Yurawecz MP, Roach JA, Adlof RO, Morehouse KM, Fritsche J, Eulitz KD, Steinhart H, Ku Y. Improved separation of conjugated fatty acid methyl esters by silver ion-high-performance liquid chromatography. *Lipids* 1999;34:407-413.
- Sehat N, Yurawecz MP, Roach JA, Mossoba MM, Kramer JK, Ku Y. Silver-ion high-performance liquid chromatographic separation and identification of conjugated linoleic acid isomers. *Lipids* 1998;33:217-221.
- Shantha NC, Decker EA, Hennig B. Comparison of methylation methods for quantitation of conjugated linoleic acid isomers. *J AOAC International* 1993;7:644-649.
- Shantha NC, Decker EA, Ustunol Z. Conjugated linoleic acid concentration in processed cheese. *JAOCS* 1992;69:425-428.
- Shantha NC, Ram LN, O'Leary J, Hicks CL, Decker EA. Conjugated linoleic acid concentrations in dairy products as affected by processing and storage. *J Food Sci* 1995;60:695-697.
- Smith AF, Jobe JB, Mingay DJ. Question-induced cognitive biases in reports of dietary intake by college men and women. *Health Psychol.* 1991;10:244-251.
- Stahl E. *Dünnschichtchromatographie* (Springer Verlag, Berlin 1967).
- Stangl GI, Müller H, Kirchgessner M. Conjugated linoleic acid effects on circulating hormones, metabolites and lipoproteins and its proportion in fasting serum and erythrocyte membranes of swine. *Eur J Clin Nutr* 1999;38:271-277.
- Steinhart H, Pfalzgraf A. Aufnahme trans-isomerer Fettsäuren - Eine Abschätzung auf Basis der Daten der nationalen Verzehrsstudie 1991. *Z Ernährungswiss* 1992;31:196-204.
- Sugano M, Tsujita A, Yamasaaki M, Yamada K, Ikeda I, Kritchevsky D. Lymphatic recovery, tissue distribution, and metabolic effects of conjugated linoleic acid in rats. *Nutr Biochem* 1997;8:38-43.
- Sugano M, Tsujita A, Yamasaki M, Noguchi M, Yamada K. Conjugated linoleic acid modulates tissue levels of chemical mediators and immunoglobulins in rats. *Lipids* 1998;33:521-527.
- van den Berg JJ, Cook NE, Tribble DL. Reinvestigation of the antioxidant properties of conjugated linoleic acid. *Lipids* 1995;30:599-605.
- van den Reek MM, Craig-Schmidt MC, Weete JD, Clark AJ. Fat in the diets of adolescent girls with emphasis on isomeric fatty acids. *Am J Clin Nutr* 1986;43:530-537.
- van Staveren WA, Feunekes GIJ, Elburg L, Erdelmann F: Validity of dietary questionnaires in studies on nutrition and heart disease; in Somagyi JC, Biró G, Hötzel D. (eds): *Nutrition and cardiovascular risks*. Basel, Karger, 1992, pp 47-58.
- von Houwelingen AC, Kester AD, Kromhout D, Hornstra G. Comparison between habitual intake of polyunsaturated fatty acids and their concentrations in serum lipid fractions. *Eur J Clin Nutr* 1989;43:11-20.
- von Loeffelholz C, von Loeffelholz B, Jahreis G. Influence of CLA supplementation on body composition and strength in bodybuilders. Schubert R, Flachowsky G, Bitsch R, Jahreis G. 238-249. 1999. Jena, Gebr. Frank KG Graphischer Betrieb. *Vitamine und Zusatzstoffe in der Ernährung von Mensch und Tier (7. Symposium)*.
- Willett WC. *Nutritional Epidemiology*. 1998. New York, Oxford University Press. Monographs in Epidemiology and Biostatistics. Kelsey JL, Marmot MG, Stolley PD and Vessey MP.

- Winkler G. Validierung einer Food-Frequency-Erhebung. 1992. Dissertation am Institut für Sozialökonomie und Institut für Epidemiologie.
- Wolff RL, Bayard CC. Improvement in the resolution of individual trans-C18:1 isomers by capillary gas-liquid chromatography: use of a 100-m CP-Sil 88 column. *JAOCS* 1995;72:1197-1201.
- Wood H, Imaichi K, Knowles J, Michaels G, Kinsell L. The lipid composition of human plasma chylomicrons. *J Lipid Research* 1964;5:225-231.
- Yurawecz MP, Roach JA, Sehat N, Mossoba M, Kramer JK, Fritsche J, Steinhart H, Ku Y. A new conjugated linoleic acid isomer, 7 trans, 9 cis- octadecadienoic acid, in cow milk, cheese, beef and human milk and adipose tissue. *Lipids* 1998;33:803-809.
- Yurawecz MP, Sehat N, Mossoba MM, Roach JA, Kramer JK, Ku Y. Variations in isomer distribution in commercially available conjugated linoleic acid. *Fett/Lipid* 1999;101:277-282.

**Tab. A1:** Lebensmittel mit CODE und Konzentration des CLA-Isomers C18:2 c9t11 aus der Nährstoffdatenbank Souci/Fachmann/Kraut (1986 und 1981/82)

CODE	Lebensmittel	C18:2 c9t11 (mg/100g)
001	Aal	12.96
006	Anglerfisch	0.36
029	Barsch	0.43
032	Bierschinken	58.75
040	Blutwurst	103.94
041	Bockwurst	76.50
046	Brassen	2.96
047	Brathering	9.61
048	Bratwurst	97.92
049	Briekäse 50% Fett	123.04
061	Butter	703.78
062	Butterkäse 50% Fett i. Tr.	152.86
063	Buttermilch	4.05
066	Butterschmalz	841.77
067	Camembertkäse 30% Fett i. Tr.	80.19
069	Camembertkäse 45% Fett i. Tr.	132.39
070	Camembertkäse 50% Fett i. Tr.	152.64
071	Camembertkäse 60% Fett i. Tr.	201.96
073	Cervelatwurst	131.58
076	Chesterkäse 50% Fett i. Tr.	119.20
081	Corned Beef deutsch	67.31
892	Creme fraiche mit 30% Fett	234.89
893	Dickmilch aus Vollmilch	27.41
084	Doppelrahmfrischkäse	187.11
085	Dosenschinken	3.11
086	Dosenwürstchen	22.80
693	Du darfst Camembert	77.22
694	Du darfst Frischkäsezubereitung zart u	29.70
695	Du darfst Früchtejoghurt	8.07
696	Du darfst Kalbsleberwurst	62.37
697	Du darfst Natur-Käse-Scheiben	100.98
701	Du darfst Teewurst	106.91
642	Duplo	41.85
088	Edamerkäse 30% Fett i. Tr.	96.23
089	Edamerkäse 40% Fett i. Tr.	136.61
090	Edamerkäse 45% Fett i. Tr.	168.03
092	Edelpilzkäse 50% i. Tr.	147.50
096	Eiscreme	36.22
097	Emmentalerkäse 45% Fett i. Tr.	310.07
643	Erdnußflips	35.49
763	Fisch fettreich	6.48
764	Fisch mager	0.54
765	Fisch mittelfett	1.62
769	Fleisch fettreich	45.36
770	Fleisch, Geflügel mager oder wild	6.48
115	Fleischkäse	93.02
117	Fleischwurst	82.93
118	Flunder	0.38
121	Forelle	0.16
122	Frankfurter Würstchen	65.73
772	Fruchtjoghurt aus Vollmilch	18.63

**Tab. A1:** Fortsetzung

CODE	Lebensmittel	C18:2 c9t11 (mg/100g)
773	Fruchtquark (20% F.i.Tr.)	31.32
130	Gelbwurst	100.98
135	Gorgonzolakäse	193.75
136	Göttinger	107.09
137	Goudakäse 45% Fett i. Tr.	105.12
164	Hase	2.97
166	Hecht	0.46
171	Heilbutt	0.92
173	Hering	8.04
174	Hering in Gelee	9.61
175	Hering mariniert	9.61
176	Hering Ostseehering	4.94
177	Heringsfilet in Tomatensauce	9.61
191	Huhn	8.10
192	Huhn Brust	1.21
195	Hühnerei	2.88
196	Hühnereigelb	5.76
199	Hühnerleber	6.34
193	Huhn Schlegel	4.86
194	Huhn Suppenhuhn	32.40
202	Hüttenkäse (körniger Frischkäse)	17.27
149	H -Vollmilch	27.22
204	Jagdwurst	100.33
205	Joghurt fettarm 1.5% Fett	12.42
206	Joghurt mager 0.3% Fett	0.62
207	Joghurt mind. 3.5% Fett	24.84
215	Kabeljau	0.17
754	Kakao/Schokotrunk aus Vollmilch mit Zucker	31.49
221	Kalbfleisch Bauch	16.42
222	Kalbfleisch Brust	21.48
223	Kalbfleisch Bug	9.92
224	Kalbfleisch Filet	4.89
225	Kalbfleisch Hals	8.55
226	Kalbfleisch Haxe	5.37
227	Kalbfleisch Keule	5.57
228	Kalbfleisch Kotelett	10.43
234	Kalbskäse	90.88
235	Kalbsleber	24.22
242	Karpfen	4.05
787	Käse bis 50% Fett i. Tr. (i.D.)	124.73
786	Käse bis 30% Fett i. Tr. (i.D.)	59.40
255	Katfisch	1.62
889	Kefir aus Vollmilch	27.40
890	Kefir fettarm	11.74
259	Keks	44.55
650	Kinderschokolade	46.44
269	Knackwurst	113.19
272	Köhler (Seelachs)	0.49
280	Kondensmilch 10% Fett	57.27
281	Kondensmilch 7.5% Fett	42.92
653	Kondensmilch 4% Fett	23.25
286	Kuhmilch fettarm 1.5% Fett	14.11

**Tab. A1:** Fortsetzung

CODE	Lebensmittel	C18:2 c9t11 (mg/100g)
287	Kuhmilch Trinkmilch 3.5% Fett	31.49
288	Kuhmilch Vollmilch	33.34
292	Lachs (Salm)	0.14
298	Leberwurst	122.36
3JU.	Limande	0.46
302	Limburgerkäse 20% Fett i.Tr.	50.91
303	Limburgerkäse 40% Fett i.Tr.	117.01
309	Luncheon Meat	23.07
310	Lyoner	88.10
311	Magermilch	0.62
318	Makrele	6.42
660	Mars	41.85
328	Matjeshering	9.61
331	Mettwurst	137.69
A103	Balisto	45.36
A101	Banjo	48.60
N37	Bergkäse Rahmstufe	206.71
A12	Eiswaffel	4.05
N22	entrahmte Milch 0,3% i.Tr.	0.62
N20	Halbfettbutter	351.89
A107	Knoppers	43.20
N26	Leerdamer	133.85
A102	Milky Way	23.90
344	Mortadella	86.13
345	Mozzarellakäse	82.94
346	Münchner Weißwurst	82.62
348	Münsterkäse 50% Fett i. Tr.	145.08
347	Münsterkäse 45% Fett i. Tr.	128.33
665	Nußnougatcreme	29.39
360	Parmesankäse	80.05
381	Plockwurst	137.69
666	Praline im Durchschnitt	13.50
N31	probiotischer Joghurt 3,5% i.Tr.	35.91
392	Rahmfrischkäse 50% Fett i. Tr.	111.58
394	Regensburger	94.86
405	Renke (Felchen)	1.73
A5	Rinderbraten	76.99
409	Rinderhackfleisch	81.90
412	Rinderleber	11.61
418	Rindfleisch Blume	108.22
419	Rindfleisch Brust	123.43
420	Rindfleisch Bug	36.33
421	Rindfleisch Fehlrippe	99.44
422	Rindfleisch Filet	25.80
423	Rindfleisch Fleischdünning	105.30
424	Rindfleisch Hochrippe	98.53
425	Rindfleisch in Dosen	79.56
426	Rindfleisch Kamm	36.44
427	Rindfleisch Keule	41.53
428	Rindfleisch Oberschale	24.86
429	Rindfleisch Roastbeef	59.67
430	Rindfleisch Schwanz	19.44

**Tab. A1:** Fortsetzung

CODE	Lebensmittel	C18:2 c9t11 (mg/100g)
431	Rindfleisch Spannrippe	128.11
448	Romadur 30% Fett i. Tr.	48.02
452	Roquefortkäse	181.75
455	Rotbarsch	1.95
N24	Sahnejoghurt 10% i. Tr.	59.62
468	Sahne mind. 30% Fett	221.75
467	Sahne mind. 10% Fett	69.30
469	Sahne sauer	75.31
470	Salami deutsche	187.86
471	Salzhering	9.61
476	Sardine	2.45
845	Schafskäse 40% F.i.Tr.	151.80
483	Schellfisch	0.33
490	Schleie	0.40
492	Schmelzkäse 45% Fett i. Tr.	235.75
493	Schmelzkäse 60% Fett i. Tr.	303.70
A1	Schnitzel, paniert	24.00
496	Schokolade Milch-	42.52
498	Scholle	1.03
500	Schweinefleisch Backe	90.72
501	Schweinefleisch Bauch	58.32
502	Schweinefleisch Bug	38.88
503	Schweinefleisch Filet	12.85
504	Schweinefleisch Flomen	152.27
505	Schweinefleisch Hintereisbein	40.55
506	Schweinefleisch in Dosen	97.92
508	Schweinefleisch Kamm	24.30
509	Schweinefleisch Kasseler	52.02
512	Schweinefleisch Keule	38.88
510	Schweinefleisch Kopf	46.98
511	Schweinefleisch Kotelett	17.55
513	Schweinefleisch Vordereisbein	21.06
514	Schweinehackfleisch	40.50
517	Schweineleber	7.71
521	Schweineschinken gekocht	31.10
522	Schweineschinken roh	86.89
523	Schweineschmalz	171.00
524	Schweinespeck Bauch	83.82
525	Schweinespeck Rücken	89.10
528	Seehecht	1.37
531	Seezunge	0.74
A105	Snickers	39.02
545	Speck durchwachsen	105.30
546	Speisequark 20% Fett i. Tr.	39.93
547	Speisequark 40% Fett i. Tr.	89.26
548	Speisequark mager	1.96
557	Steinbutt	0.93
561	Stint	0.92
570	Tilsiterkäse 45% Fett i. Tr.	194.44
569	Tilsiterkäse 30% Fett i.Tr.	120.73
733	Tino fettarm Rindfleischsülze	6.48
582	Trockenvollmilch	205.14

