

# DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

**Einfluss des Erntezeitpunkts auf die Qualität von  
Griechischem Olivenöl und die Bedeutung der Subventionen  
der Europäischen Union für die Griechischen Olivenölproduzenten**

angestrebter akademischer Grad

**Magistra der Naturwissenschaften (Mag. rer.nat.)**

|                                     |                                            |
|-------------------------------------|--------------------------------------------|
| Verfasserin:                        | Katharina Helmich                          |
| Matrikel-Nummer:                    | 0401876                                    |
| Studienrichtung (lt. Studienblatt): | A474                                       |
| Betreuerin / Betreuer:              | Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner |

Wien, im Jänner 2010



## **Danksagung**

Meinen Dank richte ich zunächst an Herrn Ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Karl-Heinz Wagner für die Ermöglichung der Bearbeitung dieses Themas, sowie die Betreuung meiner Diplomarbeit.

Weiters danke ich Frau Ao. Univ.-Prof. Dr. Dorota Majchrzak für die Betreuung des sensorischen Abschnitts meiner Diplomarbeit.

Danken möchte ich auch allen Prüfpersonen, für ihre Teilnahme an der Quantitativen Deskriptiven Analyse der Olivenöle, sowie für ihr großes Interesse und ihre Hilfsbereitschaft.

Besonders möchte ich auch den griechischen Olivenölproduzenten und Freunden danken, die ihr Öl für die Analysen bereitgestellt haben und mir durch ihre Bereitschaft zu den Befragungen über EU-Subventionen und Olivenölproduktion, interessante und spannende Einblicke in diese Themen gewährt haben.

Auch allen Mitarbeitern des Institutes für Ernährungswissenschaften möchte ich für ihre allzeit große Hilfsbereitschaft danken.

Meinen Eltern möchte ich besonders dafür danken, dass sie mich immer und in allen Lebenslagen unterstützt haben und stets für mich da waren. Vielen Dank aussprechen möchte ich auch für ihre finanzielle Unterstützung und die Ermöglichung meiner tollen Ausbildung. Auch für ihre Liebe zu Griechenland bin ich sehr dankbar, die mir dieses Diplomarbeitsthema ermöglicht hat.

Danke auch meiner ganzen Familie, die mir immer zur Seite gestanden hat.

Allen meinen lieben Freunden, Bekannten und Kollegen möchte ich herzlich für die schönen Momente danken, die wir in den letzten Jahren gemeinsam erlebt haben.

Meinem Hund Jerry danke ich für seine treue und beruhigende Seele.



## **I) Inhaltsverzeichnis**

|                                                                                       |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>I) INHALTSVERZEICHNIS .....</b>                                                    | <b>I</b>    |
| <b>II) VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN.....</b>                                           | <b>V</b>    |
| <b>III) VERZEICHNIS DER TABELLEN.....</b>                                             | <b>VIII</b> |
| <b>IV) ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>                                                 | <b>X</b>    |
| <br>                                                                                  |             |
| <b>1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG .....</b>                                          | <b>1</b>    |
| <br>                                                                                  |             |
| <b>2. LITERATURÜBERSICHT.....</b>                                                     | <b>3</b>    |
| 2.1. EINTEILUNG VON NAHRUNGSFETTEN .....                                              | 3           |
| 2.1.1. Gesättigte Fettsäuren .....                                                    | 4           |
| 2.1.2. Ungesättigte Fettsäuren .....                                                  | 4           |
| 2.1.2.1. Monoenfettsäuren .....                                                       | 4           |
| 2.1.2.2. Polyenfettsäuren .....                                                       | 5           |
| 2.2. OLIVENÖL UND OLIVENÖLPRODUKTION .....                                            | 5           |
| 2.2.1. Der Olivenbaum (inkl. Klima, Boden, Anbaugebiete etc.).....                    | 5           |
| 2.2.1.1. Klima .....                                                                  | 7           |
| 2.2.1.2. Anbaugebiete .....                                                           | 8           |
| 2.2.1.3. Arten von Oliven .....                                                       | 10          |
| 2.2.2. Olivenölproduktion .....                                                       | 12          |
| 2.2.2.1. Erntezeitpunkte .....                                                        | 12          |
| 2.2.2.2. Vorgang der Ernte.....                                                       | 13          |
| 2.2.2.3. Abläufe in der Olivenölmühle .....                                           | 15          |
| 2.2.2.4. Möglichkeiten der Fetterzeugung und Weiterverarbeitung von<br>Rohfetten..... | 20          |

|                                                                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.2.2.5. Qualitätsstufen von Olivenöl .....                                                                     | 22        |
| 2.2.2.5.1.1. Festgelegte Charakteristika und Reinheitskriterien.....                                            | 24        |
| 2.2.2.6. Lagerung und Verpackung .....                                                                          | 26        |
| 2.2.2.6.1. Lipidperoxidation und Wirkung von Antioxidantien .....                                               | 27        |
| 2.2.3. Sensorische Eigenschaften von Olivenöl.....                                                              | 27        |
| 2.2.4. Inhaltsstoffe und Fettsäurezusammensetzung von Olivenöl.....                                             | 29        |
| 2.2.4.1. Fettsäurezusammensetzung .....                                                                         | 29        |
| 2.2.4.2. Tocopherole .....                                                                                      | 30        |
| 2.2.4.3. Pigmente .....                                                                                         | 31        |
| 2.2.4.4. Squalen .....                                                                                          | 32        |
| 2.2.4.5. Weitere Inhaltsstoffe.....                                                                             | 32        |
| 2.3. SUBVENTIONEN DER EUROPÄISCHEN UNION FÜR DIE OLIVENÖLPRODUKTION<br>IN GRIECHENLAND .....                    | 33        |
| 2.3.1. Bedingungen für das Erhalten von Subventionen und Höhe der<br>Subventionen.....                          | 33        |
| 2.3.2. Bedeutung für die griechischen Olivenölproduzenten.....                                                  | 36        |
| 2.3.2.1. Ergebnisse und Erkenntnisse aus Befragungen der Produzenten .....                                      | 36        |
| <b>3. MATERIAL UND METHODEN .....</b>                                                                           | <b>39</b> |
| 3.1. OLIVENÖLPROBEN .....                                                                                       | 39        |
| 3.2. ANALYSENMETHODEN .....                                                                                     | 40        |
| 3.2.1. Lagerversuch unter Analyse von Peroxidzahl, konjugierten Dienen,<br>Säurezahl und alpha-Tocopherol ..... | 40        |
| 3.2.2. Peroxidzahl (POZ) .....                                                                                  | 41        |
| 3.2.2.1. Anwendungsbereich .....                                                                                | 41        |
| 3.2.2.2. Grundlagen .....                                                                                       | 41        |
| 3.2.2.3. Definition.....                                                                                        | 41        |
| 3.2.2.4. Prinzip der Methode .....                                                                              | 42        |
| 3.2.2.5. Geräte und Materialien .....                                                                           | 42        |
| 3.2.2.6. Chemikalien.....                                                                                       | 42        |
| 3.2.2.7. Durchführung.....                                                                                      | 43        |
| 3.2.2.8. Auswertungsprinzip bzw. Formel.....                                                                    | 44        |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.3. Konjugierte Diene (KD).....                                                         | 45 |
| 3.2.3.1. Anwendungsbereich .....                                                           | 45 |
| 3.2.3.2. Grundlagen .....                                                                  | 45 |
| 3.2.3.3. Prinzip der Methode .....                                                         | 45 |
| 3.2.3.4. Geräte und Materialien .....                                                      | 46 |
| 3.2.3.5. Chemikalien .....                                                                 | 46 |
| 3.2.3.6. Durchführung.....                                                                 | 46 |
| 3.2.3.7. Auswertungsprinzip bzw. Formel.....                                               | 47 |
| 3.2.4. Säurezahl (SZ).....                                                                 | 48 |
| 3.2.4.1. Anwendungsbereich .....                                                           | 48 |
| 3.2.4.2. Grundlagen .....                                                                  | 48 |
| 3.2.4.3. Definition.....                                                                   | 48 |
| 3.2.4.4. Prinzip der Methode .....                                                         | 48 |
| 3.2.4.5. Geräte und Materialien .....                                                      | 49 |
| 3.2.4.6. Chemikalien .....                                                                 | 49 |
| 3.2.4.7. Durchführung.....                                                                 | 49 |
| 3.2.4.8. Auswertungsprinzip bzw. Formel.....                                               | 50 |
| 3.2.5. Bestimmung von alpha-Tocopherol mittels HPLC.....                                   | 51 |
| 3.2.5.1. Grundlagen .....                                                                  | 51 |
| 3.2.5.2. Prinzip der Methode .....                                                         | 51 |
| 3.2.5.3. Chemikalien.....                                                                  | 52 |
| 3.2.5.4. Geräte und Materialien .....                                                      | 53 |
| 3.2.5.5. Durchführung.....                                                                 | 54 |
| 3.2.5.6. Auswertungsprinzip .....                                                          | 55 |
| 3.2.6. Sensorische Analyse der Olivenöle – Quantitative Deskriptive Analyse<br>(QDA) ..... | 57 |
| 3.2.6.1. Prinzip der Methode .....                                                         | 57 |
| 3.2.6.2. QDA – erste Phase (qualitative Beschreibung) .....                                | 57 |
| 3.2.6.3. QDA – zweite Phase (quantitative Beurteilung) .....                               | 65 |
| 3.3. DATENAUSWERTUNG .....                                                                 | 67 |

|                                                                                                                                  |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>4. ERGEBNISSE UND DISKUSSION .....</b>                                                                                        | <b>68</b>  |
| 4.1. ERGEBNISSE DER AUSGANGSBESTIMMUNGEN, SOWIE DES LAGERVERSUCHS BEI<br>40°C .....                                              | 68         |
| 4.1.1. Peroxidzahl.....                                                                                                          | 69         |
| 4.1.1.1. Vergleich der Erntezeitpunkte .....                                                                                     | 69         |
| 4.1.1.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung .....                                                                       | 70         |
| 4.1.2. Säurezahl.....                                                                                                            | 75         |
| 4.1.2.1. Vergleich der Erntezeitpunkte .....                                                                                     | 75         |
| 4.1.2.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung .....                                                                       | 75         |
| 4.1.3. Konjugierte Diene .....                                                                                                   | 80         |
| 4.1.3.1. Vergleich der Erntezeitpunkte .....                                                                                     | 80         |
| 4.1.3.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung .....                                                                       | 80         |
| 4.1.4. alpha-Tocopherol .....                                                                                                    | 85         |
| 4.1.4.1. Vergleich der Erntezeitpunkte .....                                                                                     | 85         |
| 4.1.4.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung .....                                                                       | 85         |
| 4.1.5. Korrelationen .....                                                                                                       | 90         |
| 4.2. ERGEBNISSE DER QUANTITATIVEN DESKRIPTIVEN ANALYSE (QDA) .....                                                               | 92         |
| 4.2.1. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts November (Proben 1-4) .....                                                     | 92         |
| 4.2.2. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts Dezember (Proben 5-8) .....                                                     | 95         |
| 4.2.3. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts Jänner (Proben 9-12) .....                                                      | 98         |
| 4.2.4. Vergleich von Erntezeitpunkts-Egebnismittelwerten der verschiedenen<br>Attribute .....                                    | 101        |
| 4.2.5. Korrelationen der sensorischen Eigenschaften .....                                                                        | 104        |
| 4.2.6. Korrelationen der sensorischen Eigenschaften mit Peroxidzahl,<br>Säurezahl, konjugierten Dienen und alpha-Tocopherol..... | 105        |
| <b>5. SCHLUSSBETRACHTUNG .....</b>                                                                                               | <b>107</b> |
| <b>6. ZUSAMMENFASSUNG.....</b>                                                                                                   | <b>110</b> |
| <b>7. SUMMARY.....</b>                                                                                                           | <b>111</b> |
| <b>8. LITERATURVERZEICHNIS .....</b>                                                                                             | <b>112</b> |

## **II) Verzeichnis der Abbildungen**

|               |                                                                                |    |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1:  | Struktur von Stearinsäure.....                                                 | 4  |
| Abbildung 2:  | Struktur von Ölsäure.....                                                      | 4  |
| Abbildung 3:  | Struktur von Linolsäure.....                                                   | 5  |
| Abbildung 4:  | Struktur von alpha-Linolensäure.....                                           | 5  |
| Abbildung 5:  | Olivenbaum.....                                                                | 6  |
| Abbildung 6:  | Unterschiedliche Färbungen bei Oliven.....                                     | 7  |
| Abbildung 7:  | Geografische Verbreitung des Ölbaumes.....                                     | 8  |
| Abbildung 8:  | Olivenanbau im Mittelmeerraum.....                                             | 9  |
| Abbildung 9:  | Ernte durch Schlagen von Ästen.....                                            | 14 |
| Abbildung 10: | Olivebaum mit feinmaschigem Plastiknetz.....                                   | 14 |
| Abbildung 11: | Rüttelgerät.....                                                               | 14 |
| Abbildung 12: | Zurückschneiden des Baumes.....                                                | 14 |
| Abbildung 13: | Oliven im Plastiknetz.....                                                     | 15 |
| Abbildung 14: | Einfüllen der Oliven in Jutesäcke.....                                         | 15 |
| Abbildung 15: | Schematische Darstellung einer modernen Anlage zur<br>Olivenölherstellung..... | 16 |
| Abbildung 16: | Einschleusen der Oliven.....                                                   | 17 |
| Abbildung 17: | Weitertransport der Oliven.....                                                | 17 |
| Abbildung 18: | Turbinen zur Entfernung von Blättern.....                                      | 17 |
| Abbildung 19: | Waschen der Oliven.....                                                        | 17 |
| Abbildung 20: | Transport der Oliven.....                                                      | 17 |
| Abbildung 21: | Knetmaschine bzw. Malaxeur.....                                                | 18 |
| Abbildung 22: | Olivenbrei.....                                                                | 18 |
| Abbildung 23: | Zentrifugalabscheider.....                                                     | 19 |
| Abbildung 24: | Dekanter.....                                                                  | 19 |
| Abbildung 25: | Gewonnenes Olivenöl.....                                                       | 19 |
| Abbildung 26: | Abfüllen in geeignete Behältnisse.....                                         | 19 |
| Abbildung 27: | Lagerung in Edelstahlfässern.....                                              | 20 |
| Abbildung 28: | Struktur von Tocopherolen.....                                                 | 31 |
| Abbildung 29: | Struktur von Tocotrienolen.....                                                | 31 |

|               |                                                                                                           |    |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 30: | Reaktionsgleichungen – Bestimmung der Peroxidzahl .....                                                   | 42 |
| Abbildung 31: | Reaktionsgleichung – Bestimmung der Säurezahl.....                                                        | 48 |
| Abbildung 32: | Beispiel – Chromatogramm mit alpha-Tocopherol .....                                                       | 52 |
| Abbildung 33: | Aufbau der HPLC .....                                                                                     | 54 |
| Abbildung 34: | Analysenprotokoll zur Beurteilung des Öles anhand Quantitativer<br>Deskriptiver Analyse.....              | 61 |
| Abbildung 35: | Anordnung des Prüfplatzes für die Quantitative Deskriptive<br>Analyse.....                                | 66 |
| Abbildung 36: | Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei<br>der Peroxidzahl .....                               | 70 |
| Abbildung 37: | Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der Peroxidzahl der drei<br>Erntezeiten .....                        | 71 |
| Abbildung 38: | Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008.....  | 72 |
| Abbildung 39: | Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008 ..... | 73 |
| Abbildung 40: | Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009 .....   | 74 |
| Abbildung 41: | Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei<br>der Säurezahl.....                                  | 75 |
| Abbildung 42: | Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der Säurezahl der drei<br>Erntezeiten .....                          | 76 |
| Abbildung 43: | Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008.....    | 77 |
| Abbildung 44: | Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008 .....   | 78 |
| Abbildung 45: | Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl<br>bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009 .....     | 79 |
| Abbildung 46: | Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei den<br>konjugierten Dienen.....                        | 80 |
| Abbildung 47: | Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der konjugierten Diene<br>der drei Erntezeiten .....                 | 81 |

|               |                                                                                                                 |     |
|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Abbildung 48: | Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008.....    | 82  |
| Abbildung 49: | Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008 .....   | 83  |
| Abbildung 50: | Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009 .....     | 84  |
| Abbildung 51: | Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei alpha-Tocopherol .....                                       | 85  |
| Abbildung 52: | Vergleich der Mittelwerte im Verlauf von alpha-Tocopherol der drei Erntezeiten .....                            | 86  |
| Abbildung 53: | Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008.....      | 87  |
| Abbildung 54: | Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008 .....     | 88  |
| Abbildung 55: | Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009 .....       | 89  |
| Abbildung 56: | Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts November 2008.....                      | 92  |
| Abbildung 57: | PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts November.....                                     | 94  |
| Abbildung 58: | Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts Dezember 2008 .....                     | 95  |
| Abbildung 59: | PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts Dezember .....                                    | 97  |
| Abbildung 60: | Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts Jänner 2009 .....                       | 98  |
| Abbildung 61: | PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts Jänner .....                                      | 100 |
| Abbildung 62: | Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Probendurchschnittswerte der drei Erntezeitpunkte im Vergleich.... | 102 |

### III) Verzeichnis der Tabellen

|             |                                                                                     |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1:  | Olivenanbau und –verzehr pro Jahr in Mittelmeerländern .....                        | 9  |
| Tabelle 2:  | Olivenarten in Griechenland .....                                                   | 10 |
| Tabelle 3:  | Grenzen für den Gehalt an Transfettsäuren .....                                     | 25 |
| Tabelle 4:  | Grenzen für den Gesamt-Sterol-Gehalt.....                                           | 25 |
| Tabelle 5:  | Fettsäurezusammensetzung von nativem Olivenöl extra.....                            | 30 |
| Tabelle 6:  | Gesamthöhe der Betriebsprämien für Griechenland für die<br>Jahre 2006-2010.....     | 34 |
| Tabelle 7:  | Informationen über die Olivenölproben.....                                          | 40 |
| Tabelle 8:  | Details der Bestandteile der HPLC .....                                             | 53 |
| Tabelle 9:  | Verdünnungsschema der Kalibrationslevels .....                                      | 56 |
| Tabelle 10: | Attributsliste für Olivenöl .....                                                   | 58 |
| Tabelle 11: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl<br>(Erntezeit November).....   | 72 |
| Tabelle 12: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl<br>(Erntezeit Dezember). ..... | 73 |
| Tabelle 13: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl<br>(Erntezeit Jänner). .....   | 74 |
| Tabelle 14: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl<br>(Erntezeit November).....     | 77 |
| Tabelle 15: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl<br>(Erntezeit Dezember). .....   | 78 |
| Tabelle 16: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl<br>(Erntezeit Jänner). .....     | 79 |

|             |                                                                                           |    |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 17: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene<br>(Erntezeit November).....  | 82 |
| Tabelle 18: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene<br>(Erntezeit Dezember). .... | 83 |
| Tabelle 19: | Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene<br>(Erntezeit Jänner). ....   | 84 |
| Tabelle 20: | Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol<br>(Erntezeit November).....    | 87 |
| Tabelle 21: | Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol<br>(Erntezeit Dezember). ....   | 88 |
| Tabelle 22: | Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol<br>(Erntezeit Jänner). ....     | 89 |

#### IV) **Abkürzungsverzeichnis**

|      |                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------|
| AB   | Ausgangsbestimmung                                              |
| EU   | Europäische Union                                               |
| GAP  | Gemeinsame Agrarpolitik                                         |
| GIS  | Geographisches Informationssystem                               |
| IOOC | International Olive Council                                     |
| KD   | Konjugierte Diene                                               |
| n    | Omega (z.B. n-3, n-6, n-9)                                      |
| PCA  | Principal Component Analysis (deutsch: Hauptkomponentenanalyse) |
| POZ  | Peroxidzahl                                                     |
| QDA  | Quantitative Deskriptive Analyse                                |
| SZ   | Säurezahl                                                       |

## **1. Einleitung und Fragestellung**

Olivenöl stellt neben Obst, Gemüse, Getreideprodukten und Fisch einen der wichtigsten Bestandteile der mediterranen Ernährung dar. Seine gesundheitsfördernde Wirkung wird vielfach diskutiert und es sind bereits unzählige Studien darüber veröffentlicht worden. Beispielsweise soll sich Olivenöl in Verbindung mit der mediterranen Ernährung unter anderem positiv auf das Verhältnis der Plasmalipide LDL und HDL auswirken und somit zur Prävention von koronaren Herzerkrankungen (z. B. Arteriosklerose) beitragen. Weiters wird auch von einem günstigen Effekt auf den Blutdruck, hinsichtlich der Vorbeugung von Hypertonie, gesprochen. Dies soll nur einen kurzen Auszug der erdenklichen Wirkungen von Olivenöl wiedergeben.

