



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Laboranalytische Untersuchungen zur Beurteilung des Fett-, Fettsäure- und Tocopherolgehalts von industriell produzierten Fertiggerichten auf Fisch- oder Gemüsebasis

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasser:	Günter Seiringer
Matrikel-Nummer:	9825744
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	A474
Betreuerin / Betreuer:	o. Univ.-Prof. Dr. I. Elmadfa

Wien, im Juni 2011



## Danksagung

Meinen Dank möchte ich zunächst an Herrn o. Univ.-Prof. Dr. I. Elmadfa richten, der mir die Durchführung und Bearbeitung dieser experimentellen Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaften ermöglichte. Des Weiteren möchte ich mich bei ihm für die geduldige Betreuung bedanken.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei Frau Dr. Mag. Margit Kornsteiner für ihre großartige Unterstützung im Labor sowie für ihre Hilfe bei der Auswertung der Daten mittels SPSS. Sie war bei Unklarheiten und zu lösenden Problemen stets erste Ansprechperson für mich und hatte auch in stressigen Zeiten stets ein offenes Ohr für meine Anliegen.

Bedanken möchte ich mich auch bei Frau Dr. Mag. Agnes Hertel, bei Herrn Gheorghe Mare und Herrn Ing. Markus Spannbruckner für die Unterstützung im Umgang mit den Laborinstrumenten. Sie standen mir bei technischen Fragen stets hilfreich zur Seite.

Weiters möchte ich mich bei meinen Diplomandenkollegen und –innen Katharina Hellich, Felizitas Moll, Hedwig Huber und Michael Bilek sowie bei Andrea Gonzalez Donate für die wunderbare Zeit im Labor bedanken.

Mein Dank gilt auch allen meinen Freunden im Studentenheim Europahaus, die mich während aller Höhen und Tiefen meiner Studienzeit begleitet haben.

Der größte Dank gilt aber mit Sicherheit meiner Familie, im Besonderen meinen Eltern und meiner Tante, die mir durch ihre großartige finanzielle und moralische Unterstützung dieses Studium erst ermöglicht haben. Trotz zahlreicher Unwegsamkeiten im Laufe meines langen Studiums haben sie nie den Glauben an meine Fähigkeiten und an ein positives Ende verloren.



## I. Inhaltsverzeichnis

I. Inhaltsverzeichnis .....	I
II. Abbildungsverzeichnis .....	IV
III. Tabellenverzeichnis .....	VII
1. Einleitung und Fragestellung .....	1
2 Literaturübersicht .....	3
2.1 Convenience Food .....	3
2.1.1 Definition Convenience Food .....	3
2.1.2 Kategorien von Convenience Food .....	4
2.1.3 Definition Fertiggerichte .....	5
2.1.4 Vor- und Nachteile von Convenience Food .....	5
2.2 Nahrungsfett .....	6
2.2.1 Definition Nahrungsfett .....	6
2.2.2 Chemie der Nahrungsfette .....	6
2.2.3 Biologische Funktion der Lipide .....	9
2.2.4 Quellen und Arten von Nahrungsfetten .....	12
2.2.5 Unerwünschte Reaktionen von Fetten - Fettverderb .....	16
2.2.6 DACH-Referenzwerte für die Fettzufuhr .....	18
2.2.7 Ernährungsphysiologische Aspekte der Fettzufuhr .....	19
2.3 Vitamin E .....	25
2.3.1 Chemie von Vitamin E .....	25
2.3.2 Biologische Wirksamkeit von Vitamin E .....	26
2.3.3 Absorption und Stoffwechsel von Vitamin E .....	26
2.3.4 Funktionen von Vitamin E .....	27
2.3.5 Ernährungsphysiologische Aspekte von Vitamin E .....	28
2.3.6 DACH-Referenzwerte für die Vitamin E-Zufuhr .....	29
2.4 Studien zur laborchemischen Analyse von Fertiggerichten .....	30
3. Material und Methoden .....	39
3.1 Fertiggerichtproben für die Analyse .....	39
3.2 Gesamtfettbestimmung .....	41
3.2.1 Prinzip .....	41
3.2.2 Probenaufbereitung .....	41

3.2.3 Herstellung des Folch-Extraktes.....	43
3.2.4 Reagenzien und Geräte.....	46
3.2.5 Auswertung .....	47
3.3 Bestimmung der Trockenmasse.....	48
3.3.1 Prinzip.....	48
3.3.2 Durchführung .....	48
3.3.3 Geräte und Materialien .....	49
3.3.4 Auswertung .....	49
3.4 Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters.....	50
3.4.1 Prinzip.....	50
3.4.2 Durchführung .....	50
3.4.3 Reagenzien .....	51
3.4.4. Geräte und Messbedingungen .....	51
3.4.5 Detektierte und ausgewertete Fettsäuren.....	52
3.4.6 Auswertung .....	52
3.5 Bestimmung von Vitamin E mittels HPLC.....	54
3.5.1 Prinzip.....	54
3.5.2 Durchführung .....	54
3.5.3 Reagenzien .....	56
3.5.4 Geräte und Messbedingungen .....	56
3.5.5 Auswertung .....	57
4. Ergebnisse und Diskussion.....	58
4.1 Vorspann .....	58
4.2 Graphische Darstellung der Ergebnisse.....	60
4.3 Dargestellte Parameter .....	60
4.4 DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr .....	62
4.5 Portionsgröße .....	63
4.6 Trockenmasse.....	64
4.7 Energiegehalt.....	66
4.8 Fettgehalt.....	70
4.9 gesättigte Fettsäuren.....	75
4.10 einfach ungesättigte Fettsäuren .....	81
4.11 mehrfach ungesättigte Fettsäuren .....	85
4.11.1 Linolsäure.....	89

4.11.2 $\alpha$ -Linolensäure .....	92
4.11.3 Verhältnis Linolsäure zu alpha-Linolensäure .....	95
4.11.4 EPA und DHA.....	96
4.12 Transfettsäuren.....	100
4.13 Vitamin E.....	104
4.14 Nährstoffe aus den Nährwerttabellen der Produktverpackungen .....	108
4.14.1 Kohlenhydrate .....	108
4.14.2 Protein .....	109
4.14.3 Ballaststoffe .....	111
4.14.4 Natriumchlorid (Kochsalz).....	112
5. Schlussbetrachtung .....	114
6. Zusammenfassung .....	118
7. Summary .....	119
8. Literaturverzeichnis .....	120
9. Anhang.....	130
9.1 Tabellarische Ergebnisse für die in den Boxplot-Abbildungen dargestellten Parameter zu allen einzelnen Fertiggerichten .....	130
9.2 Abkürzungserklärungen zu den Tabellen unter Punkt 9.1 .....	134

## II. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Struktur von Stearinsäure .....	8
Abbildung 2:	Struktur der Ölsäure .....	9
Abbildung 3:	Struktur der Elaidinsäure .....	9
Abbildung 4:	Molekülstruktur von Vitamin E .....	25
Abbildung 5:	Mixer Büchi B-400 .....	42
Abbildung 6:	Homogenisat Probe Nr.1 .....	42
Abbildung 7:	Gefriertrockner .....	42
Abbildung 8:	Folch-Extrakt – Überführung in den Scheidetrichter .....	43
Abbildung 9:	Folch-Extrakt – 1. Phasentrennung .....	44
Abbildung 10:	Folch-Extrakt – 2. Phasentrennung .....	44
Abbildung 11:	Folch-Extrakt – Messzylinder mit gewonnenem Extrakt .....	45
Abbildung 12:	Rundkolben mit Folch-Extrakt .....	45
Abbildung 13:	Rundkolben mit Rotavapor und Fett .....	46
Abbildung 14:	Gaschromatograph – Perkin Elmer Autosystem .....	52
Abbildung 15:	Erklärungen zur Boxplot-Darstellung .....	60
Abbildung 16:	Boxplot zur Portionsgröße in g .....	63
Abbildung 17:	Boxplot zur Trockenmasse in Prozent .....	65
Abbildung 18:	Boxplot zum Energiegehalt in kcal pro Portion .....	68
Abbildung 19:	Boxplot zum Energiegehalt in kcal pro 100 g .....	68
Abbildung 20:	Boxplot zum Fettgehalt in g pro Portion .....	73
Abbildung 21:	Boxplot zum Fettgehalt in g pro 100g .....	73
Abbildung 22:	Boxplot zum Fettgehalt in Prozent an der Gesamtenergie .....	74
Abbildung 23:	Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion .....	78
Abbildung 24:	Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100g .....	79
Abbildung 25:	Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren In Prozent an der Gesamtenergie .....	80

Abbildung 26:	Balkendiagramm zum Fettsäuremuster .....	80
Abbildung 27:	Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigt Fettsäuren in g pro Portion .....	82
Abbildung 28:	Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100g .....	83
Abbildung 29:	Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	84
Abbildung 30:	Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion .....	87
Abbildung 31:	Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g .....	87
Abbildung 32:	Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	88
Abbildung 33:	Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in g pro Portion .....	90
Abbildung 34:	Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in g pro 100 g .....	91
Abbildung 35:	Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in Prozent an der Gesamtenergie .....	91
Abbildung 36:	Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro Portion .....	93
Abbildung 37:	Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro 100 g .....	94
Abbildung 38:	Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in Prozent an der Gesamtenergie .....	94
Abbildung 39:	Boxplot zum Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure .....	96
Abbildung 40:	Boxplot zum Gehalt an EPA und DHA in mg pro Portion .....	98
Abbildung 41:	Boxplot zum Gehalt an EPA und DHA in mg pro 100 g .....	99
Abbildung 42:	Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in mg pro Portion .....	101
Abbildung 43:	Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in mg pro 100 g .....	102

Abbildung 44:	Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	102
Abbildung 45:	Boxplot zum Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro Portion .....	106
Abbildung 46:	Boxplot zum Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g .....	107
Abbildung 47:	Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g und notwendige Schutzäquivalente in mg pro 100 g .....	107
Abbildung 48:	Boxplot zum Gehalt an Kohlenhydraten in Prozent an der Gesamtenergie .....	109
Abbildung 49:	Boxplot zum Gehalt an Protein in Prozent an der Gesamtenergie .....	110
Abbildung 50:	Boxplot zum Gehalt an Ballaststoffen in g pro Portion .....	112
Abbildung 51:	Boxplot zum Natriumchloridgehalt in g pro Portion .....	113

### III. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Convenience Food .....	4
Tabelle 2:	Klassifizierung der Lipide .....	6
Tabelle 3:	gesättigte Fettsäuren .....	8
Tabelle 4:	in Nahrungsfetten vorkommende ungesättigte Fettsäuren .....	9
Tabelle 5:	mittlere Fettsäurezusammensetzung (Gewichtsprozent) von Oliven- und Palmöl .....	13
Tabelle 6:	Fettsäuremuster von Samenfetten .....	14
Tabelle 7:	Fettsäuremuster ausgewählter Pflanzensamenöle .....	14
Tabelle 8:	Fettsäurezusammensetzung von Landtierfetten .....	15
Tabelle 9:	Wirkprofil von Vitamin E .....	27
Tabelle 10:	Schätzwerte für die Vitamin E-Zufuhr .....	29
Tabelle 11:	Verpackungsgröße und Portionsgröße der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	31
Tabelle 12:	Energiegehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	31
Tabelle 13:	Fettgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	31
Tabelle 14:	Gehalt an gesättigten Fettsäuren der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	32
Tabelle 15:	Fettsäuremuster der Fertiggerichte von Voedsel en Waren .....	32
Tabelle 16:	Ballaststoffgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	32
Tabelle 17:	Gemüseanteil der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	33
Tabelle 18:	Salzgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	33
Tabelle 19:	Gehalt an Vitamin C der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit .....	34

Tabelle 20:	Liste der im Rahmen des Double Fresh-Projektes analysierten Fertiggerichte .....	36
Tabelle 21:	Makronährstoffgehalte der Double Fresh Fertiggerichte .....	36
Tabelle 22:	Fettsäuregehalt der Double Fresh Fertiggerichte .....	37
Tabelle 23:	Gehalte an Tocopheroläquivalenten der Double Fresh Fertiggerichte .....	38
Tabelle 24:	Auflistung der laborchemisch analysierten Fertiggerichte .....	40
Tabelle 25:	detektierte und ausgewertete Fettsäuren .....	53
Tabelle 26:	Extinktionskoeffizienten von Vitamin E .....	55
Tabelle 27:	Konzentrationen der Eichgeradenlevels von Vitamin E .....	55
Tabelle 28:	Eichgeraden von Vitamin E .....	57
Tabelle 29:	Kategorienzuordnung der analysierten Fertiggerichte .....	59
Tabelle 30:	DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, adaptiert nach dem Drittelansatz der DGE .....	62
Tabelle 31:	Portionsgröße nach Abwaage in g .....	63
Tabelle 32:	Trockenmasse in Prozent .....	65
Tabelle 33:	Energiegehalt pro Portion in kcal .....	68
Tabelle 34:	Energiegehalt in kcal pro 100 g .....	69
Tabelle 35:	Fettgehalt in g pro Portion .....	73
Tabelle 36:	Fettgehalt in g pro 100 g .....	74
Tabelle 37:	Fettgehalt in Prozent an der Gesamtenergie .....	74
Tabelle 38:	Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion .....	79
Tabelle 39:	Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100g .....	79
Tabelle 40:	Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	80
Tabelle 41:	Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion .....	83
Tabelle 42:	Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100g .....	83
Tabelle 43:	Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	84
Tabelle 44:	Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion .....	87

Tabelle 45:	Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g .....	88
Tabelle 46:	Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	88
Tabelle 47:	Gehalt an Linolsäure in g pro Portion .....	90
Tabelle 48:	Gehalt an Linolsäure in g pro 100 g .....	91
Tabelle 49:	Gehalt an Linolsäure in Prozent an der Gesamtenergie .....	92
Tabelle 50:	Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro Portion .....	94
Tabelle 51:	Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro 100 g .....	94
Tabelle 52:	Gehalt an alpha-Linolensäure in Prozent an der Gesamtenergie .....	95
Tabelle 53:	Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure .....	96
Tabelle 54:	Gehalt an EPA und DHA in mg pro Portion .....	99
Tabelle 55:	Gehalt an EPA und DHA in mg pro 100 g .....	99
Tabelle 56:	Gehalte an EPA und DHA in den einzelnen Gerichten der Kategorie 3 .....	99
Tabelle 57:	Gehalt an Transfettsäuren in mg pro Portion .....	101
Tabelle 58:	Gehalt an Transfettsäuren in mg pro 100 g .....	102
Tabelle 59:	Gehalt an Transfettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie .....	103
Tabelle 60:	Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro Portion .....	106
Tabelle 61:	Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g .....	107
Tabelle 62:	Gehalt an Kohlenhydraten in Prozent an der Gesamtenergie .....	109
Tabelle 63:	Gehalt an Protein in Prozent an der Gesamtenergie .....	110
Tabelle 64:	Gehalt an Ballaststoffen in g pro Portion .....	112
Tabelle 65:	Natriumchloridgehalt in g pro Portion .....	113



## 1. Einleitung und Fragestellung

Fertiggerichte erfreuen sich immer größerer Beliebtheit. Ohne aufwendige Zubereitung ermöglichen sie in einer Zeit, in der ebensolche zu einem immer kostbareren und knapperen Gut wird, eine schnelle und einfache Verpflegung. Der Trend hin zu Fertiggerichten, eine Form des Convenience Food, scheint sich also unaufhaltsam fortzusetzen.

Bestätigt wird diese Entwicklung durch eine Internetumfrage, die 2007 vom Marktforschungsinstitut ACNielsen in 41 Ländern durchgeführt wurde. So geben etwa 85 % der Deutschen an, Fertiggerichte aufgrund von Zeitmangel zu kaufen, immerhin 18 % sehen die Qualität von Convenience Food gleichauf mit jener von selbstzubereiteten Speisen. (Schneider, 2007)

Aufgrund stetig steigender Absatzzahlen bei Fertiggerichten scheint aber gleichzeitig im Interesse des Konsumentenschutzes eine stärkere Kontrolle dieser Produktgruppe hinsichtlich sensorischer, mikrobiologischer und ernährungsphysiologischer Aspekte als äußerst sinnvoll und angebracht. Eine unter diesen Gesichtspunkten durch die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) im Auftrag des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend im Jahr 2007 durchgeführte Untersuchung an 41 Fertiggerichten des österreichischen Lebensmitteleinzelhandels ergab ein für den Verbraucher zufriedenstellendes Ergebnis. (Elmadfa et al., 2009)

In der aktuellen Ernährungsdiskussion zum Gesundheitszustand der österreichischen Bevölkerung wird dem Hauptnährstoff Fett besonderes Augenmerk geschenkt, da Menge und Qualität der Nahrungsfette in Verbindung mit der Prävalenz von Übergewicht und koronaren Herz-Kreislaufkrankungen (KHK) diskutiert werden.

So liegt laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008 die Fettzufuhr trotz Stagnation während der letzten zehn Jahre mit 37% an der Gesamtenergiezufuhr noch immer höher als wünschenswert. (Elmadfa et al., 2009). Bei aller Diskussion um das "böse" Fett sollte aber auch das ernährungspräventive Potential essentieller Fettsäuren, wie etwa der derzeit medial vielfach genannten omega-3-Fettsäuren, nicht außer Acht gelassen werden, ein Aspekt, der auf die Auswahl der hier untersuchten Fertiggerichte maßgeblichen Einfluss hatte.

Aufgrund der vor Lipidperoxidation schützenden Wirkung von Vitamin E für mehrfach ungesättigte Fettsäuren ist die Aufnahme dieses fettlöslichen Vitamins eng mit der Auf-

nahme von Nahrungsfett verknüpft. Deshalb kann eine Angabe für eine adäquate Zufuhr dieses Mikronährstoffes nur unter Berücksichtigung der Aufnahme ungesättigter Fettsäuren erfolgen. (DACH, 2008). Gemäß Österreichischem Ernährungsbericht 2008 liegt die Zufuhr für Vitamin E bei Erwachsenen im Bereich der DACH-Referenzwerte und kann somit als zufriedenstellend angesehen werden.

Im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit wurden Fertiggerichte verschiedener österreichischer Supermarktketten hinsichtlich der Parameter Gesamtfett, Fettsäuremuster und Vitamin E laborchemisch analysiert. Neben den dabei gewonnenen Ergebnissen werden auch die aus den Nährwerttabellen der Produktverpackungen gewonnenen Daten zu den Nährstoffen Kohlenhydrate, Protein, Natriumchlorid und Ballaststoffe dargestellt und soll die Frage nach deren Beitrag zu einer bedarfsgerechten Versorgung entsprechend aktueller Empfehlungen zur Nährstoffzufuhr diskutiert werden.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Convenience Food

#### 2.1.1 Definition Convenience Food

Der Begriff "Convenience" stammt aus dem Englischen und bedeutet Annehmlichkeit, Bequemlichkeit oder Einfachheit. Unter Convenience Food sind daher Lebensmittel zu verstehen, die teilfertig, garfertig, zubereitungsfertig, backfertig oder auch direkt verzehrfertig sind und so die notwendige Zeit für die Speisenzubereitung stark verkürzen. Darüber hinaus ersparen sie dem Konsumenten Energie, Lagerkapazität und Transportkosten (Ternes et al., 2007). Aus diesen Gründen sind Convenience Produkte besonders bei erwerbstätigen Personen, bei Singles sowie bei älteren Menschen sehr beliebt, aber auch in der Gastronomie wird aus Zeitersparnisgründen auf sie zurückgegriffen. (SGE, 2008)

Als Hauptursachen für den ungebrochenen Trend zu Convenience Produkten können einerseits das mit der Feminisierung unserer Gesellschaft einhergehende stetig steigende Bildungsniveau der Frauen sowie andererseits die im Zuge der Singelisierung wachsende Zahl an Einpersonenhaushalten genannt werden. Die steigende Berufstätigkeit von Frauen führt dazu, dass deutlich weniger Zeit für Hausarbeit und damit auch fürs Kochen zur Verfügung steht. Wird in einem Haushalt unregelmäßig gekocht, steigt parallel dazu der Konsum von Fertig-, Halbfertiggerichten sowie Tiefkühlprodukten.

Der zweite wesentliche Grund für den Erfolg von Convenience Food ist die steigende Zahl an Ein- und Zweipersonenhaushalten, die „klassische Familie“ und mit ihr die bürgerliche Küche werden mehr und mehr zu einem Auslaufmodell. Je kleiner die Haushalte und je jünger die in ihnen lebenden Personen, desto seltener wird zum Kochlöffel gegriffen. So ist etwa in Großbritannien die Zeit, die täglich fürs Kochen aufgewendet wird, von 60 Minuten im Jahr 1980 auf 13 Minuten im Jahr 2002 abgesunken. Von den zwanzig- bis vierzigjährigen Österreichern gaben im Jahr 2002 35 bis 45 Prozent an, Fertiggerichte häufig oder immer zu konsumieren. (Rützler, 2005) Gemäß einer von ACNielsen 2006 durchgeführten Onlineumfrage kaufen weltweit 20% (Europa 15%) häufig und 45% (Europa 39%) manchmal Fertiggerichte. Dabei nannten 74% den Mangel an Zeit als Hauptgrund für den Kauf von Fertiggerichten. (ACNielsen, 2006) Die

Arbeit der Nahrungszubereitung wird somit mehr und mehr in die Hände der Lebensmittelindustrie gelegt, sehr zu deren Wohlwollen. (Rützler, 2005). Von 2008 bis 2009 stieg in Österreich der Umsatz für Convenience Produkte im Lebensmitteleinzelhandel von 1012 auf 1046 Millionen Euro, was einem Zuwachs von 3,2 Prozent für diesen Zeitraum entsprach. Vergleichsweise lagen die Umsätze für Grundnahrungsmittel oder alkoholische Getränke im Jahr 2009 bei 471 bzw. 1090 Millionen Euro. (ACNielsen, 2008, ACNielsen, 2009)

### 2.1.2 Kategorien von Convenience Food

Eine zu Definitionszwecken erstellte Einteilung nach Kategorien lässt den Verbraucher nicht erkennen, welche verschiedenen Lebensmittel hierunter fallen. Auch aus ernährungsphysiologischer Sicht können die einzelnen Produkte nicht einheitlich bewertet werden. (6 Lexikon der Lebensmittelchemie und der Lebensmittel)

Convenience Food	
a) teilfertige Lebensmittel	b) verzehrfertige Lebensmittel
➤ küchenfertige Lebensmittel	
➤ garfertige Lebensmittel	
➤ zubereitungsfertige Lebensmittel	

Tab. 1: Convenience Food (modifiziert nach Ternes et al., 2007)

Unter küchenfertigen Lebensmitteln (ready for kitchen processing) sind solche zu verstehen, die vor dem Garprozess noch einer küchenmäßigen Vorbereitung bedürfen. Hierzu zählen beispielsweise Mehl, gewaschenes Gemüse oder zerlegtes Fleisch. Bei garfertigen Lebensmitteln (ready to cook) handelt es sich um Produkte, die ohne zusätzliche Vorbereitung gegart werden können. Als Beispiele seien Teigwaren, rohes Tiefkühlgemüse, geschälte Kartoffeln oder Tiefkühlpommes genannt. Zubereitungsfertige Lebensmittel (ready to heat) sind Menüs oder Menükomponenten die durch Erwärmung auf Verzehrttemperatur essfertig gemacht werden können. Tiefkühlgebäck, Gemüsekonserven oder konservierte Fertiggerichte etwa sind dieser Kategorie zuzuordnen. Lebensmittel die kalt oder warm zum sofortigen Konsum geeignet sind, gehören der Gruppe der verzehrfertigen Lebensmittel (ready to eat) an. Beispiele sind Brot- und Backwaren, Wurst oder Käse. (Berghofer, 2004)

### 2.1.3 Definition Fertiggerichte

"Fertiggerichte (ready to serve meals) sind Lebensmittelzubereitungen, die vollständige Hauptmahlzeiten ergeben und soweit vorbereitet sind, dass sie vor dem Essen ggf. noch erwärmt werden müssen. Sie bedürfen keiner Ergänzung durch weitere Lebensmittel und enthalten i.d.R. charaktergebende Bestandteile wie Fleisch und Beilagen wie Gemüse und Kartoffeln. Sofern sie als Hauptgerichte geeignet sind, gehören auch Eintopfgerichte, Suppen und zubereitete Gerichte auf Teigbasis wie Pizza und Pasta zu den Fertiggerichten. Eine Besonderheit stellen die Trockenfertiggerichte dar, die noch der Zugabe von Wasser bedürfen. Vorteile von Fertiggerichten sind die einfache und schnelle Zubereitung und die oftmals lange Lagerfähigkeit. Beispiele für Fertiggerichte sind Schalenmenüs zur Zubereitung im Wasserbad oder in der Mikrowelle, Eintöpfe in Dosen oder in getrockneter Form, TK-Pizzen, Trockenpastagerichte, Gerichte für Kleinkinder in Gläschen."(Ternes et al., 2007)

### 2.1.4 Vor- und Nachteile von Convenience Food

Vorteile von Convenience Produkten sind:

- + Zeitersparnis
- + keine Kochkenntnisse notwendig
- + portionsweise Konsumationsmöglichkeit vermeidet Verluste
- + durch Lagerfähigkeit saisonunabhängig verfügbar
- + bakteriologisch und hygienisch sicherer als frische Ware
- + konservierende Maßnahmen verlängern die Haltbarkeit
- + durch einfache Zubereitung auch für gehandicapte Personen geeignet

Nachteile von Convenience Produkten sind:

- enthalten häufig viel Zucker und/oder Fett
- Fettsäureprofil nicht immer optimal
- oft hoher Salzgehalt für Personen mit Bluthochdruck ungünstig
- Allergiker müssen die Zutatenliste genau studieren
- Vitamin- und Mineralstoffverluste durch Konservierungsmaßnahmen
- Fertiggerichte sind in ihrer Zusammenstellung oft unausgewogen
- energieaufwendige Produktion ökologisch nachteilig
- Convenience Food ist zumeist teurer als Frischeprodukte

(SGE, 2008)

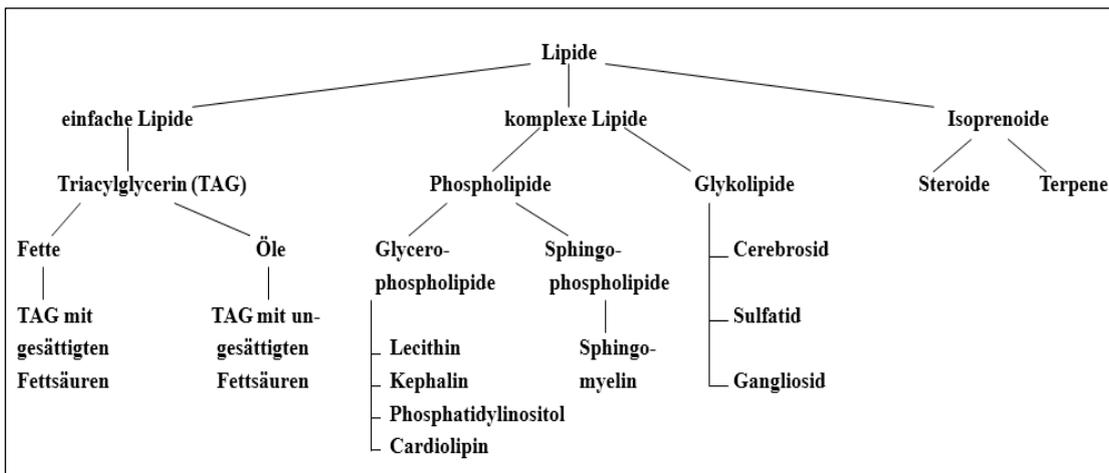
## 2.2 Nahrungsfett

### 2.2.1 Definition Nahrungsfett

Nahrungsfette sind für die menschliche Ernährung geeignete Fette, die tierischen oder pflanzlichen Ursprungs sein können. Tierische Fette können in Landtierfette und Seetierfette bzw. je nach Herkunft in Körperfette und Milchfette untergliedert werden. Bei den pflanzlichen Fetten kann man zwischen Samen- und Fruchtfleischfetten unterscheiden, wobei die Samenfette wiederum in feste und halbfeste Samenfette bzw. in Pflanzensamenöle eingeteilt werden können. (Ternes et al., 2007)

### 2.2.2 Chemie der Nahrungsfette

Aufgrund der großen Vielfalt der chemischen Struktur der Lipide gibt es verschiedenste Klassifizierungsmöglichkeiten. Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Unterteilung der Lipide in einfache, in komplexe Lipide sowie in die Isoprenoide. (Königshoff und Brandenburger, 2007)



Tab. 2: Überblick über die Lipide (Königshoff und Brandenburger, 2007)

Von den in der Natur vorkommenden Fetten bestehen die meisten zu 98-99% aus Triglyceriden, ihre Fettsäurekomponenten sind zumeist langkettige Fettsäuren. Die restlichen 1-2% enthalten Mono- und Diglyceride, freie Fettsäuren, Phospholipide und unverseifbare Bestandteile wie etwa die fettlöslichen Vitamine oder Cholesterin. (Elmadfa und Leitzmann, 2004). Fettsäuren sind unverzweigte, gesättigte oder ungesättigte Monocarbonsäuren, weisen zumeist eine gerade Anzahl von C-Atomen auf und sind dafür

verantwortlich, dass Fette in Wasser unlöslich, aber in organischen Lösungsmitteln gut löslich sind. Bei einem Triglycerid sind alle Hydroxylgruppen des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit Fettsäuren, gewöhnlich zwei oder drei verschiedene, verestert. Die Eigenschaften von den auch als Neutralfetten bezeichneten Triglyceriden werden in erster Linie durch die enthaltenen langkettigen Fettsäuren bestimmt, die gesättigten sind dabei hauptverantwortlich für den Schmelzpunkt des Triglycerids. (Richter, 1996). Unterscheiden kann man Fettsäuren aufgrund folgender Strukturmerkmale:

- **Kettenlänge:** Die Kettenlänge wird durch die Zahl der Kohlenstoffatome bestimmt, die bei natürlichen Fettsäuren aufgrund des Aufbaus aus Essigsäurebausteinen in der Regel gerade ist. Je nach Anzahl unterteilt man sie in kurzkettige (2-4 C-Atome), in mittelkettige (6-12 C-Atome) und in langkettige (ab 14 C-Atomen) Fettsäuren.
- **Sättigungsgrad:** Weist eine Fettsäure keine Doppelbindung auf, wird sie als gesättigte Fettsäure bezeichnet. Bei Vorhandensein einer Doppelbindung spricht man von einer Monoenfettsäure, weist die Struktur der Fettsäure zwei oder mehr Doppelbindungen auf, dann liegt eine Polyenfettsäure vor. Daneben kann eine Fettsäure mit drei Doppelbindungen als Trienfettsäure, eine mit vier als Tetraenfettsäure usw. bezeichnet werden.
- **Lokalisation der ersten Doppelbindung:** Die Formelschreibeweise  $\omega$ -3-Fettsäure oder n-3-Fettsäure bedeutet, dass bei der vorliegenden Fettsäure die erste Doppelbindung vom Methylende aus gezählt nach dem dritten C-Atom lokalisiert ist.
- **Isomerie der Doppelbindungen:** Befinden sich die Wasserstoffatome an den Doppelbindungs-C-Atomen auf derselben Seite der Doppelbindung, dann liegt eine cis-Fettsäure vor, bei gegenüberliegenden Wasserstoffatomen an der Doppelbindung spricht man von trans-Fettsäuren. (Elmadfa, 2004)

### 2.2.2.1 Gesättigte Fettsäuren

Von den in der Natur vorkommenden gesättigten, d.h. mehrfachbindungslosen Fettsäuren (Abbildung 1) sind die meisten, bedingt durch ihren Aufbau aus  $C_2$ -Bausteinen, (Acetat-Regel) geradzahlig. Die in Wiederkäuerfetten nachgewiesenen ungeradzahlig Fettsäuren sind durch mikrobielle Desaminierung von Aminosäuren entstanden. Auf-

grund ihrer gesättigten Struktur (Abbildung 1) sind diese Fettsäuren relativ oxidationsbeständig, werden aber bei höheren Temperaturen auch oxidiert.

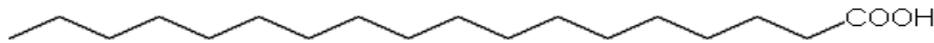


Abbildung 1: Struktur von Stearinsäure (nach Richter, 1996)

Monocarbonsäuren mit vier bis sechs Kohlenstoffatomen haben einen unangenehmen Geruch. Schmelzpunkte, Siedepunkte und Viskosität der gesättigten Fettsäuren steigen parallel zu ihrer Molekülmasse. (Franzke, 1998). Die nachstehende Tabelle gibt einen Überblick über natürliche geradzahlige gesättigte Fettsäuren.

Trivialname	Systematischer Name	Summenformel
Essigsäure	Ethansäure	$C_2H_4O_2$
Buttersäure	Butansäure	$C_4H_8O_2$
Capronsäure	Hexansäure	$C_6H_{12}O_2$
Caprylsäure	Octansäure	$C_8H_{16}O_2$
Caprinsäure	Decansäure	$C_{10}H_{20}O_2$
Laurinsäure	Dodecansäure	$C_{12}H_{24}O_2$
Myristinsäure	Tetradecansäure	$C_{14}H_{28}O_2$
Palmitinsäure	Hexadecansäure	$C_{16}H_{32}O_2$
Stearinsäure	Octadecansäure	$C_{18}H_{36}O_2$
Arachinsäure	Eicosansäure	$C_{20}H_{40}O_2$
Behensäure	Docosansäure	$C_{22}H_{44}O_2$
Lignocerinsäure	Tetracosansäure	$C_{24}H_{48}O_2$
Cerotinsäure	Hexacosansäure	$C_{26}H_{52}O_2$

Tab. 3: gesättigte Fettsäuren (modifiziert nach Franzke, 1998)

### 2.2.2.2 Ungesättigte Fettsäuren

Weist die Struktur einer Fettsäure eine oder zwei und mehr Doppelbindungen auf, dann liegen eine Alken- bzw. eine Polyalkensäure vor. Bei Vorhandensein einer Dreifachbindung im Molekül spricht man von einer Alkensäure, die aber in Nahrungsfetten kaum vorkommt. Bedingt durch die Mehrfachbindung sind diese Fettsäuren bezüglich Oxidations-, Polymerisations- und Hydrierungsreaktionen deutlich reaktionsfreudiger als ihre gesättigten Vertreter. Die meisten in Nahrungsfetten vorkommenden Fettsäuren besitzen bis zu drei Doppelbindungen, in Ausnahmefällen, wie beispielsweise bei Fischölen, können es bis zu sechs Doppelbindungen sein. Das Vorhandensein einer Doppelbindung

führt außerdem dazu, dass cis- und trans-isomere Verbindungen (Abbildung 2) auftreten können, wobei in natürlichen Fettsäuren zumeist die cis-Konfiguration vorliegt.



Abbildung 2: Struktur der Ölsäure (cis-Form) (Franzke, 1998)



Abbildung 3: Struktur der Elaidinsäure (trans-Form) (Franzke, 1998)

Sind zwei oder mehr Doppelbindungen im Molekül enthalten, werden diese in den Nahrungsfettsäuren fast immer durch eine  $\text{CH}_2$ -Gruppe getrennt. In diesem Fall spricht man von isolierten Doppelbindungen. (Franzke, 1998) Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über wichtige in Nahrungsfetten vorkommende ungesättigte Fettsäuren.

Trivialname	Formel	systematische Bezeichnung
Palmitoleinsäure	C16:1 $\omega$ 7	cis-9-Hexadecensäure
Ölsäure	C18:1 $\omega$ 9	cis-9-Octadecensäure
Vaccensäure	C18:1 $\omega$ 7	trans-11-Octadecensäure
Linolsäure	C18:2 $\omega$ 6	cis-9,12-Octadecadiensäure
$\gamma$ -Linolensäure	C18:3 $\omega$ 6	cis-6,9,12-Octadecatriensäure
$\alpha$ -Linolensäure	C18:3 $\omega$ 3	cis-9,12,15-Octadecatriensäure
Gadoleinsäure	C20:1 $\omega$ 9	n-11-Eicosensäure
Arachidonsäure	C20:4 $\omega$ 6	cis-5,8,11,14-Eicosatetraensäure
Timnodonsäure (EPA)	C20:5 $\omega$ 3	cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaensäure
Erucasäure	C22:1 $\omega$ 9	cis 13-Docosensäure
Clupandonsäure	C22:5 $\omega$ 3	cis-7,10,13,16,19-Docosapentaensäure
Docosahexaensäure(DHA)	C22:6 $\omega$ 3	cis-4,7,10,13,16,19-
Nervensäure	C24:9 $\omega$ 1	cis 15-Tetracosensäure

Tab. 4: in Nahrungsfetten vorkommende ungesättigte Fettsäuren (modifiziert nach Elmadafa und Leitzmann, 2004)

### 2.2.3 Biologische Funktion der Lipide

Die mit der Nahrung aufgenommenen Fette erfüllen im menschlichen Organismus verschiedenste Funktionen. So dienen sie als Energielieferant und -speicher, sind struktureller Bestandteil jeder Körperzellmembran und einiger Zellorganellen, üben eine mechanische sowie eine Wärmeschutzfunktion aus und sind in Form der Fettsäuren Ausgangssubstanz für die Bildung der Eicosanoide. Des Weiteren haben sie als Träger von

Geschmacksstoffen sensorische Bedeutung und sind wichtig für die Absorption der fettlöslichen Vitamine, deren Resistenz gegenüber Oxidation im Fettmilieu wesentlich besser als in wässrigen Lösungen ist. (Elmadfa und Leitzmann, 2004)

### *2.2.3.1 Fett als Energielieferant*

Triglyceride, die 98-99% des Nahrungsfettes ausmachen, sind neben den Kohlenhydraten die bedeutendsten Energielieferanten für den menschlichen Organismus. 1g Fett liefert ca. 37,6 kJ (9 kcal) und damit doppelt so viel wie dieselbe Menge an Protein oder Kohlenhydraten. (Elmadfa und Leitzmann, 2004) Aufgrund seiner hohen Energiedichte und geringen Wassergehalts eignet sich Fett auch als idealer Energievorrat. Ein Erwachsener speichert im Fettgewebe ca. 10 kg Fett, bei Übergewichtigen deutlich mehr, aber nur maximal 500g Kohlenhydrate in Form des Glykogens.

### *2.2.3.2 Fett als Baustein von Zellmembranen*

Da bei Triglyceriden, Hauptbestandteil des Speicherfettes, alle drei Hydroxylgruppen mit Fettsäuren verestert sind, können sie aufgrund ihrer dadurch bedingten Wasserunlöslichkeit keine geordneten Strukturen an wässrigen Grenzflächen ausbilden. Im Gegensatz dazu besitzen Phosphoglyceride und Sphingolipide neben der hydrophoben Kohlenwasserstoffkette ihrer Fettsäuren geladene als auch polare Gruppen in ihrer Struktur, die sie zur Ausbildung geordneter Strukturen befähigen. Verbindungen mit sowohl hydrophoben als auch hydrophilen Bereichen in ihrer Molekülstruktur werden als amphiphil bezeichnet. Speziell Phosphoglyceride und Sphingolipide sind als amphiphile Strukturen in der Lage Doppelschichten ("bilayer") auszubilden. Diese Eigenschaft ist für das Bestehen biologischer Membranen essentiell. Dabei richten sich die hydrophoben Kohlenwasserstoffketten ihrer Fettsäuren zueinander aus, während sich die hydrophil Bereiche zum wässrigen Milieu hin orientieren. Diese Lipiddoppelschichten sind Grundbausteine aller Zellmembranen. Die Art ihrer Fettsäuren und hydrophilen Gruppen ist dabei für die außerordentliche Funktionsvielfalt von Membranen verantwortlich. Je mehr Doppelbindungen in einer Fettsäure enthalten und je länger die Fettsäuren sind, desto höher liegt ihr Schmelzpunkt. Lagert sich Cholesterin zwischen die Kohlenwasserstoffketten der Fettsäuren ein, wird die Membranfluidität gesenkt und der Schmelzbereich, bei Biomembranen 10 bis 40 °C, vergrößert.

### *2.2.3.3 Fett als Ausgangssubstanz für die Eicosanoidsynthese*

Prostaglandine, Leukotriene und Thromboxane sind Gruppen von hormonähnlichen Verbindungen die sich von mehrfach ungesättigten Fettsäuren, insbesondere der Arachidonsäure, ableiten und unter der Sammelbezeichnung Eicosanoide zusammengefasst werden. In tierischen Geweben steuern sie hormonelle Prozesse und erfüllen wichtige Aufgaben bei der Regelung von immunologischen Vorgängen und Entzündungsreaktionen. An ihrer Biosynthese sind verschiedene Enzyme beteiligt. (Löffler et al., 2006)

In einem ersten Schritt wird durch die Phospholipase A<sub>2</sub> Arachidonsäure (Eicosatetraensäure) aus Membranphospholipiden freigesetzt und in der Folge durch eine Cyclooxygenase in das Prostaglandin H<sub>2</sub>, der Ausgangssubstanz der Prostaglandine der Serie <sub>2</sub> und des Thromboxans A<sub>2</sub>, umgewandelt. Die Prostaglandine der Serie <sub>1</sub> und <sub>3</sub> entstehen aus der Eicosatriensäure bzw. aus der Eicosapentaensäure.

Die Wirkung der einzelnen Prostaglandine und Thromboxane ist vielfach antagonistisch, einige wirken vasodilatatorisch und bronchodilatatorisch (z.B. Prostaglandin D<sub>2</sub>), andere vasokonstriktorisch und bronchokonstriktorisch (z.B. Prostaglandin E<sub>2</sub>). Wird die Arachidonsäure nicht durch eine Cyclooxygenase sondern alternativ durch eine Lipoxygenase modifiziert, entsteht das Leukotrien A<sub>4</sub>, von welchem sich die weiteren Leukotriene der Serie <sub>4</sub> ableiten. Diese gehören zu den am stärksten wirksamen bronchokonstriktorischen Substanzen und sind wichtige Mediatoren bei Entzündungsreaktionen. (Löffler et al., 2006)

Voraussetzung für die Biosynthese der Eicosanoide ist in jedem Fall die Aufnahme von Fettsäuren der ω-3- und ω-6-Fettsäurereihe mit der Nahrung, da der menschliche Organismus keine Doppelbindungen bis zum sechsten Kohlenstoffatom vom Methylende her einfügen kann. Die essentielle Fettsäure des ω-6-Weges ist die Linolsäure, die des ω-3-Weges die α-Linolensäure. Die in den meisten Pflanzenölen enthaltene Linolsäure kann allerdings durch höhere Homologe wie die mit tierischer Nahrung zugeführte Arachidonsäure, die eigentliche Ausgangsverbindung der Eicosanoidsynthese, ersetzt werden. (Biesalski und Grimm, 1999)

### *2.2.3.4. Fett als Schutz gegen Wärmeverlust und mechanische Einflüsse*

Das Fettgewebe des menschlichen Körpers ist eine Sonderform des retikulären Bindegewebes und kommt in zwei unterschiedlichen Formen vor, als weißes und als braunes Fettgewebe. Letzteres kommt fast ausschließlich beim Neugeborenen vor. (Mutschler et

al., 1999) Beim Erwachsenen finden sich Reste des braunen Fettgewebes in den Achselhöhlen, in der Rückenhaut, im Bereich des Halses und an den Nierenkappen. Seine Fettzellen weisen immer zahlreiche fettgefüllte Vakuolen auf, die braune Farbe ist durch den hohen Anteil an Mitochondrien bedingt. (Rehner und Daniel, 2002). Beim Neugeborenen mit seinem ungünstigen Verhältnis von Oberfläche zu Volumen dient das braune Fettgewebe der zitterfreien Wärmeproduktion. Durch Entkopplung der oxidativen Phosphorylierung unter Mitwirkung des Proteins Thermogenin können Fettsäuren direkt für die Thermogenese herangezogen werden. (Löffler et al., 2006) Die Zellen des weißen Fettgewebes enthalten nur jeweils einen großen Fetttropfen, der zum überwiegenden Teil aus Triglyceriden besteht. Nach funktionellen Merkmalen kann man das weiße Fettgewebe in Speicher- und Baufett einteilen. Zu den Aufgaben des Baufettes zählen die Erhaltung der Organlage (z. B. Nieren), die Polsterung von z. B. Gesäß und Wangen als Schutz gegen mechanische Einwirkungen sowie der Ersatz anderer, sich zurückbildender Gewebe (z.B. Thymus, blutbildendes Knochenmark). Das Speicherfett, das zu 50 % subkutan liegt, dient nicht nur als Energievorrat sondern fungiert im Unterhautbindegewebe auch als Wärmeisolator. (Mutschler et al., 1999)

#### **2.2.4 Quellen und Arten von Nahrungsfetten**

Bei den Nahrungsfetten kann man entsprechend ihrer Herkunft zwischen Pflanzenfetten und Tierfetten unterscheiden. Erstere lassen sich in Fruchtfleischfette, Samenfette und Pflanzensamenöle unterteilen, zweitere gliedern sich in Körper- und Milchfette der Landtiere bzw. in Körperfette der Seetiere.

##### *2.2.4.1 Pflanzenfette*

Historisch galt das Fehlen der Steroide Cholesterin und Ergosterin in pflanzlichen Fetten als charakteristisches Merkmal für deren Abgrenzung zu tierischen Fetten. Heute weiß man, dass diese Steroide auch in Pflanzen vorkommen, allerdings in weitaus geringeren Konzentrationen und wesentlich seltener. Pflanzenfette werden gewöhnlich nach dem Pflanzenteil aus dem sie gewonnen werden, nach der Konsistenz des Fettes bzw. nach der vorherrschenden Fettsäure unterteilt. (Ebermann und Elmadfa, 2011)

### Fruchtfleischfette

Von wirtschaftlicher Bedeutung sind bei den Fruchtfleischfetten lediglich das Olivenöl sowie das Palmöl. Olivenöl wird aus den Früchten des Ölbaumes (*Olea europea sativa*) gewonnen. Die Früchte der Ölpalme liefern zwei Öle, einerseits das Palmöl aus dem Fruchtfleisch, andererseits das zu den Samenfetten zählende Palmkernöl. (Belitz et al., 2001)

<u>Fettsäure</u>	<u>Olivenöl</u>	<u>Palmöl</u>
14:0	0	1
16:0	11,5	43,8
16:1	1,5	0,5
18:0	2,5	5
18:1 (9)	75,5	39
18:2 (9,12)	7,5	10
18:3 (9,12;15)	1,0	0,2
20:0	0,5	0,5

Tab. 5: mittlere Fettsäurezusammensetzung (Gewichtsprozent) von Oliven- und Palmöl, (nach Belitz et al., 2001)

### Samenfette

Der Großteil der Pflanzenfette wird aus Samen gewonnen, die Unterscheidung nach ihrer Konsistenz und den vorkommenden Fettsäuren lässt folgende Unterteilung zu:

- feste und halbfeste Samenfette (laurin- und myristinsäurereiche Pflanzenfette)
- butterähnliche Pflanzenfette (palmitin- und stearinsäurereiche Samenfette)
- Pflanzensamenöle
  - palmitinsäurereiche Pflanzenöle
  - palmitinsäurearme, öl- und linolsäurereiche Pflanzenöle
  - $\alpha$ -linolensäurehaltige Samenfette
  - $\gamma$ -linolensäurehaltige Pflanzenöle

Zu den festen und halbfesten Samenfetten zählen das Kokos-, das Palmkernfett und das Babassufett, zu den butterähnlichen Pflanzenfetten die Kakao- und die Sheabutter sowie der Borneotalg. Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über den prozentuellen Gehalt der wichtigsten Fettsäuren der festen und halbfesten sowie der butterähnlichen Samenfette.

