



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Veränderungen der sensorischen Eigenschaften und des
Carotinoid – Gehalts von Marillen nach der Verarbeitung (Trocknen)

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)

Verfasserin:	Eva – Maria Kopitar
Matrikel-Nummer:	0247540
Studienrichtung (lt. Studienblatt):	Ernährungswissenschaften
Betreuerin:	Ao. Univ. Prof. Dr. Dorota Majchrzak

Wien, Mai 2009

*Die akademische Freiheit ist die Freiheit,
soviel lernen zu dürfen, wie man nur will.*

Prof. Rudolf Virchow (1821-1902)

Danksagung

An dieser Stelle gilt mein ganz besonderer Dank Ao. Univ. Prof. Dr. Dorota Majchrzak für die Überlassung des Themas und für die fachliche Beratung und gewissenhafte Betreuung, bei der Verwirklichung dieser Arbeit.

Ich bedanke mich recht herzlich bei o. Univ. Prof. Dr. Ibrahim Elmadfa für die Betreuung während des Studiums und die gegebene Möglichkeit diese Diplomarbeit durchzuführen.

Ferner möchte ich allen Mitarbeitern des Labors des Departments für Ernährungswissenschaften für die freundliche Hilfestellung bei der Durchführung dieser Arbeit danken.

Anschließend danke ich meiner Besten Freundin Daniela und meinen Studienkolleginnen Eva, Magdalena, Birgit H., Birgit WP., Claudia und Silvia die Stets ein offenes Ohr und Zeit für mich hatten.

Insbesondere möchte ich mich bei Lena bedanken die es zwei Jahre lang mit mir in einer Wohnung „ausgehalten“ hat.

Danken möchte ich auch meiner Tante Martha, die ihre Freizeit für das Korrekturlesen dieser Diplomarbeit geopfert hat, und meinen Großeltern die bei vielen Prüfungen die Daumen gehalten haben und mich immer so lieb gefragt haben wie es mir in der „Schule“ gehe.

Nicht zuletzt möchte ich mich von ganzen Herzen bei meinem Freund Robert bedanken, der mir immer mit emotionaler und moralischer Unterstützung zur Seite gestanden ist.

Der größte Dank gilt meinen Eltern, die mir nicht nur das Studium ermöglicht haben, sondern immer für mich da waren und stets an mich geglaubt haben.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Fragestellung	1
2. Literaturübersicht	3
2.1. Nomenklatur und Botanik der Marille	3
2.1.1. Namensursprung	3
2.1.2. Botanische Einteilung	4
2.2. Herkunft / Anbauggebiete	4
2.2.1. Der geographische Ursprung	4
2.2.2. Anbauggebiete von Marillen	5
2.2.3. Standort und Klima	6
2.2.3.1. Klimaansprüche	6
2.2.3.2. Bodenansprüche	7
2.2.4. Krankheit und Schädlinge	8
2.2.4.1. Krankheiten	8
2.2.4.2. Schädlinge	9
2.2.5. Ernte und Lagerung	10
2.2.5.1. Lagerkrankheiten	11
2.2.5.2. Befall durch pilzliche Schaderreger	12
2.3. Produktion	12
2.3.1. Weltweite Produktion	12
2.3.2. Der Markt der Europäischen Union	14
2.4. Die Vielfalt der Marillenprodukte	16
2.4.1. Konfitüre	16
2.4.2. Kompott	17
2.4.3. Marillendestillate	17
2.4.4. Fruchtnektar	18
2.5. Herstellung durch Trocknung	19
2.5.1. Veränderung der Inhaltsstoffe	20
2.5.2. Trocknungsverfahren	20
2.5.3. Trockner	24
2.5.4. Qualitätseinbußen	24

2.6. Inhaltsstoffe der Marille	25
2.6.1. Struktur und Vorkommen von Carotinoiden	27
2.6.1.1. Struktur	27
2.6.1.2. Vorkommen	29
2.6.2. Carotinoidverluste	30
2.6.3. Bedarf und Empfehlung	32
2.7. Sensorische Beurteilung von Marillen	34
2.7.1. Deskriptive Analyse	34
2.7.2. Präferenzen	36
3. Material und Methoden	37
3.1. Material/Produkte	37
3.1.1. Proben	37
3.2. Bestimmung des Carotinoidgehalts	38
3.2.1. Geräte und Labormaterial	38
3.2.1.1. Geräte	38
3.2.1.2. Labormaterial	38
3.2.2. Reagenzien	39
3.2.2.1. Reagenzien für die Probenaufbereitung	39
3.2.2.2. Reagenzien für die HPLC- Analyse	39
3.2.3. Herstellung der verwendeten Lösungen und Laufmittel	40
3.2.3.1. Extraktionslösung	40
3.2.3.2. Calciumchloridlösung	40
3.2.3.3. Laufmittel, mobile Phase	40
3.2.4. Probenaufbereitung	40
3.2.5. Untersuchungsmethode HPLC	41
3.2.6. RP- HPLC	42
3.2.7. Auswertung	44
3.2.7.1. Erstellung Eichgerade	45
3.2.7.2. Berechnung der Carotinoidkonzentrationen	47
3.2.8. Reproduzierbarkeit	47
3.3. Trockenmassebestimmung	47
3.3.1. Durchführung	47
3.3.2. Auswertung	48

3.4. Sensorische Analyse	48
3.4.1. Probendarreichung für die sensorische Analyse	48
3.4.2. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)	50
3.5. Auswertung	52
3.5.1. Statistische Auswertung	52
3.5.2. Chemische Analyse	53
3.5.3. Sensorische Analyse	53
3.5.3.1. Spiderweb	53
3.5.3.2. PCA	53
4. Ergebnisse und Diskussion	54
4.1. Chemische Analyse	54
4.1.1. Frische Marillen	54
4.1.2. Getrocknete geschwefelte (G) Marillen	57
4.1.2.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide	57
4.1.2.1.1. <i>Lutein</i>	57
4.1.2.1.2. <i>Zeaxanthin</i>	58
4.1.2.2. Provitamin- A Carotinoide	59
4.1.2.2.1. <i>β- Carotin</i>	59
4.1.2.2.2. <i>α- Carotin</i>	60
4.1.2.2.3. <i>Cryptoxanthin</i>	61
4.1.3. Getrocknete nicht geschwefelte (nG) Marillen	62
4.1.3.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide	62
4.1.3.1.1. <i>Lutein</i>	62
4.1.3.1.2. <i>Zeaxanthin</i>	63
4.1.3.2. Provitamin- A Carotinoide	64
4.1.3.2.1. <i>β- Carotin</i>	64
4.1.3.2.2. <i>α- Carotin</i>	65
4.1.3.2.3. <i>Cryptoxanthin</i>	66
4.1.4. Untersuchte Marillenarten im Vergleich, geschwefelte (G), nicht geschwefelte (nG) und frische Marillen (F)	67
4.1.4.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide	67
4.1.4.1.1. <i>Lutein</i>	67
4.1.4.1.2. <i>Zeaxanthin</i>	68

4.1.4.2. Provitamin- A Carotinoide	69
4.1.4.2.1. β - Carotin	69
4.1.4.2.2. α - Carotin	70
4.1.4.2.3. Cryptoxanthin	71
4.1.5. Carotinoidgehalt bezogen auf die Trockensubstanz	72
4.2. Diskussion der chemischen Analyse	74
4.3. Sensorische Analyse	78
4.3.1. Getrocknete geschwefelte Marillen (G)	78
4.3.1.1. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)	78
4.3.1.2. Principal Component Analysis	81
4.3.1.3. Overall Quality	83
4.3.2. Getrocknete nichtgeschwefelte Marillen (nG)	84
4.3.2.1. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)	84
4.3.2.2. Principal Component Analysis	86
4.3.2.3. Overall Quality	89
4.3.3. Getrocknete geschwefelte und ungeschwefelte Marillen im Vergleich	90
Overall Quality im Vergleich	92
4.4. Diskussion sensorischer Ergebnisse	97
5. Schlussbetrachtung	100
6. Zusammenfassung	103
7. Summary	105
8. Literaturverzeichnis	107
- Lebenslauf	117

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1.: Weltweite Produktionsmengen und Frischfruchtexporte _____	13
Tabelle 2: Marillenproduktion aus Erwerbsstanlagen [Statistik Austria a, 2008] _____	16
Tabelle 3: Marillen aus Extensivanlagen [Statistik Austria a, 2008] _____	16
Tabelle. 4.: Carotinoidgehalte ausgewählter Gemüse ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) [Ebermann und Elmadfa, 2008] _____	29
Tabelle. 5: Carotinoidgehalte ausgewählter Früchte ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) [Ebermann und Elmadfa, 2008] _____	30
Tabelle 6: β - Carotingehalt in Tomaten und Tomatenprodukten ($\text{mg}/100\text{ g}$) [Tonucci et al, 1995] _____	31
Tabelle 7: Bezugsquellen der untersuchten getrockneten Marillen _____	37
Tabelle 8: Reagenzien für die Probenaufbereitung _____	39
Tabelle 9: Reagenzien für die HPLC- Analyse _____	39
Tabelle 11: Attribute für getrocknete Marillen _____	51
Tabelle 12: Carotinoidgehalte von Marillen ($\mu\text{g}/100\text{g}$) _____	54
Tabelle 13: Vergleich der Carotinoidgehalte in untersuchten frischen Marillen mit den Literaturdaten ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ essbaren Anteil) _____	55
Tabelle 14: Trockensubstanz getrockneter Marillen _____	72
Tabelle 15: Carotinoidgehalte bezogen auf die Trockensubstanz ($\text{mg}/100\text{g}$) _____	73

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schema zum Trocknen von Früchten [Innerhofer, 2005]	21
Abbildung 2.: Struktur von ausgewählten Carotinoiden [Watzl und Bub, 2001]	28
Abbildung 3.: Bedarfsdeckung von β - Carotin [Biesalski et al., 2004]	34
Abbildung 4: Aufbau einer HPLC Anlage [Schwedt, 1996]	41
Abbildung 5: Beispielchromatogramm der untersuchten Carotinoide in getrockneten Marillen- (1) Lutein ($t = 3,531$ min); (2) Zeaxanthin ($t = 3,931$ min); (3) Cryptoxanthin ($t = 5,671$ min); (4) α - Carotin ($t = 8,216$ min); (5) β - Carotin ($t = 9,344$ min)	44
Abbildung 6: Kalibrationsgerade Lutein	45
Abbildung 7: Kalibrationsgerade Zeaxanthin	45
Abbildung 8: Kalibrationsgerade Cryptoxanthin	46
Abbildung 9: Kalibrationsgerade α - Carotin	46
Abbildung 10: Kalibrationsgerade β - Carotin	46
Abbildung 11: Darreichung geschwefelten getrockneten Marillen	49
Abbildung 12: Sensorikkabine	49
Abbildung 13: Beispiel für eine Codierung mit dreistelligen Zufallszahlen	49
Abbildung 14: Carotinoidgehalte frischer Marillen (MW $\pm$ sd)	56
Abbildung 15: Luteingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	57
Abbildung 16: Zeaxanthingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	58
Abbildung 17: β - Carotingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	59
Abbildung 18: α - Carotingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	60
Abbildung 19: Cryptoxanthingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	61
Abbildung 20: Luteingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	62
Abbildung 21: Zeaxanthingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	63
Abbildung 22: β - Carotingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	64
Abbildung 23: α - Carotingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	65
Abbildung 24: Cryptoxanthingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)	66
Abbildung 25: Luteingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)	67

Abbildung 26: Zeaxanthingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)	68
Abbildung 27: β - Carotingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)	69
Abbildung 28: α - Carotingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)	70
Abbildung 29: Cryptoxanthingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)	71
Abbildung 30: Profilanalyse (QDA) getrockneter geschwefelter Marillen	80
Abbildung 31: Graphische Darstellung Hauptkomponenten Analyse- PCA-map von getrockneten geschwefelten Marillen	82
Abbildung 32: Overall Quality getrockneter geschwefelter Marillen (MW $\pm$ sd)	83
Abbildung 33: Profilanalyse (QDA) getrockneter ungeschwefelter Marillen	85
Abbildung 34: Graphische Darstellung Hauptkomponenten Analyse- PCA-map von getrockneten ungeschwefelten Marillen	87
Abbildung 35: Overall Quality getrockneter ungeschwefelter Marillen (MW $\pm$ sd)	89
Abbildung 36: Profilanalyse (QDA) von <i>GD</i> und <i>NL</i> Marillen	93
Abbildung 37: Profilanalyse (QDA) von <i>GB</i> und <i>NJ</i> Marillen	95

1. Einleitung und Fragestellung

Der Ursprung der Marille liegt im heutigen China und dort zählte sie schon 3000 – 2000 v. Chr. zum festen Bestandteil der Ernährung [Dippelreither, 1998].

Gute Nahrungsquellen für Carotinoide sind Obst und Gemüse, wobei die Marillen von allen in Österreich heimischen Obstsorten die höchsten β - Carotin Gehalte aufweisen [Herrmann, 2001].

Carotinoide können vom menschlichen Körper nicht synthetisiert werden und müssen deshalb über die Nahrung zugeführt werden, empfohlen wird eine tägliche Zufuhr von 2-4 mg/ Tag [D-A-CH, 2000].

Laut STATISTIK AUSTRIA [2008] werden in Österreich durchschnittlich 3,5 kg Marillen pro Kopf pro Jahr verbraucht, wobei 2008 aus Erwerbsobstanlagen 4.516 Tonnen erwirtschaftet wurden. Aus diesen frischen Marillen können verschiedenste Endprodukte wie z.B.: Säfte, Nektare, Marmelade gefertigt werden.

Da die Möglichkeit frische Marillen zu kaufen auf die Sommermonate begrenzt ist, werden Marillen getrocknet, um auch im Winter nicht auf das köstliche Steinobst verzichten zu müssen.

Durch das Trocknen werden allerdings große Veränderungen in Aussehen, Geruch und Geschmack der Früchte in Kauf genommen [Innerhofer, 2005]. Es ist allerdings auch wichtig Kenntnisse über Veränderungen der Nährstoffe zu haben, die bei der Verarbeitung und Lagerung durch Hitze, Licht und Sauerstoff auftreten können [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden die Carotinoidgehalte, der am österreichischen Markt erhältlichen getrockneten, sowohl geschefelten als auch ungeschwefelten Marillen, untersucht um einerseits den Vergleich mit den Konzentrationen der frischen Marillen machen zu können und andererseits um feststellen zu können, ob und wie weit sich die Schwefelung auf Carotinoid-Konzentrationen auswirken kann.

Da aber nicht nur der Nährwert für die Wahl des Produktes entscheidend ist, wurde weiters untersucht, ob sich getrocknete geschwefelte Marillen in Hinblick auf sensorische Eigenschaften gegenüber getrockneten nicht geschwefelten Marillen unterscheiden.

2. Literaturübersicht

2.1. Nomenklatur und Botanik der Marille

2.1.1. Namensursprung

Im deutschen Sprachraum unterscheidet man grundsätzlich zwischen den beiden Begriffen „Marille“ für Österreich, die Schweiz sowie Südtirol und Bayern und „Aprikose“ für das restliche Deutschland.

Marille

Das Wort Marille ist vermutlich auf das italienische „armellino“ (spanisch amarillo = gelb) zurückzuführen, welches seinen Ursprung im lateinischen Begriff „*armeniaca*“ hat.

Der Wiener Promologe Hugo Martin (1836 – 1929) wiederum vermutet eine deutsche Abstammung des Wortes „Marille“. Demzufolge wäre es auf die Wörter „mürbe“, „mollig“, „mehlig“ zurückzuführen. Der im 16. Jahrhundert erstmals verwendete Begriff „Marille“ könnte auch mit dem althochdeutschen „molaweh“ oder mit dem lateinischen Wort „*mollis*“ (weich) in Verbindung gebracht werden [Schreiber, 2008].

Aprikose

Die Römer nannten sie *Praecocium* oder *arbor praecox* (*praecox* = frühreif). Der italienische Name „Albicocco“ sowie die spanische Bezeichnung „Albaricoque“ und der französische Begriff „Abricot“ weisen bereits auf den deutschen Namen „Aprikose“ hin. Der Hauptgrund für die Veränderung von „Abri“ auf „Apri“ findet sich wahrscheinlich in einer falschen Ethymologie, in der das Wort auf das lateinische „*apricus*“ verweist – was soviel wie „sonnig“ bedeutet [Schreiber, 2008; Wurm et al., 2002].

2.1.2. Botanische Einteilung

Klasse:	<i>Rosopsida</i>
Unterklasse:	<i>Rosidae</i> (Rosenähnliche)
Ordnung:	<i>Rosales</i> (Rosenartige)
Familie:	<i>Rosaceae</i> (Rosengewächse)
Unterfamilie:	<i>Prunoideae</i>
Gattung:	<i>Armeniaca</i>

Blüten: 5 Kelch-, 5 Kron- und 25 Staubblätter; einblättriger und mittelständiger Fruchtknoten

Frucht: einsamige Steinfrucht; steiniges Endokarp

Art: *Prunus armeniaca* L. (Gewöhnliche oder Gemeine Marille)

[Faust et al., 1998; Dippelreither, 1998]

2.2. Herkunft / Anbauggebiete

2.2.1. Der geographische Ursprung

Die Marille stammt aus China, genauer gesagt Nordostchina, und nicht wie der botanische Name „*Prunus armeniaca*“ vermuten lässt aus Armenien. Diese Fehleinschätzung wurde im 19. Jahrhundert geklärt als Botaniker in Armenien das Land nach Wildarten absuchten und erfolglos wieder nach Hause fahren mussten. Brettschneider, Roxburgh u. a. fanden als Erste zahlreiche Wildarten im heutigen China, vor allem in den Bergen um Peking [Wurm et al., 2002].

Aus Überlieferungen ist bekannt, dass die Marille bereits zwischen 3000 und 2000 v. Chr.- zur Zeit Kaisers Shi-Ju- zum festen Bestandteil der Ernährung des chinesischen Volkes zählte [Dippelreither, 1998].

Laut FAUST et al. [1998], schrieb 1595 Hieronymus Bock in seinem Kräuterbuch von Marillen als kleine gelbe Sommerpfirsiche. In dem zuerst genannten Buch wurde auch Boulin`s (1560- 1624) publiziertes Kräuterbuch

erwähnt, welches 1687 die Marille als eine separate Fruchtspezies bezeichnete. Tournefort (1700), Botaniker des französischen Königs Louis XIV., nannte die Marille schließlich *Armeniaca*, heute jedoch wissen wir, dass sie zu der Familie der Rosaceae gehört.

Nach Einführung der Marillenkultur in Usbekistan verbreiteten schließlich die Römer und Griechen dieselbe Marillenkultur im nördlichen und die Araber im südlichen Mittelmeerraum [Wurm et al., 2002].

Obwohl der Ursprung der Marille in China liegt, werden heutzutage die nahrhaften Früchte in größeren Ausmaßen in Europa angebaut, vor allem in den Mittelmeerregionen wie Italien und Spanien. Durch die hohe Anpassungsfähigkeit der Frucht an verschiedene Klimabedingungen haben sich im Laufe der Zeit weitere Sorten entwickelt [Schreiber, 2008].

2.2.2. Anbauggebiete von Marillen

Spanien

Die Marillenflächen findet man konzentriert in der Gegend um Murcia und Valencia. Die Hauptsorten von Marillen in Spanien sind *Bulida* mit 35 % Flächenanteil vor *Monique* und *Canino* mit je 8 %.

Frankreich

Die Kulturfläche ist praktisch auf den Südosten des Landes beschränkt, Hauptproduktionsgebiet ist Rhone Alpe mit 50 % Flächenanteil. In Languedoc-Roussillon befinden sich mehr als ein Drittel, in der Provence etwa 15 % der Marillenanbauflächen. Die Hauptsorte seit Anfang der 80er- Jahre ist *Bergeron*.

Italien

Als Produktionsgebiete stechen Kampanien mit 80 000 bis 100 000 t Potential und die Emilia Romana heraus, wo das Produktionsvolumen zwischen 30 000 und 80 000 t schwankt, abhängig von den in diesem Gebiet immer wieder auftretenden Frostschäden [Wurm et al., 2002].

Österreich

Als Anbaugebiete können die Wachau, das nördliche Weinviertel im Gebiet um Poysdorf und das Gebiet um Kittsee genannt werden [Wurm et al., 2002].

Die „Wachauer Marille“ darf als erstes österreichisches Produkt mit 12. Juli 1996 eine EU- weit geschützte Herkunftsbezeichnung tragen [Dippelreither, 1998].

Die traditionelle Marillensorte in der Wachau ist die *Klosterneuburger Marille*, deren Frischmarktbelieferung über den Großhandel sich auf Grund der Druckempfindlichkeit und ungleichhäftigen Reife kaum durchgesetzt hat. Im Vergleich zu vielen ausländischen Sorten setzen die Ernterträge später ein. Das Stadium der Vollblüte dauert 10 bis 20 Tage und ist meist in der zweiten Aprilhälfte erreicht. Die Erntezeit der „Wachauer Marille“ ist meist Mitte Juli.

Das zweitwichtigste Marillenanbaugebiet, das im nördlichen Waldviertel liegt, orientiert sich an der Frischmarktbelieferung. Hauptsorten dieses Anbaugebietes sind *Aurora*, *Orangered*, *Goldrich* und *Bergeron* [Wurm et al., 2002].

2.2.3. Standort und Klima

2.2.3.1. Klimaansprüche

Die Marille stellt besondere Ansprüche an Temperaturverhältnisse. Die mittleren Jahrestemperaturen sollten +8°C nicht unterschreiten. In den Hauptanbaugebieten wie in der Wachau, den Gebieten um Wien und Teilen des Burgenlandes liegen die Jahresmitteltemperaturen zwischen 8,5 und 10,5°C und werden vom pannonischen Klima beeinflusst. Genaue Standorteignungsprüfungen sind vor Neuauspflanzungen notwendig und sinnvoll, da in nicht geeigneten Gebieten oft frühzeitig mit größeren Baumausfällen zu rechnen ist.

Von großer Bedeutung dürften auch die Sonnenscheinintensität und die Sonnenscheindauer (> 200 h/Monat) sein, da es in Gebieten mit intensiverer

Sonneneinstrahlung trotz geringer Wärmegrade $< +8^{\circ}\text{C}$ noch zu einer guten Gedeihung der Marille kommt.

Die Niederschlagsverhältnisse stellen ebenfalls einen wichtigen Faktor eines Anbaubereiches dar. In den österreichischen vom pannonischen Klima beeinflussten Anbaubereichen betragen die Niederschlagsmengen zwischen 450 und 580 mm. Liegen die Niederschlagsmengen deutlich darüber kann es zu Verlusten durch pilzliche Erkrankungen kommen. In Gebieten mit zu geringen Niederschlägen kann durch eine Bewässerungsmöglichkeit Abhilfe geschafft werden.

Luftige Standorte helfen den Pilzbefall an Blüten, Früchten und Blättern zu verringern. Bei kaltem Blühwetter sind vor allem Luftbewegungen neben Bienen und Hummeln für eine Bestäubung notwendig.

Gegen Hagelschlag sind Marillen sehr empfindlich, so dass es in späteren Entwicklungsstadien bei angeschlagenen Früchten noch am Baum sehr rasch zur Fäule kommt.

Von allen Obstsorten besitzt die Marille die geringste Winterruhe; vor allem bei milden Wintertemperaturen und bei Warmlufteinbrüchen von Westen her, setzt der Saftumlauf bald wieder ein. Wenn es einen anschließenden Kälterückfall gibt, kann es in vielen Fällen zu Frostschäden kommen, wodurch Marillenbäume gegenüber Krankheiten anfälliger sind [Schreiber, 2008; Wurm et al., 2002].

2.2.3.2. Bodenansprüche

Die Marille ist eine relativ schnellwüchsige Obstart, welcher warme, eher tiefgründige, gut durchlüftete, lockere Böden besonders zusagen. Es ist aber auch möglich Marillenbäume wegen der guten Erwärmbarkeit zu züchten. Auch steinige Weinbergböden wie in der Wachau sind von der Produktion nicht gänzlich auszuschließen, allerdings muss die Möglichkeit für ausreichende Wasserversorgung gegeben sein.

Zu schwere, schlecht durchlüftete, nasse und kalte Böden sind für die Marillenproduktion ungeeignet, da durch das spätere Abschließen des

Wachstums im Herbst das Holz nicht genügend ausreifen kann. Auftretende Schäden durch Frost vermindern die Ertragssicherheit und können auch zum Absterben der Bäume führen. Je schlechter die klimatischen Bedingungen sind, desto stärker wirken sich dann auch ungünstige Bodenverhältnisse aus [Schreiber, 2008].

2.2.4. Krankheit und Schädlinge

2.2.4.1. Krankheiten

ESFY (European Stone Fruit Yellowing):

Bei dieser weltweit bedeutenden Phytoplasmore vermehrt sich der Erreger in den Siebröhren der Wirtspflanze und sobald er in ausreichender Anzahl vorhanden ist, werden diese verstopft, was zum Verkümmern infizierter Bäume führt.

Da das Krankheitsbild leicht mit anderen Ursachen verwechselt werden kann, ist eine sichere Diagnose auf Grund äußerer Merkmale nicht möglich. Charakteristische Symptome des ESY sind ein vorzeitiger Austrieb im Jänner und Februar sowie gestörtes vegetatives Wachstum bei dem sich schließlich die Blätter entlang der Hauptblattader einrollen. Kranke Bäume verlieren ihr Laub sehr früh und in weiterer Folge verkümmern die Bäume und sterben ab.

Eine direkte Bekämpfung ist nicht möglich. Die zu treffende Maßnahmen beschränken sich auf eine Verhinderung der Einschleppung und der Weiterverbreitung der Krankheit. Kranke Bäume sollten unbedingt gerodet werden [Wurm et al., 2002].

Sharka (plum pox virus):

Typische Symptome sind ringförmige Aufhellung an Blättern, Früchten und Fruchsteinen. Ausgehend von verseuchten Bäumen wird die Krankheit in der Marillenanlage auf gesunde Pflanzen übertragen, deshalb sollten kranke Pflanzen entfernt werden. Es gibt Sharka-tolerante (z.B.: *Orangered*) und

Sharka- resistente (Stark *Early Orange*) Sorten. Der Großteil der wirtschaftlich interessanten Sorten (z.B.: *Klosterneuburger*) ist anfällig [Wurm et al., 2002].

Bakterienbrand des Steinobstes:

Den ganzen Sommer über leben die für die Schäden verantwortlichen Bakterien *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* und pv. *mors prunorum* auf der Blattoberfläche, ohne den Baum zu schädigen. Im Herbst und Winter dringen diese über Schnittwunden, Blattnarben und Rindenrisse ein und wandern im Laufe des Winters in die Gewebe und nekrotisieren diese. Im Spätwinter zeigen sich auf den Zweigen befallener Bäume erste Symptome, die mit punktuell gebildetem Gummi enden. Zum Frühjahrsende hin und im Sommer entstehen krebsartige Wucherungen, wohingegen selten Blatt- und Fruchtsymptome auftreten. Stark kälteausgesetzte Parzellen und saure, entkalkte Böden sollten daher vermieden werden. Wenn man auf gute Affinität von Edelsorten und Unterlag, gute Anpassung der Unterlage an den jeweiligen Bodentyp und gute Wasserversorgung im Sommer achtet, halten sich die Verluste durch Bakterienbrand in Grenzen [Wurm et al., 2002].

Weniger häufig, aber ebenfalls mit tödlichem Ausgang des Krankheitsverlaufes, sind Hallimasch-, Verticillium- und Bleiglanzinfektionen. Geschwächte Bäume werden mitunter durch die Erreger der Krötenkrankheit, des Schrotschusses, der Marillenblattbräune, des Mehltaus und der Eutypiose befallen, welche den Verfallsprozess zur Folge haben [Wurm et al., 2002].

2.2.4.2. Schädlinge

Schädlinge spielen im Zusammenhang mit dem Marillensterben eine untergeordnete Rolle. Speziell in den ersten Jahren können immer wieder Wühlmäuse- oder Wildschäden auftreten. Stärkerer Borkenkäferbefall betrifft in der Regel nur schon geschwächte Bäume [Wurm et al., 2002].

2.2.5. Ernte und Lagerung

Eine sorgfältige Ernte und Sortierung sind absolute Grundanforderungen für einen gesicherten Absatz. Marillen müssen zum Zeitpunkt der Ernte gewisse Güteeigenschaften aufweisen [Wurm et al., 2002].

Früchte müssen:

- gesund
- sortentypisch
- sauber (frei von sichtbaren Fremdstoffen)
- frei von Schädlingen
- frei von Schäden durch Schädlinge
- gut entwickelt und ausreichend reif, aber nicht überreif
- frei von fremdem Geruch und Geschmack

sein.

Die Ermittlung des richtigen Erntezeitpunktes ist von entscheidender Bedeutung für die Qualität von Marillen und ist eine Herausforderung, da unterschiedliche Sorten ein unterschiedliches Reifeverhalten zeigen, sowohl vor als auch nach der Ernte [Mencarelli et al., 2006]. Vor der Ernte stehen Zuckerwert, Säurewert und Fruchtfleischfestigkeit in einem direkten Zusammenhang. Während der Zuckerwert steigt und der Säurewert sinkt, wird die Fruchtfleischfestigkeit herabgesetzt. Nach der Ernte werden diese Werte nur mehr geringfügig verändert. Bedeutendes Qualitätskriterium ist die Farbausbildung der Frucht, wobei die Grundfarbe vom jeweiligen Reifezustand und der Sorte abhängt. Einzelne Sorten verhalten sich sehr unterschiedlich, einige verlieren nach dem Farbwechsel von Grün- Gelb nach Gelb- Orange rasch an Festigkeit, wie z.B.: *Klosterneuburger*, *Aurora*, *Orangered*, und müssen deshalb schnell geerntet werden.

Andere werden weniger rasch weich und erlauben eine spätere Ernte [Wurm et al., 2002]. In Studien wurde festgestellt, dass Farbkarten den optimalen Zeitpunkt der Ernte zu finden erleichtern [Lichou und Jay, 2006].

Die Ernte wird bei alten Marillenkulturen in der Türkei meist nach traditioneller Methode durchgeführt, welches das Abklopfen tragender Äste mit Stöcken bedeutet. Diese Art der Ernte stellt eine sehr aufwendige Methode dar, wodurch es hierbei zu Verzögerung bei der Ernte kommt [Gezer, 2006].

Da der Reifezustand der Früchte an einem Baum meist sehr unterschiedlich ist, müssen mehrere Erntegänge durchgeführt werden. Rasches Kühlen nach der Ernte ist wichtig, um die Qualität der Früchte zu erhalten. Optimale Lagertemperaturen liegen zwischen 1° und 5°C, bei höheren Temperaturen werden die Früchte rasch mehlig und verlieren an Aroma. Die Temperaturen sollten bei längeren Lagerzeiten auf 0° bis 1,5°C abgesenkt werden, damit die Entwicklung von Mikroorganismen und Fäulnisbefall verlangsamt werden. Nach der Auslagerung sollte es zu langsamen Temperatúrausgleich kommen, da sonst die Früchte innerhalb kürzester Zeit an Festigkeit verlieren und physiologisch zusammenbrechen könnten [Wurm et al., 2002].

2.2.5.1. Lagerkrankheiten

Bereits nach der Ernte beginnt der Verderb der Marille, und er kann verschiedene Ursachen haben.

Physiologische Ursachen haben ihren Ursprung schon vor der Ernte in Boden und Klima. Die Lagerfähigkeit wird auch von der Pflanzenernährung beeinflusst.

Innerer Fruchtverfall:

Der innere Fruchtbefall ist das häufigste Schadbild, deren ersten Symptome Verbräunungen des Fruchtfleisches in der Umgebung des Steines sind. Diese Verfallserscheinungen treten häufig in Jahren mit extrem hohen Temperaturen zum Erntezeitpunkt auf, wobei Sorten mit festem Fruchtfleisch weniger stark betroffen sind [Wurm et al., 2002].

Schrumpfen:

Ein Schrumpfen der Frucht deutet auf einen Flüssigkeitsverlust während der Lagerung hin. Verzögern könnte man dies durch ein rasches Abkühlen nach der Ernte und entsprechender Luftfeuchtigkeit im Lager.

Gefrierschäden:

Sind die Lagertemperaturen zu niedrig, treten häufig Gefrierschäden auf. Vor allem bei weichfleischigen Sorten kann eine Temperatur um 0°C bereits zu Gefrierschäden führen. In diesem Fall sind die Früchte durch ein wässrige aussehendes, weiches und braun verfärbtes Fruchtfleisch gekennzeichnet [Wurm et al., 2002].

2.2.5.2. Befall durch pilzliche Schaderreger

Während der ganzen Vegetationsperiode können die Früchte von diversen Pilzen befallen werden. Die Witterungsverhältnisse zum Erntezeitpunkt sind ausschlaggebend für die Vermehrung von Pilzen. Ist das Wetter während der Ernte regnerisch, bleiben an den Früchten Wassertropfen haften und dadurch haben Pilze und Bakterien optimale Bedingungen zur Vermehrung [Wurm et al., 2002].

2.3. Produktion

2.3.1. Weltweite Produktion

Die Weltproduktion von Marillen beträgt etwas mehr als 2,3 Millionen Tonnen (t), ein Drittel davon kommt aus Europa (inklusive Ukraine und Russland), ein weiteres Drittel aus dem Nahen Osten (Tab. 1). Einer der größten Marillenproduzenten ist die Türkei mit 20% der Weltproduktionsmenge, wobei ein Großteil der Ernte in Monopolstellung als Trockenmarillen vermarktet wird. Durch ihre Produktionsmengen stechen besonders Spanien, Frankreich und Italien in Europa hervor.

Die Handelsmengen mit Frischmarillen betragen weltweit ungefähr 155.000 t, wobei 80 % des Gesamtvolumens innerhalb der Europäischen Union gehandelt

werden, wohingegen der Nahe Osten nur einen Anteil von 10% des Welthandels an Frischmarillen hat.

Tabelle 1.: Weltweite Produktionsmengen und Frischfruchtexporte
(in 1000 Tonnen) [Wurm et al., 2002]

	Produktion	Export
Europa	843	130
Spanien	180	55
Frankreich	160	45
Italien	130	17
Griechenland	55	7
Asien	1.090	12
Türkei	460	0,5
Iran	120	0
Afrika	246	4
Amerika	123	8
Weltproduktion	2.344	155

Der Handel mit Trockenmarillen macht ca. 50.000 t aus, wobei mehr als 80 % dieser Menge aus der Türkei stammt, der Rest aus Marokko, dem Iran und der USA. Hauptimporteure sind die USA, Deutschland, Großbritannien, Frankreich und Australien [Wurm et al., 2002].