Nicht nur aufgrund des gesundheitsfördernden Effekts in der Ernährung des Menschen ist Olivenöl von großer Bedeutung. – Dessen Produktion und Vermarktung stellt für bestimmte Bevölkerungsgruppen, vor allem am Mittelmeer, die Haupteinkommensquelle neben dem Tourismus dar. Daneben wachsen auch immer mehr die Ansprüche der Konsumenten, hinsichtlich sensorischer Eigenschaften, aber auch in Hinblick auf Inhaltstoffe des Öls. Daher wird es immer wichtiger für den Ölproduzenten, ein hochqualitatives Produkt zu erzeugen, welches den hohen Anforderungen der Konsumenten entspricht.

In vielen Studien werden Genotypen, Klima und Anbaugebiet der Oliven als Kriterien für die Gehalte von Inhaltstoffen des Öls in Verbindung gebracht. Diese Umstände können von den Olivenölproduzenten aber nur schwer bzw. gar nicht beeinflusst werden. Ein flexibler Faktor in diesem Zusammenhang wäre beispielsweise die Wahl des Erntezeitpunktes der Oliven, das heißt, ob die Ölf Früchte eher früher, in der Mitte, oder später in der Ernteperiode eines Wirtschaftsjahres geerntet werden sollten.

Aus diesem Grund sollten im ersten Teil dieser Diplomarbeit folgende Fragen beantwortet werden:

- Übt der Erntezeitpunkt von Oliven im Laufe der Ernteperiode einen Einfluss aus auf die Haltbarkeit (Peroxidzahl, konjugierte Diene, Säurezahl), den Gehalt an Vitamin E, sowie die sensorischen Eigenschaften der Olivenöle?
- Wie verändern sich Haltbarkeit und der Gehalt an Vitamin E im Verlauf der Lagerung in Dunkelheit, bei einer Temperatur von 40°C?

- Kann man einen optimalen Erntezeitpunkt der Oliven empfehlen, um die höchste Olivenölqualität zu erlangen?

Im zweiten Teil der Diplomarbeit sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Bedeutung haben Subventionen der Europäischen Union für griechische Olivenölproduzenten?
- Wäre die Erzeugung eines hoch qualitativen Olivenöls auch ohne Subventionen der Europäischen Union möglich?

Um diese Fragen zu beantworten wurden elf griechische Olivenölproduzenten zu ihren persönlichen Erfahrungen und Einstellungen in Bezug auf diese Themen befragt.

## **2. Literaturübersicht**

### **2.1. Einteilung von Nahrungsfetten**

Je nach ihrer Herkunft unterscheidet man pflanzliche und tierische Fette (Lipide). Bei pflanzlichen Fetten spricht man von Samen- und Fruchtfleischfetten. Zu den tierischen Fetten gehören Depot-, Milch- und Organfette.

Lipide mit fester Konsistenz werden als Fette bezeichnet und jene mit flüssiger Konsistenz als Öle. [BALTES, 1975] Öle weisen einen höheren Gehalt an cis-konfigurierten Doppelbindungen auf als Fette, wodurch ihr Schmelzpunkt niedriger ist. [LATSCHA, 2005]

Glyceride (Ester des Glycerins mit Fettsäuren) sind die Hauptbestandteile aller Fette. Daneben enthalten Lipide Nebenbestandteile wie beispielsweise verseifbare Anteile (z.B. freie Fettsäuren), zusammengesetzte fettähnliche Stoffe (z.B. Phosphatide und Wachse) und unverseifbare Bestandteile (z.B. höhere Alkohole, Sterine, Kohlenwasserstoffe, Antioxidantien und Lipochrome). [BALTES, 1975]

Fettsäuren unterscheidet man:

- **aufgrund ihrer Kettenlänge bzw. der Anzahl der Kohlenstoffatome:** Die Einteilung erfolgt in kurzkettige, mittelkettige und langkettige Fettsäuren. Weiters wird zwischen einer geraden und ungeraden Anzahl an Kohlenstoffatomen unterschieden.
- **aufgrund ihres Sättigungsgrades (Vorhandensein von Doppelbindungen):** Unterschieden wird zwischen gesättigten und ungesättigten Fettsäuren (siehe auch Kapitel 2.1.1. und 2.1.2.).
- **aufgrund der Lokalisation ihrer ersten Doppelbindung:** Eingeteilt wird in n-3, n-6 und n-9-Fettsäuren.
- **aufgrund der Isomerie der Doppelbindungen:** Unterscheidung zwischen cis- und trans-Fettsäuren. [ELMADFA, 2009]

Als natürliche Fettsäuren werden in der Mehrzahl einbasige, geradzahlige, aliphatische und unverzweigte Carbonsäuren mit 2 bis 26 Kohlenstoffatomen und unterschiedlichem Sättigungsgrad bezeichnet. [BALTES, 1975]

### 2.1.1. Gesättigte Fettsäuren

Von gesättigten Fettsäuren spricht man, wenn die Valenzen aller Kohlenstoff-Atome im Molekül mit Wasserstoff-Ionen gesättigt sind. Im Vergleich zu den ungesättigten Fettsäuren sind hier keine Doppelbindungen enthalten. Beispiele für in Nahrungsfetten vorkommende gesättigte Fettsäuren sind Buttersäure, Capronsäure, Caprylsäure, Caprinsäure, Laurinsäure, Myristinsäure, Palmitinsäure, Stearinsäure (Abbildung 1), Arachinsäure, Behensäure, Lignocerinsäure und Cerebronsäure. Sie sind vor allem in tierischen Fetten, Milchfett und Kokosfett enthalten.

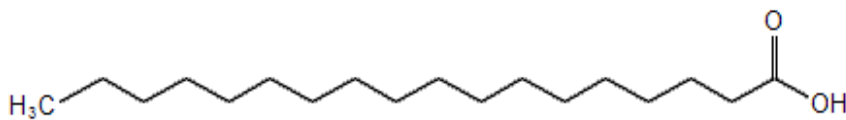


Abbildung 1: Struktur von Stearinsäure [nach LATSCHA et. al., 2005, mod.]

### 2.1.2. Ungesättigte Fettsäuren

Neben der Essentialität, werden ungesättigte Fettsäuren auch aufgrund der Anzahl an Doppelbindungen eingeteilt: [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

#### 2.1.2.1. Monoenfettsäuren

Einfach ungesättigte Fettsäuren (Monoenfettsäuren) enthalten eine Doppelbindung. Die in Nahrungsfetten am häufigsten vorkommende Monoenfettsäure ist Ölsäure (Abbildung 2). Im Gegensatz zu einigen n-6- und n-3-Fettsäuren, ist sie eine nicht-essentielle Fettsäure. Weitere Beispiele für Monoenfettsäuren in Nahrungsfetten sind Palmitoleinsäure, Vaccensäure, Gadoleinsäure, Erucasäure, Nervonsäure und Hydroxynervonsäure. Im Stoffwechsel wirken einfach ungesättigte Fettsäuren Cholesterin-senkend und sie kommen in verschiedenen Fetten und Ölen, wie beispielsweise Olivenöl oder Rapsöl vor. [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

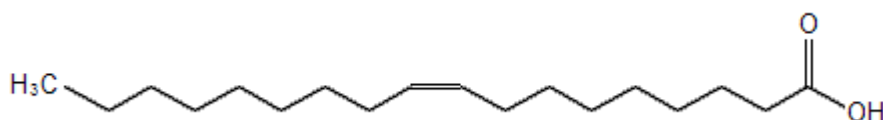


Abbildung 2: Struktur von Ölsäure [nach LATSCHA et. al., 2005, mod.]

### 2.1.2.2. Polyenfettsäuren

Polyenfettsäuren (englisch PUFA = Polyunsaturated Fatty Acids) oder auch mehrfach ungesättigte Fettsäuren genannt, enthalten mehr als eine Doppelbindung. Aufgrund ihrer Essentialität müssen sie mit der Nahrung zugeführt werden. Die einzigen essentiellen Polyenfettsäuren sind Linolsäure und alpha-Linolensäure (Abbildungen 3 und 4). [BIESALSKI und GRIMM, 2004]

Weitere Beispiele für mehrfach ungesättigte Fettsäuren sind gamma-Linolensäure, Arachidonsäure, Eicosapentaensäure, Docosapentaensäure und Docosahexaensäure. In der Nahrung findet man Polyenfettsäuren vor allem in Fischöl und Pflanzenölen. [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

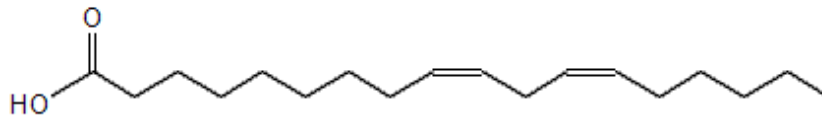


Abbildung 3: Struktur von Linolsäure [nach LATSCHA et. al., 2005, mod.]

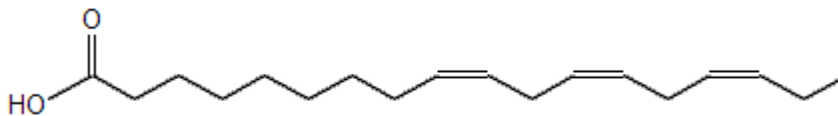


Abbildung 4: Struktur von alpha-Linolensäure [nach LATSCHA et. al., 2005, mod.]

## 2.2. Olivenöl und Olivenölproduktion

### 2.2.1. Der Olivenbaum (inkl. Klima, Boden, Anbaugebiete etc.)

Der botanische Name des Olivenbaumes lautet *Olea europaea*. Der Lateinische Begriff „Olea“ steht für das griechische Wort für Olivenbaum „elea“.

Die Pflanze ist ein immergrüner, knorriger Laubbaum (Abbildung 5), welcher je nach Sorte und Umweltbedingungen, eine Höhe von 3 bis 4, oder bei sehr seltenen Sorten bis zu 20 Metern erreichen kann.

Die dicken, ledrigen, länglich-elliptischen Blätter hängen für 2 bis 3 Jahre am Baum, bevor sie hauptsächlich im Frühling abfallen. Mit zunehmenden Alter des Baumes verfärbt und verformt sich die Rinde des Stammes von grün-grau bei jungen Bäumen, zu dunkelgrau bei älteren Bäumen. [KIRITSAKIS et. al., 1998], [HOHMANN und BAUERMEISTER, 2007] Es gibt verschiedene Aussagen über das erreichbare Alter von Olivenbäumen. Oft wird von einigen hundert Jahre alten Bäumen gesprochen. [BLÄUEL und GASSER, 2005] Auch über 2000 Jahre alte Olivenbäume sind in Griechenland bekannt. [FROHN, 2002] Durch das weit ausgedehnte Wurzelsystem, können Olivenbäume auch auf felsigem und trockenem Untergrund wachsen. Ein intensives Wachstum des Baumes kann man mit Hilfe fruchtbarer Erde und Bewässerung erzielen.



Abbildung 5: Olivenbaum

Die Blüten des Olivenbaumes sind in Trauben angeordnet und wachsen an der Blattachsel der gegenüber liegenden Blätter. Sie entstehen an Ästen, welche in der vorhergegangenen Saison gewachsen sind, jedoch können sie auch aus ein bis zwei Jahre ruhenden Knospen gebildet werden. Zwei Arten von Blüten sind bekannt. Die erste besitzt beiderlei - Staubblatt und Stempel. Bei der zweiten, männlichen Art sind nur die Staubblätter gänzlich ausgeprägt, der Stempel ist hier unvollkommen und funktionsunfähig. [KIRITSAKIS et. al., 1998], [HOHMANN und BAUERMEISTER, 2007]

Die Früchte des Olivenbaums sind als Steinfrüchte ausgebildet. Sie sind 1,5 bis 3,5 cm groß, länglich-rundlich und einsamig. Form und Farbe der Oliven können unter anderem aufgrund des Reifegrads sehr unterschiedlich sein - von grün und gelblich, über rötlich-violett, bis zu dunkelblau (Abbildung 6). Das dunkle Fruchtfleisch (Mesokarp) enthält reichlich fettes Öl. Man spricht daher bei Olivenöl auch von Fruchtfleischfett. Der vom Fruchtfleisch eingehüllte Steinkern (Endokarp) ist etwa 1 cm lang, schlank, bräunlich, sehr hart und umschließt einen ebenfalls ölreichen Samen. [HOHMANN und BAUERMEISTER, 2007], [HOHMANN und DEUTSCHMANN, 1989]



*Abbildung 6: Unterschiedliche Färbungen bei Oliven*

#### **2.2.1.1. Klima**

Der Olivenbaum gedeiht in mildem Klima. Im Sommer benötigt er mittlere bis hohe Temperaturen, im Winter dürfen die Temperaturen nicht unter minus 9°C fallen, da die Pflanze ansonsten das Wachstum einstellt und abstirbt. [KIRITSAKIS et. al., 1998]

In Abbildung 7 sind die geographischen Anbaugrenzen des Olivenbaumes dargestellt.

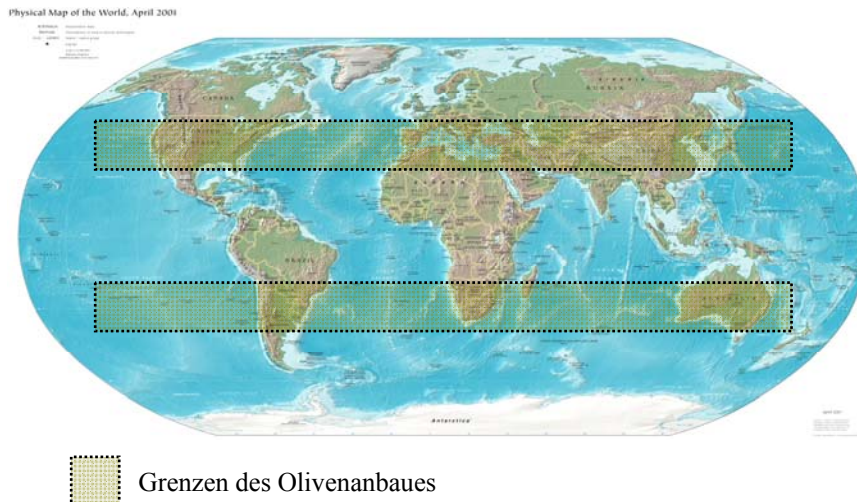


Abbildung 7: Geografische Verbreitung des Ölbaumes [nach CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2001, mod.], [nach TSOUCHTIDI, 2007, mod.]

Laut einer Studie aus dem Jahr 2006 beeinflusst das Jahresklima die Ölqualität in einem höheren Maße, als die genetischen Faktoren des Olivenbaums. Vor allem Regenfälle während der Wachstums- und Reifungsphase gehören zu den wichtigsten Umweltfaktoren, welche für die Zusammensetzung des Olivenöls entscheidend sind. Weiters wird publiziert, dass beispielsweise der Gehalt an Chlorophyll und Carotinoiden deutlich vermindert ist, wenn die Olivenbäume Frostschäden erleiden. [MORELLÓ et. al., 2006]

#### 2.2.1.2. Anbaugebiete

Die Europäische Union gilt als weltgrößter Olivenölerzeuger aufgrund eines Produktionsumfangs von 80 Prozent und einem Konsumwert von 70 Prozent. Vor allem im Mittelmeerraum (Abbildung 8) ist der Olivenanbau von großer Bedeutung für die Wirtschaft, die Umwelt des ländlichen Raums und das historische Erbe.

[DE LACROIX, 2002] Oliven anbauende Länder am Mittelmeer, sind außer den südlichen Mitgliedsstaaten der EU vor allem Nordafrika mit Tunis und Algerien, die Türkei, Südfrankreich, Syrien und Libanon. Weitere außereuropäische Anbaugebiete liegen in Kalifornien, Arizona, Argentinien und anderen südamerikanischen Ländern,

sowie in Südafrika und Australien. [BALTES, 1975] Die Erträge des Olivenanbaus in einigen Mittelmeerländern sind in Tabelle 1 ersichtlich.