	C18:2n6	C18:1n9	C18:0	C16:0	C14:0	C12:0	C10:0	C8:0
Kokosfett	-	4-8	2-5		17-20	45-48	5-8	5-8
Palmkernfett	--	16	-	7	15	46-48	-	-
Babassufett		14	-		16	45	-	-
Kakaobutter	-	37	35	18	-	-	-	-
Borneotalg	-	37	43	18	-	-	-	-
Sheabutter	4	50	40	6	-	-	-	-

Tab. 6: Fettsäuremuster von Samenfetten (erstellt nach Ebermann und Elmadfa, 2011)

Zu den palmitinsäurereichen Pflanzenölen zählen das Baumwollsaatöl, das Maiskeimöl, das Weizenkeimöl, das Reiskeimöl, das Haferöl, das Gerstenkeimöl, das Roggenöl, das Kürbiskernöl, das Mandelöl, das Haselnussöl und das Erdnussöl. Öl- und linolsäurereiche Pflanzenöle sind das Safloröl, das Sesamöl, das Sonnenblumenöl, das Mohnöl, und das Traubenkernöl. Vertreter  $\alpha$ -linolensäurehaltiger Pflanzenöle sind das Walnussöl, das Sojaöl, das Leinöl, das Rapsöl, das Senföl und das Hanföl, Nachtkerzenöl und Borretschöl gehören den  $\gamma$ -linolensäurehaltigen Pflanzenölen an. (Ebermann und Elmadfa, 2011)

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick über die Fettsäurezusammensetzung ausgewählter Pflanzensamenöle.

Fettsäuren	Sonnenblumen-	Maiskeimöl	Rapsöl	Sojaöl	Leinöl	Kürbiskernöl
Laurinsäure	0-0,1	0-0,3	-	-	-	-
Myristinsäure	0-0,2	0-0,3	0,1	0,1	-	0,1
Palmitinsäure	5-8	8,6-16,5	4,7	11,7	5,1-6,7	12
Palmitoleinsäure	0-0,3	0-0,5	0,2	0,1	-	0,1
Margarinsäure	-	0-0,1	-	-	-	-
Stearinsäure	2,5-7	0-3,3	1,6	3,9	0,25-4,6	5,1
Ölsäure	13-40	20-42,2	58,8	20	17,8-	31,8
Vaccensäure			3,5	1,6	-	1,3
Linolsäure	48-74	34-65,6	19,6	55,2	16,3-	48,6
$\alpha$ -Linolenäure	0-0,3	0-2	9,2	6,2	45,1-55	0,1
Arachinsäure	0,2-0,5	0,3-1	0,6	0,3	-	0,4
Gadoleinsäure	0-0,5	0,2-0,6	1,3	-	-	-
Behensäure	0,5-1,3	0-0,5	0,3	0,3	-	0,3
Erucasäure	0-0,5	0-0,3	0,7	-	-	-
Lignocerinsäure	0-0,4	0-0,5	-	-	-	-

Tabelle 7: Fettsäuremuster ausgewählter Pflanzensamenöle (Krist et al., 2008)

#### 2.2.4.2 Tierfette

##### Landtierfette

Im Gegensatz zu pflanzlichen Fetten weisen die Fette von Landtieren größere Mengen an gesättigten Fettsäuren auf, während der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren geringer ist. Charakteristisch im Vergleich zu Pflanzenfetten ist die in tierischen Fetten anzutreffende Arachidonsäure. Diese mehrfach ungesättigte Fettsäure ist in Mengen von

0,1-0,7% anzutreffen und ermöglicht den Nachweis von Tierfetten. Auch das Vorkommen von Cholesterin in Mengen von 0,1-0,7% ist typisch für Tierfette. Von wirtschaftlicher Bedeutung für die menschliche Ernährung sind von den Körperfetten der Landtiere das Schweineschmalz und der Rindertalg, sowie in geringerem Umfang Hammeltalg und Gänseschmalz. (Franzke, 1998)

<b>Fettsäuren</b>	<b>Schwein</b>	<b>Rind</b>	<b>Hammel</b>	<b>Ziege</b>	<b>Pferd</b>	<b>Gans</b>	<b>Huhn</b>
Myristinsäure	1-2	3-5	3-5	1-3	2-5	1	1
Palmitinsäure	25-30	25-35	25-35	30-40	20-30	20-25	15-20
Palmitoleinsäure	1-3	0,5-	0,5-2	1-2	1-2	1-3	2-4
Stearinsäure	8-15	15-30	18-35	20-35	5-10	5-8	5-8
Ölsäure	45-55	30-40	30-40	30-40	35-50	40-55	40-50
Linolsäure	3-10	1-3	1-3	1-2	12-25	10-15	20-25
$\alpha$ -Linolensäure	0,5-2,5	1	1	1	3-8	2-6	1-3

Tabelle 8: Fettsäurezusammensetzung von Landtierfetten (Franzke, 1998)

Neben den Körperfetten zählen die Milchfette zu den Landtierfetten. Gegenüber den Depotfetten ist für sie ein höherer Gehalt an Fettsäuren mit vier bis vierzehn C-Atomen charakteristisch. Außerdem enthält Butter, die erstarrte Emulsion der Kuhmilch, ungeradzahlige, verzweigte und trans-Fettsäuren. (Franzke, 1998) Im Milchfett sind in Summe über 400 verschiedene Fettsäuren enthalten, wobei aber nur 15 einen Anteil von mehr als einem Prozent aufweisen. Mengenmäßig am wichtigsten sind geradzahlige, gesättigte und unverzweigte Fettsäuren mit 4-18 C-Atomen und ungesättigte mit 18 C-Atomen. (Ternes et al., 2007)

### Seetierfette

Lieferanten von Seetierfetten sind einerseits die im Meer lebenden Fische, andererseits die zu den Säugetieren zählenden Robben und Wale. Je nach dem von welchen Körperteilen das gewonnene Fett entstammt, kann zwischen Körper- und Leberfett unterschieden werden. Charakteristisch für Seetierfette ist der größere Gehalt an Fettsäuren mit vier und mehr Doppelbindungen sowie einer Kettenlänge von 20 und mehr C-Atomen. (Franzke, 1998) Zu den vorherrschenden mehrfach ungesättigten Fettsäuren zählen die Timnodonsäure (Eicosapentaensäure), die Clupandonsäure (Docosapentaensäure) und die Docosahexaensäure. Da diese sehr oxidationsempfindlich sind, können Fischöle nur nach vorheriger Hydrierung und Raffination als Speisefette verwendet werden. (Belitz et al. 2001) Die auch als Trane bezeichneten Körperfette von Seetieren weisen neben die-

sen mehrfach ungesättigten Fettsäuren auch methylverzweigte Fettsäuren (ca. 1%) und größere Mengen an Erucasäure (bis 20%) auf.

Fischöle werden meist aus Menhaden, Heringen, Sardinen oder Sprotten gewonnen. Quellen für die wegen ihres hohen Gehalts an den Vitaminen A und D geschätzten Leberöle sind in erster Linie Schellfisch, Kabeljau, Heilbutt sowie unterschiedliche Haiarten. (Ebermann und Elmadfa, 2011)

### 2.2.5 Unerwünschte Reaktionen von Fetten - Fettverderb

In Gegenwart von Luftsauerstoff, Licht, höheren Temperaturen, Enzymen oder Mikroorganismen können Fette derart verändert werden, dass es zu sensorischen oder biologischen Wertminderungen kommt. Bevorzugte Angriffspunkte sind dabei die Esterbindungen sowie die Doppelbindungen ungesättigter Fettsäuren. Im Wesentlichen lassen sich drei grundlegende Reaktionstypen unterscheiden:

- Hydrolyse
- Oxidation (Lipidperoxidation, Peroxidation)
- Polymerisation

Verantwortlich für die sensorischen Veränderungen sind die im Zuge der Lipidveränderungen auftretenden freien Fettsäuren und Carbonylverbindungen, während Oxidations-, Isomerisierungs- und Polymerisationsreaktionen an essentiellen Fettsäuren und fettlöslichen Vitaminen für biologische Wertminderungen ursächlich sind. (Franzke, 1998)

#### 2.2.5.1 Lipidperoxidation

Die Reaktion von Fetten mit Sauerstoff wird als Lipidperoxidation bezeichnet. Dabei kann die Autooxidation von der Lipoxygenase-Katalyse unterschieden werden, die sich von der Autooxidation dadurch abgrenzt, dass sie von einem Enzym katalysiert wird. (Belitz et al, 2001) Bei der Lipidperoxidation handelt es sich um eine radikalische Kettenreaktion, deren Geschwindigkeit in Anwesenheit von Licht und Schwermetallen wesentlich beschleunigt wird. Fette mit einem hohen Anteil an ungesättigten Fettsäuren werden oft um einige Zehnerpotenzen schneller oxidiert als solche mit ausschließlich gesättigten Fettsäuren.

### Autooxidation

Die Autooxidation verläuft in einem zweiphasigen Vorgang. In der Initiationsphase, auch Lag-Phase genannt, entstehen nur langsam Abbauprodukte, die, nach Erreichen einer bestimmten Konzentration, die exponentielle Phase auslösen, in der durch die nun bereits vorhandene große Menge an radikalischen Abbauprodukten die Zahl neuer Radikal produzierender Reaktionen stark zunimmt und die Peroxidation der Fettsäuren damit stark beschleunigt wird. (Ebermann und Elmadfa, 2011)

Da für die direkte Reaktion von Fettsäuren mit Luftsauerstoff eine Energiebarriere überwunden werden müsste, dies aber nicht ohne weiteres stattfindet, bedarf es zum Auslösen der Radikalkettenreaktion bestimmter Startreaktionen. Am wichtigsten ist dabei die Fotooxygenierung, welche die besagte Energiebarriere, die ein Reagieren ungesättigter Fettsäuren mit Luftsauerstoff behindert, überwindet und die ersten Hydroperoxide liefert. Diese werden in der Folge, durch Schwermetalle und Hämproteine katalysiert, zu Radikalen umgewandelt, womit die Autooxidation gestartet werden kann. Wesentlich für die Fotooxygenierung ist dabei das Vorhandensein von Sensibilisatoren, die durch Licht angeregt, entweder mit dem Substrat unter Bildung von Radikalen reagieren, oder den Luftsauerstoff selbst aktivieren. (Belitz et al, 2001)

Der uns umgebende Luftsauerstoff ist ein biradikalisches, paramagnetisches Gas. Durch Zufuhr von Energie kann dieser Triplett-sauerstoff in Singulett-sauerstoff überführt werden, der mit ungesättigten Fettsäuren zehntausendmal schneller reagiert als Singulett-sauerstoff. In Lebensmitteln wird diese Umwandlung durch Sensibilisatoren, wie etwa die Porphyrine, übernommen. (Ebermann und Elmadfa, 2011)

Primär entstehen bei der Autooxidation geruch- und geschmacklose Hydroperoxide, die aber noch zu keiner qualitativen Verschlechterung des Lebensmittels führen. Erst durch im Laufe der Lipidperoxidation sich bildende Sekundärprodukte, zu denen Alkane, Alkene und Carbonylverbindungen, wie das als lebensmittelanalytisches Maß für Abbauprodukte dienende Malondialdehyd, zählen, kommt es zu einer Verschlechterung der Lebensmittelqualität. (Belitz et al., 2001)

#### *2.2.5.2 Hydrolyse*

Bei hydrolytischen Lipidveränderungen kann zwischen der rein chemischen Hydrolyse, die bei Lebensmitteln von eher geringer Bedeutung ist, und der enzymatischen Hydrolyse unterschieden werden. Die enzymatische Esterspaltung kann durch zelleigene oder,

bei Befall mit Mikroorganismen, durch Fremdlipasen erfolgen und erfordert das Vorhandensein von Wasser. Die dabei entstehenden freien Fettsäuren können einerseits selbst, oder über sich daraus im Zuge der Autooxidation bildende Geruchs- und Geschmacksstoffe die Qualität eines Lebensmittels negativ verändern. (Franzke, 1998) Bereits 1 µg Caprylsäure oder 10 µg Caprinsäure pro g Fett lassen einen unangenehmen, seifigen Geschmack erkennen. Besonders gefährdet für durch Mikroorganismen bedingten enzymatischen Verderb sind aufgrund ihres Gehaltes an mittelkettigen Fettsäuren das Kokos- und das Palmfett sowie die Butter. (Baltes, 2007)

### *2.2.5.3 Polymerisation*

Wird die Polymerisation von Lipiden rein thermisch hervorgerufen, entstehen thermische Polymere, ist zusätzlich Sauerstoff daran beteiligt, dann spricht man von Oxypolymeren. (Franzke, 1998). Bei Temperaturen von über 200 °C können ungesättigte Fettsäuren polymerisieren, wobei C-C-Verknüpfungen zwischen oder innerhalb von Molekülen entstehen können. Freie Fettsäuren reagieren leichter als Ester, durch die Anwesenheit von Luftsauerstoff bilden sich Hydroperoxide, die zu niedermolekularen, die Qualität des Lebensmittels vermindern, Verbindungen zerfallen. (Schwedt, 1999)

### **2.2.6 DACH-Referenzwerte für die Fettzufuhr**

Bei den DACH-Referenzwerten handelt es sich um gemeinsam von den Ernährungsfachgesellschaften Deutschlands, Österreichs und der Schweiz herausgegebene Zufuhrangaben für Nährstoffe, die eine optimale Versorgung der verschiedenen Bevölkerungsgruppen mit nutritiven Stoffen zum Ziel haben.

Klinische und epidemiologische Befunde zeigen eine enge Korrelation zwischen der Höhe der Fettzufuhr, insbesondere von gesättigten Fettsäuren, und dem Auftreten von Dyslipoproteinämien, Arteriosklerose, Übergewicht und Dickdarmkrebs. Eine Beschränkung der täglichen Fettzufuhr auf 30% an der Nahrungsenergie in Kombination mit körperlicher Aktivität kann den Ergebnissen epidemiologischer und Interventionsstudien zufolge das Herzinfarktrisiko senken. Auch die Sicherstellung einer ausgewogenen Energiebilanz und ausreichenden Versorgung mit essentiellen Nährstoffen und gesundheitsfördernden pflanzlichen Inhaltsstoffen erfordert eine Einschränkung der Nahrungsfettzufuhr. So sollten Personen mit leichter oder mittelschwerer körperlicher Belastung nicht mehr als 30 % der Nahrungsenergie in Form von Fett aufnehmen, eine Re-

duktion auf bis zu 25 % ist aufgrund der damit verbundenen höheren Zufuhr pflanzlicher Lebensmittel durchaus vorteilhaft. Allerdings kann bei erhöhter körperlicher Tätigkeit der Richtwert von 30% Fettanteil an der Gesamtenergiezufuhr um 5%, bei Schwerstarbeit um 10% überschritten werden.

Der Anteil gesättigter Fettsäuren an der Nahrungsenergie sollte ca. 10% betragen, die Menge mehrfach ungesättigter Fettsäuren etwa 7% der Gesamtenergiezufuhr. Der Rest wird durch die einfach ungesättigten Fettsäuren abgedeckt. Bei einer Gesamtfettzufuhr von mehr als 30% an der Nahrungsenergie, sollte die Zufuhr an einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren erhöht werden, um einen Anstieg des Plasmacholesterins zu vermeiden. Aufgrund der Konkurrenz um dieselben Enzymsysteme im Körper sollte aufgrund der kardioprotektiven Wirkung der  $\omega$ -3-Fettsäuren das Verhältnis zwischen der essentiellen Linolsäure und der essentiellen  $\alpha$ -Linolensäure zugunsten der zweiten auf 5 zu 1 abgesenkt werden, entsprechend einem Anteil an der Nahrungsenergie von 2,5% für Linolsäure bzw. 0,5% für  $\alpha$ -Linolensäure. Transfettsäuren mit ihrer nachteiligen Wirkung auf das Plasmacholesterin sollten 1% an der Gesamtenergiezufuhr nicht überschreiten.

Bei Kindern erleichtert ein höherer Fettanteil in der Nahrung den wachstumsbedingt hohen Energiebedarf zu decken, allerdings ist bereits ab dem 2. Lebensjahr ein Zusammenhang zwischen den Blutlipiden und Gefäßwandveränderungen zu erkennen, weshalb der Fettanteil bei Kindern bis 15 Jahren nicht über 35% liegen sollte. Auch während der Schwangerschaft und Stillzeit sowie bei körperlich sehr aktiven alten Menschen können bis zu 35% der Nahrungsenergie in Form von Fett aufgenommen werden. Ansonsten gelten bei alten Menschen wie bei Erwachsenen und Jugendlichen 30 Energieprozent als Richtwert. (DACH, 2008)

### 2.2.7 Ernährungsphysiologische Aspekte der Fettzufuhr

Fette steigern die Energiedichte und den Energiegehalt von Lebensmitteln, die in ihnen enthaltenen Fettsäuren weisen durch ihren Einfluss etwa auf die Cholesterinkonzentration im Plasma oder ihre differenten Wirkungen in Form der Eicosanoide unterschiedliche biologische Funktionen auf, die eine Verbindung zum Auftreten ernährungsbedingter Krankheiten vermuten lassen. So bestehen Zusammenhänge zwischen der Fettzufuhr und des Fettsäuremusters einerseits und den ernährungsbedingten Krankheiten Adipositas, Diabetes, Dyslipoproteinämie, Hypertonie, Herzinfarkt, Schlaganfall und Krebs an-

dererseits. Standen lange Zeit die durch eine Reduktion der Fettzufuhr teils nachgewiesenen gesundheitlichen Vorteile im Fokus, gibt es mittlerweile Studienergebnisse, die auch bei einer höheren Nahrungsfettaufnahme, insbesondere von ungesättigten Fettsäuren, Vorteile für die Gesundheit belegen konnten. (DGE, 2006)

### *2.2.7.1 Fettzufuhr und Adipositas*

Eine zu fette, überkalorische Ernährung sowie Bewegungsmangel führen zu einer chronisch positiven Energiebilanz, die zwangsläufig mit einer Zunahme des Körpergewichts verbunden ist. Dieser Zusammenhang wird durch zahlreiche epidemiologische Studien belegt. Liegt der BMI dabei über 30, spricht man von Adipositas, bei der es sich um eine pathologische Vermehrung der Körperfettmasse handelt. Noch um 1900 lag der Fettanteil an der Gesamtenergieaufnahme bei 20-25% (Schauder und Ollenschläger, 2003), während in Österreich Erwachsene heute etwa 37%, Jugendliche und Senioren 38% der Nahrungsenergie in Form von Fett zu sich nehmen. (Elmadfa et al., 2009)

Werden bei gleicher Nahrungsmenge Lebensmittel mit einem hohen Fettgehalt und damit einer hohen Energiedichte bevorzugt, kommt es zu einer passiven Überkonsumtion an Energie. (Stubbs et al., 1995) Außerdem weist Fett von allen Makronährstoffen die geringste postprandiale Thermogenese auf, was eine effizientere Energiezufuhr bedeutet. Eine durch zu viel an Fett erhöhte Energiezufuhr führt überdies nicht zu einer gesteigerten Fettoxidation, sondern zu einer Speicherung desselben. (Schutz et al., 1989) Eine Sonderstellung scheinen aber mittelkettige Triglyceride einzunehmen, die einen um 10% niedrigeren Energiegehalt und eine stärkere postprandiale Thermogenese aufweisen, was auf einen verminderten energetischen Wirkungsgrad hindeutet. (Wolfram, 2001) Da sich die Genetik des Menschen in den letzten Jahrhunderten aber nicht verändert hat, ist der starke Anstieg der Adipositas vorwiegend das Resultat veränderter Ernährungsgewohnheiten. (Schauder, 2003) Wird die körperliche Aktivität erhöht, kann damit der Energieumsatz gesteigert und die Fettoxidation begünstigt werden. (Smith et al 2000) Somit kann bei vermehrter Bewegung ein höherer Fettgehalt der Nahrung ohne Gewichtsanstieg akzeptiert werden. (Prentice und Poppitt, 1996)

Die Ergebnisse zahlreicher prospektiver Studien zeigen, dass eine Ernährung die viel Fett und fettes Fleisch enthält, mit einer Gewichtszunahme assoziiert ist. (Boeing, 2005). Allerdings kamen nicht alle prospektiven Untersuchungen zu diesem Ergebnis. (Parker et al., 1997)

In einer Interventionsstudie an 19 541 postmenopausalen Frauen über einen Zeitraum von 9 Jahren konnte gezeigt werden, dass eine fettreduzierte ad libitum Ernährung zu einem verringerten Körpergewicht führt. (Howard et al., 2006) In einer Studie die eine Änderung des Ernährungsverhaltens in Familien mit einem übergewichtigen Elternteil zum Ziel hatte, konnte durch eine erhöhte Zufuhr von Obst und Gemüse der Fettanteil der Nahrung gesenkt werden, mit dem Resultat, dass die Zahl adipositaskranker Eltern abnahm und bei den Kindern der Adipositas vorgebeugt wurde. (Epstein et al., 2001)

Die Idee, bestimmten Fettsäuren einen bedeutenden Effekt auf die Energiebilanz zuzuschreiben, ist bislang auf wenige Ansätze beschränkt. (Lawton et al., 2000). So bewirkten etwa konjugierte Linolsäuren eine Verringerung der Körperfettmasse bei Versuchstieren, ein Effekt, der bei diesen aber wesentlich deutlicher ausfiel als beim Menschen. (Park et al., 1999) Diesbezüglich wird auch von eventuellen unerwünschten Wirkungen, welche die Glucose- und Lipidkonzentrationen im Blut betreffen, gewarnt. (Larsen et al., 2003)

#### *2.2.7.2 Fettzufuhr und Dyslipoproteinämien*

Bei Dyslipoproteinämien handelt es sich um Erkrankungen die durch veränderte Lipoproteinkonzentrationen im Blut gekennzeichnet sind. Neben den primären, auf genetischen Defekten beruhenden Dyslipoproteinämien, gibt es auch sekundäre Dyslipoproteinämien, die auf Ernährungsfehlern beruhen oder die Folge von Primärerkrankungen, wie Übergewicht, Diabetes, Pankreatitis, Gicht oder Alkoholismus, sind. Es können fünf verschiedene Typen unterschieden werden, wobei Typ 4, durch eine deutliche Zunahme der Serumtriglyceride und eine leichten Serumcholesterinanstieg gekennzeichnet, gefolgt von Typ 2, bei dem das Serumcholesterin in Form der LDL-Partikel stark erhöht ist, am häufigsten auftreten. Dyslipoproteinämien sind Risikofaktoren für die koronare Herzkrankheit und die periphere arterielle Verschlusskrankheit. (Löffler et al. 2006)

Von allen Nahrungsfaktoren haben die Art und Menge der Fettsäuren den stärksten Einfluss auf die Konzentration der Lipoproteine im Plasma. Eine übersteigerte Energiezufuhr verstärkt die Dyslipoproteinämie zusätzlich. (Dattilo, 1992) Die Menge der Gesamtfettzufuhr korreliert signifikant positiv mit dem Gesamt-, LDL- und HDL-Cholesterin, aber nicht mit der Triglyceridkonzentration. (Yu-Poth et al., 1999) Durch eine Zunahme der Fettmenge in der Nahrung wird gleichzeitig die Kohlenhydratzufuhr

gesenkt, was eine Abnahme der Triglyceridsynthese in der Leber zur Folge hat. (Howell et al., 1997)

Die gesättigten Fettsäuren Laurin, Myristin- und Palmitinsäure erhöhen das LDL-Cholesterin im Plasma (DACH, 2008), Stearin-, Capryl- und Caprinsäure zeigen diesen Effekt hingegen nicht. (Schauder und Ollenschläger, 2003). Außerdem erhöhen langkettige gesättigte Fettsäuren die Konzentration von HDL im Plasma. (Mensink & Katan, 1992)

Werden gesättigte Fettsäuren durch einfach ungesättigte Fettsäuren ersetzt, sinkt das LDL-Cholesterin im Plasma. Die Erhöhung des HDL-Cholesterins im Plasma durch einfach ungesättigte Fettsäuren ist im Vergleich zu gesättigten Fettsäuren schwächer. (Kris-Etherton & Yu, 1997)

Mehrfach ungesättigte Fettsäuren senken die LDL-Cholesterin-Konzentration, wenn gleich durch Linolsäure auch das in Bezug auf das Arterioskleroserisiko günstige HDL-Cholesterin etwas gesenkt wird. (DACH, 2008)  $\alpha$ -Linolensäure hat hingegen keine HDL-Cholesterin-senkende Wirkung. (Sanderson et al., 2002). Bezüglich einer möglichen Steigerung der LDL-Cholesterinkonzentration durch langkettige omega-Fettsäuren ist die Datenlage unzureichend. (DGE, 2006) Die Plasma-Triglyceride können durch langkettige omega-3-Fettsäuren gesenkt werden. (Harris, 1997) Transfettsäuren bewirken einen Anstieg der LDL-Konzentration sowie einen Abfall der HDL-Konzentration im Plasma.

Nahrungscholesterin erhöht die LDL-Cholesterin-Konzentration in nur geringem, von Person zu Person unterschiedlichem Ausmaß, kann aber die negative Wirkung von gesättigten Fettsäuren verstärken. (DACH, 2008)

### *2.2.7.3 Fettzufuhr und KHK*

Sind die größeren Arterienäste des Herzens von arteriosklerotischen Veränderungen betroffen, spricht man von Koronarsklerose, der wichtigsten Ursache der koronaren Herzkrankheit (KHK), die als asymptomatische Form, als Angina Pectoris, Herzinfarkt oder Sekundenherztod in Erscheinung treten kann. (Mutschler et al., 1999) Neben den unbeflussbaren Faktoren wie Alter, Geschlecht und Genetik zählen auch die durch Ernährung beeinflussbaren Faktoren wie Adipositas, Diabetes, Dyslipoproteinämie und Bluthochdruck zu den Risikofaktoren der KHK. (Mosca et al., 2004) Eine besondere Bedeutung für die Entwicklung arteriosklerotischer Veränderungen kommt dabei den Lipiden,

speziell den LDL, zu. (Mutschler et al., 1999) Allerdings ist eine Dyslipoproteinämie meist nur eine von mehreren Ursachen für arteriosklerotische Veränderungen. (DACH, 2008)

Neben ihrer Auswirkung auf die Lipoproteinkonzentration beeinflussen die Fettsäuren als Bestandteil von Blutzellmembranen die Viskosität des Blutes (Terano et al. 1983) sowie über die Eicosanoidsynthese die Aggregation von Thrombozyten, den Gefäßtonus oder Entzündungsreaktionen. Neben diesen Faktoren greifen beispielsweise auch durch omega-3-Fettsäuren beeinflusste Cytokine in den arteriosklerotischen Prozess ein. (Endres et al., 1989)

Während ein Einfluss der Gesamtfettzufuhr ohne Berücksichtigung der Fettqualität auf die Entstehung einer KHK als unwahrscheinlich gilt, scheint eine Verringerung von kardiovaskulären Ereignissen durch eine Fettreduktion in Kombination mit einer Fettmodifikation als wahrscheinlich und die Prävention der KHK durch eine verringerte Aufnahme an gesättigten Fettsäuren oder eine erhöhte Zufuhr an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit einer Steigerung des P:S-Quotienten als möglich. Und während das Fehlen einer KHK-präventiven Wirkung einfach ungesättigter Fettsäuren wahrscheinlich ist, gilt die präventive Wirkung langkettiger omega-3-Fettsäuren vor KHK-Mortalität als gesichert (DGE, 2006)

Die wichtigsten  $\omega$ -3-Fettsäuren sind die in Fischen vorkommenden Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) sowie die in Pflanzen anzutreffende, biologisch weniger wirksame  $\alpha$ -Linolensäure. (De Lorgeril und Salen, 2003)

In einer prospektiven Kohortenstudie mit mehr als 10 000 Teilnehmern war nach 14 Jahren bei einem hohen Verzehr von Fisch das Risiko für einen tödlichen Herzinfarkt signifikant erniedrigt. (Daviglus et al., 1997) Auch in einer in China an mehr als 18000 Männern im Alter von 45 bis 64 Jahren durchgeführten prospektiven Kohortenstudie konnte ein Verzehr von 200 g Seefisch pro Woche das Risiko für den tödlichen Herzinfarkt signifikant senken. (Yuan et al., 2001) In einer an 41578 japanischen Männern und Frauen über einen Zeitraum von 10 Jahren durchgeführten Kohortenstudie zeigte ein erhöhter Fischkonsum ebenfalls eine signifikante Korrelation zu einem verringerten Risiko für den tödlichen Herzinfarkt. (Iso et al. 2006) Auch eine Meta-Analyse von 11 Kohortenstudien zeigt, dass der Verzehr von Fisch im Gegensatz zu einer fischlosen Ernährung das Risiko für eine tödliche KHK signifikant senkt. (He et al. 2004)

Aufgrund zahlreicher Studienergebnisse, von denen zwar nicht alle einen KHK-vorbeugenden Effekt der  $\alpha$ -Linolensäure nachweisen konnten, und der Wirksamkeit der aus  $\alpha$ -Linolensäure entstehenden langkettigen omega-3-Fettsäuren, ist eine KHK-präventive Wirkung der  $\alpha$ -Linolensäure als möglich anzusehen. (DGE, 2006)

#### *2.2.7.4 Fettzufuhr und Krebs*

In Österreich zählen Krebserkrankungen neben den Herz-Kreislaufkrankungen zu den wichtigsten Todesursachen. Im Jahr 2007 war in 25,6% aller Sterbefälle Krebs die Todesursache. (Elmadfa et al., 2009) Die wichtigsten Ursachen für die Entstehung von Krebs sind mit einem Anteil von jeweils 30% das Rauchen und die Ernährung. Vererbungs-faktoren sind nur in 4% der Fälle für die Entwicklung von Krebs verantwortlich. (WHO, 2003) Die stärkste Beziehung zur Ernährung besitzen Krebsarten die im Oro-Gastro-Intestinalbereich lokalisiert sind. (Kluge und Boeing, 2007)

Für die Entstehung von Krebs sind chromosomale Veränderungen verantwortlich. Karzinogen wirksame Substanzen kommen aber nicht nur in Lebensmitteln vor, sondern entstehen auch im Stoffwechsel selbst (Ames und Gold, 1997) Somit können auch Ernährungsfaktoren, die nicht in direkter Beziehung zur Entwicklung von Krebs stehen, durch Einflussnahme auf Stoffwechselforgänge, die einen sowohl positiven als auch negativen Einfluss auf das Krebsgeschehen haben können, das Krebsrisiko beeinflussen. Für die Bedeutung der Gesamtfettzufuhr in der Krebsentstehung spielen vor allem Überlegungen der damit in enger Verbindung stehenden Gesamtenergiezufuhr eine große Rolle. So konnte in Tierexperimenten ein durch eine energierestrictive Ernährung sinkendes Krebsaufkommen beobachtet werden. (Dirx et al., 2003) Beim Menschen besteht für die Krebsarten Darmkrebs, postmenopausaler Brustkrebs, Gebärmutterkrebs, Nierenkrebs und Karzinome der Speiseröhre ein Zusammenhang zu Übergewicht. (IARC, 2002) Demgegenüber gibt es aber keine ausreichenden Hinweise darauf, dass bei einer ausgeglichenen Energiebilanz der Gesamtfettverzehr maßgeblich an der Entstehung von Krebs beteiligt ist. (DGE, 2006)

In einem Review von 2003 konnte gezeigt werden, dass kurzkettige gesättigte Fettsäuren, wie etwa Buttersäure, protektiv gegen Dickdarmkrebs wirken, während mittelkettige Fettsäuren hier krebsfördernd wirken und langkettige gesättigte Fettsäuren keinen Einfluss zeigen. (Nkondjock et al., 2003)

Keinen Zusammenhang gibt es zwischen der Aufnahme einfach ungesättigter Fettsäuren und dem Krebsrisiko, lediglich bei Brustkrebs besteht die Möglichkeit, dass eine erhöhte Zufuhr mit einer Risikosenkung verbunden ist. Auch zwischen der Aufnahme von omega-6-Fettsäuren und dem Krebsrisiko besteht kein Zusammenhang. Lediglich bei langkettigen omega-3- Fettsäuren, von denen eine krebshemmende Wirkung aus experimentellen Untersuchungen bekannt ist, zeigen auch epidemiologische Ergebnisse die Möglichkeit eines tumorhemmenden Effektes von langkettigen omega-3-Fettsäuren wie EPA und DPA. (DGE, 2006)

## 2.3 Vitamin E

### 2.3.1 Chemie von Vitamin E

Vitamin E gehört zu den fettlöslichen Vitaminen, wobei die Bezeichnung Vitamin E acht Verbindungen umfasst, die sich vom mit einer Phytyl-Seitenkette verknüpften 2-Methyl-6-Hydroxychroman ableiten. Dabei handelt es sich um 4 Tocopherole ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocopherol) und 4 Tocotrienole ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocotrienol). Bei den Tocotrienolen ist die Phytylseitenkette im Gegensatz zu den Tocopherolen ungesättigt. Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal stellen Anzahl und Stellung der Methylgruppen am Benzolring dar (Elmadfa und Leitzmann, 2004).

Drei asymmetrische C-Atome im Molekül bedingen, dass für jede der 8 Verbindungen 8 optische Isomere existieren. Die nachfolgende Abbildung zeigt die Struktur der Tocopherole und Tocotrienole. "R" steht dabei je nach Verbindung für eine Methylgruppe oder ein Wasserstoffatom, die apostrophierten Ziffern kennzeichnen die Position der asymmetrischen C-Atome. Das  $\alpha$ -Tocopherol besitzt dabei an allen drei Positionen einen Methylrest, das  $\gamma$ -Tocopherol nur in den Positionen zwei und drei. (Elmadfa und Leitzmann, 2004)

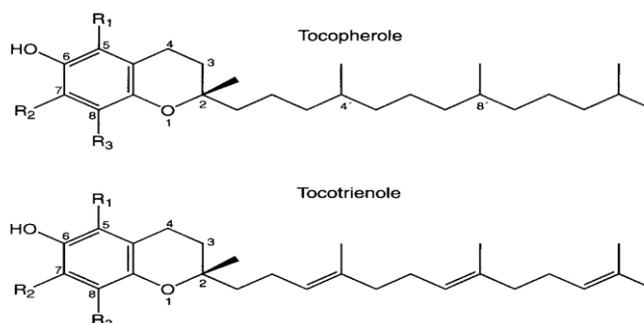


Abb. 4: Molekülstruktur von Vitamin E

### 2.3.2 Biologische Wirksamkeit von Vitamin E

Die biologische Aktivität der einzelnen Formen von Vitamin E hängt von der Stellung und der Anzahl der Methylgruppen am Chromanring ab, wobei mit abnehmender Anzahl an CH<sub>3</sub>-Gruppen, aber auch bei Substitution durch eine Ethylgruppe, die biologische Aktivität abnimmt. Bei einer relativen Wirksamkeit von 100% für  $\alpha$ -Tocopherol liegt sie diese für  $\beta$ -Tocopherol bei 50%, für  $\gamma$ -Tocopherol bei 25%, für  $\delta$ -Tocopherol bei 1% sowie für das wirksamste Tocotrienol, das  $\alpha$ -Tocotrienol, bei 30%.

Entsprechend vorliegender Erfahrungen zur biologischen Wirksamkeit wird die Aktivität der Tocopherole in Äquivalenten ausgedrückt. 1mg RRR-alpha-Tocopherol entspricht dabei 1mg RRR-alpha-Tocopherol-Äquivalent oder 1,49 Internationalen Einheiten. 1mg des synthetischen RRR-alpha-Tocopherylacetat entspricht 0,91 mg RRR-alpha-Tocopherol-Äquivalenten. (Elmadfa und Leitzmann, 2004)

### 2.3.3 Absorption und Stoffwechsel von Vitamin E

Die Resorption von Vitamin E erfolgt zusammen mit Fetten, weshalb eine normale Gallen- und Pankreasfunktion essentiell ist. Mengemäßig werden etwa 30% des zugeführten  $\alpha$ -Tocopherols und 25% des  $\gamma$ -Tocopherols aufgenommen. (Biesalski und Grimm, 1997) Die Resorptionsrate sinkt mit steigender Dosis, wobei langkettige ungesättigte Fettsäuren sie senken und mittelkettige Fettsäuren sie erhöhen. Tocopherolester müssen vor der Resorption, die durch passive, nicht-sättigbare Diffusion in die Mucosazelle erfolgt, mittels Pankreaslipase gespalten werden. (Elmadfa und Leitzmann, 2004) Von den Mucosazellen gelangt Vitamin E größtenteils per Lymphe zur Leber, nur ein kleiner Teil wird über das Pfortaderblut abtransportiert. (Elmadfa, 2009) Im Blut wird der Transport von Vitamin E durch die Lipoproteine vermittelt, wobei ein ständiger Austausch zwischen den einzelnen Fraktionen erfolgt. Die Aufnahme in periphere Zellen erfolgt zusammen mit den durch die Lipoproteinlipasen freigesetzten freien Fettsäuren oder, verpackt in LDL, rezeptorvermittelt. (Biesalski und Grimm, 1997)

Aufgrund seiner universellen Schutzfunktion für Zellwände ist Vitamin E im Körper ubiquitär vorhanden, ein richtiges Speicherorgan gibt es nicht. Die höchsten Konzentrationen weisen das Fettgewebe und die Nebennieren auf, aber auch in Leber und Milz sind größere Mengen nachweisbar. (Elmadfa und Leitzmann, 2004) Allerdings ist die Mobilisierung aus dem Fettgewebe ein sehr langsamer, vernachlässigbarer Prozess. Höhere Umsatzraten mit Halbwertszeiten von 5 bis 7 Tagen zeigen Leber, Niere und Milz,

während eine Freisetzung aus Erythrozyten, Muskulatur und Nervengewebe mit Halbwertszeiten von 30 bis 100 Tagen ebenfalls relativ langsam erfolgt. (Pietrzik et al., 2008)

Die Ausscheidung von Vitamin E erfolgt in erster Linie über die Galle, nur etwa 1% des resorbierten Vitamin E wird in Form seiner wasserlöslichen Metaboliten über den Harn ausgeschieden. (Elmadfa und Leitzmann, 2004)

### 2.3.4 Funktionen von Vitamin E

Bei den biologischen Funktionen von Vitamin E kann zwischen antioxidativen und nichtantioxidativen Wirkungen differenziert werden. Neben seiner Schutzfunktion als kettenbrechendes Antioxidans für mehrfach ungesättigte Fettsäuren von Zellmembranen kann Vitamin E immunmodulatorisch, antiinflammatorisch, antithrombotisch, antiatherogen und neuroprotektiv wirksam werden. Durch seine Fähigkeit zur Induktion der Apoptose und der Unterstützung des Immunsystems soll Vitamin E vor Krebs schützen. (Pietrzik et al., 2008) Die nachstehende Tabelle zeigt überblicksmäßig das Wirkprofil von Vitamin E.

<b>Wirkung</b>	<b>Mechanismus</b>
antioxidativ	- Hemmung der Oxidation von Lipoproteinen und Zellmembranlipiden (OH <sup>•</sup> ↓, LOO <sup>•</sup> ↓) und zytotoxischer Effekte durch oxidierte Lipide (o-LDL↓)
antiinflammatorisch	- Hemmung der Phospholipase A <sub>2</sub> -, Lipoxygenase-, Cyclooxygenase-Aktivität (PGE <sub>2</sub> ↓, LTB <sub>4</sub> ↓) - Verminderung der Freisetzung reaktiver ROS durch die Monozyten und Neutrophile: Hemmung der Proteinkinase C (PKC)
antiproliferativ	- Hemmung der Proliferation glatter Muskelzellen durch Hemmung der PKC
antiadhäsiv	- Verringerte E-Selektin Expression und Hemmung der Monozytenadhäsion an das Endothel (VCAM-1↓, ICAM ↓) - Verminderte LDL-Bildung mit verminderter Expression von Adhäsionsfaktoren
monozyten-transmigrationshemmend	- Verminderte o-LDL-Bildung verbunden mit verminderter MCP-1-Expression
plättchenaggregationshemmend-antiadhäsiv	- Verminderte Thromboxan- (TXA <sub>2</sub> ↓) und Thrombinbildung; Hemmung der PKC
blutgerinnungshemmend	- Hemmung der Vitamin K-abhängigen Carboxylase
vasodilatierend	- Schutz der oxidativen Zerstörung von EDRF und Hemmung der Proteinkinase C (NO, PGI <sub>2</sub> ↑)
membranstabilisierend	- Beeinflussung der Erythrozytenmembran-Fluidität
antiaging	- Hemmung der PKC und Collagenase (MMP-1)
immunstimulierend	- Beeinflussung von TNF α- u. Interleukin-Freigabe, Phagozytose, T-Lymphozyten-Aktivität

Tab. 9: Wirkprofil von Vitamin E (Bässler et al., 2007)

## 2.3.5 Ernährungsphysiologische Aspekte von Vitamin E

### 2.3.5.1 Vitamin E und Krebs

Wenngleich zur Bedeutung von Vitamin E für die Entstehung von Krebs nur wenige klinische Studien am Menschen vorliegen, bestätigen die Ergebnisse aus epidemiologischen Studien die Annahme, dass eine hohe Vitamin E-Aufnahme und damit verbundene hohe Plasmaspiegel das Risiko für bestimmte Krebsarten vermindern und auch die damit verbundene Sterblichkeitsrate senken. (Bässler et al., 2007)

In der prospektiven Health Professional Follow Up Study wurden nach einem Beobachtungszeitraum von 12 Jahren 320 Blasenkrebsfälle diagnostiziert. Dabei zeigte sich nach Auswertung von Fragebögen zum Lebensmittelverzehr eine inverse Korrelation zwischen der Zufuhr von  $\alpha$ -Tocopherol und dem relativen Blasenkrebsrisiko in der entsprechenden Kohorte. Bei Vitamin E-Supplementierung für 10 oder mehr Jahre konnte das Risiko um 30% minimiert werden. (Michaud et al., 2000)

Den in Hinblick auf eine krebspräventive Wirkung positiven Ergebnissen aus epidemiologischen Studien stehen uneinheitliche Resultate für die Wirkung von Vitamin E aus klinischen Studien gegenüber. In der Finnischen ATBC (Alpha-Tocopherol Beta-Carotene)-Studie, einer randomisierte Doppelblindstudie mit dem Untersuchungsziel Lungenkrebsprävention, erhielten männliche Raucher im Alter von 50 bis 69 über einen Zeitraum von 5 bis 8 Jahren Supplemente von Beta-Carotin (20 mg/d) und/oder Alpha-Tocopherol (50 mg/d) bzw. Plazebo. Während keine signifikante Abnahme der Inzidenz für Lungenkrebs beobachtet werden konnte, verringerte sich die Inzidenz für den klinisch manifesten Prostatakrebs bei der alpha-Tocopherol-Langzeitbehandlung um 32% und die Prostatakrebs-Mortalität um 41%. (Heinonen et al., 1998) Entsprechend den bisher vorliegenden klinischen Ergebnissen ist Vitamin E kein therapeutisches Krebsheilmittel sondern ein präventives Mittel, um über indirekte Mechanismen wie etwa die Apoptose, die antioxidative Wirkung oder die Verbesserung der Zellimmunität einer Tumorentstehung vorzubeugen. (Bässler et al, 2007)

### 2.3.5.2 Vitamin E und KHK

Beobachtungsstudien mit hohen Zufuhrmengen von Vitamin E in Form von Nahrungsmitteln oder Supplementen zeigen eine verringerte Inzidenz der koronaren Herzkrankheit. Allerdings können diese Studien nicht unterscheiden, ob die beobachteten Effekte

vom Antioxidans selbst oder aber auch von anderen Ernährungs- oder Life-Style-Faktoren herrühren. (Rexrode und Manson, 1996) In einer Meta-Analyse wurden sieben randomisierte, kontrollierte Interventionsstudien mit dem Ziel, die Effekte einer Vitamin E-Supplementation (50 -800 IE) auf das KHK-Risiko zu untersuchen, bewertet. Dabei konnte kein Nutzen der Vitamin E-Supplemente im Sinne einer Verringerung des Risikos für den Herztod bzw. der Mortalitätsrate in Vergleich zur Kontrollgruppe festgestellt werden. (Vivekananthan et al., 2003)

### 2.3.6 DACH-Referenzwerte für die Vitamin E-Zufuhr

Bei den DACH-Referenzwerten für die Vitamin-E Zufuhr handelt es sich um Schätzwerte, die eine adäquate und gesundheitlich unbedenkliche Vitamin E-Aufnahme gewährleisten sollen. Wesentlich für die Festlegung der Höhe der Schätzwerte ist die Menge der zugeführten ungesättigten Fettsäuren, deren Doppelbindungen Vitamin E vor Lipidperoxidation schützen soll. Um die Oxidation der Doppelbindungen in Monoen-, Dien-, Trien-, Tetraen-, Pentaen-, Hexaenfettsäuren zu verhindern, sind 0,06; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0 bzw. 1,2 mg Tocopheroläquivalente pro Gramm Fettsäure erforderlich. Unabhängig davon gibt es einen Grundbedarf von 4 mg Tocopheroläquivalenten zum Schutz der im Stoffwechsel gebildeten Doppelbindungen. Zuzüglich der notwendigen Mengen an Vitamin E für den Lipidperoxidationsschutz der entsprechend den Richtwerten zugeführten Mengen an Fett bzw. Fettsäuren, ergeben sich daraus folgende Schätzwerte für die Zufuhr von Vitamin E. (DACH 2008)

Alter	Tocopheroläquivalente mg/Tag	
	m	w
<b>Kinder</b>		
1 bis 4 Jahre	6	5
4 bis 7 Jahre	8	8
7 bis 10 Jahre	10	9
10 bis 13 Jahre	13	11
13 bis 15 Jahre	14	12
<b>Jugendliche u. Erwachsene</b>		
15 bis 19 Jahre	15	12
19 bis 25 Jahre	15	12
25 bis 51 Jahre	14	12
51 bis 65 Jahre	13	12
65 und älter	12	11
Schwangere		13
Stillende		17

Tabelle 10: Schätzwerte für die Vitamin E-Zufuhr, Tabelle modifiziert nach den DACH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr (DACH, 2008)

## 2.4 Studien zur laborchemischen Analyse von Fertiggerichten

Studien, die sich mit der laborchemischen Analyse von Fertiggerichten, insbesondere mit den Parametern Gesamtfett, Fettsäuremuster oder Vitamin E beschäftigen, sind in der Literatur kaum auffindig zu machen.

Von der Holländischen "Voedsel en Waren Autoriteit" ("Food and Consumer Product Safety Authority"), einer unabhängigen Organisation innerhalb des niederländischen Landwirtschaftsministeriums, mit dem Aufgabenbereich "supervision, risk assessment and risk communication of food and consumer products" wurden in den Jahren 2005 und 2007 jeweils über 150 Fertiggerichte auf ihre ernährungsphysiologische Qualität hin beurteilt und dabei verschiedene Parameter auch laborchemisch analysiert.