Die Türkei ist führender Produzent getrockneter Marillen. Organisch getrocknete Marillen werden vor allem in der Region von Malatya in der Türkei produziert. Die Anzahl der Bauern die organische getrocknete Marillen herstellen ist von 1992 bis 2004 um 702,38% von 42 auf 337 Produzenten angewachsen. Die Produktionsfläche hat sich von 335 Hektar im Jahr 1992 auf 2.087 Hektar im Jahr 2004 vergrößert. Im selben Zeitraum ist auch die

Produktionsmenge von 780 t auf 13.278 t angewachsen, welches eine Zunahme um 1.052% bedeutet [Olgun und Adanacioglu, 2006].

2.3.2. Der Markt der Europäischen Union

In der Europäischen Union werden jährlich durchschnittlich 550.000 t Marillen, das entspricht etwa einem Viertel der weltweiten Gesamtmenge, produziert. Starke Ertragsschwankungen kommen durch häufige Spätfrostschäden zustande. Der innerhalb der EU abgewinkelte Handel mit Frischmarillen beträgt 130.000 t, wovon Deutschland mit einer Menge von 45.000 t Frischmarillen pro Jahr zum Hauptimporteure zählt [Wurm et al., 2002].

Spanien

Platz eins unter den Marillenproduzenten mit einer Anbaufläche mehr als 25.000 ha und einem Produktionspotential von etwa 222.000 t nimmt Spanien ein. Der Pyrenäenstaat ist damit Hauptexporteur von Marillen, wobei die Ausfuhrmengen am europäischen Markt in den letzten zehn Jahren kontinuierlich gestiegen sind und derzeit 50.000 t erreichen. 30 bis 35 % der Marillenproduktion Spaniens wird für die industrielle Verarbeitung verwendet. Spanien ist am Frühmarkt sehr präsent, da 40 % seines Exports im Mai und 55 % im Juli stattfinden [Wurm et al., 2002].

Frankreich

Durch massive Flächenausweitung in Frankreich nahm in 15 Jahren die Fläche des Marillenanbaus von 4.000 ha auf heute 18.500 ha zu, wodurch sich die Jahresmenge auf mehr als 150.000 t verdoppelt hat. Die Produktionszeit ist relativ lang und reicht von Anfang Juni bis Mitte August und damit ist Frankreich der späteste europäische Hauptproduzent. Rund 50.000 t Frischmarillen werden exportiert und ca. 40.000 t werden im Land verarbeitet [Wurm et al., 2002].

Italien

In Italien stagniert seit einigen Jahren einerseits der Marillenanbau, andererseits geht die Erntemenge durch Spätfröste und Sharka- bedingte Rodungen auf 150.000 t zurück. Die Nachfrage nach Marillen für die Verarbeitung beträgt etwa 50.000 t und nimmt leicht zu [Wurm et al., 2002].

Österreich

Die Produktionsmenge von ca. 10.000 bis 20.000 t Marillen pro Jahr in Österreich wird durch etwas mehr als 13.000 t aus Spanien, Frankreich, Italien und Ungarn vergrößert. Die Marille ist gemeinsam mit der Zwetschke eine der wichtigsten Steinobstfruchtsorten in Österreich. Auspflanzungen in Niederösterreich führten zu einer Zunahme der österreichischen Marillenanbaufläche, die damit 1997 einen Anteil von 21 % der gesamten Obstfläche erreicht hat. Hauptursachen für die Schwankungen der Erträge sind vor allem Spätfrostschäden und Blütenmonilia- Infektionen [Wurm et al., 2002].

Der Jahres Pro- Kopf Marillenverzehr ist von 2001/02 bis 2006/07 von 2,9 auf 3,5 kg gestiegen. Die Erzeugung hat im gleichen Zeitraum von 11.169 auf 25.203 t zugenommen, wohingegen auch die Verluste von 1.256 auf 5.351 t angestiegen sind. Der Import ist um ca. 1.000 t auf 17.017 t angewachsen, wobei der Export bei rund 2.000 t in den letzten sechs Jahren unverändert geblieben ist. [Statistik Austria b, 2008]

Obsternte 2008: Die Marillenproduktion aus Erwerbsobstanlagen betrug, im Jahr 2008, 4.500 t und übertraf die geringe Ernte des Jahres 2007 um 85% (Tab. 2). Niederösterreich stellte 80% der heimischen Marillenproduktion. Die Ertragslage bei der „Wachauer Marille“ blieb aufgrund von Ausfällen durch Spätfrostschäden während der Blüte zwar unter dem niederösterreichischen Bundeslandmittel, hingegen wurden im Weinviertel üppige Erträge erzielt. Bei extensiv bewirtschafteten Obstanlagen, z.B.: Hausgärten, fiel die Marillenernte um 11% geringer aus als im Vorjahr, zurück zu führen auf verstärktes Auftreten von Pilzerkrankungen sowie von Fruchtfäule (Tab. 3) [Statistik Austria a, 2008].

Tabelle 2: Marillenproduktion aus Erwerbsostanlagen [Statistik Austria a, 2008]

	Ertragsfähige Fläche (ha)	Ernte insgesamt in Tonnen
Österreich 2007	503	2.443
Österreich 2008	492	4.516

Tabelle 3: Marillen aus Extensivanlagen [Statistik Austria a, 2008]

	Ertrag in kg pro Baum	Relative Differenz zu 2007
Österreich	22,1	-11%

2.4. Die Vielfalt der Marillenprodukte

Marillen sind wegen ihres unvergleichlichen Geschmacks aus der österreichischen Küche nicht wegzudenken. Es gibt etliche Möglichkeiten dieses köstliche Obst zu verarbeiten [Dippelreither, 1998].

2.4.1. Konfitüre

Da der Mineralstoffgehalt beim Herstellen von Konfitüre nicht beeinträchtigt wird und der Ballaststoffgehalt auf Grund der zugesetzten Geliermittel sogar zunimmt ist der gesundheitliche Wert sehr hoch anzusiedeln, allerdings kann der Vitaminverlust dabei bis zu 40 % betragen und steht im direkten Zusammenhang mit der Länge des Kochprozesses [Schreiber, 2008].

Bei der Herstellung von Konfitüre werden vollreife Früchte verwendet, beschädigte müssen großzügig ausgeschnitten werden. Die Verarbeitung beginnt mit dem Waschen der Früchte und dem anschließendem Passieren, wobei alle festen Bestandteile entfernt werden und eine dickflüssige Masse gewonnen wird.

Anschließend wird Zucker zugesetzt, in der Regel 50%, um den Mikroorganismen das lebensnotwendige Wasser zu entziehen. Konfitüren mit

weniger Zucker müssen nach dem Öffnen des Glases wegen schnellerem Verderben rasch aufgebraucht werden.

Da Marillen von Natur aus wenig Pektin enthalten, ist ein Geliermittelzusatz notwendig. Geliermittel enthalten Pektin, das natürlich in fast allen Obstsorten vorkommt und Bestandteil der Zellwand ist. Anstelle von Pektin kann auch Agar- Agar verwendet werden, welches aus getrockneten und fein vermahlenden Meeresalgen gewonnen wird.

Durch Zusatz von Zucker und Geliermittel wird die Kochzeit wesentlich verkürzt. Je nach Pektingehalt variiert die Kochzeit zwischen 30 bis 60 Minuten wodurch Vitamine und Aromastoffe geschont werden [Wurm et al., 2002].

2.4.2. Kompott

Besonders gut für die Zubereitung von Kompott sind festfleischige Sorten geeignet. Es ist nicht notwendig die Haut zu entfernen [Schreiber, 2002].

Geschmack und Aroma bleiben bei der Hitzekonservierung besser erhalten als bei Tiefkühlware.

Für das Einkochen von Marillen können nur makellose Früchte verwendet werden, die meist als Hälften eingelegt werden. Gezuckert, ungezuckert oder mit Zuckerlösung werden die Früchte anschließend mit einer vorbereiteten Flüssigkeit versetzt, die alle Früchte bedeckt. Danach erst werden die Gläser bei Temperaturen von 75- 100 °C erhitzt [Wurm et al., 2002].

2.4.3. Marillendestillate

Ein Vorteil der Marillenproduktion ist, dass die Erzeugung von Bränden als zweite Verarbeitungsstufe durchgeführt werden kann. Dies ist ein lukrativer Betriebszweig für Landwirte.

Für Marillenprodukte dürfen nur vollreife, gesunde und saubere Früchte verwendet werden, die einen hohen Zuckergehalt aufweisen. Hocharomatische Destillate werden vor allem aus den alten Sorten *Klosterneuburger Marille*, *Ungarische Beste* und den neuen Sorten *Bergeron*, *Orangered* und *Aurora* gewonnen.

Beim Einmaischen des Obstes sollen die Früchte nur gequetscht oder zerdrückt werden, damit keine Steine zerschlagen werden, denn die in der Maische verbleibenden Steine würden im Brand einen unerwünschten Geruch nach Bittermandel entstehen lassen. Die Aromaausbeute und die Alkohlausbeute werden durch pektinabbauende Enzyme erhöht, da diese die Maische verflüssigen. Durch Zusatz von Säure wird der pH- Wert auf 3,0 bis 3,2 abgesenkt, um die Maische vor mikrobiellem Verderb zu schützen. Anschließend werden Reinzuchthefen zugegeben, um eine rasche und reintönige Gärung der Maische zu gewährleisten. Die Gärung sollte in geschlossenen Gärbehältern durchgeführt werden, um den Sauerstoffzutritt zu verhindern, wodurch das Fruchtaroma erhalten bleibt. Die ideale Temperatur liegt bei 15°- 20°C, in der Regel dauert die Gärzeit 2 bis 3 Stunden. Der günstigste Brennzeitpunkt ist in der abklingenden Gärung, auf jeden Fall aber gleich nach Gärende. Bei herkömmlichen, einfachen Brennanlagen wird zweimal gebrannt und dadurch entsteht der Feinbrand, der anschließend noch auf Trinkstärke herabgesetzt werden muss. Mit destilliertem Wasser wird der Alkoholgehalt auf 39- 42%vol. gebracht [Wurm et al., 2002].

2.4.4. Fruchtnektar

Der „Fruchtsaft“ besteht aus 100% Fruchtanteil, wohingegen der „Nektar“ mit Wasser und Zucker gemischt wird. Für die Nektarherstellung wird das gesamte Fruchtfleisch verarbeitet und nach Wasser und Zuckerzusatz beträgt der Mindestfruchtanteil zwischen 25 und 50%. Gezielter Wasseranteil ist notwendig, um ein trinkfertiges Produkt zu erhalten [Wurm et al., 2002].

In den meisten Nektaranlagen bedient man sich zum Blanchieren eines dampfbeheizten Schneckenblancheurs, in kleineren Anlagen verwendet man einen Kochkessel für den diskontinuierlichen Betrieb. Die Früchte werden mit einem direkten und oder indirekten Dampf erhitzt, um die fruchteigenen Enzyme zu inaktivieren. Die Blanchiertemperaturen liegen zwischen 80° und 90°C, da unter 70°C die vollständige Inaktivierung von oxidativen Enzymen nicht gewährleistet ist. Bei vorzerkleinerten Früchten ist ein rasches Erhitzen

besonders wichtig. Durch das Blanchieren werden die Früchte aufgeweicht und dadurch passierfähiger.

In den meisten Geräten rotiert beim Passieren in der Maschine eine Schlägerwelle mit aufsetzbaren Schlagelementen. Diese sind schneckenförmig angeordnet und befördern die Früchte mit hoher Drehzahl im Inneren weiter. Durch die Schläger wird das Fruchtfleisch durch ein Sieb gepresst. Die Lochdurchmesser des Siebeinsatzes bestimmen die Feinheit des Fruchtmарkes. Nach dem Passieren wird das Fruchtmарk mit Hilfe eines Röhrenkühlers abgekühlt.

In den Misch tanks wird das Mark mit anderen Zutaten vermengt und zu trinkfertigem Nektar gemischt. Die dazu verwendeten Zutaten sind Wasser, Zucker, Zitronensäure und Ascorbinsäure.

Das Homogenisieren ist ein wichtiger Verfahrensschritt und verhindert ein Trennen von flüssiger und fester Phase im Nektar. Zum Einsatz kommen meist Hochdruckhomogenisatoren, die für eine höhere Produktstabilität sorgen.

Da während der Verarbeitung das Fruchtmарk immer wieder in Kontakt mit Sauerstoff kommt, kann eine Vakuum- Entlüftungseinrichtung eingesetzt werden, um unerwünschte Oxidation zu verhindern.

Für die Pasteurisation von fruchtfleischhaltigen Produkten sind Temperaturen von etwa 82°C empfehlenswert. Auf Grund der dicken Konsistenz von Nektar sollten zum Abfüllen Vakuumfüller verwendet werden [Wurm et al., 2002].

2.5. Herstellung durch Trocknung

Das Trocknen ist eines der ältesten Verfahren, um die Haltbarkeit von Lebensmitteln zu verlängern. Der Wassergehalt der Rohstoffe muss bis auf einen Endwassergehalt erniedrigt werden, damit eine ausreichende mikrobiologische und chemische Stabilität der getrockneten Produkte gewährleistet wird [Heiss und Eichner, 1984].

Die Haltbarkeit ist durch Verringern des im Lebensmittel frei zur Verfügung stehenden Wassers und der dadurch entzogen Lebensgrundlage für

Mikroorganismen gegeben. Der angesprochene Wassergehalt wird von 78-93% auf 10- 15% reduziert, um einen späteren Verderb auszuschließen. Die Mikroorganismen werden beim Trocknen nicht zerstört, aber die weitere Vermehrung wird verhindert [Ebermann und Elmadfa, 2008].

2.5.1. Veränderung der Inhaltsstoffe

Durch das Trocknen bleiben die meisten Inhaltsstoffe wie Kohlenhydrate, Ballast- und Mineralstoffe zur Gänze in konzentrierter Form erhalten. Trockenfrüchte sind sehr kalorienreich und können zur Ernährung als gesunder aber energiereicher Snack für zwischendurch beitragen. Vitamine hingegen gehen bis zu 50% verloren. Auch Aromakomponenten können durch die Hitzeinwirkung verändert werden.

Bei der Konservierungsmethode des Trocknens akzeptiert man große Veränderungen in Aussehen, Geruch und Geschmack. Marillen sind danach dunkler, geschrumpfter und fester als frisches Obst [Innerhofer, 2005].

2.5.2. Trocknungsverfahren

Die technologischen Verfahren werden an das jeweilige Produkt angepasst, dies ist vor allem bei der Trocknungstemperatur wichtig [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Zur Trocknung verwendetes Obst sollte gesund, sauber, frisch und reif sein.

Zur Herstellung von Trockenobst werden etwa gleich große Früchte verwendet, deshalb sollte eine Größensortierung der Früchte vor Beginn der Verarbeitung durchgeführt werden. Außerdem trägt die Gleichmäßigkeit entscheidend zur Qualität des Endproduktes bei. Marillen werden entsteint, die Fruchthälften können wieder zusammengefügt werden, meistens werden sie aber voneinander getrennt getrocknet. Die Schnittflächen werden nach oben aufgelegt, um so ein Verschmutzen des Dörrapparates durch Abtropfen zu verhindern.

DÖRROBSTHERSTELLUNG

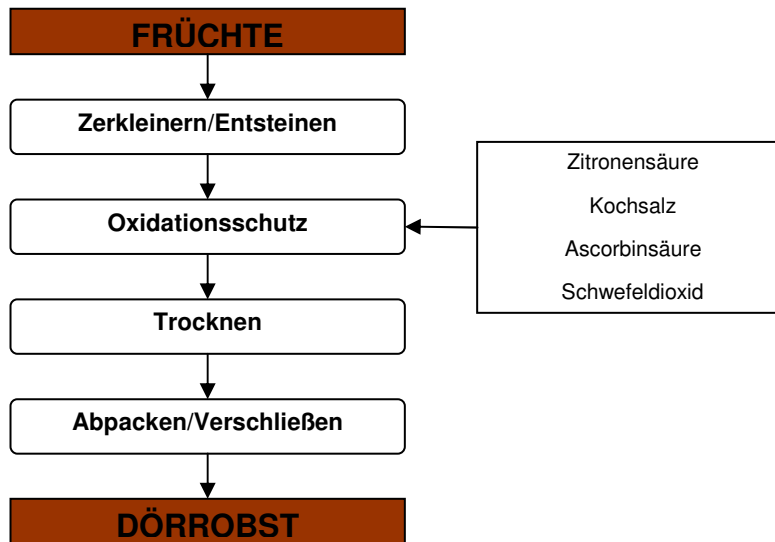


Abbildung 1: Schema zum Trocknen von Früchten [Innerhofer, 2005]

Der Trocknungsvorgang kann durch eine gezielte Vorbehandlung: der Früchte und dadurch verringerte Enzymaktivität beschleunigt werden. Die Keime können umso leichter inaktiviert werden, je kleiner der anfängliche Keimgehalt ist. Mikroorganismen können auch die Veränderungen von Konsistenz, Geschmack und Farbe beschleunigen. Die Veränderungen sind umso intensiver, je mehr aktive Enzyme enthalten sind. Meist wird eine chemische und thermische Vorbehandlung durchgeführt [Innerhofer, 2005].

Eine weitverbreitete Form ist die chemische Vorbehandlung, das Tauchen der Früchte in Kochsalz, Zitronensäure, Ascorbinsäure oder schwefelige Säure (Abb. 1). Dabei sollte beachtet werden, dass mit jedem Tauchgang die Konzentration der Lösung, durch fruchteigenes Wasser, abnimmt.

- Kochsalz wird selten verwendet und hat eine bleichende Wirkung. Man taucht die Früchte zwei Minuten in eine 1%- Lösung.
- Zitronensäurelösung: 0,5%ige bis 2,5%ige Konzentrationen verringern die nicht enzymatische Bräunungen durch Absenken des pH- Wertes. Mit höheren Konzentrationen steigt der saure Geschmack der Früchte.

- Ascorbinsäure bewirkt eine starke Aufhellung der Früchte und verhindert nicht enzymatische Bräunungen stark. Tauchzeiten von fünf Minuten sind bei Konzentrationen von bis zu 5 g/l üblich.
- Schwefelige Säure verhindert eine Bräunung am wirkvollsten, so behalten Marillen nach dem Tauchen ihre ursprüngliche Farbe. Nebenbei hat es einen konservierenden Effekt, denn Enzyme und Mikroorganismen werden in ihrer Aktivität gehemmt. Konzentrationen der SO₂-Lösung reichen von 0,05% bis hin zu 0,5%. Auf den Verpackungen ist ein Verweis „geschwefelt“ zu finden. Die schwefelige Säure ist sehr effizient was den Oxidationsschutz anbelangt, sollte aber aufgrund der zweifelhaften Wirkung auf den Organismus und der Gefahr eines Fehlparfums vermieden werden [Innerhofer, 2005].

In einer Studie über getrocknete Marillen aus der Gegend von Malataya in der Türkei wurde festgestellt, dass der Schwefeldioxid- Gehalt umso höher war, je früher die Früchte geerntet wurden, die geringsten Gehalte zeigten sich bei reif geernteten Marillen, ähnliche Ergebnisse waren auch bei Pfirsichen und Birnen zu finden [Bolat und Karlidag, 1999]. Wobei MANOLOPOULOU und MALLIDIS [1999] beobachtet haben, dass Marillen Schwefeldioxid schneller absorbieren als Pfirsiche. Außerdem wird mehr von diesem Konservierungsmittel über das Fruchtfleisch als über die Haut aufgenommen. Bei der chemischen Vorbehandlung ist die schwefelige Säure das Mittel der Wahl, wobei sich eine Studie damit beschäftigt hat geeignete Alternativen zu finden. Dabei wurde festgestellt, dass Kaliumchlorid enzymatische Bräunungsreaktionen minimieren kann, und anstelle von schwefeliger Säure eingesetzt werden könnte [Hansmann und Fourie, 1999].

Die gängigste Methode der thermischen Vorbehandlung ist das Blanchieren, dabei werden die Früchte mittels Drahtkörben in kochendes Wasser getaucht, wo sie je nach Obstsorte zwischen Sekunden und wenigen Minuten verharren. In größeren Betrieben werden dazu Kammertrockner oder Bandtrockner verwendet, wodurch das Gut gedämpft wird. Durch das Blanchieren wird die Ausgangskeimzahl reduziert und die Intensität der enzymatischen Bräunungen

reduziert (Maillard- Reaktion). Der Trocknungsvorgang wird durch das Aufreißen der Zellen von Fruchtstücken beschleunigt. [Innerhofer, 2005]

Beim eigentlichen Trocknen laufen zwei Prozesse ab. Einerseits muss die Hitze in die Früchte hineingelangen und andererseits muss die Masse des Wassers aus dem Fruchttinnern an die Oberfläche gebracht werden, um ein Trocknungspotential zu bilden. Dort nimmt der Luftstrom das Wasser in Form von Feuchtigkeit auf, und es wird wegtransportiert. Je kürzer der Weg des Wassers, desto schneller verläuft die Trocknung. Warme und trockene Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen, wobei der Luftaustausch nach außen von großer Bedeutung ist, denn ist die Luft im Inneren zu trocken, erhält man eine schwammige Konsistenz der Früchte. Bei zu hohen Temperaturen verkleben die Zellzwischenräume, die für den Wassertransport notwendig sind und dadurch sinkt die Geschwindigkeit der Trocknung [Innerhofer, 2005]. Man entscheidet hinsichtlich der Lüftung zwischen Gegen- und Gleichstromtrocknung, wobei sich letzteres bei Lebensmitteln durchgesetzt hat [Heiss und Eichner, 1984].

In der ersten Phase herrscht noch ein deutlicher Temperaturunterschied (von 30-50°C) zwischen Luft und Trocknungsgut, wobei die Trocknungsgeschwindigkeit konstant ist. Im zweiten Abschnitt sinkt die Trocknungsgeschwindigkeit, weil die Nachlieferung von Wasser nicht mehr ausreicht um die Oberfläche des Gutes feucht zu halten, dadurch verlagert sich der Trocknungsspiegel ins Gutinnere [Heiss und Eichner, 1984]. Je länger die Trocknung dauert, umso wärmer wird das Gut. In der zweiten Phase wird die Temperatur um 10°C auf etwa 60°C bis maximal 65°C abgesenkt, um Bräunungen und Geschmackseinbußen zu verhindern [Innerhofer, 2005]. Das Trockenprodukt sollte eine Temperatur von 50°C nicht überschreiten.

Um die Trocknungsgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Qualitätserhaltung zu erhöhen, kann man die Gutsdicke verringern, allerdings ist dies bei Marillen schlecht möglich [Heiss und Eichner, 1984].

Beim Trocknen liegt die durchschnittliche Ausbeute zwischen 15- 25 % und ist sehr vom Zuckergehalt der Früchte abhängig [Wurm et al., 2002].

2.5.3. Trockner

Ein geeignetes Gerät für die Trocknung ist der Bandtrockner, der einen kontinuierlichen Betrieb, aber auch eine gute Steuerung und eine große Mengenleistung ermöglicht. Die Früchte werden auf einem Band durch das Gerät transportiert und von Heißluft umströmt. Dieser kommt häufig in größeren Betrieben zum Einsatz [Innerhofer, 2005].

Für Marillen können auch Kanaltrockner verwendet werden. Im Anfangsteil befindet sich eine Gleichstromtrocknung, im zweiten Teil eine Gegenstromtrocknung, in der Mitte des Tunnels wird die feuchte Luft abgesaugt, wodurch man einen niedrigen Endwassergehalt erzielen kann [Heiss und Eichner, 1984].

Beim Trocknen im Freien ist zu beachten, dass weder ein kontinuierlicher Betrieb und noch eine gute Steuerung möglich sind [Innerhofer, 2005]. Die relativ hohe Luftfeuchtigkeit verhindert, wie in fast ganz Europa, auch in Österreich die Sontentrocknung, daher handelt es sich bei den angebotenen getrockneten Marillen nie um „*Wachauer Marillen*“. Die in Trockenapparaten gedörrten oder vakuumgetrocknete Marillen sind aus Kostengründen nicht konkurrenzfähig [Dippelreither, 1998].

2.5.4. Qualitätseinbußen

Getrocknete Marillen können über Nacht in kaltem Wasser eingelegt werden und danach können sie weiterverarbeitet werden. Aus 1 kg „Frischmarillen“ erhält man bei der Trocknung circa 20 dag Trockenmarillen [Dippelreither, 1998]. Nach dem Quellen im Wasser sollten die Eigenschaften des frischen Lebensmittels möglichst wieder hergestellt werden, dies wird jedoch in der Regel nicht erreicht [Ebermann und Elmadfa, 2008]. Oft ist die Ursache der Texturveränderung von pflanzlichen Lebensmitteln das Kristallisieren von Polysacchariden.

Fast alle Aromastoffe, auch die hochsiedenden, verflüchtigen sich im ersten Trocknungsabschnitt sehr rasch, neben diesen Verlusten kann es auch zu Aromaveränderungen kommen. Bei einer Konvektionstrocknung (z.B.:

Bandrockner) ergibt sich nach dem ersten Abschnitt ein steiler Temperaturgradient, welcher zu einer Impermeabilität der Oberflächenschicht für den Aromastoff führt, jedoch kann es auch zu Verhornungen oder Überhitzungserscheinungen kommen. Je nachdem ob man eine rasche Bildung der äußeren Trockenschicht zulassen kann oder nicht, lässt sich ein Aromaverlust bei konvektiver Trocknung verringern [Heiss und Eichner, 1984].

2.6. Inhaltsstoffe der Marille

Marillen enthalten einen durchschnittlichen Wassergehalt von 86%, 11,1% Kohlenhydrate, 1,4% Protein, 0,4% Fett und 0,65% Mineralstoffe (Asche) [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Kohlenhydrate

Der Kohlenhydratgehalt (11,1%) besteht im Wesentlichen aus Saccharose, etwa 65- 75% des Gesamtzuckergehalts. Stärke ist in reifen Früchten nicht enthalten, der Gehalt an Ballaststoffen liegt bei 2% der Frischesubstanz [Herrmann, 2001]. Der totale Zuckergehalt beträgt 68 - 94 mg/100 g Trockensubstanz (TS), wobei Saccharose mit 23 - 56 mg/100 g TS der dominierende Zucker in Marillen ist. Jedoch ist der Gehalt an Glucose (9- 23 mg/100 g) und Fructose (6- 15 mg/100 g) nicht zu vernachlässigen. Der Zuckergehalt steigt während der Lagerung. Ein geringer Zuckergehalt beeinflusst das Aroma negativ, denn dieser wird vom Konsument gewünscht [Mencarelli et al., 2006].

Fett und Protein

Der Proteingehalt liegt bei durchschnittlich 1,4 g. Marillen sind frei von Cholesterin und enthalten durchschnittlich 9 mg Palmitinsäure, 1 mg Stearinsäure und 30 mg Linolsäure [Souci- Fachmann- Kraut, 2004]

Fruchtsäuren

Als wesentliche Fruchtsäuren wurden Apfelsäure und Citronensäure mit nahezu ähnlichen Gehalten nachgewiesen. Isocitronensäure mit Konzentrationen von 2,8-19,1 mg/100 g Frischgewicht wurde in 25 Sorten festgestellt [Herrmann, 2001]. Chinasäure ist mit 7 mg sowie Malonsäure und Bernsteinsäure mit 10 mg/100 g essbaren Anteil vertreten [Souci et al., 2008].

Vitamine

Der Vitamingehalt setzt sich wie folgt zusammen: 6 µg Vitamin A, 0,5 mg Vitamin E, 0,04 mg Thiamin, 0,03 mg Riboflavin, 0,3 mg Niacin, 0,1 mg Pyridoxin, 12 mg Vitamin C [Elmadfa et al., 2008/09]

Mineralstoffe

Marillen haben einen relativ hohen Gehalt an Kalium (420 mg je Portion von 150 g), die 21% der Empfehlung (2000 mg/ Tag) ausmachen und Kupfer (201 µg je Portion) mit 16% der Empfehlung (1250 µg/ Tag) [Elmadfa und Fritzsche, 2005]. Des Weiteren sind 2 mg Natrium, 17 mg Calcium, 22 mg Phosphor, 9 mg Magnesium und 0,6 mg Eisen enthalten [Elmadfa et al., 2008/09].

Pflanzenphenole

Marillen besitzen einen relativ hohen Gehalt an Phytosterinen (18 mg/100 g). Hauptvertreter phenolischer Verbindungen sind Epicatechin, Chlorogensäure, Neochlorogensäure und Quercetin- 3- glucosid [Ebermann und Elmadfa, 2008]. Größere Unterschiede können sich aufgrund von Sorte und Anbaubedingungen ergeben. Der Gesamtphenolgehalt ist nicht vom Reifungsverlauf abhängig [Garcia- Viguera et al., 1994]. In elf Sorten spanischer Marillen konnten bis zu 5,7 mg Chlorogensäure/100 g essbaren Anteil detektiert werden [Herrmann, 2001].

In Spanien wurden 37 Marillensorten davon 4 neue und 3 alte Sorten mittels HPLC auf Flavonoide, Anthocyane, Procyanidin, Phenole und Hydroxyzimtsäurederivate untersucht. Der totale Phenolgehalt variierte zwischen 32,6 und 160 mg/100 g essbaren Anteils. Chlorogen- und Neochlorogensäure, Quercetin- 3- Rutinosid, Procyanidin B1, B2 und B4 wurden in der Haut und dem Fruchtfleisch verschiedener Sorten detektiert [Ruiz et al., 2005].

Carotinoide

Von allen in Österreich heimischen Obstarten weisen Marillen die höchsten β -Carotingehalte auf. Im Gegensatz zu anderen Obstarten dominiert unter den Carotinoiden das β -Carotin [Herrmann, 2001]. Bei frischen Marillen liegt der β -Carotin Anteil im Mittel bei 1,6 mg/100 g [Souci et al, 2008].

2.6.1. Struktur und Vorkommen von Carotinoiden

2.6.1.1. Struktur

Carotinoide sind in der Natur weit verbreitet, sind pflanzlicher Herkunft, fettlöslich und hochungesättigte Pflanzenfarbstoffe. In der Natur gibt es rund 600 Vertreter dieser Substanzklasse und vor allem fallen sie durch ihre intensive gelbe oder rote Farbe auf. Carotinoide können in zwei Hauptgruppen unterteilt werden, in die Carotine (reine Polyen- Kohlenwasserstoffe wie z.B.: α -, β -Carotin) und die Xanthophylle (mit Sauerstoffgruppen, z.B.: Lutein, Zeaxanthin) (Abb. 2). Rund 50 Verbindungen besitzen Provitamin A- Aktivität, wobei die meisten der Gruppe der Carotine angehören [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

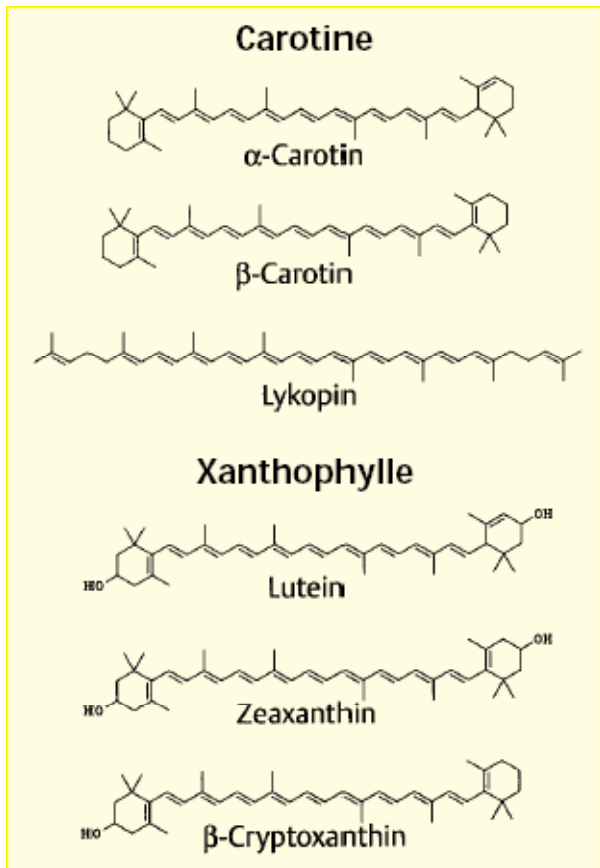


Abbildung 2.: Struktur von ausgewählten Carotinoiden [Watzl und Bub, 2001]

Durch den Aufbau aus acht Isopreneinheiten werden sie als Tetraterpene bezeichnet [Ebermann und Elmadfa, 2008]. Sie sind ausgesprochen lipophil und besitzen ein System aus konjugierten Doppelbindungen, welches für die Färbung der Carotinoide verantwortlich ist [Biesalski und Grimm, 2004]. Die beiden Enden dieses Systems können unterschiedliche Substituenten tragen, durch Kondensation können die kettenendständigen Isoprenreste β - Ionon Ringe ausbilden. β - Carotin trägt zwei β - Iononringe und besitzt deshalb eine doppelt so hohe Provitamin A- Aktivität als andere Provitamine [Stahl und Sies, 2002].

Carotine sind wegen ihrer Kohlenwasserstoffstruktur in Chloroform, Benzol und Schwefelkohlenwasserstoff gut löslich, jedoch in Alkohol nur schlecht und in Wasser praktisch unlöslich [Bässler et al., 2002].

2.6.1.2. Vorkommen

Obst und Gemüse sind für Menschen die wichtigsten Quellen für Carotinoide. In Pflanzen sind sie Bestandteil der Chromoplasten und Chloroplasten, eingebunden in eine komplexe Matrix aus Proteinen, Lipiden und Kohlenhydraten. Sie sind am Prozess der Lichtabsorption beteiligt und dienen der Pflanze als Lichtschuttfaktor [Stahl und Sies, 2002]. Nur sechs Carotinoide (α - Carotin, β - Carotin, β - Cryptoxanthin, Lycopin, Lutein und Zeaxanthin) repräsentieren mehr als 95% des totalen Carotinoidgehalts im Blut [Maiani et al., 2009].

Besonders reich an Carotinoiden sind beim Gemüse Karotten, Tomaten, Paprika, Mais, Spinat, Broccoli sowie Kohl (Tab. 4) und beim Obst gelbe und orange gefärbte Früchte wie Pfirsiche, Marillen, Orangen und Grapefruit (Tab. 5) [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Tabelle. 4.: Carotinoidgehalte ausgewählter Gemüse ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) [Ebermann und Elmadfa, 2008]

Gemüse	β- Carotin	α- Carotin	Lutein und Zeaxanthin	Lycopin
Karotten	8.285	3.477	256	1
Tomaten	449	101	123	2.573
Paprika rot	1.624	20	51	308
Mais gelb	97	63	1.355	-
Brokkoli	361	25	310	-
Grünkohl	9.226	-	39.550	-

Tabelle. 5: Carotinoidgehalte ausgewählter Früchte ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) [Ebermann und Elmadfa, 2008]

Obst	β - Carotin	α - Carotin	Lutein und Zeaxanthin	Lycopin
Grapefruit rot	686	3	5	1.419
Marille	1.094	19	89	-
Orange	71	11	129	-
Pfirsich	162	-	91	-
Wassermelone	303	-	8	4.532

Die Konzentrationen hängen von Reifegrad, Sorte, Standortbedingungen, Jahreszeit und Lagerung ab und unterliegen beträchtlichen Schwankungen [Bässler et al., 2002].

