



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Das Verhalten ungesättigter Fettsäuren
bei der Lebensmittelherstellung –
insbesondere Backwarenherstellung

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Verfasserin:	Marianne Tischler
Matrikel-Nummer:	0403749
Studienrichtung /Studienzweig (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften
Betreuer:	Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Emmerich BERGHOFER

Wien, im November 2009

Vorwort

Die vorliegende Diplomarbeit ist im Rahmen meiner Diplomandentätigkeit in der österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit im Zeitraum von Februar bis Juli 2009 entstanden. Sie wurde im Institut für Sortenwesen durchgeführt und stellt den dritten Teil eines dreijährigen Omega-3-Fettsäureprojektes dar. Durch die Zusammenarbeit zwischen AGES und der Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Abteilung Lebensmitteltechnologie sowie durch die Förderung der Firma Ströck Brot GesmbH konnte diese Arbeit verwirklicht werden.

Danksagung

Für die Betreuung und die Möglichkeit meine Diplomarbeit an dem Department für Lebensmittelwissenschaft und -technologie durchführen zu können, möchte ich in erster Linie Herrn Ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Emmerich Berghofer danken.

Für die einwandfreie und problemlose Bereitstellung der Proben danke ich der Firma Ströck Brot Ges.m.b.H.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dipl.-Ing. Dr. Manfred Werteker für seine Geduld und Unterstützung bei der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit.

Großer Dank geht auch an die Abteilung Technologische Wertepfung, die mir die Arbeit durch die angenehme Arbeitsatmosphäre und ihre Hilfsbereitschaft um Vieles erleichtert hat.

Meiner Familie und meinen Freunden danke ich von Herzen für ihre immense Geduld während meiner gesamten Studiendauer.

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	1
2	UNGESÄTTIGTE FETTSÄUREN	2
2.1	Ernährungsphysiologische Aspekte der mehrfach ungesättigten Fettsäuren ..	2
2.2	Quellen von Linol- und Alpha-Linolensäure	5
2.3	Quellen der langkettigen, hoch ungesättigten Fettsäuren EPA und DHA	5
2.4	Empfehlungen für die Zufuhr an essentiellen Fettsäuren.....	8
2.5	Alternative Quellen für ungesättigte Fettsäuren	9
3	AUFGABENSTELLUNG	11
4	MATERIAL UND METHODEN.....	12
4.1	Verwendete Rohstoffe	12
4.1.1	Backwaren der Firma Ströck-Brot Ges.m.b.H. und deren Rohstoffe.....	12
4.1.2	Semmelbackversuche (AGES)	13
4.1.3	Fisch – Bratversuche	13
4.2	Analytische Methoden.....	13
4.2.1	Extraktion der Fette und quantitative Rohfettbestimmung nach Soxhlet.	13
4.2.1.1	Geräte für Fettextraktion	14
4.2.1.2	Chemikalien für Fettextraktion	14
4.2.2	Gaschromatographische Fettsäurebestimmung.....	15
4.2.2.1	Extraktvorbereitung.....	15
4.2.2.2	Geräte für Extraktvorbereitung.....	15
4.2.2.3	Chemikalien für Extraktvorbereitung.....	16
4.2.2.4	Gaschromatographische Trennung	16
4.2.2.5	Geräte für GC	16
4.2.2.6	Chemikalien für GC (Fettsäuremethylester-Standardlösungen)	18
4.2.3	Bestimmung der Feuchte	19
4.2.3.1	Geräte (Feuchtigkeitsbestimmung).....	19
4.2.4	Validierung der Extraktionsdauer bei Backwaren.....	19
4.2.5	Validierung der Extraktionsdauer bei Fischen.....	19
5	VERSUCHSDURCHFÜHRUNG	20
5.1	Bilanzierungsversuche zur Gebäckherstellung	20
5.1.1	Probenahme der Backwaren.....	20
5.1.2	Trocknung von Brot- und Gebäckstücken	21

5.1.3	Fettbestimmung und Extraktion in Backwaren	21
5.1.4	Bestimmung der Masse der Fettsäure-Ester der Brot/Gebäck-Probe	21
5.1.5	Probenahme und Trocknung der Samen	22
5.1.6	Fettbestimmung und Extraktion in Samen	22
5.1.7	Bestimmung der Masse der Fettsäure-Ester der Samen	22
5.1.8	Berechnung der mit den Samen eingebrachten Fettmenge	22
5.1.9	Absolute Wiederfindungsrate	23
5.1.10	Relative Wiederfindungsrate	23
5.2	Semmelbackversuche in der AGES	24
5.3	Bilanzierung der Fisch-Bratversuche	29
5.3.1	Probenahme der Fische	29
5.3.1.1	Karpfen	29
5.3.1.2	Makrele	29
5.3.1.3	Seelachs	30
5.3.1.4	Fischstäbchen	30
5.3.2	Durchführung der Bratversuche an Fischen	30
5.3.3	Trocknung der Fische	30
5.3.4	Fettbestimmung und Extraktion in Fischen	31
5.3.5	Bestimmung der Masse der FS-Ester der frischen und gebratenen Fischprobe	31
5.3.6	Berechnung der Ölaufnahme durch den Fisch während des Bratversuches	31
5.3.7	Bestimmung der Masse der FS-Ester im Öl nach dem Bratversuch	32
6	ERGEBNISSE UND DISKUSSION	35
6.1	Reproduzierbarkeit der angewandten Methode	35
6.2	Ergebnisse Brot	36
6.2.1	Trocknungszeiten der Backwaren zur Erreichung der Gewichtskonstanz	36
6.2.2	Extraktionsdauer bei Backwaren	37
6.2.3	Beschreibung der Rohstoffe	38
6.2.4	Fettgehalte und Fettsäurespektren der verschiedenen Backwaren	41
6.2.4.1	BIO-Frauenbrot	41
6.2.4.2	Dachsteinbrot	42
6.2.4.3	BIO-Adams Brot	42

6.2.4.4	BIO-Global-Vital-Weckerl.....	43
6.2.4.5	Aboriginesweckerl.....	43
6.2.4.6	Leinsamensemmeln (AGES)	44
6.2.4.7	Absolute und relative Wiederfindungsrate	45
6.3	Ergebnisse Fisch	47
6.3.1	Trocknung der Fische	47
6.3.2	Extraktionsdauer bei Fischen.....	52
6.3.3	Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Karpfen-Bratversuche	54
6.3.4	Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Makrelen-Bratversuche	55
6.3.5	Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Seelachs-Bratversuche	57
6.3.6	Fett- und Fettsäuregehalt der Fischstäbchen (ungebraten)	57
7	SCHLUSSFOLGERUNGEN	58
8	ZUSAMMENFASSUNG.....	61
9	LITERATURVERZEICHNIS.....	63
	TABELLENANHANG.....	70

TABELLENVERZEICHNIS

- Tab. 1: Gehalte an hoch ungesättigten Fettsäuren (Summe von EPA und DHA) im essbaren Anteil von Meeresfrüchten. Angaben bezogen auf 100 g Frischgewicht.
- Tab. 2: Schema zur Probenahme der Backwaren
- Tab. 2.1: Probenahme Brot
- Tab. 2.2: Probenahme Kleingebäck
- Tab. 3: Schema der Probenahme aus einem Karpfenfilet
- Tab. 4: Schema der Probenahme aus Makrelenfilets zur Validierung der Fettextraktion
- Tab. 5: Schema der Probenahme aus Makrelenfilets
- Tab. 6: Schema der Probenahme aus einer Seelachspackung
- Tab. 7: Trocknungszeiten bei Backwaren
- Tab. 8: Unterschied im Fettgehalt zwischen 72 und 144 Extraktionszyklen bei Backwaren
- Tab. 9: Trocknungszeiten Karpfen
- Tab. 10: Trocknungszeiten Makrele
- Tab. 11: Trocknungszeiten Seelachs
- Tab. 12: Trocknungszeiten Fischstäbchen
- Tab. 13: Unterschied zwischen 72 und 144 Extraktionszyklen bei Fischen
- Tab. 14: Anteile der Gesamtfettsäuren in den Backwaren-Rohstoffen [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.1: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Leinsamen in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.2: Anteile der Gesamtfettsäuren der konventionellen Leinsamen in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.3: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Leinöls in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.4: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Sonnenblumenkerne in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.5: Anteile der Gesamtfettsäuren der konventionellen Sonnenblumenkerne in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

- Tab. 14.6: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Sonnenblumenöls in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.7: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Kürbiskerne in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.8: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Kürbiskernöls in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.9: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Sojaschrotes in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.10: Anteile der Gesamtfettsäuren des konventionellen Sojaschrotes in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.11: Anteile der Gesamtfettsäuren der Walnüsse in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.12: Anteile der Gesamtfettsäuren der Sesam-Blaumohn-Mischung in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.13: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Weizenkeime in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.14: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Einkorns in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)
- Tab. 14.15: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Einkorn-Vollkornmehl in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 1)
- Tab. 15: Fett im frischen Brot [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)
- Tab. 16: Fett im frischen Kleingebäck [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)
- Tab. 17: Fett in frischen Leinsamensemmeln [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)
- Tab. 18: Anteile der Gesamtfettsäuren im frischen Brot [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)
- Tab. 19: Anteile der Gesamtfettsäuren im frischen Kleingebäck [% mas] (FS_{1k} in Prozessschritt B₁₀, Abb. 1)
- Tab. 20: Anteile der Gesamtfettsäuren in Leinsamensemmeln [% mas] (FS_{1k} in Prozessschritt B₁₀, Abb. 1)
- Tab. 21: LA- und ALA-Gehalte [g] und -Verhältnisse in Backwaren
- Tab. 22: Absolute Wiederfindungsraten Backwaren [0] (W_{1k}, Abb. 3)
- Tab. 22.1: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 1 [0] (W_{1k}, Abb. 3)

- Tab. 22.2: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 2 [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.3: Absolute Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.4: Absolute Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.5: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 1 [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.6: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 2 [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.7: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 1
[0] (W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.8: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 2
[0] (W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.9: Absolute Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 1 [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.10: Absolute Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 2 [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 22.11: Absolute Wiederfindungsrate Leinsamensemmeln [0]
(W_{1k} , Abb. 3)
- Tab. 23: Relative Wiederfindungsraten Backwaren [0] (W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.1: Relative Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 1 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.2: Relative Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 2 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.3: Relative Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.4: Relative Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.5: Relative Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 1 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.6: Relative Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 2 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.7: Relative Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 1 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.8: Relative Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 2 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)

- Tab. 23.9: Relative Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 1 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.10: Relative Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 2 [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 23.11: Relative Wiederfindungsraten Leinsamensemmeln [0]
(W_{3k} , Abb. 3)
- Tab. 24: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester im frischen und gebratenen Karpfen, 1. Versuch (72 Extraktionszyklen)
- Tab. 25: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester im frischen und gebratenen Karpfen, 2. Versuch (72 Extraktionszyklen)
- Tab. 26: Gehalte an Fettsäuremethylester im Rapsöl nach Bratversuch, 1. Versuch (gebratener Karpfen - 72 Extraktionszyklen)
- Tab. 27: Gehalte an Fettsäuremethylester im Rapsöl nach Bratversuch, 2. Versuch (gebratener Karpfen - 72 Extraktionszyklen)
- Tab. 28: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester in frischer und gebratener Makrele, 1. Versuch (72 Extraktionszyklen)
- Tab. 29: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester in frischer und gebratener Makrele, 2. Versuch (72 Extraktionszyklen)
- Tab. 30: Gehalte an Fettsäuremethylester im Rapsöl nach Bratversuch, 1. Versuch (gebratene Makrele - 72 Extraktionszyklen)
- Tab. 31: Gehalte an Fettsäuremethylester im Rapsöl nach Bratversuch, 2. Versuch (gebratene Makrele - 72 Extraktionszyklen)
- Tab. 32: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester im frischen und gebratenen Seelachs (72 Extraktionszyklen)
- Tab. 33: Gehalte an Fettsäuremethylester im Rapsöl nach Bratversuch (gebratener Seelachs - 72 Extraktionszyklen)
- Tab. 34: Gehalte an Fett und Fettsäuremethylester in der Panier und im Fischanteil der Fischstäbchen

1 EINLEITUNG

In den letzten 10 Jahren hat sich der Fettverzehr bei den österreichischen Erwachsenen nur minimal verändert. Die aktuelle Fettzufuhr liegt immer noch mit 37 Energie% (E%) über dem empfohlenen Richtwert von 30 E% für Personen mit leichter bis mittelschwerer Arbeit täglich (Elmadfa et al., 2009).

Allerdings spielt nicht nur die Menge an Fett eine wichtige Rolle, auch auf das ausgewogene Verhältnis der unterschiedlichen Fettsäuren ist zu achten. Besonders tierische Fette tragen einen großen Teil zur Fettzufuhr bei. Obwohl die Zufuhr an gesättigten (tierischen) Fetten im Vergleich zu 2003 sinkend ist, liegt die durchschnittliche Aufnahme mit 15 E% immer noch über den Empfehlungen von max. 10 E% (Elmadfa, 2004). Die österreichische Bevölkerung ist zwar ausreichend mit ungesättigten Fettsäuren versorgt, liegt jedoch unterhalb der zur Prävention von Gefäßkrankheiten vorgeschlagenen Menge (Elmadfa et al., 2009). Hinzu kommt, dass die ernährungs-mitbedingten Krankheiten, wie Adipositas, Diabetes mellitus und Herz-Kreislaufkrankungen immer mehr zunehmen (DGE, 2006).

Die langkettigen mehrfach ungesättigten Fettsäuren – Eicosapentaen- (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) - stellen eine essentielle Nahrungskomponente dar und sind wichtig für das Gehirn und die Retina. Eine der wichtigsten Funktionen der Fette ist die Immunmodulation. Außerdem üben Lipide eine Wärmeschutzfunktion aus und sind Träger fettlöslicher Vitamine und Geschmackstoffe.

Es ist jedoch nicht nur wichtig die Gesamtfettzufuhr auf die empfohlene Menge zu senken, sondern auch auf die Fettzusammensetzung zu achten. Das bedeutet, dass das Verhältnis der mehrfach ungesättigten Fettsäuren Linolsäure zu Linolensäure $\leq 5:1$ sein soll (Elmadfa, 2004).

Im Hinblick auf die Temperaturbelastbarkeit und Oxidationsanfälligkeit durch Luftsauerstoff sind die essentiellen Fettsäuren besonders empfindlich. Da durch verschiedene Reaktionen aus den höher ungesättigten Fettsäuren auch gesundheitsschädigende Substanzen entstehen können, muss besonders der Lagerung und Verarbeitung der Öle und Fette mit mehrfach ungesättigten Fettsäuren Beachtung geschenkt werden (Ebermann und Elmadfa, 2008).

2 UNGESÄTTIGTE FETTSÄUREN

2.1 Ernährungsphysiologische Aspekte der mehrfach ungesättigten Fettsäuren

Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA = poly-unsaturated fatty acids), die von Pflanzen und Phytoplankton synthetisiert werden, sind für alle höheren Organismen essentiell und müssen mit der Nahrung aufgenommen werden (Rustan und Drevon, 2005).

Zu diesen essentiellen Fettsäuren gehören die **Linolsäure (LA=Linoleic Acid)**, von der sich die n-6-Reihe ableitet, sowie die **α -Linolensäure (ALA=Alpha-Linolenic-Acid)**, auf welcher die n-3-Reihe basiert (DAS, 2006). **Ölsäure (OA=Oleic Acid)** ist eine n-9-Fettsäure und zählt nicht zu den essentiellen Fettsäuren, hat aber z.B. einen günstigen Einfluss auf das Verhältnis LDL/HDL-Cholesterin. n-3-Fettsäuren und n-6-Fettsäuren konkurrieren um dieselben Enzymsysteme zur Desaturierung und Kettenverlängerung. LA wird im Körper durch Entsättigung zu gamma-Linolensäure (GLA) umgebaut und durch Kettenverlängerung und weiterer Entsättigung wird Arachidonsäure gebildet. Diese kann indirekt je nach vorhandener Menge einen hemmenden oder fördernden Einfluss unter anderem auf die Blutgerinnung und Entzündungsreaktionen ausüben (Elmadfa und Leitzmann, 2004). n-3-Fettsäuren wirken daher durch kompetitive Hemmung dieses Enzymsystems entzündungshemmend. Daher sollte auch, wie bereits erwähnt, das Verhältnis von LA zu ALA den Wert von 5:1 nicht überschreiten (Elmadfa, 2004).

Die n-3-Fettsäuren werden in Form von ALA, EPA und DHA aufgenommen. Sie sind wichtige Bestandteile aller Zellmembranen und zeigen eine Reihe biologischer Wirkungen, die für die Prävention chronischer Krankheiten relevant sein können. Ihre positiven Wirkungen auf das kardiovaskuläre Risiko sind derzeit am besten untersucht (Russo, 2009). Zu den durch n-3-Fettsäuren beeinflussbaren Risikofaktoren zählen unter anderem Blutdruck (Cicero et al., 2009; Singer und Wirth, 2003), Herzrhythmusstörungen (Banning, 2005; von Schacky, 2008; LEAF, 2007) und Entzündungen (Fetterman und Zdanowicz, 2009). Die Wirkung langkettiger n-3-Fettsäuren gegen Herzrhythmusstörungen und plötzlichen Herztod konnte u.a. auf veränderte Bedingungen bei der Einbettung von Enzymen in Membranen für die Herzfunktion wichtiger Zellen zurückgeführt werden (McLennan und Abeywarden, 2005).

Zu beachten sind auch die nicht kardiovaskulären Effekte dieser Fettsäuren wie zum Beispiel der positive Einfluss bei rheumatoider Arthritis (Simopoulos, 2008) und bei einigen entzündlichen Darmerkrankungen (Calder, 2008).

Eine ausreichende Zufuhr an höher ungesättigten Fettsäuren ist zur Aufrechterhaltung eines effektiven Immunsystems wichtig, wie nicht nur im Tierversuch nachgewiesen werden konnte (Peck et al., 2000), sondern zeigt auch beim Menschen eine diesbezüglich positive Wirkung (Leiba et al., 2001). Ab einer täglichen Aufnahme von EPA und DHA von mehr als 0,44 bis 0,94 g ist mit einer Hemmung der Interleukinproduktion (IL-6), zu rechnen (Wallace et al., 2003). Weiters werden durch ausreichende Mengen an langkettigen n-3-Fettsäuren auch die Synthese von Tumor-Nekrosefaktor und Interleukin (IL-1) reduziert, sowie die Expression von Proteinen induziert, welche die Adhäsion zwischen Leukozyten und Endothelzellen der Blutgefäße fördern. Diese Effekte können als Komponenten der entzündungshemmenden Wirkung von EPA und DHA betrachtet werden (Calder, 2006). Langkettige n-3-Fettsäuren beeinflussen aber auch direkt die Funktion der Rezeptoren der T-Lymphozyten (Stulnig, 2003), sowie die Mechanismen der Antigenpräsentation durch Makrophagen und dendritische Zellen mittels MHC II (Yaqoob und Calder, 2007).

n-3-Fettsäuren beeinflussen aber auch eine Vielzahl von Funktionen der Zellen in der Retina positiv, insbesondere membrangebundene Funktionen, wie etwa die über Rezeptoren in der Zellwand ablaufenden Signalmechanismen. Sie vermindern oxidativen Stress und vorzeitige Zellalterung (Sangoivanni und Chew, 2005).

Weiters ist vor allem die Docosahexaensäure für die Ausbildung des Nervensystems, des Gehirns und des Sehvermögens von Bedeutung (Dyall und Michael-Titus, 2008; Schnebelen et al, 2009; Jeffrey et al., 2001). Zudem können die n-3-Fettsäuren wesentlich zur Verbesserung des Lernverhaltens in der Kindheit eingesetzt werden (Calder und Yaqoob, 2009; Joshi et al., 2006; Young et al., 2005) und Verwendung bei psychiatrischen Erkrankungen bei Erwachsenen finden (Freeman et al., 2006).

Die aus EPA synthetisierten Eicosanoide modifizieren, teilweise antagonistisch zu den aus n-6-Fettsäuren gebildeten Eicosanoiden, die Funktionen von Thrombozyten sowie Entzündungs- und Immunreaktionen. So senken die n-3-Fettsäuren die Thrombozytenaggregationsneigung, den Gefäßtonus und Entzündungsreaktionen (Hoy und Keating, 2009).

Weiters werden den n-3-Fettsäuren günstige Beeinflussung des Nicht-Auftretens von Darm-, Brust- und Prostatakrebs nachgesagt (Dwevedi et al., 2005; Williams et al., 2007; Wang et al., 2005; Connolly et al., 1997; Maillard et al., 2006). Die anticancerogenen Wirkungen sind jedoch in einigen der genannten Studien nur in Tierversuchen nachgewiesen worden bzw. können auch von anderen Pflanzeninhaltsstoffen – wie etwa Lignanen – ausgelöst worden sein. Zu den anticancerogenen Wirkungen von Leinöl siehe auch Kap. 2.2.

Der Körper ist zwar in der Lage ALA in die lange Kettenversion EPA und in geringerem Ausmaß zu DHA umzuwandeln, allerdings scheint diese Umwandlung begrenzt zu sein. Männer können etwa 8 % zu EPA umwandeln und nur <0,1 % in DHA. Frauen dürften aufgrund der geringeren Ausnutzung der ALA für die beta-Oxidation in der Lage sein, mehr ALA zu Docosahexaensäure umzuwandeln (9 %). Der Grund für den höheren Umsatz bei Frauen dürfte das Östrogen sein (Burdge, 2004; Williams und Burdge, 2006; Burdge und Wotton, 2002; Burdge et al., 2002). Eine Steigerung der körpereigenen EPA- bzw. DHA-Synthese durch Erhöhung der ALA-Zufuhr findet nicht statt (Fokkema et al., 2000; Rosell et al., 2005).

Erwähnt sei eine hinsichtlich der Sinnhaftigkeit der Supplementierung von EPA und DHA kritische Studie, welche davon ausgeht, dass der menschliche Organismus durch die Evolution auf niedrige Konzentrationen der genannten Substanzen im Blut eingestellt ist. Als Indiz für diese These wird u. a. angeführt, dass zugeführte EPA und DHA relativ rasch zur Energiegewinnung metabolisiert wird, und die Menschheit sich lange Zeit hindurch in vielen Teilen der Welt ohne ausreichende Versorgung mit Fischen erfolgreich entwickelt hat (Frits et al., 2004).

2.2 Quellen von Linol- und Alpha-Linolensäure

In Pflanzenblättern wird die Ausgangssubstanz der n-6-Fettsäure-Familie, die Linolsäure, gebildet. Linolsäure ist eine wichtige Speicherform pflanzlicher Fette und daher in hohen Konzentrationen in Pflanzensamen gespeichert (FAO, 1995).

Viele Samenarten (z.B.: Getreidearten, Sonnenblumenkerne, Sesam, Nüsse, Soja, Mais, Diestel und ihre Öle) sind reich an Linolsäure. Gute LA-Quellen sind zudem auch Margarinesorten, die als Hauptbestandteil pflanzliche Öle enthalten (von Koerber, 2004a).

ALA ist in sehr unterschiedlichen Konzentrationen in pflanzlichen Lebensmitteln und pflanzlichen Ölen enthalten (BAG, 2007). So enthalten Leinsamen und ihr Öl typischerweise 55 % der Fettsäuren in Form von ALA, Sojabohnen dagegen nur 5-10 %. Auch Raps, Walnüsse und ihre Öle enthalten ALA, allerdings so wie Soja nur in geringen Mengen (Souci-Fachmann-Kraut, 2008).

2.3 Quellen der langkettigen, hoch ungesättigten Fettsäuren EPA und DHA

Fische und Meeresfrüchte sind verglichen mit anderen Nahrungsmitteln gute Quellen für die sehr langkettigen n-3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA). Fische können in zwei Klassen unterteilt werden. In magere Fische, die einen Fettgehalt von etwa 0,2 % aufweisen (z.B. Schellfisch) und in fettreiche Fische, die einen Fettgehalt von über 30 % haben können. Zu den bekannten Magerfischen zählen Kabeljau, Seelachs, Schellfisch und Seehecht. Verbreitete fettreiche Fische sind Makrele, Hering, Lachs und Thunfisch (Oehlenschlaeger, 2006).

Der Anteil an höher ungesättigten Fettsäuren nimmt mit dem Gehalt an Fett im Fischmuskel zu. Es sind starke Schwankungen im Muskelfett zwischen den Fischarten möglich (von <1 g/100 g bis zu 15-18 g/100 g) und damit verbunden ist ein starker Unterschied im Gehalt an sehr langkettigen n-3-Fettsäuren (Médale, 2009). Je nach Fischart können die Mengen dieser Fettsäuren variieren, wie in Tab.1 ersichtlich ist (Oehlenschlaeger, 2006).

Tab. 1: Gehalte an hoch ungesättigten Fettsäuren (Summe von EPA und DHA) im essbaren Anteil von Meeresfrüchten. Angaben bezogen auf 100g Frischgewicht. (Oehlschlaeger, 2006)

Tierart Dt. Handelsbezeichnung	Tierart Lat. Bezeichnung	Summe DHA+EPA [g/100 g]
Atlantischer Hering	<i>Clupea harengus</i>	0,26
Brassen	<i>Abramis brama</i>	1,32
Forelle	<i>Salmo trutta</i>	0,62
Hecht	<i>Esox lucius</i>	0,24
Kabeljau	<i>Gadus morhua</i>	0,27
Karpfen	<i>Cyprinus carpio</i>	0,30
Köhler	<i>Pollachius spp.</i>	0,44
Lachs	<i>Salmo sala</i>	2,61
Makrele	<i>Scomber scombrus</i>	1,75
Sardelle	<i>Engraulis encrasicolus</i>	0,50
Schellfisch	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	0,22
Scholle	<i>Pleuromectes platessa</i>	0,44
Thunfisch	<i>Thunnus spp.</i>	3,47
Zander	<i>Stizostedion lucioperca</i>	0,19

Dies hat einerseits mit der Kapazität des Muskelgewebes für Fett zu tun, welche aufgrund der Herkunft (Fischfang oder -zucht) schwankt (George und Bhopal, 1995). Andererseits unterliegt der Fettgehalt und damit verbunden der Gehalt der hoch ungesättigten Fettsäuren der fettreichen Fische starken Schwankungen abhängig von der Jahreszeit, der Verfügbarkeit an Nahrung, Wassertemperatur und der Fruchtbarkeit der Fische (BNF, 1999; Médale, 2009). Bei Lachs konnte nachgewiesen werden, dass die Konzentrationen an EPA und DHA nach dem Wechsel von Süßwasser in Meerwasser einen Höhepunkt erreichen. Insbesondere aber zeigte die Art der Fütterung einen signifikanten Einfluss auf das Fettsäureprofil. Der Gehalt der Fische an EPA und DHA war bei Fütterung mit Fischöl wesentlich höher als mit Pflanzenöl (Foncesca-Madrigal et al., 2006).

Die gleiche Beobachtung konnte in Fütterungsversuchen bei Seebarsch gemacht werden (Mourente und Bell, 2006). Die Art des Fettes in der Futtermittelration hatte jedoch keine Auswirkungen auf den Gesamtfettgehalt des Fisches (Richard et al., 2006).

Somit ergibt sich das Problem, dass nicht mit absoluter Sicherheit bestimmte Fischarten als besonders gut geeignete Quellen für hoch ungesättigte n-3-Fettsäuren empfohlen werden können. Zudem wird die Überfischung der Weltmeere zu einem immer größeren Problem (FAO, 2007) und auch die mögliche Belastung mit Schwermetallen spielt eine wichtige Rolle (EFSA, 2004).

Mit einer Mahlzeit mit magerem Fisch können zwar 200 bis 300 mg sehr langkettiger n-3-Fettsäuren aufgenommen werden und mit fettreichem Fisch sogar 1,5 bis 3 g (Oehlenschlaeger, 2006), jedoch ist zu beachten, dass auch die Zubereitungsart einen Einfluss auf die Fettsäuren ausübt. So wird durch das verwendete Fett beim Braten die Qualität (mehr gesättigte Fettsäuren) und der Geschmack des Endprodukts beeinflusst (Elmadfa et al., 2006).

2.4 Empfehlungen für die Zufuhr an essentiellen Fettsäuren

Wie in der Einleitung bereits erwähnt, sollte der Anteil des Nahrungsfettes an der gesamten Energieaufnahme die 30 E% beim Erwachsenen nicht überschreiten. Gesättigte Fettsäuren dürfen nicht mehr als 10 E% der Gesamtenergiezufuhr ausmachen und die ungünstigen Trans-Fettsäuren sollten nur weniger als 1 E% betragen (Elmadfa, 2004).

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind für den Menschen essentiell, ein Mangel führt zu typischen biochemischen und klinischen Veränderungen. Der Mindestbedarf an LA liegt bei 2,5 E% täglich, von ALA sollte mindestens 0,5 E% (\approx 1-2 g/Tag) aufgenommen werden (DACH, 2008). Das anzustrebende Verhältnis von n-6 zu n-3-Fettsäuren in der Nahrung liegt bei \leq 5:1 (DGE, 2006). Allerdings wird derzeit dieses Verhältnis von einem Großteil der Bevölkerung nicht erreicht. Gegenwärtig liegt es bei durchschnittlich 12 zu 1 bei Erwachsenen (Elmadfa et al, 2009). Da das mengenmäßige Verhältnis der beiden Fettsäuretypen zueinander eine wichtigere Rolle als die absolute Menge selbst spielen dürfte, sollte in Zukunft auf mehr Quellen mit ALA in der Ernährung Wert gelegt werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung empfiehlt, dass etwa 80-150 g fettarmer Seefisch (z.B.: Scholle, Kabeljau, Seelachs) und etwa 70 g fettreicher Seefisch (z.B.: Lachs, Thunfisch, Hering) pro Woche gegessen werden (DGE, 2004). Die Zufuhrempfehlung liegt, wie schon erwähnt, bei 1-2 g n-3-Fettsäuren pro Tag, die in 100-150 g Fisch enthalten sind. Der durchschnittliche Österreicher nimmt jedoch nur 18 g Fisch/Tag zu sich, wodurch eine ausreichende Zufuhr an EPA und DHA durch Fisch nicht möglich scheint (Elmadfa et al., 2009). Mit einer wesentlichen Erhöhung des Fischverzehr ist nicht zu rechnen und wäre aus ökologischer Sicht problematisch.

Fisch kann zwar in Form von fettreichen Arten einen guten Beitrag zur Versorgung mit n-3-Fettsäuren leisten, aber bei weitem nicht die Zufuhrempfehlungen abdecken. Da der Mensch jedoch EPA und DHA in geringem Maße aus ALA herstellen kann, sollten für eine ausreichende Versorgung mit n-3-Fettsäuren ALA-reiche pflanzliche Öle wie Lein-, Raps-, Walnuss- und Sojaöl verzehrt werden (von Koerber et al., 2004b).

2.5 Alternative Quellen für ungesättigte Fettsäuren

Da auf die Fischbestände und auf die Nachhaltigkeit bei der Nutzung natürlicher Ressourcen geachtet werden muss und die österreichische Bevölkerung nach wie vor die Soll-Zufuhr an Fisch nicht erreicht hat, um ausreichend mit den langkettigen Fettsäuren versorgt zu sein (Elmadfa et al., 2009), sollte man sich um alternative Quellen umsehen. Vor allem pflanzliche Rohstoffe heimischer Kulturpflanzen sind dafür gut geeignet. Lein stellt mit bis zu 65 % die beste Quelle für ALA dar, wobei sich auch Soja und Raps gut zur Versorgung eignen. Die Pflanzen sind nicht nur umweltfreundlich und nachwachsend sondern bereiten auch keine Qualitätsprobleme.