**Tab. A1:** Fortsetzung

CODE	Lebensmittel	C18:2 c9t11 (mg/100g)
584	Truthahn ausgewachsene Tiere	27.00
897	Truthahn-Bierschinken Multikost	14.94
585	Truthahn Brust	1.78
586	Truthahn Jungtiere	12.60
587	Truthahn Keule	7.20
746	Truthahnwurstaufschnitt Multikost	14.56
A104	Twix	31.22
684	Waffeln	11.74
591	Waller	6.10
623	Wiener Würstchen	77.76
815	Wurst bis 40% Fett	92.11
816	Wurst bis 60% Fett	137.05
814	Wurst bis 20% Fett	39.17
625	Zander	0.07
896	Ziegenkäse (Weichkäse mit 45% F.i.Tr.)	98.05

**Tab. A2:** Geschlecht, Alter, Körpergröße, Gewicht und BMI der Frauen und Männern (n=119) des bayerischen Teilkollektiv der NVS

Proband	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpergröße in cm	Gewicht in kg	BMI in kg/m <sup>2</sup>
ff001	weiblich	23	169	65	22,8
ff002	weiblich	24	168	62	22
fh003	weiblich	21	168	58	20,5
fs004	weiblich	21	171	54	18,5
fh005	weiblich	22	161	44	17
fh006	weiblich	21	168	51	18,1
fw007	weiblich	20	164	50	18,6
fw008	weiblich	22	174	73	24,1
ff009	weiblich	23	172	55	18,6
fs010	weiblich	21	178	78	24,6
fh011	weiblich	23	173	53	17,7
fs013	weiblich	19	168	63	22,3
ff015	weiblich	24	162	51	19,4
fh016	weiblich	24	168	59	20,9
fh017	weiblich	19	171	62	21,2
fs018	weiblich	23	165	65	23,9
fs019	weiblich	23	167	65	23,3
fh020	weiblich	24	165	56	20,6
fs021	weiblich	24	170	82	28,4
fs022	weiblich	20	165	51	18,7
ff023	weiblich	22	168	58	20,5
ff024	weiblich	21	170	52	18
ff025	weiblich	19	160	50	19,5
fw027	weiblich	21	165	52	19,1
ff029	weiblich	21	174	60	19,8
fh030	weiblich	23	171	72	24,6
fh031	weiblich	22	168	56	19,8
wh101	weiblich	36	172	72	24,3
wh102	weiblich	44	163	63	23,7
wf103	weiblich	26	170	65	22,5
ws104	weiblich	30	170	68	23,5
wh105	weiblich	33	158	k.A.	k.A.
wh106	weiblich	41	170	66	22,8
ww107	weiblich	44	165	80	29,4
ww108	weiblich	26	168	61	21,6
wf109	weiblich	28	160	62	24,2
wh110	weiblich	45	156	56	23
ww111	weiblich	39	165	95	34,9
ww112	weiblich	47	162	65	24,8
wf113	weiblich	29	170	63	21,8
ww114	weiblich	36	164	62	23,1
ws115	weiblich	37	164	56	20,8
wf116	weiblich	41	175	62	20,2
wh117	weiblich	46	160	95	37,1
wh118	weiblich	28	158	50	20
ww120	weiblich	29	163	58	21,8
wh121	weiblich	49	168	72	25,5
ww122	weiblich	30	172	65	22
ww123	weiblich	41	170	60	20,8
wf124	weiblich	27	152	55	23,8
ws125	weiblich	28	157	54	21,9

**Tab. A2:** Fortsetzung

Proband	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpergröße in cm	Gewicht in kg	BMI in kg/m <sup>2</sup>
wh126	weiblich	29	162	53	20,2
wf128	weiblich	41	166	65	23,6
ws129	weiblich	37	162	59	22,5
wh130	weiblich	32	171	56	19,2
wf131	weiblich	46	179	49	15,3
wf132	weiblich	32	173	63	21
wf133	weiblich	37	162	60	22,9
ww134	weiblich	49	166	93	33,7
ws135	weiblich	47	170	75	26
ws136	weiblich	33	167	62	22,2
ww138	weiblich	41	157	47	19,1
wf139	weiblich	39	175	63	20,6
mh001	männlich	20	180	72	22,2
mf002	männlich	24	170	74	25,6
mh003	männlich	24	175	66	21,6
mw004	männlich	22	172	82	27,7
mh005	männlich	22	178	66	20,8
mh006	männlich	19	184	90	26,6
mw008	männlich	24	185	72	21
ms009	männlich	20	181	65	19,8
mh010	männlich	20	175	70	22,9
mf011	männlich	21	185	72	21
mh012	männlich	21	194	82	21,8
ms013	männlich	24	178	72	22,7
mw014	männlich	21	183	72	21,5
mf015	männlich	19	187	71	20,3
ms016	männlich	22	176	76	24,5
mf017	männlich	23	174	66	21,8
mh019	männlich	22	183	98	29,3
ms020	männlich	22	176	k.A.	k.A.
mh021	männlich	23	175	75	24,5
mw022	männlich	19	186	82	23,7
mw023	männlich	21	185	80	23,4
mw024	männlich	21	180	73	22,5
mw025	männlich	19	170	62	21,5
mw026	männlich	19	172	62	21
ms027	männlich	19	194	82	21,8
mh101	männlich	38	k.A.	k.A.	k.A.
mw102	männlich	36	180	78	24,1
mf103	männlich	40	162	71	27,1
mf104	männlich	32	175	76	24,8
ms105	männlich	48	182	79	23,8
mh106	männlich	46	170	75	26
mh107	männlich	25	178	69	21,8
mf108	männlich	33	182	86	26
mw109	männlich	45	180	74	22,8
ms110	männlich	37	175	78	25,5
ms111	männlich	46	175	87	28,4
ms112	männlich	30	175	91	29,7
mw113	männlich	28	164	79	29,4
mh114	männlich	25	187	77	22
mh115	männlich	30	190	76	21,1

**Tab. A2:** Fortsetzung

Proband	Geschlecht	Alter in Jahren	Körpergröße in cm	Gewicht in kg	BMI in kg/m <sup>2</sup>
mh116	männlich	45	185	79	23,1
mw117	männlich	32	180	70	21,6
mf118	männlich	28	175	63	20,6
mh119	männlich	45	169	71	24,9
mw120	männlich	32	192	70	19
mw121	männlich	37	181	85	25,9
mf122	männlich	49	174	81	26,8
mh123	männlich	27	182	80	24,2
mw124	männlich	33	176	75	24,2
ms125	männlich	40	182	91	27,5
mf126	männlich	34	171	65	22,2
ms127	männlich	29	184	86	25,4
mh128	männlich	36	181	74	22,6
ms129	männlich	34	169	78	27,3
mw130	männlich	49	184	83	24,5
mf131	männlich	40	178	80	25,2

k.A.= keine Angaben

**Wie häufig verzehren Sie folgende Lebensmittel? Bitte markieren Sie die für Sie jeweils zutreffende Spalte:**

	<i>1 mal pro Monat, seltener / nie</i>	<i>2 bis 3 mal pro Monat</i>	<i>1 bis 3 mal pro Woche</i>	<i>4 bis 6 mal pro Woche</i>	<i>1 mal pro Tag oder häufiger</i>
<b>Wurst, Fleisch, Fisch:</b>					
• Bratwürste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Brühwürstchen, Fleisch-, Leberkäse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Salami, Mettwurst, Dauerwurst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Aufschnitt, z.B. Bierschinken, Jagd,- Fleischwurst	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Brathähnchen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Fischkonserven, Fisch geräuchert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Milchprodukte:</b>					
• Vollmilch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hart- und Schnittkäse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Eier:</b>					
• gekochte Eier	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Rühr,- Spiegelei, Omelett, Eiersalat	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• rohes Ei, Ei anderer Tierarten, z.B. Entenei	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Fette:</b>					
• Butter	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Margarine	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• pflanzliche Öle (z.B. Sonnenblumenöl, Distelöl)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schmalz, Speck	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<i>1 mal pro Monat, seltener / nie</i>	<i>2 bis 3 mal pro Monat</i>	<i>1 bis 3 mal pro Woche</i>	<i>4 bis 6 mal pro Woche</i>	<i>1 mal pro Tag oder häufiger</i>
<b>Sonstiges:</b>					
• Nüsse, Kerne	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pommes Frites, Kroketten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Nudeln als Beilagen und als Gericht (z.B. Lasagne, Ravioli, Spaghetti)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Sahne-, Obsttorte, Käsekuchen, Windbeutel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Anhang 4: Quantitativer Food-Frequency-Questionnaire

**Bitte geben Sie an, wie oft Sie in den letzten 4 Monaten die folgenden Lebensmittel gegessen haben und versuchen Sie abzuschätzen, wie groß die Menge ist, die Sie normalerweise davon essen.**

	<b>Esse ich nicht</b>	<b>Portionsmenge</b>	<b>Anzahl der Portionen</b>	<b>seltener als 1 mal pro Monat</b>	<b>1 bis 3 mal pro Monat</b>	<b>1 mal pro Woche</b>	<b>2 bis 3 mal pro Woche</b>	<b>4 bis 6 mal pro Woche</b>	<b>1 mal pro Tag</b>	<b>2 mal pro Tag</b>	<b>mehr als 2 mal pro Tag</b>
<b>Wurst, Fleisch, Fisch:</b>											
• Bratwürste, Brühwürstchen	<input type="checkbox"/>	Stück		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Fleisch-, Leberkäse	<input type="checkbox"/>	Scheibe (1cm dick)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schinken	<input type="checkbox"/>	Scheibe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Salami, Cervelat	<input type="checkbox"/>	Scheibe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Mettwurst, Streichwurst	<input type="checkbox"/>	Belag für 1 Brot		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Aufschnitt, z.B. Bierschinken, Fleischwurst	<input type="checkbox"/>	Scheibe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Rindfleisch	<input type="checkbox"/>	Portion, 125 g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schweinefleisch	<input type="checkbox"/>	Portion, 125 g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Brathähnchen	<input type="checkbox"/>	¼ Hähnchen		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Fisch	<input type="checkbox"/>	Portion, 150 g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Fette:</b>											
• Butter	<input type="checkbox"/>	Teelöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Margarine	<input type="checkbox"/>	Teelöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• pflanzliche Öle (z.B. Sonnenblumenöl, Distelöl)	<input type="checkbox"/>	Eßlöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schmalz	<input type="checkbox"/>	Belag für 1 Brot		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	<b>Esse ich nicht</b>	<b>Portionsmenge</b>	<b>Anzahl der Portion</b>	<b>seltener als 1 mal pro Monat</b>	<b>1 bis 3 mal pro Monat</b>	<b>1 mal pro Woche</b>	<b>2 bis 3 mal pro Woche</b>	<b>4 bis 6 mal pro Woche</b>	<b>1 mal pro Tag</b>	<b>2 mal pro Tag</b>	<b>mehr als 2 mal pro Tag</b>
<b>Milch u. Milchprodukte:</b>											
• Vollmilch	<input type="checkbox"/>	Glas, 200 ml		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• fettarme Milch	<input type="checkbox"/>	Glas, 200 ml		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Vollfettjoghurt	<input type="checkbox"/>	Becher, 150g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• fettarmer Joghurt	<input type="checkbox"/>	Becher, 150g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Quark	<input type="checkbox"/>	Eßlöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Sahne	<input type="checkbox"/>	Eßlöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kondensmilch	<input type="checkbox"/>	Teelöffel		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Hartkäse z. B. Parmesan	<input type="checkbox"/>	Eßlöffel, gerieben		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schnittkäse z.B. Edamer, Gouda	<input type="checkbox"/>	Scheibe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Weichkäse z.B. Camembert	<input type="checkbox"/>	Ecke, 30 g		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schmelzkäse	<input type="checkbox"/>	Dreieckspackung		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Eier:</b>	<input type="checkbox"/>	Stück		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Brot und Backwaren</b>											
• Vollkornbrot	<input type="checkbox"/>	mitteldicke Scheibe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Vollkornsemmel	<input type="checkbox"/>	Stück		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Weiß-, Mischbrot, Semmel	<input type="checkbox"/>	mitteldicke Scheibe / Stück		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Breze	<input type="checkbox"/>	Stück		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

- Welchen Fettgehalt wählen Sie normalerweise, wenn Sie Quark essen?  Sahnestufe (40%)  Fettgehalt von 20%  Magerquark  
 abwechselnd  ich esse normalerweise keinen Quark
- Welchen Fettgehalt wählen Sie normalerweise, wenn Sie Käse essen?  normal  fettreduziert  abwechselnd  
 ich esse normalerweise keinen Käse