Im Jahr 2005 wurden 168 Fertiggerichte von 8 verschiedenen holländischen Supermärkten hinsichtlich ihrer ernährungsphysiologischen Qualität beurteilt, wobei die Produkte in die Kategorien Nasi/Bami (indische Reis- und Nudelgerichte), Pasta (Nudelgerichte), Pizza, Stampot (Topfgerichte) und Overig (diverse andere Gerichte) eingeteilt wurden. Zur Beurteilung wurden neben Angaben aus den Nährwerttabellen der Verpackungen die laborchemisch analysierten Parameter Fett, Fettsäuremuster, Salz, sowie, von einem kleineren Anteil der ausgewählten Produkte, Vitamin C herangezogen. Von den Verpackungen der Gerichte wurden Daten zu den Parametern Portionsgröße, Energiegehalt, Ballaststoffgehalt und Gemüseanteil für die Bewertung verwendet.

Die Ergebnisse der einzelnen Nährstoffe wurden dabei mit den Empfehlungen der Netherlands Nutrition Centre Foundation (Voedingscentrum) verglichen. Dabei gibt es für ein Fertiggericht, das gemäß Definition des Voedingscentrum eine warme Mahlzeit bestehend aus Fleischanteil, Beilage und Gemüse ist, drei Bewertungskategorien: "bij voorkeur" ("optimal"), "middenweg" ("mittel") und "bij uitzondering" ("in Ausnahmefällen"). Um die Beurteilung "bij voorkeur" zu erhalten, muss das Gericht zumindest 150 g Gemüse sowie 1,7 g Ballaststoffe pro 100 kcal enthalten, während der Gehalt an gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie maximal 16 % betragen darf. Der Energiegehalt sollte im Bereich von 450 bis 750 kcal liegen.

Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse der Studie tabellarisch dargestellt.

Gericht	n	Verpackungsgröße (g)			Portionsgröße (g)		
		mean	min	max	mean	min	max
Nasi/Bami	22	634	350	1000	443	350	500
Pasta	33	536	310	1000	448	310	500
Pizza	48	388	295	550	383	265	550
Stamppot	33	798	500	1000	510	500	550
Overig	32	493	440	550	493	440	550

Tab. 11: Verpackungsgröße und Portionsgröße der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit, (VWA, 2006)

Gericht	n	Energie (kcal/100g)				Energie (kcal/Portion)			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	22	163	123	210	163	713	490	915	689
Pasta	29	130	75	200	130	572	375	900	585
Pizza	45	228	183	278	230	847	570	1225	833
Stamppot	29	99	51	140	97	506	255	770	514
Overig	32	110	70	191	102	546	350	1051	498

Tab. 12: Energiegehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Im Mittel lagen die portionsweisen Energiegehalte bei den Gerichten im Bereich der Vorgaben des Voedingscentrum. Bei der Hälfte der Gerichte aus der Gruppe "Stamppot" waren die Energiegehalte zu gering, während bei mehr als der Hälfte der Pizzen der Energiegehalt über der empfohlenen Menge für ein Hauptgericht lag. (VWA, 2006)

Gericht	n	Fett (g/100g)				Fett (g/Portion)				Energieprozent Fett				
		mean	min	max	median	mean	min	max	median	n	mean	min	max	median
Nasi/Bami	17	5,4	2,2	11,6	5,2	24,8	8,8	58,0	23,1	17	30	12	78	28
Pasta	32	4,3	0,5	8,9	3,8	18,9	2,0	43,9	15,4	28	28	3	51	27
Pizza	47	7,2	3,8	13,1	6,6	27,4	12,9	57,2	24,6	44	29	17	49	27
Stamppot	26	4,1	0,7	10,3	3,5	21,2	3,3	56,4	17,4	22	38	10	66	38
Overig	28	4,4	1,3	10,3	3,7	21,4	6,6	51,6	18,0	28	38	13	125	32

Tab. 13: Fettgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Das Voedingscentrum empfiehlt, dass der Fettanteil an der Gesamtenergie maximal 40 % betragen soll, bzw. für Übergewichtige oder Personen, die dazu neigen, maximal 35%. Bei den untersuchten Gerichten lag der mittlere Fettgehalt bei 32 Energieprozent, womit diese als nicht zu fett bewertet wurden. (VWA, 2006)

Gericht	n	gesättigte FS (g/100g)				gesättigte FS (g/Port.)				Energieprozent ges. FS			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	17	1,1	0,3	1,9	1,1	4,9	1,7	9,6	4,5	6	2	10	6
Pasta	32	1,8	0,1	3,8	1,6	7,9	0,5	19,1	7,3	12	0,6	28	12
Pizza	47	3,1	1,7	6,0	2,9	11,8	6,2	25,9	11,2	12	7	24	11
Stampopot	26	1,7	0,3	4,4	1,4	8,6	1,4	24,4	7,5	15	4	29	14
Overig	28	1,8	0,3	4,2	1,8	9,0	1,5	21,2	8,5	16	3	52	15

Tab. 14: Gehalt an gesättigten Fettsäuren der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Mit Ausnahme der Gruppe Nasi/Bami gab es in jeder Gruppe Gerichte, die nicht der Bewertungskategorie "bij voorkeur" (maximal 16 Energieprozent für gesättigte Fettsäuren) entsprachen. Vom holländischen Gesundheitsrat wird darüber hinaus ein maximaler Gehalt von 10 Energieprozent für gesättigte Fettsäuren als Zielsetzung für eine gesunde Ernährung ausgegeben. Die Gerichte der Gruppe Nasi/Bami erfüllten im Mittel diese strengere Vorgabe. (VWA, 2006)

Gericht	n	% ges. FS	% unges. FS	% trans-FS	E% trans-FS
		mean	mean	mean	mean
Nasi/Bami	17	20,4	79,1	0,5	0,2
Pasta	32	38,7	59,3	2,0	0,7
Pizza	47	44,0	54,4	1,6	0,4
Stampopot	26	40,7	58,1	1,2	0,5
Overig	28	42,2	56,3	1,4	0,5

Tab. 15: Fettsäuremuster der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Die Vorgabe des holländischen Gesundheitsrates, dass Trans-Fettsäuren maximal 1 % an der Gesamtenergie der Nahrung ausmachen sollen, wird von allen Gerichten im Mittel erfüllt. (VWA, 2006)

Gericht	n	Ballaststoffe (g/100g)				Ballaststoffe (g/Portion)				Ballaststoffe (g/100 kcal)			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	13	1,1	0,3	2,3	1,0	4,3	1,4	9,2	4,1	0,6	0,2	1,4	0,6
Pasta	22	1,2	0,5	2,0	1,0	5,2	2,0	9,5	4,6	1,0	0,3	2,1	1,0
Pizza	33	2,3	1,0	4,8	2,0	8,4	2,7	18,9	8,1	1,0	0,4	2,3	0,9
Stampopot	20	1,4	0,5	2,4	1,4	6,9	2,5	12	6,8	1,4	0,6	3,2	1,1
Overig	29	1,8	0,5	4,0	1,7	8,8	2,5	20	8,5	1,8	0,3	5,0	1,7

Tab. 16: Ballaststoffgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Gericht	n	Gemüse (g/100g)				Gemüse (g/Portion)			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	10	8	4	13	9	34	16	49	40
Pasta	20	15	0	34	15	69	0	170	65
Pizza	32	18	4	38	18	70	16	165	64
Stamppot	33	22	12	34	22	115	60	189	118
Overig	31	27	0	51	27	130	0	255	135

Tab. 17: Gemüseanteil der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Von 117 Fertiggerichten entsprach bei nur 26 Gerichten der Ballaststoffgehalt den Vorgaben des Voedingscentrum. Der größte Anteil an Ballaststoffen stammte dabei aus der Gemüsebeilage der Gerichte, er betrug im Mittel 7 g pro Portion.

17 von 126 Fertiggerichten enthielten eine Menge von mehr als 150 g Gemüse. Damit erfüllten nur 13 % die Vorgaben des Voedingscentrum von einem minimalen Gemüseanteil von 150 g. Der durchschnittliche Gehalt an Gemüse lag bei 93 g pro Gericht.

Zusammenfassend wurden der Gemüse- und Ballaststoffgehalt der Fertiggerichte als zu niedrig eingestuft, um einen ausreichenden Beitrag zur Erreichung der vom Voedingscentrum empfohlenen täglichen Aufnahme von 400 g Obst und Gemüse bzw. 30 bis 40 g Ballaststoffen zu leisten. Diesbezüglich wurde auch die Produktaufmachung einiger Gerichte kritisiert, die Konsumenten einen hohen Gemüseanteil der Produkte suggeriert. (VWA, 2006)

Gericht	n	NaCl (g/100g)				NaCl (g/Portion)			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	22	1,1	0,6	1,7	1,1	4,9	2,7	7,3	4,9
Pasta	33	0,9	0,3	1,3	1,0	3,9	1,1	5,7	4,2
Pizza	48	1,4	1,0	1,9	1,4	5,5	3,0	8,6	5,4
Stamppot	33	0,9	0,5	1,4	0,9	4,5	2,5	7,4	4,8
Overig	32	0,8	0,4	1,4	0,8	3,9	1,9	7,2	3,7

Tab. 18: Salzgehalt der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

143 der 168 Fertiggerichte enthielten mehr als 3 g Salz pro Portion und lagen damit über der Vorgabe des Voedingscentrum von maximal 3 g Salz für eine Mahlzeit. (VWA, 2006)

Gericht	n	Vitamin C (mg/100g)				Vitamin C (mg/Portion)			
		mean	min	max	median	mean	min	max	median
Nasi/Bami	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pasta	3	3,6	0	5,6	5,2	17,6	0	28,0	24,7
Pizza	4	4,5	0,9	9,6	3,8	18,6	2,8	47,0	12,2
Stamppot	5	2,0	0	7,6	0,5	10,8	0	41,8	2,5
Overig	5	4,5	0	13,2	1,1	21,3	0	59,4	5,8

Tab. 19: Gehalt an Vitamin C der Fertiggerichte von Voedsel en Waren Autoriteit (VWA, 2006)

Der mittlere Vitamin C-Gehalt der Gerichte lag bei 15 mg, was einem Anteil von 25 % der täglich empfohlenen Aufnahmemenge von 60 mg entspricht. (VWA, 2006)

Im Jahr 2007 wurde von der Voedsel en Waren Autoriteit, um die Entwicklungen auf dem stetig wachsenden Fertiggerichtmarkt verfolgen zu können, neuerlich die ernährungsphysiologische Qualität von Fertiggerichten untersucht.

Dabei wurden 158 Fertiggerichte von 7 verschiedenen Supermärkten, eingeteilt in die Gruppen Nasi/Bami (indische Reis- und Nudelgerichte), Pasta (Nudelgerichte), Pizza, Stamppot (Topfgerichte), Stoommaltijd (gedämpfte/gegarte Gerichte) und Overig (diverse andere Gerichte), nach den Parametern Portionsgröße, Energiegehalt, Gehalt an Gemüse und Ballaststoffen, Fettgehalt, Fettsäuremuster sowie Salzgehalt beurteilt und mit den Empfehlungen der Netherlands Nutrition Centre Foundation (Voedingscentrum) verglichen. Die Parameter Fettgehalt, Fettsäuremuster und Salzgehalt wurden dabei laboranalytisch bestimmt, während die Daten zu den übrigen Parametern den Nährstofftabellen der Verpackungen entnommen wurden. (VWA, 2007)

Bei nahezu allen Gerichten waren die Nährwerte pro 100 g auf der Verpackung wiedergegeben, bei etwa der Hälfte war der Energiegehalt pro Portion angegeben. Im Jahr 2005 war dies bei nur etwa 22 % der untersuchten Produkte der Fall. Eine Angabe für wie viele Personen das Gericht bestimmt ist, fand sich bei 69 der 158 Proben.

Der Energiegehalt der Gerichte lag im Durchschnitt, wie auch 2005, innerhalb der Vorgabe von 450 bis 750 kcal für eine Portion. Im Vergleich zu 2005 war der Energiegehalt bei den Pizzen 2007 im Mittel etwas größer (+ 50 kcal), bei den Eintopfgerichten (Stamppot) etwas geringer (- 50 kcal). Absolut gesehen lag der portionsweise Energiegehalt bei der Hälfte der Gerichte im Bereich von 450 bis 750 kcal. (VWA, 2007)

Der Fettanteil an der Gesamtenergie lag bei 31 % und ist daher mit dem Ergebnis von 2005 (32 %) praktisch ident. Der Transfettsäuregehalt lag im Mittel unter 1 Energieprozent, der Gehalt an gesättigten Fettsäuren zwischen 6 (Nasi/Bami) und 14 (Stamppot) Energieprozent. Auch diese Resultate decken sich gut mit denen von 2005.

Der Salzgehalt lag im Durchschnitt wie schon 2005 bei 4 g pro Portion, eine wünschenswerte Reduktion konnte demnach nicht festgestellt werden.

Der Ballaststoffgehalt entsprach bei nur 23 von 114 Gerichten der Kategorie "bij voorkeur" (mind. 1,7 g/100 kcal) und lag im Mittel bei 6 g pro Portion. 2005 war er noch bei 7 g pro Portion gelegen. Interessanterweise ist demgegenüber aber der Gemüseanteil im Vergleich zu 2005 von 93 g pro Portion auf 119 g pro Portion im Jahr 2007 gestiegen.

Zusammenfassend wurde festgehalten, dass es verglichen mit der letzten Untersuchung wenige Veränderungen gab. Die Gerichte waren nach wie vor zu salzig und der Ballaststoff- und Gemüsegehalt zu gering. Der Energie- und Fettgehalt sowie das Fettsäuremuster wurden als zufriedenstellend bewertet. Die Nährwertangaben auf den Verpackungen betreffend wären mehr portionsbezogene Angaben wünschenswert, wobei hier aber eine Verbesserung gegenüber 2005 feststellbar war. (VWA, 2007)

Im Rahmen des EU-Projekts "Double Fresh", dass die Optimierung von Fertiggerichten mit der Vorgabe, diese gesünder, frischer, schmackhafter sowie haltbarer zu machen, zum Ziel hat, wurden am Institut für Ernährungswissenschaften in Wien im Rahmen zweier Diplomarbeiten die Makro- und Mikronährstoffgehalte von 7 ausgewählten, rezeptoptimierten Fertiggerichten des europäischen Marktes laboranalytisch bestimmt und die Ergebnisse mit Nährstoffempfehlungen verschiedener europäischer Länder, darunter die DACH-Referenzwerte, verglichen.

Im Folgenden sollen die Ergebnisse und Schlussfolgerungen dieser beiden Diplomarbeiten zu den Parametern Portionsgröße, Energiegehalt, Fettgehalt, Proteingehalt, Kohlenhydratgehalt, Ballaststoffgehalt, Salzgehalt, Fettsäuremuster sowie Vitamin E-Gehalt dargestellt werden.

Probe	Gericht	Firma	Land
1	Hühnerbrust mit Mischgemüse und Reis	Nofima	Norwegen
2	Lachsfilet mit Mischgemüse und Bandnudeln	Nofima	Norwegen
3	Lachsfilet mit Brokkoli, Champignon, Salzkartoffeln und Dillsauce	Sodexho	Niederlande
4	Lammfilet in Rotweinsauce mit Röstgemüse und Reis	Sodexho	Niederlande
5	Gebackenes Schweineschnitzel mit Kartoffelpüree, Karotten und Sauce	Snellman	Finnland
6	Gebackenes Schweineschnitzel mit Kartoffelpüree, Brokkoli und Sauce	Snellman	Finnland
7	Tortelinis gefüllt mit Ricotta und Spinat in Tomatensauce, dazu frische Tomaten, frischer Basilikum, Mozzarella, Parmesan und Pinienkerne	Hilcona	Deutschland

Tab.20: Liste der im Rahmen des Double Fresh-Projektes analysierten Fertiggerichte (Lammer, 2010)

Die portionsbezogenen Energiegehalte sämtlicher Gerichte lagen unter den DACH-Referenzwerten für erwachsene Frauen und Männer mit einem Physical Activity Level (PAL) von 1,6. Probe 4 hatte mit 626 kcal pro Portion den höchsten Energiegehalt, gefolgt von Probe 2 mit ca. 570 kcal pro Portion. Die Energiegehalte der übrigen Produkte lagen im Bereich von 380 bis 450 kcal pro Portion. (Lammer, 2010)

Probe	Fett g/Portion	Protein g/Portion	Kohlenhydrate g/Portion	portionsbezogene DACH-Referenzwerte für Frauen und Männer von 25-51 Jahren mit einem PAL von 1,6 in g					
				Fett		Protein		Kohlenhydrate	
				m	w	m	w	m	w
1	12,0	35,1	46,5	28	21	18	14	105	79
2	27,4	37,2	54,0	28	21	18	14	105	79
3	18,9	26,9	38,0	28	21	18	14	105	79
4	27,0	33,0	61,0	28	21	18	14	105	79
5	21,0	22,7	43,0	28	21	18	14	105	79
6	22,0	24,3	42,5	28	21	18	14	105	79
7	11,4	21,5	78,3	28	21	18	14	105	79

Tab. 21: Makronährstoffgehalte der Double Fresh Fertiggerichte

Die Fettgehalte sämtlicher Gerichte lagen unter den DACH-Referenzwerten für Männer. Bei den Frauen lagen die Proben 2 und 4 über dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert von 21 g. Die Proteingehalte aller 7 analysierten Gerichte lagen über den portionsbezogenen DACH-Referenzwerten für Frauen und Männer. Die Kohlenhydratgehalte sämtlicher untersuchten Produkte lagen unter den portionsbezogenen DACH-Referenzwerten für Frauen und Männer. (Lammer, 2010)

Die Ballaststoffgehalte der 7 Proben bewegten sich im Bereich von 4 bis 7 g pro Portion und konnten damit den portionsbezogenen DACH-Referenzwert von 10 g Ballaststoffen nicht erreichen. Die Natriumchloridgehalte der Fertiggerichte lagen im Bereich von 2 bis 5 g pro Portion und damit über dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert von

maximal 2 g Kochsalz pro Tag. Nur Probe 3 überschritt mit einem Anteil von 2 g Natriumchlorid diesen oberen Richtwert nicht. (Lammer, 2010)

Zusammenfassend wurde festgehalten, dass die Energie-, Kohlenhydrat-, Protein-, und Ballaststoffgehalte aller 7 Fertiggerichte unter den DACH-Referenzwerten lagen. Der Gehalt an Speisesalz war bei allen Gerichten, mit Ausnahme von Probe 3, zu hoch, beim Fettgehalt lagen zwei Speisen (Probe 2 und 4) über dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert für Frauen, aber alle unter dem Richtwert für Männer. (Lammer, 2010)

Probe	gesättigte FS g/Portion	einfach ungesättigte FS g/Portion	mehrfach ungesättigte FS g/Portion	Transfettsäuren g/Portion
1	5,68	4,24	1,81	0,19
2	9,00	12,04	6,02	0,26
3	5,33	8,04	5,60	0,15
4	9,71	14,32	3,09	0,55
5	9,20	7,87	2,44	0,40
6	9,37	8,94	2,79	0,21
7	5,04	4,11	1,58	0,19

Tab.22: Fettsäuregehalt der Double Fresh Fertiggerichte (modifiziert nach Sailer, 2010)

Die Gehalte an gesättigten Fettsäuren lagen bei den Gerichten 2,4,5 und 6 über den portionsbezogenen DACH-Referenzwerten für gesättigte Fettsäuren von Frauen (7,0 g/Portion) und Männern (8,7 g/Portion) mit PAL 1,4, während die Produkte 1, 3 und 7 unter dem Referenzwert für Frauen mit PAL 1,4 lagen. Die höchsten Gehalte an gesättigten Fettsäuren wiesen die Gerichte mit Schweine- bzw. Lammfleischanteil (Proben 4,5 und 6) auf. Aber auch Probe 2, ein Lachsgericht mit Nudeln und Gemüse, wies einen überraschend hohen Gehalt an gesättigten Fettsäuren auf, was mit der Art der Saucenzubereitung zu erklären versucht wurde. (Sailer, 2010)

Die Gerichte 1 und 7 hatten den mit Abstand geringsten Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren, was auf deren geringen Fettgehalt, der nur etwa halb so groß war wie bei allen anderen Gerichten, zurückgeführt wurde. Bezüglich der DACH-Referenzwerte erreichten nur die Proben 2 und 4 die portionsbezogene Vorgabe für Männer (11,3 g/Portion) und Frauen (9,1 g/Portion) mit PAL 1,4.

Bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren lag der Gehalt aller Gerichte unter dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert für Männer (6,1 g/Portion) mit PAL 1,4. Den Referenzwert für Frauen (4,9 g/Portion) mit PAL 1,4 erreichten nur die beiden Lachsgerichte (Proben 2 und 3). Bei den  $\omega$ -3-Fettsäuren wiesen wie zu erwarten die Fischgerichte (Probe 2 und 3) mit 2,7 bzw. 2,3 g/Portion einen deutlich höheren Gehalt als die übrige

gen Gerichte auf, bei denen dieser zwischen 0,25 und 0,6 g/Portion schwankte. Allerdings erfolgte hier keine Differenzierung zwischen  $\alpha$ -Linolensäure und den langkettigen  $\omega$ -3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA). (Sailer, 2010)

Bei den Transfettsäuren überschritt keines der Produkte die portionsbezogenen DACH-Referenzwerte für Frauen (0,7 g/Portion) und Männer (0,9 g/Portion) mit einem PAL von 1,4. Auch der in Österreich gesetzliche Maximalwert von 2g Transfett pro 100 g Gesamtfett wurde von keinem der Produkte überschritten. (Sailer, 2010)

Probe	Tocopheroläquivalente (TÄ) in mg/Portion	portionsbezogene DACH-Referenzwerte (25-51 Jahre)	
		Männer	Frauen
1	18,45	4,7	4,0
2	16,85	4,7	4,0
3	9,34	4,7	4,0
4	5,11	4,7	4,0
5	4,60	4,7	4,0
6	5,23	4,7	4,0
7	4,26	4,7	4,0

Tab. 23: Gehalte an Tocopheroläquivalenten der Double Fresh Fertiggerichte (modifiziert nach Sailer 2010)

Wie in Tabelle 23 ersichtlich ist, lagen die Gehalte an Tocopheroläquivalenten bei allen Produkten über dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert von 4,0 mg für Frauen. Bei den Männern wurde nur von den Gerichten 5 und 7 der Referenzwert nicht erreicht. Die gegenüber den übrigen Produkten deutlich höheren TÄ-Gehalte in den Gerichten 1 und 2 konnten nicht wirklich plausibel erklärt werden, wurden aber mit der Art des für die Rezeptur verwendeten Pflanzenöls in Verbindung gebracht. Die Proben 1 und 2 stammten beide vom selben Hersteller. (Sailer, 2010)

### 3. Material und Methoden

Für die laborchemische Analyse wurden insgesamt 45 Fertiggerichte untersucht. Die untersuchten Produkte stammen alle von Supermärkten aus dem Raum Wien, wobei tiefgekühlte, gekühlte und Ware aus dem Regal gekauft wurde. Bei den Fertiggerichten handelt es sich um Speisen die per se als Hauptmahlzeit verzehrt werden können, wobei Produkte ausgewählt wurden, die entweder Fisch und/oder Gemüse enthielten. Folgende Parameter wurden dabei im Labor ermittelt: Gesamtfett, Fettsäuremuster, Vitamin E und Trockenmasse.

#### 3.1 Fertiggerichtproben für die Analyse

Code	Produkt	Markt	Lagerung	Marke
Nr. 1	Cevapcici mit Letschogemüse und Reis	Spar	Regal	Inzersdorfer
Nr. 2	Rindfleischbällchen mit Letscho und Reis	Spar	Regal	Inzersdorfer
Nr. 3	Cevapcici mit Letscho und Reis	Hofer	Kühlregal	Gourmet
Nr. 4	Champignonschnitzel mit Gemüserais und Champignonsauce	Merkur	Regal	Inzersdorfer
Nr. 5	Naturschnitzel in Kräutersauce mit Erbsenreis	Merkur	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 6	Faschierte Laibchen mit Erdäpfelpüree und Gemüse	Billa	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 7	Rind mit buntem Gemüse und Erdäpfelrösti	Merkur	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 8	Tafelspitz mit Cremespinat und Erdäpfelschmarrn	Merkur	Tiefkühlregal	Chef Menü
Nr. 9	Huhn süß-sauer mit Gemüse, Ananas und Reis	Spar	Regal	Shan'shi
Nr. 10	Hühnerbruststreifen mit Gemüserais	Spar	Regal	Inzersdorfer
Nr. 11	Hühner Frikasse mit feinem Gemüse und Reis	Lidl	Kühlregal	Coquette
Nr. 12	Hühnerfleisch süß-sauer mit Basmatireis und Gemüse	Billa	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 13	Hühnerragout mit Spargel und Kräuterreis	Merkur	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 14	Hühnergeschnetzeltes, Spätzle und Gemüse	Merkur	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 15	Huhn Mediterran - Hühnerfleisch mit Nudeln und Gemüse an Soße	Interspar	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 16	Putenlaibchen mit Ebly-Zartweizen und Gemüse	Spar	Regal	Inzersdorfer
Nr. 17	Putenkeulenbraten mit Gemüse-Zartweizen	Merkur	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 18	Bami Goreng Huhn-Gemüse-Wok mit Asia Nudeln	Interspar	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 19	Fisch Asia Gemüse in Grüner Curry Sauce mit Wildreis	Interspar	Tiefkühlregal	Yuu'n Mee

Code	Produkt	Markt	Lagerung	Marke
Nr. 20	Pangasiusfilet auf Ratatouillegemüse und Kräuterreis	Billa	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 21	Wildlachsfilet mit Schnittlauchsauce und Reis	Interspar	Kühlregal	Spar Feine Küche
Nr. 22	Seelachs auf Reis in Dillrahmsauce	Zielpunkt	Tiefkühlregal	Jütro
Nr. 23	Gebrautes Seehechtfilet in Tomaten-Basilikum Sauce mit Quinoa-Gemüse	Billa	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 24	Lachs Verdure - Lachs mit Nudeln und Gemüse an Soße	Interspar	Tiefkühlregal	Spar Vital
Nr. 25	Lachs mit Farfalle und Blattspinat in Käsesauce	Zielpunkt	Tiefkühlregal	Iglo
Nr. 26	Frische Mezzelune al Salmone	Basic	Kühlregal	Bio Verde
Nr. 27	Grüne Bandnudeln mit Lachs	Basic	Tiefkühlregal	Ökoland
Nr. 28	Tagliatelle Wildlachs, mit frischer Pasta, gelben Karotten und Creme Fraiche	Merkur	Tiefkühlregal	Frosta
Nr. 29	Big Pizza Thunfisch	Merkur	Tiefkühlregal	Wagner
Nr. 30	Pizza Tonno	Zielpunkt	Tiefkühlregal	Casa Domani
Nr. 31	Original Piccolinis Thunfisch	Interspar	Tiefkühlregal	Wagner
Nr. 32	Pietro Pizzi Tonno	Merkur	Tiefkühlregal	Dr. Oetker
Nr. 33	Steinofenpizza Thunfisch	Penny Markt	Tiefkühlregal	Mamma Pasta
Nr. 34	Pizza Ristorante Tonno	Zielpunkt	Tiefkühlregal	Dr. Oetker
Nr. 35	Steinofenpizza Thunfisch	Lidl	Tiefkühlregal	Trattoria Alfredo
Nr. 36	Steinofenpizza Thunfisch	Merkur	Tiefkühlregal	Wagner
Nr. 37	Steinofenpizza Thunfisch und Käse	Interspar	Tiefkühlregal	Spar
Nr. 38	Steinofenpizza Tonno	Hofer	Tiefkühlregal	Cucina Nobile
Nr. 39	Steinofenpizza Tonno	Hofer	Kühlregal	Cucina Nobile
Nr. 40	Meeresfrüchtepizza	Merkur	Tiefkühlregal	Costa
Nr. 41	Pizza Mare	Interspar	Tiefkühlregal	Escal
Nr. 42	Paella mit Meeresfrüchten und Hühnerfleisch	Merkur	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 43	Shrimps in Curry-Kokosmilchsauce mit Ananasstücken auf Basmatireis	Billa	Kühlregal	Chef Menü
Nr. 44	Spanische Paella mit Huhn, Fisch und Meeresfrüchten	Basic	Tiefkühlregal	Ökoland
Nr. 45	Paella - Spanisches Reisgericht mit zartem Hühnerfleisch und Meeresfrüchten	Hofer	Tiefkühlregal	Gusto Gold

Tabelle 24: Auflistung der laborchemisch analysierten Fertiggerichte

Einige der angeführten Produkte sind auch in anderen Supermärkten als in den in der Tabelle genannten erhältlich. Angegeben ist aber nur die Supermarktkette, bei dem das Produkt tatsächlich gekauft wurde, wobei die Auswahl des Kaufortes willkürlich erfolgte.

## 3.2 Gesamtfettbestimmung

### 3.2.1 Prinzip

Die quantitative Analyse des Fettgehaltes von Lebensmitteln erfolgt zumeist durch Extraktion mit lipophilen Lösungsmitteln. Die gängigste Methode ist die Methode nach Weibull-Stoldt, bei der vor Extraktion mit einem lipophilen Lösungsmittel ein Säureaufschluss durchgeführt wird, um auch von Kohlenhydraten oder Proteinen eingeschlossene Lipide erfassen zu können. Während auf diese Weise das "Gesamtfett" ("freies Fett" + "gebundenes Fett") bestimmt werden kann, wird durch die Methode nach Soxhlet, bei der eine direkte Extraktion mit Diethylether oder Petroleumbenzin ohne vorangehenden Säureaufschluss erfolgt, nur das "freie Fett" erfasst. (Matissek, 2010)

In der hier vorliegenden Arbeit erfolgte die Analyse des Gesamtfettgehalts der Fertiggerichte durch Extraktion der Lipide nach der Methode von Folch und anschließende gravimetrische Bestimmung des Fettgehaltes nach Abdampfung des Lösungsmittels. Diese Methode wurde ursprünglich für die Extraktion von Gehirnlipiden entwickelt und in der Folge auch bei Leber und Muskelgewebe eingesetzt. Die Fettgewinnung erfolgt hierbei durch ein Gemisch aus Chloroform und Methanol und anschließende Waschung mit einer wässrigen Salzlösung. Im dabei entstehenden Zweiphasensystem scheidet die wässrige Salzlösung nicht-lipoide Substanzen aus der lipophilen Phase ab und verdrängt vorhandene saure Lipide in die lipophile Phase. Vergleiche dieser Methode mit einer Extraktion mit heißen Lösungsmitteln bei der Gewinnung von Fett aus Leber- und Muskelgewebe zeigte, dass die Fettverluste bei der Folch-Methode gegenüber der Hei-Extraktions-Methode unter 0,5 % liegen und somit als nicht nennenswert betrachtet werden können. (Folch et al., 1957) Extrahiert wurde dabei aus dem gefriergetrockneten Probenmaterial, wofür diese zunächst entsprechend aufbereitet werden mussten.

### 3.2.2 Probenaufbereitung

Ziel der Aufbereitung war die Gewinnung von homogenisiertem, gefriergetrocknetem Probenmaterial, das in der Folge zur Herstellung des Folch-Extraktes verwendet wurde. Die 45 Produkte wurden zunächst zur Bestimmung der Füllmenge abgewogen und anschließend gemäß den Verpackungsangaben verzehrfertig gemacht. Die Zubereitung

sämtlicher Pizzas erfolgte dabei im Backofen, die übrigen Gerichte wurden in der Mikrowelle essfertig gemacht. Lediglich bei Probe Nr.26, einem Nudelgericht, erfolgte die Zubereitung im Kochtopf. Gemäß den Verpackungsangaben wurden bei Probe Nr. 27 70 ml Wasser, bei Probe Nr. 28 9 Esslöffel Milch (NÖM, 3,6% Fett) sowie bei Probe Nr. 44 8 g Öl (Osolio Maiskeimöl) zugegeben. Die verzehrfertig gemachten Gerichte wurden im nächsten Schritt in einem Mixer homogenisiert.



Abb. 5: Mixer Büchi B-400

Abb. 6: Homogenisat Probe Nr. 1

Die Homogenisate aller Proben wurden dann in kleine Kunststoffschalen eingewogen und mit geschlossenem Deckel bei  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  tiefgekühlt. Am nächsten Tag wurden die Schalen mit den über Nacht vorgefrorenen Proben für eine Dauer von 5 Tagen in den Gefriertrockner eingebracht.



Abb. 7: Gefriertrockner

Nach 5 Tagen wurden die Proben aus dem Gefriertrockner herausgenommen, zur Bestimmung der Trockenmasse abgewogen (siehe Punkt 3.3), mithilfe eines Nudelholzes zermahlen und anschließend in pulverisiertem Zustand in kleinen Plastiksäckchen vakuumiert und bei  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  zur Aufbewahrung für die Analysen tiefgefroren.

### 3.2.3 Herstellung des Folch-Extraktes

Um bei der gravimetrischen Bestimmung eine Fettauswaage von maximal 1 g zu erhalten, wurden für die Herstellung des Folch-Extraktes zwischen 2 und 8 g der tiefgekühlten, gefriergetrockneten Proben in einem 100 ml Pyrexglas (Duran Schott) unter Verwendung einer Analysenwaage exakt eingewogen. Zur Abschätzung des zu erwartenden Fettgehaltes wurden die Angaben der Nährwerttabelle auf den Verpackungen zu Hilfe genommen. Das eingewogene Probenmaterial wurde mit 90 ml des 2:1-Gemisches (v/v) aus Chloroform und Methanol (+ 50 mg/l BHT) versetzt, mit Stickstoff begast und anschließend, um eine vollständige Extraktion zu gewährleisten, für 30 Minuten bei 200 Umdrehungen im Dunkeln bei  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  gerüttelt und über Nacht stehen gelassen.

Am darauffolgenden Tag wurde der Extrakt über einen Trichter mit eingelegtem Faltenfilter (Rotilabo,  $\varnothing$  150 mm) in einen 250 ml Scheidetrichter überführt. Um Fettverluste zu vermeiden, wurden das Pyrexglas und der Faltenfilter mit 3 x 6 ml bzw. 2 x 3 ml Chloroform gespült. Nach einer Wartezeit von 10 Minuten wurde der Faltenfilter verworfen.



Abb. 8: Folch-Extrakt - Überführung in den Scheidetrichter

Nach Zugabe von 18 ml 0,5 M wässriger Calciumchloridlösung wurde der Scheidetrichter mit einem Glasstopfen verschlossen und unter zwischenzeitlichem Belüften für die

Dauer von einer Minute kräftig geschüttelt. War die Phasentrennung nach einer Wartezeit von 5 Minuten nicht vollständig erfolgt, wurde mithilfe einer Pasteurpipette ca. 1 ml Methanol in die Lipidphase untergespritzt um die Trennung zu beschleunigen. Nach erfolgter Phasentrennung wurde die sich am Boden des Scheidetrichters befindliche Lipidphase über ein mit Natriumsulfat (2 Spatel) versetztes Faltenfilter (Rotilabo, 110mm) in einen 100 ml Messzylinder abgelassen.

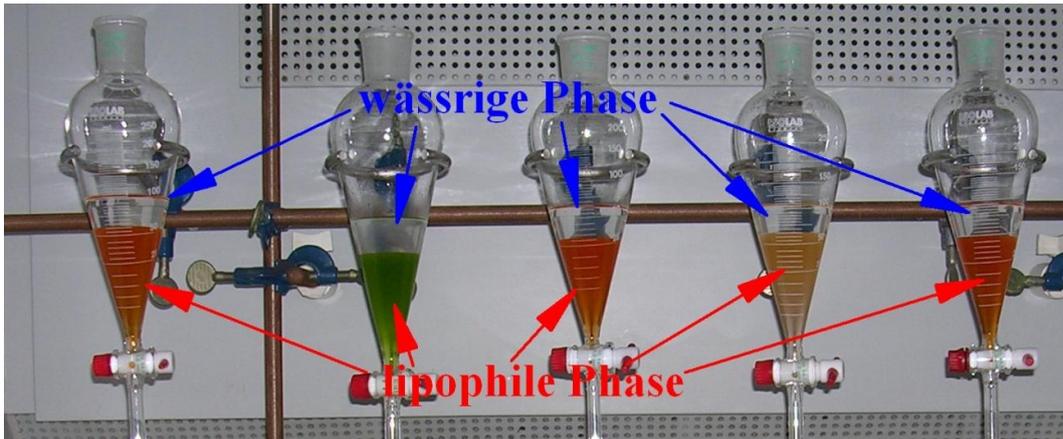


Abb. 9: Folch-Extrakt - 1. Phasentrennung

Um die im Scheidetrichter in der wässrigen Phase zurückgebliebenen Lipide ebenfalls noch zu extrahieren, wurde diese mit 10 ml Chloroform versetzt und der Scheidetrichter links rechts geschwenkt. Nach neuerlich erfolgter Phasentrennung wurde die sich wiederum unten befindliche Lipidphase über den Faltenfilter in die Mensur abgelassen und dieser mit 2 x 3 ml Chloroform gespült.



Abb. 10: Folch-Extrakt - 2. Phasentrennung

Nach einer kurzen Wartezeit wurde der Faltenfilter verworfen und die im Messzylinder aufgefangene Extraktmenge genau notiert.



Abb. 11: Folch-Extrakt - Messzylinder mit gewonnenem Extrakt

Ein Teil des Extraktes wurde in ein dunkles Fläschchen (15ml) gefüllt, zum Schutz vor Sauerstoff mit Stickstoff begast und für die gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters (siehe Punkt 3.4) bzw. die flüssigkeitschromatographische Bestimmung des Tocopherolgehaltes (siehe Punkt 3.5) bei  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  aufbewahrt.

Das verbliebene Extraktvolumen wurde wiederum notiert und für die folgende gravimetrische Bestimmung des Fettgehaltes in einen abgewogenen 250 ml Messkolben überführt. Die Messkolben waren zuvor im Trockenschrank bei  $103\text{ }^{\circ}\text{C}$  eine Stunde lang getrocknet und dann bis zur Analyse in einem Exsikkator aufbewahrt worden.



Abb. 12: Rundkolben mit Folch-Extrakt

Um das extrahierte Fett vom Chloroform abzutrennen, wurde der Rundkolben in einen Rotavapor eingespannt und das Lösungsmittel bei einer Wasserbadtemperatur von 48 °C und einem Unterdruck von 200 mbar abgedampft. Nach erfolgter Abdampfung des Chloroforms blieb im Rundkolben das extrahierte Fett zurück.



Abb. 13: Rotavapor mit Rundkolben und Fett

Um mögliche im Rundkolben verbliebene Lösungsmittelreste zu entfernen, wurde dieser vom Rotavapor heruntergenommen und mit Stickstoff begast. Anschließend wurde der durch das Wasserbad außen noch feuchte Rundkolben bei 103 °C für 10 min im Trockenschrank getrocknet und nach erfolgter Abkühlung im Exsikkator auf der Analysenwaage zur Bestimmung der extrahierten Fettmenge gewogen.

### 3.2.4 Reagenzien und Geräte

#### Reagenzien

- Chloroform: Merck, 1.02445.2500
- Methanol: Merck, 1.06009.2500
- Calciumchlorid: Riedel de Häen, 12018
- Natriumsulfat: Fluka, 71960
- BHT: Sigma, B-1378
- Stickstoff 5.0 Air Liquide

#### Geräte und Messbedingungen

- Küchenwaage Kern CB12K1N

- Mikrowelle, Backofen und E-Herd
- Mixer Büchi B-400
- Gefrierschrank über Nacht
- Gefriertrockner 5 Tage
- Vakuumiergerät
- Analysenwaage Mettler AT 201
- Rüttler Elmi Type S-3.02.10M 30 min
- Rotavapor Heidolph WB 2001 200 mbar, ca. 15 min
- Trockenschrank  $103 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ , 10 min
- Pyrexgläser 100ml Schott/Duran
- Scheidetrichter 250 ml
- Glastrichter
- Faltenfilter Rotilabo 30s, 150mm, Art. CA20.1
- Faltenfilter Rotilabo 30s, 110mm, Art. CA17.1
- Messzylinder 100 ml
- Rundkolben 250 ml

### 3.2.5 Auswertung

Die Angabe des Fettgehaltes der Produkte erfolgt in g Fett/100 g Fertiggericht und wurde wie folgt berechnet:

$$\text{Fett g/100g} = \frac{\text{FA} \times \text{Fges} \times \text{TM}\%}{\text{Fab} \times \text{EWgef}}$$

FA ..... Fettauswaage im Rundkolben in g

Fges ..... Volumen des gesamten Folchextraktes in ml

Fab ..... Volumen des für die Gesamtfettbestimmung  
verwendeten Folch-Extraktes in ml

TM % ..... Trockenmasse der gefriergetrockneten Probe in Prozent

EWgef ..... Einwaage der gefriergetrockneten Probe in g

Der Variationskoeffizient für die Bestimmung des Gesamtfettgehaltes lag bei 4,63.

## 3.3 Bestimmung der Trockenmasse

### 3.3.1 Prinzip

Die Bestimmung der Trockenmasse eines Lebensmittels kann auf verschiedene Arten geschehen, am häufigsten erfolgt sie durch Trocknung und anschließende gravimetrische Bestimmung, durch Messung der Refraktion oder der Dichte. Die Trockenmasse oder Trockensubstanz eines Lebensmittels setzt sich aus der Summe seiner nicht flüchtigen Verbindungen zusammen, wozu im Wesentlichen die Lipide, Kohlenhydrate, Proteine und Mineralstoffe zu zählen sind. Durch Berechnung der Differenz des Trockenmassegehaltes zu 100% erhält man den Wassergehalt. Hier ist allerdings zu beachten, dass bei der Bestimmung der Trockensubstanz durch Trocknung flüchtige Verbindungen wie Alkohole oder ätherische Öle einen höheren Wassergehalt vortäuschen können. Auch durch bei im Zuge der Erhitzung eines Lebensmittels durch chemische Umsetzungen gebildeten Wassers kann ein höherer Wassergehalt vorgetäuscht werden. (Matissek et al., 2010)

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgte die Bestimmung der Trockenmasse durch Gefriertrocknung der homogenisierten Proben, anschließende Endtrocknung im Trockenschrank und abschließende gravimetrische Messung.

### 3.3.2 Durchführung

Mit dem homogenisierten Probenmaterial (siehe Punkt 3.2.2 Probenaufbereitung) wurden jeweils zwei abgewogene Kunststoffschalen befüllt, wobei die Menge mithilfe einer Analysenwaage auf 0,001 g genau festgehalten wurde. Mit einem Deckel verschlossen wurden die Schalen über Nacht bei  $-80\text{ °C}$  vorgefroren und anschließend für eine Dauer von 5 Tagen gefriergetrocknet. Die gefriergetrockneten Proben wurden zunächst zusammen mit den Schalen abgewogen und dann mit Hilfe eines Nudelholzes pulverisiert. Eine kleine Menge jeder Probe wurde in vorgetrocknete, abgewogene Glasschälchen überführt und über Nacht im Trockenschrank bei  $103 \pm 2\text{ °C}$  endgetrocknet. Am nächsten Tag wurden die Glasschälchen aus dem Trockenschrank genommen und für 10 min zum Abkühlen in den Exsikkator gegeben. Danach wurden die Proben zur Bestimmung neuerlicher Trocknungsverluste abgewogen.

### 3.3.3 Geräte und Materialien

- Kunststoffschalen mit Deckel und Glasschälchen
- Tiefkühlschrank
- Gefriertrockner
- Trockenschrank
- Analysenwaage

### 3.3.4 Auswertung

Zunächst wurde die Trockenmasse nach erfolgter Gefriertrocknung bestimmt und die erhaltenen Werte in der Folge mit den aus der Endtrocknung erhaltenen Werten korrigiert. Die Errechnung erfolgte nach folgender Formel:

$$\text{TM \%} = \frac{m_3 - m_1}{m_2 - m_1} \times \frac{m_6 - m_4}{m_5 - m_4} \times 100$$

$m_1$  ..... Masse der Kunststoffschale in g

$m_2$  ..... Masse der Kunststoffschale und Probe vor der Trocknung in g

$m_3$  ..... Masse der Kunststoffschale und Probe nach der Trocknung in g

$m_4$  ..... Masse der Glasschale in g

$m_5$  ..... Masse der Glasschale und gefriergetrockneten Probe vor der Trocknung in g

$m_6$  ..... Masse der Glasschale und gefriergetrockneten Probe nach Trocknung in g

Der Variationskoeffizient für die Bestimmung der Trockenmasse lag bei 1,35.

## 3.4 Gaschromatographische Bestimmung des Fettsäuremusters

### 3.4.1 Prinzip

Mithilfe der Gaschromatographie lassen sich flüchtige Verbindungen trennen, indem sie in einem Trägergasstrom durch ein dünnes Rohr geleitet werden, dessen Oberfläche eine fixierte stationäre Phase aufweist. Da die einzelnen zu trennenden Verbindungen verschiedene chemische Eigenschaften aufweisen, kommt es bei deren Kontakt mit der stationären Phase auch zu unterschiedlichen Wechselwirkungen. Somit erreichen die Substanzen nach unterschiedlich langer Verweildauer das Ende der Säule, wo sie von einem Detektor erfasst werden. (Schomburg, 1977) Durch Vergleich der Retentionszeiten der mit dem Chromatogramm erhaltenen Peaks mit den Retentionszeiten von Referenzsubstanzen kann eine qualitative Analyse erfolgen. Die quantitative Analyse erfolgt über die Bestimmung der Peakflächen der einzelnen Verbindungen, die entweder mit der Gesamtpeakfläche oder der Peakfläche von Kalibriermessungen in Relation gesetzt werden können. (Gottwald, 1995)

Den Großteil der in einem Lebensmittel vorkommenden Lipide machen die Triglyceride aus. Sie sind Ester des dreiwertigen Alkohols Glycerin mit Fettsäuren. Über die gaschromatographische Analyse der aus den Triglyceriden gewonnen Fettsäuremethylester (FSME) kann die Fettsäurezusammensetzung von tierischen oder pflanzlichen Lipiden quantitativ und qualitativ erfasst werden. (Matissek, 2010)

Durch Umsetzung des aus dem Folchextrakt gewonnenen Fettes mit methanolischer NaOH und  $\text{BF}_3$  (Borontrifluorid) werden die Fettsäuren aus den Triglyceriden freigesetzt, zusammen mit den freien Fettsäuren zu Methylestern umgewandelt und diese gaschromatographisch bestimmt. (Eder 1995, Liu 1994)

### 3.4.2 Durchführung

5ml des Folch-Extraktes wurden in eine Spitzeprouvette mit Schliff pipettiert und das Lösungsmittel am Rotavapor abgedampft. 10  $\mu\text{l}$  des gewonnen reinen Öles wurden dann in ein Pyrexröhrchen überführt und mit 1 ml frisch hergestellter, 0,5 M methanolischer NaOH (+ 3mg BHT/L) versetzt. Um das Öl gut zu lösen, wurde das Pyrexröhrchen für 10 min ins Ultraschallbad gestellt und anschließend 5 min lang bei 100 °C gekocht. Nach Ablauf der Zeit wurde das Röhrchen zum Abkühlen auf Eis gelegt und in der Folge mit 1 ml Borontrifluorid-Lösung versetzt und erneut für 5 min bei 100 °C im Was-

serbad gekocht. Nach Abkühlung des Röhrchens im Eis wurden 4 mal 500 ml Hexan zugesetzt, wobei zwischen jeder Hexanzugabe das Röhrchen für 5 min bei 700 rpm gerüttelt wurde. Am Ende wurde die überstehende Hexanphase mit den darin befindlichen Fettsäuremethylestern abgenommen, in eine Eprovette überführt, das Hexan abgedampft und der Rückstand in 2000 µl Hexan aufgenommen. Aus dieser Aufbereitung wurden die Fettsäuremethylester gaschromatographisch bestimmt. Als Detektor wurde ein Flammenionisationsdetektor verwendet. Die injizierte Konzentration wurde so gewählt, dass bei den eingestellten Messbedingungen die Peak-Fläche des größten Peaks nicht über einer Area von 500 000 lag.