Da Lein einen bedeutsamen Öl-Lieferant darstellt, geht der Großteil des Leinanbaus in die Ölverarbeitung, nur in begrenztem Umfang wird er noch zur Textilproduktion angebaut

Der Ölgehalt der Samen kann bis zu 44 % betragen. Wie bereits erwähnt enthält Leinöl ungesättigte Fettsäuren, unter anderem ALA (45-65 %) (Dambroth und Seehuber, 1988). Lein ist wegen des hohen Gehalts an ALA von großer Bedeutung, vor allem aufgrund der positiven Effekte bei kardiovaskulären Erkrankungen (Harper et al., 2006). Außerdem enthält es wertvolle Mineralstoffe wie Calcium und Phosphor oder Spurenelemente, sowie sekundäre Pflanzenstoffe, denen krebsschützende Eigenschaften nachgesagt werden (Souci-Fachmann-Kraut, 2008). Zahlreiche Studien belegen die positiven Wirkungen (Kap. 2.1).

Aufgrund des hohen Anteiles an n-3-Fettsäuren und Lignanen mit ihrer entzündungshemmenden und antioxidativen Wirkung, kann die Einnahme von Lein einen schützenden Effekt auf Lungengewebe bei oxidativer Lungenschädigung ausüben (Lee et al., 2008). Zudem konnten – wie bereits in Kap. 2.1 erwähnt - einige positive Wirkungen im Bereich der Brustkrebstherapie dokumentiert werden, da gezeigt wurde, dass sie Brustkrebsgewebe schrumpfen lassen können (Saarinen et al., 2006). Bei postmenopausalen Frauen haben sie zu einer Reduktion der Hormone, die mit der Entwicklung des Brustkrebses in Verbindung gebracht werden, (Sturgeon et al., 2008) und zu einer Veränderung der Tumormarker im Sinne einer Tumorverkleinerung geführt (Thompson et al., 2005). Sie weisen auch eine vorbeugende Wirkung bei der Entstehung von Darmkrebs auf (Oikarinen et al., 2005).

Leinsamen werden oft als Zutat für Lebensmittel verwendet, vor allem für Backwaren und Müsli. Auch werden große Mengen zu Leinöl gepresst, das als hochwertiges Speiseöl Verwendung findet (Carus et al., 2008).

Da derzeit das Verhältnis von n-6- zu n-3-Fettsäuren nicht ideal ist, wäre durch vermehrte Verwendung von Lein eine Verschiebung hin zu n-3-Fettsäuren durchaus möglich. Pflanzen können zwar nur ALA und keine höher ungesättigten Fettsäuren (Eicosapentaen- und Docosahexaensäure) produzieren, allerdings besteht zumindest die Möglichkeit, den Plasmaspiegel von EPA durch eine vermehrte Einnahme von ALA (3 g/Tag) aus Leinsamenöl zu erhöhen (Harper et al., 2006). Vor allem aus Gründen der Aufrechterhaltung des ökologischen Gleichgewichtes und des Artenschutzes ist ein zumindest teilweiser Ersatz der essentiellen Fettsäuren aus tierischen Quellen durch pflanzliche Nahrungsmittel von hohem Interesse.

Für die Erhaltung des ernährungsphysiologischen Wertes der sensiblen Pflanzeninhaltsstoffe während der Nahrungsmittelzubereitung, scheinen vor allem Backwaren günstige Voraussetzungen zu bieten, da beim Backprozess im Inneren der Gebäckstücke Temperaturen unter 100°C herrschen. Zudem können die Rezepturen frei gewählt werden und so ist ein optimales Verhältnis von n-6- zu n-3-Fettsäuren möglich. Da Brot und Gebäck Grundnahrungsmittel darstellen, wäre eine breite Versorgung der Bevölkerung mit essentiellen Fettsäuren auf diese Weise möglich.

3 AUFGABENSTELLUNG

In den letzten Jahrzehnten haben sich auf Grund verschiedener Erfahrungen und Studien eindeutige Empfehlungen zum Fettkonsum ergeben. So ist man zu dem Schluss gekommen, dass eine reine Reduktion der Fettaufnahme nicht sinnvoll ist, da es nicht ausschließlich auf den Fettgehalt, sondern auch auf die Fettsäurezusammensetzung der Nahrung ankommt. Zudem hat die Aufnahme von ungesättigten Fettsäuren hinsichtlich ihrer positiven Wirkungen auf die Gesundheit an Bedeutung gewonnen.

In der Bevölkerung ist der Verbrauch von Fisch in den letzten Jahren angestiegen. Da der Bedarf fast vollständig durch Importe gedeckt wird, dürfte der Anteil an heimischen Süßwasserfischen deutlich hinter den Meeresfischen liegen (Elmadfa et al., 2009). Allerdings hat der Trend hin zum Fischkonsum eine negative Auswirkung auf den Fischbestand. Weltweit sind bereits mehr als 75 % der kommerziell genutzten Fischarten entweder überfischt oder stehen am Rande der Überfischung. Etwa 75 % der weltweiten Fischproduktion fielen 2004 auf den menschlichen Verzehr und die restlichen 25 % waren für Non-Food-Produkte bestimmt, vor allem für die Herstellung von Fischmehl und Fischöl (FAO, 2007).

Aufgrund dieser dargestellten Problematik lag der Fokus dieser Arbeit darauf, einen Ersatz für die Versorgung mit n-3-Fettsäuren durch pflanzliche Nahrungsmittel zu untersuchen. Besonderer Wert wurde dabei auf die technologischen Einflüsse auf die Qualität der Samen und Öle in Backwaren gelegt.

Die zu erarbeitenden Aufgaben waren:

- Untersuchung des Einflusses der Backtemperaturen auf die ungesättigten Fettsäuren
- Ermittlung der Auswirkungen auf das prozentuelle Verhältnis zwischen einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren
- Untersuchung der Bildung von trans-Fettsäuren in Brot
- Beantwortung der Frage, ob Backwaren geeignete n-3-Fettsäure-Quellen darstellen
- Untersuchung des Gehalts an Eicosapentaen- und Docosahexaensäure in ausgewählten Fischarten

4 MATERIAL UND METHODEN

4.1 Verwendete Rohstoffe

4.1.1 Backwaren der Firma Ströck-Brot Ges.m.b.H. und deren Rohstoffe

Für die Versuche wurden folgende Produkte sowie deren Rohstoffe von der Firma zur Verfügung gestellt:

- **BIO-Frauenbrot** (Datum: Mai 2009, Juni 2009)
(Rohstoffe: 3,0 % BIO-Leinsamen; 2,5 % BIO-Weizenkeime; 2,2 % BIO-Sonnenblumenkerne; 3 % BIO-Sojaschrot)
- **Dachsteinbrot** (Datum: März 2009, Juni 2009)
(Rohstoffe: 6,0 % Leinsamen; 10,0 % Sonnenblumenkerne)
- **BIO-Adams Brot** (Datum: März 2009, Juni 2009)
(Rohstoffe: 6,0 % BIO-Leinsamen; 6,0 % BIO-Kürbiskerne; 6,0 % BIO-Sonnenblumenkerne; 1,0 % BIO-Leinöl)
- **BIO-Global-Vital, Kleingebäck (Weckerl)** (Datum: Mai 2009, Juni 2009)
(Rohstoffe: 12,5 % BIO-Kürbiskerne; 2,5 % BIO-Sojaschrot; 11,0 % BIO-Einkorn-Vollkornmehl; 11,0 % BIO-Einkorn; 3,0 % BIO-Leinsamen; 1,5 % BIO-Kürbiskernöl; 1,5 % BIO-Sonnenblumenöl)
- **Aborigines, Kleingebäck (Weckerl)** (Datum: Juni 2009, Juli 2009)
(Rohstoffe: 1,2 % Sonnenblumenkerne; 1,2 % Sojaschrot; 1,2 % Leinsamen; 10,8 % Walnüsse; 3,4 % Sesam-Blaumohn-Mischung; 1,7 % pflanzliches Öl)

Die Angaben in % mas beziehen sich auf das Frischgewicht des Produktes und wurden von der Firma mitgeteilt. Die Produkte und Rohstoffe wurden persönlich abgeholt. Die Rohstoffe waren in luft- und feuchtigkeitsdichten Kunststoffsäcken verpackt. Öle gelangten in verschlossenen Glasbehältern von ca. 200 ml Inhalt zur Untersuchung. Die Brote und das Gebäck wurden unmittelbar nach ihrem Eintreffen bei der AGES in Scheiben geschnitten und in Gefrierbeuteln bei -18°C im Gefrierschrank aufbewahrt. Die Öle wurden bei 4°C und Dunkelheit im Kühlschrank gelagert und die Samen wurden im Dunkeln aufbewahrt.

4.1.2 Semmelbackversuche (AGES)

- Mischmehl aus den Sortenversuchen
- BIO-Leinsamen aus den Proben der Firma Ströck-Brot Ges.m.b.H.
- Natriumchlorid (Merck, Best. Nr. 567440)
- Presshefe (Ottakringer Hefefabrik)
- Weizenmalzmehl (Stadlauer Malzfabrik)
- Reines Pflanzenöl (VEGOLA)

4.1.3 Fisch – Bratversuche

- Fischstäbchen 400 g Packung (Iglo)
- Gefrorener Seelachs, Filetstücke 450 g Packung (Iglo)
- Makrele, filetiert (Nordsee, Kaufdatum: Februar 2009, April 2009)
- Karpfen, filetiert (Nordsee, Kaufdatum: März 2009, Mai 2009)

Die Fische wurden in Gefrierbeuteln bei -18°C im Gefrierschrank aufbewahrt.

Für den Bratversuch mit Fischen wurde **Rapsöl Rapso**, 100 % reines Rapsöl verwendet und bei 4°C und Dunkelheit im Kühlschrank vorrätig gehalten.

4.2 Analytische Methoden

4.2.1 Extraktion der Fette und quantitative Rohfettbestimmung nach Soxhlet

n-Hexan wird in einem Rundkolben zum Sieden gebracht. Die Dämpfe werden in einem Rückflusskühler niedergeschlagen. Das Kondensat tropft in die in eine Zellstoffhülle eingewogene Probe. Nach Ansteigen des n-Hexanspiegels im Extraktor wird die Flüssigkeit abgehebert und fließt zurück in den Rundkolben, wo durch periodische Wiederholung des Vorganges die gesamte extrahierbare Fettmenge quantitativ erfasst wird.

Zur Fettextraktion wurde das getrocknete Brot in einer Labormühle 1 min lang vermahlen. Ca. je 8 g ± 1 g der einzelnen vermahlenden Brotproben wurden zur Doppelbestimmung in zwei Zellstoffhüllen eingewogen und in die Extraktionsapparatur eingebracht.

Getrocknete Samen wurden 1 min in der Labormühle vermahlen. Ca. je 5 g ± 1 g wurden zur Doppelbestimmung in zwei Extraktionshüllen eingewogen, in die Extraktionsapparatur eingebracht und laut Standardarbeitsanweisung (PV-SOR-VIE-TEWE-007-02) für Samen 12 h extrahiert.

Getrocknete Fische wurden zur Fettextraktion in einer Labormühle 1 min fein vermahlen. Folgende Probemengen wurden in Zellstoffhülsen eingewogen:

- Fischstäbchen, (Fischanteil): 1,7 g ± 0,3 g
- Fischstäbchen, (Panieranteil): 3,8 g ± 0,5 g
- Karpfen (frisch): 4,8 g ± 3,1 g
- Karpfen (gebraten): 4,6 g ± 3,1 g
- Makrele (frisch): 1,9 g ± 1,8 g
- Makrele (gebraten): 2,1 g ± 1,3 g
- Seelachs (geviertelt, frisch): 2,9 g ± 0,5 g
- Seelachs (geviertelt, gebraten): 3,5 g ± 0,5 g
- Seelachs (halbiert, frisch): 6,6 g ± 0,9 g
- Seelachs (halbiert, gebraten): 7,7 g ± 0,8 g

Die Anzahl der Mehrfachbestimmungen ist den Schemata der Probenahme Kap. 5.3.1 (Tab. 3-6) zu entnehmen.

4.2.1.1 Geräte für Fettextraktion

- Vakuumpumpe (Membranpumpe, Linder Labortechnik, Wien)
- Vakuumtrockenschrank (Heraeus, Deutschland)
- Trocknungsschrank (WTB Binder, Deutschland)
- Labormühle (Typ MX 32 Z, BRAUN AG, Deutschland)
- Rückflusskühler, 300 mm Länge, nach Dimroth NS 29.2/32, mit zwei Schlaucholiven zum Kühlwasseranschluss
- Extraktor, 30 ml, 1 NS 29.2/32
- Rundkolben, 150 ml, 1 NS 29.2/32

4.2.1.2 Chemikalien für Fettextraktion

- n-Hexan p.A. (Best. Nr.4367, Merck, Deutschland)
- Siedesteinchen (Best. Nr. 18613 Rdh, Sigma, Österreich)

4.2.2 Gaschromatographische Fettsäurebestimmung

Die gaschromatographische Fettsäurebestimmung wurde laut STANDARDARBEITSANWEISUNG SAA-26R-19-02 „Gaschromatographische Fettsäurebestimmung in Ölfruchten und Futtermitteln“ der AGES durchgeführt. Das Verfahren beruht auf der direkten Veresterung der Fettsäuren in der Probe mit methanolischer Natronlauge und Bor-Trifluorid (Rückemann, 1978).

4.2.2.1 Extraktvorbereitung

Das nach der Fettextraktion im Rundkolben verbliebene Fett bzw. ca. $0,5\text{ g} \pm 0,1\text{ g}$ eines zu untersuchenden Öles wurden in einen 100-ml-Aufschlusskolben einpipettiert. Unter Zusatz von 10 ml 0,5 m methanolischer NaOH und einigen Siedesteinchen wurden die Proben 8 min unter Rückfluss verseift. Durch Zusatz von 7 ml methanolischer BF_3 -Lösung und weiterem 8 min langem Rückflusskochen wurde die Umesterung zu Methylestern durchgeführt. Das Reaktionsgemisch wurde zur Extraktion der Methylester mit 10 ml n-Hexan überschichtet und weiters 1 min gekocht. Die Kolben wurden danach 5 min in kaltem Wasser abgekühlt und anschließend so weit mit gesättigter Kochsalzlösung gefüllt, dass die n-Hexan-Lösung in den Hals des Kolbens getrieben wurde. 1 ml der n-Hexanlösung wurde unter Zugabe einer Spatelspitze von wasserfreiem Na_2SO_4 (zum Binden des Wassers) mittels Eppendorfpipette in eine Eprovette mit Schraubverschluss pipettiert und mit 4 ml n-Hexan verdünnt. Die hergestellte Lösung war zur Einspritzung in den Gaschromatographen bereit.

4.2.2.2 Geräte für Extraktvorbereitung

- Rückflusskühler, 300 mm Länge, nach Dimroth NS 18.8/26, mit zwei Schlaucholiven zum Kühlwasseranschluss
- Aufschlusskolben, 100 ml, 1 NS 18.8/26
- Eprovetten mit Schraubverschluss

4.2.2.3 Chemikalien für Extraktvorbereitung

- Methanol p.A. (Merck, Best. Nr. 6009)
- Natriumhydroxid p.A. (Fluka, Best. Nr. 6498)
- 0,5 m methanolische NaOH: 20 g NaOH wurden in etwa 180 ml Methanol aufgelöst, und mit Methanol auf 1000 ml aufgefüllt
- Bortrifluorid, 10%-ige Lösung in Methanol (Fluka, Best. Nr.15715)
- n-Hexan p.A. (Merck, Best. Nr. 4367)
- Natriumsulfat (Merck, Best. Nr. 6639)
- Natriumchlorid (Merck, Best. Nr. 567440)
- gesättigte Natriumchloridlösung: 600 g NaCl wurden in etwa 2000 ml warmen, entionisierten Wasser aufgelöst. Die beim Abkühlen entstandenen Kristalle setzen sich über Nacht ab.
- Siedesteinchen (Best. Nr. 18613 Rdh, Sigma, Österreich)

4.2.2.4 Gaschromatographische Trennung

Zur Trennung von Fettsäuremethylester, entsprechend der Anzahl ihrer Kohlenstoffatome, ihrer Doppelbindungen und ihrer stereoisomeren Konfiguration, wurde eine HP-88 Cyanopropyl Säule verwendet (Frank et al. 2005). Wurde auf eine Differenzierung zwischen cis- und trans-Isomeren verzichtet, so gelangte eine HP-INNOWAX-Säule zur Anwendung. Die für Ölfrüchte angewandten Methoden wurden mit den erforderlichen Standards kalibriert. Durch zusätzliche Standardsubstanzen – EPA und DHA – erfolgte eine Erweiterung der Methoden zur Untersuchung von Fischölen.

4.2.2.5 Geräte für GC

Chromatographiesystem: HP 6890 GC

Detector: FID

Sampler: HP 6890 Injector

Liner: Agilent 5183-4647

Säulen: 100 m x 0.25 mm ID, 0.2 µm HP-88 (Model Nr. 112-88A7)

30 m x 0,25 mm ID, 0,25 µm HP-INNOWAX (Model Nr. 19091N-133)

Laufbedingungen GC 100 m-Säule:

Injektortemperatur: 250°C

Einspritzvolumen: 0,5 µl

Spritzengröße: 5.0 µl

Split ratio: 10:1

Trärgas: Stickstoff

Fließgeschwindigkeit: 18 cm/sec

Säulentemperatur (Temperaturgradient): 10 min bei 150°C, 0,75°C/min bis 205°C,
2°C/min bis 240°C, 10 min bei 240°C

Laufzeit: ca. 120 min

Detektortemperatur: 250°C

Detektorgase: Wasserstoff: 40 ml/min;

Luft: 450 ml/min

Stickstoff (make-up Gas): 30 ml/min

Laufbedingungen GC 30 m-Säule:

Injektortemperatur: 250°C

Einspritzvolumen: 0,5 µl

Spritzengröße: 5.0 µl

Split ratio: 10:1

Trärgas: Stickstoff

Fließgeschwindigkeit: 30 cm/sec

Säulentemperatur (isotherm): 250°C

Laufzeit: ca. 20 min

Detektortemperatur: 250°C

Detektorgase: Wasserstoff: 40 ml/min

Luft: 450 ml/min

Stickstoff (make-up Gas): 45 ml/min

4.2.2.6 Chemikalien für GC (Fettsäuremethylester-Standardlösungen)

F.A.M.E. Mix Rapeseed Oil (SUPELKO, Best. Nr. 0-7756)

Zusammensetzung:

Myristinsäure Methyl Ester	C14:0
Palmitinsäure Methyl Ester	C 16:0
Stearinsäure Methyl Ester	C 18:0
Ölsäure Methyl Ester	C18:1 – cis (n9)
Linolsäure Methyl Ester	C 18:2 – cis (n6)
Arachinsäure Methyl Ester	C 20:0
Linolensäure Methyl Ester	C 18:3 – cis (n3)
Eicoseinsäure Methyl Ester	C 20:1
Behensäure Methyl Ester	C 22:0
Erucasäure Methyl Ester	C 22:1
Lignocerinsäure Methyl Ester	C 24:0

Linoleic Acid Methyl Ester Isomer Mix (SUPELKO, Best. Nr. 47791)

Zusammensetzung:

trans-9, trans12- Linolsäure Methyl Ester
cis-9, trans-12- Linolsäure Methyl Ester
trans-9, cis-12- Linolsäure Methyl Ester
cis-9, cis-12- Linolsäure Methyl Ester

Methyl all-cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoat (SIGMA-ALDRICH, Best. Nr.: E 2012)

cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid methylester (SIGMA-ALDRICH,
Best. Nr.: D 2659)

Alle Standards wurden käuflich erworben. Der Rapsstandard und der ALA-Standard wurden quantitativ in 10-ml-Messkolben überführt und mit n-Hexan aufgefüllt, der EPA- und der DHA-Standard wurden quantitativ in einen 10-ml-Messkolben überführt und mit 5 ml n-Hexan verdünnt.

4.2.3 Bestimmung der Feuchte

Die Bestimmung der Feuchte getrockneter Backwaren und Fische sowie der als Zutaten verwendeten Sämereien erfolgte nach einminütiger Vermahlung auf einer Labormühle mit dem Brabender®-Feuchtigkeitsbestimmungsgerät bei 130°C und einer Trocknungsdauer von 1 h (Einwaage 5 g). Die Methode beruht auf der gravimetrischen Bestimmung des Trocknungsverlustes.

4.2.3.1 Geräte (Feuchtigkeitsbestimmung)

- Labormühle (Typ: MX 32Z, BRAUN AG, Deutschland)
- Brabender®-Feuchtigkeitsbestimmer (Typ MT bzw MT-C mit integriertem PC, Brabender® Co.KG, Deutschland)

4.2.4 Validierung der Extraktionsdauer bei Backwaren

Es wurde aus 3 Broten je 1 Scheibe getrocknet (Kap. 5.1.2) und vermahlen. Jede der 3 vermahlenden Brotscheiben wurde in 4 Zellstoffhülsen aufgeteilt. Zwei der Proben wurden 6 h extrahiert, entsprechend 72 Extraktions-zyklen. Die zwei anderen Proben wurden 12 h extrahiert, entsprechend 144 Extraktionszyklen.

4.2.5 Validierung der Extraktionsdauer bei Fischen

Die Hälfte der gemäß Kap. 5.3.3 getrockneten frischen Karpfenfiletproben wurde 72 Extraktionszyklen und die andere Hälfte 144 Extraktionszyklen unterzogen. Ebenso wurde mit der Hälfte der in der gleichen Weise getrockneten gebratenen Karpfenfiletproben verfahren (Tab. 3). Bei den Makrelen wurden nur die frischen Filetproben nach beiden Verfahren untersucht (Tab. 4). Aus drei Seelachs-Packungen wurden je zwei frische Filets in Viertel geteilt. Wobei jeweils zwei diagonale Viertel gebraten wurden. Je ein gebratenes und ein ungebratenes Viertel wurde durch 72 bzw. 144 Extraktionszyklen extrahiert (Tab. 6).

Anmerkung:

Da die Fettsäuren als Methyl ester analysiert wurden, in Produkten und Rohstoffen aber Großteils in Triglyceriden vorliegen, wird in den folgenden Texten, in welchen beide Begriffe zueinander in Beziehung gebracht werden, einheitlich von Fettsäure-Estern (FS-Ester) gesprochen.

5 VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

5.1 Bilanzierungsversuche zur Gebäckherstellung

5.1.1 Probenahme der Backwaren

Jedes Brot wurde mit einer Brotschneidemaschine in ca. 1,3 cm dicke Scheiben und je 4 Scheiben wurden in ca. 1x1 cm große Würfel geschnitten. Die Würfel jeder Brot-Scheibe wurden in je einer Glaspetrischale gleichmäßig verteilt und gewogen EW_1 [g] (Prozessschritt B_1). Jede Brot-Scheibe wurde in Doppelbestimmung untersucht (Tab. 2.1).

Die Kleingebäcke wurden in 5-6 Scheiben pro Stück geschnitten. Jede zweite Scheibe wurde in Würfel geschnitten und auf einer Petrischale je Gebäckstück verteilt und gewogen EW_1 [g] (Prozessschritt B_1). Jedes Gebäckstück wurde in Doppelbestimmung untersucht (Tab. 2.2).

Tab. 2: Schema zur Probenahme der Backwaren

Tab. 2.1: Probenahme Brot

Brot	Scheibe	Probe
1	1	1
		2
	2	3
		4
	3	5
		6
	4	7
		8
2	5	9
		10
	6	11
		12
	7	13
		14
	8	15
		16
3	9	17
		18
	10	19
		20
	11	21
		22
	12	23
		24

Tab. 2.2: Probenahme Kleingebäck

Kleingebäck	Probe
1	1
	2
2	3
	4
3	5
	6
4	7
	8
5	9
	10
6	11
	12
7	13
	14
8	15
	16
9	17
	18
10	19
	20
11	21
	22
12	23
	24

5.1.2 Trocknung von Brot- und Gebäckstücken

Die zerkleinerten Brot- und Gebäckstücke wurden in Glaspetrischalen im Vakuumtrockenschrank bei 80°C und <0,05 bar mit stündlicher Belüftung getrocknet. Nach der Trocknung wurde die Auswaage A_1 [g] (Prozessschritt B_2) bestimmt. Der Anteil an getrocknetem Brot am Frischbrot TM_1 [%] (Prozessschritt B_3) wurde berechnet (Abb. 1).

Zur Validierung der Trocknungsdauer wurde von drei Dachsteinbroten je eine Scheibe nach 3 h Trocknung gewogen. Die Proben wurden danach weiter getrocknet und in stündlichen Intervallen gewogen bis Gewichtskonstanz festgestellt werden konnte.

Die Feuchtigkeit F_1 [%] (Prozessschritt B_4) wurde in allen vermahlenden Gebäckproben im Brabender®-Feuchtigkeitsbestimmungsgerät gemessen (Kap. 4.2.3)

5.1.3 Fettbestimmung und Extraktion in Backwaren

Der Schritt wurde gemäß Kap. 4.2.1 durchgeführt. Aus der Einwaage EW_2 [g] (Prozessschritt B_5) und der Auswaage A_2 [g] (Prozessschritt B_6) sowie der Feuchte F_1 [%] wurde der Fettgehalt in der Trockenmasse L_1 [%] (Prozessschritt B_7) und in der eingewogenen frischen Probe L_2 [g] (Prozessschritte B_8) sowie der Fettgehalt der frischen Ware L_3 [%] (Prozessschritt B_9) bestimmt (Abb. 1).

5.1.4 Bestimmung der Masse der Fettsäure-Ester der Brot/Gebäck-Probe

Der Anteil der Fettsäure-Ester (FS-Ester) k an der Gesamtmenge der FS-Ester in den Brot- und Gebäckstücken FS_{1k} [%] (Prozessschritt B_{10}) wurde nach Punkt 4.2.2 bestimmt. Die Masse der einzelnen FS-Ester in der Einwaage an Frischbrot L_{4k} [g] (Prozessschritt B_{11}) wurde aus der Gesamtmenge an Fett in der Probeneinwaage L_2 [g] (aus Prozessschritt B_8) und dem bestimmten Anteil der Fettsäure k FS_{1k} berechnet. Die Summe der Massen aller FS-Ester k ergab die Gesamtmenge der FS-Ester L_5 [g] (Prozessschritt B_{12}) (Abb. 1), die – abgesehen von einem geringfügigen stöchiometrischen Fehler – der Menge der eingesetzten Triglyzeride (Fettsäureglyzerinester) entspricht.

5.1.5 Probenahme und Trocknung der Samen

Die Feuchtigkeit F_2 [%] (Prozessschritt R_1) (Abb. 2) wurde an allen Samenproben im Brabender®-Feuchtigkeitsbestimmer gemessen (Kap. 4.2.2). Die Samen wurden über Nacht bei 50°C im Trockenschrank zur Vorbereitung auf die Rohfettextraktion getrocknet.

5.1.6 Fettbestimmung und Extraktion in Samen

Der Schritt wurde gemäß Kap. 4.2.1 durchgeführt. Aus der Einwaage EW_3 [g] (Prozessschritt R_2) und der Auswaage A_3 [g] (Prozessschritt R_3) sowie der Feuchte F_2 [%] (Prozessschritt R_1) wurde der Fettgehalt in der Trockenmasse L_6 [%] (Prozessschritt R_4) und in der frischen Probe L_7 [%] (Prozessschritt R_5) bestimmt (Abb. 2).

5.1.7 Bestimmung der Masse der Fettsäure-Ester der Samen

Der Anteil der FS-Ester k an der Gesamtmenge der FS-Ester einer Samenart n FS_{2nk} [%] (Prozessschritt R_8) wurde nach Punkt 4.2.2 bestimmt. Die Masse der einzelnen FS-Ester L_{9nk} [g] (Prozessschritt R_9) im Fett eines Samenanteils n L_{8n} [g] (aus Prozessschritt R_7) wurde aus L_{8n} und dem analysierten Anteil der Fettsäure FS_{2nk} [%] (aus Prozessschritt R_8) berechnet. Aus L_{9nk} wurden die Summen der einzelnen FS-Ester k aus allen Samenanteilen L_{10k} [g] und die Summen aller FS-Ester aller Samenanteile L_{11} [g] gebildet (Prozessschritte R_{10} und R_{11}) (Abb. 2).

5.1.8 Berechnung der mit den Samen eingebrachten Fettmenge

Aus dem Gewichtsanteil der Samenart am Frischgebäck T_n [%] (Prozessschritt R_6), dem Gewicht der frischen Probe EW_1 [g] (Prozessschritt B_1) und dem Fettgehalt des frischen Samens L_7 [%] (Prozessschritt R_5) wurde der Beitrag jeder Samenart zum Fettgehalt der Backware L_{8n} [g] (Prozessschritt R_7) berechnet. Der Beitrag von zugesetztem Öl wurde direkt in die Rechnung eingegeben (L_{8n}) (Abb. 2).

5.1.9 Absolute Wiederfindungsrate

Die absolute Wiederfindungsrate der einzelnen FS-Ester W_{1k} [0] wurde aus der Masse der einzelnen FS-Ester in der Einwaage an Frischbrot L_{4k} [g] (Prozessschritt B_{11}) und der Summen der einzelnen FS-Ester aus allen Samenanteilen L_{10k} [g] (Prozessschritt R_{10}) berechnet. Aus der Gesamtmasse der FS-Ester in der Einwaage an Frischbrot L_5 [g] (Prozessschritt B_{12}) und der Gesamtmasse aller FS-Ester aller Samenanteile L_{11n} [g] (Prozessschritt R_{11}) ergab sich die Wiederfindungsrate der Gesamtfettsäureester W_2 [0] (Abb. 3).

5.1.10 Relative Wiederfindungsrate

Die relative Wiederfindungsrate W_3 [0] wurde aus der Wiederfindungsrate der einzelnen FS-Ester W_{1k} [0] und der Wiederfindungsrate der Gesamtfettsäureester W_2 [0] berechnet (Abb. 3).

5.2 Semmelbackversuche in der AGES

Im Rapidmixer wurden die Zutaten vorgelegt. Der Backversuch wurde entsprechend dem folgenden Schema durchgeführt:

Zutaten:	1000 g Mehl, Type 700, 13-14 % Feuchte 150 g Leinsamen bzw. Leinsamenschrot 50 g Presshefe 18 g Kochsalz 10 g Speiseöl 0,02 g Ascorbinsäure in 0,1 %-iger Lösung
Einstellung der Fallzahl:	Mit 2 g Weizenmalzmehl
Knetter:	UMTA/15, 1400 U/min
Reihenfolge der Einbringung der Zutaten in den Mixer:	Kochsalz und Presshefe in annähernd benötigtem Wasser Mehl und Weizenmalzmehl Kaltes Wasser in Teilmengen auf Gesamtmenge zugeben
Wasserzugabe:	Näherungsweise Vorermittlung in Farinogramm, Zugabe in Teilmengen mit sensorischer Prüfung
Knetung:	Mehrere Unterbrechungen der Knetung für Abschaben der Schüsselwand und Zugabe weiterer Teilmengen von Wasser bis zur gewünschten Teigkonsistenz (Summe der Knetzeit 60 s)
Pressenruhe	20 min, abgedeckt bei Raumtemperatur (ca. 26°C Teigtemp.), Austrocknung durch Bestreichen mit Öl verhindert
Aufarbeitung in Teigteil- und Wirkmaschine:	Wirkdruckeinstellung 5 12 Umdrehungen
Stückgare:	15-20 min bei Raumtemperatur auf Leinentuch, mit Mischung aus 50 % Kartoffelmehl + 50 % Roggenmehl bestäubt
Stanzen:	Semmelstanzmaschine
Endgare:	Teigstücke mit Wirkschluss (Gesicht oder Stern) nach unten auf Gärbrett legen; 20 min bei 35°C/95 % im Gärschrank
Ausbacken:	Heftige Schwadengabe vor und nach dem Einschießen Verbacken bei 220°/18 min

Die Gesamtmenge der erzeugten Semmeln wurde in ca. 1 cm große Würfel geschnitten, in der gleichen Weise wie die Brote getrocknet (Kap. 5.1.2) und extrahiert (Kap. 4.2.1). Die gaschromatographischen Analysen der Fettsäurezusammensetzung in Semmeln und Samen erfolgte nach Kap. 4.2.2. Die Extraktion und Bestimmung des Fettgehaltes sowie die Analyse der Fettsäurespektren erfolgte an vier Stichproben aus der Gesamtmenge der vermahlenden Semmeln. Bei den Leinsamen und beim Öl wurden die Analysen in Doppelbestimmungen durchgeführt.