Abbildung 8: Olivenanbau im Mittelmeerraum [nach CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY, 2001, mod.], [nach TSOUCHTIDI, 2007, mod.]

| Land         | Anbaufläche für Oliven in Hektar [ha] | Ertrag (Oliven) pro Jahr in Tonnen [t] | Olivenverzehr pro Person und Jahr in Kilogramm [kg] |
|--------------|---------------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Spanien      | 2.400.000                             | 6.997.300                              | 13,62                                               |
| Italien      | 1.140.685                             | 3.149.830                              | 12,35                                               |
| Griechenland | 765.000                               | 2.400.000                              | 23,70                                               |
| Syrien       | 498.981                               | 998.988                                | 6,00                                                |
| Türkei       | 397.000                               | 700.000                                | 9,10                                                |
| Tunesien     | 1.500.000                             | 500.000                                | 9,10                                                |

Tabelle 1: Olivenanbau und –verzehr pro Jahr in Mittelmeerländern [nach EICHHEIM, 2007]

### 2.2.1.3. Arten von Oliven

Es wird geschätzt, dass es weltweit mehr als 600 verschiedene Olivenarten gibt, welche sich hinsichtlich der morphologischen Merkmale des Baumes und der Blätter, sowie vor allem aufgrund der Merkmale von Frucht und Kern unterscheiden. Speziell in Griechenland sind etwa 40 Arten von Oliven bekannt. Die wichtigsten Arten sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Sie werden unterteilt in Speiseoliven, Oliven zur Ölgewinnung und Oliven zur Ölgewinnung und zum Verzehr. [TSOUGHTIDI, 2007]

| <b>Olivenart und<br/>Haupterzeugungsgebiet<br/>in Griechenland</b>         | <b>Beschreibung</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Speiseoliven</b>                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Konservolia</b><br><br>(Mittel- und<br>Nordgriechenland,<br>Chalkidiki) | Diese Art besitzt eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Kälte und die Oliven reifen bereits im November. Der Baum erreicht große Höhen und die Blätter zeigen eine deutlich nach unten gebogene Spitze. Die Oliven mit hellem, festem Fruchtfleisch werden grün geerntet und zur Herstellung grüner Speiseoliven verwendet.                                                                         |
| <b>Kalamon</b><br><br>(Peloponnes, Kreta,<br>Westgriechenland)             | Die Oliven reifen Ende November bzw. im Dezember (mittelfrühreif) und sind zur Herstellung hervorragender Speiseoliven geeignet. Ihr Ölgehalt liegt bei etwa 20 Prozent. Der Baum zeichnet sich durch große, breite und dunkelgrüne Blätter aus und ist sehr widerstandsfähig, jedoch anspruchsvoll hinsichtlich Feuchtigkeit.                                                                     |
| <b>Oliven zur Ölgewinnung</b>                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Koroneiki</b><br><br>(Peloponnes, Kreta,<br>Ionische Inseln)            | Diese Art ist die wichtigste zur Ölgewinnung, da sie Öl von bester Qualität und mit hervorragendem Geruch und Geschmack liefert. Weiters ist sie an trockene und heiße Gebiete angepasst. Bei entsprechender Pflege liefert ein Baum 30-100 kg Früchte mit einem Ölgehalt von 15 bis 27 Prozent. Bei dieser Art setzt die Reife der Oliven schon früh im Oktober ein. Die Blätter und Früchte sind |

|                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                              | relativ klein.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Lianolia Kerkiras</b><br><br>(Korfu, Paxi, Kefalonia, Zakynthos, Küstengebiet von Epirus) | Auch diese Art liefert Olivenöl von bester Qualität. Sie ist anspruchsvoll hinsichtlich Feuchtigkeit, wächst aber auch auf unfruchtbaren Felsböden. Die Früchte dieser Olivensorte werden spät reif und bis in die ersten Frühlingsmonate geerntet. Für diese Art sind die nach oben eingerollten Blätter charakteristisch.                              |
| <b>Koutsourelia</b><br><br>(Peloponnes, Nafpaktos)                                           | Die kleine Frucht dieser Olivenart reift relativ früh (ab Ende Oktober) und liefert eine gute Ölqualität. Der Baum ist mittelgroß und zeichnet sich durch kurze Äste aus.                                                                                                                                                                                |
| <b>Mastoidis</b><br><br>(Peloponnes, Kreta)                                                  | Die Oliven dieser Art reifen erst spät in der Zeit von Ende Dezember bzw. Anfang Jänner. Der Baum ist anspruchsvoll hinsichtlich des Bodens (z.B. Kalkgehalt) und wächst bis in große Höhen (bis 1000 Meter). Der Ölgehalt der Frucht liegt bei 20-30 Prozent.                                                                                           |
| <b>Oliven zur Ölgewinnung und zum Verzehr</b>                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Megaritiki</b><br><br>(Attika, Böotien, Kinouria)                                         | Diese Art ist sehr widerstandsfähig gegenüber trockener Böden und winterlicher Kälte. Die Oliven reifen im Zeitraum November und Dezember (mittelfrühreif) und weisen unterschiedliche Formen auf (z.B. keulenartig). Die Blätter des Baumes sind groß und zeigen ein ausgeprägtes spitzes Ende.                                                         |
| <b>Kolovi</b><br><br>(Lesbos, Chios)                                                         | Unter günstigen Bedingungen ist diese Sorte sehr ertragreich und gilt als eine der besten Sorten zur Ölgewinnung. Die Oliven reifen erst spät im Februar bzw. März, jedoch wird bereits früh im November mit ihrer Ernte begonnen. Die Frucht ist vor allem durch ihre kugelige Form charakterisiert und weist einen Ölgehalt von 25 bis 30 Prozent auf. |
| <b>Kothreiki</b><br><br>(Delphi, Amphissa,                                                   | Diese Olivenart gedeiht in Höhen von bis zu 750 Meter, da sie sehr widerstandsfähig gegenüber Wettereinflüssen ist. Auch bei dieser Sorte sind die Olivenfrüchte kugelig                                                                                                                                                                                 |

|                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Trizinia, Kinouria)                                       | und der Ölgehalt beträgt etwa 25 Prozent.                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Throumpolia</b><br><br>(Ägäis-Inseln Attika,<br>Euböa) | Bei der Ölgewinnung liefert diese Olivenart etwa 30 Prozent Öl. Weiters können die Früchte als besondere Art von Speiseoliven eingesetzt werden, welche unter der Bezeichnung Throubes bekannt sind. Hierbei unterlaufen die Oliven einer natürlichen Gärung, wobei sie ihre Bitterkeit bereits am Baum verlieren. |

*Tabelle 2: Olivenarten in Griechenland [nach TSOUCHTIDI, 2007, mod.]*

### **2.2.2. Olivenölproduktion**

#### **2.2.2.1. Erntezeitpunkte**

Abhängig von Standort und Klima, blüht der Olivenbaum im Zeitraum April bis Juni. Die Bestäubung der Blüten erfolgt durch Wind. Im Juni entwickeln sich aus den Fruchtknoten der befruchteten Blüten kleine Fruchtansätze, wobei das Fruchtfleisch, welches den Kern umgibt, allmählich wächst.

Anschließend beginnt im darauf folgenden Herbst der Reifeprozess der Früchte, wobei die Lipogenese (Bildung von Lipiden) stattfindet. Während der Reifephase der Oliven verändert sich auch ihre Farbe von grün zu rot und immer dunklerem violett. [FROHN, 2002]

Wie auch in Tabelle 2 ersichtlich ist, kann sich die Erntezeit der Oliven von Anfang Oktober bis März erstrecken, je nach Sorte und Reife der Früchte.

Der Reifegrad der Oliven bei der Ernte und damit auch der Erntezeitpunkt sind entscheidend für die Qualität des nachfolgend gewonnenen Öles. Bei überreifen Oliven sinkt der Ölgehalt ab, was zu einer Minderung der Ölqualität führen kann, wenn aus diesen Oliven Öl erzeugt wird. Auch das Öl unreifer Früchte ist von geringerer Qualität, als jenes von reifen Früchten. [LUDWIG, 1968]

#### 2.2.2.2. Vorgang der Ernte

Die Ernte der Oliven von den Bäumen kann mit Hilfe unterschiedlicher Techniken erfolgen, welche wie folgt beschrieben werden:

##### **Ernte nach dem natürlichen Abfallen der Oliven vom Baum**

Diese Technik wird heutzutage nur noch selten angewandt. Hierbei werden feinmaschige Plastiknetze (Abbildung 10) unter den Bäumen aufgebretet, welche dazu dienen, die von selbst hinunter fallenden Oliven aufzufangen. Bei dieser Erntetechnik ist zu beachten, die Oliven nicht länger als 15 Tage auf den Netzen liegen zu lassen, da ansonsten die Qualität des folglich hergestellten Öls vermindert sein kann, vor allem aufgrund der Säurebildung in den Oliven. [KIRITSAKIS et. al., 1998] Weiters ist auch anzumerken, dass frühzeitig abfallende Früchte oftmals von Schädlingen, wie beispielsweise der Olivenfliege, befallen sein können, was sich bei Verwendung zur Ölherstellung auch negativ auf die Qualität des Endprodukts auswirken kann.

##### **Händische Ernte direkt vom Baum**

Vor allem bei jungen und kleinen Bäumen wird diese Erntetechnik angewandt, wobei die Oliven direkt vom Baum gepflückt werden. Diese Methode ist sehr arbeitsaufwändig, jedoch auch sehr schonend für Baum und Oliven, da sie bei dieser Ernteart kaum verletzt werden. Dies wiederum wirkt sich sehr positiv auf die Ölqualität aus. [KIRITSAKIS et. al., 1998]

##### **Ernte durch Schlagen der Äste des Baumes**

Auch bei dieser Technik wird ein feinmaschiges Plastiknetz zwischen bzw. unter den Olivenbäumen ausgebreitet (Abbildung 10). Die Früchte werden mit Hilfe von Holz- bzw. Plastikstöcken von den Ästen des Olivenbaumes geschlagen und im Netz aufgefangen. Auch spezielle Peitschmaschinen sind bekannt, welche die Ernterate erhöhen können. Bei jeder der Schlagtechniken ist besonders darauf zu achten, die Oliven während der Ernte nicht zu verletzen, da es ansonsten zu Qualitätsminderungen des Öles kommen kann. [KIRITSAKIS et. al., 1998]

Diese Erntemethode wird auch in Verbindung mit dem Zurückschneiden des Baumes angewandt, wobei gut Oliven-tragende Äste mit einer Säge entfernt und anschließend

mit Stöcken geschlagen werden (Abbildungen 9 und 12), bzw. mit Hilfe spezieller Rüttelgeräte (Abbildung 11) bearbeitet werden, um die Oliven zu Ernten.



*Abbildung 10: Olivebaum mit feinmaschigem Plastiknetz*



*Abbildung 9: Ernte durch Schlagen von Ästen*



*Abbildung 11: Rüttelgerät*



*Abbildung 12: Zurückschneiden des Baumes*

### 🌿 **Ernte mit Baum-Rüttelmaschinen** [KIRITSAKIS et. al., 1998]

Hierbei wird eine große Rüttelmaschine direkt am Baum angesetzt, um die Oliven abzuschütteln. Die Oliven werden auch bei dieser Methode wieder von einem feinmaschigen Netz am Boden aufgefangen (Abbildung 10).

Ohne Bewässerung der Pflanze kann man von einem Olivenbaum etwa 10 bis 20 kg Oliven ernten. Bei einer bewässerten Kultur steigt die Ausbeute auf 30 bis 40 kg Oliven pro Baum an. [KROCHMAL, 1955]

Nach der Ernte werden die Oliven vom Plastiknetz (Abbildung 13) in Kisten, Plastik- oder Jutesäcke (Abbildung 14) eingefüllt, um sie zur Ölmühle transportieren zu können, wo die Pressung und die eigentliche Ölherstellung stattfindet. Dieser Zeitraum (von der Ernte bis zur Erzeugung von Öl) sollte so kurz wie möglich gehalten werden. Am besten wäre es, die Oliven noch am Tag der Ernte zu verarbeiten.

Plastiksäcke sind bei dieser kurzzeitigen Lagerung bzw. Transport der Oliven aber eher nicht zu empfehlen, da im Inneren mikrobielles Wachstum und Verderb der Früchte beschleunigt wird. [KIRITSAKIS et. al., 1998]



Abbildung 13: Oliven im Plastiknetz



Abbildung 14: Einfüllen der Oliven in Jutesäcke

### 2.2.2.3. Abläufe in der Olivenölmühle

Bereits in vor- und frühgeschichtlichen Zeiten waren Verfahren zur Gewinnung von Öl, wie Pressen und Schlagen der Früchte, bekannt. Dabei leerte man die Früchte

beispielsweise in Keilpressen und setzte sie wachsendem Druck, durch Einschlagen von Holzkeilen, aus. [LUDWIG, 1968] Noch bis vor kurzer Zeit wurden auch so genannte Mühlsteine oder Pressmatten für die Ölherstellung eingesetzt, welche heute aber meist schon durch Edelstahlkonstruktionen und automatische Anlagensysteme ersetzt sind (Abbildung 15).

Die Ausbeute bei Verwendung der alten Pressen liegt bei etwa 40 Prozent des in den Oliven enthaltenen Öls, mit Hilfe von Hydraulikpressen kann man über 90 Prozent des Öls gewinnen. [RIDGWAY, 1998]

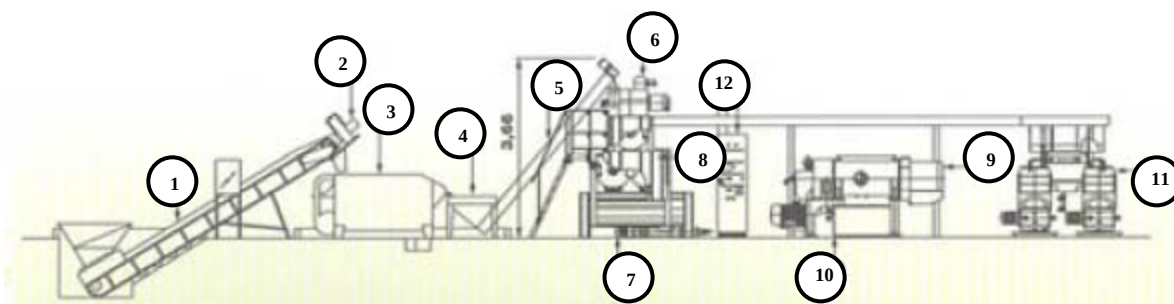


Abbildung 15: Schematische Darstellung einer modernen Anlage zur Olivenölherstellung [nach PIERALISI a, mod.] (1 = Förderband zum Transport der Oliven, 2 = Turbine zum Entfernen von Blättern, 3 = Gerät zum Waschen der Oliven, 4 = Sammelbehälter, 5 = Förderrohr, 6 = Brechmaschine, 7 = Knetmaschine (Malaxeur), 8 = Pumpe, 9 = Zentrifugalabscheider, 10 = Filter, 11 = Dekanter, 12 = Bedienungs- und Kontrollgerät)

Die Olivenölherstellung in einer modernen Mühlenanlage erfolgt in mehreren Schritten, welche wie folgt beschreiben werden:

### **Reinigung**

Die Erzeugung von Olivenöl in der Ölmühle beginnt mit der Reinigung der Oliven. Hierbei werden die Früchte zunächst in das System eingeschleust (siehe Abbildung 16), auf einem Förderband weitertransportiert (Abbildung 17) und mit Hilfe spezieller Turbinen (Abbildung 18) von Blättern und kleinen Ästen getrennt.



Abbildung 16: Einschleusen der Oliven



Abbildung 17: Weitertransport der Oliven



Abbildung 18: Turbinen zur Entfernung von Blättern

Anschließend werden die Oliven gewaschen (Abbildung 19) und sauber weitertransportiert (Abbildung 20).



Abbildung 19: Waschen der Oliven



Abbildung 20: Transport der Oliven

## Mahlen

In einer Mühle bzw. in einem wie in Abbildung 15 als Brechmaschine bezeichneten Gerät, werden die gewaschenen Oliven zerkleinert, damit das Öl aus den Zellen austreten kann. [BALTES, 1975], [MÄRZ, et. al. 2003]

## Kneten

Der Vorgang des Knetens findet in einer Knetmaschine bzw. Malaxeur statt (Abbildung 15 (Punkt 7) und Abbildung 21). Hierbei wird der Olivenbrei bzw. die Maische (Abbildung 22) für etwa 30 Minuten langsam und konstant gerührt. Dieser Schritt dient dazu, einen möglichst hohen Prozentsatz an Öl aus dem Fruchtfleisch zu gewinnen. Weiters können sich dadurch kleine Öltröpfchen zu größeren vereinigen und die Trennung der Öl- und Wasserphase wird erleichtert. [KIRITSAKIS et. al., 1998] Der Vorgang des Knetens erfordert genaue Kontrollen der Temperatur (siehe auch Punkt 2.2.2.4.), der Knetzeit und weiters jener Zeit, in welcher die Maische der Luft ausgesetzt ist. Diese ist besonders zu beachten, um das Aroma des Öls zu verbessern und den Verlust an antioxidativen Substanzen gering zu halten. [RICCI et. al., 2008]



Abbildung 21: Knetmaschine bzw. Malaxeur



Abbildung 22: Olivenbrei

Die Bestandteile der durchgekneteten Olivenpaste sind Olivenöl, Bruchstücke der Kerne, Wasser und Zellstücke des Fruchtfleisches. [KIRITSAKIS et. al., 1998]

### **Zentrifugieren und Dekantieren**

Nach dem Kneten erfolgt in modernen Ölmühlen der Schritt der Zentrifugation, wobei in einer Zentrifuge bzw. Zentrifugalabscheider (Abbildung 23) feste von flüssigen Bestandteilen getrennt werden. [SCOTTO und FORGEUR, 1996]

Im nächsten Schritt wird das Olivenöl mittels Dekanter (Abbildung 24) abzentrifugiert. [BLÄUEL und GASSER, 2005].



*Abbildung 23: Zentrifugalabscheider*



*Abbildung 24: Dekanter*

### **Abfüllen**

Das gewonnene Olivenöl (Abbildung 25) kann nun in geeignete Behältnisse abgefüllt werden (Abbildung 26) oder in großen Edelstahlfässern (Abbildung 27) gelagert werden.



*Abbildung 25: Gewonnenes Olivenöl*



*Abbildung 26: Abfüllen in geeignete Behältnisse*



*Abbildung 27: Lagerung in Edelstahlfässern*

#### 2.2.2.4. Möglichkeiten der Fetterzeugung und Weiterverarbeitung von Rohfetten

Ein kleiner Teil der natürlichen Fettsorten ist nach ihrer Gewinnung zum direkten menschlichen Verzehr geeignet. Zu dieser Gruppe zählt man vor allem Fruchtfleischfette aus direkter und erster Pressung, auch Jungfernnöle genannt, wie beispielsweise Olivenöl, und einige Saatenöle. Diese werden unter schonenden Bedingungen und nur mit hydraulischen Pressen, oder in Zentrifugiersystemen erstgepresst. [BALTES, 1975] [Verein für Konsumenteninformation, 2007]

Eine wichtige Rolle bei der Pressung bzw. generell bei der Verarbeitung eines Öls spielt vor allem die Temperatur. Von einer Kaltpressung spricht man, wenn das Öl bei der Herstellung nicht über 27°C erhitzt wird. Temperaturen darüber, vor allem über 32°C, können die sensorischen Eigenschaften des Öls negativ beeinflussen. Beispielsweise verliert es seine Fruchtigkeit und kann dünn, wässrig und unangenehm schmecken.