2.6.2. Carotinoidverluste

Bei der Ver- und Bearbeitung von carotinoidreichen Lebensmitteln, muss man beachten, dass Carotinoide empfindlich gegenüber Licht, Säure, Wärme und Sauerstoff sind und, dass Xanthophylle, bei höheren Temperaturen, schneller zerstört werden als Carotine [Elmadfa und Leitzmann, 2004].

Bei der Verarbeitung von Obst durch mechanische Zerkleinerung oder Hitzebehandlung kann die Bioverfügbarkeit von Carotinoiden erhöht werden [van het Hof et al., 1998]. Anderweitige Studien ergaben unterschiedliche Erkenntnisse bezüglich der Carotinoidkonzentrationen in rohen und erhitzten Gemüsesorten; wiederum zeigten andere keine Verluste oder sogar eine Zunahme der Gehalte an Carotinoiden [Granado et al., 1992; Khachik et al., 1991].

Fettlösliche Carotinoide scheinen unter den üblichen Garbedingungen relativ stabil zu sein [Bognar, 1995]. Wobei eine Bearbeitung wie Erhitzen einen Abbau von Inhaltsstoffen fördert und es somit zu größeren Carotinoidverlusten

kommt, allerdings wird dadurch eine Carotinoidfreisetzung durch Aufspaltung der Cellulosematrix begünstigt. Welches wiederum Carotinoide anfälliger für den enzymatischen und oxidativen Abbau macht [van het Hof et al., 1998].

Carotinoide sind wegen ihrer ungesättigten Struktur anfällig für Verluste, vor allem bei hohen Temperaturen und der Anwesenheit von Sauerstoff. Kochen kann Verluste von 20- 25% (Cassava) verursachen. Eine Studie mit 17 verschiedenen Gemüsearten, die vor und nach dem 60 minütigem Kochen analysiert wurden, zeigte einen Verlust des Carotinoidgehalts von bis zu 59% (Karotten). Je mehr Wasser beim Kochen verwendet wurde, desto höher waren die Verluste [Leskova et al., 2006].

Bei der Verarbeitung von ganzem oder zerkleinertem Gemüse und Obst mittels Trocknen, unter 80°C, wurde keine signifikante Senkung der Carotinoide beobachtet, obwohl bei lang andauernden Trocknungsverfahren oxidative Verluste auftreten können. Es wurden z.B.: keine signifikanten Verluste beim Trocknen von Tomaten beobachtet, wenn dies bei einer Temperatur von 42°C durchgeführt wurde [Maiani et al., 2009].

Marillen weisen hohe β - Carotingehalte auf, darum sollten einzelne Carotinoide genauer betrachtet werden.

Am Beispiel von TONUCCI et al. [1995] ist ersichtlich, dass verarbeitete Produkte oft höhere Carotinoidgehalte aufweisen können als das frische unverarbeitete Produkt. (Tab. 6)

Tabelle 6: β - Carotingehalt in Tomaten und Tomatenprodukten (mg/100 g) [Tonucci et al, 1995]

Produkt	β - Carotin
Tomaten frisch	0,23
Tomatenketchup	0,59
Tomatenpüree	0,41
Tomatensauce	0,45
Tomatensuppe	0,23
Tomatensaft	0,27

Bei einer Studie von EDWARDS et al. [2002], wurden Karotten gleicher Sorte und ihre Verarbeitungsprodukte auf ihre Bioverfügbarkeit getestet. Baby-Karottenpüree und gekochte- gestampfte Karotten wiesen im Mittel all- trans- β -Carotin Konzentrationen von 8,25 mg/100 g und 10,65 mg/100 g auf, bei rohen Karotten war dieser Wert mit 11,45 mg/100 g höher. Erhitzen fördert die Löslichkeit des Carotin- Komplexes, vor allem bei fein zerkleinertem Material mit einer großen Oberfläche, wie dies bei Karottenpüree der Fall ist. Alle gelösten Carotinoide verbleiben bei Baby- Karottenpüree im Glas da es in dem Gefäß auch erhitzt wird. Im Gegensatz dazu wird das Wasser mit den gelösten Carotinoiden bei gekochten- gestampften Karotten abgegossen. Somit konnte festgestellt werden, dass die Art der Verarbeitung, der zwei erhitzten Karottenprodukte, Einfluss auf die Carotinoidgehalte ausgeübt hat.

Es konnte auch festgestellt werden, dass der Genotyp den Gehalt und die Zusammensetzung der Carotinoide beeinflusst. Die Lycopene und β - Carotin Gehalte variierten stark unter den 14 untersuchten Kirschtomatensorten. In Papayasorten wurde Lycopene in rot gefärbten Früchten detektiert, hingegen nicht in den gelb gefärbten [Maiani et al., 2009].

Niedrige Lagertemperaturen wirken sich günstig auf die Erhaltung von β - Carotin aus, wobei auch die relative Luftfeuchtigkeit eine Rolle zu spielen scheint, wohingegen rasches Verwelken die β - Carotinverluste erhöht [Bognar, 1995].

2.6.3. Bedarf und Empfehlung

Die gesundheitsfördernden Wirkungen von Carotinoiden sind vielfältig. Carotinoide spielen eine wichtige Rolle als Antioxidantien, verhindern Zellschädigungen, hemmen Mutagenese und Tumorentwicklung, erhöhen die Immunkompetenz und verringern die Häufigkeit lichtinduzierter Tumore [Elmadfa und Leitzmann, 2004]. Lutein, Zeaxanthin in Mais und grünem Gemüse wie Kohl und Spinat spielen eine wichtige Funktion als Antioxidantien in der Macular Region der menschlichen Retina und wirken gegen Hirnschlag und gegen Herzinfarkt.

Carotinoidmangel ist in Entwicklungsländern die häufigste Ursache für eine hohe Kindersterblichkeitsrate [Maiani et al., 2009].

Da Carotinoide nicht vom Menschen synthetisiert werden können, muss der Bedarf über die Ernährung erschlossen werden. Diese Bedarfsdeckung sollte vorwiegend aus natürlichen Quellen wie Obst und Gemüse erfolgen.

Das meist untersuchte und dominierende Carotinoid ist das β - Carotin, deshalb findet man in der Literatur vor allem Angaben zur täglichen Aufnahme von β - Carotin. In Europa beträgt die Aufnahme, aus natürlichen Quellen, von β - Carotin im Durchschnitt 2 - 5 mg/Person/Tag. Ein Vergleich von 5 Studien hat eine tägliche Aufnahme von 4,77 mg gezeigt [Maiani et al., 2009]. In Deutschland liegt die mittlere Gesamt- Carotinoidzufuhr bei 5,3 mg/Tag wobei sich dieser Wert folgendermaßen zusammensetzt: β - Carotin 1,81 mg; Lutein 1,91 mg; Lycopren 1,28 mg; α - Carotin 0,29 mg; Cryptoxanthin 0,05 mg. Circa 84% der aufgenommenen β - Carotinmenge liefern Gemüseprodukte und 4% Obst [Watzl und Bub, 2001]. Wobei von D- A- CH [2000] eine Aufnahme von 2 - 4 mg/Person/Tag (Schätzwert) empfohlen wird. Der Tagesbedarf von 2- 4 mg β - Carotin könnte durch den Verzehr von 90 g Karotten oder rotem Paprika bzw. durch 300 g Marillen gedeckt werden (Abb. 3) [Biesalski et al., 2004].

Nach der Berücksichtigung der Aufnahme von 1 - 2 mg/Person/Tag aus Lebensmittelzusatzstoffen, ergibt sich eine durchschnittliche tägliche Aufnahme von 3 - 7 mg/Person/Tag. Aufgrund von regionalen und saisonalen Schwankungen kann die Zufuhr auch auf bis zu 10 mg/Person/Tag steigen [SCF, 2000], wobei sich diese Menge als unbedenklich erwiesen hat [D- A- CH, 2000].

Der Tagesbedarf von 2-4 mg β - Carotin ist enthalten in:

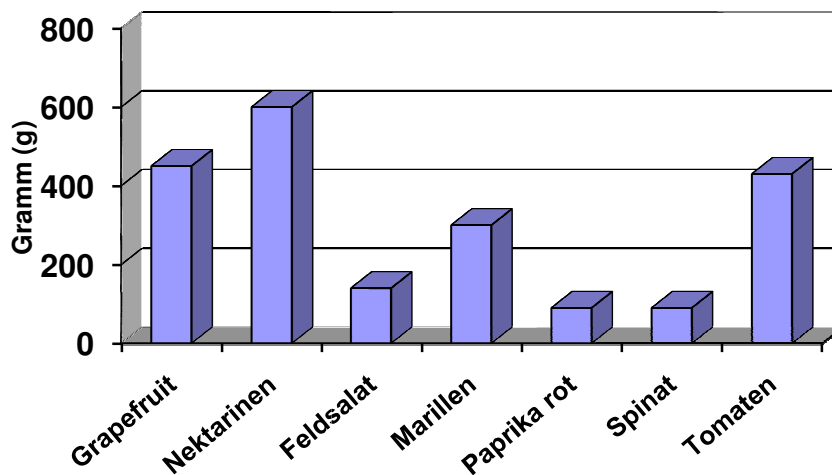


Abbildung 3.: Bedarfsdeckung von β - Carotin [Biesalski et al., 2004]

2.7. Sensorische Beurteilung von Marillen

2.7.1. Deskriptive Analyse

Es existieren nur sehr wenige Daten zu sensorischen Analysen von Marillen. Im Jahr 2006 wurde von *Lespinasse et al.* [2006] eine Quantitative Deskriptive Analyse bei frischen Marillen durchgeführt. Dafür wurden zwölf Attribute beurteilt: allgemeine Aroma, Intensität des sauren Geschmacks, Festigkeit, mehlig, Saftigkeit, Mundgefühl der Haut und des Fruchtfleisches, süß, zäh, scharf, Säuregehalt der Haut und des Fruchtfleisches. Diese Studie hat gezeigt wie schwierig es ist die Marille sensorisch zu charakterisieren und dass die Sensorik ein wichtiges Werkzeug ist, um die Unterschiede der einzelnen Sorten und Reifestadien festzustellen.

In einer weiteren Studie wurde von einem trainierten Panel festgestellt, dass Marillen ein gutes Aroma aufweisen wenn eine Ausgewogenheit der Festigkeit und Säure vorhanden ist [Scandella et al., 2006].

Aromastoffe

Die Aromagrundlage stellen, wie in den Pfirsichen, γ - und δ - Lactone dar, diese können häufig in höheren Konzentrationen nachgewiesen werden. Untersuchungen ergaben dass Hexylacetat, γ - Decalacton und γ - Octalacton maßgebliche Komponenten für das Marillenaroma sind. In Untersuchungen zahlreicher Sorten wurde festgestellt, dass auch Hexylacetat, Hexanal, 2- Methylbuttersäure und 2- Methylpropansäure zum Aroma entscheidend beitragen. Für die blumige Note sind β - Ionon, Nerol, Geraniol und Linalool verantwortlich, wohingegen Lactone für die fruchtige Note entscheidend sind [Herrmann, 2001]. Für die Ausbildung des Aromas von gepflückten Marillen ist vor allem die Ethylen- Produktion entscheidend, deshalb reifen zu früh geerntete Marillen auch nicht vollständig. Der Grund des nicht vollständig entwickelten Aromas liegt daran, dass kein Ethylen produziert werden kann [Mencarelli et al., 2006]. Für den olfaktorischen Eindruck sind die Mengenverhältnis zwischen den einzelnen Substanzen entscheidend [Ebermann und Elmadfa, 2008].

Ziel einer von 20 Panelisten durchgeführten Untersuchung von 8 Marillensorten aus der Region von Piemont (Italien) war, dass Wissen über den Zusammenhang von chemisch- physikalischen Daten mit der sensorischen Qualität zu erweitern. Wenn man Zucker und Säure- Gehalt mit sensorischen Untersuchungen vergleicht, kann man feststellen, dass eine Unausgewogenheit des Zucker- Säure- Verhältnis (in Balance im Bereich von 4 bis 8) zu einer geringeren Beurteilung der „overall quality“ durch die Panelisten führten. Eine ausgeprägte Festigkeit, welche oft auf eine unreife der Früchte zurückzuführen ist, steht auch im negativen Zusammenhang mit der Beurteilung der „overall quality“ [Valentini et al., 2006]. Bei Pfirsichen stehen Säuregehalt und Adstringität in engen Zusammenhang, diese Attribute werden vor allem mit unreifen Früchten in Verbindung gebracht [Predieri et al., 2006].

Die deskriptive sensorische Beurteilung einer Marillensorte (*Orange de Provence*) von 30 verschiedenen Obstplantagen der selben Region (Nyonsais-Baronnie, Frankreich), zeigte große Unterschiede in der Intensität der

Marillenattribute wie: süß, saftig, Intensität des Geruchs, Festigkeit, Intensität der Säure von Haut und Fruchtfleisch und durchgehende Färbung, welche eventuell auf die unterschiedlichen Reifezustände bei der Ernte oder auf Umwelteinflüsse (Hanglage, Bodenbeschaffenheit) zurückzuführen sind [Bureau et al., 2006 a]

2.7.2. Präferenzen

Da der Konsument eine Marille die reif, saftig, süß, nicht zu weich und nicht zu hart ist, kaufen möchte, sollten Marillen erst kurz vor dem Reifestadium geerntet werden, damit auch eine volle Ausreifung des Aromas gewährleistet wird. Allerdings sollte auch auf einen schonenden Umgang während der Ernte und der Verpackung geachtet werden [Mencarelli et al., 2006].

Bei Konsumenten Präferenztests wurde festgestellt, dass vor allem wohlschmeckende süße und farbige Marillen bevorzugt werden, hingegen werden mehligere, zu feste und zu gering gefärbte Früchte geringer bewertet. Zusätzlich führte eine höhere Erwartungshaltung zu einer höheren Zufriedenheit mit dem Produkt [Scandella et al., 2006].

Ähnliche Beobachtungen konnten auch bei Präferenztests mit Pfirsichen gemacht werden. Die Süße war hierbei eines der wichtigsten Merkmale überhaupt. Früchte mit hohem Zuckergehalt wurden von den Konsumenten präferiert. Wobei sich gezeigt hat, dass Süße und Aroma miteinander korrelieren [Giacalone et al., 2006; Predieri et al., 2006].

3. Material und Methoden

3.1. Material/Produkte

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit dienten als Untersuchungsmaterial frische Marillen aus der Wachau und 4 geschwefelte und 6 ungeschwefelte getrocknete Marillenprodukte, die zum Zeitpunkt der Untersuchung auf dem österreichischen Markt erhältlich waren (Tab. 7). Die Produkte wurden im Zeitraum von Februar bis Juli 2008 aus österreichischen Geschäften bezogen, wohingegen die frischen Marillen bei einem Marillenbauer in der Wachau gekauft wurden. Die in der Tabelle 7 aufgelisteten Marillen und das frische Produkt wurden im Bezug auf ihren Carotinoidgehalt, und sensorische Eigenschaften, untersucht.

3.1.1. Proben

Tabelle 7: Bezugsquellen der untersuchten getrockneten Marillen

		Marke	Geschäft	Menge in g	Preis in Euro
GA	G	Spar Aprikosen	Spar	250	1,79
GB	G	Tradition	Hofer	200	1,49
GC	G	Seeberger	Interspar	200	2,49
GD	G	Seeberger soft	Interspar	200	2,49
NH	nG	Ja natürlich	Billa/ Merkur	250	2,49
NI	nG	Davert	Evi Naturkost	250	2,95
NJ	nG	Naturata	Evi Naturkost	500	4,90
NK	nG	Natur pur	Spar	200	1,99
NL	nG	Alnatura	DM	200	1,55
NM	nG	Vollkraft	Naturkost Wien	330	3,19

G.....geschwefelte getrocknete Marillen

nG...ungeschwefelte getrocknete Marillen

3.2. Bestimmung des Carotinoidgehalts

3.2.1. Geräte und Labormaterial

3.2.1.1. Geräte

- Mixer Kennwood
- Ultraschalbad, BANDELIN SONOREX RK 100
- Magnetrührer, HEIDOLPH MR 3001 K
- Vortex, HEIDOLPH REAX 2000
- Rüttler
- Waage
- HPLC- Anlage

3.2.1.2. Labormaterial

- Trockenschrank
- Exikator
- Wägeschälchen für die Trockensubstanzbestimmung
- Laborwaage
- Spatel
- Bechergläser
- Stoppuhr
- Pasteurpipette aus Plastik
- Dunkle Aufbewahrungsflächen mit Parafilm
- Pyrexgläser
- 250 ml Scheidetrichter mit Stopfen
- 100 ml und 1l Messzylinder
- 10 ml, 100 ml Messkolben
- Pipetten: THERMOLABSYSTEMS Finnpiquette, 20-200 µl, 100-1000 µl und 1-5 ml
- Epruvetten
- Faltenfilter
- Glastrichter

3.2.2. Reagenzien

3.2.2.1. Reagenzien für die Probenaufbereitung

Tabelle 8: Reagenzien für die Probenaufbereitung

Substanz	bezogen bei	Reinheit
Methanol	MERCK	99,9%
Chloroform	MERCK	99,0 – 99,4%
Calciumchlorid	SIGMA	99,0%
Natriumsulfat (wasserfrei)	FLUKA	99,0%

3.2.2.2. Reagenzien für die HPLC- Analyse

Tabelle 9: Reagenzien für die HPLC- Analyse

Substanz	bezogen bei	Reinheit
Acetonitril	MERCK	99,9%
Methanol	MERCK	99,9%
Ammoniumacetat	MERCK	98%
Dichlormethan	MERCK	99,9%
Stickstoff plus	AIR LIQUID	
Referenzsubstanzen	SIGMA	
Lutein		
Zeaxanthin		
Cryptoxanthin		
α- Carotin		
β- Carotin		

3.2.3. Herstellung der verwendeten Lösungen und Laufmittel

3.2.3.1. Extraktionslösung

Die Rezeptur für die Extraktionslösung wurde von FOLCH et al. [1957] übernommen, bei dieser Methode werden Methanol und Chloroform im Verhältnis 1:2 gemischt. 300 ml Methanol und 600 ml Chloroform wurden in eine dunkle Flasche überführt und anschließend für die Extraktion verwendet.

3.2.3.2. Calciumchloridlösung

Es wurden 2,775 g Calciumchlorid in einen 500 ml Messkolben eingewogen und mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Anschließend wurde der Messkolben für 15 min ins Ultraschallbad gestellt um eine vollständige Lösung des Calciumchlorids zu gewährleisten. Somit wurde folgende Lösung erzeugt: 0,05 M = 5,55 g/l.

3.2.3.3. Laufmittel, mobile Phase

Für die mobile Phase wurden 850 ml Methanol, 100 ml Acetonitril und 50 ml Dichlormethan in einem Messzylinder vermischt und an die HPLC angeschlossen.

3.2.4. Probenaufbereitung

Die Methode zur Aufbereitung der Proben wurde von FOLCH et al. [1957] übernommen. Es wurde möglichst rasch unter Ausschluss von Licht und Wärme gearbeitet.

Im ersten Schritt wurden die zu untersuchenden Marillen unter Vermeidung direkter Sonneneinstrahlung homogenisiert. Im darauf folgenden Schritt wurden 3 g des Homogenisats in ein Pyrexglas eingewogen und mit 90 ml Extraktionslösung versetzt. Vor weiteren Schritten wurde die Einwaage notiert. In weiterer Folge wurden die verschlossenen Fläschchen 30 Minuten in einem abgedunkelten Raum gerüttelt und über Nacht (ca. 13 Stunden) im Kühlschrank aufbewahrt.

Am folgenden Tag wurden die Proben aus dem Kühlschrank entnommen und unter Lichtausschluss auf Zimmertemperatur gebracht. Im darauf folgenden Arbeitsschritt, wurden die Proben über einen Faltenfilter in einen 250 ml Scheidetrichter filtriert, zur Phasentrennung mit 6 ml Calciumchloridlösung versetzt mit einem Stopfen versehen und 1,5 Minuten geschüttelt. Nach der Trennung der lipidlöslichen Phase (Chloroformphase) von der wasserlöslichen Phase wurde die Chloroformphase über einen Faltenfilter mit wasserfreiem Natriumsulfat in einen 100 ml Messzylinder filtriert. Nach ablesen des Extraktionsvolumens wurde der erhaltene Extrakt in dunkle Fläschchen abgefüllt, mit Stickstoff begast und nach verschließen mit Parafilm bei -18 Grad tiefgekühlt.

3.2.5. Untersuchungsmethode HPLC

Die Bestimmung der Carotinoide in der vorliegenden Arbeit erfolgte nach der Methode nach SU et al. [2002], wobei eine Reversed Phase- HPLC (C18- Alkyl-Ketten) zur Trennung eingesetzt wurde (Abb.4).

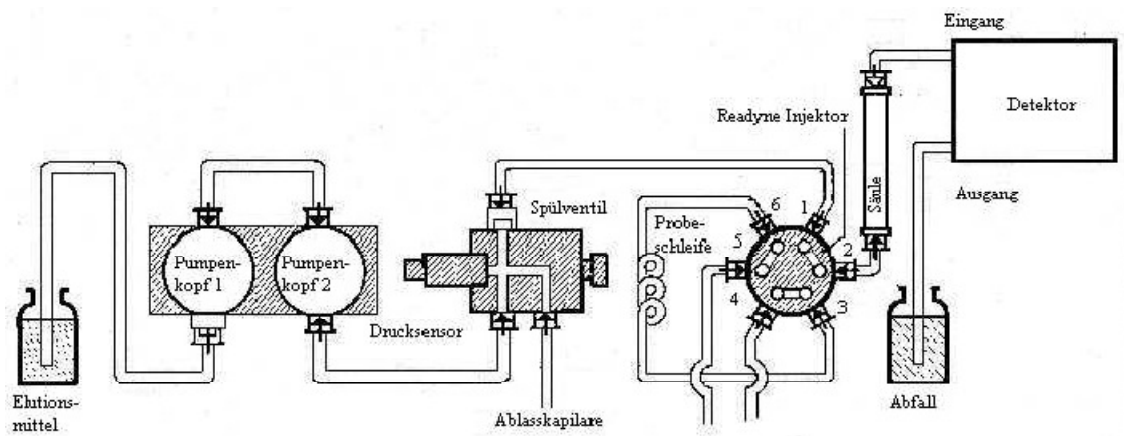


Abbildung 4: Aufbau einer HPLC Anlage [Schwedt,1996]

Ein einfaches isokratisches HPLC- System (d.h. gleich bleibende Zusammensetzung des Fließmittels) besteht aus Eluentenreservoir, Pumpe, Injektionsventil, Trennsäule eventuell mit Vorsäule, Detektor und einer Auswerteeinheit mit PC oder Integrator [UNGER 1989].

Die Probe wird vom Fließmittel mit konstantem Druck und konstanter Geschwindigkeit durch die Säule transportiert, dabei verteilen sich die zu analysierenden Substanzen zwischen stationärer und mobiler Phase, wobei die stationäre Phase häufig fest ist, die mobile Phase flüssig, oder anders gesagt, die mobile Phase polarer als die stationäre Phase. Die Trennung beruht auf den unterschiedlichen Polaritäten der Substanz und wird umso länger zurückgehalten, je stärker die Substanz mit der Trennsäule in Wechselwirkung tritt.

3.2.6. RP- HPLC

Bevor die Proben ins HPLC- System eingespritzt werden konnten, mussten sie im Ultraschallbad (15 Minuten) auf Raumtemperatur gebracht werden. Anschließend wurden 3 ml der Probe in dunkle Eprouvetten pipettiert und mit Hilfe von Stickstoff eingeeengt. Der Rückstand wurde mit 20 µl Dichlormethan angelöst, gevortext und danach mit 200 µl Methanol versetzt. Im Anschluss wurden 180 µl in Vials mit Inlet pipettiert und in den Autosampler der HPLC-Anlage gestellt. Von dort wurden computergesteuert 100 µl der Probe alle 20 Minuten auf die Trennsäule aufgebracht. Zur Bestimmung der Carotinoidgehalte wurde ein UV-Detektor verwendet und mit Hilfe der Auswertungssoftware *EZ Chrom Elite 3.1* konnten die Chromatogramme nach manueller Integration ausgewertet werden.

Nachfolgende Tabelle (Tab.10) soll einen Überblick über das angewandte HPLC- System liefern:

Tabelle 10: HPLC- System für die Carotinoidbestimmung

<i>Komponenten</i>	<i>Beschreibung</i>
Probenaufgabe	100 µl Probenschleife
Probeneinbringung	Merck Hitachi La Chrom Autosampler L- 7200
Pumpe	Merck Hitachi La Chrom Pump L- 7110 Flow: 0,8 ml/min
Interface	Merck Hitachi La Chrom Interface L- 7000
mobile Phase	850 µl Methanol 100 µl Acetonitril 50 µl Dichlormethan
Vorsäule	Externe RP- C18 Vorsäule
analytische Säule	Vydac Säule kurz RP- C18 150x4,6mm ² Particle Size: 5 µm
Thermostatisierung der Säule	Merck Hitachi La Chrom Column Oven L-7455 Säulentemperatur: 20 °C
Detektor	Merck Hitachi La Chrom UV Detector L-7400 Detektionswellenlänge: 450 nm
Software	EZ Chrom Elite 3.1

Im Abstand von 5 bis 10 Proben wurde ein Methanol zum spülen der Säule und ein Standard eingespritzt, um Referenzkurven zu erhalten. Die Retentionszeiten für Lutein und Zeaxanthin betrugen ca. 4 Minuten, Cryptoxanthin ca. 6 Minuten,

α - Carotin ca. 8 Minuten und β - Carotin ca. 9 Minuten. Jedoch variierten die Zeiten je nach Testbedingungen (Verunreinigung, Druck). Abb. 5 zeigt ein Beispielchromatogramm von getrockneten Marillen.

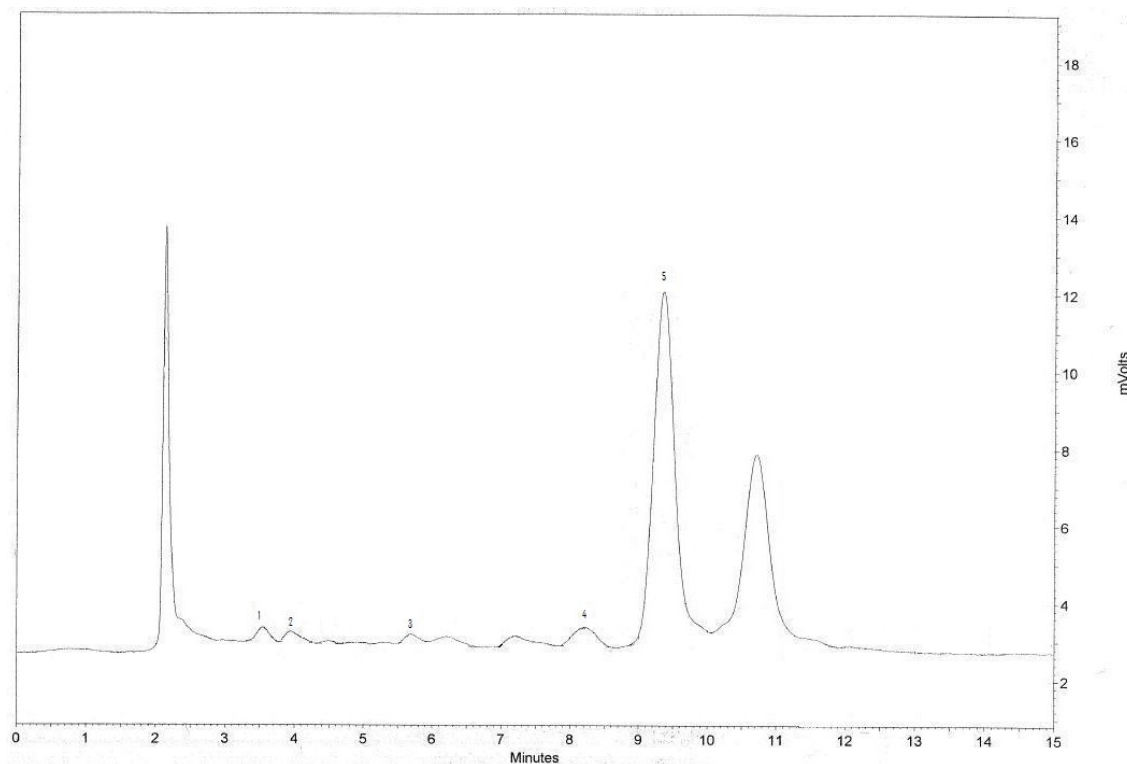


Abbildung 5: Beispielchromatogramm der untersuchten Carotinoide in getrockneten Marillen- (1) Lutein ($t = 3,531$ min); (2) Zeaxanthin ($t = 3,931$ min); (3) Cryptoxanthin ($t = 5,671$ min); (4) α - Carotin ($t = 8,216$ min); (5) β - Carotin ($t = 9,344$ min)

3.2.7. Auswertung

Mittels linearer Regression wurden Kalibrationskurven für die einzelnen Carotinoide erstellt um die erhaltenen Chromatogramme auszuwerten. Anhand der Peakflächen (Area) im Chromatogramm und der Steigung der Eichgeraden wurden die Konzentrationen der zu untersuchenden Substanzen berechnet.

3.2.7.1. Erstellung Eichgerade

Zur Herstellung der Carotinoidstandards wurden die im Labor bereits vorhandenen Stocklösungen photometrisch rückvermessen. Um die gewünschten Konzentrationen zu erhalten wurden die vorher berechneten Mengen der Stocklösungen in Schliffeprouvetten pipettiert und mit Stickstoff abgedampft. Der Rückstand wurde mit Dichlormethan angelöst und anschließend mit Methanol vermischt. Aus der daraus resultierende Lösung mit der Konzentration $C = 0,25 \text{ mg/l}$ wurde eine Verdünnungsreihe mit den gewünschten Konzentrationen $0,025 / 0,05 / 0,1 / 0,15 / 0,2 / 0,25 \text{ mg/l}$ erstellt.

Die Korrelationskoeffizienten für die Eichgeraden (Abb. 6-10) betrugen für Lutein = 0,9996; für Zeaxanthin = 0,9991; für Cryptoxanthin = 0,9992; für α -Carotin = 0,9992 und für β -Carotin = 0,9961.