Die Bilanzierung wurde analog zu jener der industriell gefertigten Backwaren (Abb. 1) durchgeführt.

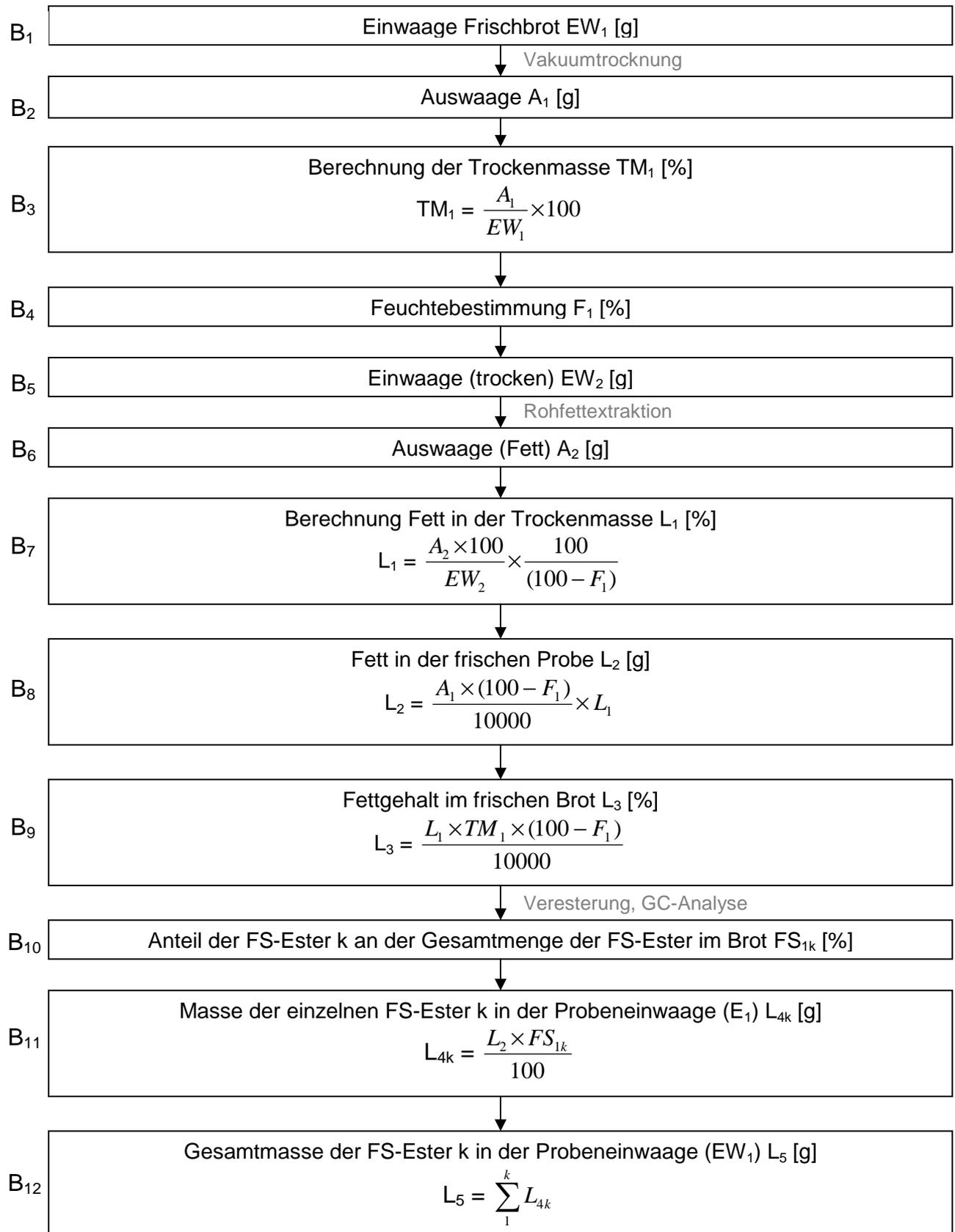
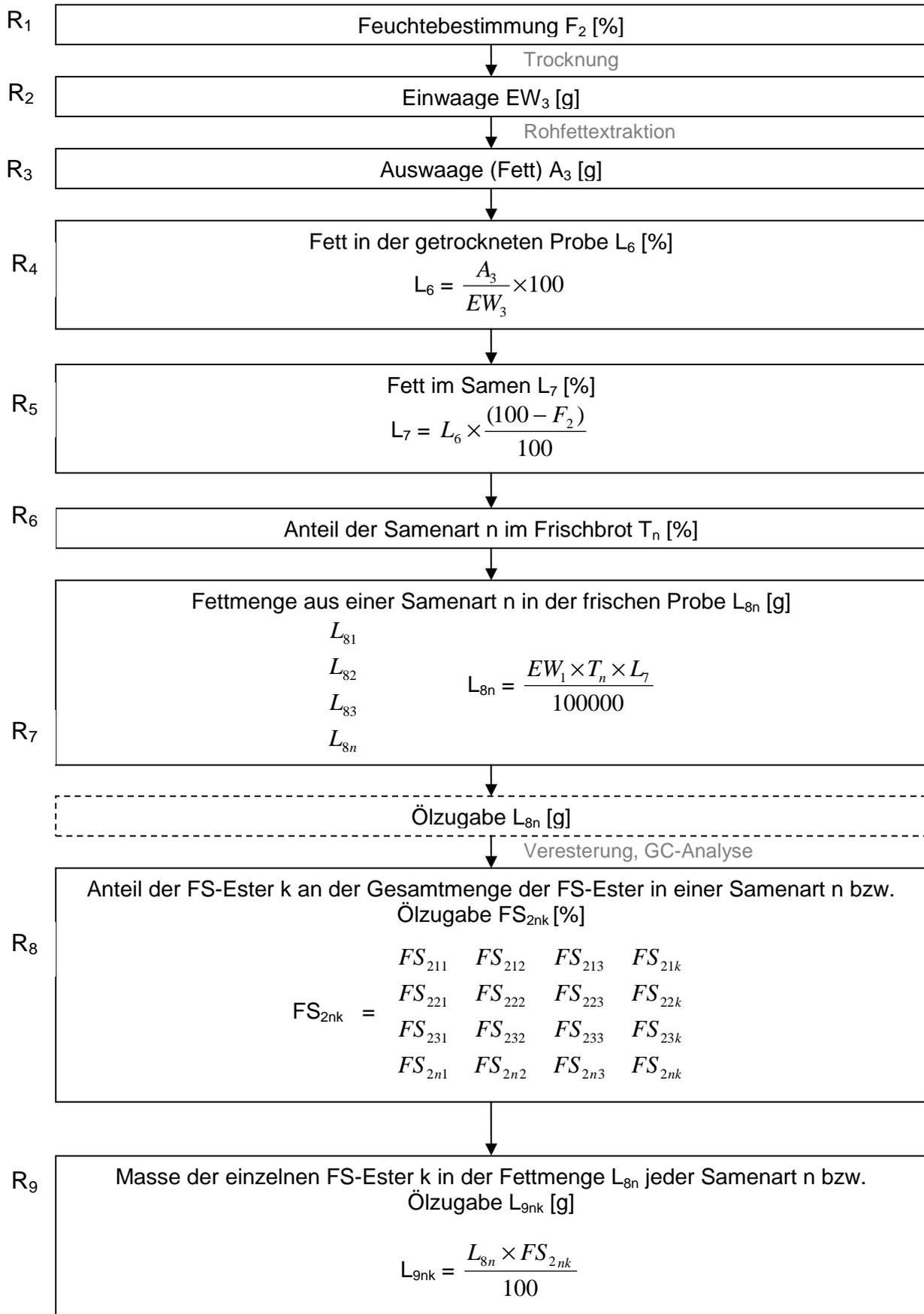


Abb. 1: Berechnungsschema Backwaren



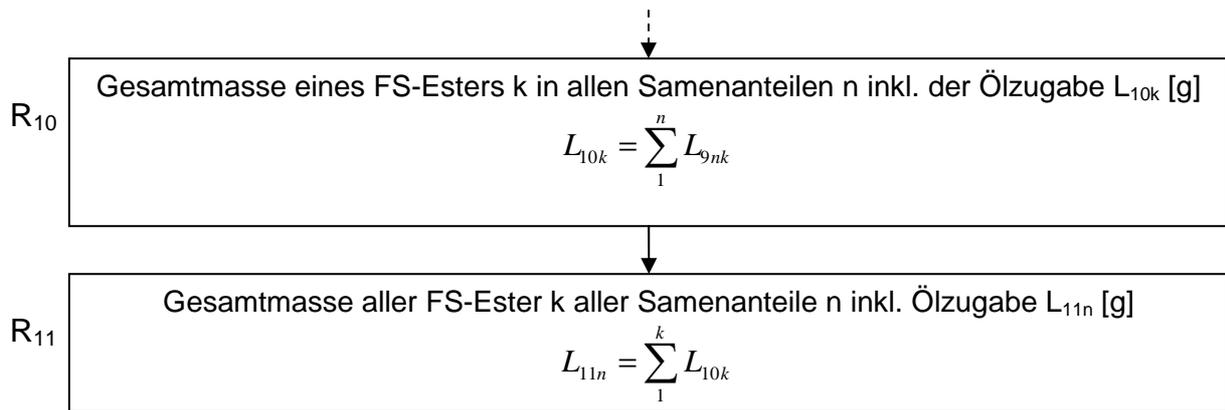


Abb. 2: Berechnungsschema zu den Brot/Gebäck-Rohstoffen (Samen, Öle)

Definition absolute und relative Wiederfindungsrate:

Die **absolute Wiederfindungsrate** gibt das Verhältnis der im Produkt wieder gefundenen Menge einer Substanz zu der mit den Rohstoffen eingesetzten Menge an.

Die **relative Wiederfindungsrate** einer Fettsäure gibt das um den Gesamtverlust an Fett korrigierte Verhältnis der im Produkt wieder gefundenen Menge der Fettsäure zu der mit den Rohstoffen eingesetzten an.

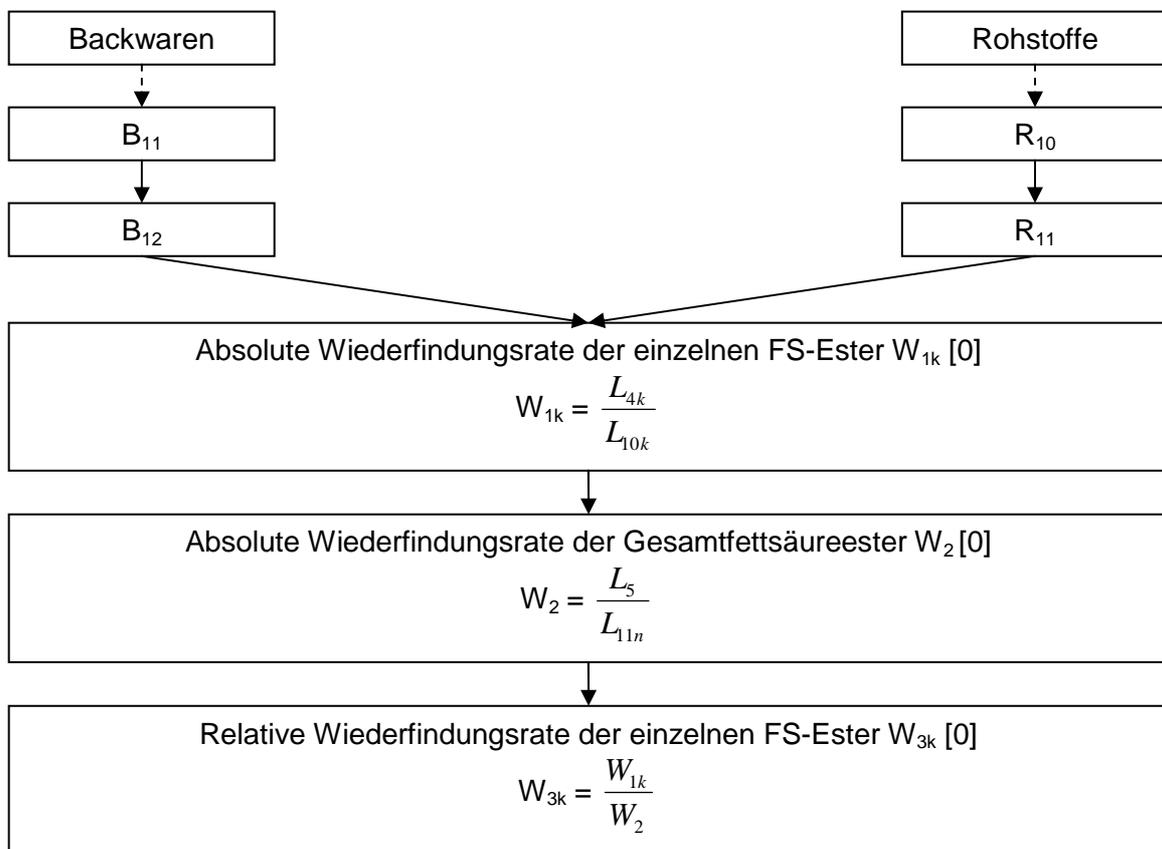


Abb. 3: Berechnungsschema der absoluten und relativen Wiederfindungsrate

5.3 Bilanzierung der Fisch-Bratversuche

5.3.1 Probenahme der Fische

5.3.1.1 Karpfen

Insgesamt wurden vier Karpfenfilets untersucht. Frische Stücke (F) wurden gemäß Tab. 3 einem Karpfenfilet entnommen und den Fettextraktionsversuchen mit 2 Extraktionsschritten (6 h) und 144 Extraktionsschritten (12 h) zugeführt. Ebenso wurde mit gebratenen Stücken (G) desselben Filets verfahren.

Tab. 3: Schema der Probenahme aus einem Karpfenfilet

F 12 h Pr. 7	F 6 h Pr. 1	G 12 h Pr. 10	G 6 h Pr. 4	F 12 h Pr. 8	F 6 h Pr. 2	G 12 h Pr. 11	G 6 h Pr. 5	F 12 h Pr. 9	F 6 h Pr. 3	G 12 h Pr. 12	G 6 h Pr. 6
F 6 h Pr. 1	F 12 h Pr.7	G 6 h Pr. 4	G 12 h Pr. 10	F 6 h Pr. 2	F 12 h Pr. 8	G 6 h Pr. 5	G 12 h Pr. 11	F 6 h Pr. 3	F 12 h Pr. 9	G 6 h Pr. 6	G 12 h Pr.12

5.3.1.2 Makrele

Für die Validierung der Fettextraktion wurden Proben aus vier frischen Filets gemäß Tab. 4 entnommen und den Fettextraktionsversuchen mit 72 Extraktionsschritten (6 h) und 144 Extraktionsschritten (12 h) zugeführt.

Tab. 4: Schema der Probenahme aus Makrelenfilets zur Validierung der Fettextraktion

F 6 h	F 12 h	F 6 h	F 12 h	F 6 h	F 12 h
----------	-----------	----------	-----------	----------	-----------

Weiters wurden an vier Filetstücken frische (F) und gebratene (G) Proben gemäß folgendem Schema (Tab. 5) entnommen.

Tab. 5: Schema der Probenahme aus Makrelenfilets

F 6 h	G 6 h	F 6 h	G 6 h	F 6 h	G 6 h
----------	----------	----------	----------	----------	----------

5.3.1.3 Seelachs

Insgesamt wurden je 2 Filets aus drei Packungen untersucht. Frische Stücke (F) wurden gemäß Tab. 6 einem Filet entnommen und den Fettextraktionsversuchen mit 72 Extraktionsschritten (6 h) und 144 Extraktionsschritten (12 h) zugeführt. Ebenso wurde mit gebratenen Stücken (G) desselben Filets verfahren.

Tab. 6: Schema der Probennahme aus einer Seelachspackung

Filet 1		Filet 2	
F 6 h Pr. 1	G 12 h Pr. 7	F 6 h Pr. 2	G 12 h Pr. 8
G 6 h Pr. 3	F 12 h Pr. 5	G 6 h Pr. 4	F 12 h Pr. 6

5.3.1.4 Fischstäbchen

Aus einer gekauften Packung Fischstäbchen wurden 6 Fischstäbchen im gefrorenen Zustand entnommen und jedes Fischstäbchen in die Hälfte geteilt.

5.3.2 Durchführung der Bratversuche an Fischen

Alle Fische wurden in einer Teflon-beschichteten Pfanne mit einem Durchmesser von etwa 30 cm gebraten. Für alle Stücke eines Fischfilets wurden 40 g \pm 5 g Rapso Rapsöl verwendet. Bei einer Temperatur im Bereich von 200°C und 260°C wurde der Fisch in die Pfanne gegeben. Die Seelachs- und die Karpfenstücke wurden alle 2 min gewendet, die Makrelenstücke wurden jede min gewendet. Bei einer Innentemperatur von 80°C bis 85°C wurde der Fisch aus der Pfanne genommen und mit Küchenpapier gut abgetupft. Das verwendete Rapsöl wurde in frischem Zustand und nach dem Bratvorgang gemäß Kap. 4.2.2 in Doppelbestimmung untersucht.

5.3.3 Trocknung der Fische

Die Fischstücke wurden in Metallschalen im Vakuumtrockenschrank bei 80°C und <0,05 bar mit stündlicher Belüftung getrocknet.

Nach der Trocknung wurde die Auswaage A_4 und A_5 [g] (Prozessschritt F_2) bestimmt. Der Anteil an getrocknetem Fisch am Frischfisch TM_2 [%] und gebratenem Fisch TM_3 [%] (Prozessschritt F_3) wurde berechnet (Abb. 4).

Zur Validierung der Trocknungsdauer wurden die Filetstücke nach 3 h Trocknung gewogen. Die Proben wurden danach weiter getrocknet und in stündlichen Intervallen gewogen bis Gewichtskonstanz festgestellt werden konnte. Die Fischstäbchen wurden nach der Trocknung unter Verwendung eines Spatels in Panier und Fisch getrennt.

5.3.4 Fettbestimmung und Extraktion in Fischen

Der Schritt wurde gemäß Kap. 4.2.1 durchgeführt. Aus den Einwaagen EW_4 bis EW_7 [g] (Prozessschritt F_1 und F_4) und der Auswaagen A_6 und A_7 [g] (Prozessschritt F_5) wurde der Fettgehalt in der Trockenmasse L_{12} und L_{13} [%] (Prozessschritt F_6) und in der eingewogenen frischen Probe L_{14} und L_{15} [g/100 g] (Prozessschritt F_7) bestimmt (Abb. 4).

5.3.5 Bestimmung der Masse der FS-Ester der frischen und gebratenen Fischprobe

Der Anteil der FS-Ester an der Gesamtmenge der FS-Ester im frischen Fisch FS_3 und im gebratenen Fisch FS_4 [%] (Prozessschritt F_8) wurde nach Kap. 4.2.2 bestimmt. Die Masse der einzelnen FS-Ester in der EW an frischen L_{16} und gebratenen Fisch L_{17} [g] (Prozessschritt F_9) wurde aus der Gesamtmenge der FS-Ester in der Probeneinwaage L_{14} und L_{15} [g] (Prozessschritt F_7) und dem bestimmten Anteil der FS-Ester FS_3 und FS_4 berechnet (Abb. 4).

5.3.6 Berechnung der Ölaufnahme durch den Fisch während des Bratversuches

Aus der Summe der Einwaagen EW_4 [g] und EW_5 [g] (Prozessschritt F_1) und jeweils dem Mittelwert des Fettgehaltes im frischen Fisch $\bar{x}_{L_{14}}$ [%] und gebratenen Fisch $\bar{x}_{L_{15}}$ [%] wurde das Fett in allen vier frischen L_{18} [g] und gebratenen Filetstücken L_{19} [g] berechnet (Prozessschritt $\ddot{O}l_1$). Die Differenz aus dem Fettgehalt der gebratenen L_{19} und frischen Filetstücken L_{18} ergab die Ölaufnahme des Fisches durch den Bratversuch (Prozessschritt $\ddot{O}l_3$). Diese wurde mit dem aus den Einwaagen EW_4 [g] und EW_5 [g] berechneten Korrekturfaktor korrigiert L_{22} [g] (Prozessschritt $\ddot{O}l_{5a}$). Die Differenz aus der Ölzugabe für das Braten L_{21} [g] (Prozessschritt $\ddot{O}l_{5b}$) und der korrigierten Ölaufnahme ergab das nach dem Braten verbliebene Öl (Abb. 4 und 5).

5.3.7 Bestimmung der Masse der FS-Ester im Öl nach dem Bratversuch

Der Anteil der FS-Ester an der Gesamtmenge der FS-Ester im Öl FS_5 [%] (Prozessschritt $\ddot{O}l_7$) wurde nach Kap. 4.2.2 bestimmt. Die Masse der einzelnen FS-Ester im Öl nach dem Bratversuch L_{24} [g] (Prozessschritt $\ddot{O}l_8$) wurde aus der Gesamtmenge des nach dem Bratversuch verbliebenen Öls L_{23} [g] (Prozessschritt $\ddot{O}l_6$) und dem bestimmten Anteil der Fettsäuren FS_5 [%] berechnet (Abb. 5).

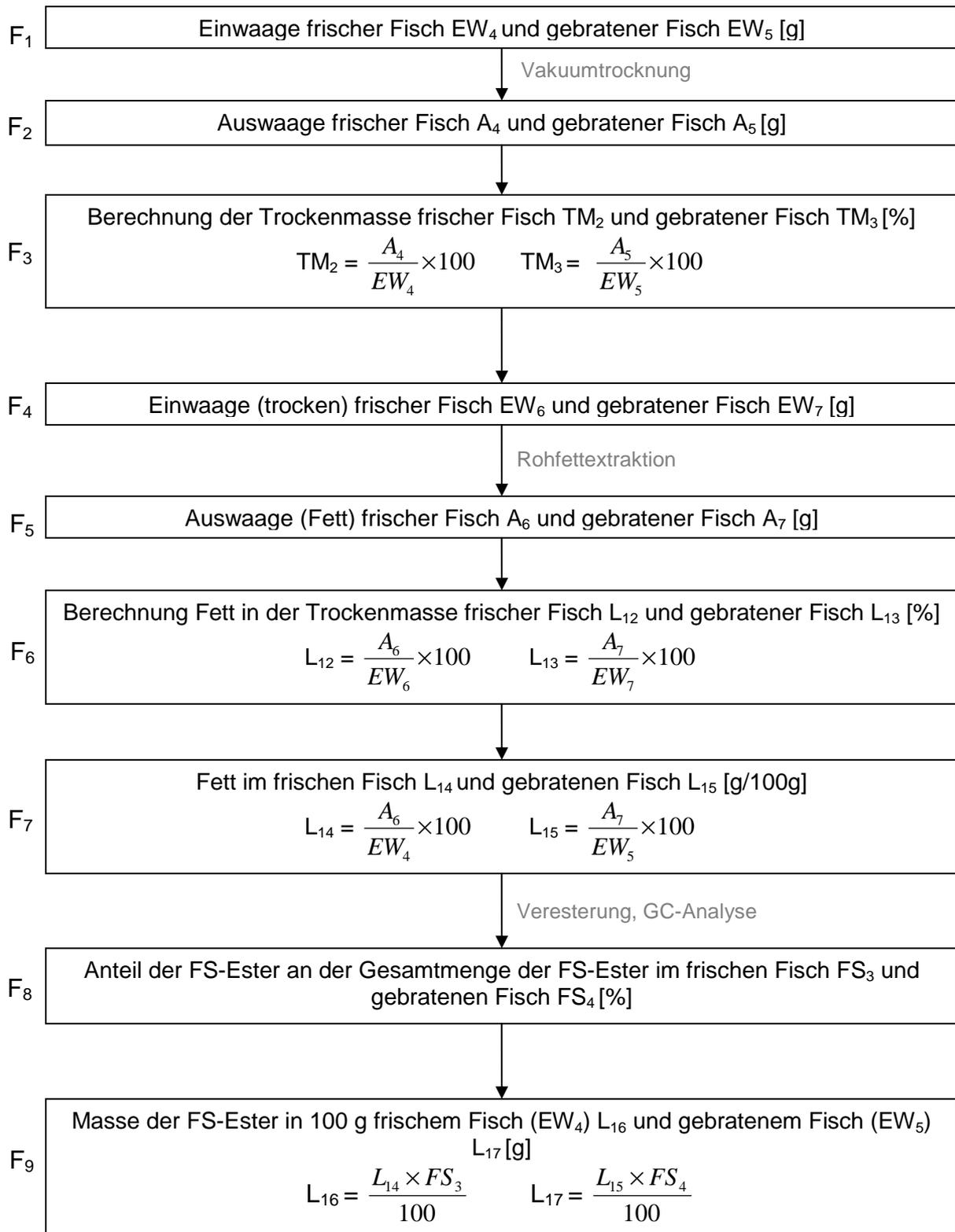


Abb. 4: Berechnungsschema Fisch

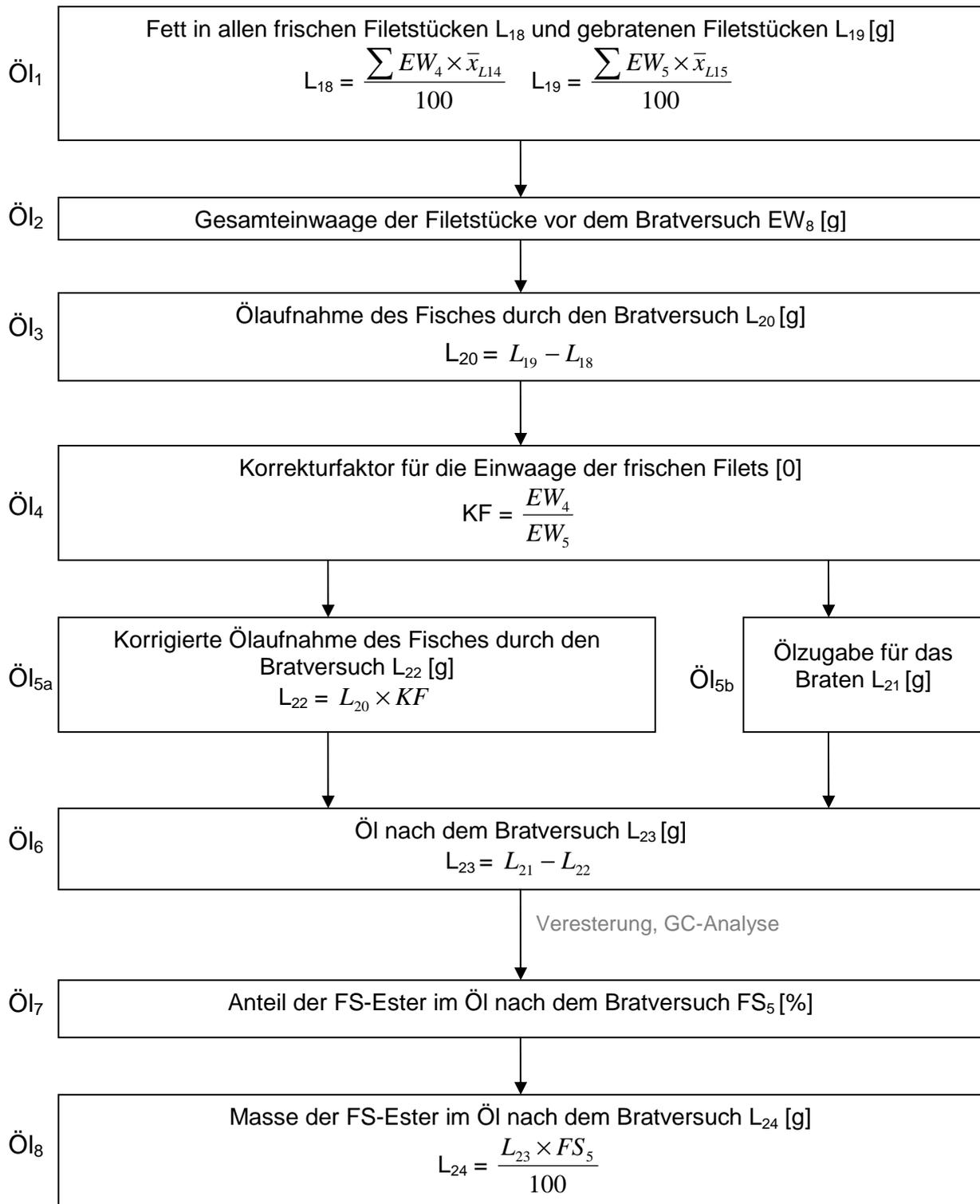


Abb. 5: Berechnungsschema Rapsöl nach Bratversuch

6 ERGEBNISSE UND DISKUSSION

6.1 Reproduzierbarkeit der angewandten Methode

Die Berechnung der Standardabweichung der FS-Ester-Bestimmungen sowie die der Trocknungszeiten und des Fettgehaltes nach 72 und 144 Extraktionszyklen wurde mittels folgender Formel durchgeführt:

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}} \quad (\text{Gl. 1})$$

x = Messwert

n = Zahl aller Messungen

Von allen Proben wurden zumindest Doppelbestimmungen in den meisten Fällen jedoch Mehrfachbestimmungen durchgeführt.

Zur Berechnung der Standardabweichung aus einer großen Zahl an Analysen von Proben verschiedenen Gehaltes, wurde folgende Formel angewandt (Doerfel, 1962):

$$SD_{meth} = \sqrt{\frac{\sum \sum (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}{N - M}} \quad (\text{Gl. 2})$$

x_{ij} = Messwert i der j -ten Gruppe

\bar{x}_j = Mittelwert der j -ten Gruppe

N = Zahl aller Messungen

M = Zahl der Proben

6.2 Ergebnisse Brot

6.2.1 Trocknungszeiten der Backwaren zur Erreichung der Gewichtskonstanz

Bei einem Trockenmasseverlust (TM_1) von $< 1\%$ waren die Backwaren ausreichend für die nachfolgenden Schritte getrocknet.

Die würfelig geschnittenen Brotstücke erreichten nach einer Trocknungsdauer von 5 h ein ausreichend konstantes Gewicht aus welchem sich ein Ausgangstrockenmasseanteil von durchschnittlich 58,71 % errechnen ließ. Nach 6 h wurde ein nur um 0,87 % geringerer Trockenmasseanteil gefunden, was einem Unterschied von 0,55 g entspricht (Tab. 7). Dies zeigte, dass sich nach 5 h nahezu Gewichtskonstanz einstellte. Somit wurden alle weiteren Brot- und Gebäckstücke 5 h getrocknet.

Tab. 7: Trocknungszeiten bei Backwaren

	EW_1	nach 5 h		nach 6 h	
Brot	Probe [g]	Probe [g]	TM_1 [%]	Probe [g]	TM_1 [%]
1	59,24	34,12	57,59	33,77	57,00
2	61,91	36,77	59,40	36,42	58,83
3	66,91	39,57	59,14	38,61	57,70
MW	62,69	36,82	58,71	36,27	57,84
<i>SD</i>	3,89	2,73	0,98	2,42	0,93

6.2.2 Extraktionsdauer bei Backwaren

Zur Ermittlung der Extraktionsdauer wurde das Dachsteinbrot gemäß Kap. 4.2.4 untersucht. Im Durchschnitt konnte nach 144 Extraktionszyklen nicht mehr Fett in der Trockenmasse (TM₁) [%] ermittelt werden als nach 72 Extraktionszyklen. (Tab. 8). Der angewandte T-Test ergab außerdem keinen signifikanten Unterschied (P=0,85). Aufgrund dieser Ergebnisse wurde bei allen weiteren Versuchen mit Backwaren die kürzere Extraktion angewandt. Dies wurde auch unter Bedachtnahme auf eine möglichst effiziente Schonung der höher ungesättigten Fettsäuren entschieden.