	<i>Esse ich nicht</i>	<i>Portionsmenge</i>	<i>Anzahl der Portion</i>	<i>seltener als 1 mal pro Monat</i>	<i>1 bis 3 mal pro Monat</i>	<i>1 mal pro Woche</i>	<i>2 bis 3 mal pro Woche</i>	<i>4 bis 6 mal pro Woche</i>	<i>1 mal pro Tag</i>	<i>2 mal pro Tag</i>	<i>mehr als 2 mal pro Tag</i>
<b><i>Kuchen und Gebäck</i></b>											
• Sahnetorte, Windbeutel	<input type="checkbox"/>	mittelgroßes Stück	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Obstkuchen	<input type="checkbox"/>	mittelgroßes Stück	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kuchen mit Füllung, Belag z.B. Käsekuchen	<input type="checkbox"/>	mittelgroßes Stück	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Kuchen ohne Füllung z.B. Marmorkuchen, Napfkuchen	<input type="checkbox"/>	Stück	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• süßes Gebäck, z. B. Blätterteigstückchen	<input type="checkbox"/>	Stück	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b><i>Sonstiges:</i></b>											
• Nüsse	<input type="checkbox"/>	Eßlöffel, 10 g	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Pommes Frites, Kroketten	<input type="checkbox"/>	Portion	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Nudelgericht z.B. Lasagne, Ravioli, Spaghetti Bolognese	<input type="checkbox"/>	Portion	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
• Schokolade, Schokoriegel (z.B. Mars, Raider)	<input type="checkbox"/>	Riegel, 20g	_ _	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Tab. A5:** Lebensmittelliste des FFQ mit Gesamt-Fett [g/100g], CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/100g], Linolsäure [g/100g] und Standardportion [g]

Lebensmittel	LM-Nr	Gesamt-Fett [g/100g]	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/100g]	Linolsäure [g/100g]	Standard- portion [g]
Brat- u. Brühwurst	1	29,65	96,06	3,06	100
Fleisch-, Leberkäse	2	25,15	76,96	2,66	100
Schinken	3	8,56	21,57	0,75	30
Salami, Cervelat	4	29,56	111,74	3,11	8
Mett-, Streichwurst	5	32,99	130,64	3,49	30
Aufschnitt	6	19,9	60,89	2,02	15
Rindfleisch	7	7,91	46,27	0,18	125
Schweinefleisch	8	10,57	13,32	0,51	125
Brathähnchen	9	11,21	15,13	2,10	125
Fisch	10	4,48	2,42	0,07	150
Butter	11	83,11	703,11	1,96	4
Margarine	12	77,27	0	20,22	4
pflanzliche Öle	13	99,69	0	37,72	10
Schmalz	14	71,64	219,22	6,87	30
Vollmilch	15	3,5	30,87	0,08	200
fettarme Milch	16	1,6	14,11	0,04	200
Vollfettjoghurt	17	3,8	23,6	0,09	200
fettarmer Joghurt	18	1,5	9,32	0,04	200
Quark 40%	19	7,4	57,94	0,17	30
Quark 20 %	20	4,4	34,45	0,10	30
Magerquark	21	0,2	1,56	0	30
Quark abwechselnd	22	3,62	28,35	0,08	30
Sahne	23	24,73	171,38	0,58	13
Kondensmilch	24	8,47	48,03	0,20	6
Hartkäse	25	34,8	80,5	0,82	10
Schnittkäse, normal	26	28,3	101,88	0,67	30
Schnittkäse, fettreduziert	27	18,87	67,92	0,44	30
Schnittkäse, abwechselnd	28	23,58	84,91	0,55	30
Weichkäse, normal	29	21,8	96,14	0,52	30
Weichkäse, fettreduziert	30	14,53	58,86	0,35	30
Weichkäse, abwechselnd	31	18,17	73,58	0,43	30
Schmelzkäse	32	18,2	181,82	0,43	30
Eier	33	11,87	2,14	1,08	63
Vollkornbrot	34	0,97	0	0,40	50
Vollkornsemmel	35	1,56	0	0,67	60
Weiß-, Mischbrot	36	2,1	0	0,42	45
Breze	37	2,61	0	0,52	55
Sahnetorte	38	19,41	134,51	0,46	125
Obstkuchen	39	8,88	44,96	1,95	125
Kuchen mit Belag	40	14,13	110,64	0,57	125
Kuchen ohne Füllung	41	15,82	133,84	0,58	70
süßes Gebäck	42	38,44	190,28	1,73	90
Nüsse	43	57,4	0	15,94	10
Pommes frites	44	5,82	0	3,54	150
Nudelgerichte	45	9,36	42,96	0,40	350
Schokolade	46	23,4	31,59	1,30	20

Name \_\_\_\_\_

## Ernährungsprotokoll

Lieber Teilnehmer,

ich danke Ihnen, daß Sie sich bereit erklärt haben, unsere wissenschaftliche Arbeit durch die Führung eines Ernährungsprotokolls zu unterstützen.

Selbstverständlich werden Ihre Angaben entsprechend den Bestimmungen des Datenschutzes anonym behandelt.

- Ich bitte Sie, das Ernährungsprotokoll 7 Tage lang zu führen.
- Essen Sie genauso weiter, wie Sie es gewohnt sind. Wenn Sie Ihre Ernährung ändern, weil sich manches vielleicht besser aufschreiben läßt, ist die Aussagekraft der Auswertung eingeschränkt.
- Für die Auswertung ist es sehr wichtig, daß Sie das Tagebuch so genau wie möglich ausfüllen. Es ist für Sie am einfachsten, wenn sie Ihre Lebensmittel sofort nach dem Wiegen, spätestens während oder direkt nach dem Essen in Tagebuch notieren, auch wenn es dabei schmutzig wird. Nehmen sie deshalb Ihre Tagebuch bitte auch in die Kantine, Gaststätte oder zu Einladungen mit.
- Wir bitten Sie, an den 7 vorgegebenen Tagen alles was Sie essen und trinken in dieses Tagebuch einzutragen. Vergessen Sie bitte auch nicht, was Sie zwischen den Mahlzeiten essen, wie Schleckereien, Knabbereien oder das Glas Bier beim Fernsehen.

### **Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!**

Die folgenden Hinweise sollen Ihnen die Benutzung des Tagesbuches und das Ausfüllen erleichtern.

1. Bitte tragen Sie jeden Tag das Datum und den Wochentag ein. Geben Sie immer an, wann Sie etwas zu sich nehmen, z.B. 12.30 Uhr.
2. Notieren Sie alle Mengenangaben - wenn möglich - für den verzehrfertigen Zustand. Falls es für Sie leichter ist, die Lebensmittelmengen im Rohzustand anzugeben, so können Sie dies tun. Aber schreiben Sie bitte immer dazu, ob die Angaben für den verzehrfertigen oder rohen Zustand gemacht werden. Versuchen Sie nicht, die Mengen in Gramm zu schätzen, sondern wiegen sie oder verwenden sie folgenden haushaltsüblichen Maße:

- Eßlöffel (EL) gehäuft/gestrichen
- Teelöffel (TL) gehäuft/gestrichen
- Schöpflöffel (SL)
- Stück (St)
- Scheibe (Sch)
- Tasse (Ta)
- Glas (Gl)
- Becher (Be)

Bevor Sie beginnen, Eintragungen in das Tagebuch zu machen, messen Sie das Volumen Ihrer verwendeten Haushaltsmaße und notieren Sie dieses auf der nächsten Seite.

3. Bei gemeinsamen Mahlzeiten mit der Familie oder Freunden kann es schwierig sein, die Zutaten einzelner Speisen mengenmäßig genau zu ermitteln. In diesen Fällen genügt es, wenn Sie die Zutaten für das komplette Rezept und Ihren verzehrfertigen Portionsanteil angeben. Im Beispiel ist ein Rezept für 4 Personen angegeben von dem ein Viertel gegessen wurde. Wenn Ihnen das Rezept nicht bekannt ist (z.B. im Restaurant), beschreiben Sie Art und Menge der ersichtlichen Zutaten (z.B. 3 EL Karottengemüse, 2 EL Rahmsauce) sowie Dicke und Durchmesser des Fleischstücks.
4. Bezeichnen Sie Lebensmittel und Getränke jedesmal möglichst genau, am besten mit Markennamen. Bei tiefgefrorenen Gerichten oder Gerichten aus der Dose können Sie die Gewichtsangaben von der Packung übernehmen bzw. anteilig angeben (Bsp.: 1 Dose (250g), die Hälfte gegessen).
5. Bei Milch und Milchprodukten (Käse, Joghurt, Quark) notieren Sie bitte immer die Fettstufe (z.B. 3,5 % Fett) und Sorte (z.B. H-Milch, Buttermilch, Natur-, Fruchtjoghurt, Edamer, Brie, etc.).
6. Bei Fett, Öl und Streichfett tragen Sie bitte genau ein, um welche Sorte und Marke es sich handelt und wieviel Sie verzehrt bzw. zum Kochen oder zur Salatzubereitung verbraucht haben. Bei Aufstrichfett (Butter und Margarine) empfiehlt es sich vor einer Mahlzeit ein ordentliches Stück abzuwiegen und nach der Mahlzeit nach wiederholtem Wiegen die Differenz einzutragen. Bei Mayonnaise tragen Sie bitte die Art, Menge und den Fettgehalt ein.
7. Auch bei gekauften Brot- und Backwaren vermerken Sie bitte genauso die verzehrte Art und Menge. Bezeichnen Sie bitte Kuchen und Kleingebäck genau, soweit möglich, unterscheiden Sie bitte nach Teigart wie Mürbteig, Hefeteig etc. Wenn Sie Kuchen oder Kekse selbst backen, notieren Sie bitte das Rezept und wieviel Stück dieses ergeben hat (im Anhang des Protokolls ist dafür eine Seite vorgesehen). Sie brauchen dann im Tagebuch nur noch z. B. „1 St Apfelkuchen, siehe Rezept“ eintragen.

8. Bei Fleisch notieren Sie bitte, von welchem Tier (Schwein, Rind etc.) es stammt, um welches Stück (Wammerl, Filet, Brust etc.) es sich handelt und ob die Gewichtsangabe mit oder ohne Knochen ist. Vermerken Sie bitte auch, ob das Fleisch oder der Schinken mager (kein Fett sichtbar), mittelfett (wenig Fett sichtbar) oder fett (mit Fettrand und mit Fett durchzogen) ist und ob Sie das Fett mitgegessen haben. Bei Wurstwaren notieren Sie bitte neben der genauen Sortenbezeichnung, ob Sie fettreduziert (z.B. Pute) oder ob es sich um einen normalen Fettgehalt handelt.
9. Bei frischen Obst schreiben Sie bitte dazu, wie es gewogen wurde, mit oder ohne Kern / Schale / Gehäuse. Bei Obst- und Gemüsekonserven tragen Sie bitte das Nettogewicht ein. Wiegen Sie bitte stückweise eingekauftes Obst und Gemüse z.B. Kiwi, Bananen, Äpfel, Blumenkohl, Kopfsalat zu hause nach.
10. Bei allen nichtalkoholischen und alkoholischen Getränke notieren Sie bitte die Art und Menge.
11. Wenn Sie zusätzlich Vitamin-, Hefetabletten, Fischölkapseln oder sonstige Präparate einnehmen, tragen Sie bitte dies in das Tagebuch ein.

Notizen zu den Mengenangaben:

Bemerkungen

Verwendete Tassen / Becher für:	
Kaffee _____ml	
Tee _____ml	
Milch etc. _____ml	
Sonstiges _____ml	
Verwendete Gläser für:	
Saft / Mineralwasser etc. _____ml	
Bier _____ml	
Wein _____ml	
Sonstiges _____ml	
Verwendete Schalen / Schüssel für:	
Nachspeisen _____ml	
Sonstiges _____ml	
Verwendeter Schöpflöffel _____ml	

## Beispiel für Eintragungen

x.Tag

Wochentag: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Uhrzeit	Menge	Lebensmittel, Speise, Getränke	Fettstufe
7.30	1 Ta	Kaffee (mit Koffein)	
	1 TL	Zucker	
	2 TL	H -Milch	3,5 %
	100 g	Mischbrot (2 mittelgroße Scheiben)	
	2 TL	Süßrahmbutter	
	2 TL	Erdbeermarmelade, selbstgemacht	
	48 g	Gouda	45%
10.00	150 g	Früchtejoghurt	3,5%
	1 Ta	Schwarztee	
	1 TL	Zucker	
11.15	30 g	Vollmilchschokolade (1 Reihe)	
12.45	¼ Rezept	Rezept für 4 Personen:Kartoffelsalat	
		1 kg Kartoffel (geschält, roh), Salz, Pfeffer, 100 g	
		Zwiebel (geschält), 150 ml Fleischbrühe, 2 EL Obstessig	
		2 EL Sonnenblumenöl (Thommy)	
	160 g	Schweineschnitzel, paniert mit	mittelfett
	1 TL	Mehl (Typ 405)	
	½	Ei	
	2 TL	Paniermehl; Salz Pfeffer	
	1 EL	natives Olivenöl (fein) zum Braten	
	0,2 l	Apfelsaft, naturtrüb, gemischt mit	
	0,3 l	Mineralwasser	
15.30	1 Ta	Kaffee (ohne Koffein)	
	2 St	versunkender Apfelkuchen, Rezept (siehe hinten)	
17.00	80 g	Clementine, geschält	
usw.			