### 3.4.3 Reagenzien

- Natronlauge: Riedel de Häen, 31432
- Borontrifluorid-Methanol (BF<sub>3</sub> (14%)), Sigma B-1252
- BHT: Sigma, B-1378
- n-Hexan: p.a. Merck, 1.04367.2500
- Fettsäurestandards: FSME-Mischstandard, 37 Substanzen, Sigma 189-19  
 Einzelstandards-Methylester C6:0 – C24:0, Fluka  
 Eicosapentaensäuremethylester, Supelco, 47571-U  
 Docosapentaensäuremethylester, Supelco, 47563-U  
 Docosahexaensäuremethylester, Sigma, D2410  
 Vaccensäuremethylester, Supelco, Supelco, 46905U  
 Trans-12-Octadecensäuremethylester, Supelco 46907-U

### 3.4.4. Geräte und Messbedingungen

Gaschromatograph	Perkin Elmer Autosystem mit Flammenionisationsdetektor
Säule	Restek RTX 2330 30m, 0,25 mmID, 0,25µm Beschichtung aus 90% Biscyanopropyl und 10% Phenylcyanopropyl-Polysiloxane
Trägergas	Helium 5.0 Air Liquide, Flussrate 450 ml/min
Detektorgase	Synthetische Luft 5.0 Air Liquide, Flussrate 450 ml/min Wasserstoff 5.0 Air Liquide, Flussrate 45 ml/min
Injektionsvolumen	1 µl händisch mittels Injektionsnadel
Split	1:20

Temperaturprogramm	90 °C für 0 min, Heizrate 13 °C/min auf 155 °C für 0 min, Heizrate 5 °C/min auf 175 °C für 12 min, Heizrate 2,9 °C/min auf 225 °C für 0 min
Laufzeit	38,5 min



Abb. 14: Gaschromatograph – Perkin Elmer Autosystem

### 3.4.5 Detektierte und ausgewertete Fettsäuren

Tabelle 25 zeigt, zusammengefasst in den Gruppen „gesättigte Fettsäuren“, „einfach ungesättigte Fettsäuren“, „mehrfach ungesättigte Fettsäuren“ und „Trans-Fettsäuren“, die gaschromatographisch detektierten Fettsäuren. Da mittels der verwendeten Säule keine Peaktrennung der Transfettsäuren C18:1n9tr, C18:1n7tr und C18:1n6tr erreicht werden konnte, ist die in Tab. 24 angeführte Trans-Fettsäure C18:1n9tr als Summenauswertung der drei genannten Trans-Fettsäuren zu verstehen.

### 3.4.6 Auswertung

Die Auswertung wurde mithilfe des Programms Total-Chrom Version 3.6 von Perkin Elmer vorgenommen, wobei die qualitative Bestimmung durch Vergleich der Retentionszeiten der zu identifizierenden Peaks mit den Retentionszeiten der Standardsubstanzen erfolgte.

Zur quantitativen Auswertung wurde die durch das Programm errechnete Peakfläche eines Einzelpeaks mit der Summenpeakfläche aller integrierten Peaks in Verhältnis gesetzt, womit sich für jede identifizierte Fettsäure ein prozentueller Anteilswert ergab.

Zur Bestimmung des Variationskoeffizienten wurde das Fettsäureprofil eines der analysierten Produkte in einer 10er-Bestimmung ermittelt. Hierbei lag der Variationskoeffizient für Fettsäuren deren Anteil  $\geq 1\%$  war bei  $\leq 2,3$  und für Fettsäuren, deren Anteil sich im Bereich von  $0,1 - 1\%$  bewegte, bei  $\leq 6,6$ .

detektierte und ausgewertete Fettsäuren			
gesättigte Fettsäuren		einfach ungesättigte Fettsäuren	
C6:0	Capronsäure	C14:1	Myristoleinsäure
C8:0	Caprylsäure	C15:1	Pentadecensäure
C10:0	Caprinsäure	C16:1n7	Palmitoleinsäure
C11:0	Undecansäure	C17:1	Heptadecensäure
C12:0	Laurinsäure	C18:1n9c	Ölsäure
C13:0	Tridecansäure	C18:1n7	Vaccensäure
C14:0	Myristinsäure	C20:1n9	Gadoleinsäure
C15:0	Pentadecansäure	C22:1n9	Erucasäure
C16:0	Palmitinsäure	C24:1n9	Nervonsäure
C17:0	Margarinsäure		
C18:0	Stearinsäure	mehrfach ungesättigte Fettsäuren	
C20:0	Arachinsäure	C18:2n6c	Linolsäure
C21:0	Heneicosansäure	C18:3n6	$\gamma$ -Linolensäure
C22:0	Behensäure	C18:3n3	$\alpha$ -Linolensäure
C23:0	Tricosansäure	C20:2n6	11, 14 - Eicosadiensäure
C24:0	Lignocerinsäure	C20:3n6	Homo- $\gamma$ -Linolensäure
		C20:4n6	Arachidonsäure
	trans-Fettsäuren	C20:5n3	Eicosapentaensäure (EPA)
C18:1n9tr	Elaidinsäure	C22:2n6	13,16-Docosadiensäure
C18:2n6tr	trans-Linolsäure	C22:5n3	Docosapentaensäure (DPA)
		C22:6n3	Docosahexaensäure (DHA)

Tab. 25: detektierte und ausgewertete Fettsäuren

## 3.5 Bestimmung von Vitamin E mittels HPLC

### 3.5.1 Prinzip

Die Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) ist eine hochauflösende Trennmethode, die im Gegensatz zur Gaschromatographie für ein wesentlich breiteres Spektrum an Verbindungsklassen eingesetzt werden kann. Während die Gaschromatographie nur für flüchtige Substanzen einsetzbar ist, können mit der HPLC schwerflüchtige und thermisch labile Stoffe aufgetrennt werden, einzige Voraussetzung ist deren Löslichkeit in einem Lösungsmittel. Die mobile Phase ist entsprechend dem Namen der Trennmethode flüssig, als stationäre Phasen der Trennsäulen finden sowohl Feststoffe als auch Flüssigkeiten Verwendung. Je nach Polarität der mobilen Phase unterscheidet man zwischen einer Normal-Phasen-HPLC (apolare mobile Phase) und einer Reversed-Phase-HPLC (polare mobile Phase) Über die durch einen Detektor - am häufigsten werden UV- und Fluoreszenzdetektoren eingesetzt - ermittelte Retentionszeit eines Substanzpeaks und Vergleich mit der Retention eines Standardsubstanzpeaks kann eine qualitative Bestimmung der zu analysierenden Verbindung vorgenommen werden. Durch Erstellung einer Eichkurve mithilfe der ermittelten Peakflächen einer Standardsubstanzreihe kann über die Peakfläche der zu analysierenden Substanz auch eine quantitative Auswertung erfolgen. (Matissek et al., 2010)

Die Analyse der 8 Vitamere von Vitamin E und des Tocopherolacetates erfolgte mittels Normalphasen-HPLC. Die dafür angewandte Methode stammt von Kamla-Eldin et al., wobei diese in Bezug auf die Laufmittelzusammensetzung geringfügig abgeändert wurde. (Kamal-Eldin et al. 2000)

### 3.5.2 Durchführung

Für jedes der 8 Vitamere des Vitamin E und für  $\alpha$ -Tocopherolacetat wurde zunächst eine Eichgerade erstellt, um eine quantitative Auswertung der Probenanalysen vornehmen zu können. Stocklösungen von  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocopherol,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocotrienol und von  $\alpha$ -Tocopherolacetat wurden zunächst photometrisch vermessen, um deren exakte Konzentration zu ermitteln. Dazu wurden die Verbindungen in Ethanol aufgenommen und die Tocopherole und Tocotrienole bei einer Wellenlänge von 295 nm bzw.  $\alpha$ -Tocopherolacetat bei einer Wellenlänge von 245 nm vermessen. Die Berechnung der Konzentration erfolgte nach folgender Formel:

$$c(\text{mg/l}) = \frac{E \times 10}{E_1 \% 1 \text{ cm}}$$

c(mg/l)	Konzentration der Stocklösung
E	photometrisch ermittelte Extinktion
E <sub>1 % 1 cm</sub>	Extinktionskoeffizient

Die nachstehende Tabelle zeigt die Extinktionskoeffizienten der einzelnen Verbindungen.

<b>Verbindung</b>	<b>E<sub>1 % 1 cm</sub></b>	<b>Verbindung</b>	<b>E<sub>1 % 1 cm</sub></b>
α-Tocopherol	71,0	α-Tocotrienol	91,0
β-Tocopherol	86,0	β-Tocotrienol	87,3
γ-Tocopherol	92,8	γ-Tocotrienol	90,5
δ-Tocopherol	91,2	δ-Tocotrienol	98,1
α-Tocopherolacetat	48,0		

Tab 26: Extinktionskoeffizienten von Vitamin E

Mithilfe der errechneten Konzentrationen wurde für jede der Verbindungen eine Verdünnungsreihe mit jeweils 6 Levels hergestellt. Dabei wurden die Konzentrationen für die Tocotrienole auf Grund der im Gegensatz zu den Tocopherolen geringeren zu erwartenden Menge in den Proben etwas niedriger gewählt. Die folgende Tabelle zeigt die Konzentrationen der einzelnen Levels.

<b>Levels</b>	<b>1. mg/l</b>	<b>2. mg/l</b>	<b>3. mg/l</b>	<b>4. mg/l</b>	<b>5. mg/l</b>	<b>6. mg/l</b>
<b>α-Tocopherolacetat</b>	6,53	5,44	4,35	3,26	2,18	1,09
<b>α-Tocopherol</b>	9,20	7,66	6,13	4,60	3,07	1,53
<b>β-Tocopherol</b>	5,20	4,33	3,46	2,60	1,72	0,87
<b>γ-Tocopherol</b>	8,11	6,76	5,41	4,06	2,71	1,35
<b>δ-Tocopherol</b>	4,74	3,95	3,16	2,37	1,58	0,79
<b>α-Tocotrienol</b>	1,98	1,65	1,32	0,99	0,66	0,33
<b>β-Tocotrienol</b>	2,29	1,91	1,53	1,15	0,76	0,38
<b>γ-Tocotrienol</b>	2,68	2,24	1,79	1,34	0,89	0,45
<b>δ-Tocotrienol</b>	2,42	2,02	1,62	1,21	0,81	0,40

Tab. 27: Konzentrationen der Eichgeradenlevels von Vitamin E

Die einzelnen Levels wurden in Doppelbestimmung analysiert und die erhaltenen Werte zur Erstellung der Eichgeraden gemittelt.

Zur Messung der Vitamin E-Gehalte wurde der von den Proben hergestellte Folchextrakt (siehe Punkt 3.2.3) verwendet. Dazu wurden 500 µl des Folchextraktes in eine Epprouvette überführt und das Lösungsmittel im Wasserbad (40 °C) durch Stickstoffbegasung abgedampft. Der Rückstand wurde in 200 µl Hexan aufgenommen. Davon wurden

180 µl in ein Vial gegeben und in der HPLC analysiert. Die Aufkonzentrierung der Proben erfolgte, um Peakflächenwerte zu erhalten, die möglichst innerhalb des für die Erstellung der Eichgeraden ermittelten Wertebereichs, begrenzt durch Level 1 und Level 6, liegen.

Die Analyse der Proben in der HPLC erfolgte mittels Autosampler, wobei zwischen 2 Probenvials stets ein mit reinem Hexan befülltes Vial gemessen wurde, um Verunreinigungen durch die Probenmatrix der Lebensmittel vorzubeugen. Außerdem wurde am Beginn jedes Messdurchgangs ein Mischstandard aller 9 zu analysierenden Verbindungen injiziert, um über die Retentionszeiten eine qualitative Auswertung der Probensamples vornehmen zu können. Nach Ende jeder Analysenserie wurde die HPLC über Nacht mit 2-Propanol gespült.

### 3.5.3 Reagenzien

#### ➤ Laufmittel

900 Teile n-Hexan	Merck, Nr. 1.04391.2500
100 Teile Tert. Butylmethylether	Sigma, Nr. 34875
10 Teil Tetrahydrofuran	Sigma, 34865
1 Teil Methanol	Merck, Nr. 1.06007.2500

- 2-Propanol p.a. Merck, 1.09634.2511
- n-Hexan Merck, Nr. 1.04391.2500
- Stocklösungen für Vitamin E und  $\alpha$ -Tocopherolacetat
- Stickstoff 5.0 Air Liquide

### 3.5.4 Geräte und Messbedingungen

#### ➤ HPLC-System

Pumpe	Merck Hitachi, Kolbenpumpe L-7110
Detektor	Merck Hitachi, UV-VIS Detektor 4250
Laufzeit	25 min
Wellenlänge	0-5 min: 245 nm ( $\alpha$ -Tocopherolacetat) 5-25 min 295 nm (Vitamin E)
Interface	SS420X, analog
Autosampler	Merck Hitachi, L-7200
Flussrate	1,0 ml/min

Injektionsvolumen	100 µl
Autosamplerkühlung	10 °C
Säulentemperatur	15 °C
Säule	LiChrospher NH <sub>2</sub> 100, 250 x 4 mm
Vorsäule	LiChrospher NH <sub>2</sub> 100

- Wasserbad
- Photometer                    Hitachi U-1100

### 3.5.5 Auswertung

Die Auswertung der Chromatogramme erfolgte mit dem Programm EZ-Chrom-Elite. Über die Retentionszeiten der einzelnen Peaks erfolgte eine qualitative Bestimmung, über die durch Integration erhaltenen Peakflächenwerte wurde mithilfe der Eichgeraden die quantitative Bestimmung vorgenommen. Da mit dem verwendeten HPLC-System keine optimale Trennung von  $\beta$ -Tocotrienol und  $\gamma$ -Tocopherol erreicht werden konnte, wurde nur  $\gamma$ -Tocopherol ausgewertet. Bei  $\alpha$ -Tocopherolacetat konnte nur eine qualitative Bestimmung durchgeführt werden, da eine Flächenintegration des Acetat-Peaks aufgrund dessen teilweiser Verschmelzung mit den Lösungsmittelpeaks nicht möglich war.

Verbindung	Eichgerade	Korrelation ( $R^2$ )
$\alpha$ -Tocopherolacetat	$y = 0,00013979x - 0,1385$	0,9996
$\alpha$ -Tocopherol	$y = 0,00006860x + 0,02173$	0,9992
$\alpha$ -Tocotrienol	$y = 0,000074545x - 0,01437$	0,9995
$\beta$ -Tocopherol	$y = 0,000051731x + 0,01898$	0,9998
$\beta$ -Tocotrienol	$y = 0,000054645x - 0,02341$	0,9997
$\gamma$ -Tocopherol	$y = 0,000048178x + 0,03509$	0,9995
$\gamma$ -Tocotrienol	$y = 0,00011813x - 0,01876$	0,9998
$\delta$ -Tocopherol	$y = 0,000049174x + 0,03157$	0,9997
$\delta$ -Tocotrienol	$y = 0,000055042x + 0,00296$	0,9997

Tab. 28: Eichgeraden von Vitamin E

Zur Bestimmung des Variationskoeffizienten wurde eines der Produkte in einer 10er-Bestimmung analysiert. Der Variationskoeffizient für  $\alpha$ -Tocopherol,  $\beta$ -Tocopherol,  $\gamma$ -Tocopherol und  $\gamma$ -Tocotrienol betrug dabei 4,99; 7,57; 3,40 und 5,42. Die übrigen Vitamere waren nicht oder nur in Spuren vorhanden und wurden somit nicht ausgewertet.

## 4. Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Vorspann

Ziel der laborchemischen Untersuchung war die Ermittlung des Gesamtfettgehaltes, des Vitamin E-Gehaltes, des Fettsäuremusters sowie des Trockenmasseanteils der untersuchten Fertiggerichte. Die in den Analysen ermittelten Daten wurden zur Berechnung der auf den folgenden Seiten dargestellten Parameter wie Gesamtfettgehalt pro Portion, Gehalt an gesättigten Fettsäuren pro Portion u.a. in das Programm Excel und übertragen. Von den 45 untersuchten Fertiggerichten wurden 11 zufällig ausgewählte in Doppelbestimmung analysiert, wobei die erhaltenen Werte für weitere Berechnungen gemittelt wurden.

Zusätzlich zu den laborchemisch ermittelten Ergebnissen werden auch die in den Nährwerttabellen der Verpackungen angegeben Werte zu den Parametern Energiegehalt, Fettgehalt, Kohlenhydratgehalt, Proteingehalt, Kochsalzgehalt und Ballaststoffgehalt auf den folgenden Seiten dargestellt und wie etwa beim Fettgehalt oder auch bei den Gewichtsangaben zum Verpackungsinhalt vergleiche mit den Laborergebnissen angestellt. Zur Bewertung der ernährungsphysiologischen Qualität der Gerichte wurden die ermittelten Werte mit den DACH-Referenzwerten zur Nährstoffzufuhr für Erwachsene verglichen. Da die Empfehlungen aber immer auf die Tageszufuhr bezogen sind, wurden sie unter Anwendung des Drittelsansatzes der DGE auf eine Mahlzeit umgerechnet.

Weil eine Einzeldarstellung der Ergebnisse für jedes der Gerichte nicht sinnvoll erschien, wurden Kategorien gebildet, in denen aufgrund ihrer Rezeptur ähnliche Produkte zusammengefasst wurden. Dabei wurden folgenden 5 Kategorien gebildet:

#### Kategorien

- Kategorie 1: Rind und/oder Schwein mit Gemüse (8 Gerichte)
- Kategorie 2: Huhn oder Pute mit Gemüse (10 Gerichte)
- Kategorie 3: Fisch mit Nudeln oder Reis (10 Gerichte)
- Kategorie 4: Pizza mit Thunfisch (13 Gerichte)
- Kategorie 5: Reisgericht mit Meeresfrüchten (4 Gerichte)

45 Gerichte

Die genaue Zuordnung der analysierten Gerichte zu den einzelnen Kategorien zeigt die folgende Tabelle.

<b>Probe</b>	<b>Produkt</b>	<b>Kategorie</b>
Nr. 1	Cevapcici mit Letschogemüse und Reis	1
Nr. 2	Rindfleischbällchen mit Letscho und Reis	1
Nr. 3	Cevapcici mit Letscho und Reis	1
Nr. 4	Champignonschnitzel mit Gemüsereis und Champignonsauce	1
Nr. 5	Naturschnitzel in Kräutersauce mit Erbsenreis	1
Nr. 6	Faschierte Laibchen mit Erdäpfelpüree und Gemüse	1
Nr. 7	Rind mit buntem Gemüse und Erdäpfelrösti	1
Nr. 8	Tafelspitz mit Cremespinat und Erdäpfelschmarrn	1
Nr. 9	Huhn süß-sauer mit Gemüse, Ananas und Reis	2
Nr. 10	Hühnerbruststreifen mit Gemüsereis	2
Nr. 11	Hühner Frikasse mit feinem Gemüse und Reis	2
Nr. 12	Hühnerfleisch süß-sauer mit Basmatireis und Gemüse	2
Nr. 13	Hühnerragout mit Spargel und Kräuterreis	2
Nr. 14	Hühnergeschnetzeltes, Spätzle und Gemüse	2
Nr. 15	Huhn Mediterran - Hühnerfleisch mit Nudeln und Gemüse an Soße	2
Nr. 16	Putenlaibchen mit Ebly-Zartweizen und Gemüse	2
Nr. 17	Putenkeulenbraten mit Gemüse-Zartweizen	2
Nr. 18	Bami Goreng Huhn-Gemüse-Wok mit Asia Nudeln	2
Nr. 19	Fisch Asia Gemüse in Grüner Curry Sauce mit Wildreis	3
Nr. 20	Pangasiusfilet auf Ratatouillegemüse und Kräuterreis	3
Nr. 21	Wildlachsfilet mit Schnittlauchsauce und Reis	3
Nr. 22	Seelachs auf Reis in Dillrahmsauce	3
Nr. 23	Gebratenes Seehechtfilet in Tomaten-Basilikum Sauce mit Quinoa-Gemüse	3
Nr. 24	Lachs Verdure - Lachs mit Nudeln und Gemüse an Soße	3
Nr. 25	Lachs mit Farfalle und Blattspinat in Käsesauce	3
Nr. 26	Frische Mezzelune al Salmone	3
Nr. 27	Grüne Bandnudeln mit Lachs	3
Nr. 28	Tagliatelle Wildlachs, mit frischer Pasta, gelben Karotten und Creme Fraiche	3
Nr. 29	Big Pizza Thunfisch	4
Nr. 30	Pizza Tonno	4
Nr. 31	Original Piccolinis Thunfisch	4
Nr. 32	Pietro Pizzi Tonno	4
Nr. 33	Steinofenpizza Thunfisch	4
Nr. 34	Pizza Ristorante Tonno	4
Nr. 35	Steinofenpizza Thunfisch	4
Nr. 36	Steinofenpizza Thunfisch	4
Nr. 37	Steinofenpizza Thunfisch und Käse	4
Nr. 38	Steinofenpizza Tonno	4
Nr. 39	Steinofenpizza Tonno	4
Nr. 40	Meeresfrüchtepizza	4
Nr. 41	Pizza Mare	4
Nr. 42	Paella mit Meeresfrüchten und Hühnerfleisch	5
Nr. 43	Shrimps in Curry-Kokosmilchsauce mit Ananasstücken auf Basmatireis	5
Nr. 44	Spanische Paella mit Huhn, Fisch und Meeresfrüchten	5
Nr. 45	Paella - Spanisches Reisgericht mit zartem Hühnerfleisch und Meeresfrüchten	5

Tab. 29: Kategorienzuordnung der analysierten Fertiggerichte

## 4.2 Graphische Darstellung der Ergebnisse

Zur Graphischen Darstellung und der Berechnung statistischer Kenngrößen wurden die mittels Excel ermittelten Parameterwerte in das Programm SPSS Version 17.0 übertragen. Die graphische Darstellung erfolgte mithilfe von Boxplots. Die in die Boxplots eingefügten horizontalen Linien stellen die DACH-Referenzwerte für Frauen und Männer dar.

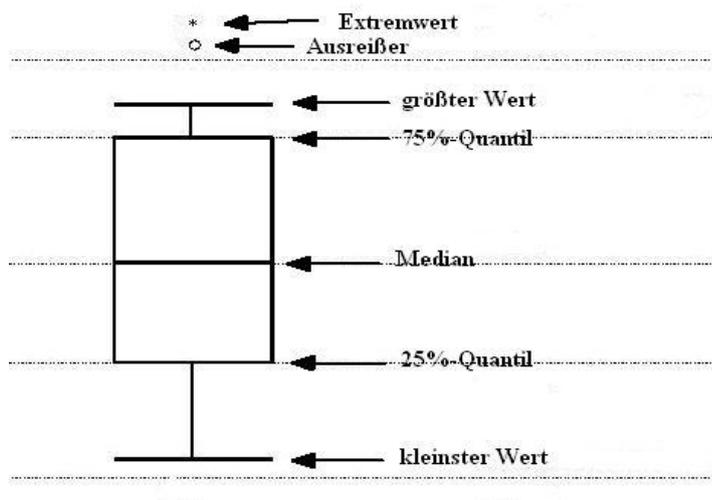


Abb. 15: Erklärungen zur Boxplot-Darstellung

## 4.3 Dargestellte Parameter

Folgende Parameter werden auf den nächsten Seiten, aufgeschlüsselt nach den oben genannten Kategorien, graphisch dargestellt:

- im Labor ermittelte Parameter
  - Portionsgröße nach Abwaage in g
  - Gesamtfett in g pro Portion und pro 100g
  - gesättigte Fettsäuren (SFAs) in g pro Portion und pro 100g
  - einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFAs) in g pro Portion und pro 100g
  - mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFAs) in g pro Portion und pro 100g
  - Linolsäure in g pro Portion und pro 100g
  - $\alpha$ -Linolensäure in g pro Portion und pro 100g
  - EPA und DHA in g pro Portion und pro 100g

- Trans-Fettsäuren in g pro Portion und pro 100g
  - Tocopheroläquivalente in g pro Portion und pro 100g
  - Tocopheroläquivalente und notwendige Schutzäquivalente
  - Trockenmasse in Prozent
- mithilfe der Nährwerttabellen der Verpackungen ermittelte Parameter
- Energiegehalt in kcal pro Portion und pro 100g
  - Energieprozent Fett an der Gesamtenergie
  - Energieprozent SFAs an der Gesamtenergie
  - Energieprozent MUFAs an der Gesamtenergie
  - Energieprozent Linolsäure an der Gesamtenergie
  - Energieprozent  $\alpha$ -Linolensäure an der Gesamtenergie
  - Energieprozent trans-Fettsäuren an der Gesamtenergie
  - Energieprozent Kohlenhydrate an der Gesamtenergie
  - Energieprozent Protein an der Gesamtenergie
  - Kochsalzgehalt in g pro Portion
  - Ballaststoffgehalt in g pro Portion

Neben graphischen Darstellungen werden für alle Parameter die statistischen Kenngrößen Mittelwert, Median, Standardabweichung, kleinster und größter Wert sowie die Anzahl der verarbeitenden Fälle tabellarisch in Anschluss an die Boxplots angegeben.

Da bei Probe Nr. 26 keine Nährwerttabelle auf der Produktpackung abgedruckt war, fehlen hier die Parameter Kohlenhydrate, Protein, Kochsalz und Ballaststoffe sowie jene, die sich auf den Energiegehalt beziehen, in der Darstellung der Ergebnisse. Bei allen übrigen Produkten waren Angaben zum Kohlenhydrat- und Proteingehalt in den Nährwerttabellen der Verpackungen vorhanden. Die Gehalte an Kochsalz und Ballaststoffen wurden hingegen nur bei etwa der Hälfte der Gerichte in den Nährwertangaben ausgewiesen.

Alle Parameterwerte, die für die nach Kategorien aufgeschlüsselte Darstellung der Ergebnisse in Form von Box-Plots herangezogen wurden, können im Anhang für jedes der 45 untersuchten Produkte einzeln nachgesehen werden.

#### 4.4 DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr

Die DACH-Referenzwerte beziehen sich jeweils auf die Tageszufuhr für einen bestimmten Nährstoff, weshalb sie unter Anwendung des Drittelansatzes der DGE auf eine Mahlzeit bezogen wurden. Dieser besagt, dass eine Mahlzeit etwa ein Drittel der täglichen Nährstoffzufuhr enthalten soll, vorausgesetzt, man nimmt 3 Hauptmahlzeiten pro Tag zu sich. (DGE Qualitätsstandards für die Betriebsverpflegung, 2008)

<b>DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr</b>				
	Erwachsene 25-51 Jahre			
	PAL 1,4		PAL 1,8	
	männlich	weiblich	männlich	weiblich
Energie (kcal/Tag)	2400	1900	3100	2400
Energie (kcal/Portion)	800	635	1035	800
Fett (g/Portion) ≤ 30 E%	26	21	33	26
gesättigte FS (g/Portion) ≤ 10 E%	8,7	7,0	11	8,7
einfach ungesättigte FS (g/Portion) ca. 13 E%	11,3	9,1	14,3	11,3
mehrfach ungesättigte FS (g/Portion) ca. 7 E%	6,1	4,9	7,7	6,1
Linolsäure (g/Portion) 2,5 E%	2,2	1,8	2,8	2,2
alpha-Linolensäure (g/Portion) 0,5 E%	0,44	0,35	0,55	0,44
Linolsäure : alpha-Linolensäure	5:1	5:1	5:1	5:1
trans-FS (g/Portion) ≤ 1 E%	0,9	0,7	1,1	0,9
Kohlenhydrate	≥ 50 Energieprozent			
Protein	8-10 Energieprozent			
	Erwachsene 25-51 Jahre			
	männlich		weiblich	
Vitamin E (mg/Portion)	4,7		4,0	
Natriumchlorid (g/Portion)	0,47		0,47	
Ballaststoffe (g/Portion)	≥ 10		≥ 10	

Tab. 30: DACH-Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, adaptiert nach dem Drittelansatz der DGE (DACH-Referenzwerte, 2008)

Da der tägliche Energiebedarf und damit auch die empfohlene Zufuhr an Fett, Kohlenhydraten und Protein eines Menschen stark von seiner körperlichen Aktivität beeinflusst werden, wurden bei den DACH-Referenzwerten für Erwachsene jene für einen Physical Activity Level (PAL) von 1,4 bzw. 1,8 ausgewählt.

- PAL 1,4: nur sitzende Tätigkeit, kaum oder wenig Freizeitaktivität  
z.B.: Büroangestellte, Feinmechaniker
- PAL 1,8: vorwiegend gehende und stehende Arbeit  
z.B.: Hausfrauen, Verkäufer, Kellner, Handwerker

(DACH-Referenzwerte, 2008)

## 4.5 Portionsgröße

Bei den untersuchten Produkten fand sich auf keiner der Verpackungen eine Angabe dazu, für wie viele Personen das jeweilige Gericht gedacht ist. Aufgrund der Verpackungsgröße und der Aufmachung kann aber davon ausgegangen werden, dass es sich um Portionen für eine Person handelt. Daher wurden die Gewichtsangaben auf den Verpackungen mit einer Portionsgröße gleichgesetzt. Bei einer Tiefkühlpizza etwa ist es naheliegend, sie als Mahlzeit für eine einzelne Person anzusehen. Lediglich bei Probe 45, einer Paella, wurde der Verpackungsinhalt von 750 g als 2 Portionen angesehen.

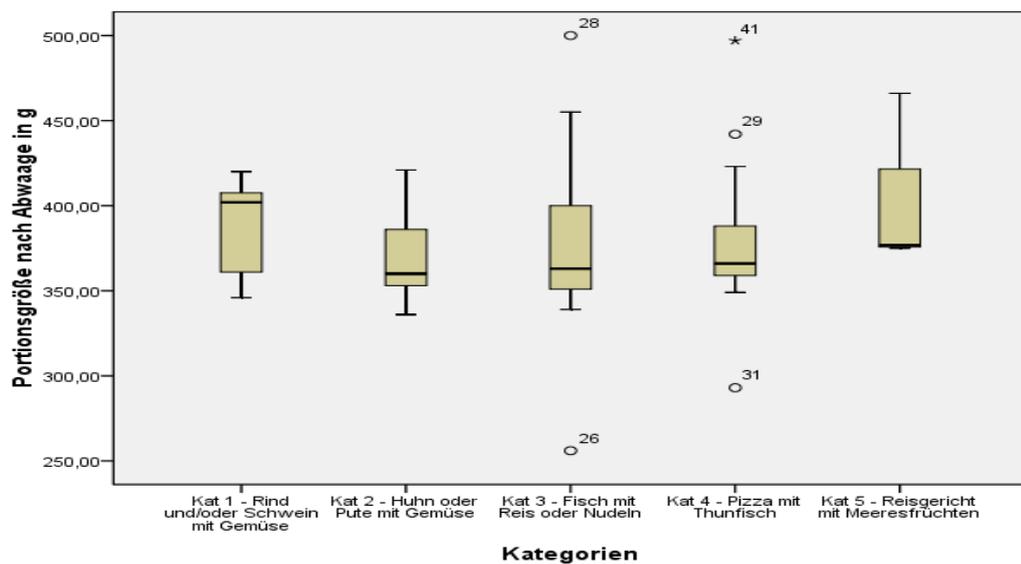


Abb. 16: Boxplot zur Portionsgröße nach Abwaage in g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Portionsgröße nach Abwaage in g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	388,4	368,7	375,7	380,4	398,6
Median	402,0	360	363,0	366,0	376,8
Minimum	346,0	336,0	256,0	293,0	375,0
Maximum	420	421	500,0	497,0	466,0
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 31: Portionsgröße nach Abwaage in g

Wie aus der Boxplot-Darstellung und der nachstehende Statistiktafel ersichtlich ist, liegt die durch Abwaage ermittelte Portionsgröße der meisten Gerichte im Bereich von 350 bis 400 g. Ausreißer davon gibt es in den Kategorien 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 4 (Pizza mit Thunfisch). So liegt die Portionsgröße bei Probe 26 (Frische Mezzelune al Salmone) bei nur 256 g. Hier ist allerdings zu berücksichtigen, dass dieses

Produkt im Kochtopf zubereitet wurde und sich das Verzehrgewicht durch Wasseraufnahme beim Kochen von 256 g vor auf 414 g nach der Zubereitung erhöhte. Bei Probe 28 (Tagliatelle Wildlachs) liegt die Portionsgröße mit 500 g knapp über der Portionsgröße von 497 g bei Probe 41 (Pizza Mare). Probe 31 (Original Piccolinis Thunfisch) mit einer Portionsgröße von 293 g stellt wie Probe 26 (Tagliatelle Wildlachs) einen Ausreißer nach unten dar. Die Portionsgrößen alleine lassen natürlich keine Aussagen über den Energiegehalt der einzelnen Portionen zu. So kann ein Gericht mit hohem Portionsgewicht durchaus energieärmer sein als ein Gericht mit vergleichsweise geringem Gewicht, etwa aufgrund eines hohen Gemüseanteils und der damit verbundenen geringeren Energiedichte.

Der Vergleich der durch Abwaage ermittelten Portionsgröße mit den Verpackungsangaben zur Portionsgröße fiel erfreulich aus. So lag nur bei den Proben 7 (Rind mit buntem Gemüse und Erdäpfelrösti), 15 (Huhn Mediterran) und 23 (gebratenes Seehechtfilet in Tomaten-Basilikum Sauce mit Quinoa-Gemüse) die gewogene Menge unter den Gewichtsangaben auf den Verpackungen, und zwar um 4 g bei Probe 7, um 2 g bei Probe 15 bzw. 9 g bei Probe 23. Auffallend bei Probe 7 war auch der hohe Wasserverlust in der Höhe von 84 g durch die Zubereitung in der Mikrowelle, was einer Reduktion der Portionsgröße um ca. 25 % entsprach. Bei allen anderen Gerichten betrug der Gewichtsverlust durch die Zubereitung maximal 39 g und lag im Durchschnitt bei 13 g.

Um zu sehen, wie gut die Gewichtsangaben auf den Verpackungen den tatsächlichen Produktgewichten entsprechen, wurde die Korrelation zwischen diesen beiden Parametern berechnet. Da beide Variablen normalverteilt sind, dies wurde mithilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft, wurde die Korrelation nach Pearson berechnet. Diese lag bei 0,963, was einer signifikanten Korrelation auf dem Niveau von 0,01 entspricht. Den Gewichtsangaben auf den Verpackungen kann somit vertraut werden.

#### 4.6 Trockenmasse

Die Trockenmasse eines Lebensmittels ist die Gesamtheit aller seiner nicht flüchtigen Bestandteile, wozu im Wesentlichen die Kohlenhydrate, Lipide, Proteine und Mineralstoffe zu zählen sind. (Matissek et al., 2010)

Wie aus Abb. 16 und Tab. 18 ersichtlich, lag die Trockenmasse beim Großteil der Produkte aus den Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) im

Bereich von 25 bis 30 % mit Ausreißern in den Kategorien 1 und 3. So lag die Trockenmasse von Probe 7 (Rind mit buntem Gemüse und Erdäpfelrösti) bei 37,9 % und damit deutlich über dem durchschnittlichen Trockenmassegehalt von 28,1 % in dieser Kategorie. Dies lag vermutlich an dem hohen Wasserverlust durch die Zubereitung dieses Gerichtes in der Mikrowelle (siehe auch Punkt 4.5). Auch in Kategorie 3 lag Probe 26 (Frische Mezzelune al Salmone) mit einem Trockenmassegehalt von 38,8 % deutlich über dem Kategorienmittel von 28,5 %. Einen deutlich höheren Trockenmassegehalt als die übrigen Gerichte wiesen die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) auf. Im Mittel lag hier die Trockenmasse bei einem Wert von 49,9 %, bedingt durch den trockenen Teig, der den Hauptbestandteil einer Pizza ausmacht.

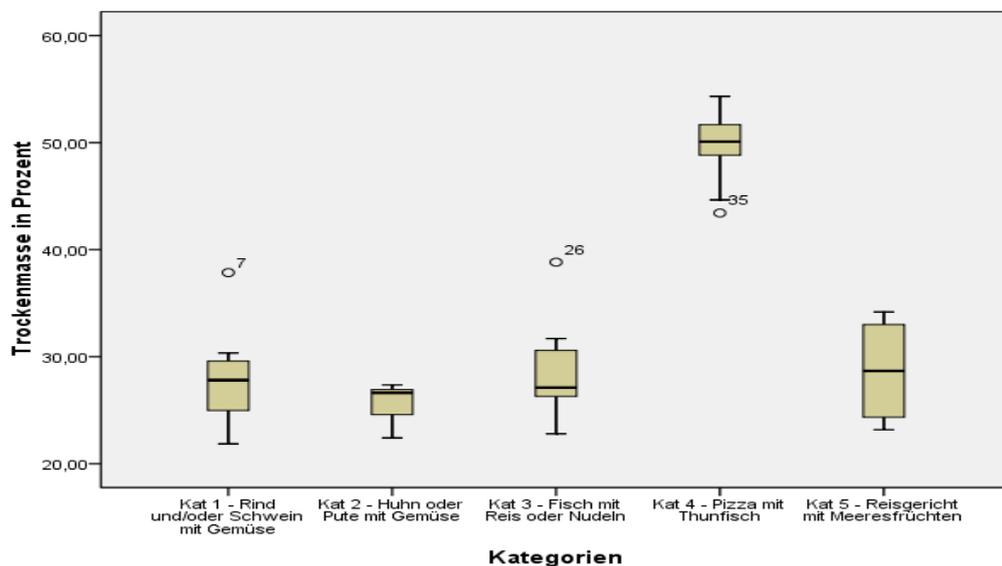


Abb. 17: Boxplot zur Trockenmasse in Prozent, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Trockenmasse in Prozent					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	28,1	25,7	28,5	49,9	28,7
Median	27,8	26,6	27,1	50,1	28,7
Minimum	21,9	22,4	22,8	43,4	23,2
Maximum	37,9	27,4	38,8	54,3	34,2
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 32: Trockenmasse in Prozent

## 4.7 Energiegehalt

Der Energiegehalt eines Lebensmittels ergibt sich aus dem Gehalt bzw. Brennwert seiner Energieträger. Zu diesen sind die Kohlenhydrate, die Fette, die Proteine sowie Alkohol zu zählen. Vom in den Nährwerttabellen von Lebensmitteln angegebenen physikalischen Brennwert, der zumeist in einem Bombenkalorimeter bestimmt wird, ist der physiologische Brennwert zu unterscheiden. Dieser ist bei den drei Hauptnährstoffen aufgrund ihrer nicht hundertprozentigen Absorption und im Falle von Protein nicht vollständigen Oxidation im menschlichen Körper etwas niedriger als der physikalische Brennwert. (Elmadfa und Leitzmann, 2004)

Der Energiebedarf eines Menschen ergibt sich aus dem Grundsatz, dem Arbeitsumsatz sowie der Thermogenese nach Nahrungszufuhr. Wachstum, Schwangerschaft oder Stillzeit sind Faktoren, die den Energiebedarf zusätzlich erhöhen. Neben dem Grundumsatz, dessen Höhe eng mit dem Körperfettgehalt korreliert und deshalb bei Männern aufgrund ihrer größeren körperfettfreien Masse gegenüber Frauen um etwa 10 % höher ist, wird der tägliche Energiebedarf wesentlich von der körperlichen Aktivität eines Menschen bestimmt. International durchgesetzt hat sich die Angabe des täglichen Energiebedarfs in Mehrfachen des Grundumsatzes. Dieser Quotient wird als körperliche Aktivität (= Physical Activity Level = PAL) bezeichnet. (DACH, 2008)

Im nachfolgenden Boxplot wird der Energiegehalt der Gerichte nach Kategorien aufgetrennt dargestellt und mit den gemäß dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Referenzwerten für die Energiezufuhr von erwachsenen Männern und Frauen im Alter von 25-51 Jahren mit einem PAL von 1,4 bzw. 1,8 verglichen.

Dabei zeigt sich, dass die Energiegehalte beinahe aller Produkte der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) unter den DACH-Referenzwerten liegen, sowohl für einen PAL von 1,8 als auch für einen PAL von 1,4. Demgegenüber liegen die Energiegehalte der Produkte der Kategorie 4 (Pizza mit Thunfisch) allesamt über dem für Frauen vorgesehenen DACH-Referenzwert für die Energiezufuhr bei einem PAL von 1,4. Auch die Referenzwerte für einen PAL von 1,8 bei Frauen und von 1,4 bei Männern werden von nahezu allen Produkten dieser Kategorie erreicht. Lediglich der Referenzwert von 1035 kcal für einen PAL von 1,8 bei Männern wird von nur einem Produkt, der Probe 39 (Big Pizza Thunfisch von Wagner) erreicht.

In den Kategorien 1, 3 und 5 liegt der durchschnittliche Energiegehalt bei ca. 490 kcal, während die Produkte der Kategorie 2 einen durchschnittlichen Energiegehalt von nur ca. 390 kcal aufweisen, was in etwa der Hälfte des durchschnittlichen Energiegehaltes der Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) entspricht. Zu berücksichtigen ist hierbei die Schwankungsbreite innerhalb der einzelnen Kategorien, die in der Kategorie 3 am größten ist. So ist der Energiegehalt von Probe 24 (Lachs Verdure) mit ca. 295 kcal nicht einmal halb so groß wie der von Probe 27 (Grüne Bandnudeln mit Lachs) mit rund 670 kcal. Den geringsten Energiegehalt mit ca. 292 kcal pro Portion weist Probe 17 (Putenkeulenbraten mit Gemüse-Zartweizen) der Kategorie 2 auf, den höchsten mit ca. 1092 kcal Probe 29 (Big Pizza Thunfisch) der Kategorie 4. Dies entspricht dem mehr als 3fachen Kaloriengehalt, wodurch die großen Unterschiede in den Portionsgrößen nochmals verdeutlicht werden.

In Anbetracht der stetig steigenden Anzahl an übergewichtigen Menschen scheint der relativ niedrige Energiegehalt der Gerichte aus den Kategorien 1,2 3 und 5 zwar aus ernährungswissenschaftlicher Sicht durchaus begrüßenswert, andererseits muss der Konsument aber auch eine vernünftige Portionsgröße erwarten dürfen, auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Fertiggerichte nicht als besonders preiswert eingestuft werden können.

Lediglich bei den Pizzen mit Thunfisch erreicht der Energiegehalt die DACH-Referenzwerte für die Energiezufuhr bei Männern und Frauen mit einem PAL von 1,4, sowie bei Frauen mit einem PAL von 1,8, nicht jedoch bei Männern mit einem PAL von 1,8.

Sieht man die untersuchten Produkte als vollständige Hauptmahlzeiten an, ist, in Anbetracht des Faktums, dass der durchschnittliche Physical Activity Level bei österreichischen Erwachsenen im Alter von 18 bis 65 Jahren laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008 bei 1,64 liegt (Elmadfa et al., 2009) die Energieversorgung durch diese Gerichte, die Pizzen ausgenommen, inadäquat.

Dass die Ursache für den deutlich höheren Energiegehalt der Pizzen nicht in einem höheren Portionsgewicht begründet liegt, verdeutlichen die in Abbildung 19 dargestellten Energiegehalte der Gerichte pro 100 g bzw. die praktisch identische Lage der Boxplots wie in Abbildung 18. So liegen die Energiegehalte bei den Produkten der Kategorien 1, 2, 3 und 5 bei durchschnittlich ca. 105 bis 130 kcal pro 100 g, während die Pizzen mit Thunfisch im Mittel einen Gehalt von etwa 230 kcal pro 100 g aufweisen. (siehe auch

Tabelle 34) Dies bedeutet, dass die Energiedichte der Pizzen mit Thunfisch im Vergleich zu den übrigen Produkten um bis zu mehr als 100 % höher liegt, was wiederum einen vergleichsweise höheren Fettgehalt der Pizzen mit Thunfisch vermuten lässt.