Tab. 8: Unterschied im Fettgehalt zwischen 72 und 144 Extraktionszyklen bei Backwaren

Brot	Fett in der TM ₁ [%]	
	nach 72 Extraktionszyklen	nach 144 Extraktionszyklen
1	15,16	14,71
	15,93	14,34
2	17,27	17,84
	18,07	18,26
3	15,10	15,69
	15,46	15,75
MW	16,17	16,10
<i>SD</i>	<i>1,23</i>	<i>1,61</i>

6.2.3 Beschreibung der Rohstoffe

In den BIO-Leinsamen der verschiedenen Brot- und Gebäcksorten konnte im Mittel aller Versuche ein Fettgehalt in der Trockenmasse (i.d.TM) von 41,8 % mas (L_6) ermittelt werden (Tab. 14.1). In den konventionellen Leinsamen war der Fettgehalt i.d.TM im Mittel um ca. 1 % höher (43,0 % mas) (Tab. 14.2).

Der Anteil an gesättigten Fettsäuren in den BIO- und den konventionellen Leinsamen schwankte zwischen 8,64 % mas und 11,84 % mas, wobei die Palmitinsäure die Hauptkomponente war und die Stearinsäure etwa ein Drittel ausmachte (Tab. 14.1 und 14.2). Der niedrigste OA-Anteil mit 17,4 % mas sowie der höchste mit 22,26 % mas wurde in den BIO-Leinsamen gefunden, die im BIO-Adams Brot verwendet wurden (Tab. 14.1). Im Mittel lag der OA-anteil in allen Leinsamen bei etwa 19 % mas (Tab. 14.1 und 14.2).

Der niedrigste (14,00 % mas) sowie der höchste (16,14 % mas) LA-Anteil an den Gesamfettsäuren war in den BIO-Leinsamen zu finden. Der Anteil der ALA schwankte zwischen 48,93 % mas und 57,17 % mas, wobei auch beide Werte in den BIO-Leinsamen zu finden waren (Tab. 14.1). Diese Schwankung wies auf einen Qualitätsunterschied zwischen den verwendeten Leinsamen in der ersten Charge im Vergleich zur zweiten Charge der BIO-Adams Brote hin.

Im Durchschnitt ergab sich ein Verhältnis LA zu ALA von 1:3,7. Somit können Leinsamen als eine optimale Quelle für ALA angesehen werden.

Das BIO-Leinöl, das dem BIO-Adams Brot zugesetzt wurde, verhielt sich im Fettsäurespektrum ähnlich wie die Leinsamen. Es wurde allerdings ein höherer LA-Anteil von durchschnittlichen 18,26 % mas im BIO-Leinöl und ein niedrigerer ALA-Anteil von 52,30 % mas, entsprechend einem LA/ALA-Verhältnis von 1:2,9, ermittelt (Tab. 14.3).

Die BIO-Sonnenblumenkerne wiesen im Durchschnitt aller Versuche einen Fettgehalt i.d.TM von 58,4 % mas (L_6) auf, wobei die konventionellen einen um durchschnittlich 1,3 % mas höheren Fettgehalt hatten (Tab. 14.4 und 14.5).

Durchschnittlich 10,71 % mas entfielen auf die gesättigten Fettsäuren, wobei Palmitin- und Stearinsäure die Hauptkomponenten waren. Die BIO-Sonnenblumenkerne hatten im Durchschnitt einen OA-anteil von 23,64 % mas, die konventionellen hingegen einen um 2,60 % mas höheren (Tab. 14.4 und 14.5).

Der LA-Anteil war allerdings in den BIO-Sonnenblumenkernen mit durchschnittlich 63,72 % mas um 2,29 % mas höher als in den konventionellen (Tab. 14.4 und 14.5). Vor allem bei den im Dachsteinbrot eingesetzten Sonnenblumenkernen ist zwischen den beiden Parallelversuchen ein Qualitätsunterschied ersichtlich, da der LA-Anteil im ersten Versuch um 12,06 % mas höher war als im zweiten Versuch (Tab. 14.5)

Das dem BIO-Global-Vital-Weckerl zugesetzte BIO-Sonnenblumenöl verhielt sich im Fettsäurespektrum ähnlich wie die Sonnenblumenkerne. Es zeigte allerdings einen höheren OA-anteil mit durchschnittlichen 31,74 % mas und einen niedrigeren LA-Anteil mit 56,13 % mas (Tab. 14.6).

Die BIO-Kürbiskerne aller Versuche hatten durchschnittlich 46,8 % mas Fett i.d.TM (L₆), wobei der Fettgehalt der im BIO-Adams Brot eingesetzten Kürbiskerne im ersten Versuch um 3,1 % mas niedriger als im zweiten Versuch war (Tab. 14.7). Im BIO-Global-Vital-Weckerl war keine nennenswerte Schwankung festzustellen (0,2 % mas).

Im Mittel enthielten die BIO-Kürbiskerne einen durchschnittlichen Anteil an gesättigten Fettsäuren an den Gesamtfettsäuren von 18,65 % mas, wobei den Hauptteil die Palmitin- gefolgt von der Stearinsäure ausmachten (Tab. 14.7).

Der LA-Anteil in den BIO-Kürbiskernen, die im BIO-Adamsbrot verwendet wurden, lag im Durchschnitt bei 45,79 % mas. In den BIO-Kürbiskernen, die im BIO-Global-Vital-Weckerl verwendet wurden, wurde im Mittel ein um 3,15 % mas niedrigerer LA-Anteil ermittelt. ALA war in den BIO-Kürbiskernen nur in Spuren zu finden (Tab. 14.7).

Das BIO-Kürbiskernöl verhielt sich im Fettsäurespektrum ähnlich wie die BIO-Kürbiskerne, wobei auch hier ein Unterschied im Anteil an OA und LA im ersten Versuch im Vergleich zum zweiten Versuch zu beobachten war (Tab. 14.8).

Der BIO-Sojaschrot, der im BIO-Frauenbrot sowie im BIO-Global-Vital Weckerl verwendet wurde, wies einen durchschnittlichen Fettgehalt von 23,5 % mas i.d.TM (L₆) auf, der sich vom konventionellen Sojaschrot (im Aboriginesweckerl) nicht wesentlich unterschied (0,5 % mas) (Tab. 14.9 und 14.10).

Sojaschrot enthielt einen Anteil an OA von durchschnittlichen 22,96 % mas. Der Anteil an LA schwankte im BIO-Sojaschrot zwischen 52,93 % mas und 53,47 % mas (Tab. 14.9). Im konventionellen Sojaschrot konnte ein LA-Anteil von durchschnittlich 53,63 % mas im ersten Versuch und 53,06 % mas im zweiten Versuch ermittelt werden (Tab. 14.10). Der Anteil an ALA im BIO-Sojaschrot lag durchschnittlich bei 7,35 % mas (Tab. 14.9). Im konventionellen Sojaschrot konnte ein durchschnittlicher ALA-Anteil von 7,78 % mas ermittelt werden (Tab. 14.10).

Die in den Aboriginesweckerl verwendeten Walnüsse beider Versuche hatten durchschnittlich einen Fettgehalt von 68,8 % mas i.d.TM (L_6), wobei sich der Gehalt im ersten Versuch nur geringfügig vom zweiten unterschied (Tab. 14.11).

Der OA-Anteil lag im Durchschnitt bei 18,56 % mas. Mit durchschnittlich 59,47 % mas war der LA-Anteil sehr hoch, der ALA-Anteil lag bei 12,52 % mas (Tab.14.11). Daraus ergab sich ein Verhältnis von LA zu ALA von 4,75:1. Walnüsse zeigen somit ein ernährungsphysiologisch ausgeglichenes LA-/ALA-Verhältnis.

Die Sesam-Blaumohn-Mischung, die den Aboriginesweckerl zugegeben wurde, wies im ersten Versuch einen Fettgehalt i.d.TM (L_6) von durchschnittlich 55,7 % mas i.d.TM und im zweiten 52,1 % mas auf (Tab. 14.12).

Die Mischung enthielt durchschnittlich einen Anteil von 32,78 % mas OA an den Gesamtfettsäuren. Der LA-Anteil im ersten Versuch mit 47,33 % mas war im zweiten Versuch um 7,89 % mas niedriger. Der ALA-Anteil der Mischung war eher gering und war im ersten Versuch mit 0,53 % mas um 0,02 % mas höher als im zweiten Versuch (Tab. 14.12).

Die durchschnittlichen Fettgehalte i.d.TM (L_6) der BIO-Weizenkeime mit 7,6 % mas, des BIO-Einkorns mit 1,6 % mas, sowie des BIO-Einkorn-Vollkornmehls mit 2,9 % mas hatten aufgrund ihres niedrigen Fettgehalts nur eine geringe Bedeutung für den Fettgehalt und die Fettsäurespektren der Produkte. Die Anteile an LA schwankten zwischen 48,71 % mas (BIO-Einkorn) und 60,31 % mas (BIO-Einkornvollkornmehl). Die BIO-Weizenkeime wiesen einen ALA-Anteil von durchschnittlichen 7,25 % mas auf, das BIO-Einkorn nur 4,67 % mas und im BIO-Einkorn-Vollkornmehl konnten nur 3,95 % mas ALA identifiziert werden (Tab. 14.13, 14.14, 14.15).

6.2.4 Fettgehalte und Fettsäurespektren der verschiedenen Backwaren

Die Fettgehalte (L_2) der einzelnen Brote innerhalb einer Brotsorte unterschieden sich nur geringfügig und in ihrer Mehrzahl nicht signifikant (Tab. 15-16).

Der Anteil der gesättigten Fettsäuren am Gesamtfettsäurespektrum betrug durchschnittlich bei allen Brotsorten zwischen 10 % mas und 15 % mas (Tab. 18) und bei den Gebäckstücken (Aborigines und Bio-Global) zwischen 11 % mas und 18 % mas (Tab. 19). In den Leinsamensemmeln (Lein ganz und vermahlen) belief sich der Anteil der gesättigten Fettsäuren im Durchschnitt auf ca. 12 % mas (Tab. 20).

Bei allen untersuchten Produkten war die Palmitinsäure die Hauptkomponente bei den gesättigten Fettsäuren und etwa ein Drittel entfiel auf die Stearinsäure. Myristinsäure wurde nur gelegentlich in Spuren gefunden. Arachin-, Eicosen-, Behen-, Eruca- und Lignocerinsäure waren entweder nur in sehr geringen Mengen oder überhaupt nicht zu identifizieren.

Die Backwaren unterschieden sich im Gesamtfettgehalt, vor allem aber im ALA-Anteil und im Verhältnis der ungesättigten Fettsäuren zueinander. In keiner der untersuchten Proben konnten die Bildung von Transfettsäuren festgestellt werden. Obwohl durch Matrixeinflüsse in den Samen (Davidova, 2009) und die an der Brotoberfläche naturgemäß besonders hohe Temperatur die Transfettsäurebildung besonders begünstigt wird, wurden auch in den Sonnenblumenkernen von der Oberfläche der Dachsteinbrote keine Transfettsäuren gefunden.

Bei allen untersuchten Produkten unterschieden sich die Standardabweichungen der Ergebnisse aus je einem Brot oder Gebäck (SD_{meth}) von jenen aus der Gesamtheit der Ergebnisse (SD) (Tab. 15-17).

6.2.4.1 BIO-Frauenbrot

Das BIO-Frauenbrot wies mit einem durchschnittlichen Fettgehalt (L_2) von 3,92 % mas im ersten Versuch und 3,83 % mas im Wiederholungsversuch den geringsten Fettgehalt von allen untersuchten Produkten auf (Tab. 15).

Etwa ein Fünftel des Fettgehaltes entfiel auf die OA. Der LA-Anteil lag im ersten Versuch bei durchschnittlich 44,74 % mas und im Wiederholungsversuch bei 49,06 % mas (Tab. 18). Dies entspricht 1,77 g bzw. 1,88 g LA/100 g Frischgewicht (FG) Brot (Tab. 21).

Im ersten Versuch konnte im Mittel ein ALA-Anteil an den Gesamtfettsäuren von 21,18 % mas ($\pm 0,83$ g/100 g FG Brot) identifiziert werden, im Wiederholungsversuch war der ALA-Anteil um durchschnittlich 7,17 % mas niedriger. Dies entspricht einem ALA-gehalt von 0,53 g/100 g FG Brot (Tab. 18 und 21). Das Verhältnis LA zu ALA betrug im BIO-Frauenbrot im ersten Versuch durchschnittlich 2,1:1 und im zweiten Versuch 3,5:1 und zeigte damit ein optimales Fettsäure-Verhältnis (Tab. 21).

6.2.4.2 Dachsteinbrot

Das Dachsteinbrot zeigte einen Fettgehalt (L_2) von durchschnittlich 10,44 % mas im ersten Versuch und einen um 2,28 % mas niedrigeren im Wiederholungsversuch (Tab. 15).

Der OA-Anteil lag im Durchschnitt bei 27,32 % mas im ersten und bei 25,86 % mas im zweiten Versuch. Im Dachsteinbrot wurde im Mittel ein LA-Anteil von 49,50 % mas ($\pm 5,18$ g/100 g FG, 1. Versuch) bzw. 46,38 % mas ($\pm 3,77$ g/100 g FG, 2. Versuch) ermittelt, sowie ein ALA-Anteil von 11,64 % mas ($\pm 1,21$ g/100g FG, 1. Versuch) und 16,14 % mas ($\pm 1,28$ g/100 g FG, 2. Versuch) (Tab. 18 und 21). Somit ergab sich ein Verhältnis LA zu ALA von durchschnittlich 4,3:1 im ersten und 2,9:1 im zweiten Versuch und lag damit im empfohlenen Bereich (Tab. 21).

6.2.4.3 BIO-Adams Brot

Der Fettgehalt (L_2) im BIO-Adams Brot lag bei durchschnittlich 6,54 % mas im ersten Versuch und bei 8,77 % mas im Wiederholungsversuch (Tab. 15).

Etwa ein Viertel des Fettgehaltes entfiel auf die OA. Es konnten im Durchschnitt LA-Anteile von 47,12 % mas und 46,92 % mas ermittelt werden, was einem absoluten Gehalt von 3,8 g/100 g bzw. 4,12 g/100 g FG Brot entspricht. Der ALA-Anteil belief sich auf durchschnittlich 9,82 % mas ($\pm 0,64$ g/100 g FG) im ersten und 11,22 % mas ($\pm 0,98$ g/100 g FG) im zweiten Versuch (Tab. 18 und 21). Daraus ergab sich das Verhältnis LA zu ALA von durchschnittlich 4,8:1 bzw. 4,2:1 (Tab. 21).

6.2.4.4 BIO-Global-Vital-Weckerl

Die BIO-Global-Vital-Weckerl wiesen im Durchschnitt einen Fettgehalt (L_2) von 9,39 % mas im ersten und 10,40 % mas im zweiten Versuch auf (Tab. 16).

Der Anteil an OA war mit durchschnittlich 30,98 % mas und 31,55 % mas der höchste von allen untersuchten Produkten. Mit durchschnittlich 42,25 % mas bzw. 43,01 % mas LA-Anteil und 8,27 % mas bzw. 8,48 % mas ALA-Anteil wiesen die BIO-Global-Vital-Weckerl die niedrigsten ALA-Anteile auf (Tab. 19). Umgerechnet auf g/100 g FG Gebäck, liegt der LA-Gehalt mit durchschnittlich 3,96 g/100 g bzw. 4,47 g/100 g FG Gebäck und der ALA-Gehalt mit 0,77 g/100 g bzw. 0,88 g/100 g FG Gebäck im Vergleich zu den anderen untersuchten Produkten im mittleren Bereich (Tab. 21). Das Verhältnis LA/ALA belief sich bei beiden Versuchen im Durchschnitt auf 5,1:1 (Tab. 21).

6.2.4.5 Aboriginesweckerl

Mit einem Fettgehalt (L_2) von durchschnittlich 13,14 % mas im ersten Versuch und 13,01 % mas Wiederholungsversuch wiesen die Aboriginesweckerl den höchsten Fettgehalt von allen untersuchten Produkten auf (Tab. 16).

Der OA-Anteil lag im Mittel bei 23,38 % mas bzw. 24,24 % mas. Im Durchschnitt hatten sie den höchsten Anteil an LA mit 53,43 % mas bzw. 51,87 % mas (Tab. 19). Dies entspricht im Durchschnitt 7,02 g bzw. 6,65 g LA/100 g FG Gebäck (Tab. 21). Der ALA-Anteil belief sich auf durchschnittlich 11,53 % mas bzw. 11,79 % mas, was in beiden Versuchen 1,52 g/100 g FG Gebäck entspricht (Tab. 19 und 21). Der hohe Gehalt an ALA ermöglicht bereits mit der Aufnahme von 65,8 g Gebäck den täglichen Bedarf an ALA von etwa 1 g zu decken. Das Verhältnis LA/ALA betrug 4,6:1 im ersten Versuch und 4,4:1 im zweiten Versuch und lag somit im empfohlenen Bereich (Tab. 21).

6.2.4.6 Leinsamensemmeln (AGES)

Die Leinsamensemmeln mit ganzen Leinsamen wiesen durchschnittlich einen Fettgehalt (L₂) von 4,68 % mas im ersten Versuch und 4,49 % mas im Wiederholungsversuch auf. In den Leinsamensemmeln mit Leinsamenschrot konnte durchschnittlich nur ein Fettgehalt von 3,50 % mas im ersten und 3,62 % mas im zweiten Versuch ermittelt werden (Tab. 17). Dies kann damit zusammenhängen, dass bei der Zubereitung des Teiges nicht alle vermahlene Leinsamenstücke überführt werden konnten und beim Backen ein Teil des Fettes der Leinsamen aus dem Gebäck auf das Backpapier geronnen ist.

Der Anteil der OA an den Gesamtfettsäuren belief sich in den Versuchen mit ganzen Leinsamen auf durchschnittlich 19,66 % mas bzw. 23,14 % mas. In den Versuchen mit Leinsamenschrot konnte ein OA-Anteil von durchschnittlich 21,71 % mas bzw. 27,08 % mas ermittelt werden (Tab. 20).

Es konnten im ersten Versuch mit ganzen Leinsamen im Mittel 16,18 % mas und im zweiten Versuch 16,52 % mas LA identifiziert werden. In den Semmeln mit Leinsamenschrot konnte ein LA-Anteil von durchschnittlich 17,69 % mas bzw. 18,99 % mas ermittelt werden. In den Leinsamensemmeln mit ganzen Leinsamen war der ALA-Anteil im ersten Versuch 52,67 % mas und 48,70 % mas im zweiten Versuch. Der ALA-Anteil in den Leinsamensemmeln mit vermahlene Leinsamen lag im ersten Versuch bei 48,77 % mas und bei 42,05 % mas im zweiten Versuch (Tab. 20). Es zeigte sich somit im Durchschnitt ein höherer ALA-Anteil in den Leinsamensemmeln mit ganzen Leinsamen, als in denen mit Leinsamenschrot.

6.2.4.7 Absolute und relative Wiederfindungsrate

Die absoluten Wiederfindungsraten (W_{1k}) (Tab. 22) sind vor allem durch die Zufälligkeiten der technologisch bedingten Streuungen bei der Herstellung der Backwaren beeinflusst. Die Werte für die Wiederfindung von Gesamtfett schwanken zwischen 0,69 und 1,23. D.h. es wurden 69 bis 123 % der theoretisch mit den Rohstoffen eingesetzten Fettmenge wieder gefunden. Die Streuung der Wiederfindungsrate bei den Gesamtfetten spiegelt sich auch – mit geringfügigen Veränderungen durch die Streuungen der Fettsäurespektren in den verschiedenen Produktionschargen in den absoluten Wiederfindungsraten der einzelnen Fettsäuren wieder. So sind etwa durchwegs niedrige Werte bei Adambrot (Tab. 22.5 und 22.6) und hohe Werte bei Frauenbrot (Tab. 22.1 und 22.2) zu beobachten, wobei die schwer interpretierbare Tatsache auffällt, dass die Höhe der absoluten Wiederfindungsrate offenbar produktspezifisch ist. Die technologisch bedingten Abweichungen der wiedergefundenen Menge an Gesamtfett bzw. an einzelnen FS-Estern sind offenbar nicht rein zufällig, sondern prozessbedingt. Einen Hinweis auf diese Zusammenhänge liefern die Ergebnisse der AGES-Semmelbackversuche (Kap. 6.2.4.6). Hier wird deutlich, dass durch Vermahlung der Leinsamen technologische Verluste an Gesamtfett – wie etwa vermutet durch Ausölen während des Backvorganges – verursacht werden. Ähnliche Einflüsse können auch für im technischen Maßstab ablaufende Prozesse angenommen werden.

Für die Beurteilung der Einflüsse von Backverfahren auf die Fettmenge und Fettqualität der Produkte ist aber nicht nur die absolute Wiederfindungsrate von Bedeutung. Viel mehr geht es um Veränderungen der Mengenverhältnisse zwischen den einzelnen Fettsäuren. Diese Abläufe sind wesentlich besser an Hand der relativen – d.h. der um die Wiederfindung der Gesamtfette korrigierten – Wiederfindungsrate (W_{3k}) der einzelnen FS-Ester zu erkennen (Tab. 23). Hier wird vor allem deutlich, dass bei Kleingebäcken (Bio-Global, Aborigines und AGES-Leinsamensemmeln) kein Abbau von ALA und LA stattgefunden hat (Tab. 23.7-23.11). Die relativen Wiederfindungsraten dieser beiden mehrfach ungesättigten Fettsäuren liegen bei allen genannten Gebäcksorten bei 1,0 und darüber ebenso wie jene aller anderen in nennenswerten Mengen auftretenden Fettsäuren.

Bei den Broten hingegen wurden deutliche Unterschreitungen der relativen Wiederfindungsrate 1,0 gefunden. Etwa bei Adamsbrot war in beiden Versuchen eine Wiederfindung der ALA von 0,54 bzw 0,59 feststellbar (Tab. 23.5, 23.6). D.h. unabhängig von Einflüssen auf die Gesamtfettmenge wurde der Anteil der ALA am Gesamtfettsäurespektrum auf etwas mehr als die Hälfte reduziert. Bei Frauenbrot und Dachsteinbrot trat dieser Effekt nur bei jeweils einem der Parallelversuche zu Tage, jedoch kann bei Anwendung des χ^2 -Testes mit einer Wahrscheinlichkeit von $P > 0,9$ davon ausgegangen werden, dass auf Grund der längeren Temperaturbelastung in Broten ein stärkerer Abbau der ALA stattfindet als in den Kleingebäcken.

Bei den Minorkomponenten Myristin-, Arachin-, Eicosen-, Behen-, Eruca- und Lignocerinsäure, sowie bei undefinierten Fettsäurepeaks treten oft weit von 1 abweichende Werte für die relative Wiederfindungsrate auf. Dies wird vor allem durch die geringe, bereits an der Nachweisgrenze liegende Menge und die damit verbundene Analysenstreuung dieser Substanzen verursacht. Diesen Ergebnissen kommt daher keine Bedeutung zu.

6.3 Ergebnisse Fisch

6.3.1 Trocknung der Fische

Nach Kap. 5.3.3 wurde das zur Trocknung der Fische eingesetzte Verfahren validiert. Dabei wurden ab einer weiteren Abnahme des durch Abdampfung des Wassers festgestellten Trockenmasseanteils um weniger als 2 % bei Verlängerung der Trocknungsdauer um 1 h die Fischproben als ausreichend getrocknet betrachtet. Angesichts der in weiterer Folge beschriebenen hohen Standardabweichungen zwischen den Parallelproben aus den Filetstücken scheint diese Festlegung ausreichend zu sein.

Karpfen

Die Trockenmasse des frischen Karpfens (TM_2) betrug nach 3 h im Mittel 62,37 %, welche sich nur um 0,96 % ($\pm 0,09$ g) von der nach 4 h unterschied. Der Unterschied der Trockenmassen nach 5 h und 6 h des gebratenen Karpfens (TM_3) unterschied sich um durchschnittlich 0,78 % ($\pm 0,16$ g) (Tab. 9). Aufgrund dieser Ergebnisse, wurden beim Wiederholungsversuch der Karpfen im frischen Zustand 3 h und im gebratenen 5 h getrocknet. Die Standardabweichungen SD zeigen, dass bereits innerhalb der einzelnen Filets große Inhomogenitäten hinsichtlich des Feuchtegehaltes vorhanden sind. Die aus den Ergebnissen aller Filets berechneten Standardabweichungen SD_{gesamt} bewegen sich in der gleichen Größenordnung wie jene aus den Teilproben der Filets. Die Trockenmasse der Filets dürfte somit nicht nur eine individuelle Eigenschaft des untersuchten Fisches sein, sondern auch durch die Anatomie innerhalb eines Individuums stark beeinflusst werden.

Tab. 9: Trocknungszeiten Karpfen

	frischer Karpfen					gebratener Karpfen				
	EW ₄	nach 5 h		nach 6 h		EW ₅	nach 3 h		nach 4 h	
Filet	Probe [g]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	Probe [g]	TM ₃ [%]	Probe [g]	TM ₃ [%]
1	25,93	7,87	30,33	7,51	28,97	8,34	6,18	74,09	6,13	73,58
	26,26	7,43	28,3	7,05	26,86	15,24	8,94	58,66	8,61	56,48
	16,89	4,46	26,43	4,37	25,90	6,31	4,01	63,58	3,97	62,88
MW			28,35		27,24			65,44		64,31
SD			1,95		1,57			7,88		8,64
2	18,77	5,94	31,64	5,82	31,02	8,22	5,25	63,83	5,16	62,75
	19,86	5,31	26,72	5,17	26,04	5,46	3,64	66,64	3,61	66,11
	21,84	6,56	30,03	6,37	29,17	11,14	6,08	54,58	5,98	53,66
MW			29,46		28,74			61,68		60,84
SD			2,51		2,52			6,31		6,44
3	16,64	4,71	28,3	4,55	27,35	5,75	3,7	64,4	3,66	63,73
	17,73	4,84	27,31	4,75	26,78	7,61	4,21	55,25	4,13	54,28
	18,09	5,09	28,15	4,97	27,5	6,15	3,8	61,84	3,76	61,25
MW			27,92		27,21			60,50		59,75
SD			0,53		0,38			4,72		4,90
4	21,31	5,66	26,55	5,49	25,77	5,87	3,98	67,74	3,94	67,01
	14,75	3,76	25,49	3,69	25,02	6,99	4,52	64,6	4,45	63,6
	15,08	3,78	25,05	3,71	24,61	11,46	6,1	53,25	5,91	51,63
MW			25,70		25,13			61,86		60,75
SD			0,77		0,59			7,62		8,08
MW_{gesamt}			27,86		27,08			62,37		61,41
SD_{gesamt}			2,01		1,87			6,07		6,37

Makrele

Der Unterschied der Trockenmassen der frischen Makrele (TM₂) nach 3 h und 4 h lag bei durchschnittlichen 1,03 % (\pm 0,06 g). Die Trockenmassen der gebratenen Makrele (TM₃) nach 3 h und 4 h unterschieden sich im Mittel um 1,57 % (\pm 0,06 g) (Tab. 10). Aufgrund dieser Ergebnisse wurden die frische sowie die gebratene Makrele in den weiteren Versuchen 3 h getrocknet. Die Ergebnisse für den Trockenmasseanteil wiesen vor allem bei den gebratenen Makrelen eine sehr hohe Standardabweichung auf. Ebenso wie beim Karpfen war diese hohe Streuung der Werte nicht nur zwischen den verschiedenen Filets sondern auch zwischen den Proben jedes einzelnen Filets zu finden. Besonders hoch waren die Standardabweichungen bei den gebratenen Makrelen.

Tab. 10: Trocknungszeiten Makrele

Filet	frische Makrele					gebratene Makrele				
	EW ₄		nach 3 h		nach 4 h	EW ₅		nach 3 h		nach 4 h
	Probe [g]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	Probe [g]	TM ₃ [%]	Probe [g]	TM ₃ [%]
1	7,61	2,05	26,94	2,00	26,24	1,68	1,27	75,58	1,26	75,02
	7,02	2,03	28,88	1,95	27,74	4,34	2,11	48,6	2,04	46,9
	5,95	1,49	24,99	1,49	24,96	4,19	1,94	46,39	1,91	45,54
MW			26,94		26,31			56,86		55,82
SD			1,95		1,39			16,25		16,64
2	8,05	2,10	26,11	2,08	25,89	3,52	1,66	47,12	1,63	46,36
	7,69	1,89	24,55	1,87	24,3	4,72	2,04	43,13	1,99	42,11
	3,54	0,79	22,27	0,79	22,23	3,71	1,81	48,69	1,78	47,89
MW			24,31		24,14			46,31		45,45
SD			1,93		1,84			2,87		2,99
3	3,54	0,87	24,58	0,86	24,34	3,74	2,47	65,96	2,10	56,31
	8,63	2,4	27,79	2,39	27,68	3,36	1,81	53,82	1,78	53,13
	6,94	2,21	31,78	2,13	30,69	3,91	2,07	52,99	2,04	52,26
MW			28,05		27,57			57,59		53,90
SD			3,61		3,18			7,26		2,13
4	7,51	1,97	26,29	1,81	24,07	3,86	1,89	48,94	1,87	48,49
	7,06	2,27	32,23	2,15	30,50	2,41	1,97	81,65	1,95	80,65
	3,65	0,90	24,59	0,73	20,01	3,76	2,03	54,01	2,01	53,37
MW			27,70		24,86			61,53		60,84
SD			4,01		5,29			17,61		17,33
Mw_{gesamt}			26,75		25,72			55,57		54,00
SD_{gesamt}			3,00		3,13			12,25		11,87

Seelachs

Der gefrorene Seelachs erlangte nach 6 h nahezu Gewichtskonstanz, da sich die Trockenmasse (TM₂) nach 6 h von der nach 7 h nur um 1,57 % (\pm 0,25 g) unterschied. Die Trockenmasse des gebratenen Seelachs (TM₃) betrug nach 4 h 37,02 % und unterschied sich von der nach 5 h um 0,47 % (\pm 0,05 g) (Tab. 11). Somit wurde der gebratene Seelachs in den weiteren Versuchen 4 h getrocknet und der gefrorene 6 h. Sowohl der frische als auch der gebratene Seelachs waren von deutlich höherer Homogenität als Karpfen und Makrele, wie aus den Standardabweichungen der Ergebnisse aus jeweils einem Filetstück als auch aus allen Filetstücken ersichtlich ist. Die Ursache hierfür ist mit großer Wahrscheinlichkeit in der Tatsache zu sehen, dass Karpfen und Makrele als Frischfische untersucht wurden, während es sich bei Seelachs um ein industrielles Tiefkühlprodukt gehandelt hat.

Tab. 11: Trocknungszeiten Seelachs

	gefrorener Seelachs					gebratener Seelachs					
	EW ₄		nach 6 h		nach 7 h		EW ₅		nach 4 h		nach 5 h
Pkg	Probe [g]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	Probe [g]	TM ₃ [%]	Probe [g]	TM ₃ [%]	
1	16,77	3,48	20,77	3,38	20,17	10,78	3,55	32,94	3,51	32,5	
	14,72	2,99	20,33	2,93	19,88	10,01	3,60	35,99	3,53	35,3	
MW			20,55		20,03			34,47		33,90	
SD			0,31		0,21			2,16		1,98	
2	17,56	3,68	20,94	3,61	20,54	10,74	4,20	39,11	4,15	38,6	
	17,47	3,69	21,15	3,61	20,64	10,36	3,52	34,01	3,48	33,59	
MW			21,05		20,59			36,56		36,10	
SD			0,15		0,07			3,61		3,54	
3	16,7	4,55	27,26	3,45	20,69	10,74	3,92	36,49	3,88	36,10	
	15,47	3,19	20,59	3,09	20,00	9,38	4,09	43,59	4,05	43,20	
MW			23,93		20,35			40,04		39,65	
SD			4,72		0,49			5,02		5,02	
MW_{gesamt}			21,84		20,32			37,02		36,55	
SD_{gesamt}			2,67		0,35			3,86		3,88	

Fischstäbchen

Nach einer Trocknungszeit von 7 h betrug die Trockenmasse (TM₂) der gefrorenen Fischstäbchen im Durchschnitt 40,27 % und unterschied sich von der nach 8 h um 1,47 % ($\pm 0,26$ g) (Tab. 12). Aus den Standardabweichungen der Ergebnisse ist ersichtlich, dass die Fischstäbchen so wie der Seelachs eine deutlich höhere Homogenität aufweisen als Karpfen und Makrele. Auch hier dürfte die Ursache die Tatsache sein, dass es sich um ein industrielles Tiefkühlprodukt handelte.