Name \_\_\_\_\_

**Frageblock zu persönlichen Angaben**

- Wann sind sie geboren? \_\_\_\_\_
- Wie würden Sie ihre Ernährungsweise bezeichnen?
  - Mischköstler       Ovo-Lacto-Vegetarier       Veganer
  - andere Formen: \_\_\_\_\_
- Nehmen Sie Medikamente ein?
  - ja                       nein
  - wenn ja:               Kontrazeptiva       andere Medikamente, Dosierung: \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
- Rauchen Sie Zigaretten?
  - ja                       nein
  - wenn ja,       gelegentlich
  - 0-10 Zigaretten pro Tag
  - 10-20 Zigaretten pro Tag
  - > 20 Zigaretten pro Tag
- Nehmen Sie Mineralstoff- oder Vitaminpräparate ein?
  - ja                       nein
  - wenn ja, Art und Dosierung: \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
  - \_\_\_\_\_
- Wie oft betreiben Sie in der Woche Sport?
  - regelmäßig mehr als 2 Stunden in der Woche
  - regelmäßig 1-2 Stunden in der Woche
  - weniger als 1 Stunde in der Woche
  - keine sportliche Betätigung
- Körpergewicht (kg)\_\_\_\_\_ Körpergröße (m)\_\_\_\_\_

**Tab. A8:** Geschlecht, Körpergröße, Gewicht, Alter und BMI der Teilnehmer des Versuchs zur Bestimmung der intraindividuellen Variation des CLA-Isomers C18:2 c9t11 in den PL und den TG

Teilnehmer	Geschlecht	Körpergröße [m]	Gewicht [kg]	Alter [Jahren]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
1	weiblich	1,77	64	28	20,43
2	männlich	1,83	74	31	22,1
3	männlich	1,81	67	33	20,45
4	männlich	1,76	85	35	27,44
5	männlich	1,75	89	63	29,06
6	weiblich	1,7	68	29	23,53

**Tab. A9:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der trans-Fettsäuren und der entsprechenden cis-Fettsäuren der Frauen und Männer des bayerischen Teilkollektiv der NVS (n=119)

Proband	C18:2 c9t11 [mg/d]	C16:1 t [mg/d]	C18:1 t [mg/d]	C18:2 i [mg/d]	Gesamt-trans- Fettsäuren [mg/d]	C16:1 c [mg/d]	C18:1 c [mg/d]	C18:2 c [mg/d]
ff001	364	213	1296	212	1721	1379	19295	4645
ff002	367	180	1074	187	1438	1578	23894	8051
fh003	235	152	776	128	1151	839	11181	2681
fs004	482	314	2082	240	2623	1465	21541	4999
fh005	667	444	2610	450	3486	2035	32977	9237
fh006	241	142	1065	158	1365	1175	21114	4550
fw007	342	221	1064	205	1585	1473	17541	4399
fw008	166	68	688	80	837	659	11379	2967
ff009	581	326	1541	277	2137	1746	23904	7229
fs010	317	120	751	66	1404	2278	34401	8651
fh011	393	260	1241	218	1719	1146	14019	3181
fs013	397	220	1227	193	1636	1769	26901	10924
ff015	316	202	1335	181	2160	1291	25974	8685
fh016	961	603	3470	585	4964	2983	40560	10442
fh017	492	250	1264	212	1726	1983	28181	5533
fs018	576	410	2066	364	2839	1629	19796	6104
fs019	521	290	1380	250	1918	1580	20888	5282
fh020	248	112	691	92	889	1346	21018	6043
fs021	428	215	1232	223	1901	1605	25252	8777
fs022	333	174	1308	156	1961	1897	38987	15320
ff023	430	228	1450	246	1918	2101	31615	7713
ff024	256	136	1747	493	2371	1788	28403	13608
ff025	496	295	1474	261	2030	1826	21747	4379
fw027	92	44	797	85	925	682	21227	13337
ff029	717	425	2859	412	3923	2751	41379	8401
fh030	307	172	984	125	1280	1419	23070	7683
fh031	771	419	2814	483	3709	2538	39991	9893
wh101	370	206	1265	194	1669	2131	30529	6780
wh102	221	135	860	113	1106	924	14984	4502
wf103	280	147	1390	156	1690	1074	16947	4046
ws104	258	115	783	77	1446	2156	36626	19552
wh105	491	290	1451	252	2704	1360	18242	4751
wh106	293	166	889	138	1667	1293	18169	10008
ww107	458	256	1482	246	2060	2313	33790	9158
ww108	258	145	1140	112	1722	1525	22847	5082
wf109	279	124	917	100	1139	1454	25565	9797
wh110	306	179	1052	177	1550	1184	20104	6744
ww111	291	134	738	94	963	1439	21996	6404
ww112	515	317	1531	292	2138	1848	21906	4510
wf113	703	366	2545	352	3261	2386	33441	8877
ww114	371	201	1118	147	2179	2278	35764	7736
ws115	576	340	2683	364	3383	1868	26044	10257
wf116	541	272	1324	220	2295	1621	22668	5579
wh117	236	128	631	74	960	1225	17941	5388
wh118	446	243	1445	224	2072	1824	32320	10739
ww120	105	53	645	67	762	552	17814	14591
wh121	139	64	633	54	747	846	16492	4988
ww122	586	396	1868	311	2996	1778	23910	5190
ww123	612	271	1312	200	2078	1953	25336	5351

**Tab. A9:** Fortsetzung

Proband	C18:2 c9t11 [mg/d]	C16:1 t [mg/d]	C18:1 t [mg/d]	C18:2 i [mg/d]	Gesamt-trans- Fettsäuren [mg/d]	C16:1 c [mg/d]	C18:1 c [mg/d]	C18:2 c [mg/d]
wf124	245	103	645	110	856	1225	20025	8200
ws125	371	197	1081	186	1675	1416	21042	6485
wh126	446	210	1009	161	1379	1373	22574	5003
wf128	432	278	1332	154	1760	1628	21251	3698
ws129	294	95	922	110	1267	2395	40093	10217
wh130	397	245	1327	196	1758	1827	26605	8682
wf131	497	265	1456	232	2389	2380	35913	14251
wf132	473	293	1689	245	2452	1895	35070	11668
wf133	435	276	1342	205	2298	1719	23823	5591
ww134	381	215	1464	291	1969	1677	22089	7303
ws135	437	258	1561	248	2063	2090	33979	12523
ws136	340	194	1015	150	1359	1468	21181	10992
ww138	237	158	933	141	1231	1265	20952	6275
wf139	313	134	734	70	929	2059	33352	8865
mh001	272	137	952	116	1517	1370	23229	5365
mf002	471	219	1739	292	2250	2365	38693	11430
mh003	548	360	1703	298	2985	1619	19495	3732
mw004	325	197	1011	196	1403	869	12371	2537
mh005	703	368	2807	475	4659	2198	38945	11298
mh006	502	219	1215	209	1643	2236	28511	5204
mw008	666	394	2159	344	3853	2204	33836	12184
ms009	628	298	2252	269	3549	4332	71366	15958
mh010	910	454	2606	418	4464	4406	63835	13077
mf011	485	228	1257	199	1684	1796	24179	4946
mh012	353	181	1041	105	1327	2119	29790	8079
ms013	356	209	1247	200	1656	1419	21037	7376
mw014	595	350	1743	293	3104	2418	337223	7567
mf015	289	165	1390	217	1770	1206	20352	6624
ms016	556	284	1700	244	2746	2793	48674	18975
mf017	558	286	1705	288	2277	2974	40311	9805
mh019	486	242	1672	243	2339	2416	35406	7014
ms020	468	185	1876	211	2270	2335	38884	11647
mh021	512	250	1393	205	2771	2324	33713	9033
mw022	310	162	1227	154	1544	2324	38628	10501
mw023	513	311	2159	234	4641	2189	32764	8776
mw024	460	317	1622	276	2214	2100	30468	9418
mw025	546	314	1980	306	2598	2589	41961	11214
mw026	729	443	2462	381	3599	3904	61879	16729
ms027	413	185	1072	142	1952	2575	42178	11551
mh101	381	180	1431	181	1790	2676	45796	11186
mw102	395	128	796	92	1005	2469	41438	18818
mf103	492	275	1503	210	2303	2583	39130	11814
mf104	811	465	2636	398	3977	3162	43804	9499
ms105	386	233	1253	205	2006	1487	23162	7364
mh106	400	193	1003	171	1699	1044	19271	10710
mh107	451	273	1595	240	2102	1755	28816	10759
mf108	409	235	1562	195	1990	2570	42098	14347
mw109	728	422	2171	356	2941	2650	35383	8326
ms110	207	68	578	57	710	1307	21414	6579
ms111	313	137	817	130	1083	1225	19174	4082
ms112	595	331	1755	274	2931	2711	42194	13887

**Tab. A9:** Fortsetzung

Proband	C18:2 c9t11 [mg/d]	C16:1 t [mg/d]	C18:1 t [mg/d]	C18:2 i [mg/d]	Gesamt-trans- Fettsäuren [mg/d]	C16:1 c [mg/d]	C18:1 c [mg/d]	C18:2 c [mg/d]
mw113	364	221	1264	208	1924	1316	20753	4852
mh114	535	325	1965	290	3206	2092	35348	11203
mh115	707	423	2338	380	4591	2695	38890	11407
mh116	561	371	1974	274	3103	2702	35434	11336
mw117	147	54	687	61	1059	1461	30698	22619
mf118	774	476	2542	461	3755	3071	42511	11260
mh119	1338	794	3919	749	5455	4244	52852	13375
mw120	693	461	2310	383	3441	1980	23772	4427
mw121	468	249	1298	223	2246	1852	26137	9347
mf122	438	243	1263	198	1695	2055	29360	8160
mh123	557	270	1319	189	1928	2117	30516	8280
mw124	643	361	1998	298	3364	2360	34608	11686
ms125	393	99	945	87	1123	3622	57165	13929
mf126	701	421	2154	356	2924	2393	36567	14174
ms127	469	219	1299	161	1986	2667	41845	10334
mh128	482	267	1428	250	1942	2122	32450	10186
ms129	346	137	998	140	1273	1544	275755	19678
mw130	276	129	745	95	1686	1299	21576	7884
mf131	548	204	1841	190	2214	4284	81684	23026

**Tab. A10:** Zufuhr an Energie [kcal/d], Hauptnährstoffe und Alkohol [g/d] der Frauen und Männer im bayerischen Teilkollektiv der NVS (n=119)

Proband	Energie [kcal/d]	Fett [g/d]	Eiweiß [g/d]	Kohlenhydrate [g/d]	Alkohol [g/d]
ff001	2092	98	55	224	3,6
ff002	2436	117	73,4	173	36,1
fh003	1447	55	40,8	181	2,6
fs004	2843	124	94,5	316	0
fh005	2879	153	83,9	271	0,2
fh006	1678	79	54,1	155	8,7
fw007	1526	74	52,4	148	2,1
fw008	1550	58	43	197	3,1
ff009	2780	138	97,4	262	0,1
fs010	2411	110	82,1	183	31,5
fh011	1763	87	50,6	165	8
fs013	2349	120	77,6	210	4,7
ff015	2385	101	85,8	211	26,3
fh016	3444	194	88	303	4,6
fh017	2230	111	69,8	201	10,5
fs018	3039	135	87	320	15,6
fs019	2176	106	73,3	199	7,1
fh020	1434	66	46,4	140	4,3
fs021	2153	104	65,8	219	0
fs022	2767	127	80,2	253	23
ff023	1763	127	55,6	83	0,2
ff024	2225	102	82,3	223	0
ff025	1742	102	53,6	129	3,1
fw027	1889	82	50,2	223	0
ff029	3081	173	92,1	251	5,6
fh030	1786	91	58,6	164	0
fh031	4272	213	97,1	456	1,8
wh101	2079	105	67,7	191	3,3
wh102	1591	58	63	146	19,2
wf103	1565	69	55,6	170	0
ws104	2461	130	93,7	158	21,9
wh105	2279	107	55,5	257	0
wh106	1622	74	59,2	147	9,7
ww107	2396	134	68,9	187	11,9
ww108	1724	78	64,8	150	14,1
wf109	2335	123	84,4	96	0
wh110	1794	96	54,1	157	2,5
ww111	2051	93	77,4	183	12,2
ww112	1741	97	61,2	136	1,8
wf113	3111	147	109,7	308	0
ww114	2219	119	73,7	192	0,3
ws115	2884	126	78,3	297	18,1
wf116	2519	124	86,5	199	21,6
wh117	1619	75	61,2	149	4,7
wh118	2462	132	75,9	196	13,4
ww120	1553	76	44,6	153	2,7
wh121	1572	56,8	56,8	143	14,1