[MÄRZ, et. al., 2003]

Fette, welche nicht direkt verzehrsfähig sind, sind vor allem die meisten gepressten oder extrahierten Saatenöle, wie beispielsweise Palmöl oder Kokosöl. Diese Öle müssen modifiziert bzw. weiterverarbeitet werden, um unerwünschte und schädliche Inhaltstoffe zu entfernen. [BALTES, 1975]

Beim oben erwähnten Vorgang der Extraktion wird das Pflanzenmaterial zunächst zwischen heißen Walzen gemaischt. Anschließend wird die Extraktion im Gegenstromprinzip unter Verwendung eines Extraktionsmittels durchgeführt und

danach das Lösungsmittel vom Rohfett durch Destillation getrennt. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

Die möglichen Schritte der Weiterverarbeitung der oben erwähnten, nicht direkt verzehrsfähigen Fette und Öle können beispielsweise Raffination, Umesterung und Fetthärtung sein, welche im Folgenden kurz erläutert werden. [BALTES, 1975]

### **Raffination**

Die Fettraffination dient zum Entfernen unerwünschter Fettbegleitstoffe, welche bei der Fettgewinnung, hierbei vor allem bei hohen Temperaturen und Extraktions- und Schmelzverfahren, oder bei der Lagerung entstehen. Folgende Schritte werden bei der Raffination des Fettes durchlaufen: Abtrennung von Phospholipiden, Entfernung von Schleimstoffen (Behandlung mit verdünnter Phosphorsäure oder Schwefelsäure), Entfernung von freien Fettsäuren (Wasserdampfdestillation oder Behandlung mit Natronlauge), Bleichen des Fettes (Zugabe von Adsorptionsmitteln) und Dämpfung bzw. Desodorierung, welche zur Entfernung von unerwünschten Aromastoffen dient. Natürliche Antioxidantien, wie beispielsweise Tocopherole, gehen beim Vorgang der Raffination großteils verloren. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

### **Umesterung**

Hierbei kann das Fettsäuremuster von Fetten verschoben werden. Die Reaktion wird durch Basen, Säuren und Lewissäuren katalysiert. In vielen Ländern ist der Vorgang der Umesterung von Speisefetten jedoch verboten und spielt bei der Erzeugung von Biodiesel aus Ölsaaten (vor allem Raps) eine größere Rolle. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

### **Fetthärtung**

Das Ziel der Fetthärtung bzw. Fetthydrierung ist es, den Schmelzpunkt von Fetten zu erhöhen. Dies geschieht durch Verminderung der Anzahl an ungesättigten Fettsäuren, indem Wasserstoff an die Doppelbindungen angelagert wird. In der Vergangenheit war die Fetthärtung unter anderem bei der Herstellung von Margarine und Back-, Brat-, und Frittierfetten von Bedeutung. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

#### 2.2.2.5. Qualitätsstufen von Olivenöl

Der IOOC (= International Olive Council) hat im Jahr 2008 die im Folgenden beschriebenen Definitionen für Olivenöl-Qualitätsstufen publiziert. Da die Europäische Union ein Mitglied des IOOC ist, sind dessen Bestimmungen für die Mitgliedsstaaten der EU bindend.

Generell ist Olivenöl jenes Öl, welches ausschließlich von der Frucht des Olivenbaums (*Olea europaea*) gewonnen wird. Ausgeschlossen werden hier Öle, welche unter Verwendung von Lösungsmittel, dem Wiederveresterungsprozess, oder durch Mischung mit andersartigen Ölen hergestellt werden. Olivenöl wird in Übereinstimmung mit folgenden Bezeichnungen und Definitionen vermarktet:

##### **Natives Olivenöl**

Native Olivenöle sind Öle, welche ausschließlich mit mechanischen oder physikalischen Hilfsmitteln von der Frucht des Olivenbaums gewonnen werden. Die Bedingungen bei der Gewinnung, vor allem thermische Einflüsse, dürfen nicht zu Veränderungen im Öl führen. Weiters dürfen bei der Ölherstellung keine anderen Prozesse durchlaufen werden als Waschen, Dekantieren, Zentrifugieren und Filtrieren.

Folgende native Olivenöle sind für den Konsum geeignet:

- **Natives Olivenöl extra** ist natives Olivenöl, dessen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), nicht mehr als 0,8 Gramm pro 100 Gramm beträgt und welches auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie erfüllt. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)
- **Natives Olivenöl** ist natives Olivenöl, dessen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), nicht mehr als 2 Gramm pro 100 Gramm beträgt und welches auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie erfüllt. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)
- **Gewöhnliches natives Olivenöl** ist natives Olivenöl, dessen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), nicht mehr als 3,3 Gramm pro 100 Gramm beträgt und welches auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie erfüllt. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)

Native Olivenöle, welche nicht für den Konsum geeignet sind, werden als **Lampantöl** bezeichnet. Der Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure) beträgt bei Lampantöl mehr als 3,3 Gramm pro 100 Gramm und/oder die organoleptischen oder anderen Charakteristika für diese Kategorie werden erfüllt. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.) Lampantöl ist für den technischen Gebrauch oder Raffination vorgesehen.

### **Raffiniertes Olivenöl**

Raffiniertes Olivenöl ist Olivenöl, welches mit Hilfe von Raffinationsmethoden aus nativem Olivenöl gewonnen wird. Die angewandten Raffinationsmethoden dürfen jedoch nicht zu Veränderungen in der ursprünglichen Glycerid-Struktur führen. Raffiniertes Olivenöl weist einen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), von nicht mehr als 0,3 Gramm pro 100 Gramm auf und es erfüllt auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)

### **Olivenöl**

Olivenöl ist Öl, welches aus einem Gemisch von raffiniertem Olivenöl und nativem Olivenölen besteht und daher auch für den Konsum geeignet ist. Olivenöl weist einen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), von nicht mehr als 1 Gramm pro 100 Gramm auf und es erfüllt auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)

### **Oliventresteröl**

Oliventresteröl ist das Öl, welches aus der Behandlung des Oliventresters mit Lösungsmitteln oder physikalischen Behandlungen entsteht. Ausgenommen sind hier Öle, welche durch den Wiederveresterungsprozess und durch Mischung von Ölen mit andersartigen Ölen entstehen. Oliventresteröl wird in Übereinstimmung mit folgenden Bezeichnungen und Definitionen vermarktet:

- **Einfaches Oliventresteröl** ist Oliventresteröl, welches die festgelegten Charakteristika für diese Kategorie erfüllt. Es ist für den technischen Gebrauch und für die Raffination bzw. in deren Folge auch für den Konsum bestimmt.

- **Raffiniertes Oliventresteröl** ist jenes Öl, welches von einfachem Oliventresteröl, mit Hilfe von Raffinationsmethoden, gewonnen wird. Diese Methoden dürfen jedoch nicht zu Veränderungen in der ursprünglichen Glycerid-Struktur führen. Raffiniertes Oliventresteröl weist einen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), von nicht mehr als 0,3 Gramm pro 100 Gramm auf und es erfüllt auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.)
- **Oliventresteröl** ist Öl, welches aus einem Gemisch von raffiniertem Oliventresteröl und nativen Olivenölen besteht und daher auch für den Konsum geeignet ist. Oliventresteröl weist einen Gehalt an freien Fettsäuren (berechnet als Ölsäure), von nicht mehr als 1 Gramm pro 100 Gramm auf und es erfüllt auch die anderen festgelegten Charakteristika für diese Kategorie. (siehe Punkt 2.2.2.5.1.1.) In keinem Fall sollte dieses Gemisch als Olivenöl bezeichnet werden. [INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b]

#### **2.2.2.5.1.1. Festgelegte Charakteristika und Reinheitskriterien**

Ein Auszug der festgelegten Charakteristika bzw. Reinheitskriterien für die verschiedenen Qualitätsstufen, wird im Folgenden erläutert. Die Identitätscharakteristika sollen von Olivenölen und Oliventresterölen erfüllt werden.

#### **Gehalt an Transfettsäuren**

Die Grenzen für den Gehalt an Transfettsäuren der verschiedenen Qualitätsstufen von Olivenöl sind in Tabelle 3 dargestellt. Die Werte sind in Prozent Transfettsäuren angegeben.

|                                     | <b>Gehalt an<br/>C18:1 T [%]</b> | <b>Gehalt an<br/>C 18:2 T + C 18:3 T [%]</b> |
|-------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Genießbare native Olivenöle</b>  | $\leq 0,05$                      | $\leq 0,05$                                  |
| <b>Lampantöl</b>                    | $\leq 0,10$                      | $\leq 0,10$                                  |
| <b>Raffiniertes Olivenöl</b>        | $\leq 0,20$                      | $\leq 0,30$                                  |
| <b>Olivenöl</b>                     | $\leq 0,20$                      | $\leq 0,30$                                  |
| <b>Einfaches Oliventresteröl</b>    | $\leq 0,20$                      | $\leq 0,10$                                  |
| <b>Raffiniertes Oliventresteröl</b> | $\leq 0,40$                      | $\leq 0,35$                                  |
| <b>Oliventresteröl</b>              | $\leq 0,40$                      | $\leq 0,35$                                  |

*Tabelle 3: Grenzen für den Gehalt an Transfettsäuren [nach INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b, mod.]*

### Gesamt-Sterol-Gehalt

Die Grenzen für den Gesamt-Sterol-Gehalt bei den verschiedenen Olivenöl-Qualitätsstufen werden in Tabelle 4 dargestellt.

|                                     | <b>Gesamt-Sterol-Gehalt [mg/kg]</b> |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| <b>Native Olivenöle</b>             | $\geq 1000$                         |
| <b>Raffinierte Olivenöle</b>        | $\geq 1000$                         |
| <b>Olivenöl</b>                     | $\geq 1000$                         |
| <b>Einfaches Oliventresteröl</b>    | $\geq 2500$                         |
| <b>Raffiniertes Oliventresteröl</b> | $\geq 1800$                         |
| <b>Oliventresteröl</b>              | $\geq 1600$                         |

*Tabelle 4: Grenzen für den Gesamt-Sterol-Gehalt [nach INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b, mod.]*

**Auszug weiterer Bestimmungen**

- Nativen Olivenölen und einfachen Oliventresterölen dürfen keine Lebensmittelzusatzstoffe zugesetzt werden.
- Es ist erlaubt raffinierten Olivenölen, Olivenölen, raffinierten Oliventresterölen und Oliventresterölen alpha-Tocopherol zuzusetzen, um das im Raffinationsprozess verlorene natürliche Tocopherol damit zu ersetzen. Der Maximalwert für die Zusetzung beträgt 200 mg/kg alpha-Tocopherol im Endprodukt.
- Der erlaubte Maximalwert für Blei in Olivenöl beträgt 0,1 mg/kg. Jener für Arsen beträgt 0,1 mg/kg. [INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b]

**2.2.2.6. Lagerung und Verpackung**

Die Stabilität von Olivenöl, bzw. der Zeitraum von der Erzeugung bis zum Ranzigwerden des Öls, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Eine entscheidende Rolle spielen die intrinsischen Faktoren, wie der Gehalt an Fettsäuren und an natürlichen Antioxidantien, wie Tocopherolen oder Polyphenolen. Aber auch verschiedene Umweltfaktoren beeinflussen die Stabilität, wie beispielsweise Temperatur, Licht, Luftexposition und die Beschaffenheit und das Material des Behältnisses, in dem das Öl gelagert wird. [CAÑIZARES-MACÍAS et. al., 2004]

Idealerweise sollte Olivenöl in dunklen Glasflaschen, ohne direkten Lichteinfluss und bei einer Temperatur von 10-15°C gelagert werden, um zu bewirken dass dessen Eigenschaften für einige Monate erhalten bleiben. [PSILAKIS, 2004] Olivenöl, welches kühl, dunkel und gut verschlossen gelagert wird, hält mindestens 18 Monate, bevor es beginnt ranzig zu werden. [Verein für Konsumenteninformation, 2007] Um Oxidationsvorgänge im Öl zu verlangsamen, sind von der Europäischen Union auch die Einzelhandelspackungsgrößen für Olivenöl, auf höchstens fünf Liter Fassungsvermögen begrenzt. [DE LACROIX, 2002] Weiters soll aus dem gleichen Grund das Volumen des Olivenöls im Behältnis, unter keinen Umständen geringer sein als 90 Prozent des Fassungsvermögens des Behältnisses. [INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b]

#### **2.2.2.6.1. Lipidperoxidation und Wirkung von Antioxidantien**

Unter dem Begriff Lipidperoxidation versteht man eine radikalische Kettenreaktion, die zum Verderb eines Öls bzw. Fettes führt. Wie schon erwähnt, wird sie unter anderem durch Schwermetallionen, Licht, Temperatur und Anteil an mehrfach ungesättigten Fettsäuren beeinflusst bzw. beschleunigt. Die Lipidperoxidation besteht aus verschiedenen Teilreaktionen. Die erste Phase wird als Initiationsphase bezeichnet, in welcher die Bildung von Abbauprodukten nur langsam abläuft. [EBERMANN und ELMADFA, 2008] Aus der labilen Methylengruppe einer Fettsäure wird unter chemischen oder physikalischen Einflüssen ein Wasserstoffatom abgespalten. Durch Reaktion des entstehenden freien Radikals bildet sich ein Peroxylradikal und reagiert mit einer weiteren Fettsäure zu einem Hydroperoxid, wodurch wieder ein neues Radikal entsteht. [PIETRZIK et. al., 2008] Diese Phase kann durch Hydroxylradikale, Stickoxide, Halogene und halogenierte Kohlenwasserstoffe, beschleunigt werden.

In der nächsten Phase, der so genannten exponentiellen Phase, ist die Konzentration der radikalischen Abbauprodukte bereits sehr hoch angestiegen und die Reaktionsgeschwindigkeit nimmt immer weiter zu, wodurch auch immer mehr Radikale durch Reaktion mit molekularem Sauerstoff peroxidiert werden. In weiterer Folge kommt es zur Kettenreaktion. [EBERMANN, R.; ELMADFA, 2008]

Antioxidantien können zum Abbruch (Termination) der Kettenreaktion führen. Dies wird am Beispiel von Tocopherol erklärt: Ein phenolisches Wasserstoffatom wird vom Tocopherol an das Lipidperoxylradikal abgegeben. Das Tocopherol selbst geht dabei über Zwischenreaktionen in ein weniger reaktives Tocopheryl-Chinon über und wird damit verbraucht. Je höher die Anzahl an Polyenfettsäuren, umso höher ist daher auch der Bedarf an Tocopherol. [PIETRZIK et. al., 2008]

#### **2.2.3. Sensorische Eigenschaften von Olivenöl**

Die sensorischen Eigenschaften von Olivenöl sind von sehr vielen Faktoren abhängig, wie Sorte, Klima, Bodenbeschaffenheit, Reife der Früchte und Methode der Pressung etc. [McWILLIAMS, 1925]

Besonders entscheidend für die Qualität ist vor allem die Verarbeitung der Früchte. Negativ auf die sensorischen Eigenschaften wirken sich unter anderem folgende Faktoren aus:

- Ernte von überreifen, nicht gesunden bzw. von der Olivenfliege befallenen Oliven.
- Zu lange Lagerung der Früchte in feuchten und schlecht belüfteten Räumen.
- Schlechte Hygiene oder zu hohe Temperaturen bei der Verarbeitung der Oliven zu Öl.
- Lagerung des Öls unter ungünstigen Bedingungen, wie Wärme, Licht oder Luft bzw. in Kontakt mit schlammigen oder ölhaltigen Olivenresten, oder in schmutzigen Gefäßen. [RICCI et. al., 2008]

Zur Beurteilung der sensorischen Qualität von Olivenöl sind unterschiedliche positive und negative Attribute bekannt.

Die Europäische Union hat in einem Prüfungsbogen zur Bewertung der organoleptischen Merkmale von nativem Olivenöl, die folgenden Attribute aufgelistet: Positive Attribute sind demnach fruchtig, bitter und scharf. Hingegen werden als negativ die folgenden Attribute eingeteilt: stichig/schlammig, modrig-feucht, wein- oder essigartig/sauer-säuerlich, metallisch, ranzig, brandig oder erhitzt, heuartig-holzartig, roh, schmierölartig, fruchtwasserartig, lakig, espartograsartig, erdig, wurmstichig, feuchtes Holz und gurkenartig. [EUROPÄISCHE UNION, 2002a] Einige dieser Merkmale mit ihren Definitionen wurden teils modifiziert für die sensorische Analyse (siehe Kapitel 3.2.6.) übernommen.