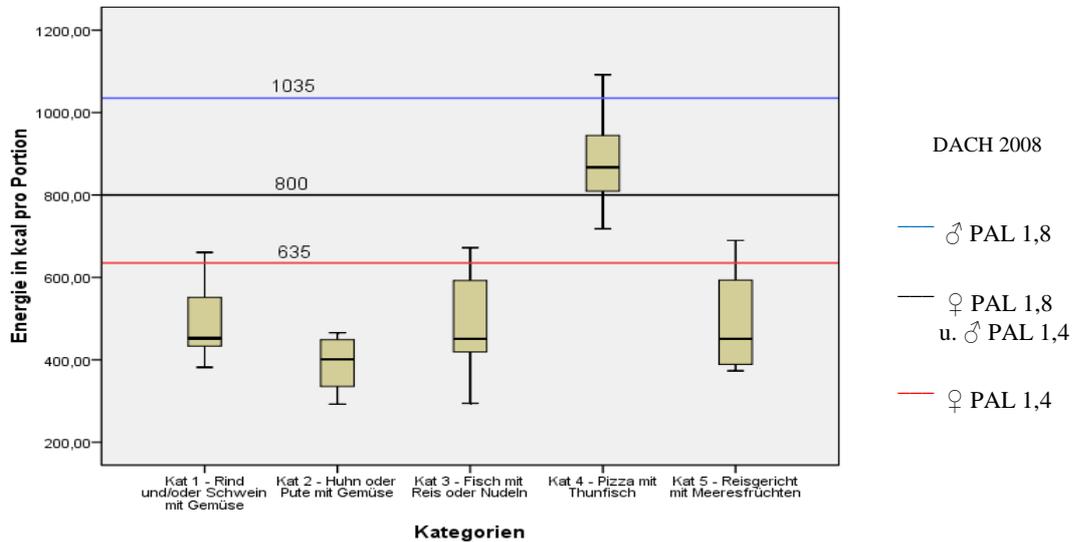


Abb. 18: Boxplot zum Energiegehalt in kcal pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Energiegehalt pro Portion in kcal					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	489,5	393,5	484,8	867,8	491,2
Median	452,3	401,1	450,9	867,2	451,0
Minimum	381,9	292,3	294,7	717,9	373,2
Maximum	660,6	465,7	672,0	1091,7	689,7
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 33: Energiegehalt in kcal pro Portion

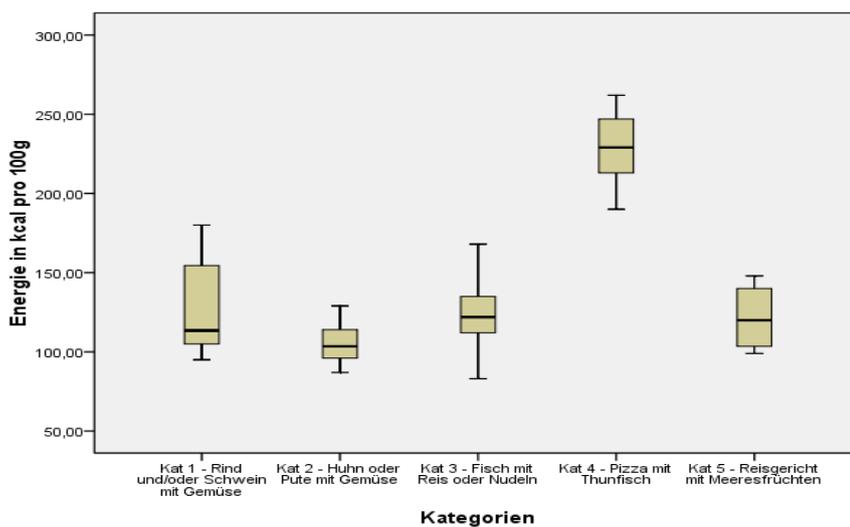


Abb. 19: Boxplot zum Energiegehalt in kcal pro 100g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Energiegehalt in kcal pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	127,6	106,5	124,1	229,4	121,8
Median	113,5	103,5	122,0	229,0	120,0
Minimum	95,0	87,0	83,0	190,0	99,0
Maximum	180,0	129,0	168,0	262,0	148,0
Verarbeitet Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 34: Energiegehalt in kcal pro 100 g

## 4.8 Fettgehalt

Nahrungsfette sind wichtige Energielieferanten, ihr Brennwert liegt mehr als doppelt so hoch wie der von Kohlenhydraten und Proteinen. Die heute allgemeine Empfehlung, den Fettverzehr einzuschränken, bezieht sich auf Ergebnisse aus klinischen und epidemiologischen Studien, die einen engen Zusammenhang zwischen einem hohen Fettverzehr, insbesondere von gesättigten Fettsäuren, und dem Auftreten von Dyslipoproteinämie, Arteriosklerose, Dickdarmkrebs und Übergewicht aufzeigen. So soll eine Fettzufuhr von 30 % der Nahrungsenergie mit einem ausgewogenen Fettsäuremuster als Teil einer vollwertigen Ernährung, bei gleichzeitiger körperlicher Aktivität, das Herzinfarktrisiko senken. (DACH, 2008)

Gemäß Österreichischem Ernährungsbericht 2008 liegt die Fettzufuhr bei Erwachsenen im Alter von 25 bis 51 Jahren bei 37 % der Nahrungsenergie bei Frauen und bei 38 % der Nahrungsenergie bei Männern, was eine Überschreitung des Richtwertes von 30 % für Menschen mit leichter oder mittelschwerer Arbeit bedeutet. (Elmadfa et al., 2009)

Wie in Abbildung 19 ersichtlich, liegen die Fettgehalte der Gerichte der Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) allesamt unter dem DACH-Richtwert von 21 g Fett für Frauen mit einem PAL von 1,4. Auch von den Gerichten der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) und 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) liegen die Fettgehalte von der Mehrzahl der Gerichte unter diesem Richtwert.

Die höchsten Fettgehalte weisen, wie die Ergebnisse zu den Energiegehalten bereits vermuten ließen, die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) auf. Mit einem durchschnittlichen Fettgehalt von 33,7 g haben die Pizzen einen etwa 4mal so großen Fettgehalt wie die Produkte der Kategorie 2, bei denen der durchschnittliche Gehalt an Fett bei 8,4 g pro Portion liegt. Relativ ähnlich liegen die Kategorien 1, 3 und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten), bei denen sich die durchschnittlichen Fettgehalte im Bereich von 14 bis 17 g pro Portion bewegen.

Der Vergleich mit den DACH-Referenzwerten zeigt, dass die Gerichte der Kategorien 1, 2, 3 und 5 als nicht fettreich eingestuft werden können, zumal bei der Mehrzahl die Fettgehalte selbst unter dem Richtwert von 21 g Fett pro Portion für Frauen mit einem PAL von 1,4 liegen. Umgekehrt verhält es sich bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4), deren durchschnittlicher Fettgehalt mit 33,7 g über dem Richtwert von 33 g Fett pro Mahlzeit für Männer mit einem PAL von 1,8 liegt. Ein PAL von 1,8 bedeutet überwie-

gend stehende oder gehende Arbeitstätigkeit, wie sie etwa Handwerker, Kellner, Verkäufer oder Hausfrauen verrichten.

Ein Blick auf die Fettgehalte der Proben pro 100g (Abbildung 21) zeigt dasselbe Bild wie die portionsweise Angabe der Fettgehalte. Auch hier liegt der Fettgehalt der Pizzen (Kategorie 4) in etwa 4mal so hoch wie der der Gerichte aus Kategorie 2. Recht ähnlich sind hier die durchschnittlichen Fettgehalte bei den Produkten aus Kategorie 3 und Kategorie 5, mit 3,7 bzw. 3,6 g Fett pro 100g. Die Gerichte der Kategorie 1 enthalten mit durchschnittlich 4,5 g Fett pro 100 g ziemlich genau doppelt so viel an Fett wie die Gerichte der Kategorie 2 mit 2,3 g Fett pro 100g. Ob die Fettgehalte der Produkte in erster Linie von den unterschiedlichen Fettgehalten der verschiedenen Fleisch- und Fischarten bestimmt werden, lässt sich nur schwer sagen, da dazu die genauen Fleisch- und Fischanteile am gesamten Gericht bekannt sein müssten, bzw. auch welcher Teil beispielsweise vom Rind, Schwein oder Huhn verwendet wurde. Auch die in den jeweiligen Produktrezepturen verwendeten Mengen an Fetten und Ölen müssten bekannt sein. Nicht unberücksichtigt bleiben darf in der Bewertung der verschiedenen Kategorien die Tatsache, dass es innerhalb der Gruppen große Unterschiede zwischen den einzelnen Produkten gibt. So weist Probe 12 (Hühnerfleisch süß-sauer mit Basmatireis und Gemüse) mit 1,3 g Fett pro Portion nur einen Bruchteil des Fettgehaltes von Probe 14 (Hühnergeschnetzeltes, Spätzle und Gemüse) mit 19,1 g Fett pro Portion auf, und dass trotz eines fast identen Portionsgewichtes von 355 bzw. 359 g. In Kategorie 4 weist Probe 32 (Pietro Pizzi Tonno – Dr. Oetker) mit 20,2 g Fett pro Portion nur ein Drittel des Fettgehaltes von 60,6 g bei Probe 33 (Steinofenpizza Thunfisch – Mamma Pasta) auf. Auch in Kategorie 3 (Fisch mit Reis oder Nudeln) gibt es große Schwankungen zwischen den einzelnen Gerichten. So enthält Probe 27 (Grüne Bandnudeln mit Lachs) mit 8,5 g Fett pro 100g mehr als 10mal so viel Fett wie Probe 20 (Pangasiusfilet auf Ratatouillegemüse und Kräuterreis) mit 0,7 g Fett pro 100g.

Da sich die nach dem Drittelansatz der DGE berechneten Fettgehalte pro Portion aus dem Soll-Energiegehalt einer Mahlzeit ergeben, kann über den Vergleich dieser Parameterwerte mit den Referenzwerten keine Aussage darüber getroffen werden, wie die Fettgehalte im Vergleich zu den anderen Hauptnährstoffen zu bewerten sind. So kann der Fettgehalt eines Gerichtes zwar unter dem Referenzwert für den absoluten Fettgehalt liegen, aber gleichzeitig über dem Richtwert von 30 % für die Energiezufuhr in Form von Fett. Abbildung 22 zeigt den prozentuellen Anteil von Fett an der Gesamtenergie

bei den einzelnen Kategorien. Ein Vergleich von Abbildung 22 mit Abbildung 20 zeigt eine praktisch idente Lage der Boxplots zueinander, allerdings mit Abweichungen in Bezug auf die den jeweiligen DACH-Referenzwert symbolisierende horizontale Linie. Liegen bei der portionsweisen Darstellung des Fettgehaltes nur zwei von acht Proben der Kategorie 1 über dem Richtwert von 21 g Fett für Frauen mit einem PAL von 1,4, so liegen im Vergleich dazu bei der Darstellung des prozentuellen Fettanteils an der Gesamtenergie ebendieser Gerichte vier Proben über dem Richtwert von 30 Energieprozent. In Kategorie 3 liegen zwei von zehn Proben über dem Portionsrichtwert von 21 g Fett für Frauen mit PAL 1,4, jedoch vier Proben über dem Richtwert von 30 Energieprozent für Fett.

Der durchschnittliche Fettanteil an der Gesamtenergie liegt in Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) mit 18,9 % am niedrigsten, am höchsten in der Kategorie 4 (Pizzen mit Thunfisch) mit 35,9 %, dicht gefolgt von Kategorie 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) mit 32,4 %. Recht ähnlich ist der durchschnittliche Fettanteil an der Gesamtenergie in den Kategorien 3 (Fisch mit Reis oder Nudeln) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) mit 23,8 % bzw. 25,1 %.

Wenngleich der durchschnittliche Energiegehalt in Form von Fett der Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) mit 35,9 % etwa doppelt so hoch liegt wie der von Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) mit 18,9 %, zeigt ein genauer Blick auf Abbildung 21, dass das Gericht mit dem höchsten Fettanteil an der Gesamtenergie in Kategorie 2 (Probe 14 mit 39,7 %) einen etwa doppelt so hohen Fettanteil aufweist, wie das Gericht aus Kategorie 4 (Probe 30 mit 19,3 %) mit dem niedrigsten Fettanteil an der Gesamtenergie. Somit können die Produkte der Kategorie 2 nicht als generell fettärmer bezeichnet werden als die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4). Auch in Kategorie 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) gibt es einen großen Schwankungsbereich unter den einzelnen Gerichten. So liegt der Fettgehalt des Produktes mit dem niedrigsten prozentuellen Fettgehalt (Probe 20 mit 5,9 %) in etwa bei einem Achtel des Fettgehaltes jenes Produktes mit dem höchsten prozentuellen Fettgehalt (Probe 27 mit 47,3 %).

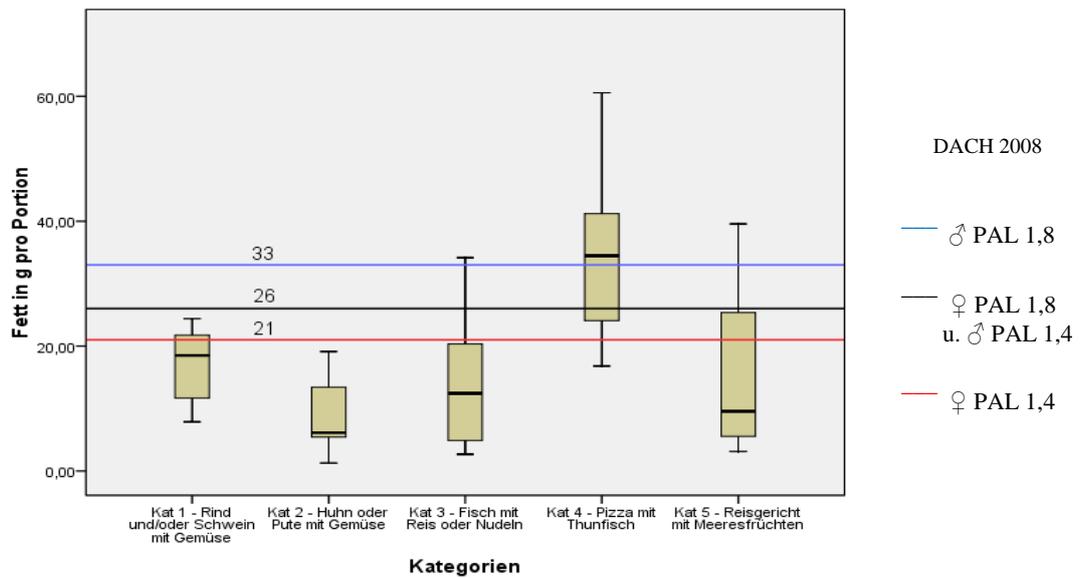


Abb. 20: Boxplot zum Fettgehalt in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Fettgehalt pro Portion in g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	17,0	8,4	14,0	33,7	15,5
Median	18,5	6,2	12,4	34,5	9,6
Minimum	7,9	1,3	2,7	16,8	3,1
Maximum	24,4	19,1	34,2	60,6	39,6
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 35: Fettgehalt in g pro Portion

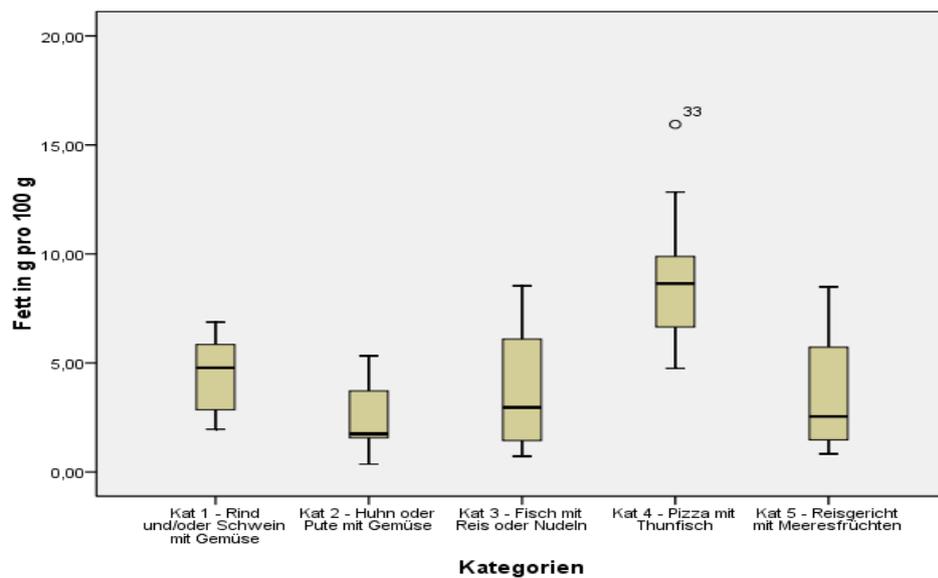


Abb. 21: Boxplot zum Fettgehalt in g pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Fettgehalt in g pro 100g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	4,5	2,3	3,7	8,8	3,6
Median	4,8	1,8	3,0	8,6	2,5
Minimum	2,0	0,4	0,7	4,8	0,8
Maximum	6,9	5,3	8,5	15,9	8,5
Verarbeitet Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 36: Fettgehalt in g pro 100 g

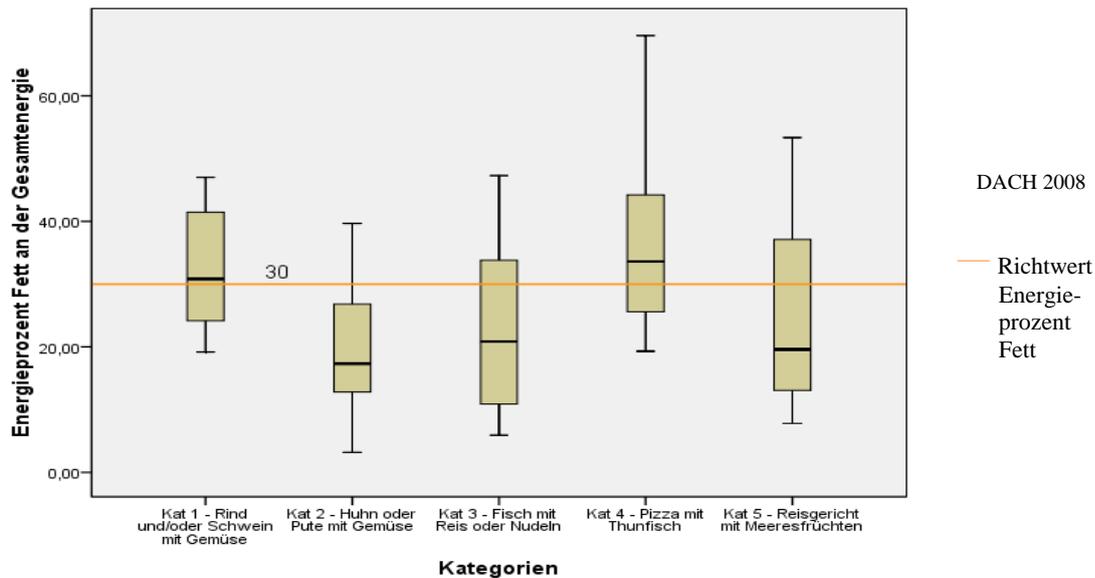


Abb. 22: Boxplot zum Fettgehalt in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Fettgehalt in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	32,4	18,9	23,8	35,9	25,1
Median	30,8	17,3	20,8	33,6	19,6
Minimum	19,2	3,1	5,9	19,3	7,8
Maximum	47,0	39,7	47,3	69,6	53,4
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 37: Fettgehalt in Prozent an der Gesamtenergie

## 4.9 gesättigte Fettsäuren

Die im Rahmen der quantitativen Analyse ausgewerteten Fettsäuren sind in Tabelle 25 aufgelistet. Die kurzkettige C4:0-Fettsäure (Buttersäure) konnte nicht ausgewertet werden, da keine ausreichende Trennung vom Lösungsmittelpeak zu erreichen war.

Eine hohe Zufuhr an gesättigten Fettsäuren steht in einem engen Zusammenhang zum Auftreten von Dyslipoproteinämien und Atherosklerose, sowie auch von Übergewicht und Dickdarmkrebs. So erhöhen die gesättigten Fettsäuren Laurinsäure, Myristinsäure und Palmitinsäure die Cholesterinkonzentration im Plasma, insbesondere die des LDL-Cholesterins. Stearinsäure zeigt diesen Effekt nicht (DACH, 2008).

In ihrem Review, der die Bewertung von insgesamt 32 epidemiologischen und klinischen Studien zum Zusammenhang zwischen der Stearinsäurezufuhr und dem kardiovaskulären Risiko umfasst, kommen Hunter et al. zum Ergebnis, dass Stearinsäure als Ersatz für andere gesättigte Fettsäuren das LDL-Cholesterin senkt und dass das HDL-Cholesterin dadurch nicht beeinflusst wird. (Hunter et al., 2010)

Im Mittel liegt der Gehalt an gesättigten Fettsäuren in den Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) bei 6,4 g pro Portion und somit knapp unter dem Referenzwert von 7 g pro Portion für Frauen mit einem PAL von 1,4 (Abbildung 23). In Kategorie 2 liegt der Gehalt an gesättigten Fettsäuren pro Portion bei allen Produkten unter dem oben genannten Referenzwert von 7 g. Bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) beträgt der Gehalt an gesättigten Fettsäuren im Mittel 8,3 g pro Portion und liegt somit knapp unter dem Referenzwert von 8,7 g pro Portion für Frauen mit PAL 1,8 bzw. für Männer mit PAL 1,4. Da es sich um unterschiedliche Produkte handelt, lässt sich über den Mittelwert schwerlich eine Aussage über die einzelnen Gerichte der jeweiligen Kategorien treffen, deren Gehalt an gesättigten Fettsäuren wie Abbildung 23 zeigt teils beträchtlich von diesem abweicht.

In den Kategorien 1, 3, 4 und 5 liegen 4 (von 8), 3 (von 10), 11 (von 13) bzw. 1 (von 4) Proben über dem Referenzwert von 7 g sowie 3 (von 8), 3 (von 10), 6 (von 13) bzw. 1 (von 4) über dem Referenzwert von 8,7 g. Besonders hoch lagen die Mengen an gesättigten Fettsäuren bei den Proben 27 (Grüne Bandnudeln mit Lachs) und 41 (Pizza Mare) mit einem Gehalt an gesättigten Fettsäuren von 21,8 bzw. 23,7 g pro Portion. Über dem Referenzwert von 11 g pro Portion lagen nur Proben der Kategorien 3 (2 von 10), 4 (5 von 13) bzw. 5 (1 von 4).

Abbildung 24 zeigt den Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100 g. Vergleicht man die Lage der Boxplots von Abbildung 24 mit der Lage der Boxplots von Abbildung 23 zeigt sich ein praktisch identes Bild. In den Kategorien 1, 3 und 5 liegt der Gehalt an gesättigten Fettsäuren pro 100 g zwischen 1,5 und 1,7 g. Mit 0,6 g am niedrigsten ist der mittlere Gehalt in Kategorie 2, am höchsten mit 2,8 g in Kategorie 3. Die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) weisen somit von allen Kategorien den höchsten Gehalt an gesättigten Fettsäuren sowohl pro Portion als auch pro 100 g auf.

Der Vergleich des Gehaltes an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion mit den nach dem Drittelansatz berechneten Referenzwerten wirft das Problem auf, dass sich die Referenzwerte am Sollenergiegehalt einer Portion orientieren. Da die Energiegehalte der meisten Gerichte, die Pizzen ausgenommen, unter den Referenzwerten liegen, können dadurch folglich auch die Gehalte an gesättigten Fettsäuren pro Portion die entsprechenden Referenzwerte leichter unterschreiten. Somit empfiehlt sich ein Blick auf den prozentuellen Anteil der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie der Gerichte (Abbildung 25), da hier die Referenzwerte von der Portionsgröße unbeeinflusst sind. So kann bei einem Gericht der absolute Gehalt an gesättigten Fettsäuren zwar unter dem Referenzwert liegen, gleichzeitig aber der prozentuelle Gehalt der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie bei demselben Gericht den Richtwert von 10 Energieprozent überschreiten. Hierbei zeigt sich folgendes Bild. In den Kategorien 1, 2, 3, 4, und 5, überschritten 5 (von 8), 1 (von 10), 3 (von 10), 6 (von 13) bzw. 2 (von 4) Proben den Richtwert von 10 %.

Bei Probe 8 (Tafelspitz mit Cremespinat und Erdäpfelschmarrn) liegt beispielsweise der Gehalt an gesättigten Fettsäuren pro Portion mit 7,9 g unter dem Referenzwert von 8,7 g für Frauen mit PAL 1,8 bzw. für Männer mit PAL 1,4, aber gleichzeitig liegt der prozentuelle Anteil der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie mit 15,4 % deutlich über dem 10%-Richtwert. Bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) ist der prozentuelle Fettgehalt an der Gesamtenergie mit im Mittel 35,9 % 1,5mal so hoch wie in Kategorie 3 (Fisch mit Reis oder Nudeln) mit 23,8 %, während die Anteile der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie in diesen Kategorien mit 10,8 % (Kategorie 3) bzw. 11,2 % (Kategorie 4) nahezu ident sind. Auch in den Kategorien 1 und 5 liegt der Anteil der gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie mit 11,7 % bzw. 10,1 % ähnlich hoch. Lediglich die Produkte der Kategorie 2 (Huhn und/oder Pute mit Gemüse) haben mit ei-

nem Gehalt von 5,2 % einen im Vergleich zu den anderen Kategorien nur etwa halb so hohen Anteil an gesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie.

Die Schwankungsbreite des Energieprozentanteils der gesättigten Fettsäuren innerhalb der Kategorien bewegt sich, wie Tabelle 40 zeigt, in einem Bereich von Faktor 3 (Kategorie 1) bis Faktor 25 (Kategorie 3). Probe 27 (Grüne Bandnudeln mit Lachs) weist beispielsweise einen Energieanteil für gesättigte Fettsäuren von 29,6 % auf, während bei Probe 20 (Pangasiusfilet auf Ratatouillegemüse mit Kräuterreis) derselben Kategorie dieser bei nur 1,2 % liegt. Ein Blick auf die Zutatenliste zeigt, dass bei Probe 27 die an gesättigten Fettsäuren reichen Zutaten „Schlagobers“, „Creme Fraiche“ und „Butter“ Teil der Rezeptur sind, während die Zutatenliste bei Probe 20 lediglich „pflanzliches Öl und Fett“ als fetthaltige Komponenten ausweist, neben dem in beiden Gerichten enthaltenen Fischanteil.

Zu beachten gilt, dass die absoluten Gehalte an gesättigten Fettsäuren bei einzelnen Produkten zwar unter den jeweiligen Referenzwerten liegen, was im Hinblick auf eine wünschenswerte Reduktion des Konsums an gesättigten Fettsäuren als positiv zu bewerten ist, aber andererseits bei diesen Produkten der Anteil an gesättigten Fettsäuren nicht gleichzeitig in einem wünschenswerten Verhältnis zu den einfach und mehrfach ungesättigten Fettsäuren stehen muss. Wünschenswert wäre ein Verhältnis von gesättigten:einfach ungesättigten:mehrfach ungesättigten Fettsäuren von ca. 33:43:23.

Abbildung 26 zeigt das Fettsäuremuster in den 5 Kategorien. Dabei weisen die Gerichte der Kategorie 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) mit einem Anteil von 44,4 % den höchsten Gehalt an gesättigten Fettsäuren auf. Auch Kategorie 1 und Kategorie 5 liegen mit einem Anteil an gesättigten Fettsäuren von 38,3 % und 37,8 % über dem wünschenswerten Richtwert von 33,3%. Lediglich die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) mit 33,2 % sowie Kategorie 2 mit 27,1 % an gesättigten Fettsäuren liegen unter diesem Richtwert, der als wünschenswerte Obergrenze zu betrachten ist.

Bei den einfach ungesättigten Fettsäuren liegen die Kategorien 1, 2, 4 und 5 mit 45,7 %, 45,6 %, 41,7 % bzw. 42,6 % Anteil im Bereich des Richtwertes von 43 %, der nur von den Gerichten der Kategorie 3 mit 30,5% deutlich unterschritten wird.

Der Richtwert von 23 % für mehrfach ungesättigte Fettsäuren, der bei einem höheren Anteil an gesättigten Fettsäuren auch bei 30 % liegen kann, wird von den Kategorien 2 (27,3 %), 3 (25,1%) und 4 (25,1 %) überschritten, während bei den Kategorien 1 und 5

der Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit einem Anteil von 16,0 % und 19,6 % zu niedrig liegt.

Ein Blick auf die Zutatenliste der einzelnen Gerichte zeigt, dass bei allen Produkten, neben dem Fleisch- oder Fischanteil, pflanzliche Öle und Fette als fettsäureliefernde Quellen genannt werden können. Um welches Pflanzenöl oder-fett es sich dabei genau handelt, wird zumeist nicht ausgewiesen. Daneben enthalten ca. zwei Drittel der Produkte Milchfett in Form von Schlagobers, Sauerrahm, Käse, Milch, Butter oder auch Vollmilch. Je höher der Gehalt dieser an gesättigten Fettsäuren reichen Zutaten, desto stärker verschiebt sich das Fettsäuremuster der einzelnen Gerichte zuungunsten der ungesättigten Fettsäuren. Den mit 78,27 % höchsten Anteil an gesättigten Fettsäuren weist Probe 19 (Fisch Asia Gemüse in Grüner Curry Sauce mit Wildreis) auf. Verantwortlich dafür dürfte das in der Rezeptur, in einem wohl relativ hohen Gehalt, enthaltene Kokosfett sein. Den im Vergleich dazu mit 13,17 % niedrigsten Anteil an gesättigten Fettsäuren weist Probe 9 (Huhn süß-sauer mit Gemüse, Ananas und Reis) auf. Fettliefernde Zutaten sind bei diesem Gericht, neben dem Hühnerfleisch, Rapsöl sowie, nicht näher definiertes, pflanzliches Fett. Ein hinsichtlich eines ernährungswissenschaftlich günstigeren Fettsäureprofils vermeintlich besser abschneidendes Fischgericht liegt, den Gehalt an gesättigten Fettsäuren betreffend, somit am schlechtesten platziert. Damit wird deutlich, dass die Kategorienzugehörigkeit eines Produkts allein keine Voraussage des tatsächlichen Fettsäuremusters zulässt.

Laut Österreichischem Ernährungsbericht 2008 liegt bei den Erwachsenen (18-64 Jahre) die Zufuhr an gesättigten Fettsäuren bei 14-15 Energieprozent. (Elmadfa et al., 2009)

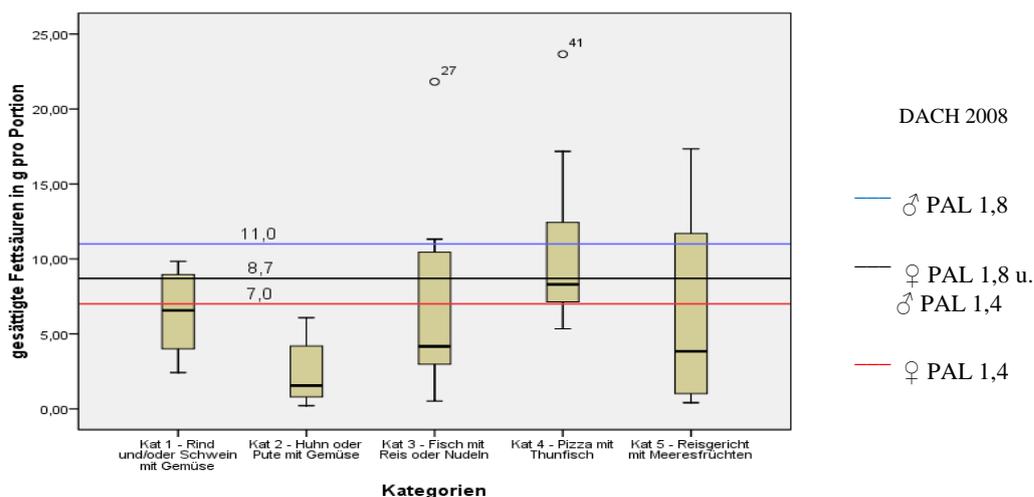


Abb. 23: Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	6,4	2,3	6,4	10,7	6,4
Median	6,6	1,6	4,2	8,3	3,8
Minimum	2,4	0,2	0,5	5,3	0,4
Maximum	9,8	6,1	21,8	23,7	17,3
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 38: Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro Portion

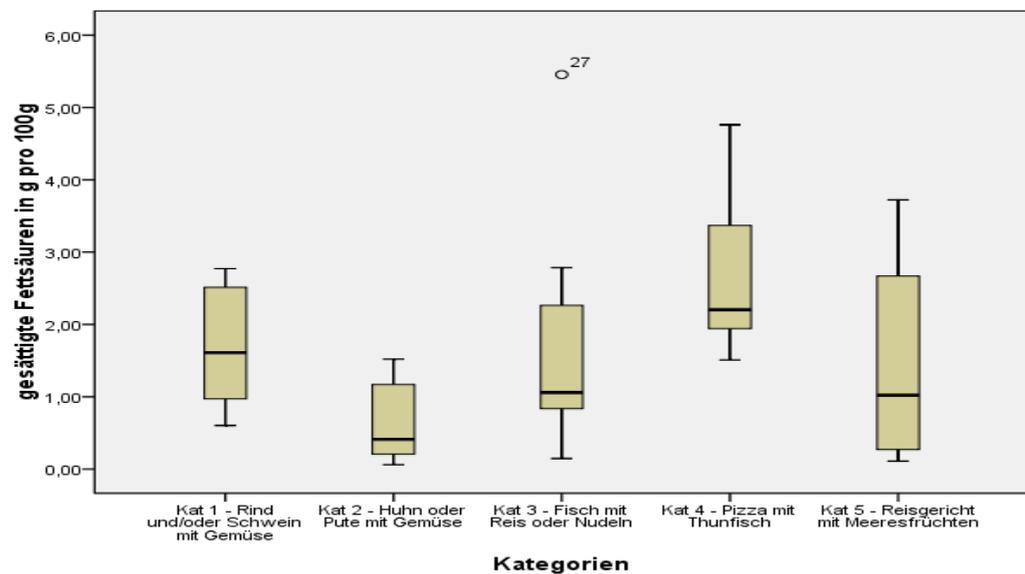


Abb. 24: Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	1,7	0,6	1,7	2,8	1,5
Median	1,6	0,4	1,1	2,2	1,0
Minimum	0,6	0,1	0,2	1,5	0,1
Maximum	2,8	1,5	5,5	4,8	3,7
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 39: Gehalt an gesättigten Fettsäuren in g pro 100g

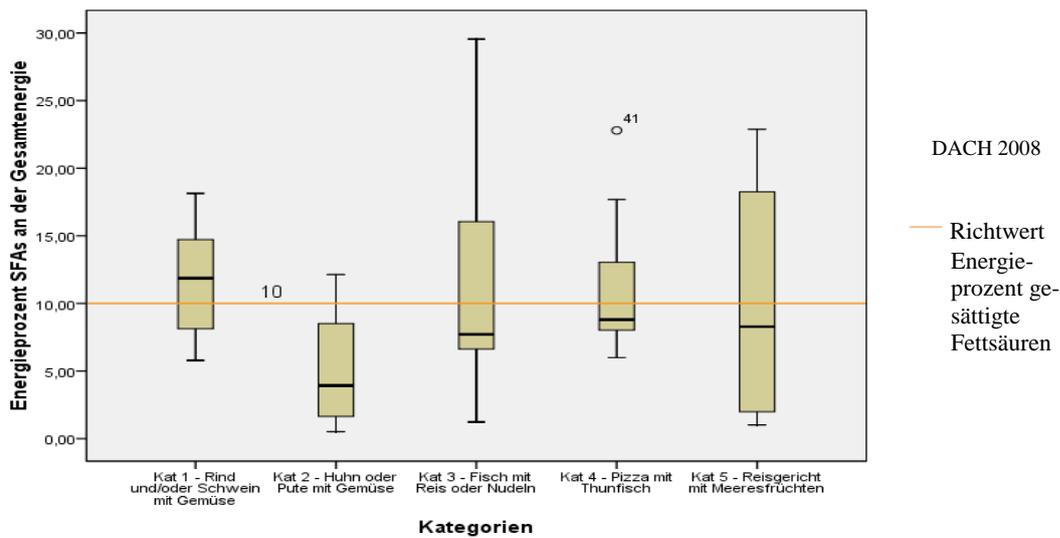


Abb. 25: Boxplot zum Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	11,7	5,2	10,8	11,2	10,1
Median	11,9	3,9	7,7	8,8	8,3
Minimum	5,8	0,5	1,2	6,0	1,0
Maximum	18,1	12,1	29,6	22,8	22,9
verarbeitet Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 40: Gehalt an gesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie

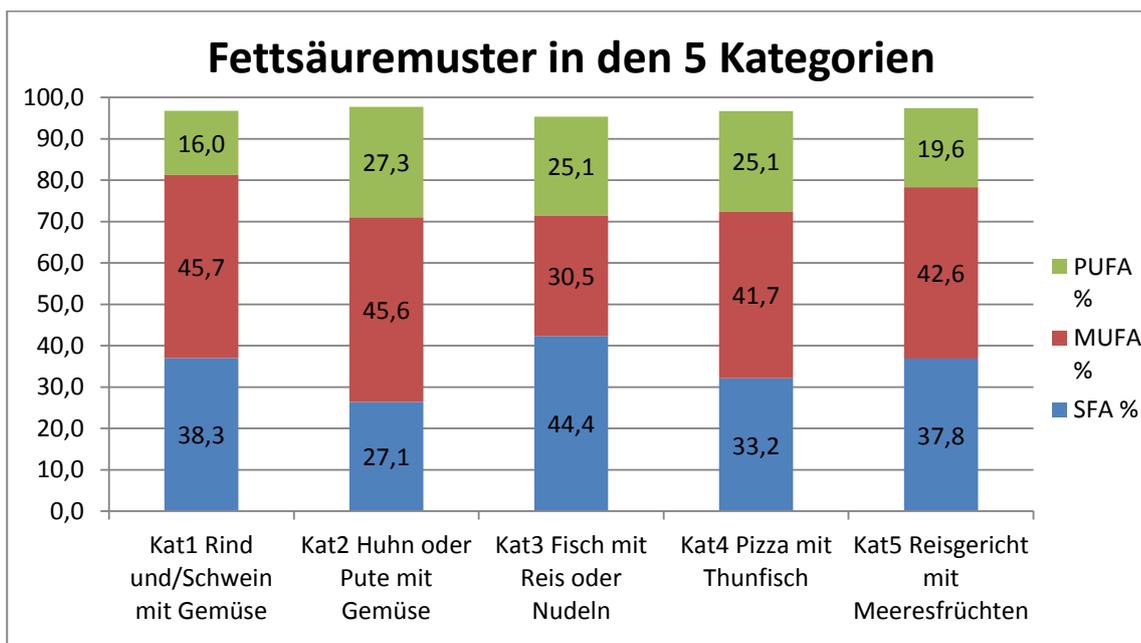


Abb. 26: Balkendiagramm zum Fettsäuremuster, aufgeschlüsselt nach Kategorien

#### 4.10 einfach ungesättigte Fettsäuren

Die in Nahrungsfetten am häufigsten vorkommende einfach ungesättigte Fettsäure ist die Ölsäure, die zu den omega-9-Fettsäuren zählt. Weitaus weniger häufig ist Palmitoleinsäure, eine omega-7-Fettsäure, anzutreffen. (Elmadfa, 2004) Im Austausch mit gesättigten Fettsäuren senken einfach ungesättigte Fettsäuren die LDL-Cholesterinkonzentration, da dadurch die Cholesterin erhöhende Wirkung der gesättigten Fettsäuren entfällt. Die Senkung des günstigen HDL-Cholesterins ist durch Ölsäure weniger stark als durch mehrfach ungesättigte Fettsäuren wie beispielsweise Linolsäure. (DACH, 2008) Die Zufuhr an einfach ungesättigten Fettsäuren liegt bei Österreicherischen Erwachsenen laut Ernährungsbericht 2008 mit ca. 12,5 % an der Gesamtenergiezufuhr knapp unter dem DACH-Richtwert von 13 %, der als Obergrenze zu betrachten ist. (Elmadfa et al., 2009)

Wie Abbildung 27 zeigt, liegen die Proben der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis), und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) alle, mit Ausnahme je eines Gerichtes aus Kategorie 1 und 5, unter dem entsprechend dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Referenzwert für Frauen mit einem PAL von 1,4 von 9,1 g an einfach ungesättigten Fettsäuren pro Portion. Dabei unterschreiten die Gerichte aus den Kategorien 2 und 3 mit einem durchschnittlichen Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFAs) von 3,5 g bzw. 3,8 g pro Portion diesen als Obergrenze definierten Richtwert recht deutlich. Die Produkte der Kategorien 1 und 5 weisen einen durchschnittlichen Gehalt an MUFAs von 7,3 g bzw. 5,7 g auf. Anders ist das Bild bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4), die mit einem durchschnittlichen Gehalt von 13,8 g an MUFAs pro Portion knapp unter dem Referenzwert von 14,3 g für Männer mit einem PAL von 1,8 liegen. Dabei weisen 6 von 13 Pizzen einen Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren auf, der über diesem Richtwert von 14,3 g liegt.

Abbildung 28 zeigt die Gehalte an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g in den einzelnen Kategorien. Vergleicht man die Lage der Boxplots in den Abbildungen 27 und 28 miteinander, so ist deren praktisch idente Lage zueinander klar erkennbar. Dies bedeutet, dass die Unterschiede in den Gehalten an einfach ungesättigten Fettsäuren zwischen den fünf Kategorien durch den Bezug auf die Portionsgröße nicht verfälscht werden.

Abbildung 29 zeigt den Anteil, den die einfach ungesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie eines Gerichtes ausmachen. Der Vergleich mit dem DACH-Referenzwert, der bei 13 Energieprozent für MUFAs liegt, zeigt, dass alle Gerichte der Kategorien 2 und 3 diesen unterschreiten. Auch in Kategorie 5 liegt nur eine Probe über diesem Richtwert. Vergleicht man die Lage des Boxplots der Kategorie 1 in Abbildung 27 mit der in Abbildung 29, so zeigt sich hier allerdings eine Verschiebung in Bezug auf die den Referenzwert symbolisierende horizontale Linie. Während der durchschnittliche Gehalt an MUFAs mit 7,3 g pro Portion selbst den Richtwert von 9,1 g für Frauen mit PAL 1,4 unterschreitet (Abbildung 27), liegt der durchschnittliche Anteil der MUFAs an der Gesamtenergie (Abbildung 29) mit 13,9 % über dem Referenzwert von 13 %. Auch hier zeigt sich wieder, dass für die Beurteilung der ernährungsphysiologischen Qualität eines Gerichtes unbedingt zwischen absoluten und relativen Anteilen an einem bestimmten Nährstoff zu unterscheiden ist.

Bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) weisen die MUFAs bei 6 von 13 Proben einen höheren Anteil an der Gesamtenergie als 13 % auf, im Durchschnitt liegen sie bei 14,3 %. Dies belegt einmal mehr den höheren Fettgehalt der Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) im Vergleich zu den Gerichten der übrigen Kategorien, wobei das Fettsäuremuster der Pizzen (siehe Abbildung 26) dabei aber als durchaus günstig zu bewerten ist.

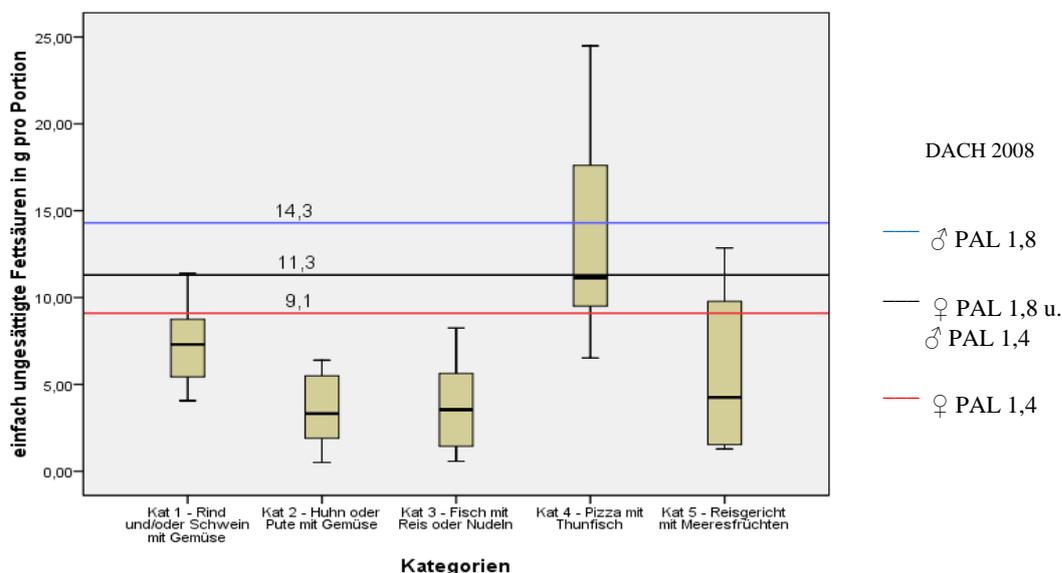


Abb. 27.: Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	7,3	3,5	3,8	13,8	5,7
Median	7,3	3,3	3,5	11,1	4,2
Minimum	4,1	0,5	0,6	6,5	1,3
Maximum	11,4	6,4	8,3	24,5	12,9
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 41: Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion

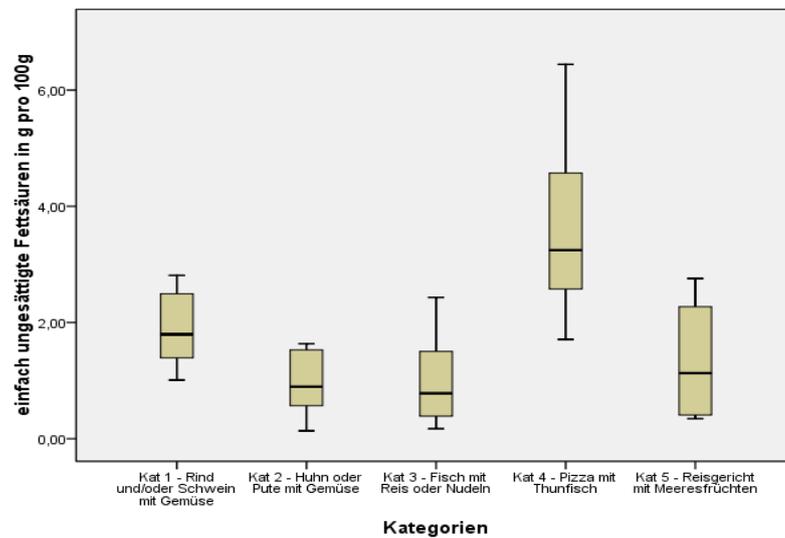


Abb. 28: Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	1,9	0,9	1,0	3,6	1,3
Median	1,8	0,9	0,8	3,2	1,1
Minimum	1,0	0,1	0,2	1,7	0,3
Maximum	2,8	1,6	2,4	6,4	2,8
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 42: Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100g

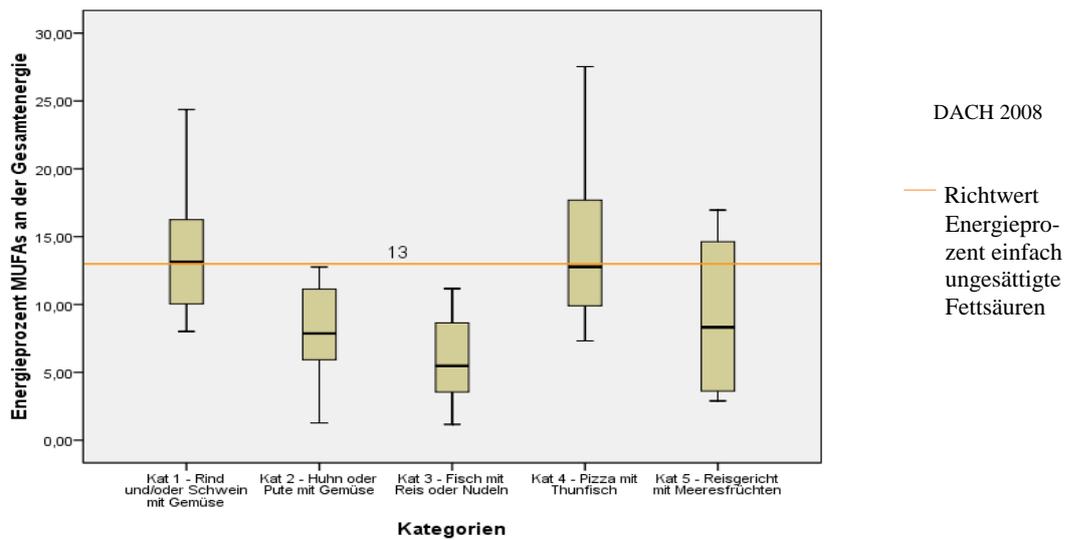


Abb. 29: Boxplot zum Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	13,9	7,7	5,9	14,3	9,1
Median	13,1	7,9	5,5	12,8	8,3
Minimum	8,0	1,3	1,2	7,3	2,9
Maximum	24,4	12,8	11,2	27,5	17,0
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 43: Gehalt an einfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.11 mehrfach ungesättigte Fettsäuren

Die zu den mehrfach ungesättigten Fettsäuren gehörenden Fettsäuren der omega-6- und omega-3-Reihe sind aufgrund ihrer Essentialität - sie dienen der Bildung von Strukturlipiden und Eicosanoiden - für den menschlichen Organismus und ihrer präventivmedizinischen Bedeutung auch von besonderem analytischem Interesse. Deshalb werden die mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Folgenden nicht nur in ihrer Gesamtheit, sondern auch aufgetrennt in Linolsäure, als Ausgangsfettsäure der omega-6-Fettsäurerreihe, und in  $\alpha$ -Linolensäure, als Ausgangsfettsäure der omega-3-Fettsäurerreihe, dargestellt. Darüber hinaus werden die zu den omega-3-Fettsäuren gehörenden, nur in Fischölen vorkommenden, Fettsäuren Eicosapentaensäure, Docosapentaensäure sowie Docosahexaensäure separat angeführt. Das zusehends wachsende Wissen um die ernährungsphysiologische Bedeutung dieser langkettigen omega-3-Fettsäuren hatte auch maßgeblichen Einfluss auf die Produktauswahl.