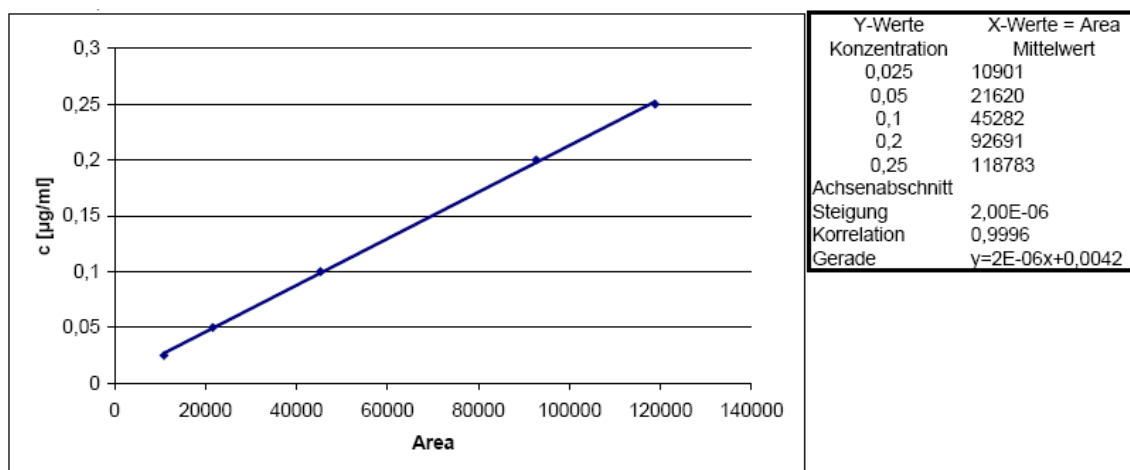


Abbildung 6: Kalibrationsgerade Lutein

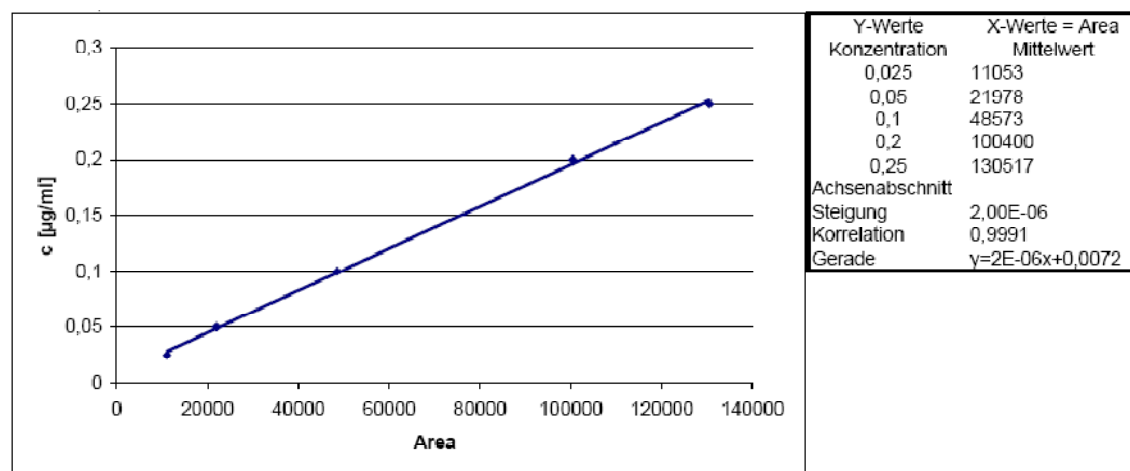


Abbildung 7: Kalibrationsgerade Zeaxanthin

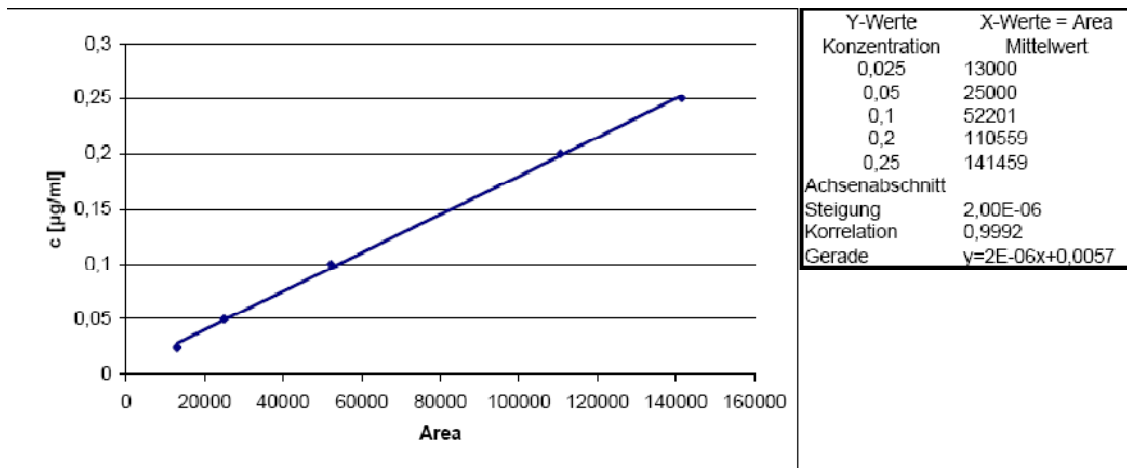


Abbildung 8: Kalibrationsgerade Cryptoxanthin

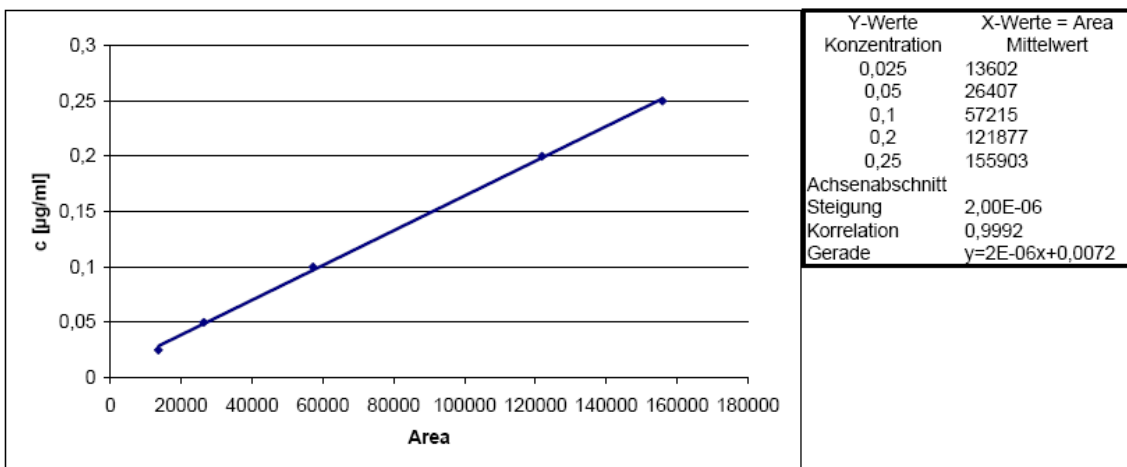


Abbildung 9: Kalibrationsgerade α- Carotin

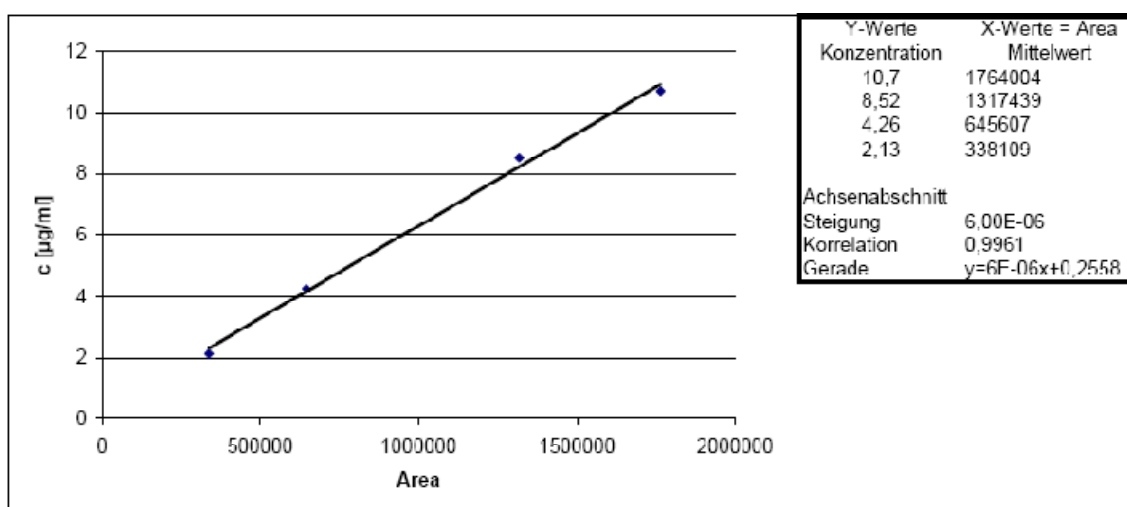


Abbildung 10: Kalibrationsgerade β- Carotin

3.2.7.2. Berechnung der Carotinoidkonzentrationen

Bei der Berechnung der Carotinoidkonzentrationen wurden die Einwaagen der Proben sowie alle Verdünnungs- oder Konzentrationsfaktoren berücksichtigt. Da alle Analysen in Doppelbestimmung durchgeführt wurden, ist aus den erhaltenen Konzentrationen der Mittelwert berechnet worden. Die angestellten Berechnungen wurden mit Hilfe der Software EZ Chrom Elite 3.1 und Microsoft Excel durchgeführt.

3.2.8. Reproduzierbarkeit

Die Variationskoeffizienten für Lutein, Zeaxanthin, Cryptoxanthin, β -Carotin und α -Carotin wurden anhand von frischen Marillenproben ermittelt. Hierfür wurden zehn Proben einer Mess-Serie analysiert, wobei jede Analyse in Doppelbestimmung durchgeführt wurde. Der Variationskoeffizient (VK) der Methode betrug für Lutein = 3,8%; für Zeaxanthin = 4,6%; für Cryptoxanthin = 7,6%; für α -Carotin = 3,9% und für β -Carotin = 5,9%.

3.3. Trockenmassebestimmung

Die Trockensubstanzbestimmung wurde nach der Methode von MATISSEK et al. [2006] durchgeführt.

3.3.1. Durchführung

Die Glasschalen für die Proben wurden im Trockenschrank vorgetrocknet und anschließend in den Exikator überführt. Für die Bestimmung wurde das Leergewicht der vorgetrockneten Schälchen notiert, ca. 3 g der homogenisierten Marilleproben eingewogen und das Gewicht wieder notiert. Die Glasschalen wurden für 3 Stunden bei 103°C in den vorgeheizten Trockenschrank gestellt und danach die heißen Schälchen zum Abkühlen in den Exikator überführt. Am nächsten Tag wurden die Schalen wieder gewogen und die Werte zur Berechnungen der Trockenmasse herangezogen.

3.3.2. Auswertung

Der prozentuale Trockenmassegehalt (T) wurde aus folgender Formel errechnet:

$$T[\%] = [(M3 - M1) / (M2 - M1)] * 100$$

M1 = Leergewicht der Schälchen in Gramm

M2 = Gewicht von Einwaage und Schale vor der Trocknung in Gramm

M3 = Gewicht von Einwaage und Schale nach der Trocknung in Gramm

3.4. Sensorische Analyse

Im Rahmen der sensorischen Analyse wurde eine Quantitative Deskriptive Analyse (QDA) durchgeführt.

3.4.1. Probendarreichung für die sensorische Analyse

Für die sensorische Beurteilung wurden die Marillen 24 Stunden lang im selben Raum gelagert um gleiche Temperaturen aller Proben zu gewährleisten.

Jeder Prüfer bekam in durchsichtigen Gläsern, zugedeckt und wahllos 2 Stück getrockneter Marillen zur Verkostung. Die Proben wurden auf einheitlichen Silbertablets dargereicht (Abb. 11). Zur Neutralisation des Mundes zwischen den einzelnen Proben wurde Leitungswasser bereitgestellt. Durchgeführt wurde die sensorische Analyse in einem speziellen Sensorikraum, mit 10 Einzelkabinen (Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Tageslichtleuchten, neutrale Farben,...) (Abb. 12). Dabei wurden die Proben mit einer 3- stelligen Zufallszahl codiert, radomisiert (Abb. 13).



Abbildung 11: Darreichung geschwefelten getrockneten Marillen



Abbildung 12: Sensorikkabine

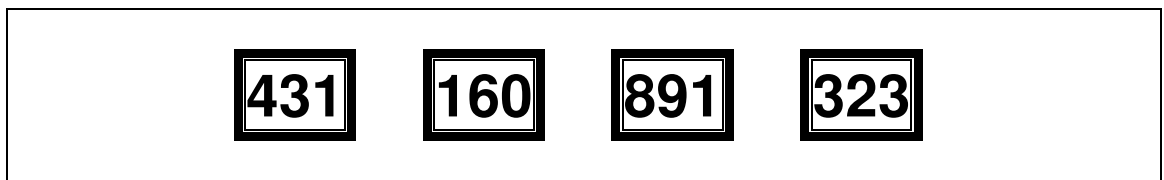


Abbildung 13: Beispiel für eine Codierung mit dreistelligen Zufallszahlen

3.4.2. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

Mit der QDA sollten Unterschiede der sensorischen Qualität von geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen festgestellt werden.

Bei den deskriptiven Verfahren handelt es sich um eine objektive Prüfung bei der die Intensität der einzelnen Produktattribute beschrieben werden sollte.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde die QDA nach STONE et al. [1974] durchgeführt. An einem Tag fanden zwei Sessions statt, eine am Vormittag und die andere am Nachmittag.

Laut Anforderungen für die deskriptive Analyse von BUSCH-STOCKFISCH [2002] wurden 10 geschulte Prüfpersonen eingesetzt (deskriptives Panel), um statistisch verwertbare Ergebnisse zu erlangen. Die Panelisten haben bei einer Basisschulung teilgenommen. Ebenfalls wurden sie auch auf das Produkt Marille geschult um die Eigenschaften der Marille gut kennen zu lernen.

Im ersten Schritt der QDA wurden die Attribute für Aussehen, Geruch, Geschmack, Textur und Nachgeschmack von getrockneten Marillen festgelegt, welche das Produkt genau und umfassend beschreiben (Tab. 11).

Jedes Attribut wurde genau definiert um die Verständlichkeit zu gewährleisten. Davon ausgehend wurden Analyseprotokolle für die anschließende quantitative Bewertung ausgearbeitet.

In der zweiten Phase wurde die Intensität der Merkmale auf einer Linienskala von 0 – 10 eingetragen, wobei die Intensität von links nach rechts zunahm (z.B.: nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv). Zuletzt wurden die Panelisten gebeten eine Gesamtbeurteilung (Overall Quality) für jedes Produkt abzugeben.

Um die Vergleichbarkeit der Proben zu gewährleisten wurden an einem Tag die getrockneten geschwefelten und an einem anderen Tag die getrockneten nicht geschwefelten Marillen beurteilt, vor allem um den Einfluss der Farbe auf die Beurteilung auszuschließen. Um die Geruchs- und Geschmacksbeurteilung zu erleichtern wurden den Panelisten frische Marillen als Referenzmuster zu Verfügung gestellt.

Die Planung, Durchführung sowie die Auswertung der QDA erfolgte mittels Sensorikprogramm ANALSENS, einem speziellen Computerprogramm.

Tabelle 11: Attribute für getrocknete Marillen

Getrocknete Marillen	
ATTRIBUT:	DEFINITION:
OPTIK / AUSSEHEN:	
Farbe	Beurteilung der Intensität der orange bzw braunen Farbe
ungleichmäßige Färbung	Beurteilung der Ungleichmäßigkeit der Farbe
GERUCH:	
Intensität des Geruchs allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Geruchs
Marillig	Beurteilung der Intensität des Geruchs nach Marille
Fruchtig	Beurteilung eines fruchtigen Geruchs (Geruch nach anderen Früchten als Marille z.B.: Apfel)
erdig / muffig	Beurteilung eines erdigen / muffigen Geruchs (erinnernd an feuchte Erde)
Stechend	Beurteilung eines stechenden Geruchs, der von SO ₂ verursacht werden könnte
Verpackungsgeruch	Beurteilung des Geruchs nach Verpackung (Kunststoff bzw. Holz)
GESCHMACK:	
Intensität des Geschmacks allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Geschmacks
Marillig	Beurteilung der Intensität des Geschmacks nach Marille
Süß	Beurteilung eines süßen Geschmacks, Grundgeschmacksart (Geschmack nach Karamell)
Fruchtig	Beurteilung des fruchtigen Geschmacks (Geschmack nach anderen Früchten als Marille z.B.: Apfel)
Sauer	Beurteilung eines sauren Geschmacks der durch SO ₂ verursacht werden könnte, Grundgeschmacksart
erdig / muffig	Beurteilung eines erdigen / muffigen Geschmacks (erinnernd an feuchte Erde)
Verpackungsgeschmack	Beurteilung des Geschmacks nach Verpackung (Kunststoff bzw. Holz)

MUNDGEFÜHL:	
Festigkeit	Beurteilung der Festigkeit von Marillen. Beschreibt die Kraft die mit den Zähnen aufgebracht werden muss, um Marillen mit dem ersten Bissen durch zu beißen
Mehlig	Beurteilung eines mehligten Mundgefühls, erinnernd an mehliges Äpfel
Saftigkeit	Beurteilung der Menge des Saftes der beim Kauen freigesetzt wird, erinnernd an das Hineinbeißen in eine reife Birne
Zähigkeit	Beurteilung eines zähen Mundgefühls, erinnernd an zähes Fleisch
NACHGESCHMACK (1 Minute nach dem Schlucken):	
Intensität des Nachgeschmacks allgemein	Beurteilung der Intensität des allgemeinen Nachgeschmacks
Marillig	Beurteilung der Intensität des Nachgeschmacks nach Marille
Fruchtig	Beurteilung eines fruchtigen Geschmacks (Geschmack nach anderen Früchten als Marille, z.B.: Apfel)
Overall Quality	Beurteilung der Intensität des Gesamteindrucks

3.5. Auswertung

3.5.1. Statistische Auswertung

Test auf Normalverteilung

Um die Ergebnisse auf Normalverteilung zu testen, wurde der Kolmogorov-Smirnov- Test angewendet. Die Ergebnisse der chemischen Analyse sowohl auch jene der sensorischen Analyse waren normalverteilt.

Signifikanzprüfung

Das Signifikanzniveau wurde in drei Kategorien unterteilt:

signifikant ($p < 0,05$), hoch signifikant ($p < 0,01$), höchst signifikant ($p < 0,001$)

3.5.2. Chemische Analyse

Da alle Stichproben normalverteilt waren, konnte mittels ANOVA überprüft werden, ob die Unterschiede zwischen den einzelnen Marillensorten signifikant sind. Außerdem wurden die Mittelwerte der geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten und frischen Marillenproben mittels T test für unabhängige Stichproben verglichen.

3.5.3. Sensorische Analyse

Mittels ANOVA mit Tukey (Konfidenzintervall 95%) konnten Unterschiede zwischen den einzelnen Marken für alle untersuchten Parameter festgestellt werden.

Die Auswertung der QDA erfolgte mittels Sensorikprogramm ANALSENS, als Darstellungsform wurde das Spiderweb bzw. die PCA gewählt.

3.5.3.1. Spiderweb

Die Ergebnisse konnten mittels Microsoft Excel graphisch in Form eines Spiderwebs dargestellt werden. Das Spiderweb zeigt pro Attribut den Mittelwert aller Panelisten (10 Paneslisten) und Wiederholungen (2 Session), wobei die Entfernung der Skalenpunkte vom Mittelpunkt (0 Punkte) die Intensität der Produkteigenschaften angibt.

3.5.3.2. PCA

Die Principal Component Analyse (PCA), auch als Hauptkomponentenanalyse bekannt, dient dazu umfangreiche Datensätze zu reduzieren und vereinfacht darzustellen. Die erste Hauptkomponente erklärt soviel wie möglich von der Variation zwischen den Produkten, hierbei werden in einer Graphik die ersten beiden Hauptkomponenten dargestellt und diese Darstellung wird auch „PCA map“ genannt [Derndorfer, 2006].

4. Ergebnisse und Diskussion

4.1. Chemische Analyse

Die genaue Zusammensetzung des Carotinoidgehaltes, der untersuchten frischen und getrockneten Marillen, ist in Tabelle 12 ersichtlich.

Tabelle 12: Carotinoidgehalte von Marillen ($\mu\text{g}/100\text{g}$)

	Lutein	Zeaxanthin	Cryptoxanthin	α- Carotin	β- Carotin
Produkte	MW $\pm$ sd	MW $\pm$ sd	MW $\pm$ sd	MW $\pm$ sd	MW $\pm$ sd
GA	2,35 $\pm$ 0,02	2,57 $\pm$ 0,05	1,80 $\pm$ 0,04	4,12 $\pm$ 0,07	63,53 $\pm$ 1,16
GD	1,97 $\pm$ 0,19	2,31 $\pm$ 0,06	1,70 $\pm$ 0,14	4,02 $\pm$ 0,12	47,56 $\pm$ 5,36
GC	3,03 $\pm$ 0,39	3,31 $\pm$ 0,28	2,60 $\pm$ 0,26	4,61 $\pm$ 0,18	74,78 $\pm$ 5,72
GB	2,13 $\pm$ 0,12	1,44 $\pm$ 0,09	3,00 $\pm$ 0,10	6,72 $\pm$ 0,12	107,45 $\pm$ 4,12
NI	3,94 $\pm$ 0,81	7,16 $\pm$ 0,58	5,39 $\pm$ 0,35	7,52 $\pm$ 0,22	164,97 $\pm$ 4,29
NM	3,99 $\pm$ 0,38	3,43 $\pm$ 0,25	1,98 $\pm$ 0,26	4,12 $\pm$ 0,20	76,79 $\pm$ 3,37
NK	4,82 $\pm$ 0,77	3,70 $\pm$ 0,19	1,72 $\pm$ 0,26	3,02 $\pm$ 0,59	33,77 $\pm$ 10,39
NJ	2,86 $\pm$ 0,31	2,90 $\pm$ 0,12	1,71 $\pm$ 0,22	3,81 $\pm$ 0,20	34,62 $\pm$ 2,49
NL	2,46 $\pm$ 0,11	2,70 $\pm$ 0,05	1,52 $\pm$ 0,04	2,77 $\pm$ 0,16	33,10 $\pm$ 1,25
NH	2,64 $\pm$ 0,23	4,48 $\pm$ 0,31	3,00 $\pm$ 0,14	6,22 $\pm$ 0,06	126,94 $\pm$ 4,85
frische Marillen	12,55 $\pm$ 0,69	6,36 $\pm$ 0,97	5,53 $\pm$ 0,21	46,91 $\pm$ 2,06	2809,28 $\pm$ 68,53

4.1.1. Frische Marillen

Das dominierende Carotinoid, der analysierten Marillen, war mit Abstand das β - Carotin. Die mittleren β - und α - Carotingehalte betrugen in frischen Marillen 2809,28 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ bzw. 46,91 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ und lagen somit über den Werten von ELMADFA et al. [2008/09]. Die mittleren Konzentrationen von Lutein (12,55 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) und Zeaxanthin (6,36 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) lagen unterhalb der von ELMADFA et al. [2008/09] angegebenen Menge.

Der Luteingehalt war niedriger als bei HART und SCOTT [1994] und MÜLLER et al. [1997], stimmte aber mit den angegebenen Werten von KURZ et al. [2008] überein. Während die Zeaxanthin Konzentration mit den Werten von MÜLLER et al. [1997] und KURZ et al. [2008] übereinstimmten, lagen sie unterhalb der Werte von HART und SCOTT [1994].

Die gemessenen Gehalte für β - Carotin überstiegen jene Werte die von SOUCL-FACHMANN- KRAUT [2008], MÜLLER et al. [1997] und HART und SCOTT

[1994] entsprachen jenen von HOLDEN et al. [1999] und KURZ et al. [2008], lagen aber unterhalb der Werte von MANGELS et al. [1993] und BUREAU et al. [2006]. Die α - Carotin Gehalte waren höher als die Werte von MÜLLER et al. [1997], HART und SCOTT [1994] und SOUCI- FACHMANN- KRAUT [2008], die zwischen 20 und 37 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ lagen. Unterhalb der Werte von SOUCI- FACHMANN- KRAUT [2008], MÜLLER et al. [1997] und HART und SCOTT [1994], lag der in dieser Arbeit gemessene Cryptoxanthin Gehalt (Tab. 13) (Abb.14).

Tabelle 13: Vergleich der Carotinoidgehalte in untersuchten frischen Marillen mit den Literaturdaten ($\mu\text{g}/100\text{ g}$ essbaren Anteil)

	eigene Daten	Souci, Fachmann, Kraut 2008	Elmadfa et al. 2008/09	Kurz et al. 2008	Bureau et al. 2006 b	Holden et al. 1999	Müller et al. 1997	Hart & Scott 1994	Mangels et al. 1993
Lutein	12,5	-	70	17	-	-	40	101	-
Zea xanthin	6	-	18	13	-	-	6	31	-
Crypto xanthin	5,5	106	-	-	-	-	60	231	-
α- Carotin	47	37	27	-	-	-	20	37	-
β- Carotin	2809	1600	800	2800	3000	2554	710	1458	3524

Die beobachtete Schwankungsbreite der Carotinoidgehalte lässt sich auf genetische und variierende Umwelteinflüsse zurückführen, jedoch werden diese Werte auch von der Sorte, dem Erntezeitpunkt und dem Reifezustand beeinflusst [Akin et al., 2007].

Bei einer Untersuchung weiß (Sorte *Monique*) und orange (Sorte *Goldrich*) gefärbter Marillen hat sich gezeigt, dass die Färbung der zweiten Sorte (orange) auf den β - Carotin Gehalt zurückzuführen ist, der 3000 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ betrug. Die weiß gefärbte Marille wies kein β - Carotin auf [Bureau et al., 2006 b].

In älteren Studien wie bei MANGELS et al. [1993] und der darauf aufgebauten U.S. Datenbank für Carotinoidgehalte in Lebensmittel von HOLDEN et al. [1999], finden sich Angaben für Lycopene, welches allerdings durch die in der vorliegenden Arbeit getätigten Analysen nicht detektiert wurde.

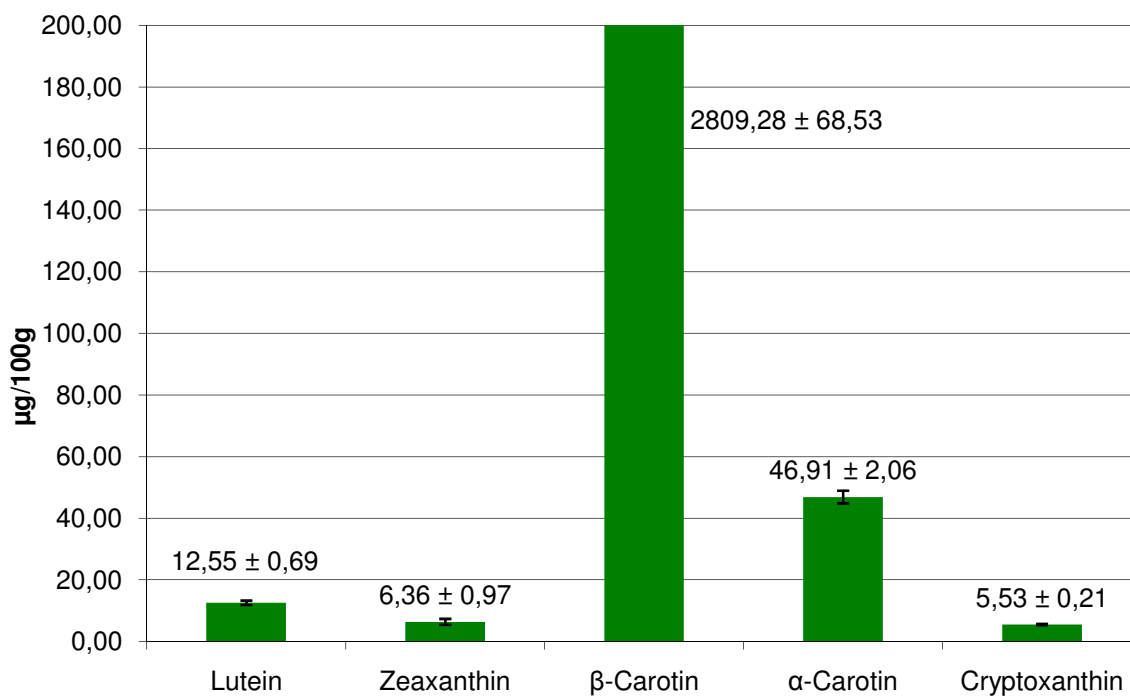


Abbildung 14: Carotinoidgehalte frischer Marillen (MW ± sd)

4.1.2. Getrocknete geschwefelte (G) Marillen

4.1.2.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide

4.1.2.1.1. Lutein

Beim Luteingehalt geschwefelter getrockneter Marillen, wiesen GC signifikant höhere Werte auf als GD. Weiters ergaben sich in dieser Gruppe keine signifikanten Unterschiede (Abb. 15).

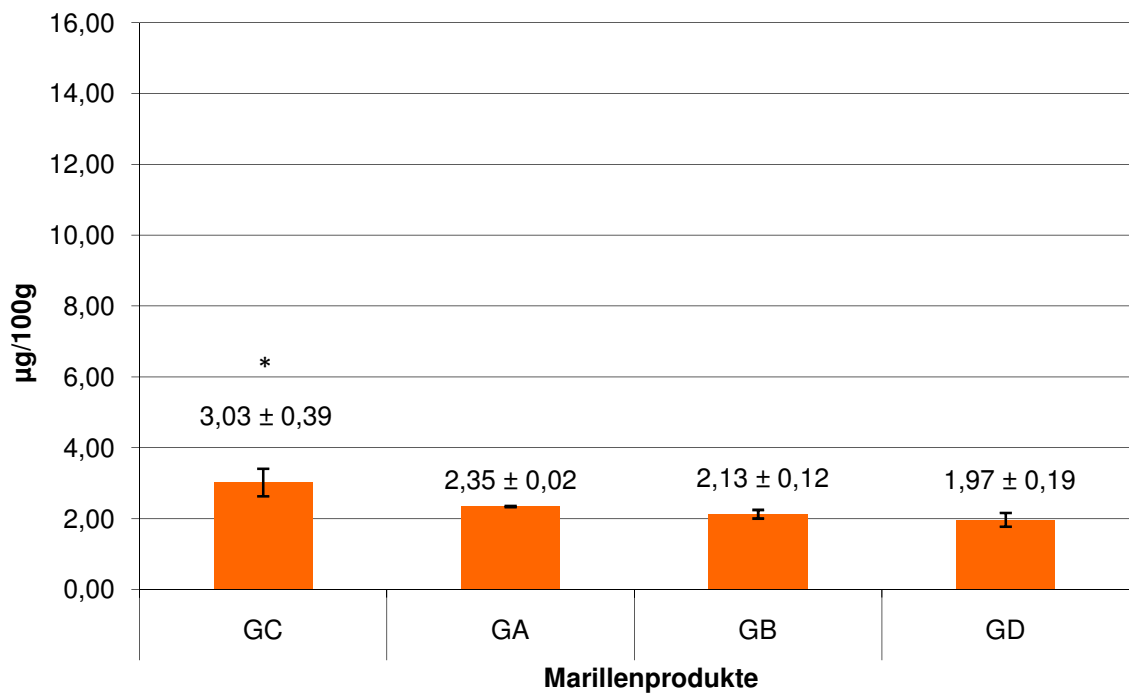


Abbildung 15: Luteingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW ± sd)

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

* GC > GD ($p = 0,029$)

4.1.2.1.2. Zeaxanthin

GB und *GD* Marillen wiesen die geringsten Zeaxanthin Gehalte auf, weshalb sich *GB* signifikant von *GA*, *GC* ($p=0,000$) und *GD* unterschieden ($p=0,002$). *GD* zeigten signifikant geringere Werte auf als *GC* ($p=0,000$). *GA* Marillen wiederum wiesen signifikante Unterschiede mit *GC* auf (Abb. 16).

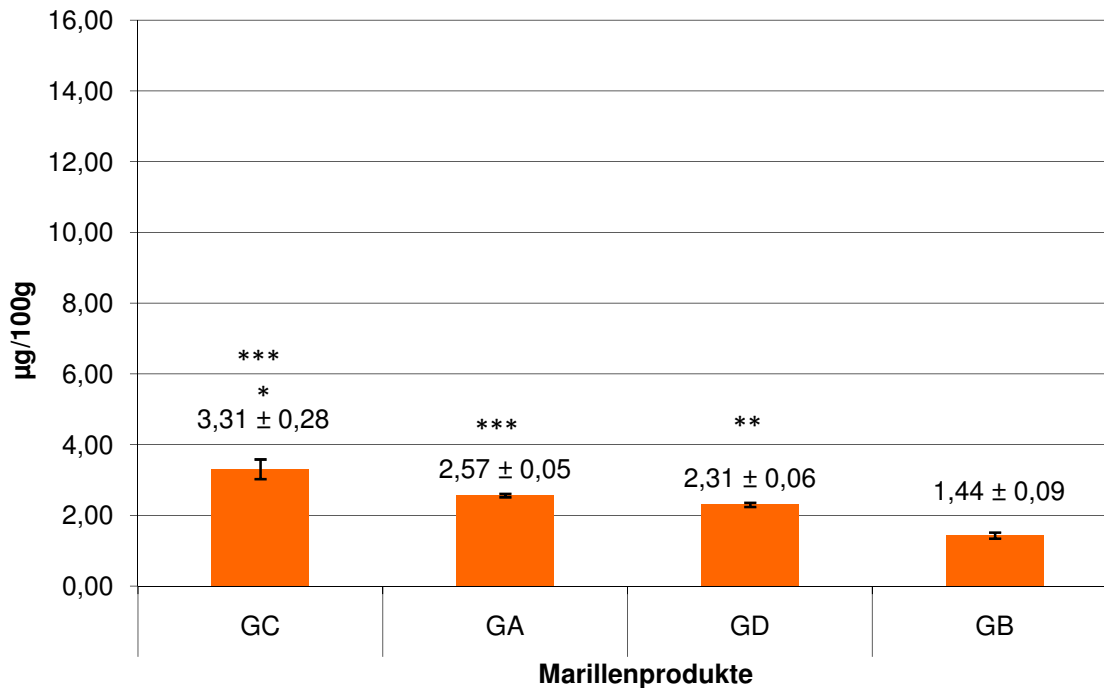


Abbildung 16: Zeaxanthingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW ± sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***GA > GB ($p=0,000$)

***GC > GB ($p=0,000$)

***GC > GD ($p=0,000$)

** GD > GB ($p=0,002$)

* GC > GA ($p=0,015$)

4.1.2.2. Provitamin- A Carotinoide

4.1.2.2.1. β - Carotin

Der β - Carotingehalt in getrockneten geschwefelten Marillen lag im Bereich von 47 bis 107 $\mu\text{g}/100\text{ g}$. *GB* Marillen wiesen die höchsten Gehalte auf und unterschieden sich signifikant im Vergleich mit *GD* ($p=0,011$). Des Weiteren ergaben sich keine signifikanten Unterschiede (Abb. 17).

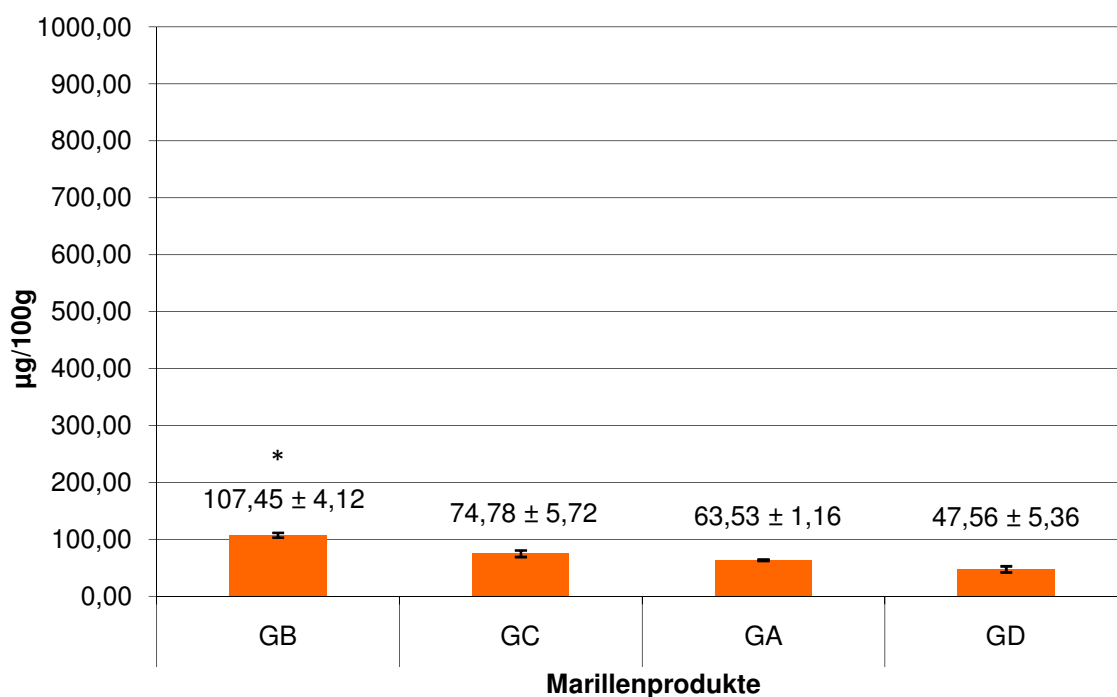


Abbildung 17: β - Carotingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

* GB > GD ($p=0,011$)

4.1.2.2.2. α - Carotin

Beim α - Carotingehalt wiesen *GB* Marillen den höchsten Gehalt auf, die geringsten Werte zeigten sich bei *GD* Marillen. Weshalb sich signifikante Unterschiede zwischen *GB* Marillen mit *GA*, *GD*, und *GC* ($p=0,000$) Marillen ergaben (Abb.18).