In der Literatur sind auch weitere mögliche Wahrnehmungen bei Olivenöl beschrieben wie beispielsweise nach Tomate, Mandel, Apfel, Artischocke, aromatisierten Kräutern, Waldfrüchten [RICCI et. al., 2008], Zitrone, Birne, Avocado, Schokolade, Passionsfrucht, Anis [RIDGWAY, 1998], Melone, Eukalyptus, Minze, getrockneten Früchten, Nüssen [SCOTTO und FORGEUR, 1996], Butter und Banane. [MÄRZ, et. al., 2003]

Die Farbe von Olivenöl variiert von hellgelb und goldgelb über gelb-grün bis hin zu grün. [McWILLIAMS, 1925]. Das Öl sollte generell nicht zu viskos, sondern eher dünnflüssig sein. [MÄRZ, et. al., 2003] In ungefiltertem Zustand darf Olivenöl auch trüb sein. [PSILAKIS, 2004]

Olivenöl, welches aus unreifen und grünen Oliven gewonnen wird, führt zu einer grünen und frischen Note des Öles. Hingegen erinnert Öl aus reifen Früchten an ein reifes und fruchtiges Aroma. [FIEBIG, 2009]

Verschiedene Verbindungen im Olivenöl tragen zu dessen sensorischen Eigenschaften bei und beeinflussen damit seinen Geruch und Geschmack. Diese sind beispielsweise Aldehyde, wie Hexanal, Nonanal, 1-Hexanol oder 2,4-Decadienal, bzw. auch Alkohole, aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe, Ether, Ester, Ketone und Furan- und Thioterpen-Derivate. [Institut für Arterioskleroseforschung an der Universität Münster] Weiters üben auch phenolische Substanzen einen Einfluss auf die organoleptischen Merkmale aus. [CAPONIO et. al., 2000] Beispielsweise tragen Secoiridoid-Moleküle (siehe auch Kapitel 2.2.4.3.) zur Schärfe und Bitterkeit eines Olivenöls bei. [BENDINI et. al., 2007]

#### **2.2.4. Inhaltsstoffe und Fettsäurezusammensetzung von Olivenöl**

Olivenöl ist wie schon erwähnt ein Fruchtfleischfett. Das Fruchtfleisch der Olive enthält durchschnittlich 80% Wasser, 13% Fett, 3% Asche, 2% Kohlenhydrate, 2% Ballaststoffe und 1% Protein. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

##### **2.2.4.1. Fettsäurezusammensetzung**

Schwankungen in der Fettsäurezusammensetzung von Olivenöl können verschiedene Ursachen haben wie beispielsweise Klima, Bodenverhältnisse, Düngung etc. [BALTES, 1975] Auch der Reifegrad der Oliven kann einen Einfluss ausüben. Demnach steigt beispielsweise der Gehalt an Ölsäure mit der Reife, während der Gehalt an Palmitin- und Linolsäure sinkt. [COSSIGNANI et. al., 2001] Die durchschnittliche Zusammensetzung an Fettsäuren in nativem Olivenöl extra ist in Tabelle 5 dargestellt. Zwischen den verschiedenen Qualitätsstufen von Olivenöl (siehe auch Kapitel 2.2.2.5.) gibt es in diesem Bereich nahezu keine Unterschiede.

| <b>Fettsäure</b>         | <b>prozentueller Gehalt in nativem Olivenöl extra [%]</b> |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Ölsäure (C18:1)          | 55,0-83,0                                                 |
| Palmitinsäure (C16:0)    | 7,5-20,0                                                  |
| Linolsäure (C18:2)       | 3,5-21,0                                                  |
| Linolensäure (C18:3)     | ≤ 1,0                                                     |
| Stearinsäure (C18:0)     | 0,5-5,0                                                   |
| Palmitoleinsäure (C16:1) | 0,3-3,5                                                   |
| Arachinsäure (C20:0)     | ≤ 0,6                                                     |
| Eicosensäure (C20:1)     | ≤ 0,4                                                     |
| Heptadecansäure (C17:0)  | ≤ 0,3                                                     |
| Heptadecensäure (C17:1)  | ≤ 0,3                                                     |
| Behensäure (C22:0)       | ≤ 0,2                                                     |
| Lignocerinsäure (C24:0)  | ≤ 0,2                                                     |
| Myristinsäure (C14:0)    | ≤ 0,05                                                    |

*Tabelle 5: Fettsäurezusammensetzung von nativem Olivenöl extra [nach QUILES et. al., 2006, mod.], [nach INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL, 2008b, mod.], [nach FIEBIG, 2009, mod.]*

#### 2.2.4.2. Tocopherole

Tocopherole sind gelblich-rötliche Substanzen mit Vitamin-E-Charakter, welche in Fetten und Ölen löslich, aber in Wasser unlöslich sind. [EISENBRAND et. al., 2006] Ihre chemische Struktur besteht aus einem Chromanring mit einer Seitenkette aus 3-Isopren-Molekülen. (Abbildung 28) In pflanzlichen Lebensmitteln kommen acht verschiedene Vitamin E-Verbindungen vor, welche sich aufgrund der Anzahl und Stellung ihrer Methylgruppen am Chromanring unterscheiden. Jene mit gesättigter Seitenkette sind  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und  $\delta$ -Tocopherol, jene mit ungesättigter Seitenkette sind  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - und  $\delta$ -Tocotrienol. (Abbildungen 28 und 29) [PIETRZIK et. al., 2008] Tocopherole zeichnen sich besonders durch ihre oxidationshemmende Eigenschaft aus, wobei die antioxidative Wirksamkeit in vitro von  $\alpha$ - zum  $\delta$ -Tocopherol ansteigt, im Gegensatz zur Vitamin-E-Aktivität. [EISENBRAND et. al., 2006]

Olivenöl enthält hauptsächlich alpha-Tocopherol, welches das wichtigste natürliche Antioxidans in Olivenöl darstellt. Für den Gehalt an alpha-Tocopherol in Olivenöl sind in der Literatur unterschiedliche Werte angegeben. Diese befinden sich jedoch meist im Bereich von 5 mg pro 100 g Öl [KRIST et. al., 2008] bis 18 mg pro 100 g Öl [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

Gamma-Tocopherol ist im Gegensatz zu alpha-Tocopherol in wesentlich geringeren Mengen in Olivenöl enthalten. Die Werte reichen hier von 0,4 mg bis 3 mg pro 100 g Lebensmittel. [KRIST et. al., 2008]

Beta- und delta-Tocopherol sind in Olivenöl nicht nachweisbar bzw. es existieren keine eindeutigen literarischen Daten.

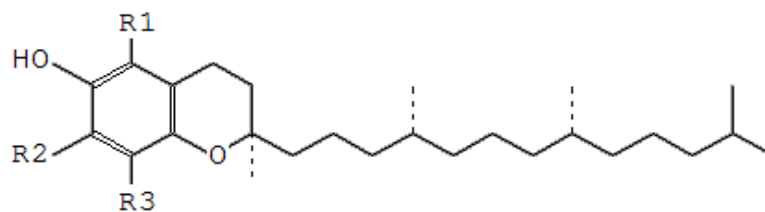


Abbildung 28: Struktur von Tocopherolen [nach EISENBRAND et. al., 2006, mod.]

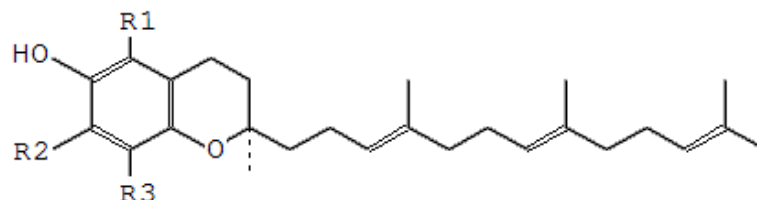


Abbildung 29: Struktur von Tocotrienolen [nach EISENBRAND et. al., 2006, mod.]

#### 2.2.4.3. Pigmente

Die beiden Hauptklassen von Pigmenten in Olivenöl sind Chlorophylle und Carotinoide (vor allem  $\beta$ -Carotin). [CERRETANI et. al., 2008] Diese tragen nicht nur zur Farbgebung des Öls bei, sondern üben auch einen Einfluss auf die Stabilität gegen Oxidationsvorgänge aus. [GALLARDO-GUERRERO et. al., 2005] Chlorophylle sind grüne Blattfarbstoffe, Carotinoide weisen eine Farbausprägung von gelb bis rot auf.

[FRICKER, 1984] Carotinoide bestehen meist aus acht Isopreneinheiten und werden von Pflanzen synthetisiert. Ihre biologische Aktivität ist von der Anwesenheit von  $\beta$ -Iononringen abhängig.  $\beta$ -Carotin enthält in seiner chemischen Struktur zwei  $\beta$ -Iononringe. Einige der Carotinoide können im Organismus in Vitamin A umgewandelt werden. [ELMADFA und LEITZMANN, 2004]

#### 2.2.4.4. Squalen

Squalen ist ein Kohlenwasserstoff und Triterpen, welches als Zwischenprodukt in der Steroidsynthese entsteht. [EBERMANN und ELMADFA, 2008] Früher wurde es zur Reinheitsbestimmung von Olivenöl, als so genannte „Squalen-Zahl“ eingesetzt. [BALTES, 2000] Olivenöl enthält etwa 140-700 mg/100g Squalen. [EBERMANN und ELMADFA, 2008]

#### 2.2.4.5. Weitere Inhaltsstoffe

Weitere, außer den bereits erwähnten Inhaltsstoffen von Olivenöl sind: Phenolsäuren, Phenyl-Ethyl-Alkohole, Flavonoide, Secoiridoide [BENDINI et. al. 2007], Sterole (Cholesterol, Brassicasterol, Campesterol, Stigmasterol, beta-Sitosterol,  $\Delta$ 5-Avenasterol,  $\Delta$ 7-Stigmasterol), Phytosterine, Vitamin A, Vitamin K, Lecithin, Flavonoide, Eisen, Kupfer und Blei. [KRIST et. al., 2008]

### **2.3. Subventionen der Europäischen Union für die Olivenölproduktion in Griechenland**

Wie schon erwähnt ist die Olivenproduktion im Mittelmeerraum von großer Bedeutung, vor allem als Haupteinkommensquelle und wichtigste Wirtschaftstätigkeit in vielen Erzeugerregionen. Etwa ein Drittel aller Landwirte der Europäischen Gemeinschaft arbeiten im Olivensektor. Davon entfallen 1 160 000 Personen auf Italien, 840 000 auf Griechenland, 380 000 auf Spanien und 130 000 auf Portugal. In Frankreich gibt es wesentlich weniger Olivenölproduzenten.

Aufgrund der großen Bedeutung des Olivensektors, ist es ein Hauptziel der Europäischen Union, diese Weltmarktposition zu halten. Dies soll vor allem durch Förderungen dieses Erzeugnisses erreicht werden, wovon Olivenbauern, Verarbeitungsindustrie, Handel und Verbraucher, vor allem auch in Bezug auf Olivenölqualität, profitieren. Aus diesem Grund werden jährlich über 2,3 Milliarden Euro für die gemeinsame Marktpolitik im Olivenölsektor, im Haushaltsplan der EU veranschlagt. [DE LACROIX, 2002]

#### **2.3.1. Bedingungen für das Erhalten von Subventionen und Höhe der Subventionen**

Seit der Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union in den Jahren 2003 und 2004, sind die Beihilfen von der Olivenölerzeugung entkoppelt. Das bedeutet, dass den Produzenten auch unabhängig von ihrer Erzeugung Beihilfe gewährt wird. [EUROPÄISCHE UNION, 2003]

Aus diesem Grund sind Beihilfen in den folgenden beiden Formen möglich:

- Betriebsprämie
- Beihilfe für Olivenhaine

Auf diese beiden Arten der Subventionen wird im Folgenden genauer eingegangen.

#### **Betriebsprämie**

Die Betriebsprämien sind für jeden Mitgliedsstaat der Europäischen Union auf einen Höchstbeitrag begrenzt und werden den Betriebsinhabern, wie schon erwähnt,

unabhängig von ihrer Erzeugung gewährt. Die Gesamthöchstbeträge der Betriebsprämien für Griechenland für die Jahre 2006 bis 2010 sind in Tabelle 6 aufgelistet.

| <b>Jahr</b> | <b>Höhe der Betriebsprämie</b><br>(in Millionen Euro) |
|-------------|-------------------------------------------------------|
| 2006        | 2 144                                                 |
| 2007        | 2 171                                                 |
| 2008        | 2 365                                                 |
| 2009        | 2 368                                                 |
| 2010        | 2 178                                                 |

*Tabelle 6: Gesamthöhe der Betriebsprämien für Griechenland für die Jahre 2006-2010.*  
[EUROPÄISCHE UNION, 2003]

Die Betriebsprämie wird nur jenen Betriebsinhabern gewährt, deren Anbaufläche größer ist als 0,3 Oliven-GIS-ha (Erklärung von „Oliven-GIS-ha“ siehe unten). Der Betrag für diese Beihilfe wird folgendermaßen berechnet: Die Anzahl, der in einem Wirtschaftsjahr erzeugten Tonnen Olivenöl bzw. Oliven, wird mit dem entsprechenden Einheitsbeitrag der Beihilfe (siehe unten) für dieses Wirtschaftsjahr (in Euro/Tonne Erzeugnis) und weiters mit dem Koeffizienten 0,6 multipliziert. [EUROPÄISCHE UNION, 2004a]

Die Einheitsbeiträge, die zur Berechnung der Betriebsprämie angewandt werden, betrugen beispielsweise für das Wirtschaftsjahr 2002/03 118,35 Euro/100 kg für Griechenland, 103,43 Euro/100 kg für Spanien, 130,40 Euro/100 kg für Frankreich, 102,85 Euro/100 kg für Italien und 130,40 Euro/100 kg für Portugal.

Weiters belief sich anhand dieses Beispiels, die beihilfefähige anerkannte Erzeugungsmenge von Olivenöl bzw. Tafeloliven im Wirtschaftsjahr 2002/03 auf 473.820 Tonnen für Griechenland, 960.716 Tonnen für Spanien, 3.344 Tonnen für Frankreich, 686.342 Tonnen für Italien und 28.771 Tonnen für Portugal. [EUROPÄISCHE UNION, 2004d]

**Beihilfe für Olivenhaine**

Die zweite Form der Förderung - die Beihilfe für Olivenhaine - wird pro so genanntem Oliven-GIS-ha gewährt. Darunter versteht man die Flächeneinheit des Geographischen Informationssystems (GIS). Dieses Identifizierungssystem für landwirtschaftliche Parzellen besteht aus Datenbanken für die betreffenden Ölbäume und Flächen. Das System ist auf Katasterpläne und –unterlagen gestützt und es werden Luft- und Satellitenbilder für die Erfassung verwendet. [EUROPÄISCHE UNION, 2004d]

Die Olivenhaingebiete sind in fünf Kategorien unterteilt, welche ökologische, soziale, landwirtschaftliche und traditionelle Aspekte, sowie die Erhaltung der Olivenhaine in Randgebieten berücksichtigen. Für jede dieser Kategorien wird die Beihilfe pro Oliven-GIS-ha berechnet und der Betrag darf des Weiteren höchstens den Erhaltungskosten abzüglich der Erntekosten entsprechen bzw. muss mindestens 50 Euro pro Antrag betragen. Aus diesen Gründen muss der Olivenhain zur Gewährung dieser Beihilfe im GIS erfasst sein und den Merkmalen der Olivenhainkategorie entsprechen, in welcher die Beihilfe beantragt wird. Die Anzahl der Ölbäume des Olivenhains darf zusätzlich auch nicht mehr als 10 Prozent von jener Anzahl abweichen, welche am 1. Jänner 2005 im geographischen Informationssystem erfasst wurde.

Der jährliche und gesamte Beihilfehöchstbetrag für Griechenland beträgt bei dieser Subventionsform 208,14 Millionen Euro. [EUROPÄISCHE UNION, 2004a]

**Einzuhaltende Verpflichtungen bzw. Auflagen bei Erhalt von Beihilfen**

Bei Erhalt von Subventionen hat der Betriebsinhaber verschiedene Auflagen zu erfüllen. Beispielsweise müssen die Böden und Haine in einem guten landwirtschaftlichen Zustand erhalten werden. Weiters sind genaue Vorschriften in Bezug auf die Gesundheit von Mensch, Tier und Pflanzen, sowie Umwelt- und Tierschutzauflagen einzuhalten. Nichteinhalten der Auflagen kann zu einer Kürzung der Förderungen bzw. in schwerwiegenden Fällen zu einem Ausschluss von der Beihilfe führen. [EUROPÄISCHE UNION, 2003]

### **2.3.2. Bedeutung für die griechischen Olivenölproduzenten**

Im Rahmen dieses Teiles der Diplomarbeit wurden elf griechische Ölproduzenten aus dem Südwesten der Halbinsel Peloponnes zu ihren Erfahrungen und Einstellungen bezüglich Subventionen für die Olivenölproduktion befragt.

#### **2.3.2.1. Ergebnisse und Erkenntnisse aus Befragungen der Produzenten**

Die Antworten auf folgende grundlegende Fragen zum Erhalt der Förderungen deckten sich mit denen dafür im Kapitel 2.3.1. beschriebenen Bedingungen und werden hier nicht genauer erläutert:

- *Erhalten alle Olivenölproduzenten eine Förderung der Europäischen Union oder nur vereinzelte - beispielsweise Großgrundbesitzer?*
- *Müssen strenge Auflagen für den Erhalt der Subventionen erfüllt werden?*
- *Welche Auflagen beispielsweise?*
- *Auf welche Geldsummen belaufen sich die Förderungen?*
- *Was wird genau gefördert? (Ölmenge, Anzahl der Olivenbäume, Betrieb, ...?)*

Zusätzlich wurden den Olivenölproduzenten folgende Fragen gestellt – die Antworten darauf werden weiter unten erläutert:

- *Ist es schwierig, Auflagen zu erfüllen, um die Subventionen zu erhalten?*
- *Werden beim Erhalt einer Förderung von der EU strenge Kontrollen durchgeführt, ob die Auflagen bzw. Voraussetzungen eingehalten werden, bzw. sind diese angekündigt oder stichprobenartig?*
- *Werden auch Manipulationen durchgeführt, um Förderungen zu erhalten?*
- *Kann man die Förderung als Lebensunterhalt ansehen oder kann man damit wirklich nur beispielsweise die Erntekosten abdecken?*
- *Mit welcher Meinung stehen Olivenölproduzenten generell den EU-Förderungen gegenüber? – Werden die Innovationen die durch die Fördergelder entstehen auch teilweise abgelehnt?*
- *Sind die Förderungen von größerer Bedeutung für Produzenten mit höherer oder niedrigerer Produktionsrate?*
- *Achten Olivenölproduzenten besonders auf die Qualität des Produktes wenn es gefördert wird?*

● *Wäre das Ölgeschäft bzw. die Erzeugung eines hochwertigen Produktes auch ohne Förderungen möglich?*

Im Allgemeinen kann man nach den Befragungen der griechischen Olivenölproduzenten sagen, dass die Produktion von Olivenöl nicht nur eine Haupteinkommensquelle darstellt, sondern auch ein Lebensgefühl repräsentiert.

Das Einhalten der Auflagen, um Förderungen zu erhalten, wie beispielsweise Pflege der Böden, sowie des Olivenhains etc., sind laut den befragten Produzenten im Allgemeinen Aufgaben, welche sie auch ohne Verpflichtung ausführen würden. Demnach wird es als nicht schwierig empfunden, diesen Bestimmungen Folge zu leisten. Kontrollen der Erfüllung dieser Auflagen werden meist angekündigt durchgeführt. Streng kontrolliert wird weiters die Anzahl der Olivenbäume eines Olivenhains, von der auch die Höhe der Beihilfe abhängig ist. Wie schon erwähnt darf die Zahl der Bäume eines Hains nicht mehr als 10 Prozent von jener Anzahl abweichen, welche am 1. Jänner 2005 im geographischen Informationssystem erfasst wurde. Dies soll Betrug und Manipulationen, mit dem Ziel mehr Förderung zu erhalten, verhindern. In vergangenen Jahren wurde in diesem Zusammenhang von der Platzierung unechter Olivenbäume im Olivenhain gesprochen. Zur Kontrolle dieser Bedingung werden im Auftrag der Europäischen Union von den Olivenhainen regelmäßig Flugaufnahmen erstellt, worauf die Anzahl der Bäume einfach zu erkennen ist.

Laut den interviewten Olivenölproduzenten werden neben der Betriebsprämie und der Beihilfe für Olivenhaine unter anderem auch ein Auto, Düngemittel und Gerätschaften gefördert. Dies stellt einen wichtigen Aspekt der Förderungen dar, jedoch bestätigten die Interview-Partner auch, dass die Subventionen als alleiniger Lebensunterhalt nicht ausreichen würden.