Tab. 12: Trocknungszeiten Fischstäbchen

	gefrorene Fischstäbchen				
	EW ₄	nach 7 h		nach 8 h	
Stück	Probe [g]	Probe [g]	TM ₂ [%]	Probe [g]	TM ₂ [%]
1	13,57	5,40	39,78	5,14	37,91
	15,75	6,17	39,14	6,01	38,13
MW			39,46		38,02
SD			0,45		0,16
2	14,47	5,95	41,12	5,66	39,16
	16,75	6,71	40,04	6,41	38,26
MW			40,58		38,71
SD			0,76		0,63
3	12,18	5,01	41,16	4,78	39,26
	18,18	7,20	39,63	6,85	37,70
MW			40,39		38,48
SD			1,08		1,10
4	13,34	5,38	40,29	5,13	38,48
	15,27	6,27	41,08	6,05	39,64
MW			40,68		39,06
SD			0,56		0,82
5	16,02	6,57	41,02	6,26	39,07
	14,42	5,83	40,43	5,56	38,55
MW			40,72		38,81
SD			0,41		0,37
6	12,74	5,18	40,63	4,94	38,78
	19,02	7,41	38,97	7,12	37,44
MW			39,80		38,11
SD			1,17		0,95
MW_{gesamt}			40,27		38,53
SD_{gesamt}			0,77		0,68

6.3.2 Extraktionsdauer bei Fischen

Zur Ermittlung der Extraktionsdauer wurden Karpfen, Makrele, sowie Seelachs den Extraktionsschritten gemäß Kap. 4.2.5 unterzogen. Der Karpfen zeigte nach 144 Extraktionszyklen im Durchschnitt einen um 3,57 % höheren Fettgehalt (L_{12}) in der Trockenmasse (i.d.TM) als nach 72 Extraktionszyklen (Tab. 13). Der Fettgehalt i.d.TM bei der Makrele war im Mittel um 1,54 % nach 72 Extraktionszyklen höher als nach 144. Der Seelachs zeigte nach 144 Extraktionszyklen durchschnittlich einen um 0,12 % höheren Fettgehalt in der TM, wobei auch hier wie beim Karpfen einige Stichproben nach kürzerer Extraktionsdauer einen höheren Fettgehalt in der TM aufwiesen. Durch T-Test (ungepaart) konnte jedoch mit $P=0,226$ bei Karpfen, $P=0,239$ bei Makrele und $P=0,733$ bei Seelachs gezeigt werden, dass die Differenzen der Ergebnisse nach 72 und nach 144 Extraktionszyklen mit großer Wahrscheinlichkeit nur zufällig sind. Aufgrund der Stichprobenstreuung und der Tatsache, dass auf die langkettigen Fettsäuren Rücksicht genommen wurde, wurden alle weiteren Versuche mit Fischen der kürzeren Extraktionszeit unterzogen. Die Fischstäbchen dienten vor allem dem Aufbau der Extraktions- und GC-Methode und wurden daher nur einer Extraktion mit 144 Extraktionsschritten unterzogen. Die Ergebnisse wurden dennoch erfasst und in die Diskussion mit einbezogen, vor allem um Hinweise über die Aufteilung der Fettkomponenten in Fisch und Panier zu erhalten (Tab. 34) (Kap. 6.3.6).

Tab. 13: Unterschied zwischen 72 und 144 Extraktionszyklen bei Fischen

Karpfen			Makrele		
	Fett in der TM ₂ (L ₁₂) [%]			Fett in der TM ₂ (L ₁₂) [%]	
Filet	nach 72 Extraktionszyklen	nach 144 Extraktionszyklen	Filet	nach 72 Extraktionszyklen	nach 144 Extraktionszyklen
1	28,13	29,12	1	7,90	10,56
	22,55	22,14		10,68	7,32
	25,55	26,92		8,16	5,88
2	36,21	41,32	2	11,84	5,47
	28,02	40,07		7,17	5,57
	28,92	20,88		8,14	11,51
3	26,13	29,02	3	17,06	9,76
	29,74	31,22		14,09	10,34
	26,67	32,57		12,11	15,78
4	33,71	28,35	4	18,69	12,17
	29,30	32,45		13,00	12,07
	30,85	54,61		15,71	16,02
MW	28,82	32,39	MW	12,05	10,20
<i>SD</i>	3,65	9,24	<i>SD</i>	3,83	3,63
Seelachs					
	Fett in der TM ₂ (L ₁₂) [%]				
Pkg	nach 72 Extraktionszyklen	nach 144 Extraktionszyklen			
1	1,87	1,77			
	1,71	3,26			
2	2,65	2,01			
	1,75	2,22			
3	2,77	1,85			
	2,72	3,07			
MW	2,24	2,36			
<i>SD</i>	0,52	0,64			

6.3.3 Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Karpfen-Bratversuche

Im ersten Versuch lag der Fettgehalt im frischen Karpfen (L₁₄) durchschnittlich bei 7,47 g/100 g Frischgewicht (FG) Fisch und bei 2,11 g/100 g FG Fisch im Wiederholungsversuch (Tab. 24 und 25). Dies zeigt, dass sehr große Unterschiede im Fettgehalt zwischen frischen Karpfen bestehen können. Der Fettgehalt beim gebratenen Karpfen (L₁₅) war im ersten Versuch durchschnittlich um das 3-fache höher als im frischen Karpfen und beim Wiederholungsversuch um das fast 6-fache. Auch die Fettaufnahme während des Bratvorganges scheint somit einer erheblichen durch die individuellen Eigenschaften des gebratenen Fisches bedingten Variabilität zu unterliegen.

Der EPA-Gehalt im ersten Versuch lag bei durchschnittlich 0,07 g/100 g FG im frischen (L₁₆) und bei 0,09 g/100 g FG im gebratenen (L₁₇) Karpfen (Tab. 24). Der Gehalt an DHA betrug durchschnittlich im frischen Karpfen 0,06 g/100 g FG und im gebratenen Karpfen 0,08 g/100 g FG. Im Rapsöl konnte nach dem Bratvorgang weder EPA, noch DHA identifiziert werden (Tab. 24 und 26).

Im Wiederholungsversuch betrug der EPA-Gehalt im Mittel 0,13 g/100 g FG im frischen Karpfen und 0,18 g/100 g FG im gebratenen Karpfen (Tab. 25). Nach dem Bratvorgang wurden im Rapsöl 0,06 g EPA/100 g (L₂₄) identifiziert (Tab. 27), was unter Berücksichtigung der Menge an eingesetztem Rapsöl durchschnittlich einem Übergang von 0,08 g EPA aus den im Versuch eingesetzten Fisch in das Öl entsprach.

Der DHA-Gehalt lag beim Wiederholungsversuch im frischen Fisch (L₁₆) bei durchschnittlichen 0,07 g/100 g FG und im gebratenen Fisch (L₁₇) bei 0,09 g/100 g FG (Tab. 25). Im Rapsöl konnte nach dem Bratvorgang keine DHA identifiziert werden (Tab. 27). Das könnte durch die an sich schon sehr geringen Gehalte im Fisch verursacht sein.

Dem auf Grund der starken Streuungen der Werte aus den Versuchswiederholungen kaum merkbar Anstieg der Konzentrationen an langkettigen höher ungesättigten Fettsäuren im Fisch während des Bratvorganges steht eine deutliche Zunahme des Trockenmasseanteils, d.h. ein nennenswerter Wasser- und damit Gewichtsverlust gegenüber. Daraus resultierend muss mit einem erheblichen, durch die thermischen Bedingungen des Bratvorganges bedingten Verlust an EPA und DHA gerechnet werden. Eine genaue Bilanz dieser Vorgänge aus den vorliegenden Zahlen ist problematisch, da die Stoffmengen im Frischprodukt

naturgemäß in anderen Stichproben zu ermitteln waren als jene im Endprodukt und wie bereits mehrfach berichtet die materialbedingten Streuungen sehr hoch sind.

Die durch den Bratvorgang von den Fischen ins Öl übergegangenen Mengen an EPA und DHA sind im Vergleich zu den in den Fischen ursprünglich enthaltenen Mengen äußerst gering oder überhaupt nicht identifizierbar (0,06 % EPA; 0,00 % DHA) und sind somit kaum für die Minderung des ernährungsphysiologischen Wertes von Bedeutung.

Die Standardabweichungen der Ergebnisse aus je einem Filet (SD_{meth}) unterschieden sich im ersten Versuch und im Wiederholungsversuch nur unwesentlich von jenen aus der Gesamtheit der Ergebnisse (SD). Ein Qualitätsunterschied zwischen den Filets des ersten Versuches und jenen des zweiten Versuches tritt deutlich zu Tage (Tab. 24, 25).

6.3.4 Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Makrelen-Bratversuche

Der Fettgehalt in der frischen Makrele (L_{14}) lag im ersten Versuch im Durchschnitt bei 6,30 g/100 g Frischgewicht (FG) Fisch und bei 0,94 g/100 g FG Fisch im Wiederholungsversuch (Tab. 28 und 29). Dieses Ergebnis zeigt, dass sich die Fettgehalte zwischen den Fischen sehr unterscheiden können. Beim ersten Versuch zeigte sich bei der gebratenen Makrele ein um 2,5-fach erhöhter Fettgehalt (L_{15}), im Wiederholungsversuch war der Fettgehalt um das ca. 17-fache höher (Tab. 28 und 29). Es scheint hier derselbe Effekt wie beim Karpfen aufzutreten, nämlich, dass, je niedriger der Fettgehalt im Fisch vor dem Braten ist, desto höher ist der Fettgehalt im Fisch nach dem Bratvorgang.

Im ersten Versuch konnte je ein EPA-Gehalt (L_{16} , L_{17}) von durchschnittlich 0,28 g/100 g FG sowohl im frischen als auch im gebratenen Fisch ermittelt werden (Tab. 28). Der Wert übertraf den bei Karpfen (Süßwasserfisch) festgestellten somit um das 3,5-fache. Der Gehalt an DHA erreichte ebenfalls ein Vielfaches des bei Karpfen festgestellten Wertes und lag bei durchschnittlichen 0,49 g/100 g frischer Makrele und bei 0,52 g/100 g gebratener Makrele (Tab. 28). Dies bedeutet überdies, dass ähnlich wie beim Karpfen durch den Wasserverlust beim Braten und dem damit verbundenen Masseverlust der Probe, zwar ein scheinbares Gleichbleiben der Konzentration an längerkettigen höher ungesättigten Fettsäuren vorgetäuscht wird, aber tatsächlich ein empfindlicher Verlust an diesen Substanzen eintritt. Der EPA-Gehalt des gebrauchten Rapsöles ($L_{24'}$) lag im ersten Versuch bei durchschnittlich

0,14 g/100 g und der DHA-Gehalt bei durchschnittlich 0,20 g/100 g, wodurch evident ist, dass bei genügend hohem Gehalt an diesen Komponenten im Fisch ein Übergang vom Fisch in das Öl festgestellt werden kann (Tab. 30). Die Werte zeigen, dass unter Berücksichtigung der Menge an eingesetztem Rapsöl etwa ein Zehntel der längerkettigen, höher ungesättigten Fettsäuren durch den Bratvorgang in das Rapsöl übergegangen waren.

Im Wiederholungsversuch wurden deutlich niedrigere Werte für EPA und DHA gefunden, wodurch zum wiederholten Male die hohe Streuung der Qualität frischer Meeresfische deutlich wird. In der frischen Makrele wurden 0,04 g EPA und 0,21 g DHA/100 g FG Fisch (L_{16}) gefunden. In der gebratenen Makrele wurden 0,05 g EPA und 0,19 g DHA/100 g FG Fisch (L_{17}) gefunden (Tab. 29). Der Abbau der beiden ernährungsphysiologisch wertvollen Fettsäuren wurde somit auch hier bestätigt. Bei diesem Versuch konnten im verwendeten Rapsöl weder EPA noch DHA identifiziert werden (Tab. 31). Dies ist offenbar auf den insgesamt wesentlich geringeren Fettgehalt der Fische im Wiederholungsversuch zurückzuführen.

Die Standardabweichungen der Ergebnisse aus je einem Filet (SD_{meth}) unterschieden sich im ersten Versuch nur unwesentlich von jenen aus der Gesamtheit der Ergebnisse (SD). Im zweiten Versuch waren offenbar größere Unterschiede zwischen den Filetstücken zu beobachten. Ein Qualitätsunterschied zwischen den Filets des ersten Versuches und jenen des zweiten Versuches tritt deutlich zu Tage (Tab. 28 und 29).

6.3.5 Schätzung der Fett- und Fettsäurebilanz der Seelachs-Bratversuche

Aufgrund der zu geringen eingesetzten Probemenge im ersten Versuchsdurchlauf konnten keine Ergebnisse erzielt werden. Die Probemenge wurde im Wiederholungsversuch verdoppelt und der Fettgehalt (L_{14}) betrug im Durchschnitt 0,47 g/100 g im gefrorenen Seelachs (Tab. 32). Im gebratenen Seelachs wurde ein um das 15-fache erhöhter Fettgehalt (L_{15}) ermittelt. Der Gehalt an EPA im gefrorenen Seelachs betrug 0,05 g/100 g FG Fisch und der an DHA 0,16 g/100 g FG Fisch (L_{16}). Im gebratenen Seelachs konnten 0,03 g EPA/100 g FG Fisch und 0,12 g DHA/100 g FG Fisch (L_{17}) ermittelt werden (Tab. 32). In dem nach dem Bratvorgang untersuchten Rapsöl konnten EPA und DHA nicht identifiziert werden (Tab. 33).

Die Standardabweichungen der Ergebnisse aus je einer Packung (SD_{meth}) unterschieden sich im ersten Versuch sowie im Wiederholungsversuch nur unwesentlich von jenen aus der Gesamtheit der Ergebnisse (SD) (Tab. 32). Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die hohe Gleichmäßigkeit der Qualität industriell hergestellter Ware.

6.3.6 Fett- und Fettsäuregehalt der Fischstäbchen (ungebraten)

Da die Fischstäbchen nach dem Trocknen nicht vollständig in Panier und Fischanteil zu trennen waren, können die Ergebnisse nur eine ungefähre Tendenz angeben. Der Fettgehalt (L_{14}) in der Panier war mit durchschnittlich 4,65 g um das 3-fache höher als im Fischanteil. Etwa die Hälfte des Fettgehaltes des Fischanteiles in Fischstäbchen machte die OA aus. Im Fischanteil konnte ein LA-Anteil von durchschnittlich 0,24 g/100 g FG und ein ALA-Anteil von 0,10 g/100 g FG ermittelt werden. In der Panier war im Durchschnitt der LA-Anteil mit 0,92 g/100 g FG um 0,68 g höher als im Fischanteil. Der ALA-Anteil in der Panier belief sich im Mittel auf 0,38 g/100 g FG (Tab. 34). Der anscheinend höhere Gehalt an LA und ALA könnte damit erklärt werden, dass die panierten Fischstäbchen einige Sekunden in Speiseöl frittiert werden, damit die Panier eine trockene Kruste und mit ausreichenden Aromastoffen bildet.

Der Unterschied der Standardabweichungen der Ergebnisse aus je einem Fischstäbchen (SD_{meth}) war nur unwesentlich von jenen aus der Gesamtheit der Ergebnisse (SD). Dies weist auf die hohe Gleichmäßigkeit der Qualität industriell hergestellter Waren hin (Tab. 34).

7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Ergebnisse der Fischanalysen weisen darauf hin, dass einerseits Meereswasserfische (z.B.: Makrele) erwartungsgemäß einen höheren Anteil an EPA und DHA haben als Süßwasserfische (z.B.: Karpfen) und dass andererseits die Anteile auch innerhalb einer Fischart stark schwanken können. Industriell erzeugte Tiefkühlfische wiesen eine deutlich höhere Homogenität auf. Die Untersuchungen zeigten zwar, dass Fisch als Quelle der langkettigen höher ungesättigten Fettsäuren - EPA und DHA - unersetzlich ist, es kann jedoch nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass jeder Fisch ausreichende Mengen an diesen Substanzen enthält. Vielmehr konnte bereits aus den wenigen in dieser Arbeit untersuchten Stichproben ersehen werden, dass neben der Art des Fisches auch dessen Qualität von Bedeutung ist, ob und in welchem Ausmaß die genannten Fettsäuren vorhanden sind. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, steht die Konzentration von EPA und DHA unmittelbar mit der Ernährung der Fische in Zusammenhang. Darüber hinaus wird auch von Einflüssen der Fangmethoden berichtet. So führen zu lange Schleppzeit und zu volle Schleppnetze zu empfindlichen Qualitätsverlusten bei Fischen (Huss, 1988). Vor allem thermische Einflüsse – wie etwa im Rahmen von Bratvorgängen – führen zu weiteren Verlusten an längerkettigen höher ungesättigten Fettsäuren. Darüber hinaus wird das Fettsäurespektrum durch die verwendeten Bratfette beeinflusst.

Abgesehen von den Gehalten an EPA und DHA scheint Fisch im Vergleich zu pflanzlichen Quellen für Omega-3-Fettsäuren eher im weniger günstigen Bereich zu liegen, da die ALA-Gehalte durchwegs eher niedrig sind.

Demgegenüber weisen Backwaren nicht nur ein ausgewogenes, durch die Rezeptur in weiten Grenzen regulierbares Fettsäurespektrum auf, sondern sie sind auch in der Lage - trotz technologisch bedingter Schwankungen - eine weitgehend gleichmäßige Qualität hinsichtlich Fettgehalt und Fettzusammensetzung zu bieten.

Die Bilanzierungsversuche zeigten überdies, dass in Kleingebäck, vermutlich wegen der kurzen Backzeiten, kein thermischer Abbau der ALA während des Produktionsvorganges stattfindet. Da eine weitere Erhitzung von Backwaren im Haushalt nicht erforderlich ist, kann davon ausgegangen werden, dass die essentiellen Fettsäuren unverändert vom Konsumenten aufgenommen werden

können, während dies bei Fischen infolge notwendiger Brat- oder Backvorgänge nicht der Fall ist.

Die Fettsäurespektren der Brote und Gebäcke zeigten deutlich die Eignung von Backwaren als Quelle mehrfach ungesättigter Fettsäuren (LA und ALA). Die gegen Licht-, Sauerstoff- und Temperatureinfluss hochempfindliche ALA ist in den Aboriginesweckerl am höchsten vertreten, gefolgt vom Dachsteinbrot

Der Tagesbedarf an ALA wird mit 1-2 g (von Koerber, 2004a) angegeben und ist daher, je nach Brotsorte mit dem Verzehr von 66-147 g ausreichend zu decken. Daher können auch bei geringer Brennwertaufnahme essentielle Fettsäuren in ausreichendem Maße aufgenommen werden. Genauerem Aufschluss darüber, welche Menge von welcher Backware zur optimalen Versorgung an ALA zu sich genommen werden sollte, gibt die nachfolgende Abbildung 6.

Zur Aufnahme von 1 g Linolensäure benötigte Menge [g]

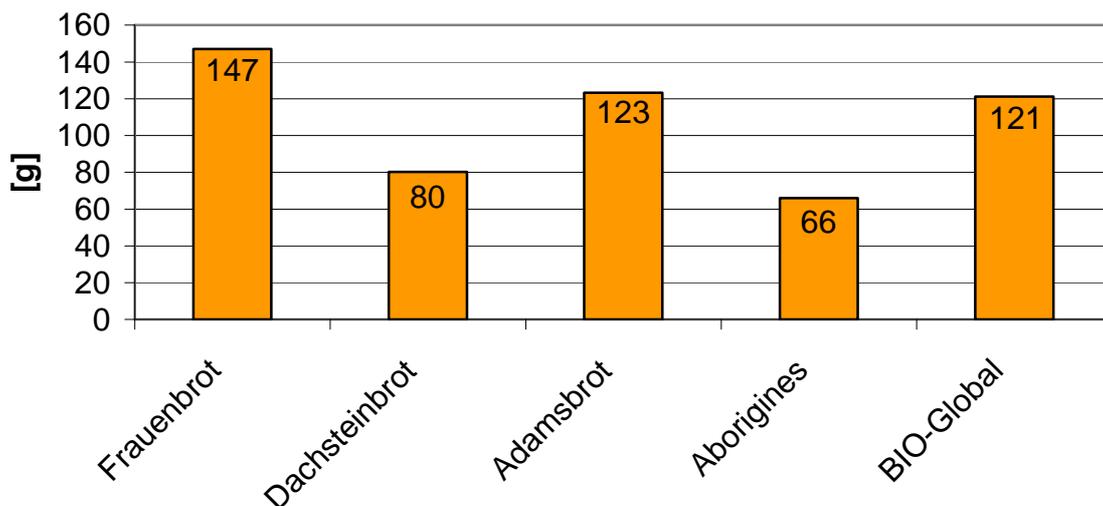


Abb. 6: Menge an Backware, die notwendig ist, um 1 g ALA aufzunehmen

Das optimale Verhältnis zwischen LA und ALA liegt laut den DACH-Empfehlungen bei $\leq 5:1$ (DACH, 2008). Alle untersuchten Produkte befanden sich im empfohlenen Bereich. Frauenbrot wies das beste Verhältnis auf, gefolgt von Dachsteinbrot. Das BIO-Adams Brot sowie die Aboriginesweckerl zeigten ein etwas höheres LA/ALA-Verhältnis (Abb. 7).

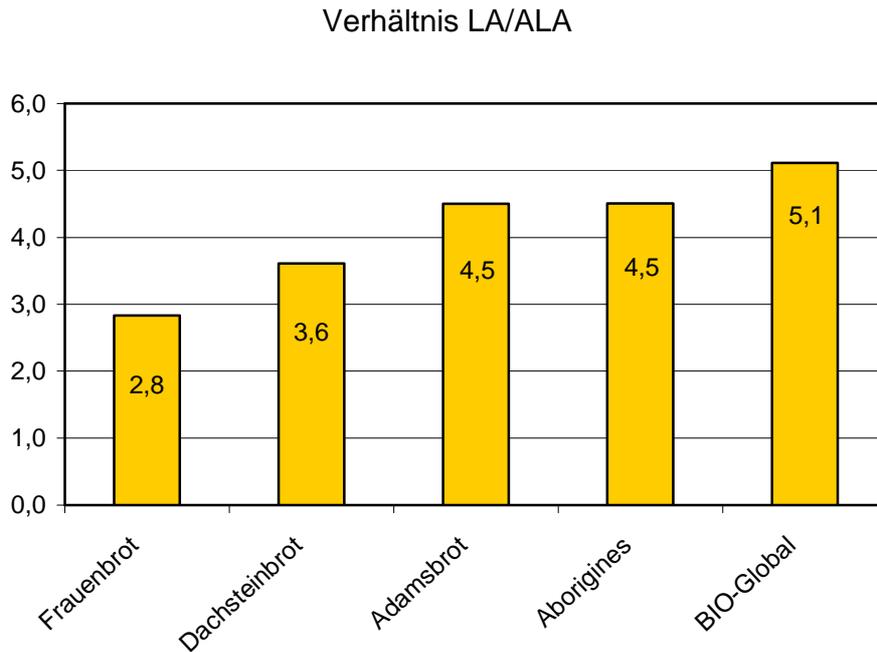


Abb. 7: Verhältnis LA/ALA in verschiedenen Backwaren

Insbesondere Frauenbrot ist daher in der Lage, die durch die derzeitigen Ernährungsgewohnheiten bedingte Verlagerung der Fettsäureaufnahme in Richtung höherer LA-Anteile in gewissem Ausmaß zu kompensieren. Zusätzlich hat das Frauenbrot den Vorteil, dass es einen geringen Fettgehalt hat und somit für Kalorien bewusste Ernährung geeignet ist. Die Eignung von Backprodukten als Quellen für essentielle Fettsäuren konnte auch im Rahmen von Backversuchen im Technikumsmaßstab demonstriert werden. So konnte in Semmeln mit Leinsamen bzw. Leinsamenschrot keine wesentliche Veränderung des aus den Rohstoffen eingebrachten Fettsäurespektrums festgestellt werden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Backwaren aufgrund des durch die Rohstoffauswahl innerhalb der natürlichen Grenzen frei wählbaren Fettsäurespektrums und durch die schonenden Bedingungen während des Backvorganges als geeignete Medien für die Verbesserung der Versorgung der Konsumenten mit essentiellen Fettsäuren angesehen werden können.

8 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel dieser Diplomarbeit war es, Backwaren auf deren Eignung als Quelle mehrfach ungesättigter Fettsäuren (LA und ALA) zu untersuchen. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die technologischen Einflüsse auf die Qualität der Samen und Öle in Backwaren gelegt.

Der Fettgehalt der untersuchten Proben wurde durch die Fettextraktion nach Soxhlet und die Fettsäurespektren durch Gaschromatographie ermittelt.

Kleingebäcke wiesen im Vergleich zu Broten, vermutlich aufgrund der kürzeren Temperaturbelastung, keinen Abbau der ALA während des Backprozesses auf und stellten somit die besseren Quellen für mehrfach ungesättigte Fettsäuren dar.

Die Entstehung von Transfettsäuren konnte in keinen der untersuchten Proben nachgewiesen werden.

Im Zuge der Arbeit wurden zusätzlich verschiedene Fischarten und -produkte (frischer Karpfen, frische Makrele, gefrorener Seelachs, Fischstäbchen) auf den Gehalt an EPA und DHA untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass Meereswasserfische im Vergleich zu Süßwasserfischen einen höheren Anteil an den langkettigen höher ungesättigten Fettsäuren aufweisen und eine unersetzliche Quelle für EPA und DHA darstellen. Jedoch verfügte nicht jeder Fisch über eine ausreichende Menge an diesen Fettsäuren und im Rahmen von Bratvorgängen kam es zu Verlusten an längerkettigen, höher ungesättigten Fettsäuren.

Die ernährungsphysiologischen Qualitäten von Backwaren mit zugesetzten Samen und Ölen, die einen hohen Gehalt an ungesättigten Fettsäuren aufweisen, verzeichnen durch Backtemperaturen nur einen minimalen bis keinen Abbau und stellen somit eine alternative Quelle für n-3-Fettsäuren dar. Zudem können Backwaren durch geeignete Rezepturen einen höheren Gehalt an n-3-Fettsäuren erzielen und dadurch einen positiven Einfluss auf das Verhältnis n-6 zu n-3-Fettsäuren in unserer Ernährung ausüben.

SUMMARY

The objective of this work was to analyze bakery products for their suitability as a source of polyunsaturated fatty acids (LA and ALA). Particular attention was paid to the technological influences on the quality of seeds and oils in bakery products.

The fat content of the samples was executed by Soxhlet extraction and the fatty acid determination by gas chromatography.

Bread rolls compared to bread, showed no degradation of the ALA during the baking process, which could be explained by shorter exposure to heat. Therefore bread rolls are the better source for poly unsaturated fatty acids.

Trans fatty acids could not be detected in any of the tested samples.

In the course of this work different fish species and products (like fresh carp and mackerel, frozen pollock, fish sticks) were also analyzed to determine the content of EPA and DHA. The results showed a higher content of these poly unsaturated fatty acids in seafish than in fresh-water fish and also that fish are an irreplaceable resource of EPA and DHA. However, not every fish has a sufficient amount of these fatty acids and during the frying process there was a loss of higher long-chain unsaturated fatty acids.

The nutritionally enhanced qualities of bakery products with added seeds and oils, which contain high levels of polyunsaturated fatty acids, are not or only marginally influenced by baking temperatures. They therefore present an alternative source for n-3-fatty acids.

Furthermore bakery products can obtain a higher level of n-3-fatty acids through appropriate recipes and therefore have a positive influence on the n-3 to n-6 fatty acids ratio in our nutrition.

9 LITERATURVERZEICHNIS

- Banning, M.: The role of omega-3-fatty acids in the prevention of cardiac events. *British Journal of Nursing*. (2005), 14 (9), 503-508.
- British Nutrition Foundation (BNF): Briefing Paper: N-3-Fatty Acids and Health. British Nutrition Foundation, London (1999).
- Bundesamt für Gesundheit (BAG): Fett in unserer Ernährung. Bern (2007)
- Burdge, G.: Alpha-linolenic acid metabolism in men and women: nutritional and biological implications. *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care*. (2004), 7 (2), 137-144.
- Burdge, G.; Jones, A.E.; Wootton, S.A.: Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids are the principal products of alpha-linolenic acid metabolism in young men. *Br. J. Nutr.* (2002), 88 (4), 355-363.
- Burdge, G.; Wootton, S.A.: Conversion of alpha-linolenic acid to eicosapentaenoic, docosapentaenoic and docosahexaenoic acids in young women. *Br. J. Nutr.* (2002), 88 (4), 411-420.
- Calder, P.C.: Polyunsaturated fatty acids and inflammation. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. (2006), 75 (3), 197-202.
- Calder, P.C.: Polyunsaturated fatty acids, inflammatory processes and inflammatory bowel diseases. *Mol. Nutr. Food Res*. (2008), 52 (8), 885-897.
- Calder, P. C.; Yaqoob, P.: Omega-3 polyunsaturated fatty acids and human health outcomes. *BioFactors* (2009), 35 (3), 266-272.
- Carus, M.; Gahle, C.; Pendarovski, C.; Vogt, D.; Ortmann, S.; Grotenhermen, F.; Breuer, T.; Schmidt, C.: Studie zur Markt- und Konkurrenzsituation bei Naturfasern und Naturfaser-Werkstoffen (Deutschland und EU). *Gülzower Fachgespräche 26*, Hrsg. Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Gülzow (2008), 234-236.
- Chandradhar-Dwivedi, C.; Natarajan, K.; Matthees, D.P.: Chemopreventive effects of dietary flaxseed oil on colon tumor development. *Nutrition and Cancer*. (2005), 51 (1), 52-58.
- Cicero, A.F.; Ertek, S.; Borghi, C.: Omega-3 polyunsaturated fatty acids: their potential role in blood pressure prevention and management. *Curr. Vasc. Pharmacol.* (2009), 7 (3), 330-337.

- Connolly, J.M.; Coleman, M.; Rose, D.P.: Effects of dietary fatty acids on DU145 human prostate cancer cell growth in athymic nude mice. *Nutrition and Cancer*. (1997), 29 (2), 114-119.
- D-A-CH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, DGE (2008).
- Dambroth, M.; Seehuber, R.: Flachs: Züchtung-Anbau-Verarbeitung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (1998), 9-39.
- Das, N.D.: Essential fatty acids: biochemistry, physiology and pathology. *Biotechnol. J.* (2006), 1 (4), 420-439.
- Davidova, S.: Ungesättigte Fettsäuren in landwirtschaftlichen Kulturpflanzen und deren Verhalten unter verschiedenen Verarbeitungsbedingungen. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, (2009).
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE): DGE-Ernährungskreis – Lebensmittelmengen. DGE-Info. (2004). Online unter: <http://www.dge.de/> (16. 09. 2009).
- Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e. V. Evidenzbasierte Leitlinie: Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Krankheiten. Bonn, (2006).
- Doerfel, K.: Beurteilung von Analyseverfahren und -ergebnissen, *Z. analyt. Chem.*, Bd. 185 (1962), 3. Der Zufallsfehler, 20-35.
- Dyall, S.C.; Michael-Titus, A.T.: Neurological benefits of omega-3 fatty acids. *NeuroMolecular Medicine* (2008), 10 (4), 219-235.
- Ebermann, R.; Elmadfa, I.: Fette, der nicht wasserlösliche Anteil der Lebensmittel. In: *Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung*. Springer-Verlag, Wien (2008), 79-114.
- Elmadfa, I.: Lipide und Fettbegleitstoffe. In: *Ernährungslehre*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, (2004), 92-103.
- Elmadfa, I.; Al-Saghir, S.; Kanzler, S.; Frisch, G.; Majchrzak, D.; Wagner, KH.: Selected quality parameters of salmon and meat when fried with or without added fat. *Int. J. Vitam. Nutr. Res.* (2006), 76 (4), 238-46.
- Elmadfa, I.; Freisling, H.; Nowak, V.; Hofstädter, D.; et al.: Ernährungssituation der österreichischen Bevölkerung. In: *Österreichischer Ernährungsbericht 2008*, 1. Auflage, Wien (2009), 1-83, 92, 137.
- Elmadfa, I.; Leitzmann, C.: Fette und Cholesterin. In: *Ernährung des Menschen*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart (2004), 115-145.

- Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA): EFSA legt Risikobewertung von Quecksilber in Fisch vor: Vorsorgliche Empfehlung für besonders gefährdete Bevölkerungsgruppen. (2004).
- Fetterman, J.W. Jr; Zdanowicz, M.M.: Therapeutic potential of n-3 polyunsaturated fatty acids in disease. *Am J Health Syst Pharm.* (2009), 66 (13), 1169-79.
- Fokkema, M.R.; Brouwer, D.A.J.; Hasperhoven, M.B.; Martini, I.A.; Muskiet, F.A.J.: Short-term supplementation of low-dose gamma -linolenic acid (GLA), alpha -linolenic acid (ALA), or GLA plus ALA does not augment LCP omega 3 status of Dutch vegans to an appreciable extent. *Prostaglandins, Leucotrienes and essential Fatty Acids.* (2000). 63 (5), 287-292.
- Fonseca-Madrugal, J.; Bell, J.G.; Tocher, D.R.: Nutritional and environmental regulation of the synthesis of highly unsaturated fatty acids and of fatty-acid oxidation in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) enterocytes and hepatocytes. *Fish Physiology and Biochemistry* (2006), 32 (4), 317-328.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Fats and oils in human nutrition. *FAO Food and Nutrition Papers*, Rom (1995).
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): The state of world fisheries and aquaculture 2006. Rom (2007), 3-62.
- Frank, D., Pat, S.: Column Selection for the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters. Application. Agilent Technologies (2005) Online unter: www.agilent.com/chem
- Freeman, M.P.; Hibbeln, J.R.; Wisner, K.L.; Davis, J.M.; Mischoulon, D., Peet, M.; Keck, P.E. Jr; Marangell, L.B.; Richardson, A.J.; Lake, J.; Stoll A.L.: Omega-3 fatty acids: evidence basis for treatment and future research in psychiatry. *J. Clin. Psychiatry* (2006), 67 (12), 1954-1967.
- Frits, A.J.M.; Fokkema, M.R.; Schaafsma, A.; Boersma E.R.; Crawford, M.A.: Is Docosahexaenoic Acid (DHA) Essential? Lessons from DHA Status Regulation, Our Ancient Diet, Epidemiology and Randomized Controlled Trials. *J. Nutr.* (2004), 134, 183-186.
- George, R.; Bhopal, R.: Fat composition of free living and farmed sea species: implications for human diet and sea-farming techniques. *British Food Journal* (1995), 97 (8), 19-22.
- Harper, C.R.; Edwards, M.J.; DeFilipis, A.P.; Jacobson, T.A.: Flaxseed oil increases the plasma concentrations of cardioprotective (n-3) fatty acids in humans. *J Nutr.* (2006), 136, 83-87.

- Hoy, S.M.; Keating, G.M.: Omega-3 ethylester concentrate: A review of its use in secondary prevention post-myocardial infarction and the treatment of hypertriglyceridaemia. *Drugs* (2009), 69 (8), 1077-1105.
- Huss, H.H.: *Fresh Fish Quality and Quality Changes* Fao Fisheries Series No 29. Hrgb.: FAO (1988).
- Jeffrey, B.G.; Weisinger, H.S.; Neuringer, M.; Mitchell, D.C.: The role of docosahexaenoic acid in retinal function. *Lipids* (2001), 36 (9), 859-871.
- Joshi, K.; Lad, S.; Kale, M.; Patwardhan, B.; Mahadik, S.P.; Patni, B.; Chaudhary, A.; Bhave, S.; Pandit, A.: Supplementation with flax oil and vitamin C improves the outcome of Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Prostaglandins Leucot. Essent. Fatty Acids.* (2006), 74 (1), 17-21.
- von Koerber, K.; Männle, T.; Leitzmann, C.: Fettmenge und Fettqualität. In: *Vollwert-Ernährung: 10. Auflage*, Haug Verlag, Stuttgart (2004a), 81-92.
- von Koerber, K.; Männle, T.; Leitzmann, C.: Fleisch, Fisch und Eier. In: *Vollwert-Ernährung: Ausgewählte physiologische Aspekte. 10. Auflage*, Haug Verlag, Stuttgart (2004b), 298-314.
- Leaf, A.: Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Cardiovasc. Med.* (2007), 8 (Suppl 1), 27-29.
- Lee, J.C.; Bhora, F.; Sun, J.; Cheng, G.; Arguiri, E.; Solomides, C.C.; Chatterjee, S.; Christofidou-Solomidou, M.: Dietary flaxseed enhances antioxidant defenses and is protective in a mouse model of lung ischemia-reperfusion injury. *Am. J. Physiol.* (2008), 294 (2), 255-265.
- Leiba, A.; Amital, H.; Gershwin, M.E.; Shoenfeld, Y.: Diet and lupus. *Lupus* (2001), 10 (3), 246-248.
- Maillard, V., Hoinard, C., Arab, K., Jourdan, M.L., Bougnoux, P., Chajès, V.: Dietary beta-carotene inhibits mammary carcinogenesis in rats depending on dietary alpha-linolenic acid content. *British Journal of Nutrition.* (2006), 96 (1), 18-21.
- McLennan, P.L.; Abeywardena, M.Y.: Membrane basis for fish oil effects on the heart: linking natural hibernators to prevention of human sudden cardiac death. *J. Membrane Biol.* (2005). 206 (2), 85-102.
- Médale, F.: Lipid content and fatty acid composition of the flesh of fish from fisheries and farming. *Cahiers de Nutrition et de Dietétique* (2009). Online unter: <http://www.scopus.com> [doi: 10.1016/j.cnd.2009.04.002].

- Mourente, G.; Bell, J.G.: Partial replacement of dietary fish oil with blends of vegetable oils (rapeseed, linseed and palm oils) in diets for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) over a long term growth study: effects on muscle and liver fatty acid composition and effectiveness of a fish oil finishing diet. *Comparative Biochemistry and Physiology. B. Biochemistry and molecular Biology* (2006), 145 (3/4), 389-399.
- Oehlenschlaeger, J.: Fische und Fischerzeugnisse. In: Taschenbuch für Lebensmittelchemiker. Hrg. Frede W., 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin (2006), 515-531.
- Oikarinen, S.I.; Pajari, A.-M.; Salminen, I.; Heinonen, S.-M.; Adlercreutz, H.; Mutanen, M.; Effects of a flaxseed mixture and plant oils rich in α -linolenic acid on the adenoma formation in multiple intestinal neoplasia (Min) mice. *Br. J. Nutr.* (2005), 94, 510–518.
- Peck, M.D.; Spalding, P.B.; Moffat, F.L.; Han-TieRan; Jy-WenChe: Dietary olive oil enhances murine lymphocyte calcium uptake. *Journal of Trauma* (2000), 49 (1), 109-114.
- Richard, N.; Mourente, G.; Kaushik, S.; Corraze, G.: Replacement of a large portion of fish oil by vegetable oils does not affect lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in European seabass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Aquaculture* (2006), 26 (3), 1177-1187.
- Rosell, M.S.; Lloyd-Wright, Z.; Appleby, P.N.; Sanders, T.A.B.; Allen, N.E.; Key, T.J.: Long-chain n–3 polyunsaturated fatty acids in plasma in British meat-eating, vegetarian, and vegan men. *American Journal of Clinical Nutrition.* (2005), 82 (2), 327-334.
- Rückemann, H.: Schnelltest zur Bestimmung des Erucasäuregehaltes und des Fettsäuremusters von Raps und Futtermitteln. *Landwirtschaftliche Forschung* 31 (1978), 78-87.
- Rustan, A.C.; Drevon, C.A.: Fatty Acids: Structures and Properties. In: *Encyclopedia of Life Sciences.* John Wiley & Sons (2005). Online unter: <http://www.els.net/> [doi: 10.1038/npg.els.0003894].
- Russo, G.L.: Dietary n-6 and n-3 polyunsaturated fatty acids: From biochemistry to clinical implications in cardiovascular prevention. *Biochem. Pharmacol.* (2009), 77 (6), 937-946.

- Saarinen, N.M.; Power K; Chen, J.; Thompson, L.U.: Flaxseed attenuates the tumor growth stimulating effect of soy protein in ovariectomized athymic mice with MCF-7 human breast cancer xenografts. *Int. J. Cancer* (2006), 119 (4), 925-931.
- SanGiovanni J.P., Chew E.Y.: The role of omega-3 long-chain polyunsaturated fatty acids in health and disease of the retina. *Prog. Retin. Eye Res.* (2005), 24(1), 87-138.
- von Schacky, C.: Omega-3 fatty acids: antiarrhythmic, proarrhythmic or both? *Curr. Opin. Clin. Nutr. Metab. Care* (2008), 11 (2), 94-99.
- Schnebelen, C.; Viau, S.; Grégoire, S.; Joffre, C.; Creuzot-Garcher, C.P.; Bron, A.M.; Bretilon L.; Acar, N.: Nutrition for the eye: Different susceptibility of the retina and the lacrimal gland to dietary omega-6 and omega-3 polyunsaturated fatty acid incorporation. *Ophthalmic Research* (2009), 41 (4), 216-224.
- Simopoulos, A.P.: The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Exp. Biol. Med.* (2008), 233 (6), 674-688.
- Singer, P.; WIRTH, M.: Omega-3 fatty acids reduce blood pressure, plasma thromboxane B2 and stress response in patients with essential hypertension. *Ernährungs-Umschau*. (2003), 50 (2), 40-44.
- Souci, Fachmann, Kraut: Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert-Tabellen. Taylor&Francis, 7. Auflage, Stuttgart (2008).
- STANDARDSARBEITSANWEISUNG SAA-26R-19-02 Gaschromatographische Fettsäurebestimmung in Ölfrüchten und Futtermitteln ISC 67.060 (2001).
- Stulnig, T.M.: Immunomodulation by polyunsaturated fatty acids: mechanisms and effects. *Int. Arch. Allergy Immunol.* (2003), 132 (4), 310-321.
- Sturgeon, S.R.; Heersink, J.L.; Volpe, S.L.; Bertone-Johnson, E.R.; Puleo, E.; Stanczyk, F.Z.; Sabelawski, S.; Wähälä, K.e ; Kurzer, M.S.; Bigelow, C.: Correspondence address Effect of dietary flaxseed on serum levels of estrogens and androgens in postmenopausal women. *Nutrition and Cancer* (2008), 60 (5), 612-618.
- Thompson, L.U.; Chen, J.M.; Li, T.; Strasser-Weippl, K.; Goss, P.E.: Correspondence address Dietary flaxseed alters tumor biological markers in postmenopausal breast cancer. *Clinical Cancer Research* (2005), 11 (10), 3828-3835.

- Wallace, F.A.; Miles, E.A.; Calder P.C.: Comparison of the effects of linseed oil and different doses of fish oil on mononuclear cell function in healthy human subjects. *Br. J. Nutr.* (2003), 89 (5), 679-689.
- Wang, L..D.; Chen, J.M.; Thompson, L.U.: The inhibitory effect of flaxseed on the growth and metastasis of estrogen receptor negative human breast cancer xenografts is attributed to both its lignan and oil components. *Int. J. Cancer.* (2005), 116 (5), 793-798.
- Williams, C.M., Burdge, G.: Long-chain n-3 PUFA: plant v. marine sources. *Proc. Nutr. Soc.* (2006), 65 (1), 42-50.
- Williams, D.; Verghese, M.; Walker, L.T.; Boateng, J.; Shackelford, L.; Chawan, C.: Flax seed oil and flax seed meal reduce the formation of aberrant crypt foci (ACF) in azoxymethane-induced colon cancer in Fisher 344 male rats. *Food Chem. Toxicol.* (2007). 45 (1), 153-159.
- Yaqoob, P.; Calder, P.C.: Fatty acids and immune function. *Br. J. Nutr.* (2007), 98 (Suppl 1), 41-45.
- Young, G.S.; Conquer, J.A.; Thomas, R.: Effect of randomized supplementation with high dose olive, flax or fish oil on serum phospholipid fatty acid levels in adults with attention deficit hyperactivity disorder. *Reprod. Nutr. Dev.* (2005), 45 (5), 549-558.

TABELLENANHANG

Tab. 14: Anteile der Gesamtfettsäuren der Backwaren-Rohstoffe [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

Tab. 14.1: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Leinsamen in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO- Frauen- brot 1	x'	42,1	0,04	5,18	3,71	18,91	15,47	55,05	0,34	0,16	0,14	0,00	0,08	0,91
	x''	41,2	0,04	5,19	3,73	18,91	15,53	55,02	0,34	0,16	0,14	0,00	0,08	0,86
	MW	41,7	0,04	5,19	3,72	18,91	15,50	55,03	0,34	0,16	0,14	0,00	0,08	0,89
	<i>SD</i>	<i>0,6</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>
BIO- Frauen- brot 2	x'	41,3	0,00	6,02	4,09	18,44	14,02	56,43	0,43	0,30	0,14	0,01	0,10	0,00
	x''	41,7	0,00	6,01	4,10	18,45	13,98	56,54	0,41	0,27	0,14	0,01	0,09	0,00
	MW	41,5	0,00	6,02	4,09	18,45	14,00	56,49	0,42	0,29	0,14	0,01	0,10	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,3</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,07</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
BIO- Adams Brot 1	x'	40,5	0,06	6,20	4,48	22,32	16,06	48,91	0,37	0,18	0,17	0,00	0,10	1,16
	x''	40,1	0,06	6,13	4,45	22,21	16,22	48,96	0,36	0,18	0,17	0,00	0,10	1,15
	MW	40,3	0,06	6,16	4,46	22,26	16,14	48,93	0,36	0,18	0,17	0,00	0,10	1,16
	<i>SD</i>	<i>0,3</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,02</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
BIO- Adams Brot 2	x'	40,6	0,00	5,85	4,05	17,38	14,50	57,24	0,42	0,31	0,14	0,02	0,10	0,00
	x''	42,8	0,00	5,84	4,04	17,42	14,61	57,09	0,43	0,31	0,14	0,02	0,10	0,00
	MW	41,7	0,00	5,84	4,05	17,40	14,55	57,17	0,42	0,31	0,14	0,02	0,10	0,00
	<i>SD</i>	<i>1,6</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,08</i>	<i>0,11</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		41,82	0,02	5,76	4,01	19,06	14,92	54,94	0,38	0,22	0,14	0,01	0,08	0,47
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,98</i>	<i>0,03</i>	<i>0,48</i>	<i>0,34</i>	<i>1,73</i>	<i>0,80</i>	<i>3,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,10</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,53</i>

Tab. 14.2: Anteile der Gesamtfettsäuren der konventionellen Leinsamen in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
Dachstein- brot 1	x'	44,3	0,04	5,71	4,41	17,61	15,33	55,21	0,37	0,15	0,14	0,00	0,00	0,92
	x''	44,9	0,05	5,74	4,36	17,57	15,27	55,22	0,37	0,15	0,14	0,00	0,08	0,93
	MW	44,6	0,04	5,72	4,38	17,59	15,30	55,21	0,37	0,15	0,14	0,00	0,04	0,92
	<i>SD</i>	<i>0,4</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,06</i>	<i>0,01</i>
Dachstein- brot 2	x'	42,8	0,00	5,07	3,58	19,39	15,21	55,76	0,40	0,34	0,14	0,01	0,09	0,00
	x''	43,5	0,00	5,14	3,52	19,45	15,11	55,81	0,39	0,34	0,13	0,02	0,09	0,00
	MW	43,1	0,00	5,11	3,55	19,42	15,16	55,78	0,40	0,34	0,14	0,02	0,09	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,5</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>	<i>0,07</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Aborigines- weckerl 1	x'	41,7	0,00	5,26	3,74	19,25	15,55	54,64	0,35	0,19	0,13	0,00	0,00	0,90
	x''	41,9	0,00	5,12	3,68	18,98	15,35	55,50	0,31	0,18	0,12	0,00	0,00	0,76
	MW	41,8	0,00	5,19	3,71	19,12	15,45	55,07	0,33	0,18	0,12	0,00	0,00	0,83
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,10</i>	<i>0,04</i>	<i>0,19</i>	<i>0,14</i>	<i>0,61</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,10</i>
Aborigines- weckerl 2	x'	42,0	0,00	5,13	3,51	19,44	15,12	55,83	0,39	0,35	0,13	0,01	0,09	0,00
	x''	42,8	0,00	5,14	3,51	19,41	15,05	55,91	0,39	0,35	0,13	0,01	0,09	0,00
	MW	42,4	0,00	5,14	3,51	19,42	15,09	55,87	0,39	0,35	0,13	0,01	0,09	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,6</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		43,0	0,01	5,29	3,79	18,89	15,25	55,48	0,37	0,26	0,13	0,01	0,06	0,58
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>1,21</i>	<i>0,02</i>	<i>0,29</i>	<i>0,40</i>	<i>0,88</i>	<i>0,16</i>	<i>0,40</i>	<i>0,03</i>	<i>0,10</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,51</i>

Tab. 14.3: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Leinöl in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Adams Brot 1	x'	100,0	0,00	5,21	4,07	19,44	18,18	52,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70
	x''	100,0	0,00	5,32	4,13	19,39	18,20	52,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,72
	MW	100,0	0,00	5,26	4,10	19,42	18,19	52,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,08</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,11</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
BIO-Adams Brot 2	x'	100,0	0,00	5,37	4,07	19,93	18,48	52,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x''	100,0	0,00	5,21	4,07	19,44	18,18	52,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,70
	MW	100,0	0,00	5,29	4,07	19,69	18,33	52,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,08</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,11</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
MW_{gesamt}		100,0	0,00	5,28	4,08	19,55	18,26	52,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,19</i>	<i>0,10</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,25</i>

Tab. 14.4: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Sonnenblumenkerne in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO- Frauen- brot 1	x'	60,0	0,06	5,90	4,04	27,29	60,36	0,00	0,00	0,12	0,70	0,11	0,25	1,18
	x''	59,7	0,06	5,88	4,02	27,13	60,44	0,06	0,00	0,13	0,69	0,11	0,25	1,22
	MW	59,8	0,06	5,89	4,03	27,21	60,40	0,03	0,00	0,12	0,70	0,11	0,25	1,20
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,11</i>	<i>0,06</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>
BIO- Frauen- brot 2	x'	57,9	0,00	5,53	5,04	22,78	64,66	0,34	0,34	0,17	0,84	0,07	0,22	0,00
	x''	58,2	0,00	5,54	5,05	22,78	64,65	0,34	0,34	0,16	0,84	0,07	0,23	0,00
	MW	58,1	0,00	5,53	5,04	22,78	64,66	0,34	0,34	0,16	0,84	0,07	0,23	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,3</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
BIO- Adams Brot 1	x'	56,9	0,06	5,51	4,75	21,00	66,06	0,26	0,30	0,14	0,86	0,00	0,23	0,56
	x''	56,1	0,06	5,51	4,76	21,05	65,98	0,26	0,30	0,15	0,86	0,00	0,23	0,57
	MW	56,5	0,06	5,51	4,76	21,02	66,02	0,26	0,30	0,15	0,86	0,00	0,23	0,57
	<i>SD</i>	<i>0,6</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
BIO- Adams Brot 2	x'	58,5	0,00	5,41	5,35	23,57	63,77	0,26	0,35	0,15	0,85	0,06	0,23	0,00
	x''	59,6	0,00	5,42	5,34	23,50	63,83	0,26	0,35	0,16	0,85	0,06	0,23	0,00
	MW	59,0	0,00	5,42	5,34	23,54	63,80	0,26	0,35	0,15	0,85	0,06	0,23	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,8</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		58,4	0,03	5,59	4,79	23,64	63,72	0,22	0,25	0,15	0,81	0,06	0,24	0,44
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>1,4</i>	<i>0,03</i>	<i>0,21</i>	<i>0,56</i>	<i>2,61</i>	<i>2,39</i>	<i>0,13</i>	<i>0,17</i>	<i>0,02</i>	<i>0,08</i>	<i>0,05</i>	<i>0,01</i>	<i>0,57</i>

Tab. 14.5: Anteile der Gesamtfettsäuren der konventionellen Sonnenblumenkerne in Backwaren [% mas]

(FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
Dachstein- brot 1	x'	56,0	0,07	5,66	3,72	17,83	69,73	0,28	0,00	0,15	0,83	0,00	0,24	1,22
	x''	55,7	0,07	5,65	3,71	17,77	69,84	0,25	0,00	0,15	0,82	0,00	0,24	1,23
	MW	55,9	0,07	5,66	3,71	17,80	69,79	0,26	0,00	0,15	0,82	0,00	0,24	1,23
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,08</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
Dachstein- brot 2	x'	61,1	0,00	6,07	4,32	29,74	57,78	0,46	0,32	0,16	0,79	0,11	0,26	0,00
	x''	60,9	0,20	6,08	4,30	29,63	57,68	0,48	0,32	0,17	0,78	0,10	0,26	0,00
	MW	61,0	0,10	6,07	4,31	29,69	57,73	0,47	0,32	0,17	0,79	0,11	0,26	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,14</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
Aborigines- weckerl 1	x'	61,0	0,06	5,96	4,03	28,44	59,32	0,00	0,27	0,13	0,72	0,00	0,24	0,83
	x''	60,7	0,06	5,95	4,04	28,49	59,28	0,00	0,27	0,13	0,72	0,00	0,25	0,83
	MW	60,9	0,06	5,95	4,03	28,46	59,30	0,00	0,27	0,13	0,72	0,00	0,24	0,83
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Aborigines- weckerl 2	x'	60,9	0,24	6,11	4,01	28,90	58,90	0,26	0,30	0,17	0,73	0,13	0,25	0,00
	x''	60,8	0,00	6,11	4,00	29,09	58,95	0,25	0,30	0,17	0,74	0,15	0,25	0,00
	MW	60,8	0,12	6,11	4,00	28,99	58,92	0,25	0,30	0,17	0,73	0,14	0,25	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,17</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,14</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		59,7	0,09	5,95	4,01	26,24	61,44	0,25	0,22	0,16	0,77	0,06	0,25	0,69
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>2,5</i>	<i>0,03</i>	<i>0,20</i>	<i>0,25</i>	<i>5,65</i>	<i>5,61</i>	<i>0,19</i>	<i>0,15</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,07</i>	<i>0,01</i>	<i>0,63</i>

Tab. 14.6: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Sonnenblumenöls in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO- Global-Vital Weckerl 1	x'	100,0	0,07	5,98	4,02	30,98	56,49	0,00	0,26	0,14	0,72	0,00	0,24	1,09
	x''	100,0	0,07	5,98	4,02	31,01	56,46	0,00	0,26	0,14	0,72	0,00	0,23	1,11
	MW	100,0	0,07	5,98	4,02	31,00	56,48	0,00	0,26	0,14	0,72	0,00	0,23	1,10
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
BIO- Global-Vital Weckerl 2	x'	100,0	0,00	5,80	4,20	32,52	55,73	0,27	0,30	0,18	0,72	0,04	0,24	0,00
	x''	100,0	0,00	5,79	4,19	32,44	55,83	0,26	0,30	0,19	0,72	0,05	0,24	0,00
	MW	100,0	0,00	5,80	4,19	32,48	55,78	0,27	0,30	0,18	0,72	0,05	0,24	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		100,0	0,04	5,89	4,11	31,74	56,13	0,14	0,28	0,16	0,72	0,03	0,24	0,55
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,0</i>	<i>0,05</i>	<i>0,13</i>	<i>0,12</i>	<i>1,05</i>	<i>0,49</i>	<i>0,19</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,78</i>

Tab. 14.7: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Kürbiskerne in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Adams Brot 1	x'	45,9	0,12	11,87	6,70	33,48	45,50	0,26	0,44	0,10	0,12	0,00	0,08	0,85
	x''	44,3	0,12	11,89	6,71	33,50	45,44	0,27	0,44	0,10	0,12	0,00	0,08	0,84
	MW	45,1	0,12	11,88	6,71	33,49	45,47	0,26	0,44	0,10	0,12	0,00	0,08	0,84
	<i>SD</i>	<i>1,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
BIO-Adams Brot 2	x'	48,1	0,27	11,16	6,44	34,75	46,11	0,41	0,43	0,13	0,11	0,09	0,08	0,00
	x''	48,3	0,25	11,17	6,49	34,72	46,10	0,40	0,44	0,13	0,12	0,10	0,08	0,00
	MW	48,2	0,26	11,16	6,47	34,74	46,10	0,41	0,44	0,13	0,12	0,09	0,08	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	47,1	0,11	10,90	6,38	39,24	41,25	0,18	0,45	0,09	0,12	0,00	0,00	1,28
	x''	46,9	0,11	10,92	6,38	39,20	41,25	0,18	0,45	0,10	0,12	0,00	0,00	1,29
	MW	47,0	0,11	10,91	6,38	39,22	41,25	0,18	0,45	0,10	0,12	0,00	0,00	1,28
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	46,7	0,00	11,73	6,76	36,23	44,00	0,42	0,47	0,13	0,13	0,04	0,09	0,00
	x''	46,9	0,00	11,72	6,76	36,20	44,05	0,42	0,47	0,13	0,13	0,04	0,09	0,00
	MW	46,8	0,00	11,72	6,76	36,21	44,02	0,42	0,47	0,13	0,13	0,04	0,09	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		46,8	0,12	11,42	6,58	35,92	44,21	0,32	0,45	0,12	0,12	0,03	0,06	0,53
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>1,3</i>	<i>0,11</i>	<i>0,46</i>	<i>0,18</i>	<i>2,47</i>	<i>2,16</i>	<i>0,12</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,64</i>

Tab. 14.8: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Kürbiskernöls in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	100,0	0,12	11,63	6,56	33,46	45,98	0,30	0,43	0,09	0,11	0,00	0,00	1,32
	x''	100,0	0,11	11,65	6,56	33,34	46,10	0,28	0,43	0,09	0,11	0,00	0,00	1,32
	MW	100,0	0,12	11,64	6,56	33,40	46,04	0,29	0,43	0,09	0,11	0,00	0,00	1,32
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
BIO-Global- Vital Weckerl 2	x'	100,0	0,30	10,48	6,21	38,91	42,96	0,29	0,44	0,14	0,12	0,07	0,08	0,00
	x''	100,0	0,27	10,49	6,21	38,88	42,99	0,30	0,44	0,14	0,12	0,07	0,08	0,00
	MW	100,0	0,28	10,49	6,21	38,90	42,98	0,29	0,44	0,14	0,12	0,07	0,08	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		100,0	0,20	11,07	6,39	36,15	44,51	0,29	0,44	0,12	0,12	0,04	0,04	0,66
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,0</i>	<i>0,11</i>	<i>0,81</i>	<i>0,25</i>	<i>3,89</i>	<i>2,16</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,93</i>

Tab. 14.9: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Sojaschrots in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Frauen- brot 1	x'	23,1	0,07	10,52	4,31	22,31	53,24	7,10	0,37	0,16	0,43	0,00	0,00	1,50
	x''	23,1	0,07	10,63	4,33	22,24	53,00	7,22	0,37	0,16	0,43	0,00	0,00	1,54
	MW	23,1	0,07	10,57	4,32	22,27	53,12	7,16	0,37	0,16	0,43	0,00	0,00	1,52
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,07</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,16</i>	<i>0,09</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>
BIO-Frauen- brot 2	x'	24,2	0,00	10,09	4,17	23,95	53,22	7,35	0,41	0,23	0,40	0,02	0,17	0,00
	x''	24,2	0,00	10,21	4,29	24,28	52,87	7,11	0,42	0,23	0,42	0,02	0,15	0,00
	MW	24,2	0,00	10,15	4,23	24,11	53,04	7,23	0,42	0,23	0,41	0,02	0,16	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>	<i>0,23</i>	<i>0,25</i>	<i>0,17</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	23,2	0,06	10,47	4,14	22,03	53,56	7,46	0,35	0,14	0,40	0,00	0,00	1,39
	x''	22,7	0,06	10,51	4,23	22,25	53,38	7,24	0,36	0,15	0,41	0,00	0,00	1,40
	MW	23,0	0,06	10,49	4,19	22,14	53,47	7,35	0,35	0,15	0,41	0,00	0,00	1,40
	<i>SD</i>	<i>0,4</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>	<i>0,16</i>	<i>0,13</i>	<i>0,15</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
BIO-Global- Vital Weckerl 2	x'	23,4	0,00	10,27	4,29	23,83	52,80	7,58	0,42	0,22	0,44	0,01	0,13	0,00
	x''	23,7	0,00	10,24	4,19	23,60	53,06	7,71	0,41	0,24	0,41	0,02	0,12	0,00
	MW	23,5	0,00	10,26	4,24	23,72	52,93	7,65	0,42	0,23	0,42	0,02	0,13	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,07</i>	<i>0,16</i>	<i>0,18</i>	<i>0,10</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		23,5	0,03	10,37	4,25	23,06	53,14	7,35	0,39	0,19	0,42	0,01	0,07	0,73
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,5</i>	<i>0,04</i>	<i>0,20</i>	<i>0,05</i>	<i>1,00</i>	<i>0,23</i>	<i>0,22</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,08</i>	<i>0,84</i>

Tab. 14.10: Anteile der Gesamtfettsäuren des konventionellen Sojaschrotes in Backwaren [% mas]

(FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
Aborigines- weckerl 1	x'	22,7	0,07	10,73	4,04	21,34	53,67	7,81	0,36	0,16	0,44	0,00	0,00	1,38
	x''	22,6	0,07	10,75	4,07	21,41	53,58	7,78	0,36	0,16	0,44	0,00	0,00	1,37
	MW	22,6	0,07	10,74	4,06	21,38	53,63	7,80	0,36	0,16	0,44	0,00	0,00	1,38
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,06</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
Aborigines- weckerl 2	x'	23,6	0,00	10,26	4,17	23,50	53,07	7,79	0,42	0,23	0,42	0,02	0,12	0,00
	x''	23,6	0,00	10,31	4,22	23,48	53,05	7,70	0,42	0,25	0,42	0,02	0,12	0,00
	MW	23,6	0,00	10,29	4,19	23,49	53,06	7,75	0,42	0,24	0,42	0,02	0,12	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,0</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,07</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		23,10	0,04	10,52	4,13	22,44	53,35	7,78	0,39	0,20	0,43	0,01	0,06	0,69
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,71</i>	<i>0,05</i>	<i>0,32</i>	<i>0,09</i>	<i>1,49</i>	<i>0,40</i>	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,08</i>	<i>0,98</i>

Tab. 14.11: Anteile der Gesamtfettsäuren der Walnüsse in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
Aborigines- weckerl 2	x'	68,8	0,00	6,41	2,37	17,85	60,27	11,90	0,05	0,17	0,00	0,00	0,00	0,97
	x''	69,0	0,00	6,33	2,36	18,31	59,99	11,79	0,07	0,17	0,00	0,00	0,00	0,98
	MW	68,9	0,00	6,37	2,36	18,08	60,13	11,85	0,06	0,17	0,00	0,00	0,00	0,97
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>0,32</i>	<i>0,20</i>	<i>0,08</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>
Aborigines- weckerl 2	x'	68,5	0,00	5,99	2,50	19,07	58,82	13,16	0,17	0,24	0,03	0,01	0,01	0,00
	x''	68,7	0,00	6,00	2,51	19,02	58,80	13,21	0,17	0,24	0,03	0,01	0,01	0,00
	MW	68,6	0,00	5,99	2,50	19,04	58,81	13,18	0,17	0,24	0,03	0,01	0,01	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		68,8	0,00	6,18	2,43	18,56	59,47	12,52	0,12	0,21	0,02	0,01	0,01	68,75
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,2</i>	<i>0,00</i>	<i>0,27</i>	<i>0,10</i>	<i>0,68</i>	<i>0,93</i>	<i>0,94</i>	<i>0,08</i>	<i>0,05</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,21</i>