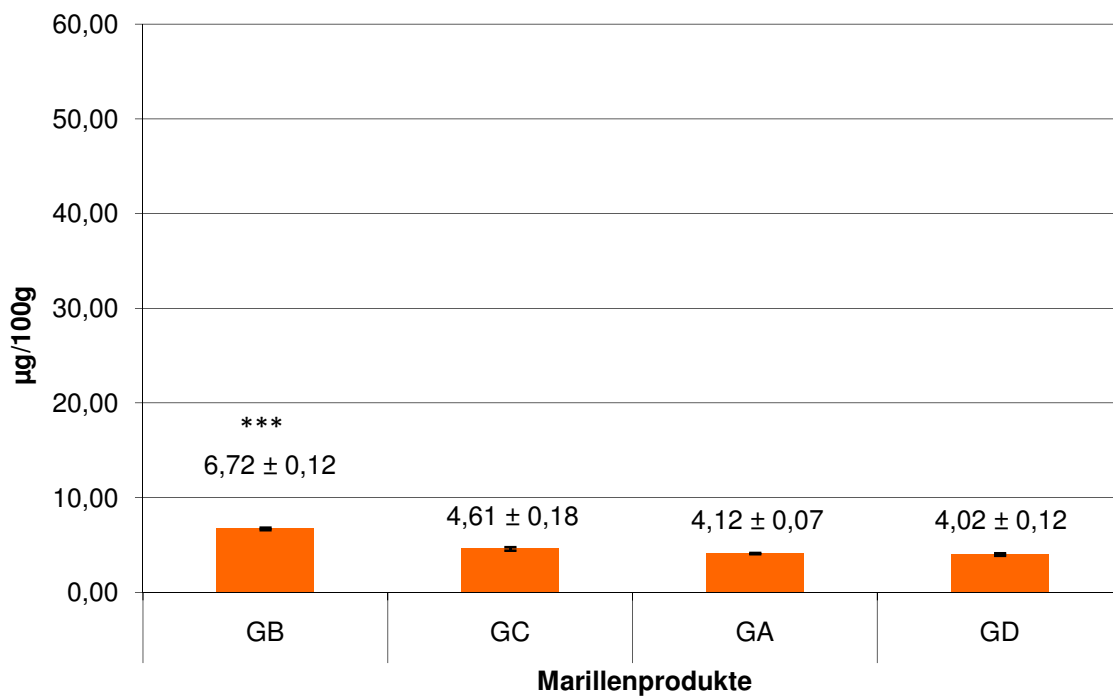


Abbildung 18: α - Carotingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***GB > GA ($p=0,000$)

***GB > GD ($p=0,000$)

***GB > GC ($p=0,000$)

4.1.2.2.3. Cryptoxanthin

Die Cryptoxanthingehalte geschwefelter getrockneter Marillen lagen im Bereich von 1,7 bis 3,0 µg/100 g (Abb.19). *GA* und *GD*, mit geringen Gehalten, wiesen einen signifikanten Unterschied mit *GC* ($p=0,001$) und *GB* auf ($p=0,001$).

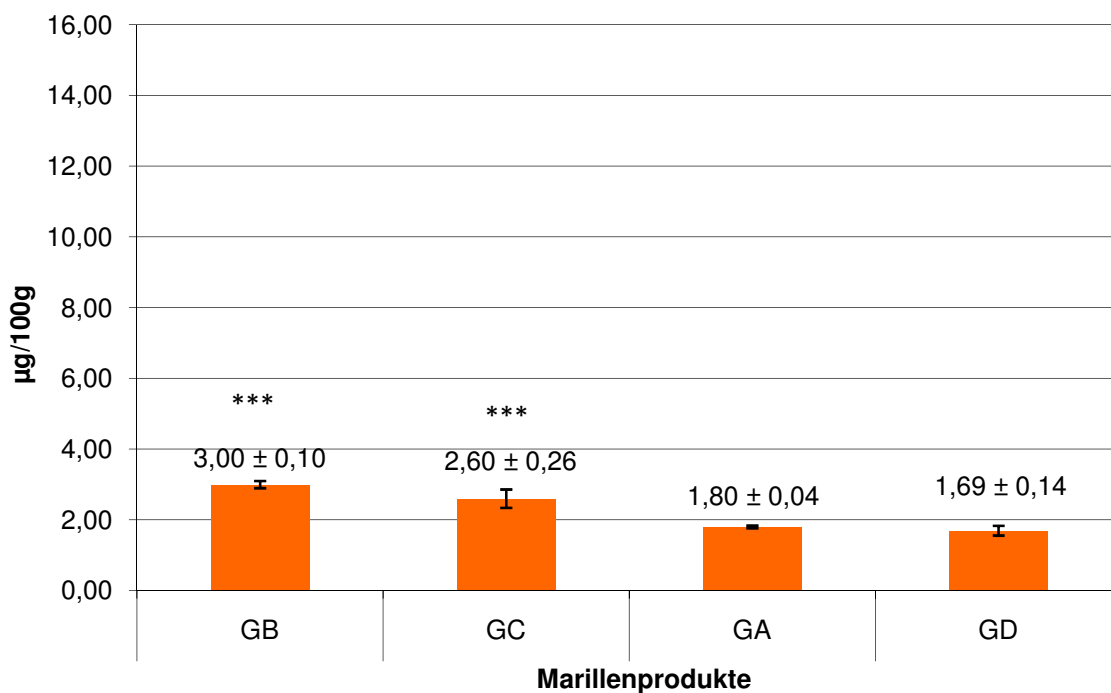


Abbildung 19: Cryptoxanthingehalt geschwefelter getrockneter Marillen (MW±sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***GC > GA ($p=0,001$)

***GC > GD ($p=0,000$)

***GB > GA ($p=0,000$)

***GB > GD ($p=0,000$)

4.1.3. Getrocknete nicht geschwefelte (nG) Marillen

4.1.3.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide

4.1.3.1.1. Lutein

NK war die Probe mit dem größten Gehalt an Lutein und dadurch ergaben sich höchst signifikante Unterschiede mit *NJ*, *NL* und *NH* ($p=0,000$). Die Unterschiede zwischen *NJ* Marillen und *NI* ($p=0,024$), sowie *NM* ($p=0,014$) stellten sich auch signifikant dar. Die gemessenen Werte von *NI* und *NM* überstiegen signifikant ($p=0,000$) die Gehalte von *NL*. Die beiden, zuvor genannten, nicht geschwefelten Marillen, unterschieden sich signifikant von *NH* ($p=0,003$) und *NJ* (Abb. 20).

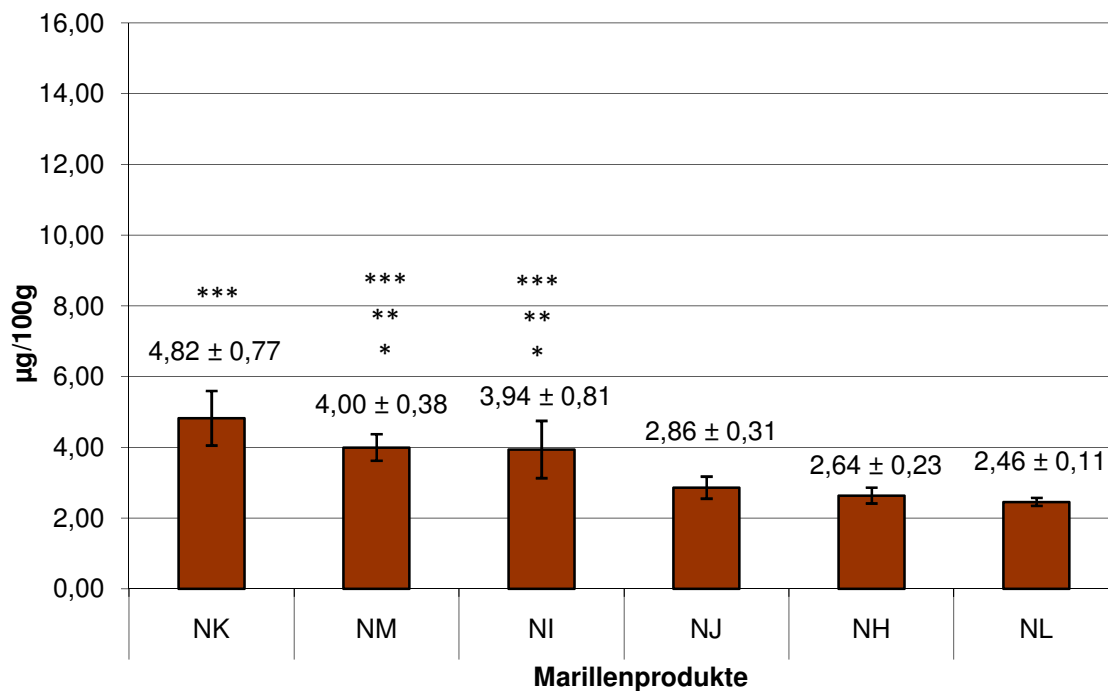


Abbildung 20: Luteingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***NI > NL ($p=0,001$)

** NI > NH ($p=0,003$)

***NK > NJ ($p=0,000$)

* NM > NJ ($p=0,014$)

***NM > NL ($p=0,000$)

* NI > NJ ($p=0,024$)

***NK > NL ($p=0,000$)

***NK > NH ($p=0,000$)

** NM > NH ($p=0,002$)

4.1.3.1.2. Zeaxanthin

NI wies die höchsten Zeaxanthin Gehalte auf, was zu höchst signifikanten Unterschieden mit allen nicht geschwefelten getrockneten Marillen führte ($p=0,000$). *NJ* verzeichnete im Vergleich zu *NK* geringere Zeaxanthin Gehalte und unterschied sich somit signifikant ($p=0,007$). *NH* lag unterhalb den Werten von *NI* ($p=0,000$) und lag überhalb jenen von *NI*, *NM*, *NJ*, *NH* ($p=0,000$) und *NK* ($p=0,008$). *NL*, mit sehr geringen Anteilen Zeaxanthins, wies einen signifikanten Unterschied mit *NM* ($p=0,018$) auf (Abb. 21).

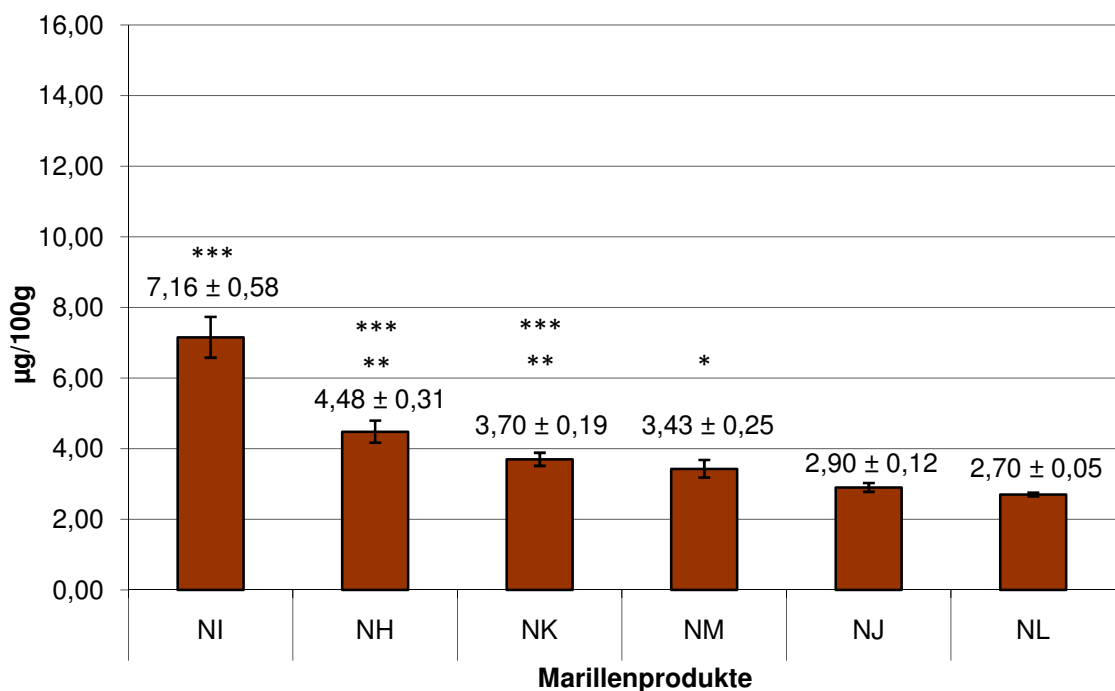


Abbildung 21: Zeaxanthingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW ± sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***NI > NH ($p=0,000$)

***NH > NL ($p=0,000$)

***NI > NK ($p=0,000$)

** NK > NJ ($p=0,007$)

***NI > NM ($p=0,000$)

** NH > NK ($p=0,008$)

***NI > NJ ($p=0,000$)

* NM > NL ($p=0,018$)

***NI > NL ($p=0,000$)

***NH > NM ($p=0,000$)

***NK > NL ($p=0,000$)

***NH > NJ ($p=0,000$)

4.1.3.2. Provitamin- A Carotinoide

4.1.3.2.1. β - Carotin

NI wies, wie auch bei Zeaxanthin, Cryptoxanthin und α - Carotin, die höchsten β - Carotin Werte getrockneter Marillen auf. Deshalb zeigten sich signifikante Unterschiede mit *NK*, *NM*, *NJ* und *NL*. *NH* unterschied sich höchst signifikant von *NK*, *NJ*, und *NL* ($p=0,000$) (Abb. 22).

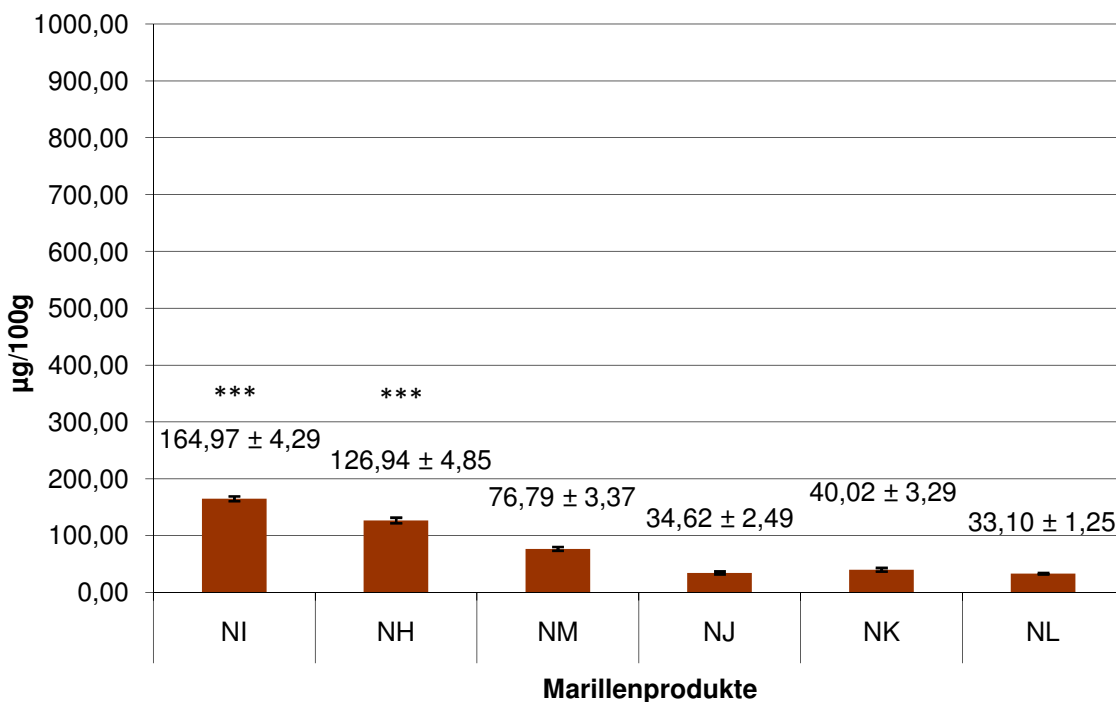


Abbildung 22: β - Carotingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***NI > NK ($p=0,000$)

***NI > NM ($p=0,000$)

***NI > NJ ($p=0,000$)

***NI > NL ($p=0,000$)

***NH > NK ($p=0,000$)

***NH > NJ ($p=0,000$)

***NH > NL ($p=0,000$)

4.1.3.2.2. α - Carotin

NI wies die höchsten α - Carotin Gehalte auf, wobei dies zu höchst signifikanten Unterschieden mit allen getrockneten Marillen ($p= 0,000$) führte. *NH* unterschied sich signifikant von *NM*, *NK*, *NJ* und *NL* ($p= 0,000$). *NL* wies die geringsten Werte auf und dies zeigte sich statistisch signifikant mit *NJ* und *NM* ($p= 0,000$). *NJ* und *NK* wiesen aufgrund der vergleichbaren Werte eine Signifikanz von $p= 0,029$ auf (Abb. 23).

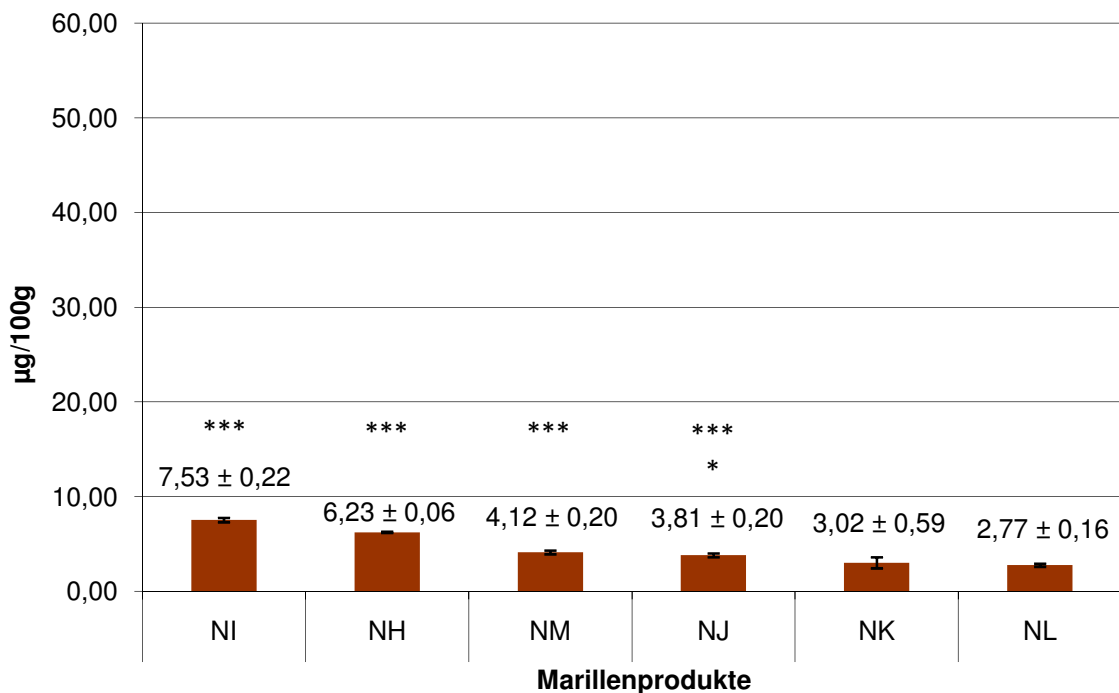


Abbildung 23: α - Carotingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

***NI > NH ($p=0,000$)

***NM > NK ($p=0,000$)

***NI > NK ($p=0,000$)

***NM > NL ($p=0,000$)

***NI > NM ($p=0,000$)

***NJ > NL ($p=0,001$)

***NI > NJ ($p=0,000$)

* NJ > NK ($p=0,029$)

***NI > NL ($p=0,000$)

***NH > NM ($p=0,000$)

***NH > NK ($p=0,000$)

***NH > NJ ($p=0,000$)

***NH > NL ($p=0,000$)

4.1.3.2.3. Cryptoxanthin

Die Werte des Cryptoxanthingehalt, der analysierten Marillen, lagen zwischen 1,52 und 5,39 $\mu\text{g}/100\text{g}$, wobei *NI* wiederum den höchsten Gehalt aller getrockneten Marillen aufwies, was zu signifikanten Unterschieden mit allen getrockneten Marillen führte ($p=0,000$). *NH* wies einen Gehalt von 3 $\mu\text{g}/100\text{g}$ auf und unterschied sich signifikant von *NM*, *NK*, *NJ* und *NL* ($p=0,000$) (Abb. 24).

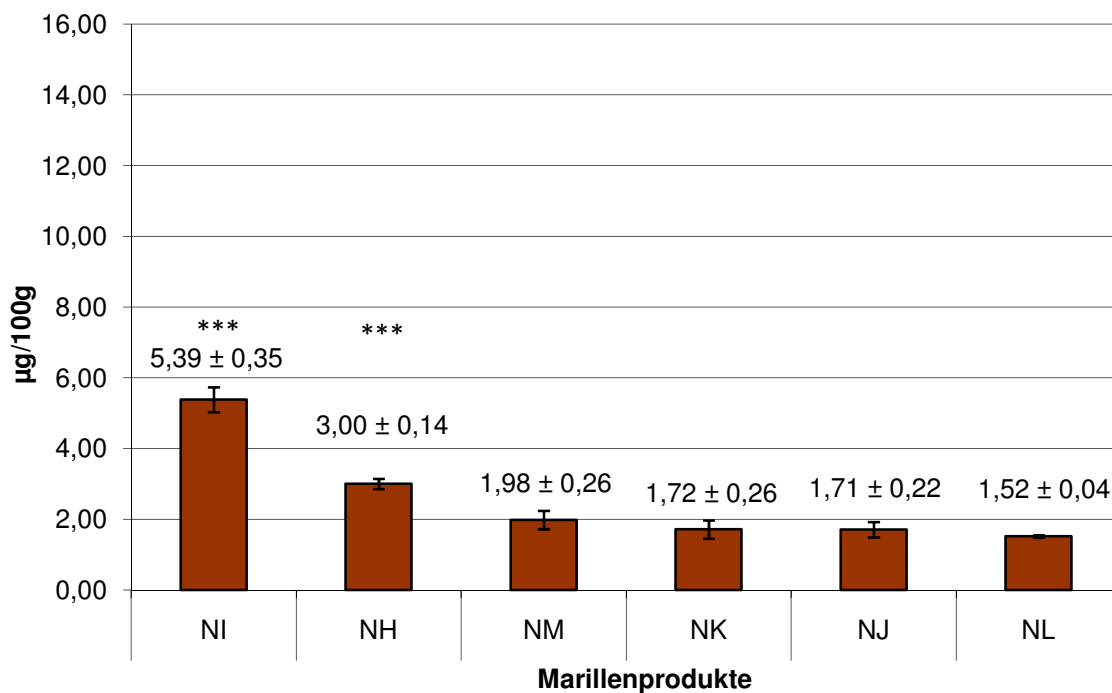


Abbildung 24: Cryptoxanthingehalt nicht geschwefelter getrockneter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***NI > NH ($p=0,000$)

***NI > NK ($p=0,000$)

***NI > NM ($p=0,000$)

***NI > NJ ($p=0,000$)

***NI > NL ($p=0,000$)

***NH > NM ($p=0,000$)

***NH > NK ($p=0,000$)

***NH > NJ ($p=0,000$)

***NH > NL ($p=0,000$)

4.1.4. Untersuchte Marillenarten im Vergleich, geschwefelte (G), nicht geschwefelte (nG) und frische Marillen (F)

4.1.4.1. Nicht Provitamin- A Carotinoide

4.1.4.1.1. Lutein

Lutein wurde in allen untersuchten Marillen detektiert, wobei frische Marillen den größten Gehalt aufwiesen und sich somit statistisch signifikant von den beiden getrockneten Marillenarten ($p=0,000$) unterschieden. Ein signifikanter Unterschied ($p=0,000$) zeigte sich auch zwischen den geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen. Die Verluste gegenüber frischen Marillen betrugen bei geschwefelten Marillen 81,1% und bei ungeschwefelten 72,5% (Abb. 25).

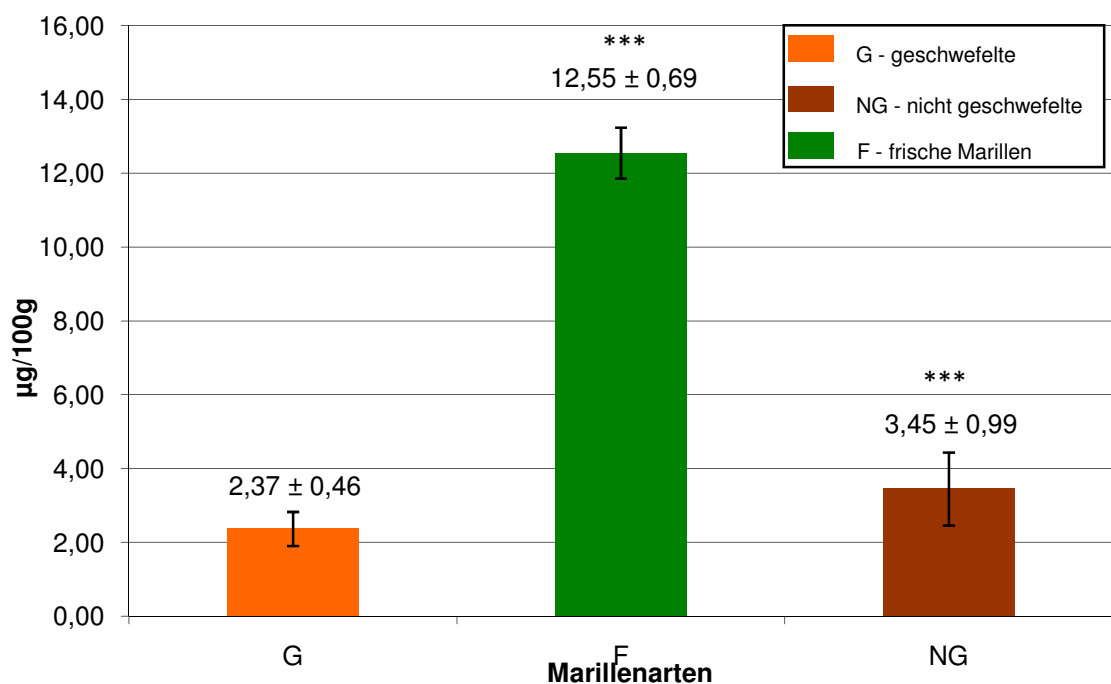


Abbildung 25: Luteingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

***F > G ($p=0,000$)

***F > nG ($p=0,000$)

***nG > G ($p=0,000$)

4.1.4.1.2. Zeaxanthin

Die Zeaxanthinkonzentrationen waren verglichen mit den anderen Carotinoiden sehr gering, was sich auch im Gehalt der frischen Marille zeigte. Es wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den frischen und geschwefelten getrockneten Marillen festgestellt ($p=0,000$), sowie zwischen geschwefelten und nicht geschwefelten Marillen ($p=0,000$). Die Verluste geschwefelter Marillen (G: 62,3%) gegenüber frischen Marillen waren höher als bei nicht geschwefelten getrockneten Marillen (nG: 36,2%) (Abb. 26).

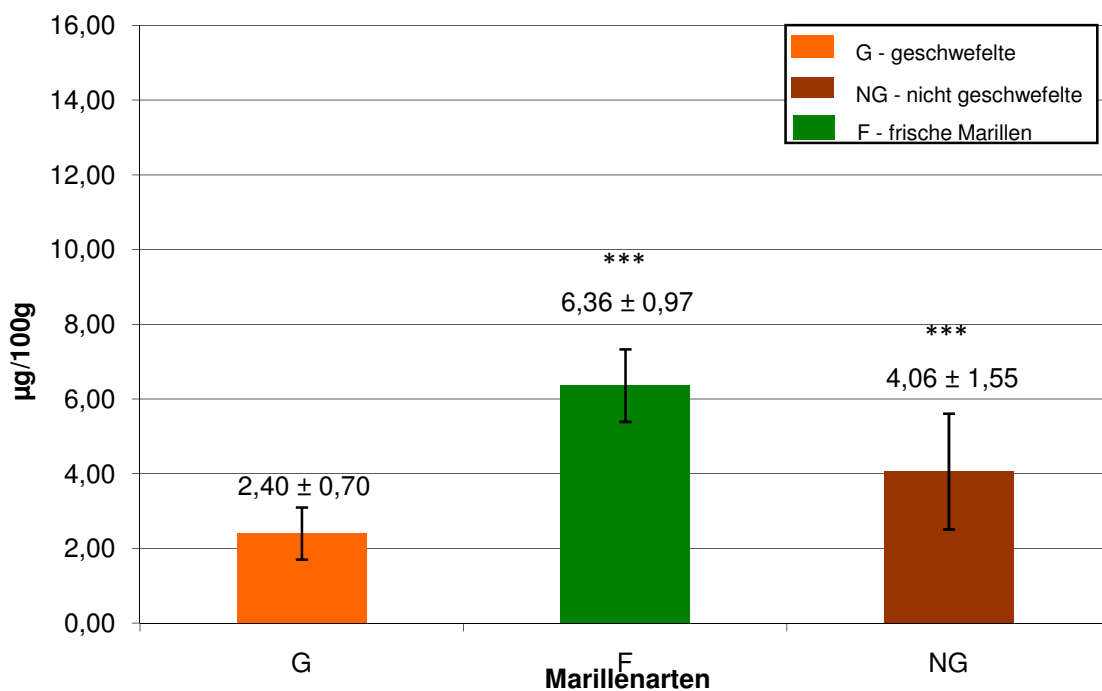


Abbildung 26: Zeaxanthingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW ± sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***F > G ($p=0,000$)

***nG > G ($p=0,000$)

4.1.4.2. Provitamin- A Carotinoide

4.1.4.2.1. β - Carotin

β - Carotin war das dominierende Carotinoid in allen untersuchten Marillen. Die β - Carotin Konzentration überschritt bei frischen Marillen um das 17 - 85 fache die Gehalte von getrockneten Marillen und unterschied sich somit höchst signifikant ($p= 0,000$) von den getrockneten Produkten. Zwischen geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen, konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Verluste, getrockneter gegenüber frischen Marillen, waren ausgeglichen mit 97,4% (G) und 97,2% (nG) (Abb. 27).

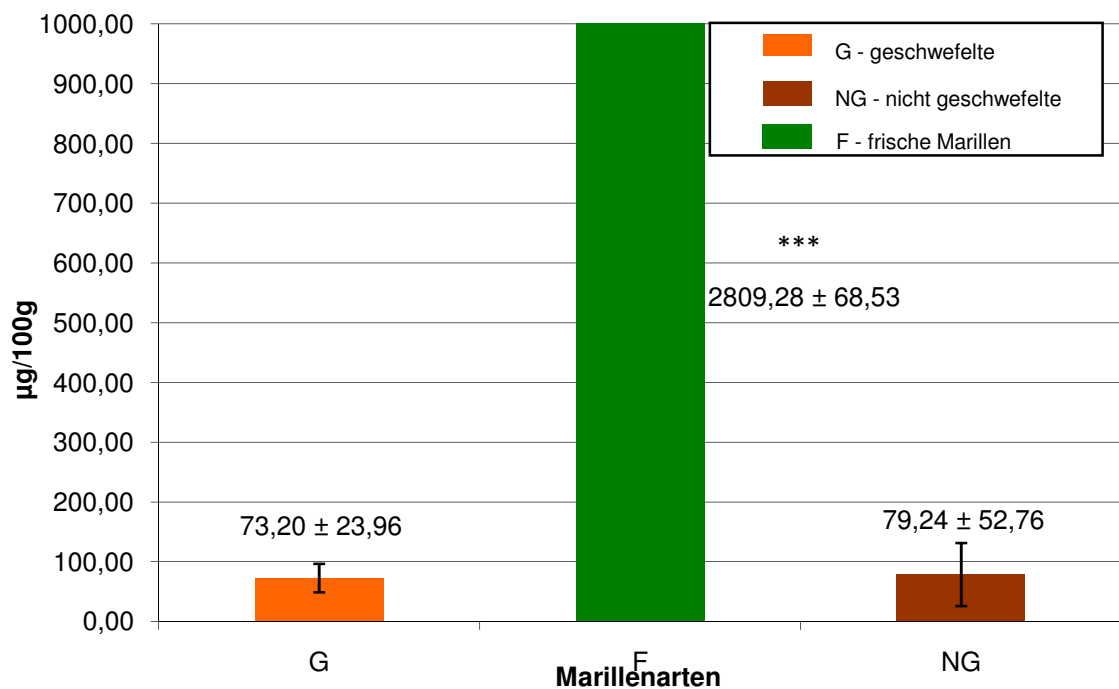


Abbildung 27: β - Carotingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

***F > G ($p=0,000$)

***F > nG ($p=0,000$)

4.1.4.2.2. α - Carotin

Die höchsten statistisch signifikanten ($p=0,000$) Konzentrationen an α - Carotin, zeigten sich in frischen Marillen im Vergleich zu geschwefelten und nicht geschwefelten Marillen. Zwischen geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der Verlust der α - Carotin Konzentration im Vergleich zu Frischen war bei beiden getrockneten Marillenarten (G: 89,6%; nG: 90,2%) ausgeglichen (Abb. 28).

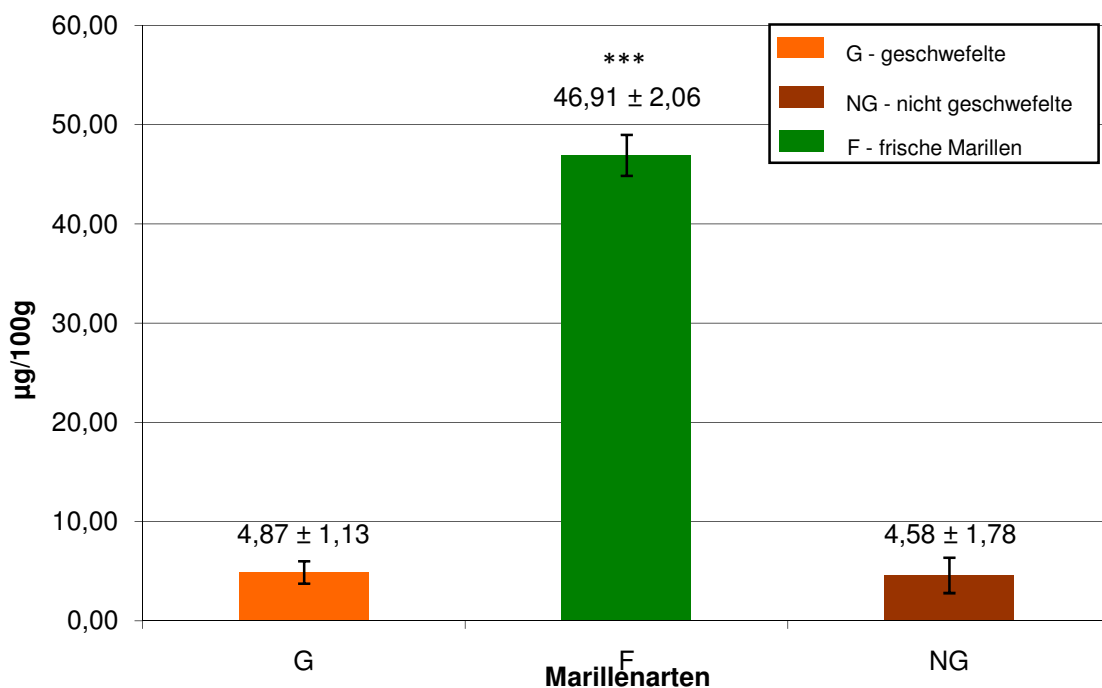


Abbildung 28: α - Carotingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frische) (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***F > G ($p=0,000$)

***F > nG ($p=0,000$)

4.1.4.2.3. Cryptoxanthin

FrISChe Marillen wiesen den höchsten Gehalt an Cryptoxanthin auf und unterschieden sich statistisch signifikant von geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen ($p=0,000$). Zwischen geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten Marillen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Die Verluste gegenüber frischen Marillen betrugen bei geschwefelten Marillen 59,0% und bei ungeschwefelten 53,9% (Abb. 29).