Mit Hilfe von Fördergeldern der EU können unter anderem moderne Mühlen- und Pressanlagen angeschafft werden. Vor einigen Jahren standen die griechischen Ölproduzenten diesen Innovationen aufgrund der Förderungen noch eher skeptisch gegenüber, da sie damals noch stärker als heute an alten Traditionen festhalten wollten. Dies wirkte sich schließlich dadurch aus, dass neu errichtete Produktionshallen nicht verwendet bzw. teilweise abgerissen wurden. Diese Meinung hat sich im Laufe der Jahre aber dazu gewandelt, dass sowohl Produzenten mit niedrigen als auch hohen

Produktionsraten auf den Erhalt der Förderungen hoffen und teilweise auch angewiesen sind, da sie die Produktionskosten ansonsten in vielen Fällen selbst nicht bezahlen könnten.

Generell ging aus den Gesprächen mit den griechischen Olivenölproduzenten hervor, dass sie nicht nur aufgrund der Förderungen auf eine gute Qualität des Olivenöls achten, sondern vor allem aufgrund dessen, da dieses Produkt einen Teil ihrer Kultur darstellt – vergleichbar mit Weinbau in Österreich. Dies bedeutet, dass es den Produzenten jedenfalls möglich wäre, auch ohne Subventionen ein hochwertiges Olivenöl zu erzeugen, jedoch wäre deren finanzielle Belastung sehr hoch. Bemerken muss man jedenfalls auch, dass durch neuartige und moderne Produktionsanlagen beispielsweise die Betriebstemperatur bei der Produktion von Olivenöl genau eingehalten und kontrolliert werden kann, was entscheidend ist bei der Herstellung von kalt gepressten Ölen. Schlussendlich kann man feststellen, dass die Subventionen der Europäischen Union jedenfalls von großer Bedeutung für die griechischen Olivenölproduzenten sind.

### **3. Material und Methoden**

#### **3.1. Olivenölproben**

Es wurden insgesamt zwölf Proben kalt gepresstes, extra natives Olivenöl für die Analysen herangezogen. Jeweils vier Ölproben, wurden an einem der folgenden drei verschiedenen Erntezeitpunkte hergestellt. Die drei Erntezeitpunkte bzw. Zeitspannen entsprachen jeweils den folgenden Monaten:

- Erntezeitpunkt 1: November 2008
- Erntezeitpunkt 2: Dezember 2008
- Erntezeitpunkt 3: Jänner 2009

Mit dieser Probenaufteilung auf die Erntesaison 2008/2009, sollten die Olivenölproben folgendermaßen unterteilt werden:

- Olivenöl hergestellt aus eher noch grünen und unreifen Früchten  
(November 2008) → Proben 1 bis 4
- Olivenöl hergestellt aus reiferen bis reifen Früchten  
(Dezember 2008) → Proben 5 bis 8
- Olivenöl hergestellt aus reifen bis überreifen Früchten  
(Jänner 2009) → Proben 9 bis 12

Die Olivenölproben stammten aus dem Südwesten der Halbinsel Peloponnes in Griechenland, genauer aus dem Bezirk Messinia. Die Ölproben wurden von unterschiedlichen Olivenölproduzenten, bzw. aus Oliven verschiedener Olivenhaine hergestellt und weiters auch in unterschiedlichen Mühlenanlagen gepresst, wobei es jedoch aufgrund der Aussagen der Erzeuger, immer um kalt gepresstes Olivenöl handelte. In Tabelle 7 sind Informationen über die einzelnen Proben ersichtlich.

| Probennummer | Erntezeitpunkt | Erzeuger bzw. Kennzeichnung | Ort der Erzeugung bzw. Pressung |
|--------------|----------------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1            | November 2008  | Nontas                      | Finikounda                      |
| 2            |                | Nikos                       | Kamaria                         |
| 3            |                | Kostas                      | Kamaria                         |
| 4            |                | Jannis                      | Finikounda                      |
| 5            | Dezember 2008  | Walter                      | Evangelismos                    |
| 6            |                | Helmut                      | Evangelismos                    |
| 7            |                | Tsichla                     | Xarakopeio                      |
| 8            |                | Falanthi                    | Xarakopeio                      |
| 9            | Jänner 2009    | Wunaria                     | Xarakopeio                      |
| 10           |                | Falanthi                    | Xarakopeio                      |
| 11           |                | Jannis                      | Finikounda                      |
| 12           |                | Michalis                    | Kamaria                         |

Tabelle 7: Informationen über die Olivenölproben

### 3.2. Analysenmethoden

#### 3.2.1. Lagerversuch unter Analyse von Peroxidzahl, konjugierten Dienen, Säurezahl und alpha-Tocopherol

Nach der Ausgangsbestimmung der Parameter Peroxidzahl, konjugierte Diene, Säurezahl und alpha-Tocopherol, wurden jeweils zweimal 50 Gramm Olivenöl der einzelnen Proben für den Lagerversuch in saubere und trockene Braunglasfläschchen transferiert. Die Fläschchen wurden anschließend luftdicht verschlossen und danach im Inkubator bei völliger Dunkelheit und einer Temperatur von 40°C, für eine Dauer von 11 Wochen gelagert. Als Parameter der Lipidperoxidation wurden wöchentlich Peroxidzahl und konjugierte Diene bestimmt. Zusätzlich wurden wöchentlich alpha-Tocopherol und Säurezahl gemessen. Alle Analysen wurden in Doppelbestimmung durchgeführt, wobei für die erste Bestimmung das erste Braunglasfläschchen und für die zweite Bestimmung das zweite der beiden Braunglasfläschchen mit der Probe verwendet wurde. Die Methoden der verschiedenen Parameter werden im Folgenden erläutert.

### 3.2.2. **Peroxidzahl (POZ)**

(nach der Methode von Wheeler - nach der Einheitsmethode der DGF 1998)

#### 3.2.2.1. **Anwendungsbereich**

- pflanzliche und tierische Fette
- fetthaltige Lebensmittel (nach Isolierung des Fettanteils)
- Fettsäuren [MATISSEK und STEINER, 2006]

#### 3.2.2.2. **Grundlagen**

Die Peroxidzahl gilt als Maß für peroxidisch gebundenen Sauerstoff in Fetten. Es entstehen insbesondere Hydroperoxide als primäre Oxidationsprodukte, neben geringen Mengen anderer Peroxide infolge von Oxidationsvorgängen, wie Autooxidation. Daher gibt die Peroxidzahl Hinweise auf den Oxidationsgrad der Probe und ermöglicht eine Einschätzung, inwieweit das vorliegende Fett verdorben ist (siehe auch Kapitel 2.2.2.6.1). [MATISSEK und STEINER, 2006]

Beispiele für Peroxidzahlen nicht oxidierten Fette:

|                            |          |
|----------------------------|----------|
| Olivenöl                   | POZ < 15 |
| Schweineschmalz            | POZ < 4  |
| alle anderen Fette und Öle | POZ < 10 |

Oxidierte Fette weisen eine Peroxidzahl von > 10 auf.

#### 3.2.2.3. **Definition**

Die Peroxidzahl bezeichnet die erfassbare Menge an aktivem Sauerstoff, die in 1 kg Probe enthalten ist. Sie wird in 1/8 mmol/kg angegeben. [MATISSEK und STEINER, 2006]

### 3.2.2.4. Prinzip der Methode

Die Probe wird in einem Gemisch aus Chloroform und Eisessig gelöst und mit 0,5 mL einer gesättigten Kaliumjodid-Lösung versetzt. Anschließend wird die durch die Reaktion mit den Peroxidgruppen freigesetzte Jodmenge durch Titration mit Natriumthiosulfat-Lösung bestimmt. [MATISSEK und STEINER, 2006]

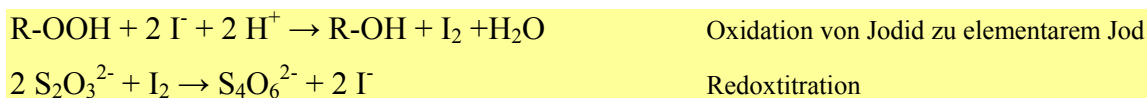


Abbildung 30: Reaktionsgleichungen – Bestimmung der Peroxidzahl [nach MATISSEK und STEINER, 2006, mod.]

### 3.2.2.5. Geräte und Materialien

- Erlenmeyerkolben mit Schliff NS 29: 250 mL
- Messzylinder: 100 mL
- Messpipette (Kolbenhubpipette): 0,5 mL
- Bürette: 50 mL
- Pasteurpipetten
- Bechergläser 20 mL
- Kochplatte: Heidolph, MR 3001K, Magnetrührer
- Stoppuhr

### 3.2.2.6. Chemikalien

- Chloroform: Riedel de Haen, Nr. 33211
- Essigsäure (Konzentration: 99,8%): Fluka Analytical, Nr. 45731
- Kaliumjodid (reinst): Fluka, Nr. 60400
- Natriumthiosulfat: Sigma, Nr. S-1648
- Stärke (löslich), analytical: Riedel de Haen, Nr. 33615

**Folgende Lösungen werden für die Analyse hergestellt:**

- Lösungsmittelgemisch: Essigsäure und Chloroform werden im Verhältnis 3:2 gemischt.
- Kaliumjodid-Lösung: es werden 10g Kaliumjodid auf 6g Wasser gegeben, wobei eine gesättigte Lösung entsteht.
- Natriumthiosulfat-Maßlösung (mit einer Konzentration von 0,01 mol/L): Das Molekulargewicht von Natriumthiosulfat beträgt 158,11g/mol. – Daher benötigt man für die Herstellung der oben angegebenen Konzentration 1,58g Natriumthiosulfat für einen Liter Lösung mit destilliertem Wasser.
- Stärkelösung: 2g Stärke werden in etwa 200 mL destilliertem Wasser, unter Anwendung der Kochplatte mit Magnetrührer, gelöst.

**3.2.2.7. Durchführung**

Etwa 1 g der Ölprobe wird in den Erlenmeyerkolben eingewogen und in 30 mL des Lösungsmittelgemisches (entspricht 18 mL Essigsäure und 12 mL Chloroform), unter Schwenken gelöst. Anschließend werden mittels Kolbenhubpipette 0,5 mL Kaliumjodid-Lösung hinzu gegeben. Unmittelbar nach der Zugabe der Kaliumjodid-Lösung, wird der Kolben mittels Schliffstopfen verschlossen und 60 Sekunden lang kräftig geschüttelt. Zur genauen Einhaltung der Zeit wird eine Stoppuhr verwendet.

Sofort nach Ablauf der Zeit wird die Lösung mit 30 mL destilliertem Wasser vermischt. Weiters fügt man einige Tropfen Stärkelösung hinzu, wobei eine Blau- bzw. Violett-färbung entsteht. Das ausgeschiedene Jod wird schließlich mit 0,01 M Natriumthiosulfatlösung titriert, bis ein Farbumschlag von Blau/Violett ins Farblose erfolgt. Der Versuch wird in Doppelbestimmung durchgeführt.

### 3.2.2.8. Auswertungsprinzip bzw. Formel

Die Peroxidzahl (POZ) wird mittels folgender Gleichung berechnet:

$$\text{POZ} = \frac{\mathbf{a * N}}{\mathbf{EW}} * \mathbf{1000}$$

a..... Verbrauch an Natriumthiosulfat-Lösung in mL

N..... Molarität der verwendeten Natriumthiosulfat-Maßlösung in mol/L  
(entspricht 0,01)

EW ..... Fetteinwaage in g

[DGF, 1998], [MATISSEK und STEINER, 2006]

### **3.2.3. Konjugierte Diene (KD)**

#### **3.2.3.1. Anwendungsbereich**

- Fette und Öle [MATISSEK und STEINER, 2006]

#### **3.2.3.2. Grundlagen**

Der Gehalt konjugierter Diene (KD) kann als Messmethode zur Abschätzung der Oxidation in einem speziellen Öl, mit bekannter Fettsäurezusammensetzung dienen. [WHITE, 1995]

#### **3.2.3.3. Prinzip der Methode**

Einer der ersten Schritte in der Oxidation von mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA = englisch: „polyunsaturated fatty acids“), stellt die Umlagerung der Position der Doppelbindungen dar. Dabei wird ein Wasserstoffatom, von jener Methylgruppe zwischen zwei Doppelbindungen in der ursprünglichen 1,4-Pentadienstruktur, abgespalten. Dadurch entsteht ein Pentadienylradikal als Zwischenprodukt, welches zu einem, von zwei möglichen, konjugierten Dienen umgelagert werden kann. Diese Komponenten sind nun in der Lage, mit molekularem Sauerstoff zu reagieren, wodurch in nächster Folge konjugierte Hydroperoxide entstehen.

Die entstandene konjugierte Struktur ist durch eine besonders starke Absorption bei einer Wellenlänge von 234 nm gekennzeichnet, wodurch sie spektrophotometrisch quantitativ bestimmt werden kann. Der Gehalt konjugierter Diene wird als Prozentsatz von konjugierten Diensäuren im Öl angegeben. Je größer die Menge an mehrfach ungesättigten Fettsäuren im Öl ist, umso höher kann die Anzahl konjugierter Diene ansteigen. [WHITE, 1995]

#### 3.2.3.4. Geräte und Materialien

- Photometer: UV/VIS Spectrometer Lambda 2, Perkin Elmer
- Quarzküvette
- Messkolben, 10 mL
- Vortex: Heidolph Reax top
- Bechergläser, diverse Größen
- Kolbenhubpipette
- Analysenwaage
- Pasteurpipetten

#### 3.2.3.5. Chemikalien

- Isooktan Spektranal: Uvasol/Merck, Nr. 1.04718.2500

#### 3.2.3.6. Durchführung

10 mg der Probe werden in einen 10 mL-Messkolben genau eingewogen und anschließend wird der Kolben mit Isooktan Spektranal bis zur 10 mL-Markierung aufgefüllt und mittels Vortex gut geschüttelt. Dadurch entsteht eine Konzentration der Probe in Isooktan von 1 g/L.

Als nächstes wird die Lösung in eine Quarzküvette gefüllt und die Extinktion bei einer Wellenlänge von 234 nm, im Photometer, gemessen. Der Versuch wird in Doppelbestimmung durchgeführt.

### 3.2.3.7. Auswertungsprinzip bzw. Formel

Wie bereits erwähnt wird der Gehalt konjugierter Diene als Prozentsatz von konjugierten Diensäuren im Öl angegeben und mit folgender Gleichung berechnet:

$$\% = 0,84 * (A_s/bc - K_0)$$

$K_0$  ..... Absorption der Säure oder Ester

= 0,03 für Säure

$A_s$  ..... beobachtete Extinktion bei 234 nm

$b$  ..... Küvettendicke (1 cm)

$c$  ..... Konzentration der Probe in g/L

### 3.2.4. Säurezahl (SZ)

#### 3.2.4.1. Anwendungsbereich

- pflanzliche und tierische Fette
- Fettsäuren [MATISSEK und STEINER, 2006]

#### 3.2.4.2. Grundlagen

Die Säurezahl ist ein Maß für den Gehalt an freien Säuren in Fetten und Fettsäuren. Es können auch eventuell vorliegende Mineralsäuren erfasst werden. Die Kenntnis des Gehalts an freien Fettsäuren wird zur Reinheitsprüfung angewandt und lässt eventuell auch Rückschlüsse auf Vorbehandlungen oder Zersetzungsreaktionen zu. Freie Fettsäuren sind in Speisefetten und Ölen unerwünscht, da ein höherer Anteil zu Geschmacksbeeinträchtigungen bzw. Geschmacksabweichungen führen kann. Native unraffinierte Fette und Öle können höhere Anteile an freien Fettsäuren aufweisen. Hingegen enthalten raffinierte Fette sehr geringe Mengen an freien Fettsäuren (meist  $SZ < 0,2$ ). [MATISSEK und STEINER, 2006]

#### 3.2.4.3. Definition

Die Säurezahl bezeichnet die Menge an Kaliumhydroxid in mg, die zur Neutralisation der in 1 g Fett, oder Fettsäuren, enthaltenen freien Säuren erforderlich ist. [MATISSEK und STEINER, 2006]

#### 3.2.4.4. Prinzip der Methode

Die Öl- bzw. Fettprobe wird in einem organischen Lösungsmittel gelöst. Anschließend werden die anwesenden Säuren mit Kaliumhydroxid-Lösung gegen Phenolphthalein titriert. [MATISSEK und STEINER, 2006]

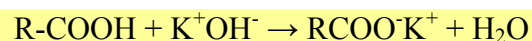


Abbildung 31: Reaktionsgleichung – Bestimmung der Säurezahl

#### 3.2.4.5. Geräte und Materialien

- Erlenmeyerkolben 200 mL
- Bürette 25 mL

#### 3.2.4.6. Chemikalien

- Ethanol pro analysi (Konzentration: 96%): Merck, Nr. 1.00983.2511
- Diethylether: Riedel de Haen, Nr. 32203
- Kaliumhydroxid: Riedel de Haen, Nr. 30603
- Phenolphthalein Indikator: Sigma, Nr. 33518

#### **Folgende Lösungen werden für die Analyse hergestellt:**

- neutralisiertes Lösungsmittelgemisch: gleiche Raumteile an Ethanol und Diethylether werden gemischt
- 0,02 N alkoholische Kaliumhydroxid-Lösung: Das Molekulargewicht von Kaliumhydroxid beträgt 56,11g/mol. – Daher benötigt man für die Herstellung der oben angegebenen Konzentration 1,12 g Kaliumhydroxid für einen Liter Lösung mit destilliertem Wasser.
- 1%ige alkoholische Phenolphthaleinlösung

#### 3.2.4.7. Durchführung

Etwa 1 g der Ölprobe wird in einen Erlenmeyerkolben eingewogen und in 20 mL des neutralisierten Lösungsmittelgemisches (entspricht 10 mL Ethanol und 10 mL Diethylether) gelöst. Anschließend werden einige Tropfen der 1%igen alkoholischen Phenolphthaleinlösung hinzu gegeben und danach wird mit 0,02 M alkoholischer Kaliumhydroxidlösung bis zum Farbumschlag des Indikators titriert. Bleibt die leichte Rotfärbung der Probenlösung 30 Sekunden lang bestehen, ist der Endpunkt der Titration erreicht. Der Versuch wird in Doppelbestimmung durchgeführt.

#### 3.2.4.8. Auswertungsprinzip bzw. Formel

Die Säurezahl (SZ) wird mittels folgender Gleichung berechnet:

$$SZ = \frac{a * N * 56,1}{EW}$$

a..... Verbrauch an Kaliumhydroxid-Lösung in mL

EW ..... Fetteinwaage in g

N..... Normalität der Kaliumhydroxid-Lösung

[MATISSEK und STEINER, 2006]

### **3.2.5. Bestimmung von alpha-Tocopherol mittels HPLC**

#### **3.2.5.1. Grundlagen**

Grundlagen zu Tocopherolen siehe Kapitel 2.2.4.2.