Tab. 14.12: Anteile der Gesamtfettsäuren der Sesam-Blaumohn-Mischung in Backwaren [% mas]

(FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
Aborigines- weckerl 2	x'	56,3	0,00	9,54	4,92	35,65	47,24	0,52	0,54	0,16	0,11	0,00	0,00	1,31
	x''	55,2	0,00	9,54	4,90	35,50	47,41	0,53	0,53	0,16	0,11	0,00	0,00	1,31
	MW	55,7	0,00	9,54	4,91	35,57	47,33	0,53	0,53	0,16	0,11	0,00	0,00	1,31
	<i>SD</i>	<i>0,8</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,11</i>	<i>0,12</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>
Aborigines- weckerl 2	x'	52,0	0,00	9,22	4,00	29,50	55,81	0,75	0,41	0,16	0,09	0,01	0,05	0,00
	x''	52,1	0,00	9,29	4,12	30,48	54,62	0,72	0,44	0,17	0,09	0,01	0,06	0,00
	MW	52,1	0,00	9,26	4,06	29,99	55,22	0,73	0,42	0,17	0,09	0,01	0,06	0,00
	<i>SD</i>	<i>0,1</i>	<i>0,00</i>	<i>0,05</i>	<i>0,09</i>	<i>0,69</i>	<i>0,84</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,00</i>
MW_{gesamt}		53,9	0,00	9,40	4,49	32,78	51,28	0,63	0,48	0,17	0,10	0,01	53,90	0,00
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>2,6</i>	<i>0,00</i>	<i>0,20</i>	<i>0,60</i>	<i>3,95</i>	<i>5,58</i>	<i>0,14</i>	<i>0,08</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>2,55</i>	<i>0,00</i>

Tab. 14.13: Anteile der Gesamtfettsäuren der BIO-Weizenkeime in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO- Frauen- brot 1	x'	7,2	0,00	17,46	0,89	13,51	58,97	6,85	0,00	0,00	1,23	0,00	0,00	1,10
	x''	7,4	0,00	17,52	0,93	13,86	58,56	6,76	0,00	0,00	1,25	0,00	0,00	1,12
	MW	7,3	0,00	17,49	0,91	13,68	58,76	6,80	0,00	0,00	1,24	0,00	0,00	1,11
	<i>SD</i>	0,2	0,00	0,05	0,03	0,25	0,29	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01
BIO- Frauen- brot 2	x'	7,9	0,00	17,00	1,04	15,45	56,90	7,69	0,17	1,21	0,14	0,26	0,13	0,00
	x''	7,9	0,00	17,08	1,03	15,34	56,96	7,70	0,20	1,16	0,14	0,26	0,13	0,00
	MW	7,9	0,00	17,04	1,04	15,39	56,93	7,69	0,19	1,19	0,14	0,26	0,13	0,00
	<i>SD</i>	0,0	0,00	0,06	0,01	0,08	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
MW_{gesamt}		7,6	0,00	17,27	0,98	14,54	57,85	7,25	0,10	0,60	0,69	0,13	0,07	7,60
<i>SD_{gesamt}</i>		0,4	0,00	0,32	0,09	1,21	1,29	0,63	0,13	0,84	0,78	0,18	0,09	0,42

Tab. 14.14: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Einkorn in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	2,7	0,00	14,79	0,00	28,63	52,95	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x''	2,7	0,00	14,30	1,59	28,19	51,36	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MW	2,7	0,00	14,55	0,80	28,41	52,16	4,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	<i>SD</i>	0,0	0,00	0,35	1,12	0,31	1,13	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BIO-Global- Vital Weckerl 2	x'	3,0	0,00	13,11	1,30	29,31	48,61	5,41	0,21	1,42	0,19	0,26	0,19	0,00
	x''	2,9	0,00	13,26	1,28	29,30	48,81	5,07	0,21	1,44	0,19	0,25	0,19	0,00
	MW	2,9	0,00	13,19	1,29	29,30	48,71	5,24	0,21	1,43	0,19	0,25	0,19	0,00
	<i>SD</i>	0,1	0,00	0,11	0,01	0,01	0,14	0,24	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
MW_{gesamt}		2,8	0,00	13,87	1,05	28,86	50,44	4,67	0,11	0,72	0,10	0,13	0,10	2,80
<i>SD_{gesamt}</i>		0,1	0,00	0,96	0,35	0,63	2,44	0,81	0,15	1,01	0,13	0,18	0,13	0,14

Tab. 14.15: Anteile der Gesamtfettsäuren des BIO-Einkorn-Vollkornmehl in Backwaren [% mas] (FS_{2nk} in Prozessschritt R₈, Abb. 2)

		Fett i. d. TM	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno- cerin	undef.
BIO-Global- Vital Weckerl 1	x'	1,5	0,00	18,61	0,00	17,91	59,63	3,85	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	x''	1,5	0,00	18,15	0,00	16,76	60,98	4,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MW	1,5	0,00	18,38	0,00	17,33	60,31	3,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	SD	0,0	0,00	0,33	0,00	0,81	0,96	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
BIO-Global- Vital Weckerl 2	x'	1,6	0,00	17,26	1,46	16,73	58,96	3,95	0,19	0,74	0,24	0,27	0,21	0,00
	x''	1,5	0,00	17,44	1,30	16,87	58,88	3,86	0,20	0,77	0,22	0,26	0,21	0,00
	MW	1,6	0,00	17,35	1,38	16,80	58,92	3,91	0,19	0,75	0,23	0,26	0,21	0,00
	SD	0,1	0,00	0,13	0,11	0,10	0,06	0,06	0,01	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00
MW_{gesamt}		1,55	0,00	17,87	0,69	17,07	59,62	3,95	0,10	0,38	0,12	0,13	0,11	1,55
<i>SD_{gesamt}</i>		<i>0,07</i>	<i>0,00</i>	<i>0,73</i>	<i>0,98</i>	<i>0,37</i>	<i>0,98</i>	<i>0,05</i>	<i>0,13</i>	<i>0,53</i>	<i>0,16</i>	<i>0,18</i>	<i>0,15</i>	<i>0,07</i>

Tab. 15: Fett im frischen Brot [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)

BIO-Frauenbrot 1 (n=12)	MW	3,92	Dachsteinbrot 1 (n=12)	MW	10,44	BIO-Adams Brot 1 (n=12)	MW	6,54
	SD	0,32		SD	0,93		SD	0,47
	SD _{meth}	0,18		SD _{meth}	0,35		SD _{meth}	0,25
BIO-Frauenbrot 2 (n=12)	MW	3,83	Dachsteinbrot 2 (n=12)	MW	8,16	BIO-Adams Brot 2 (n=12)	MW	8,77
	SD	0,59		SD	1,09		SD	1,05
	SD _{meth}	0,59		SD _{meth}	0,75		SD _{meth}	1,23

Tab. 16: Fett im frischen Kleingebäck [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)

BIO-Global-Vital Weckerl 1 (n=12)	MW	9,39	Aboriginesweckerl 1 (n=12)	MW	13,14
	SD	0,72		SD	1,07
	SD _{meth}	0,37		SD _{meth}	3,14
BIO-Global-Vital Weckerl 2 (n=12)	MW	10,40	Aboriginesweckerl 2 (n=12)	MW	13,01
	SD	0,82		SD	1,19
	SD _{meth}	0,47		SD _{meth}	0,89

Tab. 17: Fett in frischen Leinsamensemmeln [% mas] (L₂ in Prozessschritt B₇, Abb. 1)

Leinsamensemmeln 1 (Lein, ganz) (n=4)	MW	4,68	Leinsamensemmeln 1 (Lein, verm.) (n=4)	MW	3,50
	SD	0,15		SD	0,08
Leinsamensemmeln 2 (Lein, ganz) (n=4)	MW	4,49	Leinsamensemmeln 2 (Lein, verm.) (n=4)	MW	3,62
	SD	0,03		SD	0,13

Tab. 18: Anteile der Gesamtfettsäuren im frischen Brot [% mas] (FS_{1k} in Prozessschritt B₁₀, Abb. 1)

		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.
BIO-Frauenbrot 1 (n=12)	MW	0,00	7,66	3,93	21,28	44,74	21,18	0,00	0,01	0,34	0,00	0,00	0,86
	SD	0,00	0,20	0,15	0,43	1,89	1,83	0,00	0,05	0,16	0,00	0,00	0,03
	SD _{meth}	0,00	0,04	0,05	0,13	0,12	0,22	0,00	0,05	0,10	0,00	0,00	0,01
BIO-Frauenbrot 2 (n=12)	MW	0,00	7,51	4,53	23,45	49,06	14,01	0,34	0,29	0,56	0,07	0,18	0,00
	SD	0,00	0,18	0,14	0,46	1,16	1,27	0,02	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00
	SD _{meth}	0,00	0,08	0,06	0,14	0,39	0,35	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
Dachsteinbrot 1 (n=12)	MW	0,06	5,69	3,75	27,32	49,50	11,64	0,21	0,17	0,70	0,00	0,22	0,73
	SD	0,00	0,04	0,06	1,21	1,87	1,06	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,01
	SD _{meth}	0,00	0,02	0,02	0,07	0,14	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Dachsteinbrot 2 (n=12)	MW	0,00	6,19	4,03	25,86	46,38	16,14	0,33	0,20	0,60	0,07	0,21	0,00
	SD	0,00	0,08	0,10	0,80	1,82	2,45	0,00	0,01	0,04	0,01	0,01	0,00
	SD _{meth}	0,00	0,02	0,02	0,18	0,57	0,70	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
BIO-Adams Brot 1 (n=12)	MW	0,08	8,80	5,26	27,30	47,12	9,82	0,28	0,17	0,32	0,00	0,00	0,85
	SD	0,03	0,25	0,13	0,83	0,93	0,89	0,06	0,12	0,17	0,00	0,00	0,19
	SD _{meth}	0,03	0,02	0,01	0,06	0,16	0,14	0,06	0,10	0,13	0,00	0,00	0,15
BIO-Adams Brot 2 (n=12)	MW	0,00	8,16	5,30	27,14	46,92	11,22	0,39	0,20	0,44	0,08	0,15	0,00
	SD	0,00	0,24	0,10	0,71	0,88	0,85	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00
	SD _{meth}	0,00	0,07	0,05	0,17	0,31	0,41	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00

Tab. 19: Anteile der Gesamtfettsäuren im frischen Kleingebäck [% mas] (FS_{1k} in Prozessschritt B₁₀, Abb. 1)

		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Ligno-cerin	undef.
BIO-Global-Vital Weckerl 1 (n=12)	MW	0,10	10,95	5,88	30,98	42,25	8,27	0,37	0,09	0,00	0,00	0,00	1,12
	SD	0,00	0,13	0,10	0,73	0,86	0,75	0,01	0,08	0,00	0,00	0,00	0,11
	SD _{meth}	0,00	0,02	0,07	0,26	0,10	0,30	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,06
BIO-Global-Vital Weckerl 2 (n=12)	MW	0,05	10,28	5,62	31,55	43,01	8,48	0,41	0,21	0,20	0,08	0,10	0,00
	SD	0,13	0,10	0,09	0,62	0,53	0,58	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
	SD _{meth}	0,08	0,06	0,05	0,19	0,17	0,15	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
Aborigines- weckerl 1 (n=12)	MW	0,00	7,13	3,06	23,38	53,43	11,53	0,18	0,22	0,00	0,00	0,00	1,08
	SD	0,00	0,20	0,11	1,28	1,53	0,73	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,13
	SD _{meth}	0,00	0,03	0,02	0,15	0,17	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Aborigines- weckerl 2 (n=12)	MW	0,00	8,26	3,12	24,24	51,87	11,79	0,26	0,25	0,13	0,03	0,05	0,00
	SD	0,00	0,20	0,07	1,12	0,93	0,41	0,01	0,02	0,01	0,04	0,01	0,00
	SD _{meth}	0,00	0,09	0,03	0,09	0,16	0,08	0,01	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00

Tab. 20: Anteile der Gesamtfettsäuren in Leinsamensemmeln [% mas] (FS_{1k} in Prozessschritt B₁₀, Abb. 1)

(n=4)		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.
Leinsamen- semmeln 1 (Lein, ganz)	MW	0,00	6,25	4,38	19,66	16,18	52,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
	SD	0,00	0,05	0,02	0,40	0,06	0,49	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, ganz)	MW	0,00	6,46	4,33	23,14	16,52	48,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,85
	SD	0,00	0,02	0,01	0,17	0,08	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11
Leinsamen- semmeln 1 (Lein, verm.)	MW	0,00	6,82	4,12	21,71	17,69	48,77	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89
	SD	0,00	0,06	0,03	0,63	0,05	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, verm.)	MW	0,00	6,87	3,88	27,08	18,99	42,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
	SD	0,00	0,03	0,01	0,21	0,11	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15

Tab.21: LA- und ALA-Gehalte [g] und -Verhältnisse in Backwaren

(n=12)	MW EW ₁ [g]	SD	LA [g]	ALA [g]	LA [g/100g]	ALA [g/100g]	n6:n3
BIO- Frauenbrot 1	54,27	2,21	0,96	0,45	1,77	0,83	2,1
BIO- Frauenbrot 2	56,64	2,32	1,06	0,30	1,88	0,53	3,5
Dachsteinbrot 1	60,41	5,43	3,13	0,73	5,18	1,21	4,3
Dachsteinbrot 2	58,85	3,80	2,22	0,76	3,77	1,28	2,9
BIO-Adams Brot 1	58,76	2,13	1,81	0,38	3,08	0,64	4,8
BIO-Adams Brot 2	66,65	1,42	2,75	0,65	4,12	0,98	4,2
BIO-Global-Vital Weckerl 1	57,40	5,20	2,27	0,44	3,96	0,77	5,1
BIO-Global-Vital Weckerl 2	56,16	2,39	2,51	0,49	4,47	0,88	5,1
Aboriginesweckerl 1	57,72	4,26	4,05	0,88	7,02	1,52	4,6
Aboriginesweckerl 2	61,10	4,05	4,07	0,93	6,65	1,52	4,4

Tab. 22: Absolute Wiederfindungsraten Backwaren [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Tab. 22.1: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	0,00	1,31	1,27	1,11	1,26	1,11	0,00	0,00	1,04	0,00	0,00	1,22	1,19
2	0,00	1,27	1,07	1,04	1,04	1,32	0,00	0,00	0,34	0,00	0,00	1,19	1,10
3	0,00	1,34	1,18	1,13	1,13	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,23	1,17
4	0,00	1,37	1,28	1,15	1,33	1,14	0,00	0,00	1,03	0,00	0,00	1,23	1,23
5	0,00	1,36	1,27	1,13	1,27	1,29	0,00	0,00	1,07	0,00	0,00	1,20	1,24
6	0,00	1,32	1,22	1,12	1,26	1,25	0,00	0,00	0,99	0,00	0,00	1,20	1,22
7	0,00	1,30	1,20	1,10	1,24	1,23	0,00	0,00	0,98	0,00	0,00	1,18	1,20
8	0,00	1,26	1,12	1,02	1,14	1,15	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	1,15	1,11
9	0,00	1,37	1,29	1,18	1,25	1,26	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	1,24	1,23
10	0,00	1,50	1,38	1,30	1,50	1,33	0,00	0,00	1,27	0,00	0,00	1,38	1,40
11	0,00	1,37	1,41	1,17	1,37	1,23	0,00	0,00	1,12	0,00	0,00	1,21	1,29
12	0,00	1,48	1,49	1,30	1,48	1,20	0,00	1,15	1,37	0,00	0,00	1,32	1,37
MW	0,00	1,35	1,27	1,15	1,27	1,23	0,00	0,10	0,89	0,00	0,00	1,23	1,23
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,07</i>	<i>0,12</i>	<i>0,09</i>	<i>0,13</i>	<i>0,07</i>	<i>0,00</i>	<i>0,33</i>	<i>0,40</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,06</i>	<i>0,09</i>

Tab. 22.2 Absolute Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,28	1,20	1,31	1,28	0,79	0,98	1,19	1,32	1,66	1,33	0,00	1,17
2	0,00	1,29	1,32	1,33	1,37	0,78	1,14	1,27	1,41	1,75	1,31	0,00	1,22
3	0,00	0,93	0,91	0,95	0,99	0,56	0,73	0,88	1,01	1,14	0,92	0,00	0,88
4	0,00	1,24	1,11	1,24	1,23	0,79	1,02	1,23	1,20	1,75	1,20	0,00	1,13
5	0,00	1,34	1,32	1,44	1,43	0,84	1,22	1,33	1,57	1,63	1,45	0,00	1,29
6	0,00	1,27	1,25	1,37	1,32	0,72	1,13	1,29	1,39	1,60	1,32	0,00	1,19
7	0,00	1,30	1,27	1,40	1,35	0,73	1,15	1,32	1,42	1,63	1,35	0,00	1,21
8	0,00	1,38	1,42	1,50	1,51	0,73	1,23	1,37	1,58	1,76	1,46	0,00	1,32
9	0,00	1,31	1,24	1,33	1,30	0,80	1,14	1,30	1,31	1,67	1,24	0,00	1,20
10	0,00	1,17	1,08	1,19	1,13	0,79	0,98	1,13	1,12	1,45	1,14	0,00	1,07
11	0,00	1,25	1,27	1,38	1,38	0,69	1,15	1,31	1,49	1,32	1,40	0,00	1,21
12	0,00	1,38	1,35	1,46	1,44	0,80	1,23	1,42	1,56	1,71	1,50	0,00	1,29
MW	0,00	1,26	1,23	1,33	1,31	0,75	1,09	1,25	1,37	1,59	1,30	0,00	1,18
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,12</i>	<i>0,14</i>	<i>0,15</i>	<i>0,14</i>	<i>0,07</i>	<i>0,14</i>	<i>0,14</i>	<i>0,18</i>	<i>0,19</i>	<i>0,16</i>	<i>0,00</i>	<i>0,12</i>

Tab. 22.3: Absolute Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	1,31	1,32	1,21	2,09	1,20	0,86	2,23	1,53	1,48	0,00	1,54	1,31	1,30
2	1,17	1,24	1,19	1,87	1,17	0,96	2,16	1,40	1,39	0,00	1,46	1,27	1,26
3	1,09	1,15	1,11	1,79	1,09	0,75	2,11	1,33	1,32	0,00	1,38	1,17	1,16
4	1,57	1,60	1,51	2,22	1,66	0,82	2,97	1,75	1,89	0,00	1,97	1,56	1,59
5	1,43	1,48	1,41	2,33	1,41	0,87	2,77	1,68	1,76	0,00	1,83	1,49	1,48
6	1,20	1,23	1,16	1,89	1,15	0,82	2,21	1,38	1,43	0,00	1,50	1,24	1,22
7	1,24	1,31	1,23	2,08	1,19	0,94	2,29	1,49	1,46	0,00	1,54	1,35	1,31
8	1,35	1,36	1,31	1,93	1,33	0,86	2,48	1,48	1,59	0,00	1,62	1,32	1,35
9	1,19	1,28	1,23	2,11	1,19	0,83	2,34	1,51	1,51	0,00	1,59	1,31	1,29
10	1,26	1,36	1,30	2,10	1,26	0,91	2,48	1,55	1,58	0,00	1,65	1,36	1,36
11	1,31	1,41	1,38	2,14	1,31	0,93	2,76	1,59	1,67	0,00	1,74	1,40	1,40
12	1,18	1,27	1,21	2,01	1,15	0,87	2,25	1,44	1,45	0,00	1,56	1,28	1,26
MW	1,27	1,34	1,27	2,05	1,26	0,87	2,42	1,51	1,54	0,00	1,61	1,34	1,33
<i>SD</i>	<i>0,13</i>	<i>0,12</i>	<i>0,11</i>	<i>0,16</i>	<i>0,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,28</i>	<i>0,12</i>	<i>0,16</i>	<i>0,00</i>	<i>0,17</i>	<i>0,11</i>	<i>0,12</i>

Tab. 22.4: Absolute Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,16	1,07	1,08	1,15	0,90	1,03	1,00	1,12	0,90	1,12	0,00	1,08
2	0,00	1,17	1,09	1,07	1,15	1,01	1,06	1,00	1,11	0,95	1,10	0,00	1,10
3	0,00	0,91	0,83	0,79	0,83	0,97	0,82	0,81	0,79	0,73	0,80	0,00	0,84
4	0,00	1,13	1,04	1,03	1,12	0,93	1,01	1,01	1,06	0,91	1,06	0,00	1,06
5	0,00	0,97	0,92	0,91	0,93	0,95	0,89	0,85	0,90	0,78	0,91	0,00	0,93
6	0,00	1,23	1,19	1,14	1,26	0,86	1,12	1,01	1,27	0,97	1,23	0,00	1,15
7	0,00	1,08	1,02	1,01	1,06	0,88	0,99	0,93	1,07	1,04	1,05	0,00	1,02
8	0,00	1,17	1,12	1,14	1,11	1,02	1,08	1,00	1,15	1,11	1,10	0,00	1,10
9	0,00	0,83	0,73	0,71	0,74	0,97	0,74	0,78	0,68	0,67	0,69	0,00	0,78
10	0,00	1,00	0,88	0,87	0,91	1,06	0,89	0,91	0,86	0,80	0,87	0,00	0,93
11	0,00	1,02	0,93	0,92	0,96	0,99	0,92	0,91	0,94	0,89	0,93	0,00	0,96
12	0,00	1,03	0,93	0,89	0,97	0,91	0,92	0,87	0,96	0,85	0,93	0,00	0,94
MW	0,00	1,06	0,98	0,96	1,02	0,95	0,96	0,92	0,99	0,88	0,98	0,00	0,99
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,12</i>	<i>0,13</i>	<i>0,14</i>	<i>0,15</i>	<i>0,06</i>	<i>0,11</i>	<i>0,08</i>	<i>0,17</i>	<i>0,13</i>	<i>0,15</i>	<i>0,00</i>	<i>0,12</i>

Tab. 22.5: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,75	0,58	0,57	0,59	0,96	0,26	0,47	1,03	1,99	0,00	0,00	0,56	0,61
2	0,80	0,64	0,59	0,62	1,03	0,25	0,49	1,01	2,03	0,00	0,00	1,03	0,64
3	0,80	0,73	0,70	0,73	1,15	0,24	0,60	0,49	2,24	0,00	0,00	1,26	0,72
4	0,68	0,64	0,65	0,68	1,04	0,22	0,54	0,91	2,17	0,00	0,00	0,81	0,66
5	0,82	0,73	0,73	0,74	1,16	0,24	0,63	0,53	2,28	0,00	0,00	1,28	0,73
6	0,79	0,75	0,68	0,68	1,14	0,25	0,57	0,50	2,04	0,00	0,00	1,34	0,71
7	0,80	0,75	0,72	0,77	1,14	0,25	0,61	1,56	1,01	0,00	0,00	1,35	0,74
8	0,73	0,69	0,63	0,67	1,05	0,27	0,50	2,02	0,00	0,00	0,00	0,86	0,68
9	0,76	0,74	0,73	0,76	1,19	0,26	0,62	0,49	2,27	0,00	0,00	1,17	0,75
10	0,37	0,72	0,68	0,72	1,06	0,28	0,56	0,47	1,88	0,00	0,00	1,29	0,70
11	0,62	0,63	0,58	0,61	0,95	0,25	0,49	1,39	0,90	0,00	0,00	1,15	0,62
12	0,37	0,73	0,68	0,74	1,07	0,27	0,29	0,47	0,97	0,00	0,00	0,93	0,70
MW	0,69	0,69	0,66	0,69	1,08	0,25	0,53	0,91	1,65	0,00	0,00	1,09	0,69
<i>SD</i>	<i>0,16</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,08</i>	<i>0,02</i>	<i>0,09</i>	<i>0,52</i>	<i>0,74</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,25</i>	<i>0,05</i>

Tab. 22.6: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,16	1,02	1,10	1,16	0,51	1,09	1,14	1,17	1,76	1,17	0,00	0,95
2	0,00	1,12	1,00	1,09	1,10	0,60	1,09	1,16	1,17	1,41	1,14	0,00	0,94
3	0,00	1,08	0,93	1,03	1,00	0,51	1,02	1,05	1,01	1,43	1,06	0,00	0,86
4	0,00	1,05	0,94	1,04	1,07	0,52	1,05	1,12	1,15	1,38	1,17	0,00	0,90
5	0,00	1,07	0,95	1,01	1,09	0,53	1,05	1,07	1,15	1,44	1,13	0,00	0,90
6	0,00	1,20	1,10	1,18	1,22	0,54	1,19	1,21	1,35	1,60	1,24	0,00	1,01
7	0,00	1,02	0,92	1,02	1,07	0,53	1,04	1,10	1,22	1,29	1,19	0,00	0,89
8	0,00	0,93	0,84	0,88	0,95	0,56	0,93	1,01	1,06	1,18	0,98	0,00	0,80
9	0,00	1,05	0,93	0,96	1,03	0,51	1,01	1,04	1,04	1,47	1,03	0,00	0,85
10	0,00	0,99	0,89	0,97	0,92	0,47	0,96	0,95	0,91	1,29	0,91	0,00	0,80
11	0,00	1,14	0,99	1,06	1,06	0,52	1,07	1,07	1,04	1,44	1,09	0,00	0,90
12	0,00	1,08	0,97	1,04	1,06	0,53	1,06	1,07	1,10	1,34	1,04	0,00	0,89
MW	0,00	1,08	0,96	1,03	1,06	0,53	1,05	1,08	1,12	1,42	1,10	0,00	0,89
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,03</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,11</i>	<i>0,15</i>	<i>0,10</i>	<i>0,00</i>	<i>0,06</i>

Tab. 22.7: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	1,15	1,05	1,03	0,92	0,95	0,95	0,92	0,63	0,00	0,00	0,00	2,99	0,95
2	1,00	0,94	0,95	0,81	0,85	1,00	0,83	0,63	0,00	0,00	0,00	1,95	0,86
3	0,94	0,88	0,86	0,73	0,80	0,93	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	1,74	0,79
4	0,94	0,90	0,91	0,82	0,79	1,01	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	0,83
5	0,87	0,80	0,79	0,70	0,71	1,05	0,69	0,64	0,00	0,00	0,00	2,18	0,98
6	1,01	0,94	0,92	0,78	0,83	1,02	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92	0,84
7	1,01	0,94	0,93	0,81	0,86	0,95	0,83	1,22	0,00	0,00	0,00	2,83	0,86
8	0,97	0,90	0,89	0,76	0,82	0,90	0,79	1,08	0,00	0,00	0,00	2,20	0,81
9	0,85	0,80	0,78	0,72	0,71	0,96	0,69	1,12	0,00	0,00	0,00	1,88	0,75
10	0,91	0,85	0,83	0,71	0,77	0,92	0,72	0,54	0,00	0,00	0,00	1,98	0,77
11	1,06	0,97	0,98	0,86	0,87	0,96	0,87	1,27	0,00	0,00	0,00	2,97	0,89
12	0,98	0,90	0,91	0,79	0,80	0,96	0,80	1,26	0,00	0,00	0,00	2,15	0,83
MW	0,97	0,91	0,90	0,78	0,81	0,97	0,79	0,70	0,00	0,00	0,00	2,21	0,85
<i>SD</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>	<i>0,04</i>	<i>0,07</i>	<i>0,50</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,46</i>	<i>0,07</i>

Tab. 22.8: Absolute Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	9,77	0,97	0,97	0,89	0,94	1,08	0,97	1,06	0,73	1,81	0,82	0,00	0,94
2	0,00	0,86	0,84	0,82	0,83	1,17	0,81	0,89	0,73	1,92	0,77	0,00	0,85
3	0,00	1,06	1,06	1,00	1,02	1,13	1,02	0,99	0,84	1,64	0,89	0,00	1,03
4	0,00	1,02	1,01	0,99	0,96	1,14	0,97	0,97	0,80	1,75	0,89	0,00	0,99
5	0,00	0,97	0,94	0,87	0,92	1,21	0,91	0,94	0,71	1,88	0,80	0,00	0,96
6	0,00	1,01	1,01	0,95	0,94	1,21	0,97	1,00	0,81	1,83	0,86	0,00	0,98
7	5,03	0,95	0,96	0,90	0,93	1,08	0,97	0,98	0,72	1,74	0,78	0,00	0,94
8	0,00	0,78	0,80	0,76	0,77	0,88	0,75	0,74	0,61	1,32	0,65	0,00	0,78
9	0,00	0,93	0,94	0,89	0,89	1,03	0,88	0,87	0,69	1,59	0,77	0,00	0,91
10	0,00	0,94	0,93	0,89	0,92	1,07	0,88	0,88	0,72	1,69	0,77	0,00	0,92
11	0,00	0,87	0,86	0,84	0,83	1,10	0,84	0,88	0,69	1,64	0,75	0,00	0,86
12	0,00	0,92	0,92	0,89	0,87	1,05	0,91	0,86	0,75	1,35	0,79	0,00	0,90
MW	1,23	0,94	0,94	0,89	0,90	1,10	0,91	0,92	0,73	1,68	0,80	0,00	0,92
<i>SD</i>	<i>3,05</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,06</i>	<i>0,19</i>	<i>0,07</i>	<i>0,00</i>	<i>0,07</i>

Tab. 22.9: Absolute Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 1 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,04	1,04	1,15	1,02	1,20	1,03	1,42	0,00	0,00	0,00	1,75	1,07
2	0,00	1,09	1,10	1,27	1,16	1,44	0,93	1,52	0,00	0,00	0,00	1,77	1,20
3	0,00	1,10	1,06	1,26	1,13	1,26	0,94	1,49	0,00	0,00	0,00	2,58	1,16
4	0,00	0,94	0,92	1,01	0,93	1,10	0,85	1,30	0,00	0,00	0,00	1,56	0,97
5	0,00	1,03	1,07	1,06	1,10	1,38	0,87	1,42	0,00	0,00	0,00	1,00	1,11
6	0,00	1,12	1,16	1,26	1,21	1,35	0,94	1,56	0,00	0,00	0,00	2,55	1,22
7	0,00	0,98	0,96	1,08	0,98	1,06	0,88	1,62	0,00	0,00	0,00	2,46	1,01
8	0,00	0,86	0,88	0,96	0,82	0,91	0,89	1,12	0,00	0,00	0,00	1,92	0,87
9	0,00	0,90	0,92	0,97	0,91	1,01	0,88	1,24	0,00	0,00	0,00	0,96	0,93
10	0,00	0,90	0,92	0,98	0,92	1,02	0,89	1,25	0,00	0,00	0,00	0,96	0,94
11	0,00	1,02	1,05	1,03	1,09	1,08	0,91	1,08	0,00	0,00	0,00	0,93	1,06
12	0,00	1,04	1,04	1,28	0,99	1,30	1,02	1,77	0,00	0,00	0,00	2,55	1,09
MW	0,00	1,00	1,01	1,11	1,02	1,18	0,92	1,40	0,00	0,00	0,00	1,75	1,05
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,13</i>	<i>0,12</i>	<i>0,17</i>	<i>0,06</i>	<i>0,21</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,67</i>	<i>0,11</i>