**Tab. A10:** Fortsetzung

Proband	Energie	Fett	Eiweiß	Kohlenhydrate	Alkohol
ww122	2763	152	77,1	248	0,4
ww123	2656	127	104,6	221	14,1
wf124	1700	94	76,6	101	7,7
ws125	2260	92	65,8	180	43,6
wh126	1999	98	63,5	195	1,6
wf128	1723	92	58	117	14,9
ws129	2635	136	64,2	225	22,3
wh130	2466	113	85	224	15,8
wf131	2602	143	90,6	177	20,3
wf132	2904	133	88,1	256	27
wf133	2857	137	93,5	284	3,5
ww134	2037	93	71,7	204	3,9
ws135	2509	125	75,1	244	1,5
ws136	2301	117	74,3	195	10,1
ww138	1543	76	44,8	145	5,3
wf139	2232	105	74,8	202	10,3
mh001	2039	82	72,2	239	0
mf002	3262	160	103,3	308	7,4
mh003	2388	97	78,4	252	12,4
mw004	1635	60	52,5	198	4,9
mh005	3781	181	113,2	366	13,7
mh006	2374	125	72,8	210	3,1
mw008	3304	160	116,8	254	32,9
ms009	4380	216	136	319	54,2
mh010	4132	239	98,8	232	59,8
mf011	2330	119	91,6	171	12,7
mh012	2742	124	100	287	0
ms013	2483	89	64,5	232	50,8
mw014	2671	146	90	179	25,4
mf015	2378	87	78,8	274	12,7
ms016	3833	161	122,9	262	82,8
mf017	3027	157	85,8	243	22,2
mh019	2696	135	97,4	227	8,1
ms020	3239	140	98,9	291	36,3
mh021	3166	164	106,3	222	30,9
mw022	2437	117	83,5	220	9,3
mw023	3264	132	101,1	340	17,1
mw024	2936	133	97,2	313	1,7
mw025	3320	159	112,9	311	12,1
mw026	3911	208	130,1	314	16,4
ms027	3320	134	102,8	399	0
mh101	3286	159	116,4	296	8
mw102	3435	169	120	312	5,2
mf103	2672	151	83,5	203	8,4
mf104	3209	179	110,3	253	3,7
ms105	2109	89	69,9	193	25,2
mh106	2428	115	68,3	261	0
mh107	2573	122	75,8	200	34,4
mf108	2985	160	112,9	238	0
mw109	2420	141	79,1	172	7,5

**Tab. A10:** Fortsetzung

Proband	Energie	Fett	Eiweiß	Kohlenhydrate	Alkohol
ms110	2936	102	96	328	25,8
ms111	2023	94	65,5	208	0,8
ms112	3090	172	103,4	226	13
mw113	1930	83	64,3	210	2,6
mh114	3342	154	115,7	304	21,4
mh115	3585	171	105,6	271	49,8
mh116	2582	146	92,3	199	0,6
mw117	3066	109	89,2	285	56,6
mf118	3870	179	112	311	19,7
mh119	4361	273	109	295	17,8
mw120	2949	148	90,8	291	0,8
mw121	2197	105	75,6	134	39,9
mf122	2247	125	84,6	174	0
mh123	2176	120	72,1	169	7,7
mw124	2969	164	97,1	213	17,6
ms125	3476	177	94,5	211	62
mf126	3365	157	103	268	42,8
ms127	3369	132	92	368	27,5
mh128	3118	132	78,4	265	55,7
ms129	3325	157	96,5	281	36,1
mw130	2363	101	69,8	218	29
mf131	3760	242	87,9	212	26,9

**Tab. A11:** Grundumsatz, Verhältnis aus Energiezufuhr und Grundumsatz sowie Ausschlußgründe der 57 Studentinnen

Studentin	Grundumsatz [kcal/d]	Energiezufuhr / Grundumsatz	Auschlußgrund
1	k.A.	k.A.	Protokoll nicht auswertbar
2	1360	1,72	
3	1760,05	0,95	Underreporting oder Diät
4	1508	1,7	
5	1394,5	1,77	
6	1761,1	1,48	
7	1347,1	1,41	
8	1436,4	1,39	
9	1395,2	1,47	
10	1286,9	1,56	
11	1386,7	1,35	
12	1519,6	1,87	
13	1364,8	1,88	
14	1627,8	0,83	Underreporting oder Diät
15	1424,4	1,99	
16	1338,7	1,3	
17	1593,5	0,95	Underreporting oder Diät
18	1314,7	1,31	
19	1436,1	1,29	
20	1436,5	1,53	
21	1321,9	1,77	FFQ nicht verwendbar
22	1458,8	2,22	
23	1466	1,69	
24	1371,8	1,38	
25	1623,6	1,82	
26	1357,1	1,64	
27	1513	1,51	
28	1551,8	1,33	
29	1457	1,35	
30	1513,9	1,16	
31	1583,7	1,46	
32	1678,7	1,62	
33	1487,6	1,5	
34	1375,9	1,15	
35	1443,3	1,75	
36	1342,5	1,41	
37	1341,8	1,9	
38	1421	1,23	
39	1204,9	1,59	
40	1363	1,22	
41	1350,3	1,92	
42	1395,4	1,93	
43	1379,4	1,36	
44	1547,8	1,64	
45	1377,2	1,67	
46	1349,5	1,45	
47	1307,8	1,87	
48	1343	1,52	

---

**Tab. A11: Fortsetzung**

---

Studentin	Grundumsatz [kcal/d]	Energiezufuhr / Grundumsatz	Ausschlußgrund
49	1404,2	1,5	
50	1369,5	1,48	
51	1434,3	1,66	
52	1257,2	1,72	
53	1496,2	1,45	
54	1400,7	1,39	
55	1555,7	1,37	
56	1464,4	1,28	
57	1327	1,64	

---

k.A. = keine Angaben

**Tab. A12** Konzentration des Gesamt-Cholesterins, der Phospholipide und der Triglyceride im Plasma der 57 Studentinnen

Studentin	Cholesterin		Phospholipide		Triglyceride	
	mmol/l	mg/dl	mmol/l	mmol/l	mg/dl	
1	4,31	166	2,25	0,92	81	
2	3,99	154	2,42	1,01	89	
3	3,46	134	1,89	0,74	65	
4	4,34	167	3,21	0,83	73	
5	5,96	230	3,26	1,01	89	
6	5,07	196	3,09	1,81	159	
7	3,07	118	2,6	1,41	124	
8	7,15	276	3,65	1,29	113	
9	5,14	198	2,59	1,13	99	
10	4,37	169	2,36	0,51	45	
11	4,87	188	2,51	0,89	78	
12	5,04	194	2,65	0,8	70	
13	5,56	215	2,98	0,65	57	
14	5,66	218	2,91	1,68	147	
15	4,17	161	2,9	1,28	112	
16	5,05	195	2,69	1,18	104	
17	6,48	250	2,73	1,36	119	
18	5,64	218	2,9	1,71	150	
19	4,22	163	2,25	0,52	46	
20	5,63	217	3,22	1,49	131	
21	4,38	169	2,5	0,7	61	
22	3,61	139	2,28	0,49	43	
23	4,74	183	3,3	0,81	71	
24	3,87	149	2,68	0,83	73	
25	3,91	151	2,39	0,81	71	
26	3,05	118	1,88	0,69	61	
27	5,32	205	3,16	0,91	80	
28	3,73	144	2,25	1,34	118	
29	4,35	168	2,34	0,63	55	
30	5,51	213	3,6	2,02	177	
31	4,72	182	3,16	1,87	164	
32	4,65	179	2,48	1,11	97	
33	4,38	169	3,02	2,48	218	
34	4,98	192	2,29	0,78	68	
35	5,86	226	2,94	0,66	58	
36	4,6	178	2,63	1,06	93	
37	4,56	176	2,68	1,51	133	
38	4,29	166	2,18	0,86	75	
39	5,27	203	3,56	1,63	143	
40	3,77	145	2,3	0,66	58	
41	3,58	138	2,1	0,47	41	
42	5,6	216	3,49	1,26	111	
43	4,14	160	2,63	0,58	51	
44	3,44	133	2,38	1,26	111	
45	5,23	202	2,74	1,13	99	
46	4,22	163	3	1,15	101	

**Tab. A12:** Fortsetzung

Studentin	Cholesterin		Phospholipide mmol/l	Triglyceride	
	mmol/l	mg/dl		mmol/l	mg/dl
47	5,08	196	3,34	0,94	82
48	4,53	175	3,44	1,75	154
49	5,01	193	3,11	1,19	104
50	3,99	154	2,56	1,72	151
51	4,59	177	2,63	1,78	156
52	3,9	151	2,43	0,74	65
53	6,09	235	3,42	2,41	212
54	4,22	163	2,73	2,06	181
55	3,43	132	2,28	1,02	90
56	4,53	175	2,77	0,49	43
57	5,01	193	3,06	1,34	118

**Tab. A13:** Alter [Jahre], Gewicht [kg], Körpergröße [m] und BMI [kg/m<sup>2</sup>] der 52 Studentinnen

Studentin	Alter [Jahre]	Gewicht [kg]	Körpergröße [m]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
2	27	56	1,68	19,84
4	22	69	1,71	23,6
5	22	55,5	1,75	18,12
6	23	95,9	1,79	29,93
7	23	51,9	1,7	17,96
8	26	64,6	1,65	23,73
9	24	57,8	1,7	20
10	26	49,1	1,6	19,18
11	25	58,3	1,66	21,16
12	24	69,4	1,8	21,42
13	29	57,2	1,7	19,79
15	23	59,6	1,74	19,69
16	22	51,3	1,66	18,62
18	22	49,3	1,63	18,56
19	24	63,9	1,63	24,05
20	23	62,5	1,67	22,41
22	25	65,2	1,71	22,3
23	23	64	1,75	20,9
24	23	54,2	1,72	18,32
25	22	81,4	1,73	27,2
26	23	53,9	1,66	19,56
27	22	70	1,69	24,51
28	24	73,2	1,79	22,85
29	25	65	1,71	22,23
30	24	72,1	1,65	26,48
31	24	78,3	1,72	26,47
32	22	85,3	1,83	25,47
33	26	67,4	1,78	21,27
34	24	56,1	1,68	19,88
35	25	63,7	1,7	22,04
36	22	51,5	1,67	18,47
37	24	53,2	1,64	19,78
38	25	63	1,62	24,01
39	36	45,1	1,62	17,18
40	23	55	1,64	20,45
41	32	57,7	1,68	20,44
42	22	57,6	1,66	20,9
43	23	56,6	1,65	20,79
44	22	73,2	1,72	24,74
45	25	56,8	1,68	20,12
46	23	51,5	1,73	17,21
47	25	52,2	1,54	22,01
48	23	53	1,63	19,95
49	22	56,8	1,74	18,76
50	29	57,5	1,71	19,66
51	22	61,7	1,67	22,12
52	23	44,8	1,57	18,18

**Tab. A13:** Fortsetzung

Studentin	Alter [Jahre]	Gewicht [kg]	Körpergröße [m]	BMI [kg/m <sup>2</sup> ]
53	25	69,8	1,69	24,44
54	25	60,3	1,64	22,42
55	24	74,3	1,76	23,99
56	22	66,6	1,6	26,02
57	24	52	1,62	19,81

**Tab. A14:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, der Energie, der Nährstoffe, der trans-Fettsäuren und der Linolsäure der 52 Studentinnen, berechnet aus den 7-Tage-Ernährungsprotokollen

Studentinnen	C18:2 c9t11 [mg/d]	Fett [mg/d]	Energie [kcal/d]	Kohlenhydrate [g/d]	Eiweiß [g/d]	16:1 t [mg/d]	18:1 t [mg/d]	18:2 i [mg/d]	Gesamt t FS [mg/d]	18:2 c [g/d]
2	380,13	97	2344	281	67,6	216,43	2083,52	567,73	2864,9	6,49
4	325,34	114	2562	271	77,9	185,07	1073,11	155,7	1564,7	12,32
5	246,65	71	2475	343	98,6	125,46	632,02	103,19	857,5	4,88
6	209,08	67	2609	368	80,6	97,31	581,21	91,64	766,2	7,87
7	296,75	76	1895	223	59,1	162,62	828,96	142,16	1124,8	6,96
8	382,37	93	1993	205	58	219,57	1086,69	191,96	1493,1	8,03
9	411,43	86	2047	223	61,2	264,57	1523,13	255,52	2036,9	8,5
10	442,59	91	2006	221	60,8	278,8	1467,91	264,31	2009,8	8,5
11	199,88	66	1871	260	49,3	113,77	1034,94	116,6	1000,6	6,22
12	259,54	66	2841	433	111,2	142,45	693,24	102,43	1464,3	3,47
13	397,96	97	2569	319	76,5	252,97	1247,99	207,17	1706,3	8,02
15	420,24	128	2836	308	78,7	226,33	1812,89	306,2	2340,9	16,03
16	288,5	66	1739	222	52,1	205,09	1439,15	341,2	1985,5	4,41
18	251,6	57	1726	237	54,4	165,74	957,01	147,07	1411,3	4,14
19	300,24	65	1851	238	61	188,73	868,97	166,18	1223	7,14
20	389,66	100	2196	238	71,1	251,07	1261,19	207,89	1717,2	10,28
22	416,58	113	3232	403	123	241,32	1330,04	208,54	2279,7	8,57
23	401,5	112	2472	268	66,9	223,13	1369,34	225,02	1814,8	10,87
24	300,15	81	1895	221	47,5	225,91	1078,94	149,39	1449,4	5,64
25	356,25	109	2960	384	93,3	243,14	1187,83	207,67	1634	13,33
26	308,81	86	2224	272	62,6	195,63	1114,93	170,48	1471,5	7,22
27	298,44	94	2279	259	71,1	134,15	1035,2	266,75	1428,9	11,5
28	318,91	68	2068	270	79,8	188,98	975,45	129,68	1299,1	3,61
29	313,99	71	1970	232	68,7	162,4	897,98	142,38	1199,3	8,22
30	214,03	73	1750	192	61,4	112,32	695,85	90,88	898,3	7,16
31	409,14	93	2318	274	79	233,86	1131,01	200,66	1562,8	6,06
32	373,36	97	2725	363	78,4	206,24	1087,22	185,03	1715,2	10,96