In der Rotterdam-Studie wurden die Auswirkungen des Konsums von Fisch bzw. von EPA und DHA auf die Verkalkung der Koronararterien von Frauen und Männern im Alter von 56 und mehr Jahren untersucht. Die Ergebnisse dieser prospektiven Kohortenstudie zeigen eine schwach inverse Korrelation zwischen der Zufuhr von Fisch ( $\geq 19$  g/d) und der Verkalkung der Herzkranzgefäße. Die isolierte Aufnahme von EPA und DHA zeigte in dieser Studie dahingegen keine signifikante Korrelation. (Heine-Bröring et al., 2010)

Während für den kardioprotektiven Effekt von omega-3-Fettsäuren aus Fisch eine Fülle von wissenschaftlichen Studien vorliegt, ist die Bedeutung der in Pflanzen vorkommenden  $\alpha$ -Linolensäure in Zusammenhang mit Herzkreislauferkrankungen unklar. (Geleijnse et al., 2010)

In ihrer Meta-Analyse von 19 prospektiven Kohortenstudien konnten Geelen et al. zeigen, dass der Konsum von omega-3-fettsäurereichem Fisch das Risiko für Krebserkrankungen des Dickdarms senkt. (Geelen et al., 2007)

Die DACH-Referenzwerte empfehlen für die Aufnahme an omega-6- und omega-3-Fettsäuren ein Zufuhrverhältnis von  $\leq 5:1$ , um eine ausreichende Umwandlung von  $\alpha$ -Linolensäure zu den längerkettigen omega-3-Fettsäuren nicht durch zu hohe Mengen an Linolsäure zu behindern. Außerdem kann dadurch eine übermäßige Bildung von Eicosanoiden der Arachidonsäurekaskade verhindert werden, die in Zusammenhang mit

Entzündungs- und Immunreaktionen eine gesundheitlich vielfach nachteilige Wirkung zeigen. (DACH, 2008)

Wie in Abbildung 30 ersichtlich, liegen die Gehalte an mehrfach ungesättigten Fettsäuren bei allen Produkten der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) und 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) bzw. beim Großteil der Produkte der Kategorien 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) unter dem nach dem Drittelansatz korrigierten DACH-Richtwert von 4,9 g PUFAs pro Portion für Frauen mit einem PAL von 1,4. Demgegenüber weisen die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) einen durchschnittlichen Gehalt von 8,1 g PUFAs pro Portion auf und liegen damit über dem Richtwert von 7,7 g PUFAs für Männer mit einem PAL von 1,8.

Auch die Auswertung der Gehalte an PUFAs in g pro 100 g (siehe Abbildung 31) zeigt beim Vergleich der Lage der Box-Plots der einzelnen Kategorien dasselbe Bild wie die portionsweise Berechnung der PUFA-Anteile. Mit einem durchschnittlichen Gehalt von 0,6 bis 0,9 g pro 100 g weisen die Gerichte der Kategorien 1,2, 3 und 5 nicht einmal einen halb so hohen Anteil an PUFAs auf wie die Produkte der Kategorie 4 mit einem durchschnittlichen Gehalt an PUFAs von 2,2 g pro 100g. Der deutlich höhere Anteil an PUFAs der Pizzen mit Thunfisch im Vergleich zu den Produkten der anderen Kategorien dürfte in einem höheren Gehalt an pflanzlichen Ölen in den Pizzen, bedingt durch einen insgesamt höheren Gesamtfettgehalt gegenüber den anderen Gerichten, begründet liegen.

Auch die Auswertung des prozentuellen Anteils der mehrfach ungesättigten Fettsäuren an der Gesamtenergie zeigt, dass die Pizzen mit Thunfisch hier deutlich vor den Produkten der restlichen Kategorien liegen. Während die Gerichte der Kategorien 1,2, 3 und 5 einen durchschnittlichen Gesamtenergieanteil für PUFAs von 4,6 bis 5,2 % aufweisen und damit unter dem DACH-Referenzwert von 7 % liegen, können die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) diesen mit einem durchschnittlichen Energieprozentanteil für PUFAs von 8,5 % überschreiten. Der Gehalt an PUFAs an der Gesamtenergie kann gemäß DACH-Referenzwerten bis zu 10 % betragen, wenn der Anteil an gesättigten Fettsäuren den Richtwert von 10 % überschreitet. Somit liegen die Pizzen mit Thunfisch, wie schon bei den einfach ungesättigten Fettsäuren, auch bei den mehrfach ungesättigten Fettsäuren günstiger als die übrigen Produkte beim Vergleich mit den DACH-Referenzwerten.

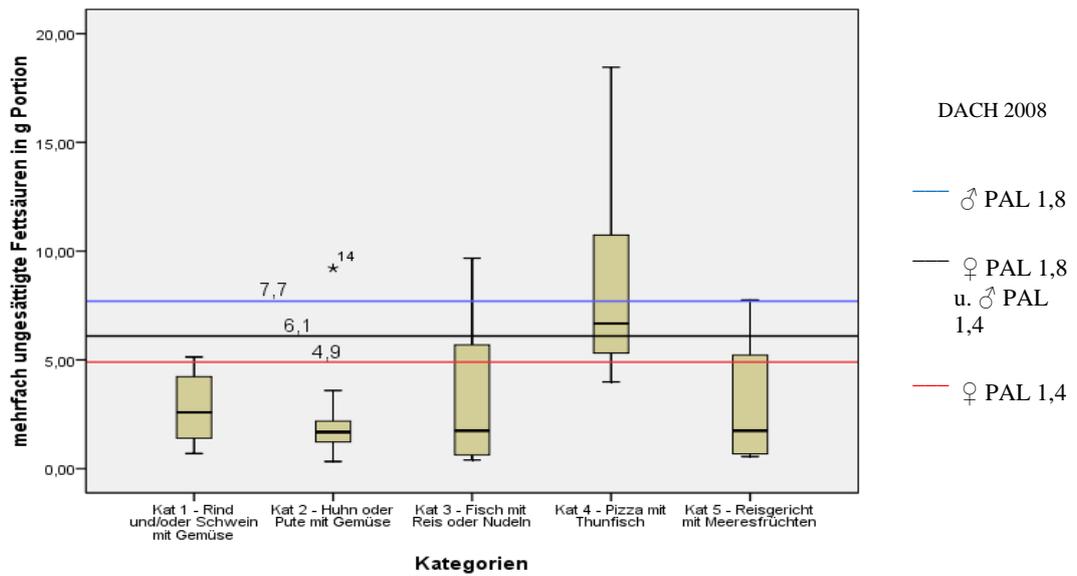


Abb. 30: Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	2,8	2,4	3,1	8,1	3,0
Median	2,6	1,7	1,7	6,7	1,7
Minimum	0,7	0,3	0,4	4,0	0,6
Maximum	5,1	9,2	9,7	18,5	7,8
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 44: Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro Portion

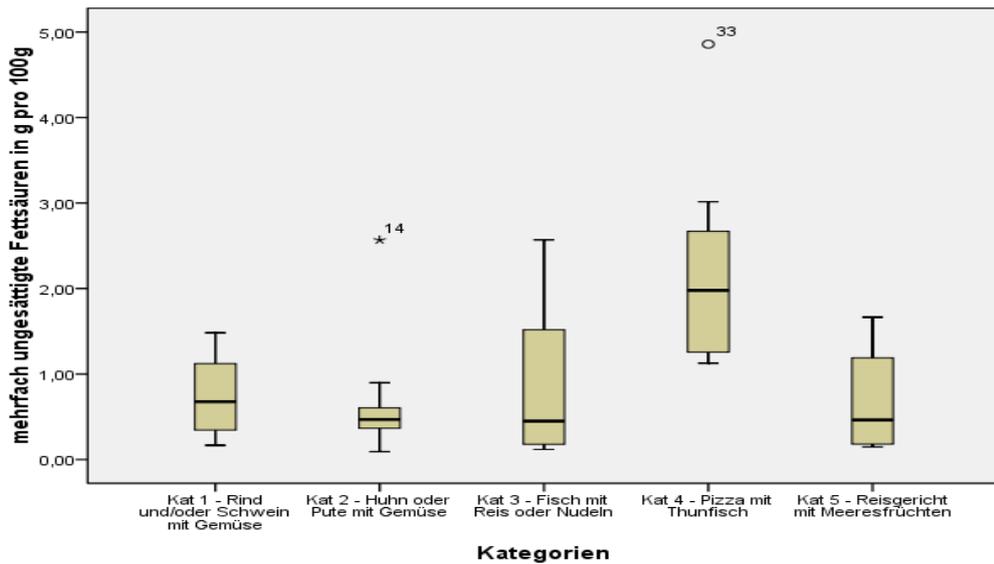


Abb. 31: Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,7	0,6	0,9	2,2	0,7
Median	0,7	0,5	0,4	2,0	0,5
Minimum	0,2	0,1	0,1	1,1	0,2
Maximum	1,5	2,6	2,6	4,9	1,7
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 45: Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in g pro 100 g

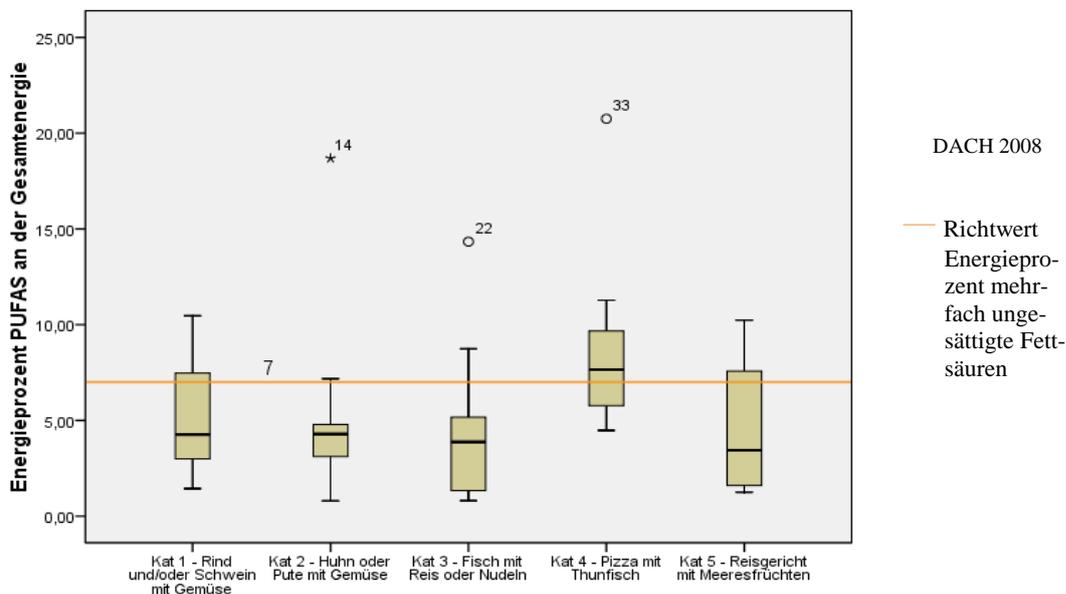


Abb. 32: Boxplot zum Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	5,2	5,2	4,7	8,5	4,6
Median	4,3	4,3	3,9	7,7	3,4
Minimum	1,4	0,8	0,8	4,5	1,3
Maximum	10,5	18,7	14,3	20,8	10,2
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 46: Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.11.1 Linolsäure

Der Anteil der Linolsäure an der Gesamtenergie sollte entsprechend der DACH-Empfehlung bei 2,5 % liegen, der Schätzwert für  $\alpha$ -Linolensäure (siehe Punkt 4.11.2) bei 0,5 % der Gesamtenergie. Die Diskrepanz zum Richtwert von 7 % Gesamtenergieanteil für PUFAs liegt darin begründet, dass die Referenzwerte für Linolsäure und  $\alpha$ -Linolensäure ausschließlich zur Abdeckung deren funktionellen Bedarfs als essentielle Fettsäuren dienen, während der Richtwert für PUFAs auch präventive Aspekte berücksichtigt. (DACH, 2008)

Als gesichert gilt, dass eine erhöhte Nahrungszufuhr von omega-6-Fettsäuren, mit Linolsäure als ihrem mengenmäßigen Hauptvertreter, die LDL-Konzentration im Plasma senkt und die HDL-Konzentration nur gering oder nicht senkt. Dass dadurch gleichzeitig auch das Risiko für KHK verringert werden kann, wird nach derzeitigem Stand als möglich eingestuft. (DGE, 2006)

Wie in Abbildung 33 ersichtlich ist, liegt der Linolsäuregehalt sämtlicher Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) über dem nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Referenzwert von 2,8 g für Männer mit einem PAL von 1,8. Im Mittel weisen die Pizzen mit Thunfisch einen mehr als doppelten so hohen Linolsäuregehalt auf als die anderen Kategorien. Die niedrigsten Mengen an Linolsäure verzeichnen die Produkte der Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), wobei hier mit Ausnahme zweier Ausreißer sämtliche Produkte einen Linolsäuregehalt kleiner als der DACH-Referenzwert von 1,8 g für Frauen mit PAL 1,4 aufweisen. Recht ähnlich sind die mittleren Linolsäuregehalte in den Kategorien 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) mit 2,72 g und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) mit 2,51 g, wobei die Produkte dieser Kategorien auch die größte Schwankungsbreite in ihren Linolsäureanteilen zeigen.

Kategorie 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) liegt mit einem mittleren Linolsäuregehalt von 2,37 g im Bereich des DACH-Referenzwertes von 2,2 g Linolsäure für Männer mit PAL 1,4 bzw. für Frauen mit PAL 1,8.

Auch die Auswertung des Linolsäuregehaltes in g pro 100 g zeigt beim Vergleich der Lage der Box-Plots der einzelnen Kategorien ein praktisch identes Bild wie die portionsweise Berechnung. Die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) weisen im Mittel einen mehr als doppelt so hohen Gehalt an Linolsäure (1,82 g pro 100 g) als die übrigen Kategorien (0,58 bis 0,75 g pro 100 g) auf. Die Schwankungsbreite unter den Produkten ist

ohne Berücksichtigung von Ausreißern in Kategorie 3 am höchsten und in Kategorie 2 am niedrigsten.

Bei der Berechnung des prozentuellen Anteils der Linolsäure an der Gesamtenergie, der gemäß den DACH-Referenzwerten bei 2,5 % liegen soll, weisen die Pizzen mit Thunfisch mit durchschnittlichen 7,4 Energieprozent für Linolsäure einen deutlich höheren Gehalt auf als die Gerichte der übrigen Kategorien, die sich Bereich von 3,9 bis 4,8 Energieprozent für Linolsäure bewegen. Die Schwankungsbreite ist in den einzelnen Kategorien in etwa gleich groß.

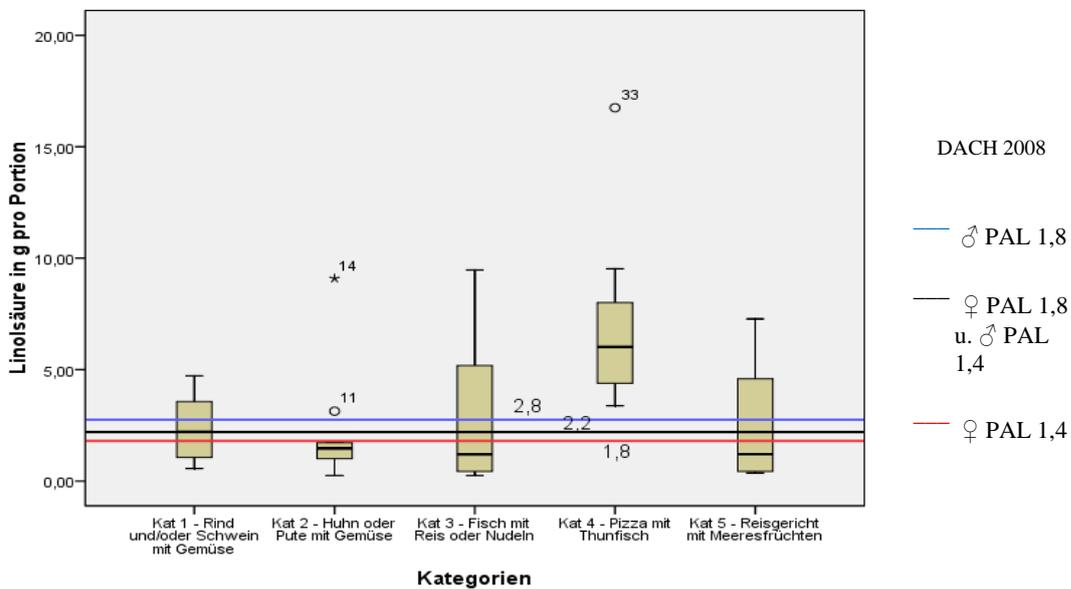


Abb. 33: Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Linolsäure in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	2,37	2,13	2,72	6,84	2,51
Median	2,21	1,47	1,20	6,02	1,21
Minimum	0,57	0,25	0,25	3,38	0,36
Maximum	4,52	9,09	9,47	16,75	7,28
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 47: Gehalt an Linolsäure in g pro Portion

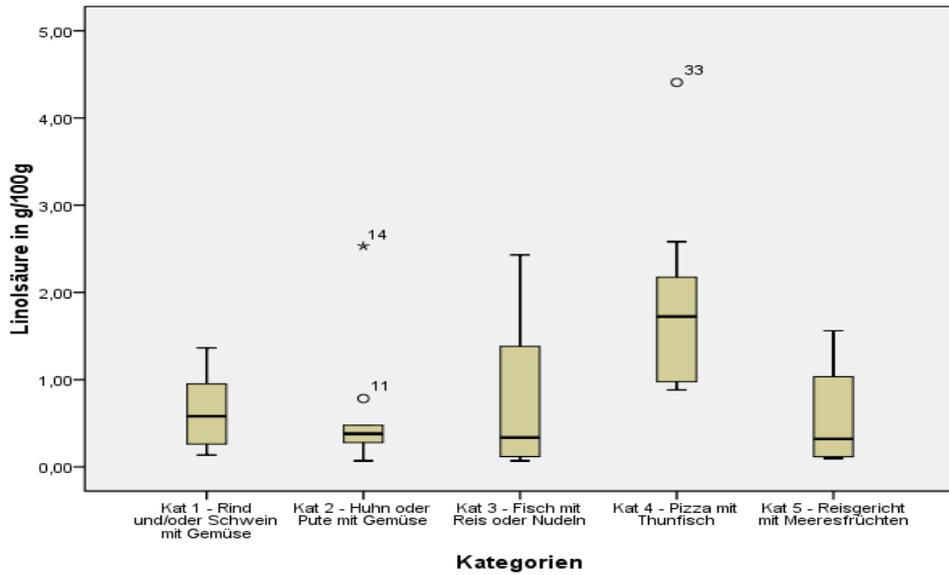


Abb. 34: Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in g pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Linolsäure in g pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,64	0,58	0,75	1,82	0,58
Median	0,58	0,38	0,34	1,72	0,32
Minimum	0,14	0,07	0,07	0,88	0,10
Maximum	1,36	2,53	2,43	4,41	1,56
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 48: Gehalt an Linolsäure in g pro 100 g

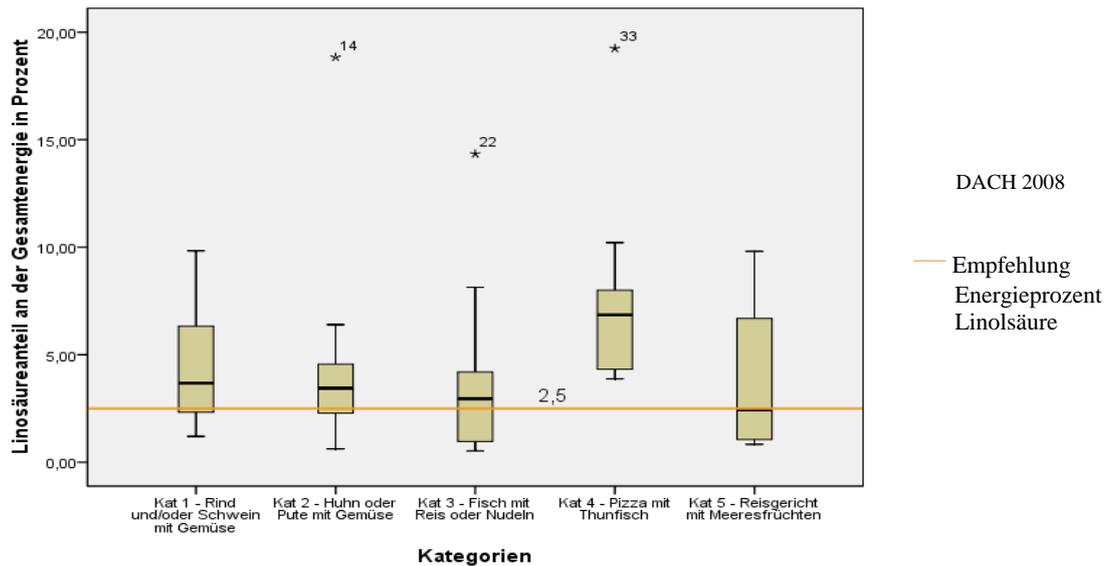


Abb. 35: Boxplot zum Gehalt an Linolsäure in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Linolsäure in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	4,46	4,75	4,05	7,37	3,87
Median	3,68	3,45	2,95	6,85	2,42
Minimum	1,20	0,62	0,53	3,88	0,84
Maximum	9,83	18,84	14,34	19,24	9,81
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 49: Gehalt an Linolsäure in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.11.2 $\alpha$ -Linolensäure

Der Anteil von  $\alpha$ -Linolensäure an der Gesamtenergie der Nahrung soll gemäß den DACH-Referenzwerten bei 0,5 % liegen.

$\alpha$ -Linolensäure kann im Körper zu ihren längerkettigen Derivaten (EPA, DHA) umgesetzt werden, wobei Experimente gezeigt haben, dass tatsächlich nur etwa 10 % der aufgenommenen Menge umgewandelt werden. (DACH, 2008)

Abgesehen von ihrer Essentialität ist alpha-Linolensäure insbesondere aufgrund präventivmedizinischer Aspekte Gegenstand wissenschaftlicher Forschung. So wird von der DGE eine primäre Prävention der KHK durch alpha-Linolensäure als möglich eingestuft. (DGE, 2006)

Geleijnse et al. kommen in ihrer Übersichtsarbeit zu Studien, die sich mit dem KHK-präventiven Potential von alpha-Linolensäure befassen, zu dem Ergebnis, dass die bislang vorliegenden Studien einen postulierten Schutz vor KHK durch alpha-Linolensäure aufgrund widersprüchlicher Resultate nicht bestätigen können. Allerdings verweisen sie darauf, dass bis dato keine, für eine abschließende Beurteilung notwendige, Langzeitstudien zur alpha-Linolensäurewirkung auf das KHK-Risiko vorliegen. (Geleijnse et al., 2010)

In den Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) liegt der mittlere alpha-Linolensäuregehalt mit 0,14 bis 0,33 g pro Portion unter dem nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Schätzwert von 0,35 g alpha-Linolensäure pro Portion für Frauen mit einem PAL von 1,4. Deutlich unterschiedlich hierzu ist der Gehalt an alpha-Linolensäure bei den Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4). Sie weisen einen mittleren Gehalt von 1,12 g alpha-Linolensäure pro Portion auf und liegen damit nicht nur über dem DACH-Schätzwert von 0,55 g für Männer mit PAL 1,8, sondern weisen damit auch einen im Mittel rund dreimal so hohen Gehalt dieser vorwiegend in Pflanzenölen vorkommenden omega-3-Fettsäure auf.

Auch die Auswertung der alpha-Linolensäuregehalte in g pro 100 g zeigt beim Vergleich der Lage der Boxplots der einzelnen Kategorien dasselbe Bild wie die portionsweise Berechnung. Während sich die mittleren Gehalte an alpha-Linolensäure in den Kategorien 1, 2, 3, und 5 im Bereich von 0,04 bis 0,09 g pro 100 g bewegen, liegt bei den Pizzen mit Thunfisch der mittlere Gehalt an alpha-Linolensäure mit 0,30 g pro 100 g mehr als dreimal so hoch als in den anderen Kategorien.

Ein etwas anderes Bild zeigt sich beim Vergleich des Gesamtenergieanteils von alpha-Linolensäure mit dem DACH-Schätzwert von 0,5 Energieprozent für alpha-Linolensäure. Liegen die portionsweisen Absolutgehalte für alpha-Linolensäure bei den meisten Gerichten in den Kategorien 1, 2, 3 und 5 unter dem DACH-Schätzwert für Frauen mit PAL 1,4, so liegen hier die Energieprozentwerte beim Großteil der Produkte der Kategorien 1, 2, 3 und 5 über dem DACH-Schätzwert von 0,5 %. Die Diskrepanz erklärt sich dadurch, dass sich die nach dem Drittelansatz der DGE ermittelten portionsbezogenen Referenzwerte rechnerisch aus dem Sollenergiegehalt für eine Portion ergeben, während der DACH-Schätzwert von 0,5 Energieprozent für alpha-Linolensäure ein relativer Wert ist und daher, weil nicht auf eine bestimmte Sollportionsgröße bezogen, für die Beurteilung der Fettqualität eines Gerichts geeigneter ist.

Die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) liegen mit einem mittleren alpha-Linolensäuregehalt von 1,19 % deutlich über dem Referenzwert von 0,5 %, was auf den höheren Anteil an Pflanzenölen in der Rezeptur zurückzuführen ist.

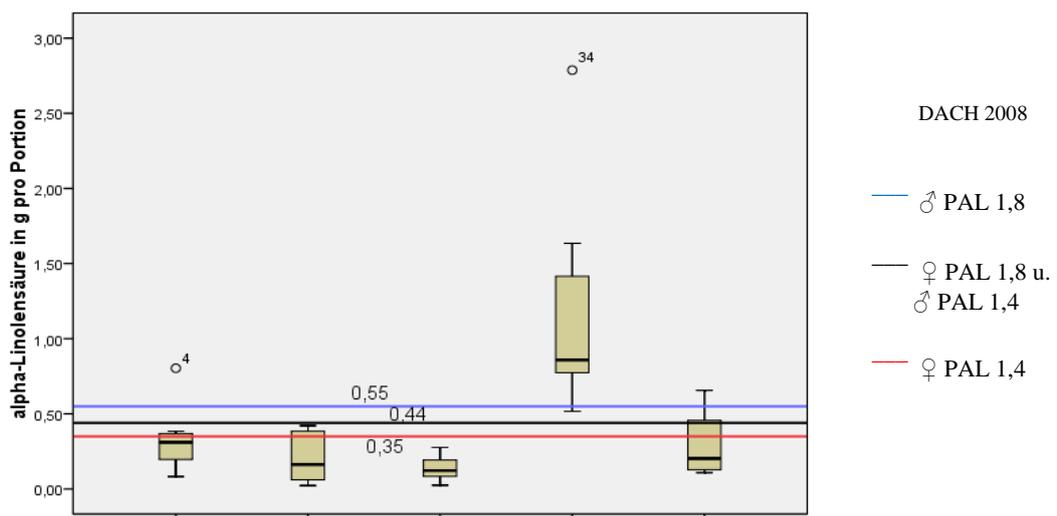


Abb. 36: Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,33	0,2	0,14	1,12	0,29
Median	0,31	0,16	0,12	0,86	0,20
Minimum	0,08	0,2	0,02	0,52	0,11
Maximum	0,80	0,42	0,28	2,79	0,66
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 50: Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro Portion

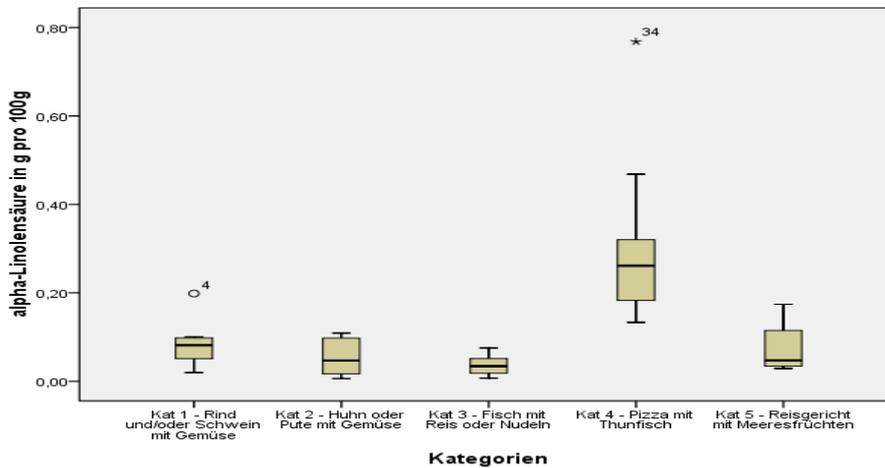


Abb. 37: Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,09	0,05	0,04	0,30	0,07
Median	0,08	0,05	0,03	0,26	0,05
Minimum	0,02	0,01	0,01	0,13	0,03
Maximum	0,20	0,11	0,08	0,77	0,17
verarbeitet Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 51: Gehalt an alpha-Linolensäure in g pro 100 g

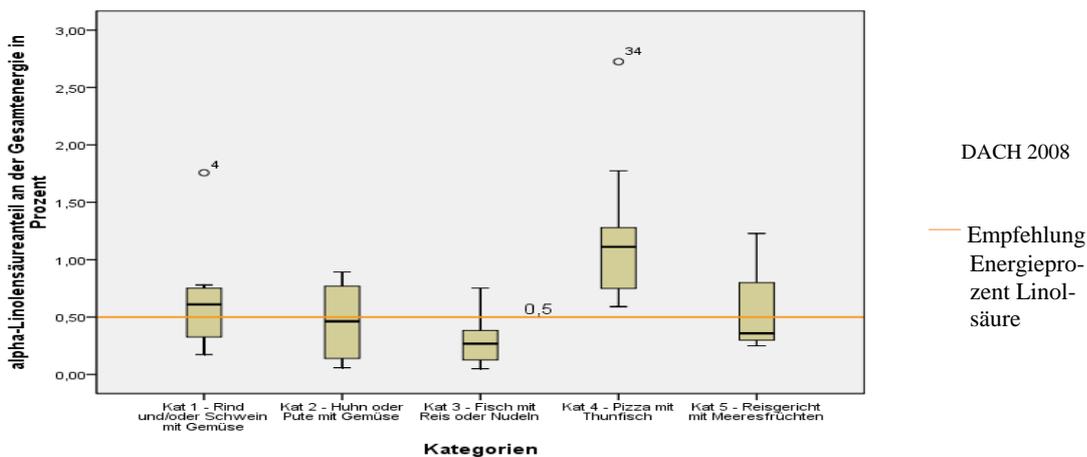


Abb. 38: Boxplot zum Gehalt an alpha-Linolensäure in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an alpha-Linolensäure in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,66	0,46	0,29	1,19	0,55
Median	0,61	0,46	0,27	1,11	0,36
Minimum	0,17	0,06	0,05	0,59	0,25
Maximum	1,76	0,89	0,75	2,73	1,23
verarbeitet Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 52: Gehalt an alpha-Linolensäure in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.11.3 Verhältnis Linolsäure zu alpha-Linolensäure

Das Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure soll entsprechend den DACH-Referenzwerten bei  $\leq 5:1$  liegen (siehe auch Punkt 4.11).

Abbildung 39 zeigt das Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure in den einzelnen Kategorien. Wenngleich die Quotienten in allen fünf Kategorien im Mittel über fünf liegen, zeigt schon ein Blick auf die Box-Plot-Darstellung, dass dies die Folge der großen Streubreite der Quotienten innerhalb der einzelnen Kategorien ist. Denn bei Betrachtung der Einzelwerte in den fünf Kategorien ergibt sich ein etwas differenzierteres Bild. So weisen in Kategorie 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) 3 von 4 Produkten einen Quotienten kleiner als fünf auf, in Kategorie 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) hat die Hälfte der acht Produkte einen Quotienten kleiner als fünf. In den Kategorien 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) und 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) weisen 4 von 10 bzw. 3 von 9 Gerichten einen Quotienten kleiner als 5 auf. Am schlechtesten in Relation zum DACH-Referenzwert schneiden die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) ab, bei denen nur 3 von 13 Gerichten einen Quotienten kleiner als 5 aufweisen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass allein die Zugehörigkeit eines Produktes zu einer bestimmten Kategorie keine Aussage über den Quotienten Linolsäure zu alpha-Linolensäure zulässt, da die Unterschiede zwischen den Produkten innerhalb der einzelnen Kategorien groß sind.

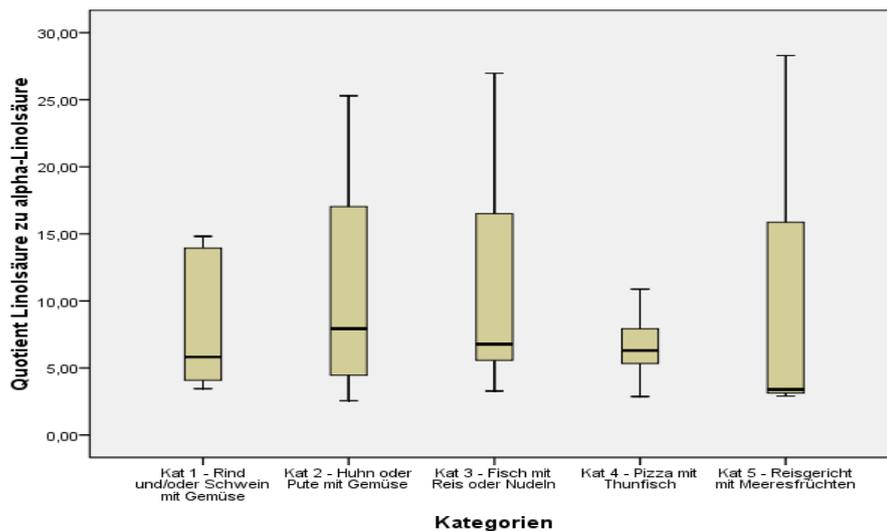


Abb. 39: Boxplot zum Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	8,24	23,27	21,66	6,67	9,5
Median	5,82	7,93	6,78	6,30	3,40
Minimum	3,46	2,57	3,28	2,87	2,91
Maximum	14,81	148,44	113,14	10,88	28,29
verarbeitet Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 53: Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure

#### 4.11.4 EPA und DHA

Die langkettigen omega-3-Fettsäuren Eicosapentaensäure (EPA) und Docosahexaensäure (DHA) sind vorwiegend in fetten Meeresfischen wie Makrele, Lachs, Hering oder Thunfisch enthalten. Der Verzehr von fettem Fisch kann somit einen wesentlichen Beitrag zur Bedarfsdeckung an omega-3-Fettsäuren leisten. Darüber hinaus konnte in Interventionsstudien eine schützende Wirkung langkettiger omega-3-Fettsäuren vor tödlichem Herzinfarkt gezeigt werden (DACH, 2008).

Mozaffarian und Rimm kommen in ihrer Analyse von 20 Kohorten- und Interventionsstudien zum Ergebnis, dass eine Menge von 250 mg EPA und DHA pro Tag das Risiko für einen tödlichen Herzinfarkt in der Primärprävention um 36% senkt. (Mozaffarian und Rimm, 2006).

Auch die DGE bewertet in ihrer Leitlinie zum Fettkonsum die primärpräventive Wirkung langkettiger omega-3-Fettsäuren gegen KHK-Mortalität mit dem Evidenzgrad „überzeugend“. (DGE, 2006)

Die Rotterdam Coronary Calcification Study, eine an 1570 weiblichen und männlichen Probanden im Alter von über 56 Jahren durchgeführte prospektive Kohortenstudie, kommt zum Ergebnis, dass zwischen dem Fischkonsum und der koronaren Gefäßverkalkung eine schwach inverse Beziehung besteht. Allerdings wird diese bei Aufnahme von EPA- und DHA-Supplementen nicht beobachtet, weshalb die Studienautoren festhalten, dass bei Bestätigung dieser Ergebnisse durch weitere Studien die Identifizierung potentieller im Fisch enthaltener, vor Gefäßverkalkung schützender, Inhaltsstoffe das Ziel zukünftiger Forschung sein muss. (Heine-Bröring et al., 2010)

Während die DACH-Referenzwerte die für eine kardioprotektive Wirkung notwendige Erhöhung des Fischkonsums als äußerst schwer erreichbar beurteilen und deshalb in ihren Empfehlungen auf ein ausgewogenes Verhältnis von Linolsäure zu alpha-Linolensäure abzielen, um dadurch eine ausreichende Umwandlung von alpha-Linolensäure zu EPA und DHA zu ermöglichen (DACH-Referenzwerte 2000), empfiehlt die American Heart Association eine Zufuhr von 500 mg EPA und DHA bei gesunden Erwachsenen zur Vorbeugung gegen KHK. (Kris-Etherton et al., 2003)

Die Gehalte an EPA und DHA lagen wie zu erwarten in Kategorie 3 (Fisch mit Nudeln und Reis) mit einem durchschnittlichen Wert von 159 mg pro Portion am höchsten. Die Produkte der Kategorien 4 (Pizzen mit Thunfisch) und 5 (Reisgerichte mit Meeresfrüchten) kamen mit einem durchschnittlichen Gehalt von 79 mg bzw. 86 mg EPA/DHA pro Portion auf etwa die Hälfte dieses Wertes. Auch in den Gerichten der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) und 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) fanden sich mit mittleren Gehalten von 7 bzw. 11 mg pro Portion geringe Mengen an EPA und DHA. Die Nährwerttabelle „Der kleine Souci-Fachmann-Kraut“ weist für Huhn einen Gehalt von 7 bzw. 105 mg EPA bzw. DHA pro 100 g aus. (DFA, 2009). In einer Studie zur Qualitätsbestimmung verschiedener Rindfleischlabels konnten für Rindfleisch aus Weidewaltung EPA- und DHA-Gehalte von 10,5 bzw. 1,7 mg pro 100 g ermittelt werden, die in etwa doppelt so hoch lagen wie die Gehalte von konventionell gezüchtetem Rindfleisch. (Scheeder et al., 2003). Für Schweinefleisch konnten keine Daten zum Gehalt an langkettigen omega-3-Fettsäuren gefunden werden.

Wenngleich die Gehalte an EPA und DHA in Kategorie 3 (Fisch mit Reis oder Nudeln) durchschnittlich am höchsten lagen, so gab es in dieser Kategorie, wie in Abbildung 41 gut ersichtlich, auch die größte Schwankungsbreite unter den einzelnen Gerichten. Bei Analyse der Zutatenliste zeigte sich, dass jene Produkte, die Meeresfische enthielten,

wie zu erwarten im Durchschnitt deutlich höhere Gehalte an EPA und DHA aufwiesen als Produkte mit Süßwasserfischen. (siehe Tabelle 56).

Der Gehalt an EPA und DHA von Lachs liegt bei 750 bzw. 1860 mg pro 100g, während Seelachs und Seehecht einen EPA-Gehalt von 100 bzw. 235 mg pro 100 g und einen DHA-Gehalt von 340 bzw. 445 mg pro 100g aufweisen. (DFA, 2009). Einen mit 0,8 mg EPA und 10 mg DHA pro 100 g sehr niedrigen Anteil an langkettigen omega-3-Fettsäuren weist der in Aquakultur gezüchtete Süßwasserfisch Pangasius auf. (Ho und Paul, 2009)

In Anbetracht der von der AHA empfohlenen Aufnahme von 500 mg EPA und DHA pro Tag zur KHK-Vorbeugung bei gesunden Erwachsenen, muss der Beitrag zur Versorgung mit langkettigen omega-3-Fettsäuren auch durch die Produkte die Fisch enthalten als eher bescheiden beurteilt werden. Auch eine Menge von 250 mg EPA und DHA, die Mozaffarian und Rimm (siehe oben) bei täglicher Zufuhr als präventiv wirksam beurteilen, kann nur durch einige wenige der analysierten Produkte erreicht werden und das eben auch nur einmalig. Durch den Verzehr von Fischprodukten scheint es daher nicht realisierbar, die als primärpräventiv wirksam bewerteten, täglichen Zufuhrmengen an EPA und DHA zu erreichen.

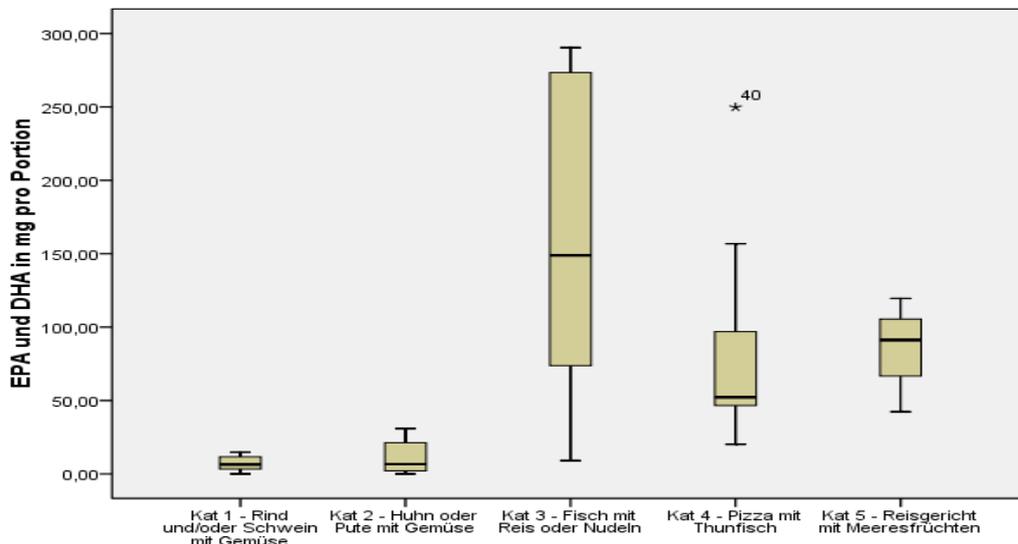


Abb. 40: Boxplot zum Gehalt an EPA und DHA in mg pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an EPA und DHA in mg pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	7,2	11,0	159,1	79,4	86,1
Median	6,4	6,7	148,9	52,2	91,2
Minimum	0	0	9,1	20,2	42,3
Maximum	14,8	30,9	290,4	249,7	119,5
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 54: Gehalt an EPA und DHA in mg pro Portion

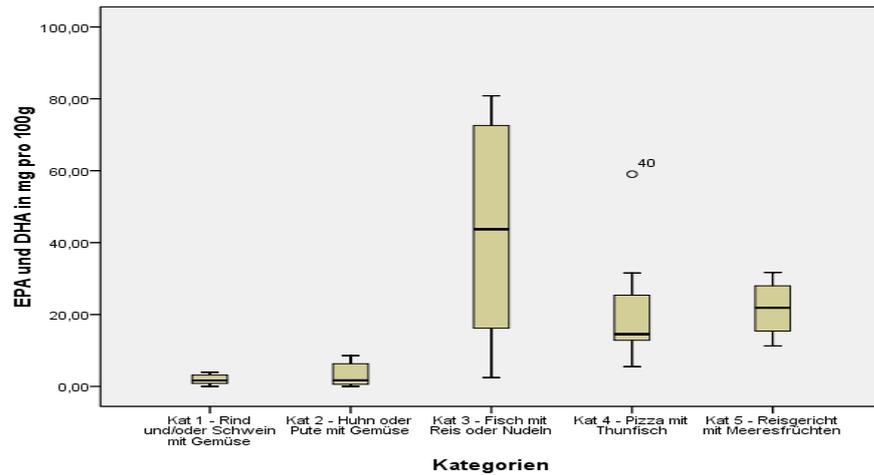


Abb. 41: Boxplot zum Gehalt an EPA und DHA in mg pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

EPA und DHA in mg pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	1,9	3,1	44,0	20,1	21,7
Median	1,7	1,7	43,7	14,5	21,9
Minimum	0	0	2,5	5,5	11,3
Maximum	3,9	8,6	80,8	59,0	31,7
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 55: EPA und DHA in mg 100 g

Probe	Fischart	EPA/DHA mg/100g
Nr. 19	Sardellen, Schrimps, Schrimpspaste, Buntbarsch (Tilapia)	12
Nr. 20	Pangasiusfilet	2
Nr. 21	Lachs	81
Nr. 22	Seelachs	16
Nr. 23	Seehecht	25
Nr. 24	Lachs	77
Nr. 25	Lachs	62
Nr. 26	Lachs	67
Nr. 27	Lachs	73
Nr. 28	Lachs	25

Tab. 56: Gehalte an EPA und DHA in den einzelnen Gerichten der Kategorie 3

## 4.12 Transfettsäuren

Die Hauptquellen für die in Lebensmitteln enthaltenen Transfettsäuren sind industriell produzierte, teilweise gehärtete Pflanzenfette, mit Elaidinsäure als dominierender Transfettsäure, sowie Fleisch- und Milchprodukte von Wiederkäuern, in deren Pansen Transfettsäuren durch bakterielle Transformation von ungesättigten Fettsäuren entstehen. Bei diesen ist Trans-Vaccensäure die am häufigsten vorkommende (EFSA, 2004).

Im letzten Jahrzehnt sind Transfettsäuren aufgrund ihres gesundheitsschädlichen Potentials verstärkt in den Blickpunkt wissenschaftlicher Forschung gerückt. Die mit der Nahrung aufgenommenen Transfettsäuren führen zu einer Steigerung des LDL-Cholesterins und einer Senkung des HDL-Cholesterins, womit eine Erhöhung des KHK-Risikos verbunden ist (Willett & Mozaffarian, 2008). Auch ein Einfluss von Trans-Fettsäuren auf entzündliche Prozesse, Krebs; Allergien und die fetale bzw. frühkindliche Entwicklung wird diskutiert, allerdings ist die Datenlage sich damit befassender Studien nicht schlüssig. (Innis, 2006; Wijga 2006)

Aufgrund ihrer ungünstigen Wirkung auf die Blutlipide geben die DACH-Referenzwerte für Trans-Fettsäuren einen Richtwert von 1 % der Nahrungsenergie an, der nicht überschritten werden sollte. (DACH, 2008)

Wie Abbildung 44 zeigt, lag der Anteil der Transfettsäuren an der Gesamtenergie bei allen untersuchten Produkten deutlich unter diesem Richtwert von 1 %. Lediglich Probe 27 (Grüne Bandnudeln mit Lachs) kam mit einem Wert von 0,95 % nahe an die 1 % Richtmarke heran.

Auch bei den portionsweisen Transfettsäuregehalten unterschritten mit Ausnahme von Probe 27 alle Gerichte den nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Richtwert von 700 mg Transfettsäuren pro Portion für eine Frau mit PAL 1,4. Probe 27 lag mit einem Gehalt von 704 mg Transfettsäuren pro Portion aber auch nur geringfügig höher.