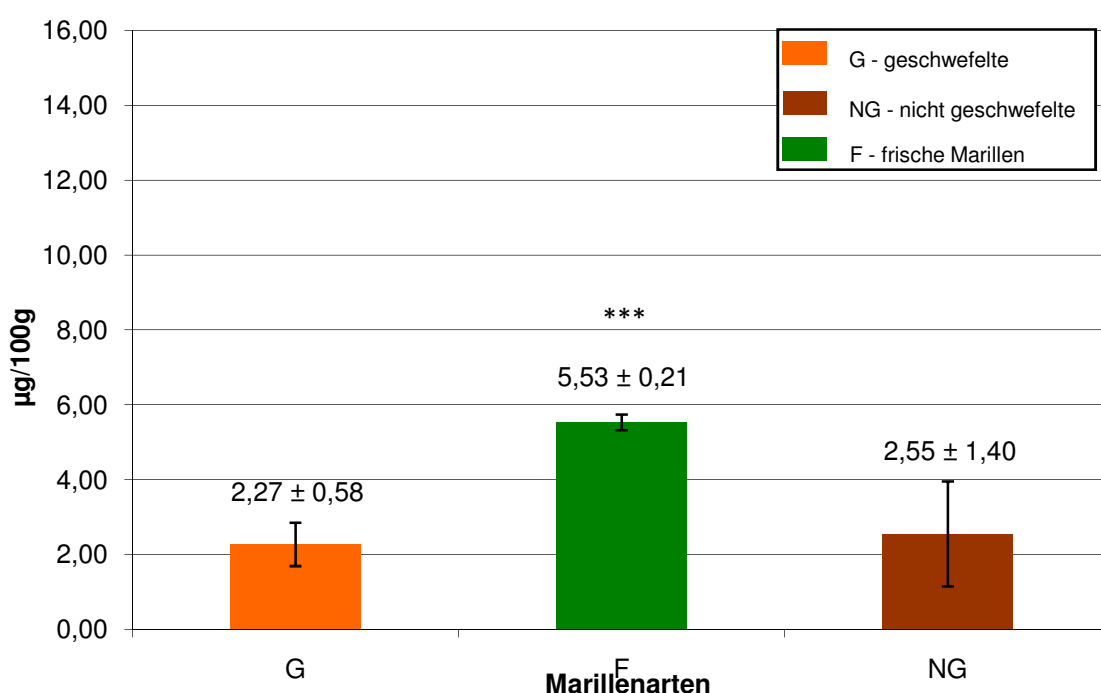


Abbildung 29: Cryptoxanthingehalte in Marillen im Vergleich (geschwefelten, nicht geschwefelten getrocknete und frISChe) (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

***F > G ($p=0,000$)

***F > nG ($p=0,000$)

4.1.5. Carotinoidgehalt bezogen auf die Trockensubstanz

FrISChe Marillen zeigten 20% Trockensubstanz (TS). Für getrocknete geschwefelte Marillen lag der Mittelwert bei 69%, für ungeschwefelte getrocknete Marillen lag er bei 77%.

Unter geschwefelten Marillen wiesen *GC* die höchsten TS Gehalte von 78% auf, während die niedrigsten Werte bei *GD* (ca. 58%) Marillen festgestellt werden konnten. Bei nicht geschwefelten Marillen war die Trockensubstanz ausgeglichen und im Bereich von ca. 75 – 79% angesiedelt, wobei der höchste Wert bei *NI* und der niedrigste bei *NJ* gefunden wurde (Tab. 14).

Tabelle 14: Trockensubstanz getrockneter Marillen

		Trockensubstanz	Wassergehalt
Produktbezeichnung		%	%
<i>frISChe Marille</i>		20,39	79,61
G	<i>GC</i>	77,78	22,22
G	<i>GD</i>	57,71	42,29
G	<i>GA</i>	67,20	32,80
G	<i>GB</i>	75,15	24,85
nG	<i>NL</i>	75,76	24,24
nG	<i>NI</i>	79,01	20,99
nG	<i>NH</i>	77,32	22,68
nG	<i>NK</i>	78,39	21,61
nG	<i>NJ</i>	74,79	25,21
nG	<i>NM</i>	77,88	22,12

G.....geschwefelte getrocknete Marillen

nG....ungeschwefelte getrocknete Marillen

Der in der vorliegenden Arbeit ermittelte β -Carotin Gehalt in frischen Marillen, bezogen auf die TS, lag im Bereich von 5,74 mg/100g bis 48,69 mg/100g, welcher in der Studie von AKIN et al. [2008] angegeben wurde. Die Werte der Gebiete Igdir (13,44 mg/100 g) und Hacikiz (13,05 mg/100 g) entsprachen jenem in der Arbeit ermittelten Wert von 13,78 mg/100 g.

In den getrockneten Marillen, sowohl bei geschwefelter als auch nicht geschwefelter Verarbeitung, wurde im Mittel aller Werte jeweils 0,10 mg/100g β -Carotin Trockensubstanz ermittelt (Tab. 15).

Tabelle 15: Carotinoidgehalte bezogen auf die Trockensubstanz (mg/100g)

	Produktbezeichnung	Trockensubstanz	β -Carotingehalt	β -Carotingehalt in
		%	$\mu\text{g}/100\text{g}$	100g Trockensubstanz
	<i>frische Marille</i>	20,39	2810	13,78
G	<i>GC</i>	77,78	73,03	0,09
G	<i>GD</i>	57,71	47,56	0,08
G	<i>GA</i>	67,20	63,53	0,09
G	<i>GB</i>	75,15	108,70	0,14
nG	<i>NL</i>	75,76	33,10	0,04
nG	<i>NI</i>	79,01	164,97	0,21
nG	<i>NH</i>	77,32	126,94	0,16
nG	<i>NK</i>	78,39	33,77	0,04
nG	<i>NJ</i>	74,79	34,62	0,05
nG	<i>NM</i>	77,88	75,79	0,10

G.....geschwefelte getrocknete Marillen

nG....ungeschwefelte getrocknete Marillen

4.2. Diskussion der chemischen Analyse

Aufgrund der durchgeführten Analyse des Carotinoidgehalts lässt sich zusammenfassen, dass frische Marillen signifikant höhere Carotinoidkonzentrationen aufweisen als getrocknete. Außerdem ergaben sich zwischen den einzelnen Marillenarten, sowohl geschwefelten als auch nicht geschwefelten, signifikante Unterschiede. Die Unterschiede als auch die große Schwankungsbreite lassen sich, wie bereits bei anderen Studien berichtet wurde, einerseits auf innere Faktoren wie Sorte, Reifestadium und pH- Wert zurückführen und andererseits spielen auch saisonale Schwankungen, Verarbeitungsbedingungen und Qualität des Ausgangsmaterials eine wichtige Rolle [Hart u. Scott, 1994; Bureau et al., 2006b; Bolat und Karlıdag, 1999].

Bei den geschwefelten getrockneten Marillen wiesen *GC* die größten Gehalte bei den nicht Provitamin- A Carotinoiden auf. Bei den Provitamin- A Carotinoiden zeigten die höchsten Konzentrationen *GB* und die niedrigsten *GD* Marillen. Die Luteinkonzentration bei nicht geschwefelten getrockneten Marillen war bei *NK* und *NM* am höchsten und bei *NH* und *NL* am niedrigsten. Die höchsten Gehalte von Zeaxanthin und allen drei Provitamin- A Carotinoiden, wiesen *NI* und *NH* auf, die geringste Zeaxanthin Konzentration zeigten *NL* Marillen.

Die Carotinoidgehalte von frischen Marillen unterschieden sich höchst signifikant von allen der vorliegenden Arbeit analysierten getrockneten Marillen, mit der Ausnahme, dass zwischen *NI* und frischen Marillen im Zeaxanthin und Cryptoxanthin keine statistisch signifikanten Unterschiede festgestellt werden konnten. Der höhere Gehalt der getrockneten Marille *NI*, verglichen mit der frischen Marille könnte auf einen Sortenunterschied zurückzuführen sein. Die große Schwankungsbreite unterschiedlicher Sorten konnte auch bei einer Studie von BUREAU et al. [2006, b] beobachtet werden.

Die erhaltenen Lutein- Gehalte in getrockneten Marillen (MW 2,91 µg/100 g) lagen unterhalb den von HART und SCOTT [1995] angegebenen Werten (44 µg/100 g). Die erhaltenen Zeaxanthin- Gehalte waren geringer (MW 3,23 µg/100 g) als die Werte von HART und SCOTT [1995] (23 µg/100g),

auch der Cryptoxanthin- Gehalt in getrockneten Marillen (MW 2,41 µg/100 g) lag unterhalb jener von HART und SCOTT [1995] angegebenen Werte (75 µg/100 g). Da sich bei HART und SCOTT [1995] der α- Carotin Gehalt unter der Nachweisgrenze befand, konnten die bei dieser Arbeit erhaltenen Konzentrationen (MW 4,73 µg/100 g) nicht verglichen werden. Die erhaltenen β- Carotin- Gehalte in getrockneten Marillen (MW 76,22 µg/100 g) lagen unterhalb den von HART und SCOTT [1995] angegebenen Werten (607 µg/100 g), wobei sich der Gehalt im Gegensatz zu den Frischen halbierte. In einer Studie von MUNZUROGLU et al. [2003] kam es nach der Trocknung zu einer Zunahme des Gehalts an β- Carotin, von 1660 µg/100 g auf 5500 µg/100 g. Ein weiterer, in einer Studie, angegebene Wert von getrockneten Marillen belief sich auf 2249 µg/100 g [Perry et al., 2008].

Beim Vergleich der Mittelwerte geschwefelter und nicht geschwefelter getrockneter Marillen zeigte sich, dass geschwefelte getrocknete Marillen höhere Verluste beim Lutein- (G: 81,1%; nG: 72,5%), Zeaxanthin- (G: 62,3%; nG: 36,2%) und Cryptoxanthin- (G: 59%; nG: 53,9%) Gehalt aufwiesen als nicht geschwefelte. Der Verlust der α- und β-Carotin Konzentrationen war bei beiden getrockneten Marillenarten (α- Carotin: G: 89,6%; nG: 90,2%; β- Carotin: G: 97,4%; nG: 97,2%) ausgeglichen. Die Veränderung der Carotinoidkonzentrationen durch mechanische Zerkleinerung; die Marillen werden halbiert um den Kern zu entfernen; oder Hitzebehandlung bei der Verarbeitung von Obst und Gemüse, kann sowohl Verluste als auch Zunahmen erbringen [van het Hof et al., 1998]. In der vorliegenden Arbeit konnte durch das Trocknen Verluste von 36% bis 97% beobachtet werden, was mit den Ergebnissen von HART und SCOTT [1994] übereinstimmte.

Durch eine Verarbeitung wie das Trocknen, kommt es häufig zur Aufspaltung der Cellulosematrix die zur erleichterten Carotinoidfreisetzung führt, die diese Carotinoide wiederum anfälliger für enzymatischen und oxidativen Abbau macht [Marcela und Rodriguez- Amaya, 2003; van het Hof et al., 1998]. Der Vitaminabbau kann aber durch mehrere antioxidativ wirkende Substanzen verlangsamt werden, da Carotinoide und andere Antioxidantien synergistisch

wirken können. Häufig wirken so viele unterschiedliche Faktoren auf die Carotinoidkonzentration ein, dass einzelne Einflussfaktoren maskiert werden [Bässler et al., 2002; Marcela und Rodriguez- Amaya, 2003; Stahl und Siess, 2005].

Die Geschwindigkeit der Abbauprozesse ist außerdem von Faktoren wie der Luftfeuchtigkeit, dem Sauerstoffgehalt, der Lagertemperatur und der Verpackungsart abhängig [Bognar, 1995; Hart und Scott, 1994]. Die geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten Marillen waren sehr ähnlich verpackt (Verbundfolie), allerdings zeigte sich bei der Untersuchung der Trockensubstanz, dass die zwei Produkte *GD* (42,29%) und *GA* (32,8%) einen höheren Wassergehalt aufwiesen, allerdings hatten diese die geringsten Carotinoid Konzentrationen geschwefelter getrockneter Marillen. Da der höhere Wassergehalt die Verderblichkeitsrate erhöht, waren diese beiden Sorten zusätzlich noch lichtundurchlässig und wiederverschließbar verpackt.

Bei der Berechnung der Carotinoid- Gehalte der geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten Marillen auf Trockensubstanz, konnten im Mittel Werte um 0,10 mg/100g festgesetzt werden. Dies lässt darauf schließen, wie in der Studie AKIN et al. [2008] dargelegt wurde, dass die verwendeten Marillen aus einem Anbaugebiet mit äußerst geringen Carotingehalt stammten.

Mehr Bedeutung sollte auch den unterschiedlichen Analysemethoden beigemessen werden, zum Beispiel ob es sich wie in der vorliegenden Arbeit verwendetes isokratisches oder um ein Gradienten- System handelt. In der vorliegenden Arbeit, wie auch bei SOUCI- FACHMANN- KRAUT [2008], ELMADFA et al. [2008/09], MÜLLER et al. [1997] und HART & SCOTT [1995], konnten α - Carotingehalte festgestellt werden, wohingegen bei KURZ et al. [2008] kein α - Carotin detektiert wurde. In einigen Studien, wie auch bei MANGELS et al. [1993], sind Lutein- und Zeaxanthingehalte gemeinsam angeführt, weil diese zwei Hydroxycarotinoide bei alten Methoden technisch noch nicht getrennt werden konnten. In der vorliegenden Arbeit wurden Lutein und Zeaxanthin getrennt betrachtet.

Eine lückenlose Dokumentation der Prozessbedingungen, sowie Firmengeheimnisse bezüglich Sorte und Anbaugebiet der untersuchten getrockneten Marillen, erschweren manchmal auch die Interpretation der Ergebnisse.

4.3. Sensorische Analyse

4.3.1. Getrocknete geschwefelte Marillen (G)

4.3.1.1. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

Bei der Betrachtung des Produktprofils (Abb. 30) von getrockneten geschwefelten Marillen konnte festgestellt werden, dass der allgemeine Geruch von *GD* (5,6 Pkt.) Marillen statistisch signifikant stärker ausgeprägt war, als bei *GB* ($p=0,01$) (3,1 Pkt.) und *GC* ($p= 0,004$) (2,9 Pkt.) Marillen. Statistisch signifikante Unterschiede konnten auch beim marilligen Geruch beobachtet werden, welcher bei *GD* (4,8 Pkt.) und *GA* (4,3 Pkt.) stärker ausgeprägt war, als bei *GB* (2,3 Pkt.) und *GC* (2,3 Pkt.). Dies konnte auch statistisch belegt werden, da sich *GD* signifikant von *GB* ($p= 0,012$) und *GC* ($p= 0,016$) unterschied. Auch der fruchtige Geruch war bei *GD* (5 Pkt.) signifikant intensiver ausgeprägt, als bei *GB* (2,3 Pkt.) ($p= 0,003$) und *GC* (2,4 Pkt.) ($p= 0,007$) Marillen. Ein muffiger / erdiger Geruch war bei geschwefelten Trockenmarillen nur in minimalen Ausmaß vorhanden und lag bei allen vier Produkten unter einem Punkt. Jedoch war ein Verpackungsgeruch bei *GB* (1,6 Pkt.) stärker ausgeprägt, welcher sich signifikant von *GD* (0,5 Pkt.) ($p= 0,01$) und *GA* (0,5 Pkt.) ($p= 0,018$) unterschied.

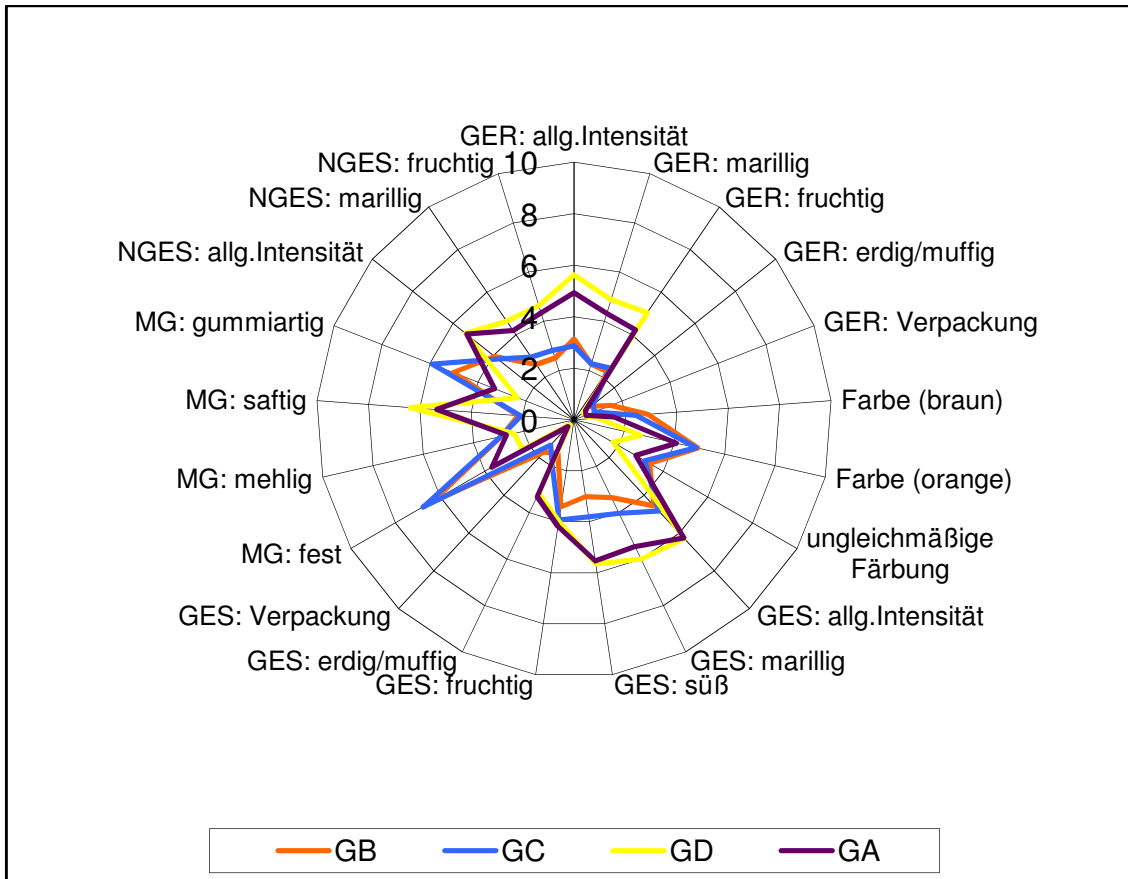
Die Gleichmäßigkeit der Färbung variierte stark zwischen den Marillenfrüchten, wobei auch innerhalb derselben Verpackung Unterschiede verzeichnet werden konnten.

Bei der Beurteilung des allgemeinen Geschmacks konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier getrockneten geschwefelten Marillen festgestellt werden (*GB* 4,6; *GC* 4,8; *GD* 6,3 und *GA* mit 6,3 Pkt.). Einige Unterschiede, obwohl nicht signifikant, konnten beim marilligen Geschmack beobachtet werden. Hierbei wurden vor allem *GD* (6 Pkt.) und *GA* (5,5 Pkt.) am intensivsten und *GB* (3,7 Pkt.) und *GC* (4,1 Pkt.) am geringsten beurteilt, die Unterschiede zeigten sich als nicht signifikant. Der süße Geschmack war bei *GD* (5,7 Pkt.) und *GA* (5,6 Pkt.) Marillen stärker ausgeprägt als bei *GB* (3 Pkt.) und *GC* (3,8 Pkt.) Marillen. Signifikante Unterschiede ergaben sich beim fruchtigen Geschmack zwischen *GB* mit 3,4 Punkten, welcher geringer

ausgeprägt war, und *GD* (4 Pkt.) ($p= 0,004$) und *GA* (4,2 Pkt.) ($p= 0,003$). Der Verpackungsgeschmack, der bei *GB* (1,7 Pkt.) intensiver war, unterschied sich signifikant von *GD* (0,3 Pkt.) ($p= 0,026$), dieser lässt sich vor allem auf die unübliche Verpackung in einer Holzschale zurückführen.

Das mehliges Mundgefühl der unterschiedlich geschwefelten Marillen war ausgeglichen und zeigte keine signifikanten Unterschiede. *GD* Marillen (2,4 Pkt.) waren signifikant gummiartiger als *GB* (5,1 Pkt.) ($p= 0,019$) und *GC* (5,9 Pkt.) ($p= 0,000$); und *GA* (3,3 Pkt.) von *GC* ($p= 0,01$). Hierbei wiesen *GD* und *GA* die geringsten Werte, mit 2,4 und 3,3 Punkten auf. Die Saftigkeit war herausragend bei *GD* (6,4 Pkt.) und unterschied sich signifikant von *GB* (2,2 Pkt.) und *GC* (2,1 Pkt.), ($p= 0,000$). *GA* Marillen (5,4 Pkt.) waren signifikant saftiger als *GB* und *GC* ($p= 0,000$). *GD* Marillen wiesen die geringste Festigkeit auf (2,3 Pkt.), welche signifikant unterschiedlich von *GB* und *GC* ($p= 0,001$) Marillen war. *GA* waren ebenfalls signifikant weicher (3,7 Pkt.), als *GB* und *GC* ($p= 0,001$).

Der allgemeine, fruchtige und marillige Nachgeschmack von allen vier untersuchten Marillensorten zeigte keine signifikanten Unterschiede (allgemeine Intensität des Nachgeschmacks: *GB* 4; *GC* 3,8; *GD* 5,4 und *GA* mit 5,3 Pkt.) (fruchtiger Nachgeschmack: *GB* 2,5; *GC* 2,8; *GD* 4,6 und *GA* mit 4,3 Pkt.) (marilliger Nachgeschmack: *GB* 2,6; *GC* 3; *GD* 4,6 und *GA* mit 4,2 Pkt.).



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

Abbildung 30: Profilanalyse (QDA) getrockneter geschwefelter Marillen

GER: allgemein

** GD > GB ($p = 0,01$), GC ($p = 0,004$)

GER: marillig

* GD > GB ($p = 0,012$), GC ($p = 0,016$)

GER: fruchtig

** GD > GB ($p = 0,003$), GC ($p = 0,007$)

GER: Verpackung

** GB > GD ($p = 0,01$)

* GB > GA ($p = 0,018$)

GES: fruchtig

** GD > GB ($p = 0,004$)

** GA > GB ($p = 0,003$)

GES: Verpackung

* GB > GD ($p = 0,026$)

MG: gummiartig

*** GC > GD ($p = 0,000$)

** Seebger > GA ($p = 0,01$)

MG: Saftigkeit

*** GD > GB, GC ($p = 0,000$)

** GA > GB, GC ($p = 0,000$)

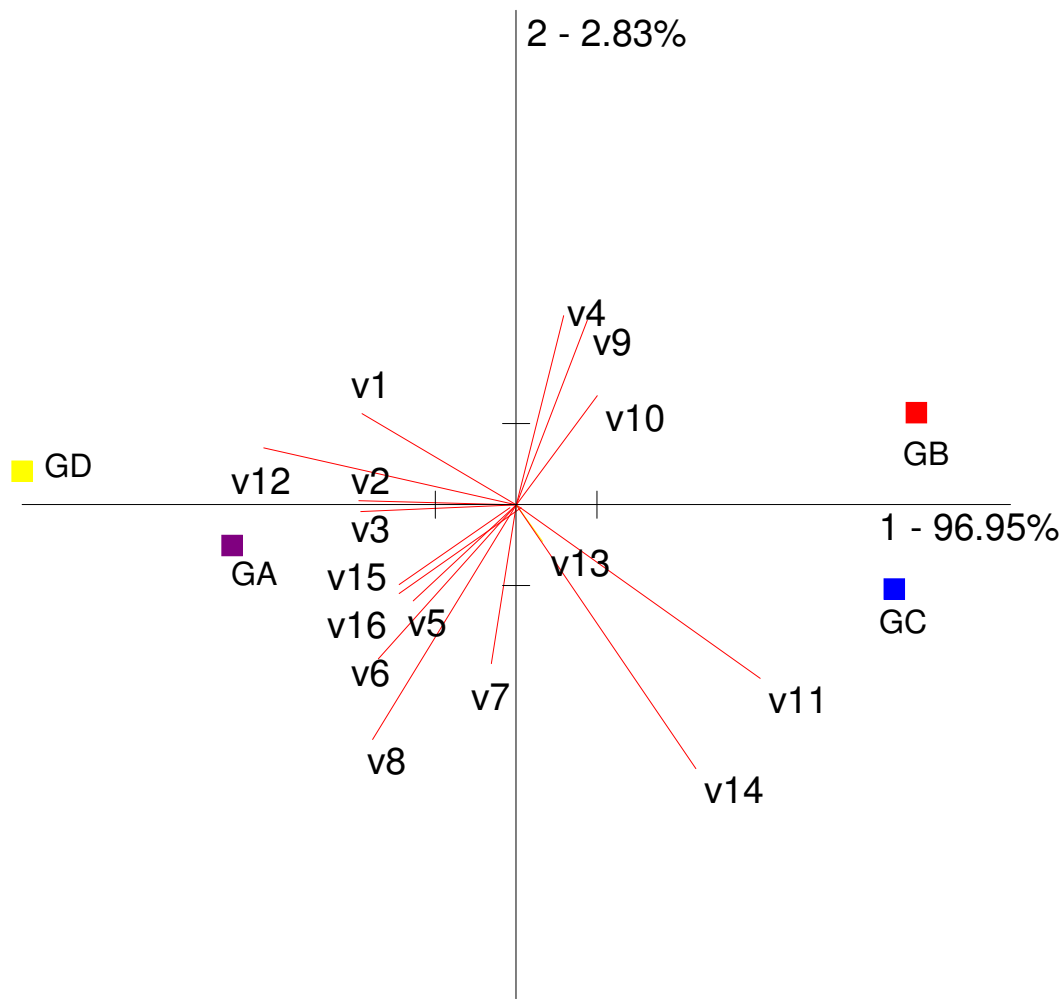
MG: Festigkeit

*** GB > GD, GA ($p = 0,000$)

*** GC > GD, GA ($p = 0,000$)

4.3.1.2. Principal Component Analysis

Die Principal Component Analysis (PCA) (Abb. 31) bestätigte, die im Spiderweb (QDA), ausgewiesenen Unterschiede (16 aussagekräftige Attribute wurden ausgewählt um die Graphik übersichtlich zu gestalten) geschwefelter Marillen. Aufgrund der Verteilung der ersten Hauptkomponente, die 96,95% der Produktunterschiede erklärt, ist deutlich ersichtlich, dass einerseits *GD* und *GA* und andererseits *GB* und *GC* Marillen sehr ähnlich sind. Man kann erkennen, dass der allgemeine, fruchtige und marillige Geruch stark positiv mit der Saftigkeit korrelierten und dies trug stark zur Charakterisierung von *GD* Marillen bei. *GA* zeigten starke Ausprägungen im fruchtigen und marilligen Geschmack- und Nachgeschmack sowie im allgemeinen Geschmack. Die Länge der Vektoren für fruchtigen, marilligen Geruch und fruchtigen Geschmack deutet daraufhin, dass diese beiden Attribute stark zur Differenzierung der Produkte beitragen. Verpackungsgeruch und Geschmack sowie der erdige /muffige Geschmack korrelierten stark miteinander und trugen zur Charakterisierung der *GB* Marillen bei. Das Produkt *GC* zeigte die stärkste Ausprägung bei gummiartigem Mundgefühl und bei der Festigkeit. Die mehligke Textur dieses Produktes (deutlich kürzerer Vektor) trug wenig zur Differenzierung der Produkte bei.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

Abbildung 31: Graphische Darstellung Hauptkomponenten Analyse- PCA- map von getrockneten geschwefelten Marillen

V1	GER : allgemein	V9	GES: erdig/ muffig
V2	GER: marillig	V10	GES: Verpackung
V3	GER: fruchtig	V11	MG: Festigkeit
V4	GER: Verpackung	V12	MG: Saftigkeit
V5	GES: allgemein	V13	MG: mehlig
V6	GES: marillig	V14	MG: gummiartig
V7	GES : süß	V15	NGES: marillig
V8	GES: fruchtig	V16	NGES: fruchtig

4.3.1.3. Overall Quality

Die Gesamtqualität (overall quality) der geschwefelten Marille *GD* war die höchste mit 6,6 Punkten auf einer 10 Punkte Skala, gefolgt von *GA*, mit 6,2 Punkten (Abb. 32). Schlechter abgeschnitten haben die Produkte *GB* (3,7 Pkt.) und *GC* (4,5 Pkt.). Wobei *GB* Marillen die niedrigste Bewertung bekommen haben, weshalb sich signifikante Unterschiede mit *GD* und *GA* ($p= 0,000$) ergaben. Die Unterschiede waren auch zwischen *GC* und *GA* ($p= 0,046$) und *GD* ($p= 0,04$) statistisch signifikant.

Die höhere Qualität der Produkte *GD* und *GA* kann auf die höhere Saftigkeit, die geringere Festigkeit, den süßen Geschmack und den intensiveren marilligen und fruchtigen Geruch- und Geschmack zurückgeführt werden. *GB* Marillen wiesen einen intensiven Verpackungsgeruch auf, welcher eventuell zur niedrigeren Beurteilung führte.

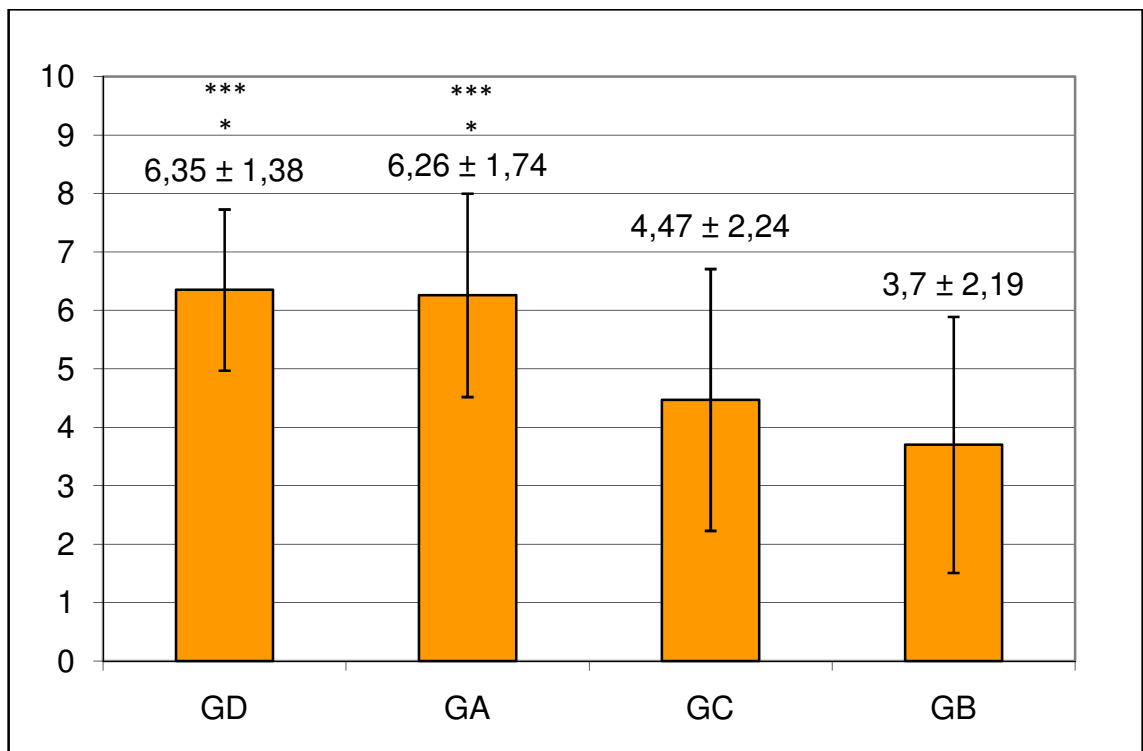


Abbildung 32: Overall Quality getrockneter geschwefelter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

***GD > GB ($p= 0,000$)

* GD > GC ($p= 0,04$)

***GA > GB ($p= 0,000$)

* GA > GC ($p= 0,046$)

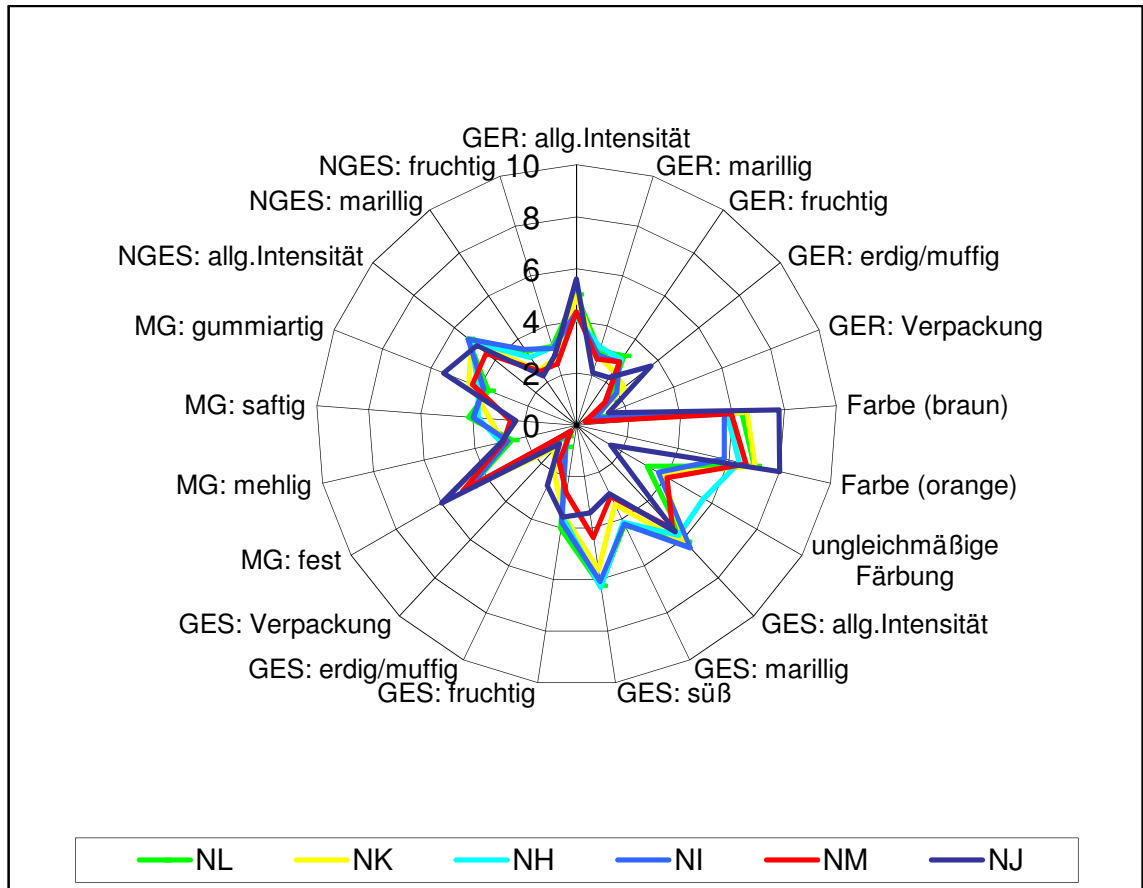
4.3.2. Getrocknete nichtgeschwefelte Marillen (nG)

4.3.2.1. Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)

Bei der Betrachtung der allgemeinen Intensität des Geruches, der untersuchten ungeschwefelten Marillen (Abb. 33), konnten zwar Unterschiede festgestellt werden, die jedoch nicht signifikant waren, wobei dieses Attribut noch am stärksten bei *NJ* ausgeprägt war (5,8 Pkt.). Zwischen den sechs ungeschwefelten Marillen war auch beim marilligen und fruchtigen Geruch kein signifikanter Unterschied erkennbar. Im Gegensatz dazu war der erdige / muffige Geruch bei *NJ* (3,7 Pkt.) und *NK* (2,4 Pkt.) stärker ausgeprägt, als bei den anderen Produkten und ergab einen signifikanten Unterschied zwischen *NJ* und *NM* (1,4 Pkt.), *NH* (1,4 Pkt.), *NL* (1,6 Pkt.) ($p = 0,001$).