#### **3.2.5.2. Prinzip der Methode**

Das Verfahren der Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie bzw. High Pressure Liquid Chromatography, kurz HPLC, dient zur hoch auflösenden Trennung von verschiedenen Substanzklassen innerhalb kurzer Zeit. [MATISSEK und STEINER, 2006]

Bei der Bestimmung des Tocopherolgehaltes in Olivenöl mittels HPLC, wird eine Normalphasenchromatographie, bei einer Wellenlänge von 295 nm, angewandt. Im Unterschied zur Reversed-Phase-Chromatographie, ist bei dieser Art der Chromatographie die stationäre Phase polar und die mobile Phase unpolar. Hier werden unpolare Substanzen zuerst detektiert, da sie größere Wechselwirkungen mit der unpolaren mobilen Phase zeigen, als polare Substanzen. Im Falle von Tocopherol weist alpha-Tocopherol eine niedrigere Polarität auf, als beispielsweise beta- oder gamma-Tocopherol. Aus diesem Grund wird hier alpha-Tocopherol, nach etwa acht Minuten Laufzeit, zuerst detektiert. (siehe Abbildung 32)

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde nur alpha-Tocopherol analysiert, da beta-, gamma-, und delta-Tocopherol in wesentlich geringeren Mengen in Olivenöl enthalten sind bzw. nicht nachweisbar wären.

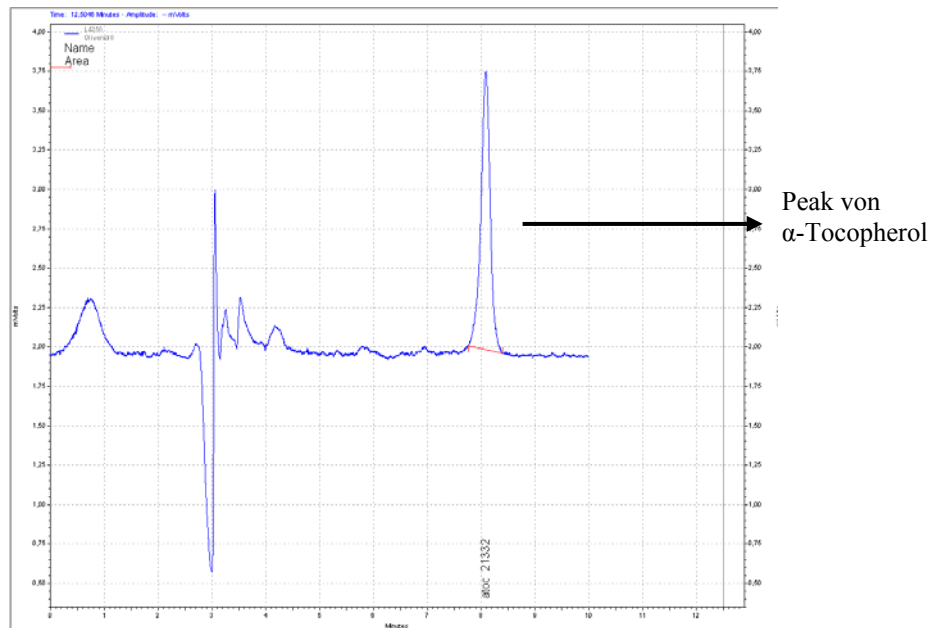


Abbildung 32: Beispiel – Chromatogramm mit alpha-Tocopherol

### 3.2.5.3. Chemikalien

- 2-Propanol, pro analysi: MERCK, Nr. 1.09634.2511 (angewandt während des Nicht-Betriebs der HPLC)
- n-Hexan, LiChrosolv: MERCK, Nr. 1.04391.2500
- Tertiärer Butyl Methyl Ether, Chromasolv: Sigma Aldrich, Nr. 34875
- THF (Tetrahydrofuran), Chromasolv: Sigma Aldrich, Nr. 34865
- Methanol, LiChrosolv: MERCK, Nr. 1.06007.2500
- alpha-Tocopherol-Stocklösung

Das Laufmittel wird mit folgenden Chemikalien, in den untenstehenden Mischverhältnissen, hergestellt:

- |                                 |           |
|---------------------------------|-----------|
| • n-Hexan:                      | 900 Teile |
| • Tertiärer Butyl Methyl Ether: | 100 Teile |
| • THF (Tetrahydrofuran):        | 10 Teile  |
| • Methanol:                     | 1 Teil    |

### 3.2.5.4. Geräte und Materialien

- Analysenwaage
- Glaseprouvetten
- Pasteurpipetten
- Vortex
- Vials
- Inlets
- Drehverschlüsse mit Dichtungen

#### Bestandteile der HPLC:

Tabelle 8 zeigt Details der Bestandteile der HPLC und Abbildung 33 zeigt den Aufbau der HPLC.

|                            |                                                              |
|----------------------------|--------------------------------------------------------------|
| <b>Pumpe</b>               | LaChrom MERCK Hitachi L-7110                                 |
| <b>Autosampler</b>         | LaChrom MERCK Hitachi Autosampler L-7200                     |
| <b>Interface</b>           | MERCK Hitachi Interface D-7000                               |
| <b>UV-VIS-Detektor</b>     | MERCK Hitachi L-4250 UV-VIS-Detector                         |
| <b>Fluoreszenzdetektor</b> | MERCK Hitachi F-1050 Fluorescence Spectrophotometer          |
| <b>Säulenofen</b>          | Säule: LiChrospher® NH2 100, 250 x 4 mm, 5 µm VDS<br>Optilab |
|                            | Vorsäule: LiChrospher® NH2, 100, 5 µm, MERCK                 |

#### **Autosamplerkühlung**

*Tabelle 8: Details der Bestandteile der HPLC*

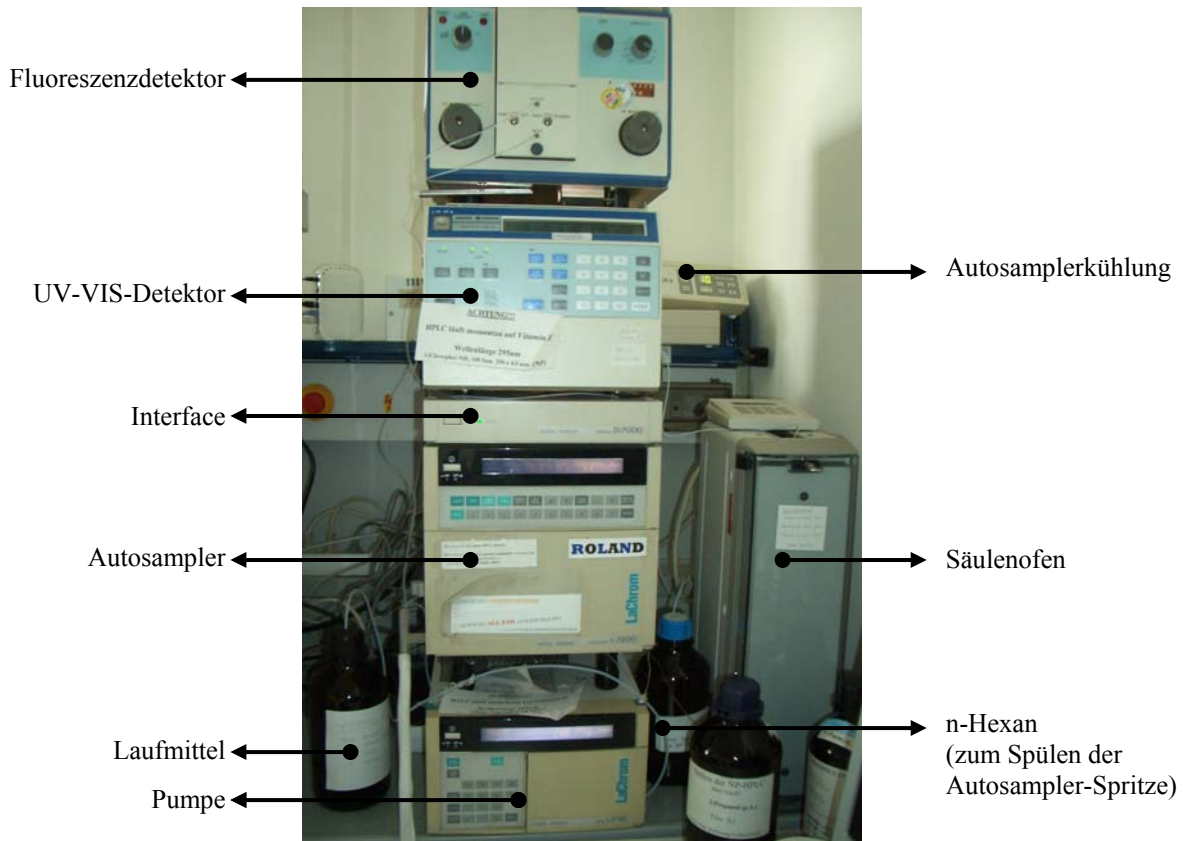


Abbildung 33: Aufbau der HPLC

### 3.2.5.5. Durchführung

Vor dem Einspritzen in die HPLC wurden die Olivenölproben nach folgendem Schema mit n-Hexan verdünnt:

#### Probenverdünnung:

- 1) Etwa 20 mg der Ölprobe (Menge genau notiert) werden in eine Glasprouvette eingewogen, mit 5 mL n-Hexan vermengt und mittels Vortex gut geschüttelt.



**Verdünnungsfaktor 2,5**

- 2) In einer weiteren Eprouvette werden 3 mL n-Hexan vorgelegt und 2 mL der Lösung von Punkt 1) hinzu gegeben und wieder gut geschüttelt.



**Verdünnungsfaktor 5**

- 3) Von der unter Punkt 2) hergestellten Lösung entnimmt man 1 mL und führt sie in ein Spitzglasröhrchen über. Diese Lösung wird anschließend im Wasserbad bei

40°C mittels Stickstoffbegasung abgedampft. (Nach dem Abdampfen mit Stickstoff darf im Spitzglasröhrchen keine Flüssigkeit mehr sichtbar sein!)

- 4) Den Rückstand der unter Punkt 3) abgedampften Lösung nimmt man in 200 µL n-Hexan auf.



**Verdünnungsfaktor 2**

- 5) Mindestens 180 µL der Lösung von Punkt 4) werden in ein Vial mit Inlet pipettiert. Dabei sind Luftblasen zu vermeiden. (Die HPLC entnimmt 150µL, wovon 100 µL in die Schleife eingespritzt und 50 µL verworfen werden.)
- 6) Das Vial wird mit einem schwarzen Drehverschluss und Dichtung (blaue Seite nach innen) verschlossen.

Der Verdünnungsfaktor beträgt bei diesem Schema insgesamt **25 (2,5x5x2)**.

Die verdünnten Olivenölproben wurden anschließend in die HPLC eingespritzt. Der Versuch wurde in Doppelbestimmung durchgeführt.

### 3.2.5.6. Auswertungsprinzip

Ausgehend von einer alpha-Tocopherol-Stocklösung wird eine Verdünnungsreihe für eine Kalibrationsgerade, mit verschiedenen Konzentrationen hergestellt.

Dazu wird zunächst folgendermaßen die Konzentration der Stocklösung ermittelt:

#### Ermittlung der Konzentration der alpha-Tocopherol-Stocklösung:

100 µL der Stocklösung werden in eine Epruvette pipettiert und im Wasserbad (40°C) mittels Stickstoff abgedampft. Der Rückstand wird in 1,5 mL Ethanol aufgenommen und anschließend bei 294 nm mittels Photometer vermessen. Dabei ergibt sich ein Verdünnungsfaktor von 15000. Die Konzentration der Stocklösung wird mittels folgender Formel berechnet:

$$c \text{ [mg/mL]} = E * 10 / E1\%_{1\text{cm}}$$

c ..... Konzentration der Stocklösung in mg/mL

E ..... gemessene Extinktion

E1%<sub>1cm</sub> ..... Extinktionskoeffizient (= 71 für alpha-Tocopherol)

Ausgehend von der berechneten Konzentration der Stocklösung (1364,79 mg/L), werden die folgenden Levels der Kalibration, wie folgt hergestellt:

| <b>Levels und Konzentrationen</b>                        | <b>Herstellung</b>                                                                                                                                                                                   |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Level 3</u> 2,05 mg/L<br><br>= <b>Arbeitsstandard</b> | 75 µL der alpha-Tocopherol-Stocklösung werden (in einem 50 mL-Messkolben) im Wasserbad (40°C) mit Stickstoff abgedampft. Anschließend wird der Messkolben mit n-Hexan bis zur Markierung aufgefüllt. |
| <u>Level 1</u> 4,09 mg/L                                 | 2 mL des Arbeitsstandards (Level 3) werden abgedampft und der Rückstand wird in 1 mL n-Hexan aufgenommen.                                                                                            |
| <u>Level 2</u> 3,08 mg/L                                 | 1 mL des Arbeitsstandards wird abgedampft und der Rückstand wird in 665 µL n-Hexan aufgenommen.                                                                                                      |
| <u>Level 4</u> 1,54 mg/L                                 | 3,75 mL des Arbeitsstandards werden in einem 5 mL-Messkolben bis zur Markierung mit n-Hexan aufgefüllt.                                                                                              |
| <u>Level 5</u> 1,03 mg/L                                 | 2,5 mL des Arbeitsstandards werden in einem 5 mL-Messkolben bis zur Markierung mit n-Hexan aufgefüllt.                                                                                               |
| <u>Level 6</u> 0,51 mg/L                                 | 1,25 mL des Arbeitsstandards werden in einem 5 mL-Messkolben bis zur Markierung mit n-Hexan aufgefüllt.                                                                                              |
| <u>Level 7</u> 0,26 mg/L                                 | 625 µL des Arbeitsstandards werden in einem 5 mL-Messkolben bis zur Markierung mit n-Hexan aufgefüllt.                                                                                               |

*Tabelle 9: Verdünnungsschema der Kalibrationslevels*

#### **Auswertungsprogramm:**

Zur Berechnung der erhaltenen Werte für alpha-Tocopherol aus der Kalibrationsgerade, wurde das Programm EZChrom Elite verwendet. Der Korrelationskoeffizient der Kalibrationsgerade betrug  $r^2 = 0,9986$ .

### **3.2.6. Sensorische Analyse der Olivenöle – Quantitative Deskriptive Analyse (QDA)**

#### **3.2.6.1. Prinzip der Methode**

Die Methode der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde von Stone et. al. im Jahr 1974 entwickelt. Sie besteht aus zwei Phasen, einer qualitativen Beschreibung (erste Phase) und einer quantitativen Beurteilung (zweite Phase). In der ersten Phase werden vom Prüfpanel Produktbeschreibungen für Aussehen, Geruch, Geschmack, Textur, Mundgefühl und Nachgeschmack des zu prüfenden Lebensmittels zusammengestellt. Des Weiteren wird für jedes Attribut eine geeignete Definition erstellt, um eine einheitliche Interpretation der Begriffe aller Prüfer zu gewährleisten. Anschließend, in der zweiten Phase, beurteilen die Prüfpersonen anhand einer stufenlosen Skala die einzelnen Attribute aufgrund ihrer Intensität, wobei die Intensität in der Skala von der linken zur rechten Seite ansteigt. Hierbei werden 4-6 Wiederholungen der Analyse empfohlen, wobei in der Praxis meist aber 3 Wiederholungen durchgeführt werden. Ein QDA-Panel sollte im Idealfall aus 10 bis 12, mindestens aber 10 Panelisten bestehen. So genannte Spiderwebs werden zur graphischen Darstellung der Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse verwendet und zeigen pro Attribut den Mittelwert aller Panelisten und Wiederholungen an. [BUSCH-STOCKFISCH, 2002], [CARPENTER et. al., 2000], [STONE et. al., 1974]

#### **3.2.6.2. QDA – erste Phase (qualitative Beschreibung)**

Die erste Phase der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde nach obigem Schema nach Stone et. al. [1974] durchgeführt. Bei der Erstellung der Attributliste (Tabelle 10) wurden vor allem Attribute mit ihren Definitionen aus der EU-Verordnung Nr. 640/2008 [EUROPÄISCHE UNION, 2008] verwendet, welche durch zusätzliche Eigenschaften ergänzt wurden. Die Attributliste stellte weiters die Grundlage für die Ausarbeitung des Analysenprotokolls mit den Intensitätsskalen für die einzelnen Eigenschaften dar (Abbildung 34). Das jeweils linke und rechte Ende der Skala wurde mit geeigneten Begriffen bezeichnet, um auch hier eine einheitliche Interpretation der Prüfer zu erzielen.