Den mit 44 mg pro 100 g höchsten durchschnittlichen Gehalt an Transfettsäuren wiesen die Gerichte der Kategorie 4 auf. In den Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) lagen die durchschnittlichen Gehalte an Transfettsäuren bei 34, 39 bzw. 23 mg pro 100 g. In Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) lag der mittlere Gehalt an Transfettsäuren mit 5 mg pro 100 g am niedrigsten.

In der Transfair-Studie, in der die Aufnahme von Transfettsäuren in 14 westeuropäischen Ländern erfasst wurde, lag die Transfettsäurezufuhr im Bereich von 1,2 bis 6,7 g pro Tag, entsprechend einem Anteil an der Nahrungsenergie von 0,5 bis 2,1 %. (Hulshof et al., 1999)

In einer am Institut für Ernährungswissenschaften durchgeführten Studie wurden Fast Food- und Convenience Produkte sowie Industrie- und Haushaltmargarinen auf ihren Gehalt an Transfettsäuren untersucht. Die Convenience und Fast Food-Produkte wiesen dabei einen Transfettsäuregehalt von durchschnittlich 0,47 g bzw. 0,36 g/100g auf, bei den Margarinen lag der Anteil an Transfettsäuren bei 2,67 g/100g. Im Vergleich mit 10 Jahre älteren Ergebnissen von Transfettsäureuntersuchungen von Lebensmitteln in Österreich konnte ein signifikanter Rückgang beobachtet werden, allerdings wurden noch immer Produkte mit Transfettsäuregehalten von über 15 % identifiziert, wodurch leicht tägliche Transfettsäureaufnahmen von mehr als 5 g möglich sind. (Wagner et al., 2007). Verglichen mit diesen Ergebnissen kann der Transfettsäuregehalt der in Rahmen dieser Arbeit untersuchten Fertiggerichte als gering eingestuft werden.

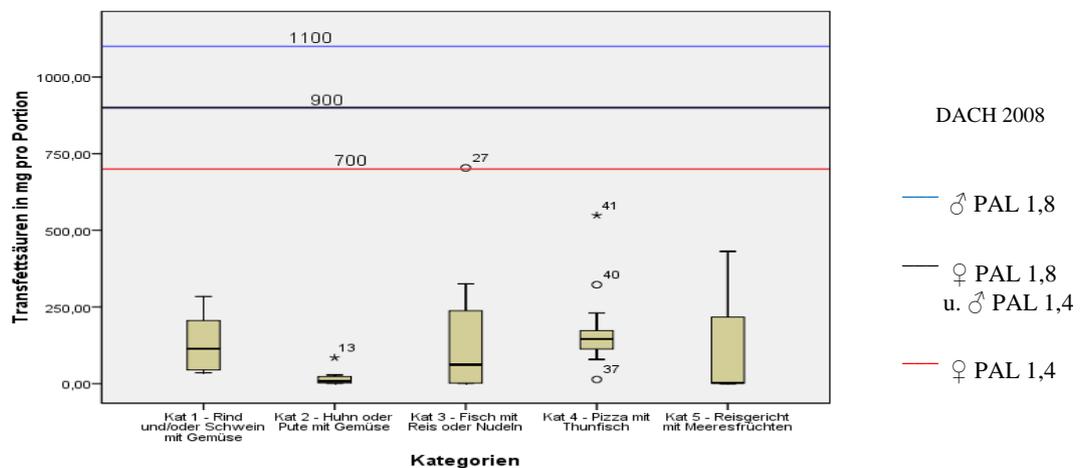


Abb. 42: Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in mg pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Transfettsäuren in mg pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	131	18	154	176	109
Median	114	8	62	146	3
Minimum	36	1	1	14	0
Maximum	284	85	704	549	431
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 57: Gehalt an Transfettsäuren in mg pro Portion

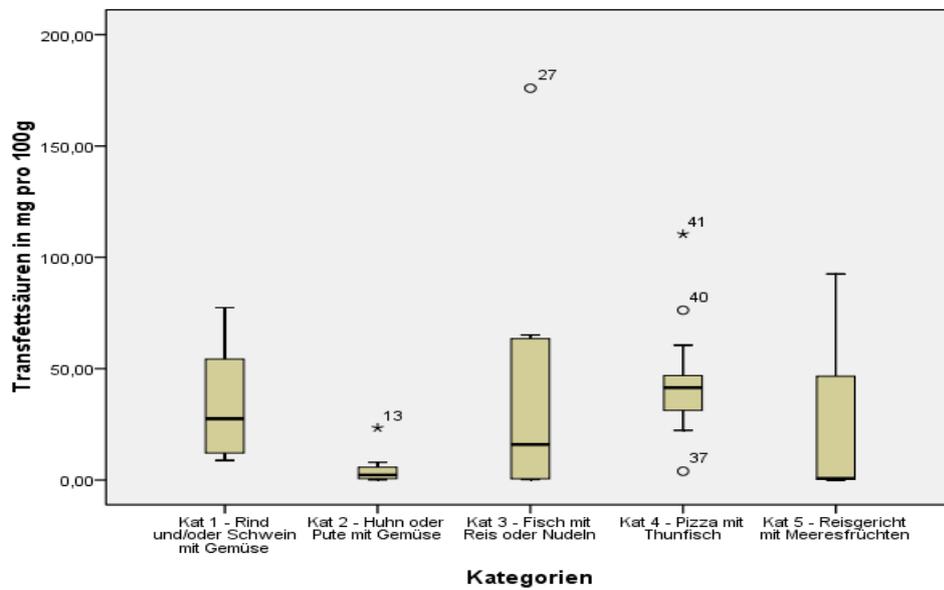


Abb. 43: Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in mg pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Transfettsäuren in mg pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	34	5	39	44	23
Median	28	2	16	41	1
Minimum	9	0	0	4	0
Maximum	77	23	176	110	93
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 58: Gehalt an Transfettsäuren in mg pro 100 g

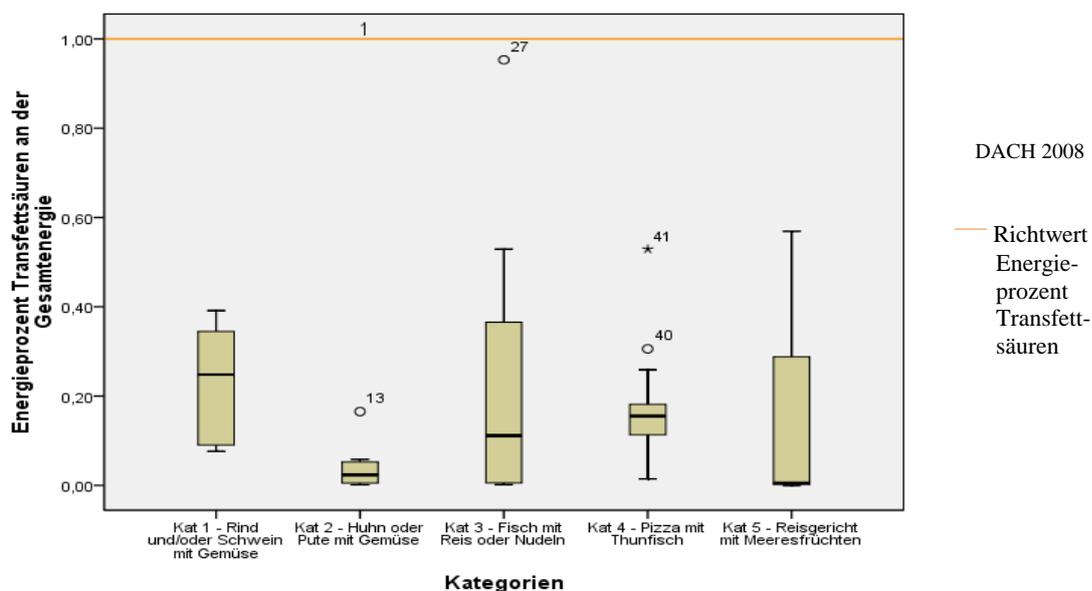


Abb. 44: Boxplot zum Gehalt an Transfettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Transfettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,23	0,04	0,25	0,18	0,15
Median	0,25	0,02	0,11	0,16	0,01
Minimum	0,08	0,0	0,0	0,1	0,0
Maximum	0,39	0,17	0,95	0,53	0,57
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 59: Gehalt an Transfettsäuren in Prozent an der Gesamtenergie

### 4.13 Vitamin E

Unter dem Begriff Vitamin E verbergen sich 8 Einzelsubstanzen,  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocopherol sowie  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -,  $\delta$ -Tocotrienol, die sich hinsichtlich ihrer biologischen Wirksamkeit voneinander unterscheiden. Zur einfacheren Darstellung der Ergebnisse wurden entsprechend der Wirksamkeitsangaben von Elmadfa und Leitzmann die für die einzelnen Vitamin E-Formen ermittelten Analysenwerte in Tocopheroläquivalente (TÄ) umgerechnet.

Ausgehend von einer relativen Vitamin E-Wirksamkeit von 100 % für  $\alpha$ -Tocopherol, liegen die Wirksamkeiten von  $\beta$ -,  $\gamma$ -, und  $\delta$ -Tocopherol bei 50, 25 bzw. bei 1 %. Von den Tocotrienolen weisen nur  $\alpha$ - und  $\beta$ -Tocotrienol, mit 33 bzw. 5 % Wirksamkeit, eine signifikante biologische Aktivität auf. 1 mg  $\alpha$ -Tocopherol entspricht 1 mg TÄ ( Elmadfa und Leitzmann, 2004)

Für  $\alpha$ -Tocopherolacetat erfolgte nur eine qualitative Analyse, da eine quantitative Auswertung aufgrund der schlechten Abtrennung des  $\alpha$ -Tocopherolacetat-Peaks vom Lösungsmittelpeak nicht möglich war.

Die DACH-Referenzwerte sehen für die Vitamin E-Zufuhr einen Schätzwert von 14 mg Tocopherol-Äquivalenten für Männer und von 12 mg für Frauen vor. Diese Schätzwerte ergeben sich aus dem zum Schutz von im Stoffwechsel gebildeten Doppelbindungen notwendigen Grundbedarf von 4 mg TÄ/Tag, zuzüglich der Menge an TÄ, die für den Schutz der den Richtwerten der Fettzufuhr entsprechenden, aufgenommenen Mengen an ungesättigten Fettsäuren erforderlich sind. Pro g Dienfettsäure werden dabei 0,4 mg TÄ als ausreichend angesehen. (DACH, 2008)

In Kategorie 4 (Pizzen mit Thunfisch) lag der Gehalt an TÄ bei nahezu allen Produkten über dem nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Referenzwert von 4,7 mg TÄ pro Portion für Männer. Nur Probe 32 (Pietro Pizzi Tonno - Dr. Oetker) lag mit einem Gehalt von 4,36 mg TÄ unter diesem Schätzwert.

Ein praktisch umgekehrtes Bild zeigte sich demgegenüber in Kategorie 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse). Hier wiesen mit Ausnahme der Proben 14 (Hühnergeschnetzeltes, Spätzle und Gemüse) und 15 (Huhn Mediterran - Hühnerfleisch mit Nudeln und Gemüse an Soße) alle Gerichte einen TÄ-Anteil auf, der unter dem korrigierten Referenzwert von 4 mg TÄ pro Portion für Frauen lag.

In den Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) zeigte sich ein im Vergleich zu den

DACH-Schätzwerten weniger eindeutiges Bild. Im Mittel lagen die TÄ-Gehalte sämtlicher Gerichte dieser drei Kategorien unter oder gleich dem portionsbezogenen Referenzwert von 4,7 mg TÄ für Männer, nur die Gerichte der Kategorien 3 und 5 wiesen einen durchschnittlichen TÄ-Gehalt größer oder gleich dem Schätzwert von 4 mg TÄ für Frauen auf.

Betrachtet man die Lage der Mediane in den Boxplot-Darstellungen, so ist ersichtlich, dass diese in den Kategorien 1, 2, 3 und 5 unter dem 4 mg Referenzwert für Frauen liegen. Somit weist in diesen Kategorien jeweils zumindest die Hälfte der Produkte einen TÄ-Gehalt von kleiner gleich 4 mg auf.

Ein bei Betrachtung der Lage der Box-Plots ähnliches Bild wie die portionsweise Darstellung des TÄ-Gehaltes zeigt die Angabe des TÄ-Anteils in mg pro 100 g Probe.

Während die Produkte der Kategorien 1, 2, 3 und 5 einen nahe beisammen liegenden, durchschnittlichen TÄ-Gehalt (08 - 1,1 mg/100 g) aufweisen, liegen die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) mit einem mittleren Gehalt von 2,7 mg TÄ pro 100 g deutlich höher. Berechnet man die Abhängigkeit zwischen dem TÄ-Gehalt (mg/100 g) und dem Fettgehalt der Gerichte (g/100 g), so ergibt sich eine auf einem Niveau von 0,01signifikante Korrelation zwischen diesen beiden Parametern, mit einem Korrelationskoeffizienten von 0,743 nach Pearson. Somit kann der höhere Gehalt an TÄ der Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) mit deren höherem Anteil an Fett, insbesondere an ungesättigten Fettsäuren, erklärt werden.

Abbildung 47 stellt den Gehalt an Tocopheroläquivalenten den zum Schutz der ungesättigten Fettsäuren notwendigen Schutzäquivalenten, deren Menge sich aus dem jeweiligen Fettprofil eines Produktes ergibt, gegenüber. Dabei zeigt sich, dass die Boxplots, die den Gehalt an TÄ im mg pro 100 g Probe repräsentieren, im Mittel deutlich höher liegen als die den Bedarf an Schutzäquivalenten repräsentierenden Box-Plots. Durch die kategorienweise Aufschlüsselung der Ergebnisse kann aus dieser Darstellung allerdings nicht herausgelesen werden, ob der Gehalt an Schutzäquivalenten bei jedem einzelnen Gericht ausreichend ist. Ein Blick auf die Einzelergebnisse eines jeden Produktes zeigte jedoch, dass nur bei den Proben 11 (Hühner Frikassee mit feinem Gemüse und Reis) und 21 (Wildlachsfilet mit Schnittlauchsauce und Reis) der Gehalt an Schutzäquivalenten zu niedrig war, bei allen anderen Gerichten lag der TÄ-Gehalt über dem notwendigen Schutzäquivalentbedarf.

$\alpha$ -Tocopherolacetat, das eine künstliche Form von Vitamin E darstellt, konnte in allen Proben nachgewiesen werden.  $\alpha$ -Tocopherolacetat besitzt per se keine antioxidative Kapazität, erst durch Abspaltung des Acetat-Restes unter der Einwirkung von Esterasen wird es durch Freiwerden der Hydroxylgruppe biologisch wirksam. Aufgrund der besseren Stabilität gegenüber unveresterten Formen wird  $\alpha$ -Tocopherolacetat bevorzugt als Zusatzstoff für Lebensmittel als auch für kosmetische Produkte eingesetzt. (Rangarajan und Zatz, 1999) Trotz des Nachweises in allen Proben konnte aber in keiner einzigen Zutatenliste eine Angabe über die Verwendung als Zusatzstoff gefunden werden.

Gesamt betrachtet können die Gerichte einen guten Beitrag zur Vitamin E Versorgung leisten, wobei die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4) deutlich mehr Vitamin E enthalten als die übrigen Gerichte. Dies kann auf den höheren Anteil an in der Rezeptur enthaltenen Pflanzenölen, die reich an Vitamin E sind, zurückgeführt werden. In den Zutatenlisten der Produktverpackungen ist dabei in dem meisten Fällen aber nicht ausgewiesen, um welches Pflanzenöl es sich genau handelt.

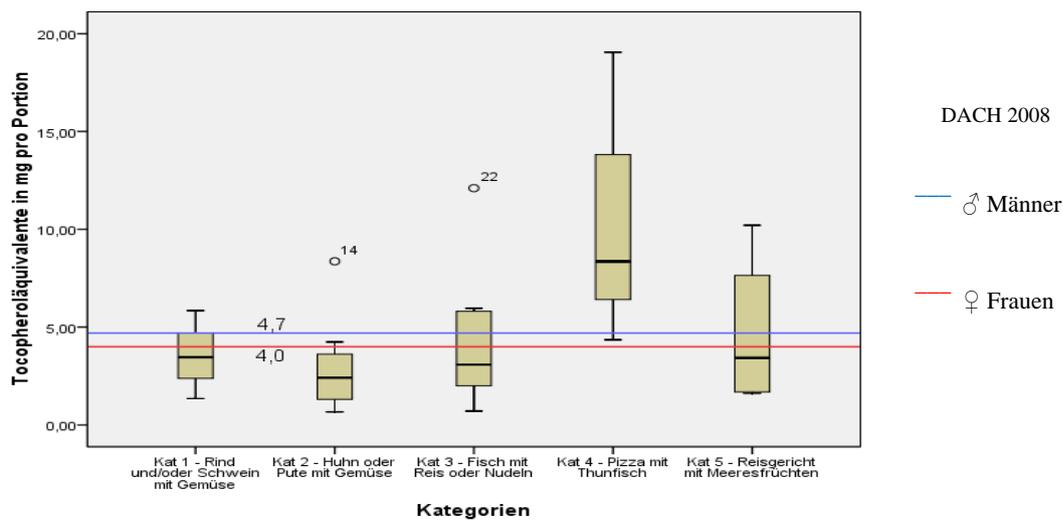


Abb. 45: Boxplot zum Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	3,5	2,9	4,0	10,1	4,7
Median	3,5	2,4	3,1	8,4	3,4
Minimum	1,4	0,7	0,7	4,4	1,6
Maximum	5,9	8,4	12,1	19,1	10,2
verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 60: Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro Portion

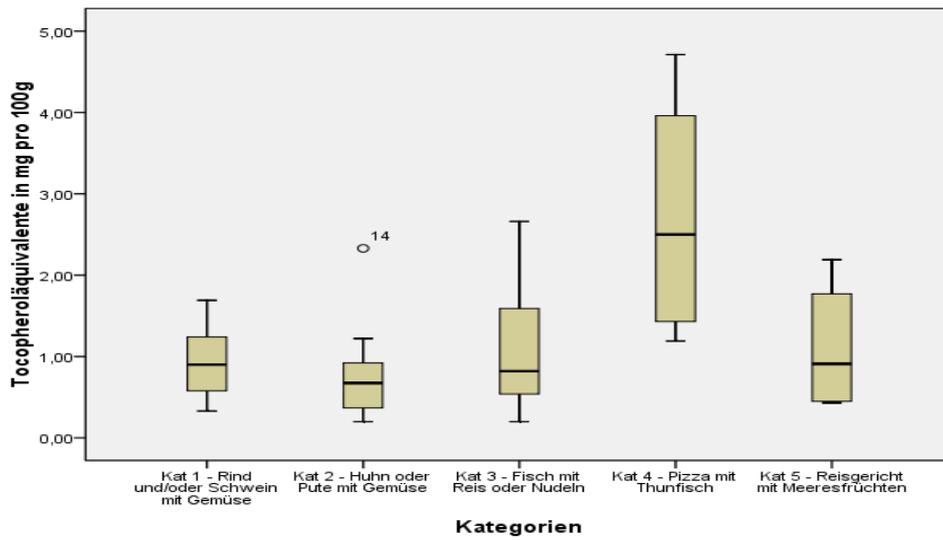


Abb. 46: Boxplot zum Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	0,9	0,8	1,1	2,7	1,1
Median	0,9	0,7	0,8	2,5	0,9
Minimum	0,3	0,2	0,2	1,2	0,4
Maximum	1,7	2,3	2,7	4,7	2,2
Verarbeitete Fälle	8	10	10	13	4

Tab. 61: Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g

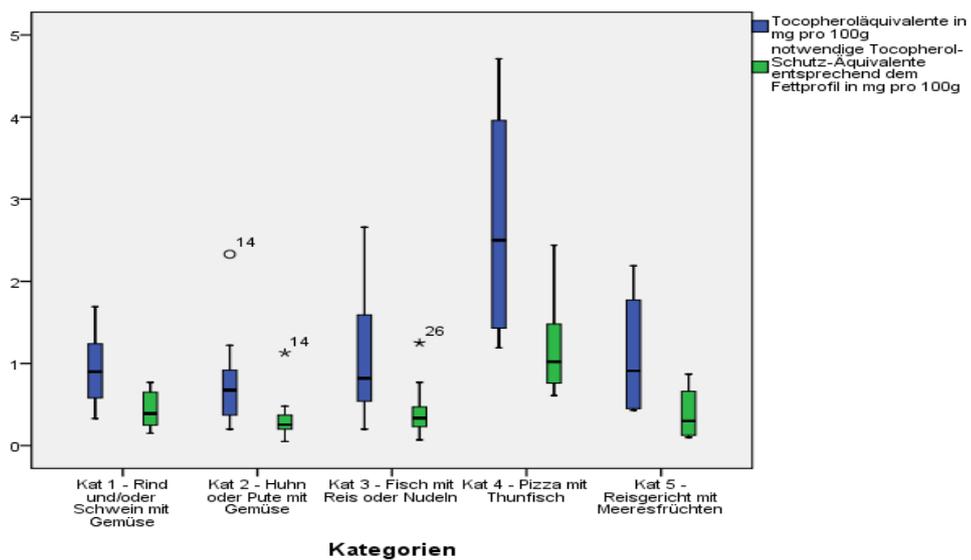


Abb. 47: Gehalt an Tocopheroläquivalenten in mg pro 100 g und notwendige Schutzäquivalente in mg pro 100 g entsprechend dem Fettprofil

#### 4.14 Nährstoffe aus den Nährwerttabellen der Produktverpackungen

Im Folgenden sollen kurz die aus den Nährwerttabellen entnommenen Daten zu den Nährstoffen Kohlenhydrate, Protein, NaCl und Ballaststoffe dargestellt werden und mit den DACH-Referenzwerten verglichen werden.

Für die Parameter Kohlenhydrate und Protein befanden sich bei 44 der 45 untersuchten Produkte Angaben zu deren Gehalt in der Nährwerttabelle. Nur bei Probe 26 (Frische Mezzelune al Salmone) war auf der Produktverpackung keine Nährwerttabelle abgedruckt.

Für die Parameter NaCl und Ballaststoffe fanden sich bei 21 bzw. 22 Produkten Angaben zu deren Gehalt in den Nährwerttabellen. Bei einzelnen Produkten waren auch noch Angaben zu weiteren Nährstoffen in den Nährwerttabellen abgedruckt, allerdings noch wesentlich unvollständiger als bei den beiden letztgenannten Parametern NaCl und Ballaststoffe. Deshalb wurde auch auf eine Darstellung weiterer Nährstoffe verzichtet, da aufgrund der nach Kategorien aufgeschlüsselten Auswertung der Ergebnisse Vergleiche zwischen den einzelnen Produktkategorien bei derart lückenhafter Datenlage wenig sinnvoll erscheinen.

##### 4.14.1 Kohlenhydrate

Kohlenhydrate sind neben den Fetten die wichtigste Quelle zur Deckung des Energiebedarfs. Um eine übermäßige Fettzufuhr zu vermeiden, sollte die Aufnahme an Kohlenhydraten mindestens 50 % der täglichen Energiezufuhr ausmachen, vorzugsweise in Form komplexer Kohlenhydrate wie Stärke. (DACH, 2008)

Diesen Richtwert von 50 % überschreiten mit im Mittel ca. 52 % Kohlenhydratanteil an der Gesamtenergie nur die Produkte der Kategorien 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten). Die Gerichte der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse), 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) und 4 (Pizza mit Thunfisch) bleiben mit durchschnittlichen 41 bis 46 % Kohlenhydratanteil unter diesem Richtwert.

Ein Blick auf die Einzelergebnisse zeigt, dass in den Kategorien 1 und 4 nur 2 von 8 bzw. 2 von 13 Produkten den 50 %-Richtwert überschreiten, während bei den Gerichten der übrigen Kategorien jeweils etwa die Hälfte über diesem Wert liegt. Überraschend ist hier das schlechte Abschneiden der Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4), zumal man aufgrund des Pizzateiges einen höheren Kohlenhydratanteil erwarten könnte.

In Summe erreichten nur 17 der 45 Produkte den Richtwert von zumindest 50 Energieprozent für Kohlenhydrate.

Diese Ergebnisse decken sich gut mit den Resultaten des Österreichischen Ernährungsberichtes 2008. Demnach liegt in Österreich die Kohlenhydratzufuhr bei Frauen bei 46 % und bei Männern bei 43 % der Nahrungsenergie und damit unter dem 50 %-Richtwert. (Elmadfa et al.,2009)

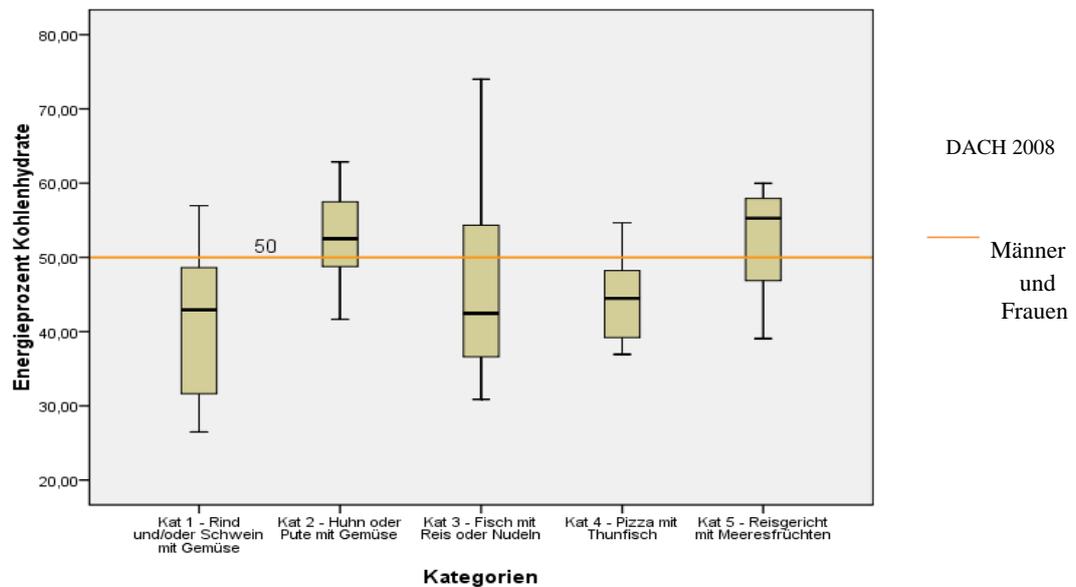


Abb. 48: Boxplot zum Gehalt an Kohlenhydraten in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Kohlenhydraten in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	41,2	52,6	46,6	44,3	52,4
Median	42,9	52,5	42,5	44,5	55,3
Minimum	26,5	41,7	30,9	36,9	39,1
Maximum	57,0	62,9	74,0	54,7	60,0
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 62: Gehalt an Kohlenhydraten in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.14.2 Protein

Im Gegensatz zu den Kohlenhydraten und Fetten dient Nahrungsprotein nicht vorzüglich als Energiequelle sondern als Lieferant essentieller Aminosäuren für den Aufbau körpereigenen Proteins.

Die DACH-Referenzwerten empfehlen eine Aufnahme von 0,8 g Protein pro kg Körpergewicht und Tag, entsprechend einem Energieprozentanteil von 8 bis 10 % für Protein bei gemischter Kost. (DACH, 2000)

Der Proteinanteil an der Gesamtenergie lag bei sämtlichen Produkten über dem 10 %-Referenzwert. Im Mittel lagen die Proteingehalte in den einzelnen Kategorien bei 18 bis 24 %, wobei die Schwankungsbreite zwischen den einzelnen Gerichten in den Kategorien 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse) und 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) am größten war.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Proteingehalte aller untersuchten Produkte über der 10 %-Empfehlung der DACH-Referenzwerte lagen. Wie schon bei den Kohlenhydraten passen auch hier die Ergebnisse gut zu den Resultaten des Österreichischen Ernährungsberichtes 2008, demzufolge die Proteinaufnahme Österreichischer Erwachsener 15 % der Gesamtenergieaufnahme ausmacht. (Elmadfa et al., 2009)

Eine schädigende Wirkung einer überhöhten Proteinzufuhr ist nach derzeitigem Wissensstand nicht gegeben, allerdings nimmt mit steigender Proteinzufuhr auch die Menge an im Stoffwechsel gebildeter ausscheidungspflichtiger Substanzen zu, weshalb der Gesamtenergieanteil für Protein 25 % nicht übersteigen sollte. (DACH, 2008)

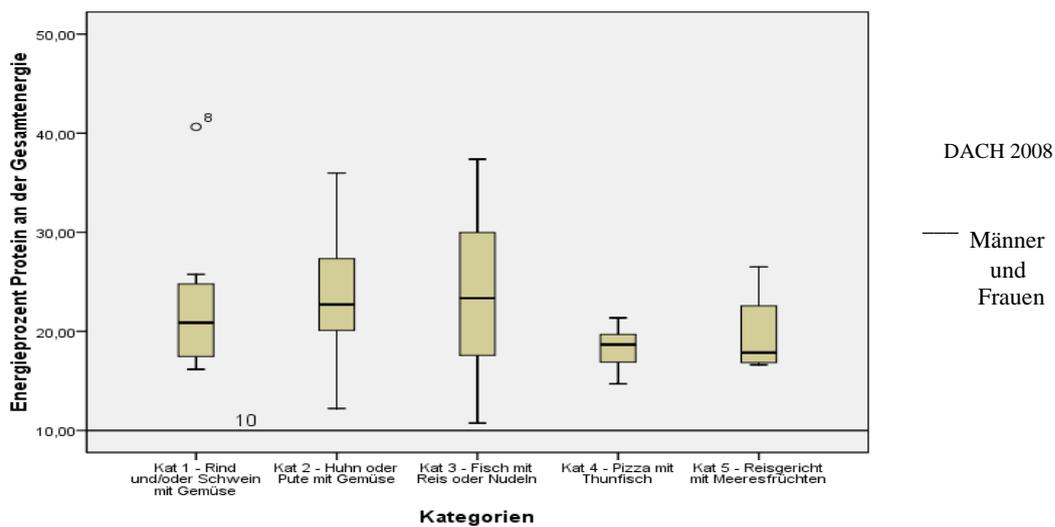


Abb. 49: Gehalt an Protein in Prozent an der Gesamtenergie, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Protein in Prozent an der Gesamtenergie					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	22,9	23,8	23,9	18,5	19,7
Median	20,9	22,7	23,4	18,7	17,9
Minimum	16,2	12,2	10,7	14,7	16,6
Maximum	40,6	36,0	37,4	21,4	26,5
verarbeitete Fälle	8	10	9	13	4

Tab. 63: Gehalt an Protein in Prozent an der Gesamtenergie

#### 4.14.3 Ballaststoffe

Bei Ballaststoffen handelt es sich um Zellwandbestandteile pflanzlicher Nahrungsmittel, die von den menschlichen Verdauungsenzymen nicht abgebaut werden können. (Elmadfa, 2009)

Ballaststoffe sollen unter anderem vor Erkrankungen wie Verstopfung, Übergewicht Dickdarmkrebs, Diabetes mellitus oder Arteriosklerose schützen. Die DACH-Referenzwerte geben für die wünschenswerte Zufuhr einen Richtwert von 30 g Ballaststoffen pro Tag an. (DACH, 2008)

Wie Abbildung 50 zeigt konnte keines der Produkte den nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Referenzwert von 10 g Ballaststoffe pro Portion erreichen. Am nächsten kamen diesem Wert noch die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4), bei denen der durchschnittliche Ballaststoffgehalt bei 6,7 g lag. Allerdings gab es nur bei 4 der 13 untersuchten Pizzen eine Angabe zum Ballaststoffgehalt.

In den übrigen Kategorien lag der mittlere Ballaststoffgehalt der Produkte im Bereich von 3,3 bis 4,3 g, wobei die Schwankungsbreite bei den Gerichten der Kategorie 3 (Fisch mit Nudeln oder Reis) am größten war. Hier fanden sich in den einzelnen Kategorien jeweils bei etwa der Hälfte der Produkte Angaben zum Ballaststoffgehalt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die untersuchten Produkte zweifellos einen Beitrag zur täglichen Ballaststoffversorgung leisten, der aber in Hinblick auf den DACH-Richtwert als eher bescheiden angesehen werden muss. Überraschend ist hier die Tatsache, dass die Gerichte der Kategorien 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse) und 2 (Huhn oder Pute mit Gemüse), die durchwegs Gemüse als Beilage beinhalten, schlechter abschneiden als etwa die Pizzen mit Thunfisch (Kategorie 4).

Interessant ist auch hier wieder die Parallele mit den Resultaten des Österreichischen Ernährungsberichtes 2008, demzufolge die Ballaststoffaufnahme Österreichischer Erwachsener bei etwa 20 g pro Tag und somit deutlich unter dem angestrebten Richtwert von 30 g liegt. (Elmadfa et al., 2009)

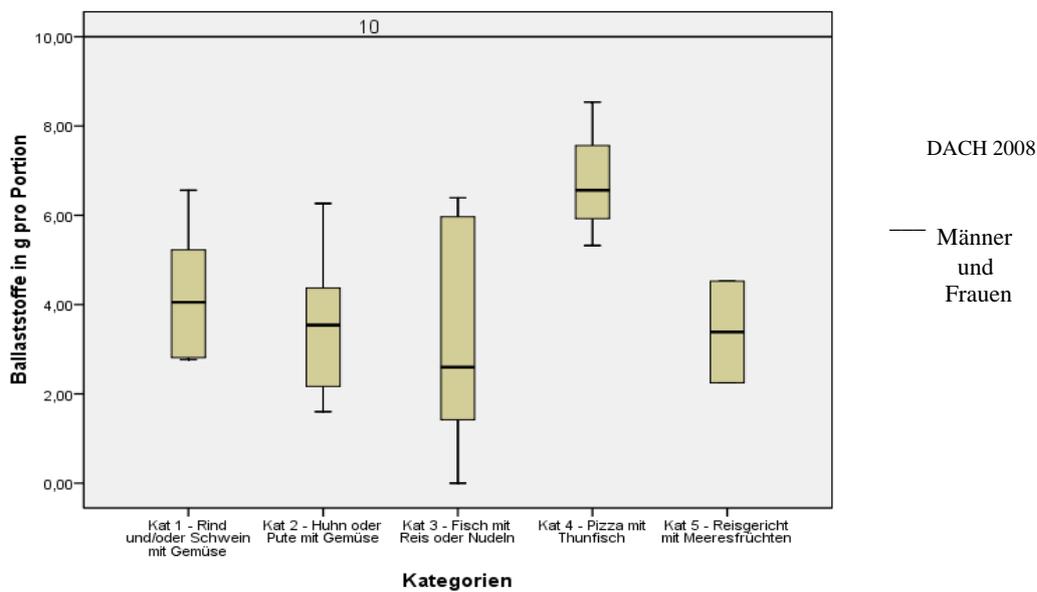


Abb. 50: Boxplot zum Gehalt an Ballaststoffen in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Gehalt an Ballaststoffen in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	4,3	3,6	3,3	6,7	3,4
Median	4,1	3,5	2,6	6,6	3,4
Minimum	2,8	1,6	0,1	5,3	2,3
Maximum	6,6	6,3	6,4	8,5	4,5
verarbeitete Fälle	5	6	5	4	2

Tab. 64: Gehalt an Ballaststoffen in g pro Portion

#### 4.14.4 Natriumchlorid (Kochsalz)

Die DACH-Referenzwerte sehen eine Kochsalzzufuhr von 6 g pro Tag als ausreichend an. Höhere Aufnahmen werden aufgrund der je nach genetischer Disposition bestehenden Gefahr einer salzsensitiven Hypertonie als ungünstig angesehen. (DACH, 2008)

Bei 21 der 45 untersuchten Produkte fanden sich Angaben zum Kochsalzgehalt in den Nährwerttabellen der Verpackungen. Dabei lag der Gehalt bei allen Produkten, mit Ausnahme von Probe 21 (Wildlachsfilet mit Schnittlauchsauce und Reis), über dem nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten DACH-Richtwert von 2 g Speisesalz pro Portion. Die Hälfte der 21 Gerichte überschritt diesen Wert dabei um das Doppelte.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass jene Produkte, bei denen sich Angaben zum Kochsalzgehalt fanden, als zu salzig bewertet werden müssen. Auch hier spiegeln die Produkte wiederum gut die durch den Österreichischen Ernährungsbericht 2008

erfasste Ernährungssituation wider, der zufolge die Kochsalzaufnahme bei Österreicherischen Erwachsenen bei 9 g pro Tag und damit deutlich über dem Richtwert von 6 g liegt. (Elmadfa, 2009)

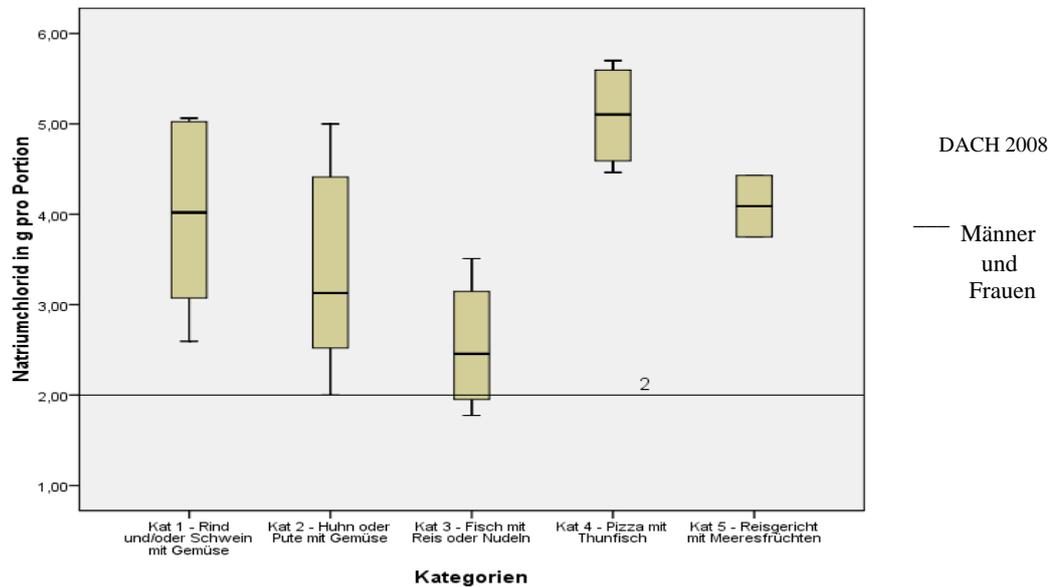


Abb. 51: Boxplot zum Natriumchloridgehalt in g pro Portion, aufgeschlüsselt nach Kategorien

Natriumchloridgehalt in g pro Portion					
Kategorie	1.(8)	2.(10)	3.(10)	4.(13)	5.(4)
Mittelwert	4,0	3,4	2,5	5,1	4,1
Median	4,0	3,1	2,5	5,1	4,1
Minimum	2,6	2,0	1,8	4,5	3,8
Maximum	5,1	5,0	3,5	5,7	4,4
verarbeitete Fälle	5	6	4	4	2

Tab.65: Natriumchloridgehalt in g pro Portion

## 5. Schlussbetrachtung

Die im Laufe der letzte Jahre zu verzeichnenden Umsatzzuwachsraten im Bereich Convenience Food, denen die Fertiggerichte zuzurechnen sind, erfreuen zwar einerseits den Lebensmittelhandel, zeigen aber andererseits die dringende Notwendigkeit, sich die ernährungsphysiologische Qualität dieser Produktgruppe anzusehen, um eine Beurteilung darüber abgeben zu können, ob diese einen adäquaten Beitrag zu einer ausgewogenen Ernährung leisten können.

Unter diesem Gesichtspunkt wurden im Rahmen dieser Arbeit insgesamt 45 Fertiggerichte auf Fisch und/oder Gemüsebasis von verschiedenen Österreichischen Supermärkten auf die Parameter Gesamtfett, Fettsäuremuster und Vitamin E-Gehalt hin analysiert. Zusammen mit den aus den Nährwerttabellen der Produktverpackungen entnommenen Daten zum Energiegehalt sowie zu den Nährstoffen Kohlenhydrate, Protein, Natriumchlorid und Ballaststoffe, wurden die laboranalytisch gewonnen Ergebnisse mit den DACH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr verglichen, um auf diese Weise einen Eindruck von deren ernährungsphysiologischer Qualität zu bekommen.

Aufgrund der Tatsache, dass es sich bei den untersuchten Proben um 45 verschiedene Gerichte handelte, war die Schwierigkeit gegeben, eine sinnvolle Form der Ergebnisdarstellung zu finden. Da es interessant erschien, mögliche Trends zwischen in ihrer Rezeptur ähnlicher Fertiggerichte aufzuzeigen, wurden die untersuchten Produkte in die Kategorien „Rind und/oder Schwein mit Gemüse“ (Kategorie 1), „Huhn oder Pute mit Gemüse“ (Kategorie 2), „Fisch mit Nudeln oder Reis (Kategorie 3)“, „Pizza mit Thunfisch“ (Kategorie 4) und „Reisgericht mit Meeresfrüchten“ (Kategorie 5) unterteilt.

Die Portionsgröße in g betreffend gab es keine nennenswerten Unterschiede zwischen den einzelnen Kategorien. Anders stellte sich die Situation beim portionsbezogenen Energiegehalt der Gerichte dar. Mit Ausnahme der Pizzen mit Thunfisch (870 kcal/Portion) lagen die mittleren Energiegehalte der Gerichte der übrigen Kategorien mit durchschnittlichen 400-500 kcal pro Portion unter dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert für Frauen mit einem PAL von 1,4. Dies kann im Hinblick auf eine nicht wünschenswerte überkalorische Ernährung positiv bewertet werden, andererseits muss der Konsument aber auch eine einer Hauptmahlzeit entsprechende Portionsgröße erwar-

ten dürfen. Mit Ausnahme der Pizzen mit Thunfisch wurde aus den restlichen Kategorien kaum ein Produkt diesem Anspruch gerecht.

Beim Gesamtfettgehalt schnitten die Produkte durchaus positiv ab. Nur bei den Pizzen mit Thunfisch lag der mittlere Gesamtenergieanteil für Fett mit durchschnittlichen 35,9 % deutlich über dem 30%-DACH-Richtwert. Die Produkte aus der Kategorie „Rind und/oder Schwein mit Gemüse“ lagen mit durchschnittlichen 32,4 % nur knapp über der 30%-Marke, während die anderen Kategorien mit mittleren 19 (Kategorie 2) bis 25 Energieprozent (Kategorie 5) deutlich unter diesem Wert lagen. Auch bei den portionsweisen Fettgehalten in g zeigte sich ein ähnlicher Trend. Mit Ausnahme der Pizzen mit Thunfisch lagen die Fettgehalte der anderen Kategorien im Mittel unter dem nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten portionsbezogenen DACH-Richtwert für Frauen mit PAL 1,4. Der absolute Fettgehalt muss aber unbedingt unter Berücksichtigung der Portionsgröße betrachtet werden.

Beim Energieprozentanteil für gesättigte Fettsäuren lagen die Kategorien 1, 3, 4 und 5 mit mittleren 10-11 % recht ähnlich bzw. nahe dem als Obergrenze zu verstehenden DACH-Richtwert von 10 %. Die Produkte der Kategorie 2 lagen hier mit durchschnittlichen 5,2 % deutlich niedriger. Bei den einfach ungesättigten Fettsäuren erreichten im Mittel nur die Produkte der Kategorien 1 (13,9%) und 4 (14,3%) den 13%-Richtwert, während die übrigen Kategorien einen Gesamtenergieanteil für einfach ungesättigte Fettsäuren von 6 (Kategorie 3) bis 9 % (Kategorie 5) aufwiesen. Über dem DACH-Richtwert von 7 Energieprozent für mehrfach ungesättigte Fettsäuren lag im Mittel nur Kategorie 4 (8,5%), die übrigen Kategorien bewegten sich im Bereich von 4,6 bis 5,2 Prozent.

Ein durchaus überraschendes Ergebnis zeigte sich beim Fettsäuremuster der einzelnen Kategorien. Im Vergleich mit dem wünschenswerten Verhältnis von SFA:MUFA:PUFA von ca. 33:43:23 schnitt die Kategorie „Fisch mit Nudeln oder Reis“ (44:31:25) am schlechtesten ab, während die Kategorie „Pizza mit Thunfisch“ (33:42:25) dem wünschenswerten Verhältnis von allen Kategorien am nächsten kam. Zurückgeführt werden kann dieses Ergebnis auf die in der Produktrezeptur verwendeten Fette. So waren in den Zutatenlisten der Fischgerichte vielfach Milchfette vorherrschend, während bei den Pizzen mit Thunfisch überwiegend pflanzliche Öle für die Rezeptur verwendet wurden.

Die Energieprozentanteile für Linolsäure lagen in allen Kategorien im Mittel über dem DACH-Richtwert von 2,5%. Bei alpha-Linolensäure lagen die Kategorien „Huhn oder

Pute mit Gemüse“ und „Fisch mit Nudeln oder Reis“ unter dem DACH-Richtwert von 0,5 Energieprozent. In allen Kategorien lag das Verhältnis von Linolsäure : alpha-Linolensäure über dem wünschenswerten Verhältnis von  $\leq 5:1$ , in den beiden letztgenannten Kategorien mit 22:1 bzw. 23:1 sogar sehr deutlich.

Ein Hauptaugenmerk galt der Ermittlung des Gehaltes an den langkettigen omega-3-Fettsäuren Eisoopentaensäure und Docosahexaensäure. Wie zu erwarten wiesen die Produkte der Kategorie 3 (Fisch mit Reis oder Nudeln) die mit durchschnittlichen 159 mg EPA und DHA pro Portion höchsten Gehalte an diesen langkettigen Fettsäuren auf. Aber auch die Gerichte der Kategorien 4 (Pizza mit Thunfisch) und 5 (Reisgericht mit Meeresfrüchten) wiesen mit 79 bzw. 86 mg EPA und DHA pro Portion nennenswerte Mengen an diesen omega-3-Fettsäuren auf. An dieser Stelle muss darauf hingewiesen werden, dass nur Meeresfische bedeutende Mengen an den gesundheitlich wertvollen Fettsäuren EPA und DHA enthalten. So enthielt die zu Kategorie 3 gehörende Probe Nr. 20 beispielsweise Pangasius als Fischanteil. Da es sich bei diesem Fisch um einen in Aquakultur gezüchteten Süßwasserfisch handelt, lag der Gehalt an EPA und DHA bei nur 2 mg/100 g und damit im Bereich des durchschnittlichen Gehaltes von 1,9 mg EPA und DHA der Produkte aus Kategorie 1 (Rind und/oder Schwein mit Gemüse). Der Energieprozentanteil an Trans-Fettsäuren lag bei allen Gerichten unter dem Richtwert von 1 %, was sehr positiv zu bewerten ist.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass nur die Pizzen mit Thunfisch einen etwas zu hohen Fettanteil aufwiesen und die Produkte somit insgesamt als nicht zu fett eingestuft werden können. Im Hinblick auf das Fettsäuremuster wäre bei vielen Gerichten eine Erhöhung des Gehaltes an mehrfach ungesättigten Fettsäuren zu Lasten der gesättigten Fettsäuren wünschenswert. Bei Fischprodukten sollte darauf geachtet werden, Gerichte mit Meeresfisch zu kaufen. Die Fettangaben in den Nährwerttabellen der Produktverpackungen stimmten gut mit den im Labor analysierten Werten zum Fettgehalt überein, was bedeutet, dass der Konsument den Angaben auf den Verpackungen vertrauen kann. Den Vitamin E-Gehalt betreffend lagen die Kategorien 1, 2, 3 und 5 mit einem mittleren Gehalt an Tocopheroläquivalenten von 2,9 bis 4,7 mg pro Portion im Bereich des nach dem Drittelansatz der DGE korrigierten portionsbezogenen DACH-Referenzwert von 4,0 mg

für Frauen. Mit durchschnittlichen 10,1 mg pro Portion enthielten die Pizzen mit Thunfisch deutlich mehr Tocopheroläquivalente als die anderen Kategorien. Die ist auf deren

höheren Fettgehalt sowie den höheren Anteil an pflanzlichen Ölen, die eine gute Quelle für Vitamin E sind, zurückzuführen. Bei 43 von 45 Gerichten war überdies der Vitamin E-Anteil ausreichend, um die in den Gerichten enthaltenen ungesättigten Fettsäuren vor oxidativem Verderb zu schützen. Die untersuchten Fertiggerichte können somit einen wertvollen Beitrag zur Vitamin E-Versorgung leisten.