Die Gleichmäßigkeit der Färbung variierte stark von Marille zu Marille, auch innerhalb derselben Verpackung konnten Unterschiede verzeichnet werden. Dennoch war die Ungleichmäßigkeit am intensivsten bei *NH* Marillen (5,6 Pkt.) ausgeprägt und unterschied sich höchst signifikant von *NJ* (1,5 Pkt.) ($p = 0,000$), *NL* (3,1 Pkt.) ($p = 0,002$) und *NK* (3,8 Pkt.) ($p = 0,025$). *NJ* Marillen unterschieden sich wiederum signifikant von *NM* (4 Pkt.) ($p = 0,01$) und *NI* (3,6 Pkt.) ($p = 0,031$).

Bei der Beurteilung des allgemeinen und fruchtigen Geschmacks, konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Der marillige und fruchtige Geschmack war bei *NJ* (3 und 3,6 Pkt.) und *NM* (3 und 2,7 Pkt.) am niedrigsten ausgeprägt. Den intensivsten süßen Geschmack zeigten *NL* und *NH* Marillen mit jeweils 6,3 Punkten. *NM* (4,4 Pkt.) und *NJ* (3,4 Pkt.) Marillen waren weniger süß. Wobei dies auch statistisch nachvollziehbar war, denn *NJ* wurde signifikant weniger süß im Geschmack als *NH*, *NL* ($p = 0,000$) und *NK* (5,6 Pkt.) beurteilt. *NL* Marillen waren signifikant süßer als *NM* ($p = 0,042$), *NI* (6,1 Pkt.) und *NJ* ($p = 0,005$). Der erdige / muffige Geschmack war, vor allem bei *NJ* (2,6 Pkt.), stark ausgeprägt.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

Abbildung 33: Profilanalyse (QDA) getrockneter ungeschwefelter Marillen

GER: erdig / muffig

***NJ > NL, NH, NM ($p = 0,001$)

* NJ > NI ($p = 0,029$)

OPT: ungleichmäßige Färbung

***NH > NJ ($p = 0,000$)

** NH > NL ($p = 0,002$)

** NJ > NM ($p = 0,01$)

* NI > NJ ($p = 0,031$)

* NH > NK ($p = 0,025$)

GES: süß

***NH > NJ ($p = 0,000$)

***NL > NJ ($p = 0,000$)

** NI > NJ ($p = 0,005$)

** NK > NJ ($p = 0,004$)

* NL > NM ($p = 0,042$)

MG: Saftigkeit

* NL > NJ ($p = 0,022$)

* NH > NJ ($p = 0,04$)

* NI > NJ ($p = 0,017$)

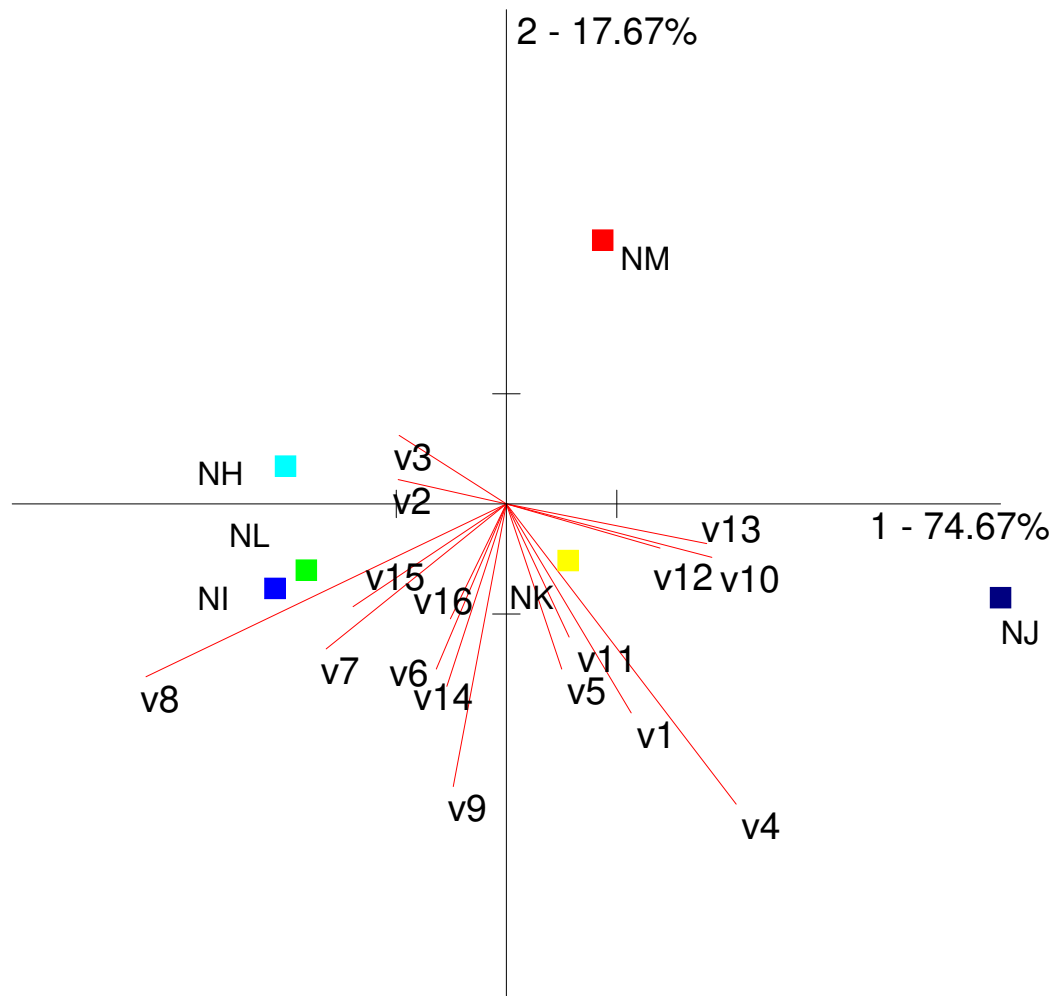
Zwischen den sechs ungeschwefelten Marillen war, bei den Eigenschaften „fest“ und „gummiartig“, kein signifikanter Unterschied erkennbar. Das mehliges Mundgefühl der ungeschwefelten Marillen, war ausgeglichen und zeigte keine signifikanten Unterschiede, wobei sich alle sechs Produkte im Bereich von 2-3 Punkten befanden. Die Saftigkeit war bei *NJ* Marillen mit 2,4 Punkten weniger stark ausgeprägt als bei *NI* (4 Pkt.), *NH* (3,8 Pkt.) und *NL* (4,2 Pkt.), und die Unterschiede waren auch statistisch signifikant ($p=0,017$, $p=0,040$, $p=0,022$).

Der allgemeine, fruchtige und marillige Nachgeschmack von allen sechs untersuchten Marillensorten war ausgeglichen und die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant.

4.3.2.2. Principal Component Analysis

Bei den ungeschwefelten getrockneten Marillen zeigte die Principal Component Analysis (PCA) (Abb. 34) größere Ähnlichkeiten zwischen *NH*, *NL* und *NI* (16 aussagekräftige Attribute wurden ausgewählt um die Grafik übersichtlich zu gestalten). Sie lagen innerhalb der ersten Hauptkomponente, die 74,67% der Produktunterschiede erklärt, viel enger zusammen als *NM* und *NJ*. Aufgrund der ersten Dimension lassen sich einige Unterschiede in den Produkteigenschaften von ungeschwefelten getrockneten Marillen erklären. *NH* zeigte die stärkste Ausprägung von fruchtigem und mariligem Geruch.

Bei *NL* und *NI* Marillen korrelierte der allgemeine Geschmack- und Nachgeschmack positiv mit marilligen, fruchtigen Geschmack- und Nachgeschmack. Zusammen mit dem süßen Geschmack (auch positive Korrelation mit den oben genannten Eigenschaften) trugen diese Eigenschaften zur Charakterisierung dieser zwei Produkte bei.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

Abbildung 34: Graphische Darstellung Hauptkomponenten Analyse- PCA- map von getrockneten ungeschwefelten Marillen

V1	GER : allgemein	V9	GES: fruchtig
V2	GER: marillig	V10	GES: erdig/ muffig
V3	GER: fruchtig	V11	GES: Verpackung
V4	GER: erdig/ muffig	V12	MG: Festigkeit
V5	GER: Verpackung	V13	MG: gummiartig
V6	GES: allgemein	V14	NGES: allgemein
V7	GES: marillig	V15	NGES: marillig
V8	GES : süß	V16	NGES: fruchtig

NJ und *NK* Marillen zeigten einen stark ausgeprägten erdigen / muffigen Geruch, der positiv mit dem allgemeinen Geruch korrelierte. *NK* Marillen wiesen zudem einen intensiven Verpackungsgeruch auf, der auch im Zusammenhang mit dem allgemeinen Geruch stand. Die *NJ* Marillen wurden zusätzlich durch das gummiartige Mundgefühl und die stark ausgeprägte Festigkeit definiert. Diese zwei Attribute korrelierten auch positiv miteinander. *NM* Marillen unterschieden sich von allen anderen nicht geschwefelten Marillen und zeigte keine Ausprägung.

4.3.2.3. Overall Quality

Die Produkte *NL*, *NI* und *NH* zeigten die höchste Gesamtqualität (Abb. 35), die sehr ausgeglichen war (zwischen 6 und 7 Punkten). Im Mittelfeld lagen *NK* (4,9 Pkt.) und *NM* (4,6 Pkt.) Marillen. Die niedrigste Bewertung (3,8 Pkt.) wurde bei *NJ* Marillen festgestellt, die signifikant im Vergleich zu *NL*, *NI* ($p=0,000$) und *NH* ($p=0,002$) war. Dies ist auf den stärker, als bei anderen Produkten, ausgeprägten erdigen / muffigen Geruch und Geschmack zurückzuführen.

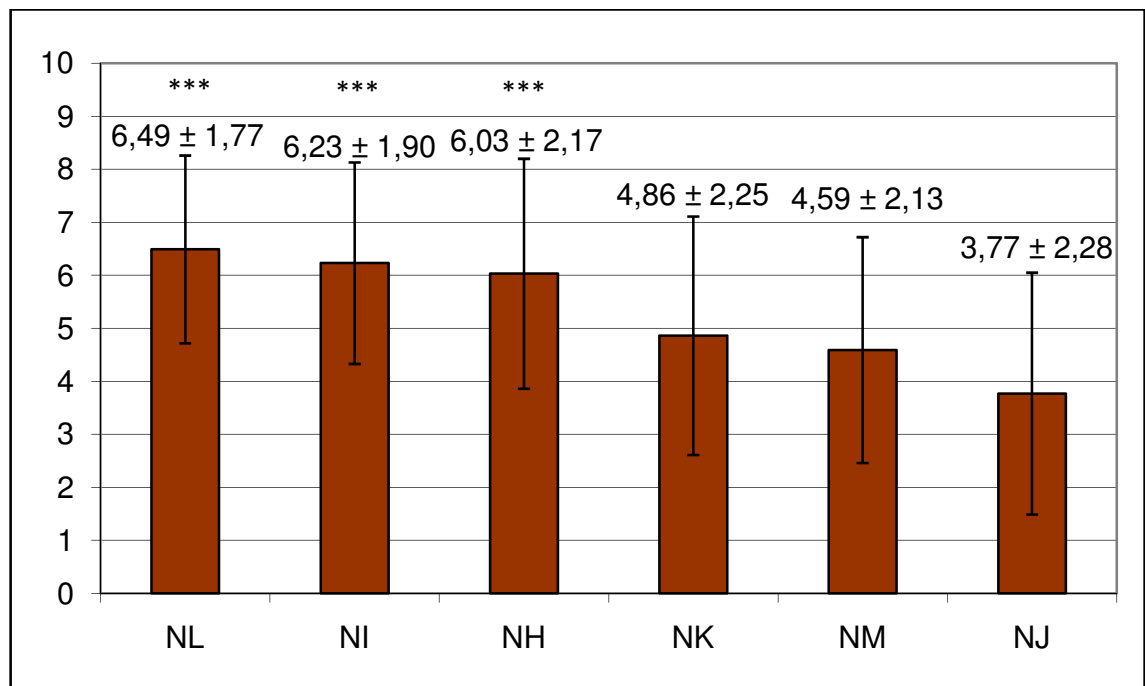


Abbildung 35: Overall Quality getrockneter ungeschwefelter Marillen (MW $\pm$ sd)

* signifikant $p<0,05$, ** hoch signifikant $p<0,01$, *** höchst signifikant $p<0,001$

*** $NL > NJ$ ($p=0,000$)

*** $NI > NJ$ ($p=0,000$)

** $NH > NJ$ ($p=0,002$)

4.3.3. Getrocknete geschwefelte und ungeschwefelte Marillen im Vergleich

Der größte Unterschied zwischen geschwefelten und ungeschwefelten Marillen war in der Farbe zu finden. Geschwefelte Marillen *GC*, *GD*, *GA* und *GB* (Intensität zwischen 0,9 und 2,9 Pkt.) unterscheiden sich von den anderen ungeschwefelten Marillen (zwischen 5,6 und 7,8 Pkt.) signifikant ($p = 0,000$). Die Ungleichmäßigkeit der Färbung bei den ungeschwefelten Marillen *NH* wurde intensiver beurteilt und deshalb unterschieden sich diese Trockenmarillen signifikant von *GB* ($p = 0,018$), *GC* ($p = 0,012$), *GD* ($p = 0,000$) und *GA* ($p = 0,001$) Marillen. Die Gleichmäßigkeit der Färbung variierte stark und auch innerhalb derselben Verpackung konnten Unterschiede verzeichnet werden, wobei geschwefelte (MW: 2,7 Pkt.) eine gleichmäßigere Färbung aufwiesen als nicht geschwefelte Marillen (MW: 3,6 Pkt.).

Bei der Betrachtung der allgemeinen Intensität des Geruches, konnten zwar Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Marillen festgestellt werden, die jedoch nicht signifikant waren. Im Mittel wiesen nicht geschwefelte mit 4,7 Punkten einen höheren Wert auf als geschwefelte Marillen mit 4,1 Punkten. Wobei dieses Attribut noch am Stärksten bei nicht geschwefelten *NJ* Marillen ausgeprägt war (5,8 Pkt.), welches sich signifikant von *GC* (2,9 Pkt.), einer geschwefelten Marille unterschied ($p = 0,043$). Beim marilligen (MW: G: 3,4 Pkt.; nG: 2,8 Pkt.) und fruchtigen Geruch (MW: G: 3,5 Pkt.; nG: 2,8 Pkt.), zeigten sich die geschwefelten Marillen hinsichtlich dieser Eigenschaft stärker ausgeprägt. Beim marilligen Geruch waren die geschwefelten *GD* (4,9 Pkt.) Marillen signifikant intensiver als nicht geschwefelten *NJ* (2,1 Pkt.) ($p = 0,003$), *NI* (2,8 Pkt.) ($p = 0,05$) und *NK* (2,8 Pkt.) ($p = 0,041$) Marillen. Beim fruchtigen Geruch waren wieder *GD* (5 Pkt.) Marillen signifikant intensiver als *NJ* (2,2 Pkt.) ($p = 0,002$) und *NK* (2,5 Pkt.) ($p = 0,012$) Marillen. Der erdige / muffige Geruch war bei nicht geschwefelten *NJ* (3,7 Pkt.) und *NK* (2,4 Pkt.) Marillen am Stärksten ausgeprägt (MW: G: 0,7 Pkt.; nG: 2,1 Pkt.), was dazu führte, dass der Unterschied zwischen *NJ* und *GA* (0,6 Pkt.), *GB* (0,8 Pkt.), *GC* (1 Pkt.), *GD* (0,5 Pkt.) ($p = 0,001$) und zwischen *NK* und *GD* ($p = 0,002$), *GA* ($p = 0,004$) *GB* ($p = 0,02$) und *GC* ($p = 0,049$) signifikant war. Ein Verpackungsgeruch war bei *GB*

(1,6 Pkt.) stärker ausgeprägt, welcher sich signifikant von den ungeschwefelten Marillen *NH* ($p= 0,016$) und *NM* ($p= 0,005$) unterschied. Allerdings zeigte der Mittelwertvergleich ein ausgeglichenes Bild (MW: G: 0,8 Pkt.; nG: 0,7 Pkt.)

Bei der Beurteilung des allgemeinen Geschmacks zeigten sich nicht geschwefelte Marillen, hinsichtlich dieser Eigenschaft, intensiver (MW: G: 5,5 Pkt.; nG: 5,9 Pkt.). Es konnte nur ein signifikanter Unterschied zwischen den ungeschwefelten Marillen *NI* (6,5 Pkt.) und geschwefelten *GB* (4,6 Pkt.) Marillen festgestellt ($p= 0,043$) werden. Große Unterschiede wurden beim marilligen Geschmack beobachtet (MW: G: 4,7 Pkt.; nG: 3,6 Pkt.). Dieses Attribut wurde vor allem bei den geschwefelten Marillen *GD* (6 Pkt.) und *GA* (5,5 Pkt.) am intensivsten beurteilt. Wobei sich *GD* signifikant von nicht geschwefelten *NJ* (2,95 Pkt.) ($p= 0,001$), *NM* (3 Pkt.) ($p= 0,005$), *NK* (3,4 Pkt.) ($p= 0,04$) Marillen unterschied. Geschwefelte *GA* (5,5 Pkt.) Marillen wiesen signifikante Unterschiede mit nicht geschwefelten *NJ* ($p= 0,007$) und *NM* ($p= 0,024$) Marillen auf. Der süße Geschmack bei geschwefelten *GB* Marillen (3 Pkt.) wurde signifikant geringer beurteilt, als *NH* (6,3 Pkt.) ($p= 0,000$) und *NL* (6,25 Pkt.) ($p= 0,000$), *NK* (5,6 Pkt.) ($p= 0,003$) und *NI* (6,1 Pkt.) ($p= 0,003$), was auch beim Mittelwertvergleich (MW: G: 4,5 Pkt.; nG: 5,3 Pkt.) ersichtlich war. *GC* unterschied sich signifikant geringer im süßen Geschmack von nicht geschwefelten *NL* ($p= 0,001$), *NH* ($p= 0,004$), *NK* ($p= 0,033$) und *NI* ($p= 0,035$) Marillen. Bei der Beurteilung des fruchtigen Geschmacks war *GD* (4 Pkt.) stärker ausgeprägt als *NM* (2,6 Pkt.) ($p= 0,001$); die Mittelwerte waren ausgeglichen (MW: G: 3,8 Pkt.; nG: 3,5 Pkt.). Der erdige / muffige Geschmack war vor allem bei den ungeschwefelten *NJ* (2,6 Pkt.) Marillen stark ausgeprägt, jedoch wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den anderen Produkten festgestellt, allerdings wiesen beim Mittelwertvergleich geschwefelte Marillen höhere Werte auf, als nicht geschwefelte (MW: G: 2,5 Pkt.; nG: 1,5 Pkt.). Der Verpackungsgeschmack, der bei geschwefelten *GB* (1,7 Pkt.) Marillen intensiver war, unterschied sich signifikant von *NM* ($p= 0,039$).

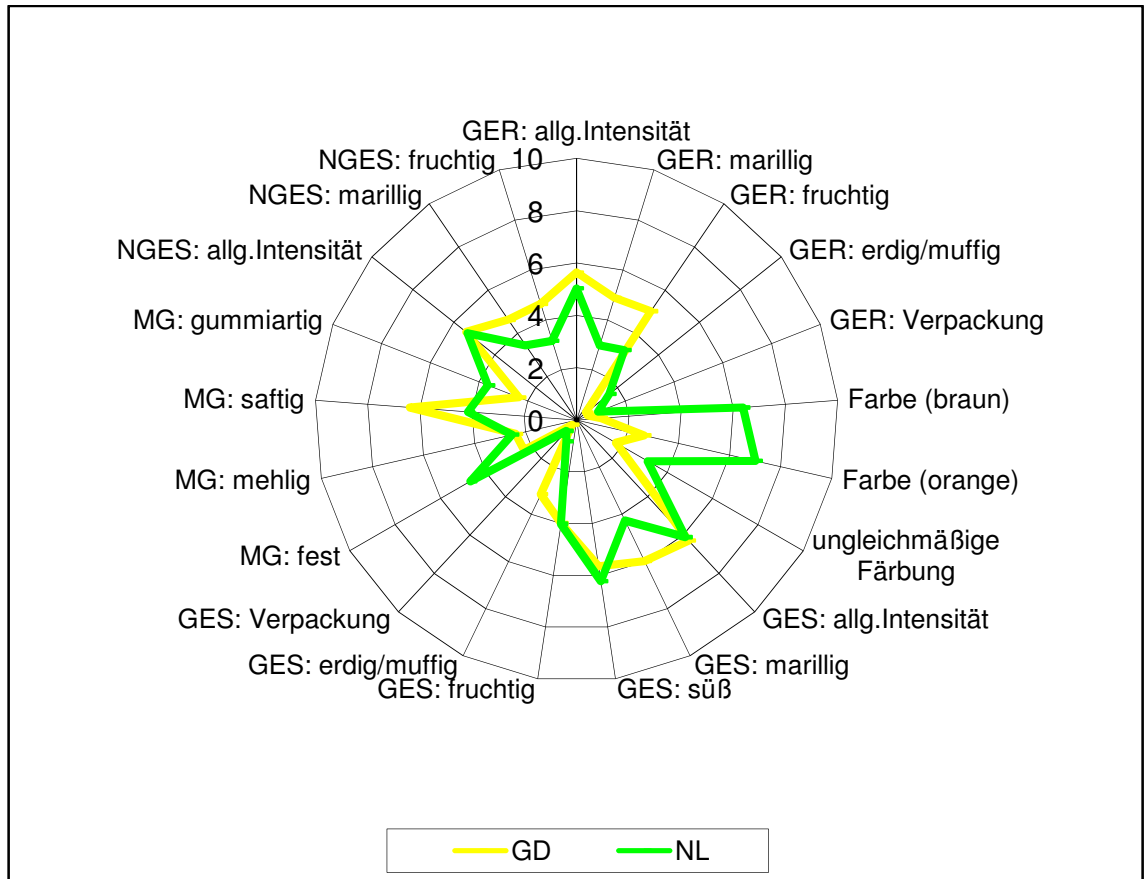
Ungeschwefelte Marillen waren weniger gummiartig beim Mittelwertvergleich (MW: G: 4,2 Pkt.; nG: 4,3 Pkt.). Die ungeschwefelten *NM* (4,3 Pkt.) Marillen unterschieden sich signifikant von geschwefelten *GD* (2,4 Pkt.) ($p= 0,026$), *GD*

($p=0,000$) und von *GA* (3,3 Pkt.) ($p=0,018$) Marillen. Das mehliges Mundgefühl bei ungeschwefelten und geschwefelten getrockneten Marillen war ausgeglichen (MW: *G*: 2,7 Pkt.; *nG*: 2,8 Pkt.) und zeigte keine signifikanten Unterschiede. Beim Vergleich der Mittelwerte der Festigkeit (MW: *G*: 4,7 Pkt.; *nG*: 5,0 Pkt.) und der Saftigkeit (MW: *G*: 4,0 Pkt.; *nG*: 3,3 Pkt.) konnten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen festgestellt werden. Die geschwefelten Marillen waren weicher und saftiger. Bei den geschwefelten getrockneten Marillen war die Saftigkeit bei *GA* und *GD* stärker ausgeprägt als bei nicht geschwefelten *NL* ($p=0,038$), *NK* ($p=0,001$), *NH* ($p=0,021$), *NM* ($p=0,000$), *NJ* ($p=0,000$) und *NI* ($p=0,047$) Marillen. Geschwefelte *GD* Marillen wiesen die geringste Festigkeit auf (2,3 Pkt.), welche signifikant unterschiedlich von nicht geschwefelten *NK*, *NI*, *NM*, *NJ*, *NL* ($p=0,000$) und *NH* ($p=0,002$) Marillen war. *GA* waren ebenfalls sehr weich (3,7 Pkt.), sodass sich höchst signifikante Unterschiede im Vergleich zu *NM* ($p=0,007$), *NJ* ($p=0,000$) ergaben.

Ungeschwefelte Marillen zeigten sich hinsichtlich des allgemeinen Nachgeschmacks intensiver (MW: *G*: 4,6 Pkt.; *nG*: 5,0 Pkt.). Der marillige (MW: *G*: 3,6 Pkt.; *nG*: 3,0 Pkt.) und fruchtige (MW: *G*: 3,6 Pkt.; *nG*: 2,9 Pkt.) Nachgeschmack war bei geschwefelten Marillen stärker ausgeprägt, einzig der marillige Nachgeschmack war bei *GD* signifikant intensiver ausgeprägt als bei *NJ* ($p=0,03$).

Overall Quality im Vergleich

Bei dem Vergleich der „Overall Quality“ zwischen ungeschwefelten und geschwefelten getrockneten Marillen zeigten sich höchst signifikante Unterschiede zwischen den Produkten *GD* > *NJ* ($p=0,000$), *GA* > *NJ* ($p=0,000$), *NL* > *GB* ($p=0,000$), *NI* > *GB* ($p=0,000$) und signifikant zwischen *NH* > *GB* ($p=0,015$) und *NL* > *GC* ($p=0,03$). Der Mittelwertvergleich der 6 ungeschwefelten (5,3 Pkt.) und 4 geschwefelten getrockneten Marillen (5,2 Pkt.) ergab keine signifikanten Unterschiede.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

Abbildung 36: Profilanalyse (QDA) von *GD* und *NL* Marillen

GES: süß

** $GD < NL$ ($p = 0,003$)

MG: Saftigkeit

*** $GD > NL$ ($p = 0,000$)

MG: Festigkeit

*** $GD < NL$ ($p = 0,000$)

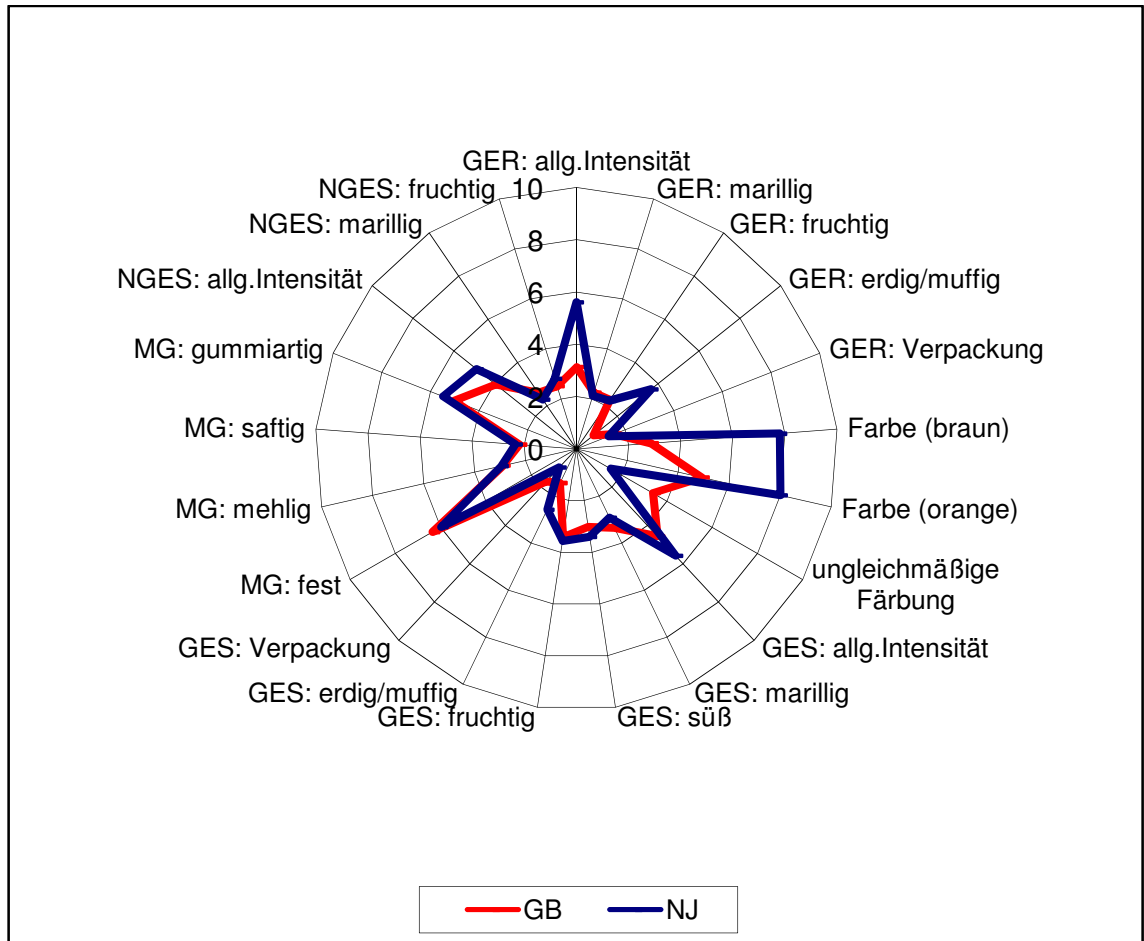
Bei dem Vergleich geschwefelter (*GD*) und nicht geschwefelter (*NL*) Marillen (Abb. 36), die am Besten in der QDA abgeschnitten haben, zeigte sich, dass die Unterschiede der beiden Produkte vor allem auf den intensiver ausgeprägten allgemeinen, marilligen und fruchtigen Geruch und marilligen Geschmack

zurückzuführen sind, trotz der Tatsache, dass keine signifikante Unterschiede festgestellt werden konnten.

Der allgemeine und fruchtige Geschmack war bei beiden Produkten ausgeglichen (allgemeine GES: 6,2 Pkt., fruchtige GES: 4 Pkt.) und zeigte keine signifikanten Unterschiede. Das Produkt *NL* (6,2 Pkt.) war signifikant süßer als *GD* (5,7 Pkt.) ($p=0,003$).

Die Marillen beider Arten waren gleich mehlig (2,4 Pkt.) und zeigten bei dieser Eigenschaft keine signifikanten Unterschiede. Ein höchst signifikanter Unterschied ergab sich in der Festigkeit und Saftigkeit ($p=0,000$), wobei *GD* saftiger (6,4 zu 4,2 Pkt.) und weniger fest (2,4 zu 4,7 Pkt.) war als *NL*.

Der allgemeine Nachgeschmack der zwei untersuchten Marillensorten war ausgeglichen (5,3 Pkt.) und die Unterschiede waren statistisch nicht signifikant. Der fruchtige (4,6 zu 3,2 Pkt.) und marillige (4,6 zu 3,5 Pkt.) Nachgeschmack war zwar beim Produkt *GD* stärker ausgeprägt, allerdings war der Unterschied statistisch nicht signifikant.



Abkürzungen: GER = Geruch, GES = Geschmack, MG = Mundgefühl, NGES = Nachgeschmack

* signifikant $p < 0,05$, ** hoch signifikant $p < 0,01$, *** höchst signifikant $p < 0,001$

Abbildung 37: Profilanalyse (QDA) von *GB* und *NJ* Marillen

GER: erdig / muffig

*** $NJ > GB$ ($p = 0,000$)

Bei dem Vergleich geschwefelter (*GB*) und nicht geschwefelter (*NJ*) Marillen (Abb. 37), die am Schlechtesten in der QDA abgeschnitten haben, zeigte sich, dass *NJ* signifikant intensiver ($p = 0,000$) im erdigen / muffigen Geruch war. Was sich auch beim allgemeinen Geruch widerspiegelte (*NJ* 5,6 Pkt. zu 3,2 Pkt. bei *GB*), obwohl dies nicht signifikant war.

GB Marillen wiesen einen intensiveren Verpackungsgeschmack auf (1,8 Pkt.), allerdings war der Unterschied statistisch nicht signifikant.

Beim allgemeinen Geschmack und Nachgeschmack der beiden Marillenprodukte zeigten sich minimale Unterschiede, die sich als nicht statistisch signifikant herausstellten. Die Ausprägung des sowohl marilligen als auch fruchtigen Geschmacks, war auch bei beiden Produkten ausgeglichen (marilliger Geschmack 3,3 bzw. 3,6 Pkt. und fruchtiger Geschmack 3,7 bzw. 3,9 Pkt.). Die beiden Marillenprodukte waren ähnlich bei den Mundgefühlen fest, mehlig, saftig und gummiartig.