Tab. 22.10: Absolute Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 2 [0] (W_{1k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,29	1,18	1,38	1,06	1,14	1,26	1,39	1,06	1,56	1,13	0,00	1,16
2	0,00	1,23	1,10	1,28	1,01	1,12	1,18	1,26	0,97	1,42	1,03	0,00	1,10
3	0,00	1,24	1,03	1,13	1,00	1,13	1,14	1,27	0,84	1,44	0,95	0,00	1,06
4	0,00	1,25	1,09	1,22	1,02	1,10	1,13	1,25	0,83	1,51	0,93	0,00	1,09
5	0,00	1,31	1,13	1,38	1,06	1,15	1,24	1,37	0,87	7,81	0,97	0,00	1,16
6	0,00	1,25	1,09	1,19	1,02	1,17	1,15	1,27	0,87	1,38	0,95	0,00	1,10
7	0,00	1,16	1,00	1,05	0,94	1,01	1,00	1,02	0,84	1,23	1,03	0,00	0,99
8	0,00	1,22	1,08	1,17	0,99	1,12	1,07	1,13	0,93	1,41	1,07	0,00	1,06
9	0,00	1,10	0,97	1,01	0,91	1,07	0,95	1,01	0,84	1,18	0,99	0,00	0,97
10	0,00	1,22	1,07	1,11	1,00	1,17	1,05	1,11	0,92	1,30	1,09	0,00	1,06
11	0,00	1,41	1,23	1,35	1,22	1,37	1,20	1,33	0,89	1,60	1,07	0,00	1,28
12	0,00	1,12	0,95	1,08	0,84	1,01	1,04	1,11	0,83	1,15	0,98	0,00	0,94
MW	0,00	1,23	1,08	1,20	1,01	1,13	1,12	1,21	0,89	1,92	1,01	0,00	1,08
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,13</i>	<i>0,09</i>	<i>0,09</i>	<i>0,10</i>	<i>0,13</i>	<i>0,07</i>	<i>1,86</i>	<i>0,06</i>	<i>0,00</i>	<i>0,09</i>

Tab. 22.11: Absolute Wiederfindungsraten Leinsamensemmeln [0] (W_{1k} , Abb. 3)

	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
Leinsamen- semmeln 1 (Lein, ganz)	0,00	1,08	1,05	0,81	0,98	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,96
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, ganz)	0,00	1,07	1,05	0,82	0,98	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,98
Leinsamen- semmeln1 (Lein, verm.)	0,00	0,88	0,74	0,67	0,80	0,7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,72
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, verm.)	0,00	0,91	0,75	0,76	0,89	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,53	0,78

Tab. 23: Relative Wiederfindungsraten Backwaren [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Tab. 23.1: Relative Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,10	1,07	0,93	1,06	0,94	0,00	0,00	0,88	0,00	0,00	1,03	1,00
2	0,00	1,15	0,97	0,94	0,94	1,19	0,00	0,00	0,31	0,00	0,00	1,08	1,00
3	0,00	1,15	1,01	0,97	0,97	1,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	1,00
4	0,00	1,11	1,04	0,93	1,07	0,92	0,00	0,00	0,84	0,00	0,00	0,99	1,00
5	0,00	1,10	1,03	0,92	1,03	1,04	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,97	1,00
6	0,00	1,08	1,01	0,92	1,04	1,03	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,99	1,00
7	0,00	1,08	1,01	0,92	1,04	1,03	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	0,99	1,00
8	0,00	1,14	1,01	0,92	1,02	1,04	0,00	0,00	0,82	0,00	0,00	1,03	1,00
9	0,00	1,11	1,05	0,96	1,02	1,02	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	1,01	1,00
10	0,00	1,07	0,99	0,93	1,07	0,95	0,00	0,00	0,91	0,00	0,00	0,99	1,00
11	0,00	1,07	1,09	0,91	1,07	0,96	0,00	0,00	0,87	0,00	0,00	0,94	1,00
12	0,00	1,08	1,09	0,95	1,08	0,88	0,00	0,84	1,00	0,00	0,00	0,97	1,00
MW	0,00	1,10	1,03	0,93	1,03	1,01	0,00	0,07	0,71	0,71	0,00	1,00	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,02</i>	<i>0,04</i>	<i>0,09</i>	<i>0,00</i>	<i>0,24</i>	<i>0,30</i>	<i>0,30</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.2: Relative Wiederfindungsraten BIO-Frauenbrot 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	0,00	1,09	1,02	1,12	1,09	0,68	0,84	1,02	1,13	1,42	1,13	0,00	1,00
2	0,00	1,06	1,08	1,08	1,12	0,64	0,94	1,04	1,15	1,43	1,07	0,00	1,00
3	0,00	1,06	1,03	1,08	1,13	0,64	0,84	1,00	1,14	1,30	1,05	0,00	1,00
4	0,00	1,09	0,99	1,09	1,09	0,70	0,91	1,09	1,06	1,54	1,06	0,00	1,00
5	0,00	1,04	1,02	1,12	1,11	0,65	0,94	1,03	1,22	1,26	1,13	0,00	1,00
6	0,00	1,07	1,05	1,15	1,11	0,60	0,95	1,08	1,17	1,34	1,11	0,00	1,00
7	0,00	1,07	1,05	1,15	1,11	0,60	0,95	1,08	1,17	1,34	1,11	0,00	1,00
8	0,00	1,04	1,08	1,13	1,14	0,56	0,93	1,03	1,19	1,33	1,10	0,00	1,00
9	0,00	1,10	1,03	1,12	1,09	0,67	0,95	1,08	1,09	1,39	1,04	0,00	1,00
10	0,00	1,10	1,01	1,11	1,06	0,74	0,92	1,06	1,05	1,36	1,07	0,00	1,00
11	0,00	1,03	1,05	1,14	1,14	0,57	0,95	1,08	1,23	1,09	1,15	0,00	1,00
12	0,00	1,06	1,04	1,13	1,11	0,62	0,95	1,10	1,21	1,32	1,16	0,00	1,00
MW	0,00	1,07	1,04	1,12	1,11	0,64	0,92	1,06	1,15	1,35	1,10	0,00	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,04</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>	<i>0,11</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.3: Relative Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	1,00	1,01	0,93	1,60	0,92	0,66	1,71	1,18	1,13	0,00	1,18	1,01	1,00
2	0,93	0,99	0,94	1,49	0,93	0,76	1,72	1,11	1,11	0,00	1,16	1,01	1,00
3	0,94	1,00	0,96	1,55	0,94	0,65	1,82	1,15	1,14	0,00	1,19	1,02	1,00
4	0,98	1,00	0,95	1,40	1,04	0,52	1,86	1,10	1,19	0,00	1,24	0,98	1,00
5	0,96	1,00	0,95	1,58	0,95	0,59	1,87	1,13	1,19	0,00	1,24	1,01	1,00
6	0,98	1,01	0,95	1,54	0,94	0,67	1,80	1,13	1,17	0,00	1,23	1,01	1,00
7	0,95	1,00	0,94	1,59	0,91	0,72	1,76	1,14	1,12	0,00	1,17	1,03	1,00
8	1,00	1,01	0,97	1,44	0,98	0,64	1,84	1,10	1,18	0,00	1,21	0,98	1,00
9	0,92	0,99	0,95	1,63	0,92	0,64	1,81	1,16	1,16	0,00	1,23	1,01	1,00
10	0,93	1,00	0,96	1,55	0,93	0,68	1,83	1,14	1,17	0,00	1,22	1,01	1,00
11	0,94	1,01	0,98	1,53	0,94	0,67	1,97	1,14	1,19	0,00	1,24	1,00	1,00
12	0,94	1,01	0,96	1,59	0,91	0,69	1,78	1,14	1,15	0,00	1,23	1,02	1,00
MW	0,96	1,00	0,95	1,54	0,94	0,66	1,81	1,14	1,16	0,00	1,21	1,01	1,00
<i>SD</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,01</i>	<i>0,07</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,07</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.4: Relative Wiederfindungsraten Dachsteinbrot 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	1,07	0,99	0,99	1,06	0,83	0,95	0,92	1,03	0,83	1,03	0,00	1,00
2	0,00	1,06	0,99	0,97	1,04	0,91	0,96	0,90	1,01	0,86	1,00	0,00	1,00
3	0,00	1,07	0,98	0,93	0,98	1,15	0,97	0,96	0,94	0,86	0,95	0,00	1,00
4	0,00	1,07	0,98	0,97	1,06	0,88	0,96	0,95	1,00	0,86	1,00	0,00	1,00
5	0,00	1,05	0,99	0,98	1,00	1,02	0,96	0,92	0,97	0,84	0,98	0,00	1,00
6	0,00	1,06	1,03	0,99	1,09	0,74	0,97	0,87	1,10	0,84	1,07	0,00	1,00
7	0,00	1,06	1,00	0,99	1,05	0,87	0,97	0,91	1,05	1,02	1,03	0,00	1,00
8	0,00	1,06	1,01	1,03	1,01	0,92	0,97	0,91	1,04	1,00	1,00	0,00	1,00
9	0,00	1,07	0,94	0,92	0,96	1,25	0,95	1,00	0,87	0,87	0,89	0,00	1,00
10	0,00	1,08	0,95	0,94	0,98	1,14	0,97	0,98	0,92	0,87	0,94	0,00	1,00
11	0,00	1,06	0,98	0,96	1,00	1,04	0,96	0,95	0,98	0,93	0,98	0,00	1,00
12	0,00	1,10	0,99	0,94	1,03	0,97	0,98	0,92	1,02	0,91	0,98	0,00	1,00
MW	0,00	1,07	0,99	0,97	1,02	0,98	0,96	0,93	1,00	0,89	0,99	0,00	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,04</i>	<i>0,15</i>	<i>0,01</i>	<i>0,04</i>	<i>0,06</i>	<i>0,06</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.5: Relative Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	1,40	1,10	0,98	1,05	1,21	0,62	0,84	1,66	1,15	0,00	0,00	1,04	1,00
2	1,41	1,15	0,97	1,05	1,23	0,56	0,83	1,56	1,12	0,00	0,00	1,05	1,00
3	1,26	1,16	1,03	1,11	1,22	0,48	0,91	0,67	1,09	0,00	0,00	2,33	1,00
4	1,17	1,12	1,04	1,12	1,21	0,49	0,91	1,37	1,16	0,00	0,00	1,53	1,00
5	1,27	1,15	1,05	1,10	1,22	0,48	0,94	0,72	1,10	0,00	0,00	2,36	1,00
6	1,26	1,22	1,02	1,05	1,23	0,51	0,89	0,69	1,01	0,00	0,00	2,56	1,00
7	1,24	1,19	1,03	1,14	1,19	0,50	0,91	2,10	0,48	0,00	0,00	2,48	1,00
8	1,23	1,17	0,99	1,08	1,19	0,59	0,81	2,96	0,00	0,00	0,00	1,61	1,00
9	1,15	1,14	1,03	1,10	1,22	0,50	0,91	0,65	1,07	0,00	0,00	2,17	1,00
10	0,60	1,19	1,02	1,13	1,16	0,59	0,87	0,66	0,95	0,00	0,00	2,49	1,00
11	1,14	1,18	0,99	1,08	1,19	0,59	0,88	2,24	0,51	0,00	0,00	2,53	1,00
12	0,60	1,20	1,03	1,15	1,17	0,55	0,46	0,66	0,49	0,00	0,00	1,69	1,00
MW	1,15	1,16	1,01	1,10	1,20	0,54	0,85	1,33	0,85	0,00	0,00	1,99	1,00
<i>SD</i>	<i>0,27</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,05</i>	<i>0,13</i>	<i>0,79</i>	<i>0,38</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,57</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.6: Relative Wiederfindungsraten BIO-Adams Brot 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	0,00	1,23	0,00	1,15	1,22	0,53	1,15	1,20	1,23	1,85	1,23	0,00	1,00
2	0,00	1,19	0,00	1,16	1,17	0,64	1,16	1,23	1,24	1,50	1,21	0,00	1,00
3	0,00	1,26	0,00	1,19	1,16	0,59	1,18	1,22	1,17	1,66	1,23	0,00	1,00
4	0,00	1,18	0,00	1,16	1,20	0,58	1,17	1,26	1,28	1,54	1,31	0,00	1,00
5	0,00	1,19	0,00	1,13	1,21	0,59	1,17	1,19	1,28	1,60	1,25	0,00	1,00
6	0,00	1,19	0,00	1,17	1,21	0,54	1,18	1,20	1,34	1,59	1,23	0,00	1,00
7	0,00	1,15	0,00	1,15	1,20	0,60	1,17	1,24	1,38	1,45	1,34	0,00	1,00
8	0,00	1,15	0,00	1,10	1,18	0,70	1,16	1,26	1,32	1,47	1,22	0,00	1,00
9	0,00	1,23	0,00	1,12	1,21	0,59	1,18	1,22	1,22	1,73	1,20	0,00	1,00
10	0,00	1,24	0,00	1,21	1,16	0,59	1,20	1,19	1,14	1,62	1,14	0,00	1,00
11	0,00	1,26	0,00	1,18	1,17	0,58	1,19	1,19	1,15	1,59	1,21	0,00	1,00
12	0,00	1,21	0,00	1,17	1,18	0,60	1,18	1,19	1,23	1,50	1,16	0,00	1,00
MW	0,00	1,21	0,00	1,16	1,19	0,59	1,17	1,21	1,25	1,59	1,23	0,00	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,04</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,02</i>	<i>0,04</i>	<i>0,01</i>	<i>0,03</i>	<i>0,08</i>	<i>0,12</i>	<i>0,05</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.7: Relative Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	1,21	1,11	1,08	0,96	1,00	1,00	0,97	0,66	0,00	0,00	0,00	3,14	1,00
2	1,16	1,09	1,10	0,94	0,99	1,16	0,96	0,74	0,00	0,00	0,00	2,27	1,00
3	1,19	1,11	1,09	0,92	1,01	1,17	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	1,00
4	1,14	1,08	1,09	0,99	0,95	1,21	0,96	0,00	0,00	0,00	0,00	2,15	1,00
5	0,89	0,82	0,80	0,72	0,72	1,07	0,70	0,66	0,00	0,00	0,00	2,22	1,00
6	1,20	1,12	1,09	0,93	0,99	1,21	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	2,29	1,00
7	1,18	1,10	1,08	0,94	1,00	1,11	0,96	1,42	0,00	0,00	0,00	3,29	1,00
8	1,19	1,11	1,10	0,93	1,00	1,10	0,97	1,32	0,00	0,00	0,00	2,70	1,00
9	1,14	1,08	1,05	0,97	0,96	1,29	0,93	1,50	0,00	0,00	0,00	2,52	1,00
10	1,19	1,10	1,08	0,92	1,00	1,20	0,94	0,71	0,00	0,00	0,00	2,58	1,00
11	1,19	1,09	1,11	0,97	0,98	1,09	0,98	1,43	0,00	0,00	0,00	3,35	1,00
12	1,18	1,09	1,11	0,96	0,97	1,16	0,97	1,53	0,00	0,00	0,00	2,61	1,00
MW	1,15	1,07	1,07	0,93	0,97	1,15	0,94	0,83	0,00	0,00	0,00	2,61	1,00
<i>SD</i>	<i>0,09</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	<i>0,61</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,43</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.8: Relative Wiederfindungsraten BIO-Global-Vital Weckerl 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	10,37	1,03	1,03	0,95	0,99	1,14	1,03	1,13	0,78	1,93	0,87	0,00	1,00
2	0,00	1,01	0,99	0,96	0,97	1,37	0,95	1,05	0,85	2,26	0,91	0,00	1,00
3	0,00	1,03	1,03	0,97	1,00	1,10	1,00	0,96	0,82	1,60	0,87	0,00	1,00
4	0,00	1,03	1,02	1,00	0,97	1,15	0,98	0,98	0,81	1,77	0,90	0,00	1,00
5	0,00	1,01	0,98	0,90	0,96	1,26	0,95	0,98	0,74	1,96	0,83	0,00	1,00
6	0,00	1,03	1,03	0,98	0,97	1,24	1,00	1,02	0,83	1,88	0,89	0,00	1,00
7	5,37	1,02	1,02	0,96	0,99	1,15	1,04	1,04	0,77	1,86	0,83	0,00	1,00
8	0,00	1,01	1,04	0,98	0,99	1,14	0,97	0,95	0,79	1,70	0,84	0,00	1,00
9	0,00	1,02	1,03	0,99	0,98	1,14	0,97	0,96	0,76	1,75	0,85	0,00	1,00
10	0,00	1,02	1,01	0,97	0,99	1,16	0,96	0,96	0,78	1,84	0,83	0,00	1,00
11	0,00	1,02	1,00	0,98	0,97	1,28	0,98	1,02	0,81	1,91	0,88	0,00	1,00
12	0,00	1,02	1,02	0,99	0,97	1,17	1,02	0,96	0,83	1,51	0,88	0,00	1,00
MW	1,31	1,02	1,02	0,97	0,98	1,19	0,99	1,00	0,80	1,83	0,86	0,00	1,00
<i>SD</i>	<i>3,24</i>	<i>0,01</i>	<i>0,02</i>	<i>0,03</i>	<i>0,01</i>	<i>0,08</i>	<i>0,03</i>	<i>0,05</i>	<i>0,03</i>	<i>0,19</i>	<i>0,03</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.9: Relative Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 1 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
1	0,00	0,97	0,97	1,08	0,96	1,12	0,96	1,33	0,00	0,00	0,00	1,64	1,00
2	0,00	0,90	0,92	1,05	0,97	1,20	0,77	1,26	0,00	0,00	0,00	1,48	1,00
3	0,00	0,95	0,91	1,09	0,97	1,08	0,81	1,28	0,00	0,00	0,00	2,21	1,00
4	0,00	0,98	0,95	1,05	0,97	1,14	0,88	1,35	0,00	0,00	0,00	1,61	1,00
5	0,00	0,93	0,96	0,95	0,99	1,24	0,78	1,28	0,00	0,00	0,00	0,90	1,00
6	0,00	0,91	0,95	1,03	0,99	1,11	0,77	1,27	0,00	0,00	0,00	2,08	1,00
7	0,00	0,97	0,95	1,07	0,97	1,05	0,87	1,61	0,00	0,00	0,00	2,44	1,00
8	0,00	0,99	1,02	1,11	0,95	1,05	1,02	1,30	0,00	0,00	0,00	2,21	1,00
9	0,00	0,96	0,98	1,04	0,98	1,09	0,95	1,33	0,00	0,00	0,00	1,03	1,00
10	0,00	0,96	0,98	1,04	0,98	1,09	0,95	1,33	0,00	0,00	0,00	1,03	1,00
11	0,00	0,96	0,99	0,97	1,02	1,02	0,86	1,01	0,00	0,00	0,00	0,88	1,00
12	0,00	0,95	0,95	1,17	0,91	1,19	0,94	1,62	0,00	0,00	0,00	2,33	1,00
MW	0,00	0,95	0,96	1,05	0,97	1,11	0,88	1,33	0,00	0,00	0,00	1,65	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,03</i>	<i>0,03</i>	<i>0,06</i>	<i>0,03</i>	<i>0,07</i>	<i>0,08</i>	<i>0,16</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>	<i>0,59</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.10: Relative Wiederfindungsraten Aboriginesweckerl 2 [0] (W_{3k} , Abb. 3)

Pr.Nr.	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt-fett
1	0,00	1,11	1,01	1,19	0,91	0,98	1,09	1,20	0,92	1,34	0,98	0,00	1,00
2	0,00	1,12	1,00	1,16	0,92	1,02	1,07	1,15	0,89	1,29	0,93	0,00	1,00
3	0,00	1,17	0,96	1,06	0,94	1,06	1,07	1,20	0,79	1,35	0,89	0,00	1,00
4	0,00	1,14	1,00	1,12	0,93	1,01	1,04	1,15	0,76	1,39	0,85	0,00	1,00
5	0,00	1,12	0,98	1,18	0,91	0,99	1,07	1,18	0,75	6,72	0,84	0,00	1,00
6	0,00	1,15	0,99	1,09	0,93	1,06	1,05	1,16	0,80	1,26	0,87	0,00	1,00
7	0,00	0,02	0,02	1,06	0,95	1,02	1,01	1,03	0,85	1,25	1,04	0,00	1,00
8	0,00	0,01	0,01	1,10	0,93	1,05	1,00	1,06	0,87	1,33	1,00	0,00	1,00
9	0,00	0,01	0,01	1,05	0,94	1,10	0,98	1,04	0,87	1,22	1,02	0,00	1,00
10	0,00	0,23	0,10	1,05	0,94	1,10	0,98	1,04	0,87	1,22	1,02	0,00	1,00
11	0,00	0,08	0,04	1,06	0,95	1,07	0,94	1,04	0,70	1,26	0,84	0,00	1,00
12	0,00	0,10	0,04	1,15	0,90	1,08	1,11	1,19	0,89	1,23	1,04	0,00	1,00
MW	0,00	0,61	0,51	1,11	0,93	1,05	1,03	1,12	0,83	1,74	0,94	0,00	1,00
<i>SD</i>	<i>0,00</i>	<i>0,56</i>	<i>0,50</i>	<i>0,06</i>	<i>0,02</i>	<i>0,04</i>	<i>0,05</i>	<i>0,07</i>	<i>0,07</i>	<i>1,57</i>	<i>0,08</i>	<i>0,00</i>	<i>0,00</i>

Tab. 23.11: Relative Wiederfindungsraten Leinsamensemmeln [0] (W_{3k} , Abb. 3)

	Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eruca	Lignocerin	undef.	Gesamt- fett
Leinsamen- semmeln 1 (Lein, ganz)	0,00	1,12	1,09	0,85	1,02	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55	1,00
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, ganz)	0,00	1,09	1,07	0,84	1,00	1,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
Leinsamen- semmeln 1 (Lein, verm.)	0,00	1,23	1,03	0,94	1,12	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	1,00
Leinsamen- semmeln 2 (Lein, verm.)	0,00	1,16	0,96	0,98	1,14	0,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,68	1,00

Tab. 24. Gehalte an Fett und FS-Ester im frischen und gebratenen Karpfen, 1. Versuch (72 Extraktionszyklen)

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , L ₁₅ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g FG Fisch (L ₁₆ , L ₁₇ , Abb. 4)											
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Fisch, frisch (n=12)	MW	7,47	0,09	1,46	0,47	3,13	0,65	0,17	0,01	0,13	0,03	0,07	0,06	1,20
	SD	1,23	0,01	0,26	0,10	0,52	0,11	0,03	0,01	0,03	0,00	0,01	0,01	0,21
	SD _{meth}	1,19	0,01	0,23	0,07	0,47	0,12	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	0,01	0,22
Fisch, gebr. (n=12)	MW	22,07	0,12	2,56	0,87	11,73	3,03	1,08	0,07	0,31	0,08	0,09	0,08	2,01
	SD	3,39	0,02	0,35	0,15	2,10	0,61	0,24	0,02	0,04	0,01	0,02	0,02	0,24
	SD _{meth}	3,95	0,02	0,35	0,12	2,45	0,70	0,27	0,02	0,05	0,02	0,02	0,02	0,28

Tab. 25: Gehalte an Fett und FS-Ester im frischen und gebratenen Karpfen, 2. Versuch (72 Extraktionszyklen)

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , L ₁₅ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g Fisch (L ₁₆ , L ₁₇ , Abb. 4)											
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Fisch, frisch (n=24)	MW	2,11	0,05	0,41	0,09	0,49	0,17	0,12	0,00	0,02	0,00	0,13	0,07	0,57
	SD	0,79	0,02	0,13	0,03	0,15	0,05	0,04	0,00	0,01	0,00	0,06	0,02	0,31
	SD _{meth}	0,25	0,01	0,07	0,02	0,09	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,04	0,02	0,11
Fisch, gebr. (n=24)	MW	12,07	0,07	0,99	0,29	6,21	1,97	0,88	0,06	0,14	0,03	0,18	0,09	1,16
	SD	4,27	0,04	0,36	0,10	2,35	0,73	0,32	0,02	0,05	0,02	0,10	0,04	0,60
	SD _{meth}	4,24	0,03	0,33	0,09	2,30	0,72	0,32	0,02	0,05	0,02	0,07	0,03	0,49

Tab. 26: Gehalte an FS-Ester im Rapsöl nach Bratversuch, 1. Versuch (gebratener Karpfen - 72 Extraktionszyklen)

		g FS-Ester/100 g Rapsöl (L ₂₄ , Abb. 5)											
		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa-pentaen	Docosa-hexaen	undef
Rapsöl (n=8)	MW	0,10	5,32	2,08	60,47	17,56	7,03	0,17	1,17	0,34	0,00	0,00	5,76
	SD	0,01	0,16	0,06	2,75	0,17	0,13	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	2,74

Tab. 27: Gehalte an FS-Ester im Rapsöl nach Bratversuch, 2. Versuch (gebratener Karpfen - 72 Extraktionszyklen)

		g FS-Ester/100 g Rapsöl (L ₂₄ , Abb. 5)											
		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa-pentaen	Docosa-hexaen	undef
Rapsöl (n=8)	MW	0,10	4,98	1,86	60,08	18,70	8,03	0,61	1,14	0,34	0,06	0,00	4,11
	SD	0,02	0,13	0,03	0,51	0,34	0,22	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00	0,12

Tab. 28: Gehalte an Fett und FS-Ester in frischer und gebratener Makrele, 1. Versuch (72 Extraktionszyklen)

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , L ₁₅ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g FG Fisch (L ₁₆ , L ₁₇ , Abb. 4)											
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Fisch, frisch (n=12)	MW	6,30	0,34	1,08	0,27	1,23	0,14	0,07	0,01	0,41	0,00	0,28	0,49	1,57
	SD	2,10	0,11	0,37	0,12	0,30	0,03	0,05	0,01	0,25	0,00	0,09	0,13	1,19
	SD _{meth}	2,16	0,11	0,43	0,12	0,30	0,03	0,06	0,01	0,17	0,00	0,10	0,13	0,91
Fisch, gebr. (n=12)	MW	16,05	0,36	1,55	0,45	5,79	1,65	0,71	0,05	0,55	0,00	0,28	0,52	2,86
	SD	4,38	0,21	0,64	0,21	3,31	0,78	0,33	0,03	0,38	0,00	0,19	0,28	2,16
	SD _{meth}	4,29	0,22	0,73	0,23	3,39	0,85	0,36	0,03	0,35	0,00	0,20	0,31	2,29

Tab. 29: Gehalte an Fett und FS-Ester in frischer und gebratener Makrele, 2. Versuch (72 Extraktionszyklen)

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , L ₁₅ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g FG Fisch (L ₁₆ , L ₁₇ , Abb. 4)											
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Fisch, frisch (n=12)	MW	0,94	0,01	0,25	0,10	0,26	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,04	0,21	0,03
	SD	0,31	0,02	0,05	0,02	0,08	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,05	0,03	0,06
	SD _{meth}	0,25	0,02	0,05	0,02	0,07	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,04	0,04	0,05
Fisch, gebr. (n=12)	MW	15,94	0,02	0,96	0,37	5,78	2,79	1,13	0,09	0,20	0,00	0,05	0,19	4,36
	SD	4,14	0,03	0,21	0,08	5,87	0,77	0,28	0,02	0,04	0,01	0,06	0,04	3,92
	SD _{meth}	1,47	0,02	0,12	0,04	3,37	0,24	0,10	0,01	0,02	0,01	0,03	0,04	3,51

Tab. 30: Gehalte an FS-Ester im Rapsöl nach Bratversuch, 1. Versuch (gebratene Makrele - 72 Extraktionszyklen)

		g FS-Ester/100 g Rapsöl (L ₂₄ , Abb. 5)											
		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Rapsöl (n=4)	MW	0,21	5,00	1,93	47,73	17,78	7,44	0,78	1,30	0,33	0,14	0,20	17,15
	SD	0,03	0,05	0,01	10,86	0,12	0,10	0,01	0,09	0,00	0,02	0,03	10,82

Tab. 31: Gehalte an FS-Ester im Rapsöl nach Bratversuch, 2. Versuch (gebratene Makrele - 72 Extraktionszyklen)

		g FS-Ester/100 g Rapsöl (L ₂₄ , Abb. 5)											
		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Rapsöl (n=4)	MW	0,06	4,85	1,90	61,29	18,36	7,44	0,19	1,17	0,35	0,00	0,00	4,38
	SD	0,01	0,05	0,02	0,37	0,22	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02

Tab. 32: Gehalte an Fett und FS-Ester im frischen und gebratenen Seelachs (72 Extraktionszyklen)

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , L ₁₅ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g FG Fisch (L ₁₆ , L ₁₇ , Abb. 4)											
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Fisch, frisch (n=12)	MW	0,47	0,01	0,09	0,03	0,06	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,16	0,02
	SD	0,14	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,01
	SD _{meth}	0,12	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02
Fisch, gebr. (n=12)	MW	7,08	0,01	0,37	0,15	4,22	1,24	0,51	0,04	0,09	0,02	0,03	0,12	0,29
	SD	3,17	0,00	0,15	0,06	1,95	0,57	0,23	0,02	0,04	0,01	0,01	0,03	0,14
	SD _{meth}	2,50	0,00	0,12	0,05	1,53	0,45	0,18	0,02	0,03	0,01	0,01	0,03	0,26

Tab. 33: Gehalte an FS-Ester im Rapsöl nach Bratversuch (gebratener Seelachs- 72 Extraktionszyklen)

		g FS-Ester/100 g Rapsöl (L ₂₄ , Abb. 5)											
		Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen	Eicosa- pentaen	Docosa- hexaen	undef
Rapsöl (n=4)	MW	0,05	4,61	1,85	61,49	18,19	7,55	0,63	1,14	0,34	0,00	0,00	4,15
	SD	0,00	0,07	0,03	0,48	0,32	0,34	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,10

Tab. 34: Gehalte an Fett und FS-Ester in der Panier und im Fischanteil der Fischstäbchen

		g Fett/ 100 g Fisch (L ₁₄ , Abb. 4)	g FS-Ester/100 g FG Fisch (L ₁₆ , Abb. 4)								
			Myristin	Palmitin	Stearin	OA	LA	ALA	Arachin	Eicosen	Behen
Fisch- anteil (n=12)	MW	1,52	0,00	0,08	0,03	0,77	0,24	0,10	0,01	0,02	0,02
	SD	0,30	0,00	0,04	0,01	0,41	0,12	0,05	0,00	0,01	0,01
	SD _{meth}	0,30	0,00	0,02	0,01	0,18	0,05	0,02	0,00	0,00	0,00
Panier (n=12)	MW	4,65	0,00	0,23	0,08	2,98	0,92	0,38	0,03	0,07	0,02
	SD	0,32	0,00	0,07	0,03	0,96	0,29	0,12	0,01	0,02	0,01
	SD _{meth}	0,28	0,00	0,07	0,02	0,88	0,27	0,11	0,01	0,02	0,01

LEBENS LAUF

PERSÖNLICHE DATEN

Name: Marianne Tischler
Geboren am: 29. März 1985 in Wien
Wohnhaft in: Treustraße 59/1/8, 1200 Wien
Tel.: (0699) 12149309
Email: marianne.tischler@gmx.at

AUSBILDUNG

09/1995 bis 06/1999 Besuch des Bundesgymnasium Gänserndorf
09/1999 bis 06/2004 Besuch der Handelsakademie Gänserndorf
seit 09/2004 Studium der Ernährungswissenschaften an der Hauptuniversität Wien

BERUFSERFAHRUNG

08/2005 Praktikum im Bereich Umwelttechnik (Labor) der Firma GEO-data Ges.m.b.H
2005/2006 4 Monate Tätigkeit im Restaurant „Angela’s Kitchen“ im Bereich Küche und Service in Clonmel, IRLAND
08/2007 Köchin und Haushaltshilfe der Familie Helnwein in Kilsheelan, IRLAND
09/2007 und 10/2007 Praktikum im Ernährungsinstitut von Sasha Walleczek
04/2007 – 02/2009 Assistentin der Ernährungsberaterin Dr. Claudia Nichterl
02/2009 – 07/2009 wissenschaftlicher Mitarbeiter, AGES, Institut für Sortenwesen

BESONDERE KENNTNISSE UND FÄHIGKEITEN

Sprachkenntnisse: Englisch, fließend in Wort und Schrift
Französisch, Maturaniveau
EDV Kenntnisse: ECDL

BESUCHTE KURSE UND SEMINARE

04/2007 VEÖ-Jubiläumstagung: „Maßgeschneidert essen – Functional Food als Hoffnungsträger oder Nischenprodukt“
01/2008 VEÖ-success-Workshop „East meets West – Ernährung gemäß Traditionell Chinesischer Medizin ernährungswissenschaftlich betrachtet“
01/2008 VEÖ-Kochseminar „5-Elemente Ernährung – die Ernährungslehre der TCM in der praktischen Umsetzung“
06/2008 Fachtagung, Fette und Fettbestandteile in Backwaren, AGES
09/2009 ÖGE-Jahrestagung: „Gesundheitsförderung – Bedeutung der Lebensmittel- und Ernährungsqualität“

Wien, November 2009