**Tab. A14:** Fortsetzung

Studentin- nen	C18:2 c9t11 [mg/d]	Fett [mg/d]	Energie [kcal/d]	Kohlenhydrate [g/d]	Eiweiß [g/d]	16:1 t [mg/d]	18:1 t [mg/d]	18:2 i [mg/d]	Gesamt t FS [mg/d]	18:2 c [g/d]
33	334,72	96	2232	253	71,4	193,5	1035,62	149,56	1375,6	10,39
34	198,02	42	1578	228	51,4	117,03	574,31	92,72	782,4	3,02
35	475,5	108	2525	253	81,4	268,35	1327,21	192,22	2482,5	8,01
36	325,92	63	1888	263	54	197,43	984,07	180,96	1362,1	2,87
37	495,79	86	2547	341	69,6	325,05	1730,94	281,2	2252,9	3,85
38	313,56	63	1748	214	64,7	207,95	939,4	137,9	1284,9	3,26
39	299,71	63	1920	263	57,7	162,55	952,84	160,96	1273,4	2,6
40	180,28	54	1662	199	65,8	80,73	554,28	82,58	714,9	2,01
41	394,86	109	2594	286	81,6	237,34	1486,85	213,37	1933,2	6,73
42	361,61	106	2689	314	75,2	216,35	1663,02	287,02	2162,4	8,66
43	192,55	57	1879	249	60,3	94,1	520,84	85,51	689,5	5,25
44	324,55	76	2531	376	63	182,76	1584,53	389,21	2154,9	3,11
45	366,23	79	2302	301	66,2	211,61	952,31	188,89	1345,4	6,48
46	344,42	76	1957	235	68,2	209,54	1511,39	247,06	1966	6,43
47	412,36	101	2440	284	80,7	270,76	1523,62	211,17	2910,9	9,64
48	335,56	91	2036	191	73,4	208,1	1265,65	213,48	1686,5	8
49	276,89	74	2101	277	68,5	155,89	800,52	132,14	1086,2	7,08
50	273,34	72	2033	257	72,2	155,02	829,31	137,46	1120,1	6,52
51	299,37	90	2379	312	68,3	181,13	2786,66	736,25	3701,4	11,79
52	400,85	89	2166	248	73,4	262,39	1441,18	212,29	1897,6	5,82
53	265,73	81	2174	281	72,7	204,54	974,32	149,42	1326	9,56
54	135,41	48	1945	303	63,5	90,39	547,8	83,87	720,5	7,32
55	206,16	64	2126	284	72,9	124,68	1065,37	231,96	1420	4,34
56	316,82	63	1881	225	55,2	195,9	959,89	171,14	1322	2,62
57	328,23	79	2176	255	74,2	209,49	1288,55	175,19	1607,8	7,48

FS=Fettsäuren

**Tab. A15:** Zufuhr des CLA-Isomers C18:2 c9t11, des Gesamt-Fetts und der Linolsäure berechnet aus den FFQ und den 7-Tage-EP

Studentin	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]		Gesamt-Fett [g/d]		Linolsäure [g/d]	
	FFQ	7-d-EP	FFQ	7-d-EP	FFQ	7-d-EP
2	187,97	380,13	41,05	97	3,57	6,49
4	321,29	325,34	85,91	114	11,71	12,32
5	82,09	246,65	26,96	71	3,36	4,88
6	80,63	209,08	28,78	67	3,84	7,87
7	246,78	296,75	58,55	76	4,51	6,96
8	375,33	382,37	82,12	93	8,94	8,03
9	442,43	411,43	106,05	86	8,17	8,5
10	474,82	442,59	95,88	91	10,87	8,5
11	97,24	199,88	50,1	66	6,89	6,22
12	313,07	259,54	78,44	66	8,68	3,47
13	297,76	397,96	65,45	97	4,98	8,02
15	222,88	420,24	80,51	128	14,28	16,03
16	313,18	288,5	67,84	66	5,26	4,41
18	262,55	251,6	54,49	57	3,5	4,14
19	199,36	300,24	53	65	5,77	7,14
20	355,66	389,66	97,8	100	12,43	10,28
22	311,49	416,58	75,57	113	5,65	8,57
23	345,79	401,5	86,62	112	7,64	10,87
24	223,2	300,15	61,1	81	10,53	5,64
25	192,62	356,25	60,65	109	6,82	13,33
26	356,99	308,81	75,35	86	6,13	7,22
27	254,08	298,44	64,05	94	6,84	11,5
28	271,35	318,91	66,6	68	6,35	3,61
29	230,61	313,99	54,85	71	6,83	8,22
30	306,94	214,03	110,95	73	18,81	7,16
31	236,84	409,14	68,18	93	8,97	6,06
32	330,11	373,36	99,9	97	13,34	10,96
33	182,82	334,72	65,04	96	10,05	10,39
34	200	198,02	53,07	42	7,12	3,02
35	161,06	475,5	48,57	108	5,62	8,01
36	129,35	325,92	25,3	63	1,75	2,87
37	324,01	495,79	63,61	86	4,51	3,85
38	241,07	313,56	58,1	63	5,46	3,26
39	220,06	299,71	56,53	63	6,05	2,6
40	133,39	180,28	44,68	54	7,47	2,01
41	481,26	394,86	97,93	109	8,4	6,73
42	116,08	361,61	28,41	106	3,83	8,66
43	207,11	192,55	41,94	57	3,85	5,25
44	121,69	324,55	34,57	76	4,15	3,11
45	255,79	366,23	48,05	79	2,87	6,48
46	203,02	344,42	58,5	76	8,66	6,43
47	150,04	412,36	49,15	101	6,38	9,64
48	426,55	335,56	109,34	91	12,87	8
49	294,72	276,89	80,13	74	8,89	7,08
50	186,61	273,34	45,25	72	5,35	6,52

**Tab. A15:** Fortsetzung

Studentin	CLA-Isomer C18:2 c9t11 [mg/d]		Gesamt-Fett [g/d]		Linolsäure [g/d]	
	FFQ	7-d-EP	FFQ	7-d-EP	FFQ	7-d-EP
51	246,46	299,37	72,35	90	12,1	11,79
52	316,15	400,85	90,35	89	11,24	5,82
53	151,37	265,73	33,66	81	3,11	9,56
54	135,59	135,41	40,31	48	4,99	7,32
55	167,92	206,16	44,47	64	4,49	4,34
56	177,73	316,82	50,18	63	4,99	2,62
57	241,97	328,23	64,73	79	10,43	7,48

**Tab. A16:** Plasmakonzentrationen verschiedener Fettsäuren [% der FAME] in PL und TG

Proband	TG																	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C18:3 n6	C18:3 n3	CLA	C20:3 n9	C22:0	C20:3 n6	C20:4	C20:5	C24:0	C22:4	C22:6
1	1,95	24,83	4,5	5,61	37,4	19,72	0,16	0,32	1,35	0,65	0,09	0,09	0,28	1,08	0,41	0,07	0,19	1,23
2	2,26	28,59	5,49	4,91	40,94	13,47	0,23	0,2	0,66	0,68	0,18	0,26	0,27	0,81	0,5	0,2	0,21	0,13
3	1,6	25,71	3,5	6,66	40,32	16,5	0,27	0,22	0,79	0,55	0,17	0,21	0,28	1,77	0,68	0,17	0,18	0,4
4	2,15	26,88	4,93	6,61	37,72	15,3	0,23	0,21	0,7	0,57	0,33	0,2	0,49	1,64	0,64	0,25	0,29	0,84
5	4,12	32,96	4,18	7,78	32,75	12,19	0,21	0,29	0,74	0,58	0,2	0,17	0,27	1,47	0,74	0,33	0,11	0,9
6	1,71	28,67	4,48	4,19	37,19	18,26	0,11	0,2	1,26	0,36	0,32	0,11	0,58	1,18	0,26	0,17	0,23	0,73
7	2,53	30,05	4,78	4,69	39,23	13,12	0,13	0,15	1,11	0,55	0,25	0,1	0,57	1,44	0,22	0,15	0,18	0,74
8	2,78	28,83	6,6	5,51	37,44	11,66	0,15	0,16	0,91	0,77	0,48	0,15	0,73	1,72	0,5	0,21	0,24	1,18
9	1,79	27,51	4,57	6,44	39,75	14,18	0,13	0,31	0,6	0,59	0,41	0,23	0,57	1,42	0,58	0,29	0,15	0,48
10	2,71	25,59	5,85	7,15	38,84	14,34	0,34	0,41	0,5	0,56	0,48	0,09	0,89	0,97	0,35	0,43	0,13	0,24
11	1,95	26,6	4,82	6,08	39,05	15,72	0,13	0,26	1,17	0,65	0,33	0,19	0,27	1,37	0,4	0,27	0,12	0,67
12	6,15	39,94	5,18	6,67	26,75	10,67	0,2	0	0,78	0,46	0	0,33	0,3	1,32	0,19	0,43	0,1	0,52
13	2,12	25,16	3,6	6,3	36,25	19,57	0,16	0,21	1,16	0,55	0,38	0,28	0,76	1,87	0,6	0,32	0,04	0,67
14	1,32	26,34	5,68	3,96	43,06	14,58	0,12	0,27	0,63	0,52	0,39	0,09	0,5	1,46	0,16	0,15	0,22	0,55
15	1,62	30,24	3,35	3,47	36,76	19,8	0,13	0,1	0,89	0,4	0,19	0,15	0,81	1,05	0,19	0,22	0,13	0,49
16	2,1	27,59	3,8	4,26	34,82	22,1	0,2	0,15	0,8	0,47	0,46	0,19	0,41	1,59	0,15	0,24	0,2	0,48
17	1,95	25,39	6,16	2,98	40	18,02	0,07	0	0,95	0,59	0,2	0,07	0,34	1,69	0,3	0,11	0,27	0,93
18	3,44	32,24	5,51	3,94	33,67	17,34	0,12	0	0,59	0,46	0,11	0,1	0,43	1,14	0,14	0,22	0,23	0,32
19	2,62	28,17	5,33	8,4	35,45	15,04	0,37	0,26	0,72	0,57	0,15	0,54	0,16	1,19	0,13	0,62	0,04	0,26
20	2,84	26,46	5,71	3,75	37,08	18,27	0,12	0,38	1,1	0,55	0,15	0,08	0,38	1,69	0,19	0,12	0,22	0,92
21	2,24	24,84	2,64	6,71	39,01	19,21	0,39	0,43	1,21	0,3	0,11	0,48	0,34	1,02	0,17	0,61	0,14	0,16
22	3,72	30,83	3,41	10,06	36,87	10,68	0,4	0,3	0,8	0,45	0,19	0,45	0,17	0,79	0,16	0,52	0	0,21
23	2,56	32,21	3,8	8,68	33,12	14,47	0,27	0,04	0,55	0,5	0,18	0,32	0,48	1,35	0,08	0,4	0,12	0,86
24	2,53	34,92	4,7	8,12	32,52	13,45	0,41	0,19	0,83	0,48	0,04	0,29	0,18	0,66	0	0,37	0	0,32
25	2,51	21,2	3,8	8,08	40,81	17,05	0,29	0,41	1	0,33	0,12	0,09	0,34	1,17	0,64	0,23	0,02	1,88
26	1,86	23,28	2,18	4,83	31,44	32,34	0,23	0	0,44	0,41	0,04	0,4	0,41	1,24	0	0,37	0,15	0,38
27	1,64	26,88	3,89	5,3	36,2	19,3	0,11	0,26	0,85	0,4	0,19	0,3	0,53	2,19	0,21	0,35	0,24	1,16
28	2,72	34,69	4,58	5,75	36,33	12,15	0,11	0,33	0,67	0,71	0,11	0,1	0,17	0,96	0,1	0,07	0,15	0,31
29	2,23	32,26	5,09	7,4	32,93	15,93	0,22	0,37	0,74	0,43	0,04	0,26	0,05	0,99	0,25	0,22	0	0,59
30	3,24	32,86	5,35	4,53	37,33	12,55	0,1	0,22	0,7	0,47	0,15	0,07	0,23	1,34	0,13	0,06	0,15	0,51
31	2,14	27,91	5,61	3,03	38,33	18,16	0,02	0,13	1,05	0,63	0,11	0,05	0,35	1,41	0,13	0,05	0,2	0,7
32	1,81	28,06	5,24	4,19	34,39	21,87	0,08	0,31	0,79	0,52	0,06	0,13	0,39	1,2	0,2	0,18	0,16	0,43
33	4,15	35,29	5,86	3,59	33,78	12,94	0,01	0,24	1,29	0,56	0,02	0,06	0,29	0,95	0,15	0,08	0,19	0,54