4.4. Diskussion sensorischer Ergebnisse

Aufgrund der durchgeführten deskriptiven Analyse lässt sich zusammenfassen, dass trotz der ausgeglichenen mittleren Qualität zwischen geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten Marillen sowohl in Geruch und Geschmack und auch im Mundgefühl Unterschiede beobachtet werden konnten.

Die geschwefelten Marillen waren im Mittel beim Geruch marilliger (G: 3,4 Pkt.; nG: 2,8 Pkt.) und fruchtiger (G: 3,5 Pkt.; nG: 2,8 Pkt.), obwohl der allgemeine Geruch (G: 4,1 Pkt.; nG: 4,7 Pkt.) bei nicht geschwefelten getrockneten Marillen intensiver war. Ein Verpackungsgeruch war nur bei einer geschwefelten getrockneten Marille (GB) stärker ausgeprägt, zwischen den beiden Gruppen war die Intensität allerdings ausgeglichen (G: 0,8 Pkt.; nG: 0,7 Pkt.), was sich vor allem auf die unübliche Verpackung, in einer Holzschale, zurückführen lässt.

Der allgemeine Geschmack (G: 5,5 Pkt.; nG: 5,9 Pkt.) und Nachgeschmack (G: 4,6 Pkt.; nG: 5,0 Pkt.) war bei ungeschwefelten Marillen intensiver. Der marillige (G: 4,7 Pkt.; nG: 3,6 Pkt.) und fruchtige (G: 3,8 Pkt.; nG: 3,5 Pkt.) Geschmack und Nachgeschmack (marillig: G: 3,6 Pkt.; nG: 3,0 Pkt.; fruchtig: G: 3,6 Pkt.; nG: 2,9 Pkt.) war bei geschwefelten Marillen im Mittel stärker ausgeprägt.

Der erdige / muffige Geschmack war im Mittel bei geschwefelten Marillen intensiver (G: 2,5 Pkt.; nG: 1,5 Pkt.). Der erdige / muffige Geruch (G: 0,7 Pkt.; nG: 2,1 Pkt.), der in ungeschwefelten Marillen sehr intensiv war, könnte zum überdecken anderer Gerüche wie fruchtig und marillig führen, die demzufolge weniger stark ausgeprägt waren.

Da es bei geschwefelten Marillen zu keiner Bräunungsreaktion auf Grund des andersartigen Herstellungsprozesses kommt, weisen nur ungeschwefelte Marillen eine braune Färbung auf, die sich in der Ungleichmäßigkeit der Färbung (G: 2,7 Pkt.; nG: 3,6 Pkt.) dieser Marillen (weniger ausgeprägte durchgehende Färbung) äußerte.

Der süße Geschmack war im Mittel am intensivsten bei ungeschwefelten Marillen (G: 4,5 Pkt.; nG: 5,3 Pkt.) ausgeprägt was die Gesamtqualität „overall

quality“ positiv beeinflussen konnte. Eine sensorische Untersuchung (QDA) von VALENTINI et al. [2006] ergab, dass der allgemeine, süße Geschmack und die Saftigkeit in positiven Zusammenhang mit der „Overall Quality“ steht. Dies wurde in Studien bestätigt, in welchen eine Ausgewogenheit der Süße positiv zum Geschmack beiträgt [Predieri et al., 2006].

Die geschwefelten und ungeschwefelten getrockneten Marillen waren sehr ähnlich verpackt (Verbundfolie), allerdings zeigte sich bei der QDA, dass die zwei geschwefelte Produkte *GD* und *GA* sehr saftig waren, diese beiden waren aber zusätzlich noch lichtundurchlässig und wiederverschließbar verpackt.

Geschwefelte Marillen waren im Mittel weicher (G: 4,7 Pkt.; nG: 5,0 Pkt.), saftiger (G: 4,0 Pkt.; nG: 3,3 Pkt.) und weniger gummiartig (G: 4,2 Pkt.; nG: 4,3 Pkt.). Geschwefelte Marillenprodukte waren weniger fest als ungeschwefelte, was sich eventuell auf den unterschiedlichen Herstellungsprozess zurückführen lässt. Bei einer von einem trainierten Panel durchgeführten Studie von SCANDELLA et al. [2006] wurde festgestellt, dass ein ausgeprägtes Aroma vorhanden ist, wenn eine Ausgewogenheit der Festigkeit und Säure besteht. Produkte die sehr fest waren, zeigten auch eine starke Ausprägung im gummiartigen Mundgefühl. Bei der Beurteilung der Mehligkeit waren aber beide Marillenarten ausgeglichen (G: 2,7 Pkt.; nG: 2,8 Pkt.). Das Attribut mehlig allerdings eignet sich weniger um getrocknete Marillen zu charakterisieren, da diese Eigenschaft eher bei frischen Produkten mit einem hohen Wassergehalt anzutreffen ist.

Laut EGEA et al. [2006], die Marillen verschiedener Reifestadien untersucht haben, der beste Erntezeitpunkt kann durch eine QDA festgestellt werden. Allerdings bei getrockneten Marillen ist es nicht möglich nachzuvollziehen, ob diese zum richtigen Zeitpunkt geerntet wurden. Der optimale Reifezustand ist aber wichtig für die Ausbildung des vollen Geruchs und Geschmacks, wobei man unter Berücksichtigung dieser Attribute auf die Reife der Marillen Rückschlüsse ziehen kann [Bureau et al., 2006 a; Mencarelli et al., 2006].

Andererseits stellte man fest, dass unterschiedlich lange Lagerzeiten keine Unterschiede in Geschmack und Textur verursachen, was in in einer Studie von

INFANTE et al. [2006] in der die Sorten *Palsteyn* und *Grandir*, sofort nach der Ernte und in gewissen Zeitabständen, bis zu 34 Tage danach, auf ihre sensorischen Eigenschaften mittels QDA mit 12 Panelisten untersucht wurden, gezeigt wurde. Somit sollte eine unterschiedlich lange dauernde Lagerzeit vor der Verarbeitung keinen Einfluss auf getrocknete Marillen haben.

5. Schlussbetrachtung

Gerade in den Sommermonaten sind wir mit frischen Obst und Gemüse eingedeckt, im Winter allerdings ist man sehr eingeschränkt bei der Auswahl. Um Marillen länger haltbar zu machen, und auch in der kalten Jahreszeit nicht auf das köstliche Steinobst verzichten zu müssen, können diese getrocknet werden. Prinzipiell gibt es beim Trocknen die Möglichkeit Marillen auf unterschiedliche Arten zu verarbeiten, sie können als geschwefelte und nicht geschwefelte Marillen angeboten werden.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde einerseits der Carotinoidgehalt in frischen und den am österreichischen Markt befindlichen geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen untersucht. Andererseits wurden getrockneten Marillen im Hinblick auf sensorische Eigenschaften eruiert, mit dem Ziel mögliche Unterschiede der beiden Gruppen festzustellen.

Es wurden verschiedene Arten getrockneter Marillen ausgewählt, die zum Zeitpunkt der Untersuchung am österreichischen Markt erhältlich waren. Vier dieser Produkte waren geschwefelte getrocknete Marillen, sechs davon waren nicht geschwefelt. Um die Frage zu beantworten, in wie weit sich geschwefelte und nicht geschwefelte getrocknete Marillen in ihrem Carotinoidgehalt unterscheiden, wurde dieser mittels HPLC untersucht. Die zehn Produkte wurden im Rahmen der vorliegenden Arbeit mit frischen Marillen aus der Wachau verglichen.

Die Analyse der Carotinoide zeigte, dass die Ergebnisse der Marillenprodukte teils stark untereinander variierten und frische Marillen die höchsten Carotinoidkonzentrationen aufwiesen (12,55 µg/100 g Lutein-; 6,63 µg/100 g Zeaxanthin-; 5,53 µg/100 g Cryptoxanthin-; 46,91 µg/100 g α- Carotin-; 2809,28 µg/100 g β- Carotingehalt) mit Ausnahme von NI (Zeaxanthin und Cryptoxanthingehalt) unterschieden sie sich höchst signifikant ($p=0,000$) von allen in der vorliegenden Arbeit analysierten getrockneten Marillen. Beim Vergleich der Mittelwerte, wiesen nicht geschwefelte Marillen im Lutein- (G: 2,37 µg/100 g; nG: 3,45 µg/100 g), Zeaxanthin- (G: 2,40 µg/100 g; nG: 4,06

µg/100 g), Cryptoxanthin- (G: 2,27 µg/100 g; nG: 2,55 µg/100 g) und β- Carotingehalt (G: 73,20 µg/100 g; nG: 79,24 µg/100 g) höhere Konzentrationen auf, als geschwefelte getrocknete Marillen, allerdings war dies nur bei nicht Provitamin-A Carotinoiden wie Lutein und Zeaxanthin signifikant ($p=0,000$). Der α- Carotin- Gehalt war bei geschwefelten getrockneten Marillen (G: 4,87 µg/100 g; nG: 4,58 µg/100 g) höher, jedoch statistisch nicht signifikant.

Die Verluste getrockneter Marillen im Vergleich zu frischen, ergaben im Mittel der Werte bei Lutein 76,8% (G: 81,1%; nG: 72,5%), Zeaxanthin 49,3% (G: 62,3%; nG: 36,2%), Cryptoxanthin 56,5% (G: 59%; nG: 53,9%), α- Carotin 89,9% (G: 89,6%; nG: 90,2%) und β- Carotin bis zu 97,6% (G: 97,4%; nG: 97,2%), wobei geschwefelte getrocknete Marillen höhere Verluste aufwiesen.

Die Carotinoidkonzentrationen in Berechnung der Trockensubstanz, geschwefelter und ungeschwefelter getrockneter Marillen, beliefen sich im Mittel aller Werte auf jeweils 0,10 mg/100 g, die höchsten Wassergehalte wiesen zwei geschwefelte Marillen auf (*GD* und *GA*).

Mit der in der vorliegenden Arbeit angewandten objektiven sensorischen Analyse (QDA), wurde festgestellt, dass geschwefelte Marillen einen ausgeprägteren marilligen und fruchtigen Geruch, Geschmack und Nachgeschmack aufwiesen und auch weicher und saftiger waren. Vor allem bei den geschwefelten Produkten *GD* und *GA* waren diese Attribute intensiver ausgeprägt. Es hat sich gezeigt, dass die „Overall Quality“ im Zusammenhang mit der Saftigkeit, der Festigkeit und der fruchtigen und marilligen Geruchs- und Geschmacksintensität steht. Allerdings sollte beachtet werden, dass der Reifezustand, das Anbaugebiet und die Sortenwahl einen erheblichen Einfluss auf die sensorische Beurteilung und die Carotinoidzusammensetzung ausüben. Ungeschwefelte Marillen wiesen einen intensiveren allgemeinen Geruch, Geschmack und Nachgeschmack auf und waren süßer, allerdings zeigte sich auch ein intensiv ausgeprägter erdiger / muffiger Geruch und sie waren gummiartiger, was zu einer geringeren Bewertung der „Overall Quality“ führte.

Bei dem Vergleich geschwefelter (*GD*) und nicht geschwefelter (*NL*) Marillen, welche am Besten in der QDA abgeschnitten haben, zeigte sich, dass diese die

geringsten Carotinoidkonzentrationen aufwiesen (*GD*: 1,97 µg/100 g Lutein; 2,31 µg/100 g Zeaxanthin; 1,70 µg/100 g Cryptoxanthin; 4,02 µg/100 g α- Carotin; 47,56 µg/100 g β-Carotinkonzentration; *NL*: 2,46 µg/100 g Lutein; 2,7 µg/100 g Zeaxanthin; 1,52 µg/100 g Cryptoxanthin; 2,77 µg/100 g α- Carotin; 33,10 µg/100 g β-Carotinkonzentration).

Das Marillenprodukt *GB*, welches am Schlechtesten in der QDA abgeschnitten hat, wies allerdings die höchsten Provitamin- A Carotinoidgehalte unter geschwefelten Marillen auf (3 µg/100 g Cryptoxanthin; 6,72 µg/100 g α- Carotin; 107,45 β-Carotinkonzentration).

NI Marillen die bei der QDA aufgrund ihres ausgeprägten fruchtigen, süßen Geschmack und marilligen, fruchtigen Nachgeschmack im Mittelfeld anzutreffen waren, zeigten die höchsten Carotinoidkonzentrationen unter nicht geschwefelten Marillen (3,94 µg/100 g Lutein; 7,16 µg/100 g Zeaxanthin; 5,39 µg/100 g Cryptoxanthin; 7,52 µg/100 g α- Carotin; 164,97 µg/100 g β-Carotinkonzentration).

Der Mittelwertvergleich der „Overall Quality“ beider Produktgruppen (6 ungeschwefelte ergaben einen MW von 5,3 Pkt. und 4 geschwefelte getrocknete Marille einen MW von 5,2 Punkten) ergab keine signifikanten Unterschiede.

6. Zusammenfassung

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war festzustellen, welche Carotinoidgehalte die am österreichischen Markt erhältlichen getrockneten Marillen aufweisen und welche sensorischen Eigenschaften sie besitzen, um die Frage zu klären, ob sich getrocknete, geschwefelte Marillen von den nicht geschwefelten getrockneten Marillen unterscheiden. Als Untersuchungsmaterial dienten zehn getrocknete Marillenprodukte, davon vier geschwefelte und sechs ungeschwefelte Produkte sowie frische Marillen aus der Wachau, die zum Vergleich des Carotinoidgehalts herangezogen wurden. Die Carotinoidkonzentrationen wurden mittels HPLC bestimmt. Zur Beurteilung der sensorischen Eigenschaften wurde eine Quantitative Deskriptive Analyse durchgeführt.

Die Ergebnisse der chemischen Analyse von Carotinoiden zeigten, dass die Marillenprodukte teils stark untereinander variierten. Frische Marillen wiesen die größten Carotinoidgehalte auf und unterschieden sich mit Ausnahme von *Nl* Marillen (Zeaxanthin und Cryptoxanthin statistisch nicht signifikant) höchst signifikant ($p=0,000$) von allen in der vorliegenden Arbeit analysierten getrockneten Marillen (Frische Marillen: 12,55 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Lutein-; 6,63 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Zeaxanthin-; 5,53 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Cryptoxanthin-; 46,91 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ α - Carotin-; 2809,28 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ β - Carotingehalt). Beim Vergleich der Mittelwerte wiesen nicht geschwefelte Marillen im Lutein- (G: 2,37 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 3,45 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), Zeaxanthin- (G: 2,40 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 4,06 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), Cryptoxanthin- (G: 2,27 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 2,55 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) und β - Carotingehalt (G: 73,20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 79,24 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) höhere Konzentrationen auf, als geschwefelte getrocknete Marillen, allerdings war der Unterschied nur bei nicht Provitamin-A Carotinoiden wie Lutein und Zeaxanthin signifikant ($p=0,000$). Allein der α - Carotin-Gehalt war bei geschwefelten getrockneten Marillen (G: 4,87 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 4,58 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) höher, statistisch jedoch nicht signifikant. Somit konnte festgestellt werden, dass sich durch die unterschiedliche Verarbeitung zu geschwefelten und nicht geschwefelten getrockneten Marillen im Carotinoidgehalt Verluste im Gegensatz zu frischen Marillen ergeben haben,

die Schwefelung selbst hat zu keinen relevanten Veränderungen außer Lutein und Zeaxanthin- Gehalt geführt.

Die sensorische Beurteilung mittels QDA zeigte dass die „Overall Quality“ im Zusammenhang sowohl mit Geruchs- (fruchtig, marillig) und Geschmackseigenschaften (fruchtig, marillig) als auch Konsistenzeigenschaften wie Saftigkeit und Festigkeit stand. Geschwefelte Marillen zeigten einen ausgeprägteren marilligen und fruchtigen Geruch, Geschmack und Nachgeschmack außerdem waren diese Marillenprodukte weicher und saftiger. Vor allem bei den geschwefelten Produkten *GD* und *GA* waren diese Attribute stark ausgeprägt. Ungeschwefelte Marillen wiesen einen intensiveren allgemeinen Geruch, Geschmack und Nachgeschmack auf und waren süßer, allerdings zeigte sich auch ein intensiv ausgeprägter erdiger / muffiger Geruch und sie waren gummiartiger, was zu einer geringeren Bewertung der „Overall Quality“ führte.

Die Ergebnisse der chemischen und sensorischen Analyse zeigten, dass trotz einiger Unterschiede sowohl beim Carotinoidgehalt, als auch im Bezug auf sensorische Eigenschaften und der „Overall Quality“ (G: 5,2 Pkt.; nG: 5,3 Pkt.) keine signifikante Differenzen zwischen den beiden Arten der getrockneten Marillen festgestellt werden konnten.

7. Summary

This study was conducted in order to evaluate the carotenoid content and sensory properties of dried apricots which are commercially available in Austria and also the comparison of sulfurated dried and non sulfurated dried apricots. For the determination ten apricots, four of them were sulfurated and six of them were non sulfurated and also fresh apricots from the Wachau were analysed. The carotenoid content was analysed by HPLC. The sensory evaluation was performed by using the Quantitative Descriptive Analysis (QDA).

The results of the chemical analysis showed a great variation between the apricot products. Fresh apricots showed the significant highest content of all carotenoids in comparison with all investigated dried apricots ($p=0,000$) except *N/* product (Zeaxanthin und Cryptoxanthin not statistically significant; fresh apricots: 12,55 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Lutein-; 6,63 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Zeaxanthin-; 5,53 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ Cryptoxanthin-; 46,91 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ α - Carotin-; 2809,28 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ β - Carotin content). The comparison of the average non sulfurated dried apricots showed higher concentrations in the Lutein- (G: 2,37 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 3,45 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), Zeaxanthin- (G: 2,40 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 4,06 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), Cryptoxanthin (G: 2,27 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 2,55 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) and β - Carotin content (G: 73,20 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 79,24 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) than sulfurated dried apricots. But the differences were only significant in the Lutein and Zeaxanthin concentrations ($p=0,000$). Only the α - Carotin content was higher in sulfurated dried apricots (G: 4,87 $\mu\text{g}/100\text{ g}$; nG: 4,58 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) but statistically not significant.

Despite of the differences in processing similar losses in the carotenoids content were observed. The sulfurization did not have a big effect on the carotenoids except of the Lutein and Zeaxanthin content.

The results of QDA showed a correlation of the Overall Quality between the fruitiness, apricot's odour and taste and also texture properties like juiciness and firmness. Sulfurated dried apricots were more distinct in fruitiness, apricot odour and taste, furthermore they were also softer and more juicy.

Non sulfurated dried apricots were gummier, sweeter and had a distinct earthy / musty odour and general odour and taste.

The comparison of the average of the Overall Quality showed no statistical significant differences between sulfurated (5,2 points) and non sulfurated dried apricots (5,3 points).

The results of the chemical and sensory analysis and the „Overall Quality“ (G: 5,2 points; nG: 5,3 points) showed that despite of some differences in the carotenoide content and also in the sensory properties there is no significant difference within both kinds of dried apricots.

8. Literaturverzeichnis

AKIN, E. B., KARABULUT, I., TOPEU, A.: Some compositional properties of main Malatya apricot (*Prunus armeniaca* L.) varieties. Food Chemistry, 2008; 107:939-948.

BÄSSLER, K.H., GOLLY, I., LOEW, D., PIETRZIK, K.: Vitamin- Lexikon für Ärzte, Apotheker und Ernährungswissenschaftler. Urban & Fischer Verlag, München, Jena, 2002.

BIESALSKI, H.K., FÜRST, P., KASPER, H., KLUTHE, R. PÖLERT, W., PUCHSTEIN, C., STÄHLELIN, H.B.: Ernährungsmedizin: Nach dem Curriculum Ernährungsmedizin der Bundesärztekammer. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2004.

BIESALSKI, H.K., GRIMM, P.: Taschenatlas der Ernährung. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2004.

BOGNÁR, A.: Vitaminverluste bei der Lagerung und Zubereitung von Lebensmitteln. Ernährungs- Umschau, 1995; 19:411-416, 478-483, 551-554.

BOLAT, I, KARLIDAG, H.: The effects of harvest periods on SO₂ content and fruit quality of Turkish dried apricot. XI International Symposium on Apricot Culture. Acta Horticulturae, 1999; 488:615-618.

BUREAU, S., GOUBLE, B., ROBINI, K., HASHIM, L., LADEVEZ, D., REICH, M., JAQUEMIN, G., ALBAGNAC, G., AUDERGON, J.M., GURRIERI, F.: Characterization of "Orange de Provence" Apricot Fruit at a Commercial Mature Stage from a Production Area. XII International Symposium on Apricot. Acta Horticulturae, 2006a; 701:583-589.

BUREAU, S., GOUBLE, B., REICH, M., ALBAGNAC, G., AUDERGON, J.M.: Regulation by Ethylene of Carotenoid Biosynthesis in Fruits of Two Contrasted Apricot Varieties. XII International Symposium on Apricot. Acta Horticulturae, 2006b; 701:581-582.

BUSCH-STOCKFISCH, M. et al: Praxishandbuch Sensorik in der Produktentwicklung und Qualitätssicherung. Behr's Verlag, Hamburg, 2002.

D- A- CH.: Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr. Umschau Braus GmbH., Frankfurt am Main, 2000.

DERNDORFER, E.: Lebensmittelsensorik. Facultas Universitätsverlag, Wien, 2006.

DIPPELREITHER, R.: Wachauer Marille. Pichler Verlag, Wien, 1998.

EBERMANN, R., ELMADFA, I.: Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Springer Verlag, Wien, 2008.

EDWARDS, A.J., NGUYEN, C.H., YOU, C.S., SWANSON, J.E., EMENHISER, C., PARKER, R.S.: α - and β - Carotene from a Commercial Carrot Puree Are More Bioavailable to Humans than from Boiled-Mashed Carrots, as Determined Using an Extrinsic Stable Isotope Reference Method. *The Journal of Nutrition*, 2002, 132(2):159-167.

EGEA, J., ROMOJARO, F., COSTELL, E., CASCALES, A., MARTINEZ-MADRID, M.C., PRETEL, M.T.: Application of Sensory Analysis to the Determination of the Determination of the Optimum Quality and Harvesting Moment in Apricots. XII International Symposium on Apricot. *Acta Horticulturae*, 2006; 701:623-626.

ELMADFA, I., AIGN, W., MUSKAT, E., FRITZSCHE, D.: Die große GU Vitamin und Mineralstofftabelle. Gräfe und Unzer, München 2008/ 2009.

ELMADFA, I., FRITZSCHE, D.: Unsere Lebensmittel. Eugen Ulmer Verlag, 2005

ELMADFA, I., LEITZMANN, C.: Ernährung des Menschen. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart, Deutschland, 2004.

FAUST, M., SURANYI, D., NYUJTO, F.: Origin and Dissemination of Apricot. *Horticultural Reviews*, 1998; 22:225-238.

FOLCH, J., LEES, M., STANLEY, G.H.S.A.: Simple Method for the Isolation and Purification of Total Lipides from Animal Tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 1957; 226:497-509.

GARCIA- VIGUERA, C., BRIDLE, P., FERRERES, F., TOMAS- BARBERAN, F.A.: Influence of variety, maturity and processing on phenolic compounds of apricot juices and jams. *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung Forschung*, Springer Verlag, 1994, 199:433-436.

GEZER, I.: Determination of Some Fruit, Tree and Machine Characteristics in Terms of Mechanical Apricot Harvesting in Turkey. XII Symposium on Apricot, *Acta Horticulturae*, 2006; 701:703-707.

GIACALONE, G., PEANO, C., IACONA, T., IACONA, C.: Consumer Testing on Local and New Cultivars of Peach in the Roero Area, Piedmont Italy. 6 International Peach Symposium, *Acta Horticulturae*, 2006; 713:457-459.

GRENADO, F., OLMEDILLA, B., BLANCO, I., ROJAS- HIDALGO, E.: Carotenoid Composition in Raw and Cooked Spanish Vegetables. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1992, 40:2135-2140.

HANSMANN, C. F., FOURIE, P. C.: Dehydration of apricots without sulphur dioxide. XI International Symposium on Apricot Culture. *Acta Horticulturae*, 1999; 488:585-587.

HART, D., SCOTT, K.: Development and evaluation of an HPLC method for the analysis of carotenoids in foods, and the measurement of the carotenoid content of vegetables and fruits commonly consumed in the UK. *Food Chemistry*, 1995; 54:101-111.

HEINONEN, M. I., OLLILAINEN, V., LINKOLA, L.K., VARO, P.T., KOIVISTOINEN, P.E.: Carotenoids in Finnish foods, vegetables, fruits and berries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 1989; 37:655-9.

HEISS, R., EICHNER, K.: Haltbarmachen von Lebensmitteln. Chemische, physikalische und mikrobiologische Grundlagen der Verfahren. Springer Verlag, Berlin, 1984.

HERRMANN, K.: Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse. Ulmer- Verlag, Stuttgart, 2001.

HOLDEN, J. M., ELDRIGE, A. L., BEECHER, G. R., BUZZARD, M., BHAGWAT, S., DAVIS, C.S., DOUGLASS, L.W., GEBHARDT, S., HAYTOWITZ, D., SCHAKEL, S.: Carotenoid Content of U.S. Foods: An Update of the Database. Journal of Food Composition and Analysis, 1999; 12:169-196.

INFANTE, R., KRAEMER, L., LUCHSINGER, L., MENESES, C., AROS, D.: Sensorial Post- Harvest Quality Evolution in Apricot (*prunus Armeniaca* L.) Cultivars "Palsteyn" and "Grandir". XIII International Symposium on Apricot Breeding & Culture. Acta Horticulturae, 2006; 717:321-325.

INNERHOFER, G.: Obst Verarbeitung. av- Verlag, 2005.

KHACHIK, F., BEECHER, G. R., GOLI, M.B.: Seperation, identification and qualification of carotenoids in fruits, vegetables and human plasma by high performance liquid chromatography. Pure and Applied Chemistry, 1991; 63:71-80.

KURZ, C., CARLE, R., SCHIEBER, A.: HPLC-DAD-MS characterisation of carotenoids from apricots and pumpkins for the evaluation of fruit product authenticity. Food Chemistry, 2008; 110:522-530.

LESKOVA, E., KUBIKOVA, J., KOVACIKOVA, E., KOSICKA, M., PORUBSKA, J., HOLCIKOVA, K.: Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006; 19:252-276.

LESPINASSE, N., LICHOU, J., CHAMET, C., PINET, C., BROQUAIRE, J.M.: Sensory evaluation on apricots: descriptive analysis. XII International Symposium on Apricot Culture. *Acta Horticulturae*, 2006; 701:595-597.

LICHOU, J., JAY, M.: The apricot colour chart: for a picking at optimal maturity . XII International Symposium on Apricot Culture. *Acta Horticulturae*, 2006; 701:598-601.

MAIANI, G., CASTON, M.J.P., CATASTA, G., TOTI, E., CAMBRODON, I.G., BYSTED, A., GRANADO- LORENCIO, F., OLMEDILLA- ALONSO, B., KNUTHSEN, P., VALOTI, M., BÖHM, V., MAYER- MIEBACH, E., BEHSNILIAN, D., SCHLEMMER, U.: Carotenoids: Actual knowledge on food sources, intakes, stability and bioavailability and their protective role in humans. *Molecular Nutrition & Food Research*, 2009, 53:1-20.

MANGELS, A.R., HOLDEN, J.M., BEECHER, G.R., FORMAN, M.R., LANZA, E.: Carotenoid content of fruits and vegetables: An evaluation of analytical data. *Journal of the American Dietetic Association* 1993; 93(3):284-296.

MANOLOPOULOU, H., MALLIDIS, C.: Storage and Processing of Apricots. XI International Symposium on Apricot Culture. *Acta Horticulturae*, 1999; 488:567-573.

MARCELA, C., RODRIGUEZ- AMAYA, D.B.: Carotenoid composition of cooked green vegetables from restaurants. Food Chemistry 2003; 83:595-600.

MATTISEK, R., SCHNEPEL, F.M., STEINER, G.: Lebensmittelanalytik: Grundzüge, Methoden und Anwendungen. Berlin; Springer Verlag, 2006.

MENCARELLI, R., BOTONDI, R., DE SANTIS, D., VIZOVITIS, K.: Post- harvest quality maintenance of fresh apricots. XII International Symposium on Apricot Culture. Acta Horticulturae, 2006; 701:503-509.

MÜLLER, H.: Die tägliche Aufnahme von Carotinoiden (Carotine und Xanthophylle) aus Gesamtnahrungsproben und die Carotinoidgehalte ausgewählter Gemüse- und Obstarten. Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, 1996; 35:45- 50.

MÜLLER, H.: Determination of the carotenoid content in selected vegetables and fruit by HPLC and photodiode array detection. Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung, Springer Verlag, 1997; 204:88- 94.

MUNZUROGLU, O., KARATAS, F., GECKIL, H.: The vitamin and selenium contents of apricot fruit of different varieties cultivated in different geographical regions. Food Chemistry, 2003; 83:205-212.

NICOLI, M. C., ANESE, M., PARPINEL, M. T., FRANCESCHI, S., LERICI, C. R.: Loss and/or formation of antioxidants during food processing and storage. Cancer Letter, 1997; 114:71-74

OLGUN, A., ADANACIOGLU, H.: Production and Marketing of Organic Dried Apricot and the Tendencies of Apricot Producers for the Future in Turkey: Case Study of Malatya. XIII International Symposium on Apricot Breeding and Culture. Acta Horticulturae, 2006; 717:271-277.

PERRY, A., JOHNSON, E.J., MAYER, J., RASMUSSEN, R. D.: Xanthophyll (Lutein, Zeaxanthin) Content in Fruits, Vegetables and Corn & Egg Products, Journal of Food Composition and Analysis, Journal of Food Composition and Analysis, 2008; 1-25.

PREDIERI, S., RAGAZZINI, P., RONDELLI, R.: Sensory Evaluation and Peach Fruit Quality. 6 International Peach Symposium, Acta Horticulturae 713, 2006; 429-434.

RUIZ, D., EGEA, J., GIL, M., TOMAS- BARBARAN, F.A., LESPINASSE, N., LICHOU, J., JAY, M.: Characterisation and Quantification of Phenolic Compounds in New Apricot Varieties. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005; 53:9544- 9552.

SCANDELLA, D., VENIEN, S.: Analysis of consumer preferences. XII International Symposium on Apricot Culture. Acta Horticulturae, 2006; 701:599-602.

SCF- Scientific Committee on Food: Opinion of the Scientific Committee on Food on the safety of use of beta carotene from all dietary sources. European Commission- Health & Consumer Protection Directorate- General, Brüssel, 2000. Internet: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out71_en.pdf (Zugriff: 25.Oktober 2008)

SCHREIBER, R.: Marillen für den Hausgarten. avBuch Verlag, Wien, 2008.

SCHWEDT, G.: Taschenatlas der Analytik. Thieme Verlag, Stuttgart, 1996.

SOUCI, S.W., FACHMANN, W., KRAUT, H.: Die Zusammensetzung der Lebensmittel Nährwert- Tabellen. 7., revidierte und ergänzte Auflage, medpharm Scientific Publishers, Stuttgart, 2008.

SOUCI, S.W., FACHMANN, W., KRAUT, H.: Lebensmitteltabelle für die Praxis. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 2004, 346-347.

STAHL, W.: Carotinoide. In: BIESALSKI, H.K, KÖHRLE, J., SCHÜMANN, K.: Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente Prävention und Therapie mit Mikronährstoffen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2002.

STAHL, W., SIES, H.: Bioactivity and protektive effects of natural carotenoids. Biochimica et Biophysica Acta, 2005; 1740:101-107.

STATISTIK AUSTRIA a: Obsternte, August 2008.

STATISTIK AUSTRIA b: Versorgungsbilanz, April 2008.

STONE, H., SIDEL, J.L., OLIVER, S., WOOLSEY, A., SINGLETON, R.C.: Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Food Technology, 1974; 28:24-33.

SU, Q., ROWLEY, K.G.; BALAZS, N.D.: Carotenoids: separation methods applicable to biological samples. *Journal of Chromatography B*, 2002; 781:393-418.

TONUCCI, L.H., HOLDEN, J.M., BEECHER, G.R., KHACHIK, F., DAVIS, C.S., MULOKOZI, G.: β -Carotin Gehalt in Tomaten und Tomatenprodukte. In: BIESALSKI, H.K, KÖHRLE, J., SCHÜMANN, K.: Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente Prävention und Therapie mit Mikronährstoffen. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 2002.

UNGER, K. K.: Handbuch der HPLC, Teil 1, Leitfaden für Anfänger und Praktiker. Darmstadt, GIT Verlag, 1989.

VALENTINI, N., MELLANO, M. G., ANTONIONI, I, BOTTA, R.: Chemical, physical and sensory analysis for evaluating quality of apricot cultivars. XII International Symposium on Apricot Culture. *Acta Horticulturae*, 2006; 701:559-563.

VAN HET HOF, K. H., GÄRTNER, C., WEST, C. E., TIJBURG, L. B. M.: Potential of Vegetable Processing to Increase the Delivery of Carotenoids to Man. *International Journal of Vitamine and Nutrition Research*, 1998; 68:366-370.

WATZL B., BUB A.: Carotinoide. *Ernährungsumschau*, 2001; 48:71-74.

WURM L., BACHINGER K., RÖGNER J., SCHREIBER R., PIEBER K., SPORNBERG A.: Marillen: Anbau- Pflege- Verarbeitung. Österreichischer Agrarverlag, 2002.

Lebenslauf

Angaben zur Person

Name: Eva-Maria Kopitar
Geburtsdatum: 4. Mai 1984
Geburtsort: Wien
Nationalität: Österreich
Familienstand: Ledig

Ausbildung

03/2003-06/2009 Studium Ernährungswissenschaften Universität Wien
(Wahlfach Lebensmitteltechnologie und –Produktion)
09/2002 – 03/2003 Au pair in London
1998 – 2002 Bundesoberstufenrealgymnasium in Krems/Donau
(musischer Zweig)
1994 – 1998 Gymnasium Unterstufe Rechte Kremszeile in
Krems/Donau
1990 – 1994 Volksschule Etsdorf

Berufliche Praxis

seit 04/2007 Sellinx / Promotion für LGV- Frischgemüse
seit 04/2005 Geringfügig Beschäftigt Kunstmeile Krems
BetriebsgesmbH
07/2006 Nestle Österreich GmbH / Werk Stadlau Labor
08/2005 NÖ Landesregierung / Abteilung Umwelthygiene Bereich
Trinkwasser
07/2005 Nestle Österreich GmbH / Konsumentenservice
08/2004 Neumayr-Mühle Hadersdorf/Kamp
08/2003 Octapharma Pharmazeutika Produktions GmbH /
Technologie Transfer

Wien, Juni 2009