Neben den laboranalytisch ermittelten Parametern wurden Daten zu den Nährstoffen Kohlenhydrate, Protein, Ballaststoffe und NaCl den Nährwerttabellen der Produktverpackungen für eine weitere Beurteilung der Produkte entnommen. Bei den Kohlenhydraten und Proteinen gab es Werte bei 44 der 45 Gerichte, bei den Ballaststoffen und bei NaCl nur bei 22 bzw. 21 Produkten.

Bei den Kohlenhydraten lag der Anteil an der Gesamtenergie nur bei den Kategorien 2 (52,6%) und 5 (52,4%) im Mittel über dem DACH-Richtwert von 50 %. Insgesamt wäre ein etwas höherer Gehalt an Kohlenhydraten wünschenswert.

Der Anteil von Protein an der Gesamtenergie lag bei allen Produkten über dem DACH-Richtwert von 10% und im Kategorienmittel im Bereich von 18,5 bis 24 %. Aus ernährungsphysiologischer Sicht wäre eine Reduktion des Fleischanteils bei gleichzeitiger Erhöhung der Gemüsebeilagen-Menge sinnvoll, da damit eine Reduktion des Proteinanteils bei gleichzeitiger Zunahme des Kohlenhydratanteils erreicht werden würde.

Durch einen höheren Gemüseanteil könnte auch der Ballaststoffgehalt, der sich in den einzelnen Kategorien im Bereich von 3,3 bis 6,7 g pro Portion bewegte und damit unter dem portionsbezogenen DACH-Richtwert von 10 g lag, erhöht werden.

Der Kochsalzgehalt lag bei nur einem der 45 Gerichte unter dem portionsbezogenen DACH-Referenzwert von 2 g NaCl. Die untersuchten Fertiggerichte müssen demnach als zu salzig beurteilt werden.

Die im Rahmen dieser Arbeit ermittelten Ergebnisse decken sich mit den Resultaten anderer Studienergebnisse zum Thema Fertiggerichte. So sind Fertiggerichte zumeist nicht zu fetthaltig, allerdings könnte das Fettsäuremuster in vielen Fällen im Sinne eine Reduktion von gesättigten und einer Erhöhung von ungesättigten Fettsäuren verbessert werden. Die Menge an Gemüsebeilage könnte oftmals auf Kosten des Fleischanteils erhöht werden, womit eine wünschenswerte Erhöhung des Ballaststoff- und Kohlenhydratgehaltes bei gleichzeitiger Abnahme des Proteinanteils einhergehen würde. Die Natriumchloridgehalte von Fertiggerichten sind in den allermeisten Fällen zu hoch, eine Reduktion wäre hier sehr wünschenswert.

## 6. Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Arbeit war die laboranalytische Bestimmung des Fettgehaltes, des Fettsäuremusters und des Vitamin E-Gehaltes von Fertiggerichten auf Fisch und/oder Gemüsebasis. Die 45 analysierten Produkte wurden bei Supermärkten im Raum Wien gekauft.

Neben Laborergebnissen wurden auch Daten von den Nährwerttabellen der Produkte entnommen und zusammen mit den Laborergebnissen für eine Beurteilung der ernährungsphysiologischen Qualität durch Vergleich mit den DACH-Referenzwerten für die Nährstoffzufuhr herangezogen.

Die Bestimmung des Gesamtfettgehaltes erfolgte durch Herstellung eines Folch-Extraktes aus dem homogenisierten und gefriergetrockneten Probenmaterial und anschließende gravimetrische Bestimmung. Das Fettsäuremuster wurde gaschromatographisch bestimmt, die Analyse des Vitamin E-Gehaltes erfolgte mittels Normal-Phasen-HPLC.

Zur Darstellung der Ergebnisse wurden die 45 Produkte in die Kategorien „Rind und/oder Schwein mit Gemüse“, „Huhn oder Pute mit Gemüse“, „Fisch mit Nudeln oder Reis“, „Pizza mit Thunfisch“ und „Reisgericht mit Meeresfrüchten“ eingeteilt.

Mit Ausnahme der Pizzen mit Thunfisch lagen die portionsweisen Kaloriengehalte der übrigen Kategorien unter dem DACH-Referenzwert für Frauen mit PAL 1,4. Der Energieprozentanteil an Fett lag nur bei den Pizzen mit Thunfisch mit 37 % deutlich über dem DACH-Richtwert von 30 %. Das günstigste Fettsäuremuster wiesen die Pizzen mit Thunfisch auf, während die Kategorie „Fisch mit Nudeln oder Reis“ mit dem höchsten Gehalt an gesättigten Fettsäuren hier am schlechtesten abschnitt. Gleichzeitig waren die Gehalte an den langkettigen omega-3-Fettsäuren EPA und DHA in dieser Kategorie am größten, aber nur bei Produkten mit Meeresfisch. Die Trans-Fettsäuregehalte lagen bei allen Gerichten unter dem DACH-Referenzwert von 1 Energieprozent.

Die Pizzen mit Thunfisch wiesen mit 2,7 mg/100 g die höchsten Vitamin E-Gehalte auf. Bei den anderen Kategorien lagen sie im Bereich von 0,8-1,1 mg/100 g.

Die Kohlenhydratgehalte waren etwas zu niedrig, die Proteingehalte zu hoch. Die Ballaststoffgehalte lagen bei allen Gerichten unter dem DACH-Referenzwert, während dieser bei NaCl von nahezu allen Fertiggerichten überschritten wurde.

## 7. Summary

The main objective of this thesis was to analyze the total fat content, the fatty acid profile and the content of Vitamin E of fish and/or vegetable based ready-to-eat-meals. In total 45 ready-to-eat-meals from supermarkets in the area of Vienna were bought for analyzing.

Besides the results driven from the laboratory analysis, data from the nutrition panels of the product packages were taken for evaluating the nutritional quality of the analyzed meals by comparing their nutrient content with the DACH-recommendations.

Total fat was quantified by first preparing a Folch-extract with the homogenized and lyophilized meals and subsequent gravimetric measurement. The fatty acid profile was detected by gas chromatography while the Vitamin E content was analyzed by normal-phase-HPLC.

For presenting the results the 45 meals were divided into the categories “Pork and/or beef with vegetables”, “Chicken or turkey with vegetables”, “Fish with pasta or rice” “Pizza with tuna” and “Rice dish with sea food”.

With the exception of the “Pizzas with tuna”-category the portion-wise total energy content of the other categories was below the DACH-recommendation for women with PAL 1,4. Only in the category “Pizza with tuna” (37 %) the total-energy-percentage for fat was considerably higher than the DACH-reference value of 30 %. The best fatty acid profile was found in “Pizza with tuna”-category, while the “Fish with pasta or rice”-category showed the worst fatty acid profile; saturated fatty acid fraction was highest in this category. On the other side EPA and DHA contents were highest in this category, but only for products that contained sea fish. The content of trans fatty acids was below 1 % of total energy among all products.

The “Pizza with tuna”-category held the highest content of Vitamin E, with an average of 2,7 mg/100 g, whereas the other categories ranged in between 0,8 to 1,1 mg/100 g.

Carbohydrate contents were a little too low, while protein contents were too high. The content of dietary fibre was below the DACH-recommendation among all products, while nearly all meals held an amount of NaCl higher than the DACH-reference value.

Recapitulatory the 45 meals can be assessed as not too fatty, as too salty and as a good source for Vitamin E.

## 8. Literaturverzeichnis

**ACNIELSEN (2006):** Consumers and Ready-to-Eat Meals - A Global ACNielsen Report. Internet: <http://dk.nielsen.com/reports/GlobalRTEReportDec06.pdf> (Stand: 01.05.2010)

**ACNIELSEN (2008):** Konsumententrends 2008 Handel in Österreich Basisdaten 2008. Internet: [http://at.nielsen.com/site/documents/booklet\\_nielsen.pdf](http://at.nielsen.com/site/documents/booklet_nielsen.pdf) (Stand: Mai 2010)

**ACNIELSEN (2009):** Konsumententrends 2009 Handel in Österreich Basisdaten 2009. Internet: [http://at.nielsen.com/site/documents/Nielsen\\_Jahrbuch\\_2009.pdf](http://at.nielsen.com/site/documents/Nielsen_Jahrbuch_2009.pdf) (Stand: Mai 2010)

**AMES BN, GOLD LS (1997):** Environmental pollution, pesticides, and the prevention of cancer: misconceptions. *Faseb J*, 11: 1041-1052

**BÄSSLER KH, GOLLY I, LOEW D, PIERTZIK K (2007):** Vitaminlexikon, Komet Verlag, Köln, 291, 409

**BERGHOFER E (2004):** Technologie von Fertiggerichten. *Ernährung/Nutrition*, 28:247-255

**BELITZ H.D, GROSCH W, SCHIEBERLE P (2001):** Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 5.Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 182, 188-193, 631-635

**BIESALSKI H.K, GRIMM P (1999):** Taschenatlas der Ernährung. 1. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart, 47, 102

**BOEING H. (2005):** Macht Fett wirklich fett? Was ist aus Sicht der Epidemiologie gesichert? *Ernährungs-Umschau*, 52: 4-8

**BALTES W (2007):** Lebensmittelchemie. 6. Auflage, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 79

**BUNDESMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND VERBRAUCHERSCHUTZ (2008):** Qualitätsstandards für die Betriebsverpflegung. DGE (Deutsche Gesellschaft für Ernährung) Bonn

**DATTILO AM, KRIS-ETHERTON PM (1992):** Effects of weight reduction on blood lipids and lipoproteins: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 56:320-328

**DAVIGLUS ML, STAMLER J, ORENICA AJ, DYER AR, LIU K, GREENLAND P, WALSH MK, MORRIS D, SHEKELLE RB (1997):** Fish consumption and the 30-year risk of fatal myocardial infarction. *N Engl J Med*, 336:1046-1053

**DE LORGERIL M, SALEN P, MARTIN JL, MONJAUD I, DELAYE J, MAMELLE N (1999):** Mediterranean diet, traditional risk factors, and the rate of cardiovascular complications after myocardial infarction: final report of the Lyon Diet Heart Study. *Circulation*, 99:779-785

**DEUTSCHE FORSCHUNGSANSTALT FÜR LEBENSMITTELCHEMIE (DFA) (2009):** Der kleine Souci Fachmann Kraut. Lebensmitteltablelle für die Praxis. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft Stuttgart, 163

**DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERNÄHRUNG (DGE) (2006):** Evidenzbasierte Leitlinie: Fettkonsum und Prävention ausgewählter ernährungsmitbedingter Erkrankungen. Bonn, 2,117, 163, 180, 187

**DGE, ÖGE, SGE/SVE (2008):** D-A-CH Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus Verlag, Frankfurt am Main, 23-64, 87-93, 151-158, 161

**DIRX MJ, ZEEGERS MP, DAGNELIE PC, VAN DEN BOGAARD T, VAN DEN BRANDT PA (2003):** Energy restriction and the risk of spontaneous mammary tumors in mice: a meta-analysis. *Int J Cancer*, 106:766-770

**EBERMANN R, ELMADFA I (2011):** Lehrbuch der Lebensmittelchemie und Ernährung. Springer Verlag, Wien, New York, 95-101, 523-527, 553-554

**EDER K (1995):** Gas chromatographic analysis of fatty acid methyl esters. Journal of Chromatography B, 671:113-131

**ENDRES S, GHORBANI R, KELLEY VE (1989):** The effect of dietary supplementation with n-3 polyunsaturated fatty acids on the synthesis of interleukin-1 and tumor necrosis factor by mononuclear cells. N Engl J Med, 320:265-71

**EFSA (2004):** Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the presence of trans fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids. The EFSA Journal, 81, 1-49.

**ELMADFA, I. (2009):** Ernährungslehre. 2. überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 77, 93

**ELMADFA I, FREISLING H, NOWAK V, HOFSTÄDTER D, et al. (2009):** Österreichischer Ernährungsbericht 2008, 1. Auflage, Wien, 26-29, 51, 196-208

**ELMADFA, I, LEITZMANN, C (2004):** Ernährung des Menschen. 4. korrigierte und aktualisierte Auflage, UTB Verlag, Stuttgart, 103-104, 115, 118, 1133-135, 326-330

**EPSTEIN LH, GORDY CC, RAYNOR HA (2001):** Increasing fruit and vegetable intake and decreasing fat and sugar intake in families at risk for childhood obesity. Obes Res; 9: 171-178

**FOLCH J, LEES M, STANLEY S (1957):** A Simple Method For The Isolation And Purification Of Total Lipids From Animal Tissue. J Bio Chem, 226:497-509

**FRANZKE C. (1998):** Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 3. Auflage, Behr's Verlag Hamburg, 60, 63, 82, 83, 90, 440-444,

**GEELEN A, SCHOUTEN J.M, KAMPHUIS C, STAM B.E, BUREMA J, RENKEMA J.M.S, BAKKER EJ, VAN'T VEER P, KAMPMAN E (2007):** Fish Consumption, n-3 Fatty Acids, and Colorectal Cancer: A Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Am J Epidemiol*, Vol.166, pp 1116–1125

**GELEIJNSE J.M, DE GOEDE J, BROUWER I.A (2010):** Alpha-Linolenic Acid: Is It Essential to Cardiovascular Health? *Curr Atheroscler Rep*, Vol. 12, pp 359-367

**GOTTWALD W (1995):** GC für Anwender. Wiley-VCH Verlag, Weinheim, 23-24

**HARRIS WS (1997):** n-3 Fatty Acids And Serum Lipoproteins: Human Studies. *Am J Clin Nutr*, 65:1645-1654

**HE K, SONG Y, DAVIGLUS ML, LIU K, VAN HORN L, DYER AR, GREENLAND P (2004):** Accumulated evidence on fish consumption and coronary heart disease mortality: a meta-analysis of cohort studies. *Circulation*, 109:2705-2711

**HEINE-BRÖRING R.C, BROUWER I.A, VLIEGENTHART PROENCA R, VAN ROOIJ F.JA, HOFMAN A, OUDKERK M, WITTEMAN J.CM, GELEIJNSE J.M (2010):** Intake of fish and marine n-3 fatty acids in relation to coronary calcification: the Rotterdam Study. *Am J Clin Nutr*, Vol. 91, pp 1317-23

**HEINONEN O.P, ALBANES D, VIRAMO J, TAYLOR P.R, HUTTUNEN J.K ET AL. (1998):** Prostate Cancer and Supplementation with Alpha-Tocopherol and Beta-Carotene: Incidence and Mortality in a Controlled Trial. *J. Natl. Cancer Inst.*, 90:440-446

**HO T.B, PAUL D.R (2009):** Fatty acid profile of Tra Catfish (*Pangasius hypophthalmus*) compared to Atlantic Salmon (*Salmo solar*) and Asian Seabass (*Lates calcarifer*). *International Food Research Journal*, Vol. 16, pp 501-506

**HOWARD BV, MANSON JE, STEFANICK ML (2006):** Low-fat dietary pattern and weight change over 7 years. The women`s health initiative dietary modification trial. *JAMA*, 295: 39-49

**HOWELL WH, MCNAMARA DJ, TOSCA MA (1997):** Plasma lipid and lipoprotein responses to dietary fat and cholesterol: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 65:1747-1764

**HULSHOF, K. F. A. M., VAN ERP-BAART, M. A., ANTTOLAINEN, M., BECKER, W., CHURCH, S. M., COUET, C., ET AL. (1999):** Intake of fatty acids in Western Europe with emphasis on trans fatty acids: The TRANSFAIR study. *European Journal of Clinical Nutrition*, 53(2), 143–157

**HUNTER J.E, ZHANG J, KRIS-ETHERTON M (2010):** Cardiovascular disease risk of dietary stearic acid compared with trans, other saturated, and unsaturated fatty acids: a systematic review. *Am J Clin Nutr*, Vol. 91, pp 46-63

**IARC (INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER) (2002):** Handbook of Cancer Prevention No.6: Weight control and physical activity. Lyon

**INNIS, S. M. (2006):** Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood. *Atherosclerosis Supplements*, 7(2), 17–20.

**ISO H, KOBAYASHI M, ISHIHARA J (2006):** Intake of fish and n-3 fatty acids and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan Public Health Center-Based (JPHC) Study Cohort I. *Circulation*, 113:195-202

**KAMAL-ELDIN A, GÖRGEN S, PETTERSSON J, LAMPI A-M (2000):** Normal-phase high-performance liquid chromatography of tocopherols and tocotrienols Comparison of different chromatographic columns. *Journal of Chromatography A*, 881:217-227

**KLUGE S, BOEING H (2004):** Beitrag der Ernährung zur Primärprävention in der Onkologie. *Onkologie*, 10:139-147

**KÖNIGSHOFF M, BRANDENBURGER T (2007):** Biochemie. 2. Auflage, Thieme Verlag Stuttgart, New York, 49

**KRIS-ETHERTON PM UND YU S (1997):** Individual fatty acid effects on plasma lipids and lipoproteins: human studies. *Am J Clin Nutr*, 65:1628-1644

**KRIS-ETHERTON P.M; HARRIS W.S; APPEL L.J (2003):** Omega-3 Fatty Acids and Cardiovascular Disease. New Recommendations From the American Heart Association. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, Vol. 23, 151-152

**KRIST S, BUCHBAUER G, KLAUSBERGER C (2008):** Lexikon der pflanzlichen Fette und Öle. Springer Verlag, Wien, New York, 115, 247, 287, 431, 443

**LAMMER G (2010):** Analyse des Gehaltes an Makronährstoffen von europäischen Fertiggerichten nach Optimierung der Rezepturen. Diplomarbeit, Universität Wien

**LAWTON CL, DEWLARGY HJ, BROCKMAN J (2000):** The degree of saturation of fatty acids influences post-ingestive satiety. *Brit J Nutr*, 83: 473-82

**LARSEN TM, TOUBRO S, ASTRUP A. (2003):** Efficacy and safety of dietary supplements containing CLA for the treatment of obesity: evidence from animal and human studies. *J Lipid Res*, 44: 2234-41

**LÖFFLER G, PETRIDES P.E, HEINRICH P.C. (2006):** Biochemie und Pathobiochemie. 8. Auflage, Springer Verlag Berlin, New York, 420-425, 520, 581-583

**LIU K (1994):** Preparation of Fatty Acid Methyl Esters for Gas-Chromatographic Analysis of Lipids in Biological Materials. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 71, pp 1179-1187

**MATISSEK R, STEINER G, FISCHER M (2010):** Lebensmittelanalytik – Grundzüge, Methoden, Anwendungen. 4. Auflage, Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 11-12, 29-33, 365-373

**MICHAUD DS, SPIEGELMAN D, CLINTON SK, RIMM EB, WILLETT WC, GIOVANNUCCI E (2000):** Prospective study of dietary supplements, macronutrients, and risk of bladder cancer in US men. *Am J Epidemiol* 152:1145–1153

**MENSINK RP, KATAN MB. (1992):** Effect of dietary fatty acids on serum lipids and lipoproteins. A meta-analysis of 27 trials. *Arteriosclerosis and Thrombosis*, 12:11-9

**MOSCA L, APPEL LJ, BENJAMIN EJ (2004):** Evidence-based guidelines for cardiovascular disease prevention in women. *J Am Coll Cardiol*, 43: 900-21

**MOZAFFARIAN D, RIMM E.B (2006):** Fish intake, contaminants, and human health evaluating the risks and the benefits. *JAMAA*, Vol. 296, No.15, pp 1885-1899

**MUTSCHLER E, THEWS G, VAUPEL P (1999):** Anatomie Physiologie Pathophysiologie des Menschen. 5. Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 41-42, 209, 257

**NKONDJOCK A, SHATENSTEIN B, MAISONNEUVE P, GHADIRIAN P (2003):** Specific fatty acids and human colorectal cancer: an overview. *Cancer Detect Prev*, 27: 55-66

**PARK Y, STORKSON JM, ALBRIGHT KJ (1999):** Evidence that the trans-10, cis-12 isomer of conjugated linoleic acid induces body composition changes in mice. *Lipids*, 34: 235-41

**PARKER DR, GONZALEZ S, DERBY CA, GANS KM, LASATER TM, CARLETON RA (1997):** Dietary factors in relation to weight change among men and women from two southeastern New England communities. *Int J Obes Relat Metab Disord*; 21:103-109

**PIERTZIK K, GOLLY I, LOEW D (2008):** Handbuch der Vitamine. Verlag Urban Fischer, München, 295-298

**PRENTICE AM, POPPITT SD (1996):** Importance of energy density and macronutrients in the regulation of energy intake. *Int J Obes*, 20:18-23

**RANGARAJAN M, ZATZ (1999):** Skin Delivery of Vitamin E *J. Cosmet. Sci.*, Vol. 50, pp 249 – 279 (1999)

**REHNER G, DANIEL H (2002):** *Biochemie der Ernährung*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, Berlin, 488

**REXRODE KM, MANSON JE (1996):** Antioxidants And Coronary Heart Disease Observational studies. *J Cardio-vasc Risk*, 3:363-367

**RICHTER G (1997):** *Biochemie der Pflanzen*. Thieme Verlag, Stuttgart, 17, 25

**RÜTZLER H (2005):** *Was essen wir morgen? 13 food trends der Zukunft*. Springer Verlag, Wien, Kapitel 29

**SAILER A (2010):** Analyse von Vitamin E, D, Carotinoiden und des Fettsäuremusters inkl. Transfettsäuren in europäischen Fertiggerichten nach Optimierung der Rezeptur. Diplomarbeit, Universität Wien

**SANDERSON P, FINNEGAN YE, WILLIAMS CM (2002):** UK Food Standards Agency  $\alpha$ -linolenic acid workshop report. *Brit J Nutr*, 88:573-9

**SCHAUDER P, OLLENSCHLÄGER G (2003):** *Ernährungsmedizin –Prävention und Therapie*. 2. Auflage, Verlag Urban Fischer, München, Jena, 538, 703

**SCHEEDER M.R.L, DUXENNEUNER M.R, KILCHENMANN S., KREUZER M (2003):** Vergleich der Qualität von Fleisch verschiedener Rindfleischlabel in der Schweiz – Resultate einer Stichprobenerhebung. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, ETH Zürich, Band 24

- SCHNEIDER B (2007):** Herstellung von Fertiggerichten, Fleischwirtschaft, 12/61-63
- SCHOMBURG G (1977):** Gaschromatographie. Verlag Chemie, Weinheim, 17-18
- SCHUTZ Y, FLATT JP, JEQUIER E (1989):** Failure of dietary fat intake to promote fat oxidation: a factor favoring the development of obesity. *Am J Clin Nutr*; 50: 307-14
- SCHWEDT G. (1999):** Taschenatlas der Lebensmittelchemie. Thieme Verlag, Stuttgart, New York, 68
- SGE (2008):** Merkblatt Convenience Food. Schweizerische Gesellschaft für Ernährung
- SMITH SR, DE JONGE L, ZACHWIEJA JJ (2000):** Concurrent physical activity increases fat oxidation during the shift to a high-fat diet. *Am J Clin Nutr*, 72: 131-138
- STUBBS RJ, HARBRON CG, MURGATROYD PR (1995):** Convert manipulation of dietary fat and energy density: effects on substrate flux and food intake in men eating ad libitum. *Am J Clin Nutr* 1995; 62: 316-29
- TERANO T, HIRAI A, HAMAZAKI T, KOBAYASHI S, FUJITA T, TAMURA Y, KUMAGAI A (1983):** Effect of oral administration of highly purified eicosapentaenoic acid on platelet function, blood viscosity and red cell deformability in healthy human subjects. *Atherosclerosis*, 46:321-331
- TERNES W, TÄUFEL A, TUNGER L, ZOBEL M (2007):** Lexikon der Lebensmittel und Lebensmittelchemie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 353, 420, 554, 1196, 1396, 1754
- VIVEKANANTHAN DP, PENN MS, SAPP SK, HSU A, TOPOL EJ (2003):** Use of antioxidant vitamins for the prevention of cardiovascular disease: meta-analysis of randomized trials. *Lancet*, 361:2017-23

**VOEDSEL EN WAREN AUTORITEIT (VDA) (2006):** Nutritionele kwaliteit kant-en-klaarmaaltijden. Thema Voeding & Gezondheit

**VOEDSEL EN WAREN AUTORITEIT (VDA) (2007):** Nutritionele kwaliteit kant-en-klaarmaaltijden (2). Thema Voeding & Gezondheit

**WAGNER KH, PLASSER E, PRÖLL C, KANZLER S. (2007):** Comprehensive studies on the trans fatty acid content of Austrian foods: Convenience products, fast food and fats. Food Chemistry, Vol. 108, pp 1054-1060

**WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION) (2003):** World Cancer Report. Lyon

**WIJGA, A. H., VAN HOUWELINGEN, A. C., KERKHOF, M., TABAK, C., DE JONGSTE, J. C., GERRITSEN, J., ET AL. (2006):** Breast milk fatty acids and allergic disease in preschool children: The Prevention and Incidence of Asthma and Mite Allergy birth cohort study. Journal of Allergy and Clinical Immunology, 117(2), 440–447

**WILLET W, MOZAFFARIAN D (2008):** Ruminant or industrial sources of *trans* fatty acids: public health issue or food label skirmish? American Journal of Clinical Nutrition, Vol. 87, No. 3, 515-516

**WOLFRAM G (2001):** Sind MCT-Fette die „Fettsensation“? Ernährungs-Umschau, 12: 45-46

**YUAN JM, ROSS RK, GAO YT, YU MC (2001):** Fish and shellfish consumption in relation to death from myocardial infarction among men in Shanghai, China. Am J Epidemiol , 154: 809-816

**YU-POTH S, ZHAO G, ETHERTON T. (1999):** Effects of the National Cholesterol Education Program`s Step I and Step II dietary intervention programs on cardiovascular disease risk factors: a meta-analysis. Am J Clin Nutr, 69:632-646

## 9. Anhang

### 9.1 Tabellarische Ergebnisse für die in den Boxplot-Abbildungen dargestellten Parameter zu allen einzelnen Fertiggerichten

Pro	Kat	TM	GwAbw	Energie	Energie	Fett	Fett	Fett	SFA	SFA	SFA
		%	g	kcal/Port	kcal/100g	g/Port	g/100g	E%	g/Port	g/100g	E%
1	1	27,1	402	458,3	114	12,5	3,1	25,4	3,44	0,85	6,8
2	1	26,5	402	381,9	95	7,9	2,0	19,2	2,43	0,60	5,8
3	1	28,5	420	441,0	105	10,9	2,6	22,9	4,57	1,09	9,4
4	1	21,9	405	425,3	105	21,0	5,2	45,9	5,28	1,30	11,3
5	1	30,4	367	660,6	180	18,6	5,1	26,1	9,02	2,46	12,4
6	1	28,8	355	639,0	180	24,4	6,9	35,5	9,84	2,77	14,0
7	1	37,9	346	446,3	129	22,6	6,5	47,0	8,90	2,57	18,1
8	1	23,4	410	463,3	113	18,5	4,5	37,0	7,86	1,92	15,4
9	2	27,0	386	440,0	114	6,1	1,6	12,8	0,80	0,21	1,7
10	2	22,4	421	429,4	102	8,3	2,0	17,9	1,63	0,39	3,5
11	2	25,2	400	456,0	114	16,4	4,1	33,5	6,08	1,52	12,1
12	2	26,8	355	372,8	105	1,3	0,4	3,2	0,21	0,06	0,5
13	2	26,7	361	465,7	129	13,4	3,7	26,8	4,97	1,38	9,7
14	2	26,9	359	448,8	125	19,1	5,3	39,7	4,20	1,17	8,5
15	2	23,6	348	334,1	96	6,2	1,8	17,3	1,49	0,43	4,1
16	2	27,4	353	335,4	95	6,0	1,7	16,7	1,40	0,40	3,8
17	2	26,6	336	292,3	87	5,4	1,6	17,3	2,11	0,63	6,6
18	2	24,6	368	360,6	98	1,5	0,4	3,8	0,48	0,13	1,2
19	3	31,7	339	450,9	133	4,9	1,4	10,1	3,82	1,13	7,7
20	3	22,8	371	419,2	113	2,7	0,7	5,9	0,57	0,15	1,2
21	3	26,7	355	433,1	122	6,1	1,7	13,1	3,15	0,89	6,6
22	3	27,6	455	614,3	135	19,9	4,4	30,2	4,51	0,99	6,7
23	3	24,8	351	326,4	93	3,8	1,1	10,9	0,51	0,15	1,4
24	3	26,3	355	294,7	83	6,6	1,9	20,8	2,97	0,84	9,2
25	3	29,1	375	592,5	158	22,9	6,1	35,9	10,45	2,79	16,1
26	3	38,8	256	k.A.	k.A.	18,3	7,1	x	4,82	1,88	x
27	3	30,6	400	672,0	168	34,2	8,5	47,3	21,82	5,45	29,6
28	3	26,4	500	560,0	112	20,4	4,1	33,8	11,32	2,26	18,4
29	4	54,3	442	1091,7	247	39,9	9,0	34,0	9,74	2,20	8,1
30	4	49,6	354	810,7	229	16,8	4,8	19,3	5,34	1,51	6,0
31	4	50,1	293	717,9	245	25,3	8,6	32,8	8,30	2,83	10,5
32	4	51,7	366	735,7	201	20,2	5,5	25,6	7,11	1,94	8,8
33	4	48,8	380	809,4	213	60,6	15,9	69,6	15,73	4,14	17,7
34	4	53,9	363	951,1	262	46,6	12,8	45,6	11,59	3,19	11,1
35	4	43,4	388	814,8	210	18,9	4,9	21,6	7,18	1,85	8,0
36	4	51,5	369	867,2	235	41,2	11,2	44,2	12,43	3,37	13,1
37	4	46,8	349	876,0	251	34,5	9,9	36,6	7,14	2,05	7,4
38	4	50,8	359	793,4	221	26,1	7,3	30,6	7,65	2,13	8,8
39	4	52,6	362	908,6	251	24,1	6,7	24,6	6,49	1,79	6,5
40	4	44,7	423	960,2	227	34,7	8,2	33,6	17,17	4,06	16,3
41	4	50,0	497	944,3	190	49,0	9,9	48,3	23,65	4,76	22,8
42	5	23,2	377	373,2	99	3,1	0,8	7,8	0,41	0,11	1,0
43	5	25,5	375	405,0	108	8,0	2,1	18,3	6,06	1,62	13,6
44	5	34,2	466	689,7	148	39,6	8,5	53,4	17,34	3,72	22,9
45	5	31,8	376,5	497,0	132	11,1	3,0	20,9	1,62	0,43	3,0

Pro	Kat	MUFA	MUFA	MUFA	PUFA	PUFA	PUFA	Linols.	Linols.	Linols.
		g/Port	g/100g	E%	g/Port	g/100g	E%	g/Port	g/100g	E%
1	1	6,52	1,62	12,9	2,31	0,57	4,6	1,82	0,45	3,70
2	1	4,06	1,01	9,7	1,14	0,28	2,7	0,91	0,23	2,21
3	1	5,05	1,20	10,4	0,70	0,17	1,4	0,57	0,14	1,20
4	1	11,39	2,81	24,4	4,03	1	8,6	3,10	0,76	6,77
5	1	5,82	1,59	8,0	2,86	0,78	3,9	2,60	0,71	3,65
6	1	9,34	2,63	13,3	4,43	1,25	6,3	4,05	1,14	5,89
7	1	8,15	2,36	16,6	5,13	1,48	10,5	4,72	1,36	9,83
8	1	8,09	1,97	15,9	1,66	0,41	3,3	1,22	0,30	2,44
9	2	3,70	0,96	7,7	1,51	0,39	3,1	1,08	0,28	2,28
10	2	4,52	1,07	9,6	2,03	0,48	4,3	1,60	0,38	3,45
11	2	6,39	1,60	12,8	3,59	0,9	7,2	3,14	0,78	6,40
12	2	0,70	0,20	1,7	0,33	0,09	0,8	0,25	0,07	0,62
13	2	5,91	1,64	11,6	2,19	0,61	4,3	1,72	0,48	3,44
14	2	5,49	1,53	11,1	9,22	2,57	18,7	9,09	2,53	18,84
15	2	2,84	0,82	7,7	1,76	0,51	4,8	1,64	0,47	4,56
16	2	2,95	0,83	8,0	1,61	0,45	4,4	1,35	0,38	3,74
17	2	1,91	0,57	5,9	1,23	0,37	3,8	1,00	0,30	3,20
18	2	0,50	0,14	1,3	0,42	0,11	1,1	0,39	0,11	1,00
19	3	0,58	0,17	1,2	0,40	0,12	0,8	0,31	0,09	0,63
20	3	1,44	0,39	3,1	0,61	0,16	1,3	0,44	0,12	0,97
21	3	1,69	0,48	3,6	0,64	0,18	1,3	0,25	0,07	0,53
22	3	5,32	1,17	7,9	9,68	2,13	14,3	9,47	2,08	14,34
23	3	1,34	0,38	3,7	1,85	0,53	5,2	1,47	0,42	4,19
24	3	1,77	0,50	5,5	1,50	0,42	4,6	0,94	0,26	2,95
25	3	5,63	1,50	8,7	5,69	1,52	8,7	5,18	1,38	8,14
26	3	6,23	2,43	x	6,58	2,57	x	6,22	2,43	x
27	3	8,25	2,06	11,2	1,64	0,41	2,2	0,91	0,23	1,26
28	3	5,32	1,06	8,6	2,38	0,48	3,9	2,05	0,41	3,40
29	4	17,98	4,07	15,0	10,90	2,47	9,1	9,39	2,12	8,00
30	4	6,52	1,84	7,3	3,99	1,13	4,5	3,38	0,95	3,88
31	4	9,51	3,25	12,1	6,23	2,13	7,9	5,29	1,80	6,85
32	4	7,23	1,97	8,9	5,28	1,44	6,5	4,46	1,22	5,64
33	4	24,48	6,44	27,5	18,46	4,86	20,8	16,75	4,41	19,24
34	4	22,82	6,29	21,8	10,94	3,01	10,5	8,01	2,21	7,83
35	4	6,63	1,71	7,4	4,43	1,14	5,0	3,78	0,97	4,31
36	4	16,86	4,57	17,7	10,74	2,91	11,3	9,53	2,58	10,22
37	4	17,61	5,04	18,3	9,31	2,67	9,7	7,59	2,17	8,05
38	4	11,14	3,10	12,8	6,67	1,86	7,7	6,02	1,68	7,05
39	4	9,89	2,73	9,9	7,16	1,98	7,2	6,24	1,72	6,39
40	4	10,91	2,58	10,3	5,32	1,26	5,0	4,13	0,98	4,00
41	4	17,24	3,47	16,6	5,99	1,21	5,8	4,39	0,88	4,32
42	5	1,78	0,47	4,4	0,81	0,21	2,0	0,51	0,14	1,27
43	5	1,29	0,34	2,9	0,56	0,15	1,3	0,36	0,10	0,84
44	5	12,85	2,76	17,0	7,75	1,66	10,2	7,28	1,56	9,81
45	5	6,72	1,78	12,3	2,69	0,71	4,9	1,91	0,51	3,57

Pro	Kat	aLinos. g/Port	aLinos. g/100g	aLinos. E%	Quotient L:aL	EPDH mg/Port	EPDH mg/100g	trFA mg/Port	trFA mg/100g	trFA E%
1	1	0,38	0,10	0,78	4,75	2,5	0,6	43	11	0,08
2	1	0,21	0,05	0,51	4,31	0,0	0,0	82	20	0,20
3	1	0,08	0,02	0,17	6,88	5,4	1,3	146	35	0,30
4	1	0,80	0,20	1,76	3,85	4,2	1,0	36	9	0,08
5	1	0,18	0,05	0,26	14,27	7,4	2,0	284	77	0,39
6	1	0,27	0,08	0,40	14,81	9,8	2,8	220	62	0,31
7	1	0,35	0,10	0,72	13,58	13,5	3,9	47	14	0,10
8	1	0,35	0,09	0,71	3,46	14,8	3,6	192	47	0,38
9	2	0,42	0,11	0,89	2,57	0,0	0,0	2	1	0,01
10	2	0,41	0,10	0,89	3,87	9,1	2,2	4	1	0,01
11	2	0,29	0,07	0,60	10,68	9,8	2,5	23	6	0,05
12	2	0,06	0,02	0,14	4,48	2,0	0,6	1	0	0,00
13	2	0,39	0,11	0,77	4,46	30,9	8,6	85	23	0,17
14	2	0,06	0,02	0,13	148,44	30,6	8,5	29	8	0,06
15	2	0,06	0,02	0,18	25,3	4,4	1,3	19	6	0,05
16	2	0,22	0,06	0,62	6,04	2,4	0,7	4	1	0,01
17	2	0,10	0,03	0,33	9,81	21,2	6,3	11	3	0,04
18	2	0,02	0,01	0,06	17,03	0,0	0,0	1	0	0,00
19	3	0,02	0,01	0,05	12,56	40,0	11,8	1	0	0,00
20	3	0,12	0,03	0,27	3,62	9,1	2,5	1	0	0,00
21	3	0,04	0,01	0,08	6,48	287,0	80,8	53	15	0,11
22	3	0,08	0,02	0,13	113,14	73,7	16,2	64	14	0,09
23	3	0,26	0,08	0,75	5,58	86,9	24,7	2	1	0,01
24	3	0,14	0,04	0,44	6,78	273,4	77,0	60	17	0,19
25	3	0,19	0,05	0,30	26,98	233,3	62,2	238	63	0,37
26	3	0,09	0,04	x	x	171,6	67,0	91	36	x
27	3	0,28	0,07	0,38	3,28	290,4	72,6	704	176	0,95
28	3	0,12	0,02	0,21	16,51	126,2	25,2	326	65	0,53
29	4	1,42	0,32	1,21	6,63	47,8	10,8	108	24	0,09
30	4	0,54	0,15	0,62	6,3	40,4	11,4	79	22	0,09
31	4	0,86	0,29	1,11	6,16	38,0	13,0	122	41	0,15
32	4	0,77	0,21	0,98	5,77	20,2	5,5	125	34	0,16
33	4	1,54	0,41	1,77	10,84	96,9	25,5	230	61	0,26
34	4	2,79	0,77	2,73	2,87	46,6	12,8	158	44	0,15
35	4	0,52	0,13	0,59	7,31	98,5	25,4	146	38	0,16
36	4	1,11	0,30	1,19	8,59	49,5	13,4	173	47	0,18
37	4	1,63	0,47	1,74	4,64	58,6	16,8	14	4	0,01
38	4	0,55	0,15	0,65	10,88	52,2	14,5	154	43	0,18
39	4	0,79	0,22	0,81	7,93	77,0	21,3	113	31	0,11
40	4	0,77	0,18	0,75	5,34	249,7	59,0	323	76	0,31
41	4	1,30	0,26	1,28	3,38	156,8	31,6	549	110	0,53
42	5	0,15	0,04	0,37	3,44	119,5	31,7	3	1	0,01
43	5	0,11	0,03	0,25	3,35	42,3	11,3	0	0	0,00
44	5	0,26	0,06	0,35	28,29	91,0	19,5	431	93	0,57
45	5	0,66	0,17	1,23	2,91	91,4	24,3	2	1	0,00

Pro	Kat	SFA	MUFA	PUFA	VitE	VitE	SchÄVitE	KH	Prot	NaCl	Ballast
		%	%	%	mg/Port	mg/100g	mg/100g	E%	E%	g/Port	g/Port
1	1	27,49	52,12	18,46	2,33	0,58	0,35	45,3	17,6	5,0	2,8
2	1	30,81	51,54	14,45	3,74	0,93	0,19	57,0	20,3	4,0	5,2
3	1	41,99	46,38	6,42	2,44	0,58	0,15	50,8	23,8	k.A.	k.A.
4	1	25,17	54,28	19,22	5,06	1,25	0,61	46,5	21,5	5,1	4,1
5	1	48,56	31,34	15,42	3,19	0,87	0,43	40,5	17,3	k.A.	k.A.
6	1	40,34	38,3	18,17	4,37	1,23	0,69	32,1	16,2	k.A.	k.A.
7	1	39,43	36,14	22,75	5,85	1,69	0,77	31,2	25,7	2,6	2,8
8	1	42,58	43,84	9,02	1,35	0,33	0,31	26,5	40,6	3,1	6,6
9	2	13,17	61,08	24,84	3,55	0,92	0,24	60,8	12,2	k.A.	k.A.
10	2	19,72	54,80	24,65	3,62	0,86	0,28	52,3	20,1	k.A.	k.A.
11	2	37,08	38,99	21,92	0,84	0,21	0,48	48,9	21,6	5,0	1,6
12	2	16,68	54,55	25,72	1,31	0,37	0,05	62,9	25,4	3,6	3,2
13	2	36,99	44,01	16,28	2,71	0,75	0,37	52,8	23,8	2,7	2,2
14	2	21,93	28,71	48,16	8,36	2,33	1,13	41,7	17,4	k.A.	k.A.
15	2	23,84	45,64	28,24	4,25	1,22	0,26	44,4	33,3	2,0	6,3
16	2	23,19	48,80	26,59	2,12	0,60	0,25	48,8	21,2	4,4	3,9
17	2	38,81	35,03	22,62	0,67	0,20	0,20	57,5	27,3	2,5	4,4
18	2	32,82	34,26	28,38	1,58	0,43	0,06	56,5	36,0	k.A.	k.A.
19	3	78,27	11,90	8,20	0,71	0,21	0,07	74,0	15,4	k.A.	0,0
20	3	21,18	53,95	22,89	2,00	0,54	0,10	54,4	37,4	2,8	2,6
21	3	51,65	27,70	10,40	0,71	0,20	0,43	33,9	28,2	1,8	1,4
22	3	22,62	26,67	48,55	12,10	2,66	0,23	39,8	20,7	k.A.	k.A.
23	3	13,44	34,98	48,45	3,37	0,96	0,47	52,9	30,0	3,5	6,0
24	3	45,03	26,85	22,73	2,13	0,60	0,28	54,3	32,1	2,1	6,4
25	3	45,67	24,63	24,87	5,96	1,59	0,77	30,9	23,4	k.A.	k.A.
26	3	26,41	34,13	36,05	5,81	2,27	1,25	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
27	3	63,87	24,14	4,80	2,80	0,70	0,38	36,6	10,7	k.A.	k.A.
28	3	55,62	26,14	11,71	4,70	0,94	0,29	42,5	17,6	k.A.	k.A.
29	4	24,44	45,10	27,35	19,05	4,31	1,31	44,5	16,4	k.A.	k.A.
30	4	31,77	38,79	23,74	7,01	1,98	0,61	46,6	19,7	k.A.	k.A.
31	4	32,77	37,57	24,6	7,59	2,59	1,12	38,8	16,9	k.A.	k.A.
32	4	35,13	35,71	26,11	4,36	1,19	0,75	54,7	19,0	5,5	6,6
33	4	25,97	40,42	30,47	8,36	2,20	2,44	52,4	20,4	5,7	5,3
34	4	24,87	48,97	23,48	17,10	4,71	1,76	36,9	14,7	4,7	6,5
35	4	37,93	35,00	23,42	5,28	1,36	0,61	48,8	19,5	4,5	8,5
36	4	30,16	40,91	26,06	16,31	4,42	1,52	40,0	18,7	k.A.	k.A.
37	4	20,70	51,06	27,00	13,82	3,96	1,48	39,2	16,3	k.A.	k.A.
38	4	29,33	42,68	25,57	8,98	2,50	0,98	48,2	18,6	k.A.	k.A.
39	4	26,95	41,08	29,75	10,90	3,01	1,02	42,5	21,2	k.A.	k.A.
40	4	49,49	31,45	15,33	6,05	1,43	0,76	38,1	17,9	k.A.	k.A.
41	4	48,27	35,18	12,23	6,41	1,29	0,79	44,9	21,4	k.A.	k.A.
42	5	13,26	56,96	25,77	1,77	0,47	0,15	54,7	26,5	4,4	4,5
43	5	75,84	16,14	6,96	1,61	0,43	0,10	60,0	17,1	3,8	2,3
44	5	43,84	32,49	19,60	10,21	2,19	0,87	39,1	16,6	k.A.	k.A.
45	5	14,5	60,26	24,12	5,08	1,35	0,45	55,9	18,6	k.A.	k.A.

## 9.2 Abkürzungserklärungen zu den Tabellen unter Punkt 9.1

Pro	Probe
Kat	Kategorie
GwAbw	Gewicht nach Abwaage
TM	Trockenmasse
SFA	gesättigte Fettsäuren
MUFA	einfach ungesättigte Fettsäuren
PUFA	mehrfach ungesättigte Fettsäuren
Linols.	Linolsäure
aLinos.	Alpha-Linolensäure
EPDH	Eicosapentaensäure + Docosahexaensäure
trFA	Trans-Fettsäuren
VitE	Vitamin E
SchÄVitE	Schutzäquivalente Vitamin E entsprechend dem Fettprofil
KH	Kohlenhydrate
Prot	Protein
NaCl	Natriumchlroid
Ballast	Ballaststoffe
E%	Energieprozent
aL:L	Verhältnis alpha-Linolensäure zu Linolsäure

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

Name: Günter Seiringer  
Geburtsdatum: 8. September 1980  
Geburtsort: Vöcklabruck/Oberösterreich  
Staatsbürgerschaft: Österreich  
Familienstand: ledig

### Ausbildung

1986-1990: Volksschule Frankenburg a.H.  
1990-1998: Bundesgymnasium Vöcklabruck  
seit 1999: Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien

### Praktika und Ferialjobs

Sommer '96 Marktgemeinde Frankenburg  
Sommer '97 Brauerei Zipf  
Sommer '98 Brauerei Zipf  
Sommer '99 Brauerei Zipf  
Sommer '00 Brauerei Zipf  
Sommer '01 Praktikum im Labor der Brauerei Zipf  
Sommer '03 Praktikum im Labor der Fa. SPITZ  
Praktikum am Chemischen Institut/Uni Wien  
Sommer '04 Praktikum am Botanischen Institut/Uni Wien  
Sommer '05 Brauerei Zipf

### Berufserfahrung

seit Juli 2009 technischer Assistent am Institut für Ernährungswissenschaften