**Tab. A16:** Fortsetzung

TG																		
Proband	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C18:3 n6	C18:3 n3	CLA	C20:3 n9	C22:0	C20:3 n6	C20:4	C20:5	C24:0	C22:4	C22:6
34	1,56	30,13	4,97	5,63	34,97	17,39	0,17	0,2	0,72	0,54	0,12	0,2	0,49	1,41	0,25	0,33	0,2	0,73
35	1,8	27,14	2,71	5,22	36,22	20,25	0,11	0,26	0,73	0,33	0,05	0,26	0,18	2,48	0,61	0,5	0,17	1,01
36	3,36	28,64	4,2	4,28	37,01	17,36	0,11	0,19	0,78	0,6	0,12	0,05	0,39	1,83	0,16	0,09	0,14	0,7
37	4,16	29,82	8,06	4,08	38,98	10,93	0,07	0,45	0,68	0,59	0,15	0,03	0,25	0,84	0,13	0,06	0,2	0,56
38	2,56	27,43	3,96	6,08	38,31	15,27	0,11	0,46	1,43	0,52	0,18	0,07	0,28	1,79	0,49	0,12	0,18	0,76
39	3,7	33,34	5,89	3,65	34,06	14,46	0,06	0,22	1	0,5	0,19	0,04	0,38	1,49	0,11	0,09	0,29	0,51
40	2,15	30,34	4,51	5,15	40,25	13,31	0,26	0,02	0,87	0,44	0,14	0,29	0,23	0,76	0,11	0,57	0,08	0,53
41	2,34	26,17	3,45	6,51	42,68	14,54	0,24	0	0,91	0,64	0,12	0,18	0,18	0,95	0,03	0,5	0,2	0,37
42	2,7	31,74	5,88	4,92	35,43	15,01	0	0,14	0,67	0,58	0,23	0,11	0,54	1,26	0,07	0,12	0,13	0,53
43	1,87	26,2	3,93	6,47	39,94	15,88	0,16	0,3	1,01	0,44	0,22	0,08	0,26	1,64	0,28	0,4	0,27	0,66
44	3,19	31,34	5,99	4,87	38,61	11,43	0,13	0,22	0,81	0,97	0,14	0,16	0,2	0,63	0,17	0,29	0,18	0,65
45	2,74	31,8	2,82	5,94	33,4	16,41	0,21	0,08	1,38	0,48	0,18	0,26	0,38	2,15	0,22	0,31	0,23	1,02
46	2,6	31,68	4,83	4,44	33,62	17,39	0,12	0	0,7	0,59	0,2	0,21	0,35	1,59	0,22	0,47	0,16	0,83
47	2,72	31,17	3,69	7,29	33,69	14,42	0,26	0,31	1,03	0,41	0,37	0,28	0,34	2,04	0,24	0,55	0,22	0,97
48	2,35	29,6	5,23	3,8	40,94	13,15	0,11	0,07	0,85	0,55	0,2	0,14	0,29	1,11	0,19	0,25	0,21	0,95
49	3,1	33,5	5,19	5,24	31,84	15,08	0,14	0	0,64	0,65	0,34	0,43	0,52	1,7	0,16	0,42	0,29	0,76
50	1,39	29,93	2,66	5,16	39,04	17,24	0,16	0	0,81	0,6	0,17	0,23	0,22	1,13	0,13	0,37	0,13	0,63
51	2,89	28,91	4,9	4,09	37,67	16,45	0,11	0,06	1,37	0,56	0,13	0,17	0,42	0,71	0,19	0,23	0,15	0,99
52	2,36	27,77	4,85	6,48	36,95	16,91	0,21	0,45	0,94	0,48	0,21	0,17	0,3	0,9	0,22	0,18	0,29	0,34
53	4,69	37,83	7,49	4,37	29,02	11,69	0,11	0,27	0,72	0,71	0,13	0,09	0,47	1,16	0,14	0,16	0,23	0,72
54	3	33	5,34	3,95	34,95	14,85	0,11	0,21	1,02	0,43	0,19	0,11	0,45	1,28	0,12	0,2	0,3	0,5
55	2,96	28,33	5,14	5,08	37,9	15,02	0,2	0,2	1,18	0,47	0,16	0,22	0,22	0,94	0,53	0,33	0,1	1,03
56	3,31	33,7	5,19	9,26	33,71	10,57	0,23	0,22	0,7	0,79	0	0	0,7	0,7	0,12	0,36	0,06	0,38
57	3,36	34,75	4,95	6,17	33,02	12,54	0,14	0	0,88	0,7	0,11	0,13	0,44	1,31	0,15	0,08	0,3	0,98
PL																		
Proband	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C18:3 n6	C18:3 n3	CLA	C20:3 n9	C22:0	C20:3 n6	C20:4	C20:5	C24:0	C22:4	C22:6
1	0,53	27,12	0,59	16,54	9,65	20,65	0,04	0,32	0,19	0,37	0,09	0,06	2,35	10,59	0,79	0,06	0,5	9,57
2	0,55	27,04	1,04	15,47	11,53	23,27	0,15	0,1	0,28	0,29	0,26	0,15	3,73	10,86	0,88	0,08	0,73	3,57
3	0,64	27,64	0,86	16,3	11,24	23,14	0,2	0,05	0,26	0,32	0,22	0,2	3,13	10,53	0,9	0,16	0,59	3,64
4	0,31	28,02	1,02	14,77	10,75	19,07	0,13	0,09	0,19	0,3	0,3	0,08	4,52	13,66	1,21	0,04	0,65	4,89
5	0,7	28,73	0,85	14,6	11,89	22,73	0,15	0,08	0,38	0,34	0,39	0,12	3,83	7,89	1,16	0,24	0,4	5,46
6	0,44	28,51	0,78	13,94	8,71	19,48	0,12	0,06	0,31	0,27	0,38	0,11	5,28	13,26	0,6	0,13	0,78	6,85
7	0,66	29,43	1,07	13,12	12,79	20,64	0,11	0,04	0,35	0,32	0,27	0,11	3,81	11,52	0,64	0,12	0,58	4,41

**Tab. A16:** Fortsetzung

Proband	PL																	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C18:3 n6	C18:3 n3	CLA	C20:3 n9	C22:0	C20:3 n6	C20:4	C20:5	C24:0	C22:4	C22:6
8	0,85	30,04	1,24	13,82	10,84	19,35	0,13	0,04	0,3	0,36	0,29	0,11	4,23	11,24	0,74	0,12	0,51	5,78
9	0,56	28,04	0,94	15,33	11,99	22,58	0,16	0,1	0,33	0,41	0,42	0,15	4,04	9,53	1,01	0,09	0,52	3,81
10	0,67	25,82	1,05	16,17	11,88	26,85	0,23	0,11	0,27	0,23	0,21	0,16	2,78	9,38	0,47	0,22	0,62	2,86
11	0,65	28,7	0,98	15,36	10,85	23,69	0,13	0,04	0,42	0,39	0,36	0,13	3,57	9,55	0,54	0,15	0,41	4,05
12	1,04	30,22	1,19	15,1	10,43	22,93	0,13	0,22	0,56	0,27	0,15	0,1	3,34	9,38	0,85	0,06	0,54	3,49
13	0,68	25,57	0,85	16,1	11,34	28,57	0,16	0,03	0,45	0,25	0,28	0,19	3,14	7,57	0,64	0,18	0,36	3,64
14	0,5	31,01	1,1	14,21	10,84	17,19	0,14	0,05	0,22	0,25	0,33	0,13	4,17	14,03	0,58	0,21	0,54	4,51
15	0,43	30,67	0,64	12,41	10,73	25,15	0,13	0	0,18	0,11	0,17	0,1	4,07	9,71	0,43	0,15	0,44	4,46
16	0,67	31,93	0,84	14,28	9,73	22,37	0,14	0,02	0,06	0,22	0,23	0,13	3,77	10,87	0,28	0,13	0,42	3,9
17	0,58	29,5	1,09	14,46	10,56	21,06	0,09	0	0,19	0,21	0,15	0,09	3,47	12,28	0,63	0,12	0,57	4,89
18	0,65	32,25	1,25	14,06	9,99	23,39	0,16	0,03	0,13	0,3	0,09	0,16	4,26	9,26	0,48	0,13	0,46	3
19	0,77	30,48	1,09	14,75	10,42	23,43	0,2	0,08	0,2	0,25	0,1	0,19	2,69	10,19	0,76	0,18	0,51	3,72
20	0,61	30,25	0,84	13,47	9,3	21,51	0,15	0,08	0,26	0,23	0,09	0,12	3,91	12,46	0,55	0,15	0,36	5,67
21	0,62	27,06	0,67	13,78	11,34	30,12	0,13	0	0,31	0,15	0,03	0,38	3,16	8,34	0,57	0,36	0,36	2,61
22	0,56	28,36	0,73	16,72	10,47	25,27	0,15	0,09	0,37	0,18	0,16	0,02	2,64	9,92	0,75	0,14	0,39	3,01
23	0,47	27,82	0,73	12,68	10,09	22,25	0,03	0	0,17	0,21	0,11	0,4	4,51	11,16	0,78	0,15	0,69	7,74
24	0,6	32,23	0,89	15,21	9,8	24,2	0,17	0,06	0,33	0,18	0,04	0,14	2,96	8,75	0,47	0,03	0,34	3,66
25	0,81	28,08	1	14,86	12,23	22,36	0,19	0,05	0,26	0,15	0,11	0,24	3,08	9,98	1,69	0,27	0,4	4,32
26	0,42	25,76	0,52	14,91	8,96	29,09	0,19	0	0,11	0,23	0,04	0,62	2,93	10,12	0,31	0,26	0,51	5,02
27	0,35	28,7	0,66	12,91	9,17	23,42	0,11	0	0,22	0,23	0,11	0,38	3,34	12,96	0,54	0,07	0,58	6,25
28	0,64	30,68	0,91	15,75	11,08	20,12	0,13	0,12	0,27	0,37	0,15	0,08	3,95	10,2	0,76	0,14	0,51	4,13
29	0,67	32,97	0,93	15,57	9,25	20,11	0,15	0	0,16	0,12	0,05	0,05	1,97	11,32	1,2	0,23	0,37	4,89
30	0,63	34,67	0,91	13,14	10,48	19,96	0,09	0,06	0,22	0,17	0,15	0,05	3,6	10,92	0,6	0,07	0,25	4,02
31	0,45	31,13	0,91	11,31	8,62	21,77	0	0	0,23	0,26	0,06	0,05	4,21	13,82	0,57	0,03	0,57	6,03
32	0,46	29,2	0,85	14,07	9,5	25,49	0,06	0	0,11	0,23	0	0,06	3,18	11,43	0,52	0,12	0,5	4,25
33	0,68	31,82	1,2	11,64	10,94	20,16	0,07	0,12	0,58	0,32	0,13	0,09	4,95	9,5	0,83	0,1	0,51	6,38
34	0,52	32,06	1,14	11,16	10,08	22,56	0,11	0	0,1	0,28	0,1	0,11	3,44	10,97	0,84	0,09	0,88	5,55
35	0,45	28,78	0,64	14,63	10,72	24,15	0,09	0	0,17	0,17	0,09	0,08	2,3	11,55	0,99	0,15	0,33	4,71
36	0,64	30,03	0,76	11,74	10,9	24,19	0,1	0,03	0,16	0,26	0,2	0,01	4,2	11,45	0,35	0,07	0,61	4,29
37	0,77	29,78	1,42	14,48	13,45	20	0,07	0,22	0,19	0,35	0,3	0,06	3,58	10,21	0,78	0,03	0,66	3,64
38	0,61	28,67	0,76	14,79	10,68	23,77	0,14	0,06	0,5	0,28	0,08	0	2,94	11,38	1,06	0,06	0,41	3,83
39	0,79	32,37	1,07	12,25	11,07	19,6	0,1	0,09	0,38	0,25	0,09	0,06	3,89	10,49	0,69	0,06	0,68	6,06
40	0,49	30,77	0,82	12,33	11,15	23,69	0,08	0	0,32	0,2	0,06	0,17	3,53	10,37	0,63	0,01	0,51	4,99

**Tab. A16:** Fortsetzung

Proband	PL																	
	C14:0	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C20:0	C18:3 n6	C18:3 n3	CLA	C20:3 n9	C22:0	C20:3 n6	C20:4	C20:5	C24:0	C22:4	C22:6
41	0,85	33,26	1,23	12,09	12,19	21,88	0,16	0,05	0,22	0,32	0,16	0,15	3,39	8,63	0,45	0,3	0,45	4,22
42	0,52	29,87	1,13	12,36	11,18	22,89	0,11	0	0,33	0,28	0,23	0,38	4,48	10,16	0,78	0,16	0,52	4,62
43	0,46	27,83	0,82	14,92	11,1	24,14	0,15	0,13	0,38	0,21	0,16	0,15	2,44	10,55	1,29	0,24	0,54	4,48
44	0,58	28,58	1,2	14,64	11,92	23,38	0,14	0,14	0,26	0,49	0,14	0,1	3,33	8,41	0,89	0,28	0,5	5,04
45	0,61	30,6	0,63	11,87	11,59	22,63	0,12	0	0,53	0,26	0,2	0,47	3,51	10,54	0,55	0,23	0,59	5,08
46	0,77	29,89	1,1	10,89	10,95	19,65	0,15	0,04	0,2	0,29	0,15	0,14	3,09	17,85	0,39	0,27	0,41	3,78
47	0,57	29,31	0,88	14,65	9,24	21,32	0,18	0,09	0,36	0,18	0,19	0,37	4,43	12,52	0,82	0,21	0,66	4,01
48	0,53	30,33	1,01	13,29	12,04	18,87	0,16	0	0,22	0,36	0,31	0,47	3,64	11,11	0,63	0,28	0,69	6,08
49	0,6	31,65	1	11,22	10,78	20,56	0,1	0	0,26	0,26	0,21	0,37	4,31	11,99	0,55	0,17	0,61	5,39
50	0,34	29,89	0,62	12,98	9,97	23,42	0,15	0	0,29	0,26	0,14	0,49	2,86	11,77	0,48	0,24	0,56	5,53
51	0,65	32,48	1,03	11,73	12,15	22,37	0,16	0,09	0,29	0,27	0,23	0,18	4,89	7,43	0,83	0,22	0,46	4,51
52	0,6	26,83	1,02	14,45	10,85	24,42	0,18	0,08	0,24	0,29	0,22	0,15	2,77	11,73	1,06	0,19	0,53	4,36
53	0,91	32,18	1,37	12,15	10,44	20,59	0,14	0,14	0,34	0,34	0,24	0,09	5,12	10,73	0,56	0,15	0,57	3,94
54	0,68	33,15	1,08	12,77	11,45	19,21	0,14	0,04	0,41	0,2	0,17	0,08	3,64	11,49	0,46	0,17	0,65	4,2
55	1,33	29,1	0,73	12,9	11,15	19,57	0,08	0,25	0,86	0,12	0,17	0,16	2,78	9,66	2,59	0,16	0,4	7,78
56	0,71	28,19	1,27	14,6	13,17	25,29	0,18	0,07	0,38	0,4	0,23	0,13	3,15	7,9	0,87	0,17	0,45	2,86
57	0,72	31,71	0,92	12,14	12,04	21,69	0,1	0,06	0,36	0,41	0,18	0,11	4,33	9,92	0,45	0,31	0,45	4,1

**Tab. A17:** 24 h Verlauf der Fettsäuren in Plasmalipidfraktionen TG und PL nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement

Fettsäuren [% FAME]	1,3 g CLA-Supplement						PL	
	TG						0h	24h
	0h	2h	3h	4h	6h	24h	0h	24h
C14:0	0	0	0	0,87	3,20	0	0,72	1,91
C16:0	28,49	34,79	30,61	32,77	31,11	32,94	29,56	31,54
C16:1	1,27	1,21	0,69	0,83	1,10	1,84	0,86	0,95
C18:0	6,75	7,97	10,73	7,68	6,91	7,99	13,94	18,05
C18:1	36,87	37,63	24,82	38,08	37,58	36,45	11,32	11,90
C18:2	19,63	12,85	19,53	14,76	13,09	13,24	22,47	18,03
C18:3 n6	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00
C18:3 n3	1,20	1,30	0,99	0,35	1,23	0,68	0,37	1,62
C18:2 c9t11	0,47	0,78	0,52	0,97	1,07	0,81	0,09	0,00
C20:4 n6	1,93	1,58	5,50	1,40	1,67	2,32	10,25	8,42
C20:5 n3	0,42	0,00	1,08	0,31	0,65	1,01	1,48	0,00
C22:6 n3	1,04	1,07	2,88	0,68	1,68	1,63	4,48	5,80
	2,3 g CLA-Supplement						PL	
	0h	2h	3h	4h	6h	24h	0h	24h
C14:0	3,28	5,85	5,05	3,98	3,77	4,06	0,88	1,13
C16:0	32,99	36,30	34,79	32,49	34,02	34,90	32,03	32,87
C16:1	4,71	5,20	4,47	4,82	5,64	4,51	1,37	1,61
C18:0	7,06	7,22	7,67	6,97	6,62	8,26	13,88	12,54
C18:1	30,93	31,16	30,87	35,97	33,50	32,51	13,64	14,16
C18:2	14,33	9,81	11,65	9,86	10,40	10,21	19,10	20,13
C18:3 n6	0,34	0,29	0,17	0,14	0,30	0,21	0,10	0,15
C18:3 n3	1,07	0,94	0,98	0,98	0,84	1,12	0,36	0,52
C18:2 c9t11	0,43	0,64	0,50	0,89	0,92	0,71	0,25	0,31
C20:4 n6	2,14	1,14	1,82	1,37	1,75	1,44	8,67	8,17
C20:5 n3	0,65	0,44	0,62	0,50	0,49	0,11	1,55	1,43
C22:6 n3	1,07	0,57	0,66	1,15	0,94	0,80	4,22	3,42

**Tab. A18:** 24 h Verlauf der Fettsäuren in den Chylomikronen-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement

Fettsäuren [% FAME]	1,3 g CLA-Supplement Chylomikronen-TG				2,6 g CLA-Supplement Chylomikronen-TG			
	2h	3h	4h	6h	2h	3h	4h	6h
C14:0	9,75	8,94	6,41	5,13	7,06	6,91	5,92	6,01
C16:0	36,58	36,63	35,82	35,03	36,88	35,73	34,49	36,44
C16:1	3,00	3,51	3,87	4,90	0,60	4,61	0,97	5,77
C18:0	11,24	10,83	8,59	7,43	9,15	7,62	7,98	7,20
C18:1	30,56	30,15	31,25	34,03	33,88	32,24	36,63	21,95
C18:2	5,58	6,68	9,11	9,81	8,13	8,29	8,92	7,34
C18:3 n6	0,10	0,33	0,22	0,12	0,97	0,91	0,93	0,78
C18:3 n3	0,72	0,43	1,03	0,75	-	-	-	-
C18:2 c9t11	0,66	0,64	1,70	0,62	0,74	0,66	0,76	0,36
C20:4 n6	0,42	0,68	0,74	0,77	0,85	1,00	1,12	0,77
C20:5 n3	0,28	0,13	0,26	0,64	0,00	0,44	0,44	0,49
C22:6 n3	0,19	0,32	0,59	0,24	0,52	0,54	0,64	0,54

- = nicht meßbar

**Tab. A19:** 24 h Verlauf der Fettsäuren in den VLDL-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement

Fettsäuren [% FAME]	1,3 g CLA-Supplement								
	VLDL-TG						VLDL-PL		
	0h	2h	3h	4h	6h	24h	0h	4h	24h
C14:0	3,44	5,66	4,75	4,52	3,79	3,62	0,00	5,89	4,25
C16:0	31,78	38,26	35,54	34,59	33,97	31,21	26,49	40,59	29,11
C16:1	4,36	1,79	5,15	5,33	5,35	4,19	2,06	3,49	1,16
C18:0	7,80	6,07	5,09	6,07	6,75	8,35	15,80	13,18	17,38
C18:1	33,60	34,12	32,84	32,45	33,55	34,59	15,05	21,07	11,94
C18:2	12,41	21,21	11,78	11,62	11,56	11,46	16,34	9,46	18,39
C18:3 n3	1,48	0,27	1,41	1,32	1,06	1,66	4,67	0,41	1,40
C18:2 c9t11	0,54	0,52	0,73	1,00	0,60	0,53	0,02	0	0,35
C20:4 n6	1,19	0,48	0,89	0,89	0,98	1,13	3,13	2,38	6,25
C20:5 n3	0,44	0,21	0,26	0,32	0,36	0,51	1,58	0	1,54
C22:6 n3	1,26	0,05	0,78	0,96	0,51	1,37	1,96	1,46	2,95
	2,6 g CLA-Supplement								
C14:0	3,84	3,80	4,19	4,12	3,85	3,84	0,49	7,89	3,29
C16:0	33,22	33,86	34,03	34,02	30,70	34,33	36,37	28,94	35,99
C16:1	5,21	4,93	5,08	0,00	5,23	4,67	2,28	2,98	1,36
C18:0	6,52	6,68	6,08	5,98	7,20	6,69	18,96	13,69	15,66
C18:1	35,60	34,69	35,95	37,97	35,71	34,26	12,48	20,16	12,88
C18:2	10,52	10,73	9,66	10,57	9,96	11,18	16,05	6,27	19,95
C18:3 n3	1,21	1,17	1,12	1,19	1,00	1,50	0,96	0,00	0,52
C18:2 c9t11	0,68	0,72	0,75	0,94	0,92	0,54	0,00	0,00	0,00
C20:4 n6	1,38	1,15	1,01	1,70	1,07	0,83	4,71	9,11	3,71
C20:5 n3	0,42	0,38	0,31	0,43	0,41	0,32	1,04	0,00	1,14
C22:6 n3	0,55	0,79	0,90	1,89	2,79	0,98	2,05	8,40	2,40

**Tab. A20:** 24 h Verlauf der Fettsäuren in den LDL-TG des Plasmas nach einmaliger Gabe einer Testmahlzeit sowie 1,3 g oder 2,6 g CLA-Supplement

Fettsäure [% FAME]	1,3 g CLA-Supplement							LDL-PL	
	0h	2h	3h	LDL-TG			0h	24h	
C14:0	6,63	4,27	3,96	0,79	3,78	0,00	9,88	3,50	
C16:0	36,20	34,91	33,56	39,78	37,49	28,37	23,82	33,69	
C16:1	4,44	4,73	3,19	3,83	3,59	2,47	1,90	0,64	
C18:0	7,69	7,83	8,58	11,61	10,30	14,04	12,86	17,53	
C18:1	30,09	31,58	29,69	30,27	27,25	22,67	13,80	14,29	
C18:2	10,25	11,08	12,43	10,52	12,46	12,16	16,51	17,89	
C18:3 n3	1,04	0,96	0,54	0,00	0,57	4,51	3,74	0,37	
C18:2 c9t11	0,41	0,13	0,12	0,40	0,06	0,50	0,53	0	
C20:4 n6	1,00	1,61	3,60	1,49	2,55	1,37	4,23	6,09	
C20:5 n3	0,39	1,24	1,03	0,14	0,63	1,27	1,44	0,36	
C22:6 n3	0,59	0,00	1,26	0,65	0,42	1,49	2,48	2,25	
2,3 g CLA-Supplement									
C14:0	5,80	5,92	4,21	4,60	5,99	3,82	2,97	1,74	
C16:0	41,00	29,00	31,91	28,05	30,52	29,05	29,91	31,20	
C16:1	4,30	2,66	3,33	3,62	3,28	2,76	1,10	1,50	
C18:0	9,65	14,76	10,58	9,53	10,51	13,46	15,22	12,16	
C18:1	27,66	28,09	31,66	32,84	31,91	27,92	13,44	16,89	
C18:2	8,02	8,35	10,60	8,19	10,30	13,29	18,11	21,97	
C18:3 n3	0,30	0,10	1,04	0,66	0,24	0,00	0,00	0,20	
C18:2 c9t11	0,49	0,44	0,23	0,25	0,51	0,65	0,37	0,32	
C20:4 n6	1,30	1,35	3,51	5,97	2,11	3,05	8,25	6,11	
C20:5 n3	0,72	0,31	1,26	0,76	0,33	0,65	1,38	1,16	
C22:6 n3	0,73	6,85	0,58	5,21	1,53	3,28	5,13	3,94	

**Tab. A21:** Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in PL des Plasmas der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	0,30	0,36	0,34	0,49
2	0,17	0,43	0,34	0,23
3	0,31	0,17	0,11	0,21
4	0,30	0,41	0,63	0,26
5	0,25	0,42	1,23	0,21
6	0,25	0,82	0,54	0,52

**Tab. A22:** Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [% FAME] in den TG des Plasmas der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	0,86	0,82	0,84	0,65
2	0,43	0,87	0,55	0,22
3	0,67	1,18	0,94	0,90
4	0,57	0,89	0,26	0,53
5	0,43	1,08	0,29	0,57
6	0,06	0,52	0,49	0,65

**Tab. A23:** Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in PL des Plasmas der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	4,3044	6,1445	5,7106	7,2971
2	3,1212	6,5498	6,1268	4,5200
3	6,6613	3,3986	2,2739	3,7842
4	5,6508	7,1930	12,9377	4,3846
5	4,7090	7,7398	22,3319	3,0845
6	6,6130	22,304	14,9450	13,6843

**Tab. A24:** Konzentrationen des CLA-Isomers C18:2 c9t11 [ $\mu\text{mol/l}$ ] in TG des Plasmas der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	3,3282	6,3468	7,1064	0,4505
2	4,3731	8,2998	5,1975	2,1384
3	7,5978	9,4518	10,6596	8,4240
4	4,7709	5,6871	3,1824	4,1022
5	3,7926	6,9012	2,6100	2,6676
6	0,6102	5,5224	8,5113	8,4825

**Tab. A25:** Konzentrationen der **PL [mmol/l]** im Plasma der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	2,11	2,51	2,47	2,19
2	2,70	2,24	2,65	2,89
3	3,16	2,94	3,04	2,65
4	2,77	2,58	3,02	2,48
5	2,77	2,71	2,67	2,16
6	3,89	4,00	4,07	3,87

**Tab. A26:** Konzentrationen der **TG [mmol/l]** im Plasma der 4 Messungen aller 6 Teilnehmer

Teilnehmer	1. Messung	2. Messung	3. Messung	4. Messung
1	0,43	0,86	0,94	0,08
2	1,13	1,06	1,05	1,08
3	1,26	0,89	1,26	1,04
4	0,93	0,71	1,36	0,86
5	0,98	0,71	1,00	0,52
6	1,13	1,18	1,93	1,45

## Lebenslauf

**Name:** Dorothee Constanze Fremann (geb. Schneider)

**Geburtsdatum:** 02.10.1969

**Geburtsort:** Ravensburg

### Schulbildung:

1976 - 1980 Grundsule in Ravensburg

1980 - 1983 Realschule in Ravensburg

1983 - 1986 Aufbaugymnasium in Sießen mit musikalischem Schwerpunkt

1986 - 1989 Wirtschaftsgymnasium mit Abitur in Ravensburg

### Studium:

1989 - 1991 Studium der Lebensmitteltechnologie an der Fachhochschule Weihenstephan

1991 - 1996 Studium der Ökotrophologie an der TUM-Weihenstephan  
Studienabschluß: Dipl.oec.troph.Univ.

### Promotion:

1997 - 2000 wissenschaftliche Angestellte im Institut für Ernährungswissenschaft der TUM-Weihenstephan