Tabelle 10: Attributsliste für Olivenöl

| Attribut                 | Definition/Beschreibung                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Aussehen:</b>         |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Farbe – Gelb</b>      | Allgemeine Intensität der Farbe Gelb, von hell bis dunkel.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Farbe - Grün</b>      | Allgemeine Intensität der Farbe Grün, von hell bis dunkel.                                                                                                                                                                                                |
| <b>Trübheit</b>          | Intensität der Trübheit, von klar bis trüb.                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Geruch:</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Olivengeruch</b>      | Gesamtheit der von der Olivensorte abhängigen, unmittelbar (d.h. pronasal) wahrgenommenen charakteristischen Geruchsmerkmale eines Öls aus gesunden und frischen, grünen oder reifen Olivenfrüchten.<br>[nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.]              |
| <b>Grün</b>              | Das Attribut Olivengeruch wird durch grün näher charakterisiert, wenn die Geruchsmerkmale an diejenigen von grünen Olivenfrüchten erinnern, wie sie für Öl aus grünen Olivenfrüchten kennzeichnend sind.<br>[nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.]          |
| <b>Reif</b>              | Das Attribut Olivengeruch wird durch reif näher charakterisiert, wenn die Geruchsmerkmale an diejenigen von reifen Olivenfrüchten erinnern, wie sie für Öl aus reif geernteten Olivenfrüchten kennzeichnend sind.<br>[nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.] |
| <b>Flavour/Geschmack</b> |                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Olivenflavour</b>     | Gesamtheit der von der Olivensorte abhängigen, unmittelbar, d.h. gustatorisch und/oder retronasal, wahrgenommenen Merkmale, charakteristisch für Öle aus gesunden, frischen und reifen Olivenfrüchten.<br>[nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.]            |

|                             |                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Grasig</b>               | Flavour nach Gras. Kommt oft bei Öl aus grünen Oliven vor, bzw. bei Öl aus Oliven, welche zusammen mit Blättern und Zweigen gepresst wurden.<br>[nach The Olive Oil Source, 2008, mod.]                                               |
| <b>Tomate</b>               | Flavour nach Tomaten                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Heuartig</b>             | Typisches Flavour bei bestimmten Ölen, das von trockenen Oliven herrührt.<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]                                                                                                                                |
| <b>Erdig/muffig</b>         | Flavour bei Ölen, das von anhaftender Erde oder Schlamm ungewaschener Oliven herrührt.<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]                                                                                                                   |
| <b>Bitter</b>               | Elementarer Geschmack, der typisch für Öle aus grünen oder in Reifung befindlichen Oliven ist und mit den auf dem Zungengrund liegenden V-förmig angeordneten Wallpapillen wahrgenommen wird.<br>[nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.] |
| <b>Wurmstichig</b>          | Flavour bei Ölen aus Oliven mit starkem Befall von Larven der Olivenfliege ( <i>Bactrocera Oleae</i> ).<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]. Das Flavour ist zugleich faulig und verdorben. [The Olive Oil Source, 2008]                     |
| <b>Ranzig</b>               | Flavour bei stark oxidierten Ölen<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]                                                                                                                                                                        |
| <b>Metallisch</b>           | An Metall erinnerndes Flavour, typisch für Öl, das beim Vermahlen, Schlagen, Pressen oder Lagern lange mit Metallflächen in Kontakt stand.<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]                                                               |
| <b>Brandig oder erhitzt</b> | Typisches Flavour bei Ölen aufgrund einer übermäßigen und/oder zu langen Erwärmung bei der Gewinnung und insbesondere durch unsachgemäße Wärmebehandlung beim Rühren der Olivenpaste.<br>[EUROPÄISCHE UNION, 2008]                    |

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Sauer</b>                 | Elementarer Geschmack. Typischer Geschmack bei bestimmten Ölen; Wein- oder Essigartig. An Wein oder Essig erinnernd und in erster Linie bedingt durch einen aeroben Gärungsprozess der Oliven oder Reste von Olivenpaste in nicht sachgemäß gewaschenen Pressmatten, bei dem Essigsäure, Ethylacetat und Ethanol entstehen. [nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.] |
| <b>Mundgefühl:</b>           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Pelzig (Mouthcoating)</b> | Schmieriger Belag auf Zunge und Gaumen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>Viskosität</b>            | Klebriger Eindruck auf Gaumen oder Schleimhaut der Mundhöhle, von dünnflüssig bis dickflüssig.                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Schleimig</b>             | Erinnert an die Konsistenz von ungekochtem Eiweiß, von nicht schleimig bis sehr schleimig.                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Scharf/beißend</b>        | Trigeminaler Eindruck, der typisch für Öle ist, die zu Beginn des Wirtschaftsjahres hauptsächlich aus noch grünen Oliven gewonnen werden, und der in der gesamten Mundhöhle und insbesondere in der Kehle wahrgenommen werden kann. [nach EUROPÄISCHE UNION, 2008, mod.]                                                                                         |

Name: ..... Datum: .....

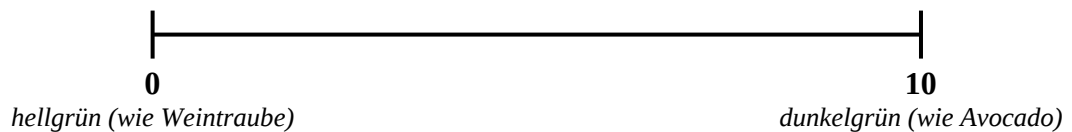
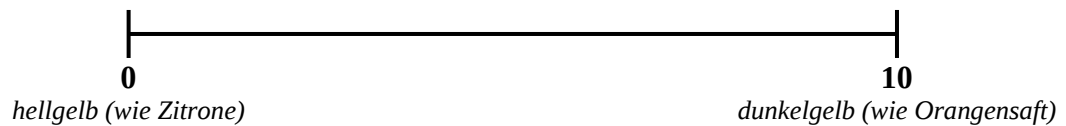
Code: .....

## Quantitative Deskriptive Analyse

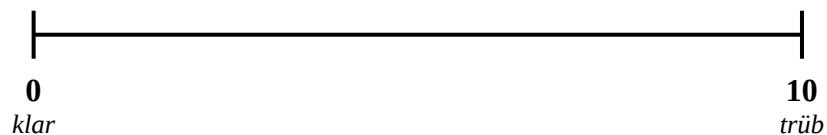
### Sensorische Beurteilung von Olivenöl (4 Proben) (Beurteilung der Intensität der Produkteigenschaften)

#### Aussehen:

##### Farbe

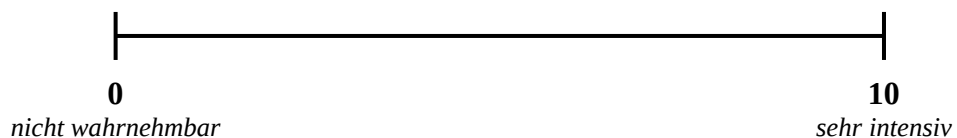


##### Trübheit

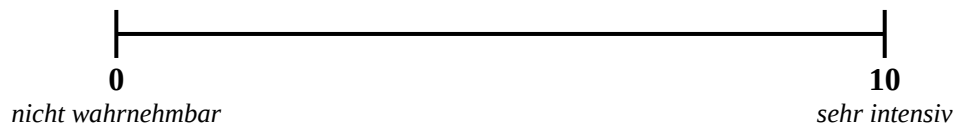


#### Geruch:

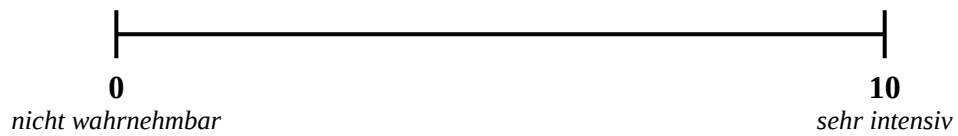
##### Olivengeruch



Grün

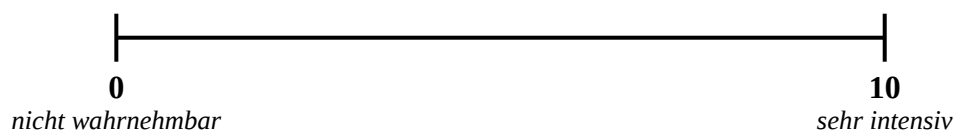


Reif

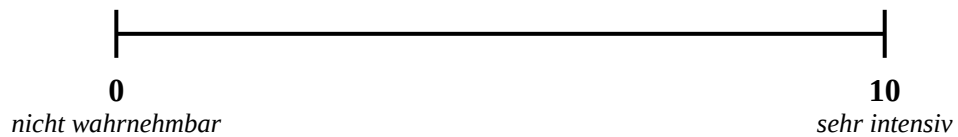


Flavour/Geschmack

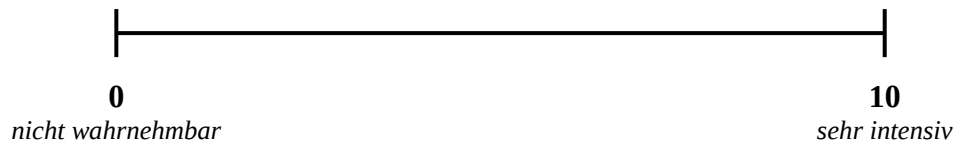
Olivenflavour



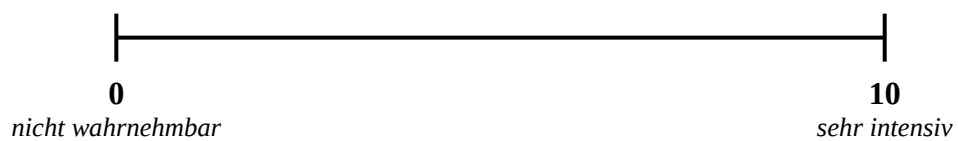
Grasig

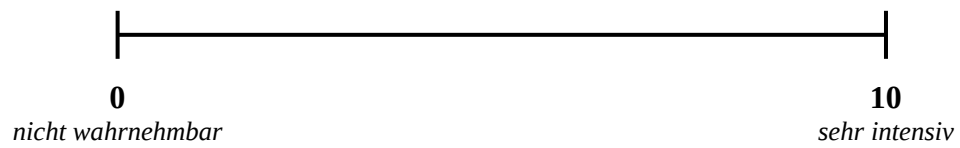
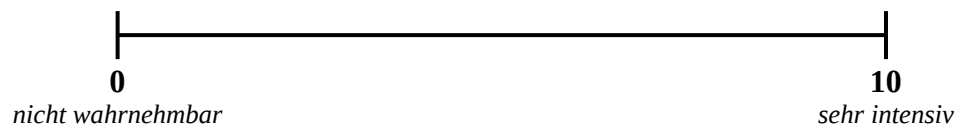
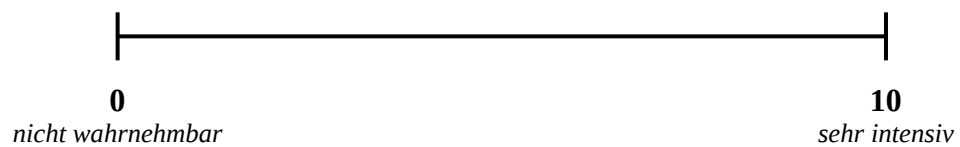
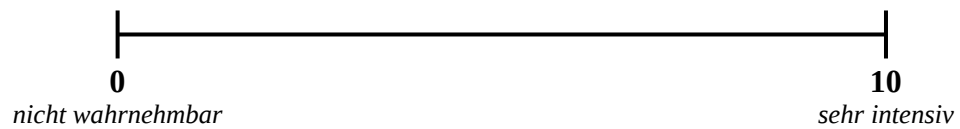
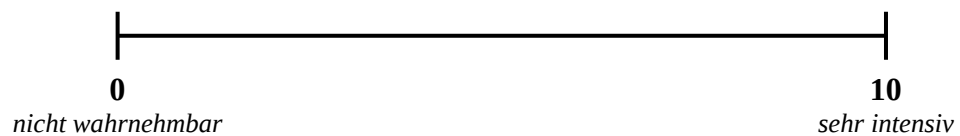
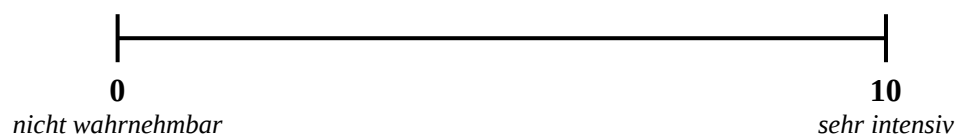


Tomate

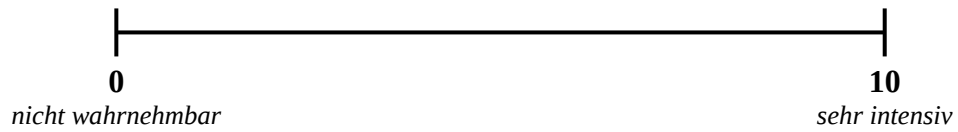


Heuartig



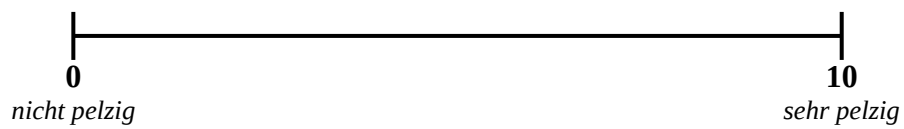
Erdig/muffigBitterWurmstichigRanzigMetallischBrandig oder erhitzt

Sauer

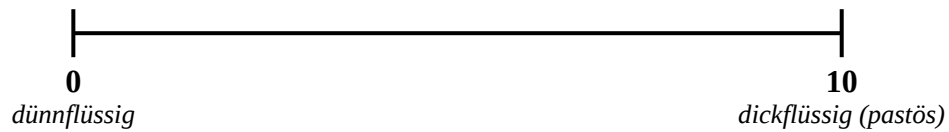


Mundgefühl:

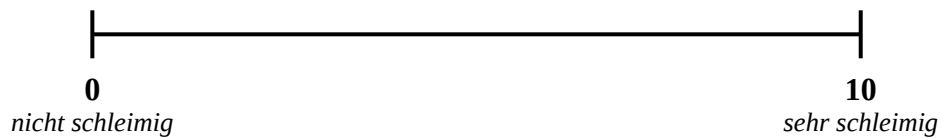
Pelzig



Viskosität



Schleimig



Scharf/beißend

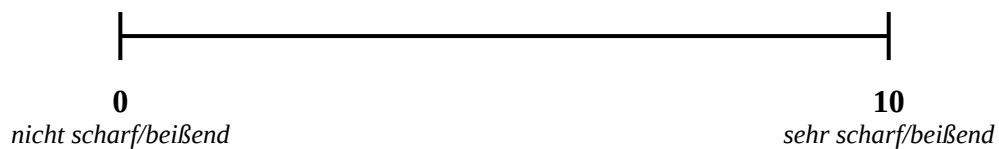


Abbildung 34: Analysenprotokoll zur Beurteilung des Öles anhand Quantitativer Deskriptiver Analyse

### 3.2.6.3. QDA – zweite Phase (quantitative Beurteilung)

Diese Phase der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde nach Stone et. al. [1974] durchgeführt. Die Intensitäten der vorher festgelegten Öl-Eigenschaften (insgesamt 21 Attribute) (Tabelle 10), wurden auf einer 10 mm Linienskala von nicht wahrnehmbar bis sehr intensiv beurteilt (Abbildung 34).

Die jeweiligen Olivenölproben der drei verschiedenen Erntezeitpunkte (insgesamt zwölf Proben) wurden an drei Analysentagen verteilt getestet, um eine Überforderung der Prüfpersonen zu vermeiden:

1. Analysentag (6. Mai 2009): vier Proben des Erntezeitpunkts November 2008
2. Analysentag (14. Mai 2009): vier Proben des Erntezeitpunkts Dezember 2008
3. Analysentag (18. Mai 2009): vier Proben des Erntezeitpunkts Jänner 2009

Zur Beurteilung der Proben wurden jeweils zwei Wiederholungen durchgeführt, die an den Analysentagen jeweils am Vormittag (11 Uhr) und am Nachmittag (14 Uhr) stattfanden. An allen drei Prüfungstagen nahmen zehn geschulte Prüfpersonen, im durchschnittlichen Alter von 25-30 Jahren, an den Analysen teil, wobei es sich um Studenten und Angestellte der Universität Wien handelte. Das Panel wurde selektiert und geschult nach ISO Norm 8586 (1993). Den Panelisten stand während der Beurteilung die Attributliste mit den Definitionen zur Verfügung.

### **Vorbereitung und Durchführung der QDA**

Die QDA fand in einem sensorischen Labor, ausgestattet nach ISO Norm 8589 (1998), bei Tageslicht statt, in welchem sich zehn Kabinen für Einzelprüfungen befanden. In Abbildung 35 ist die im Folgenden beschriebene Anordnung am Prüfplatz erkennbar. Jeweils 10 mL der Olivenölproben wurden bei Raumtemperatur in durchsichtige Gläser gefüllt und mit Frischhaltefolie abgedeckt. Die Proben wurden codiert und in der randomisierten Ordnung den Prüfpersonen zur Beurteilung dargereicht.

Als Neutralisationsmittel (palate cleansers) wurden sowohl das Weißbrot als auch der Apfel [Ricci et. al., 2008] verwendet.

Die Analysenergebnisse wurden von den Prüfpersonen mit Hilfe des Sensorik-Programms Analsens, welches das Analysenprotokoll in elektronischer Form darstellte, erfasst.



*Abbildung 35: Anordnung des Prüfplatzes für die Quantitative Deskriptive Analyse*

### **3.3. Datenauswertung**

Die Berechnung der Ergebnisse der verschiedenen Parameter erfolgte mittels Microsoft Excel 2003.

Zur Auswertung der erhaltenen Daten der Quantitativen Deskriptiven Analyse wurde weiters das Sensorik-Programm Analsens verwendet.

Das Programm EZChrom Elite diente wie bereits in Kapitel 3.2.5.6. erwähnt, zur Berechnung des Tocopherolgehalts aus einer Kalibrationsgerade.

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe des Statistik-Programms SPSS, Version 15,0, womit folgende Tests zur Überprüfung der Signifikanzen durchgeführt wurden:

- einseitige ANOVA für die einzelnen Ergebnisse der chemisch-technologischen Parameter (Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol)
- Mehrfachvergleiche bzw. Post-Hoc-Tests unter Anwendung des Bonferroni-Tests für die Ergebnisse der chemisch-technologischen Parameter
- Mehrfachvergleiche bzw. Post-Hoc-Tests unter Anwendung des Bonferroni-Tests für die Ergebnisse der Quantitativen Deskriptiven Analyse
- Bivariate Korrelationen zwischen den chemisch-technologischen Parametern
- Bivariate Korrelationen zwischen den chemisch-technologischen Parametern und den Attributen der Quantitativen Deskriptiven Analyse
- T-Test für gepaarte Stichproben für die chemisch-technologischen Parameter
- T-Test für gepaarte Stichproben für die Attribute der Quantitativen Deskriptiven Analyse

Weiters wurde das Signifikanzniveau in folgende Kategorien unterteilt:

signifikant (\* $p < 0,05$ ), hoch signifikant (\*\* $p < 0,01$ ) und höchst signifikant (\*\* $p < 0,001$ ).

Tendenzen wurden auf einem Niveau von  $p = 0,05$ - $0,1$  definiert.

## **4. Ergebnisse und Diskussion**

Eines der Ziele dieser Arbeit war es herauszufinden, ob der Erntezeitpunkt von Oliven einen Einfluss auf die Zusammensetzung und Inhaltstoffe des daraus erzeugten Öls ausübt, bzw. ob sich die Inhaltstoffe eines Öls je nach Reifegrad der zur Herstellung verwendeten Oliven unterscheiden. Zu diesem Zweck wurden insgesamt zwölf, bzw. je vier extra native Olivenöle von drei verschiedenen Erntezeitpunkten (November 2008, Dezember 2008 und Jänner 2009) für die Analysen herangezogen. Mit der Wahl dieser Erntezeitpunkte sollte möglichst die gesamte Ernteperiode eines Wirtschaftsjahres abgedeckt werden – vom Beginn im November bis zum Ende der Periode Ende Jänner (siehe auch Kapitel 3.1.). Die Erntezeitpunkte werden im Folgenden auch als 1., 2. und 3. Erntezeitpunkt bezeichnet, was in dieser Reihenfolge den Monaten November, Dezember und Jänner entspricht.

### **4.1. Ergebnisse der Ausgangsbestimmungen, sowie des Lagerversuchs bei 40°C**

Zu Beginn der Arbeit wurden Ausgangsbestimmungen (AB) folgender Parameter aller Proben durchgeführt: Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und  $\alpha$ -Tocopherol. Weiters wurde eine quantitative deskriptive Analyse, zur Bestimmung der sensorischen Eigenschaften der unterschiedlichen Öle durchgeführt, auf deren Ergebnisse im Kapitel 4.2. eingegangen wird.

Anschließend wurden die insgesamt zwölf Olivenölproben in Braunglasfläschchen übergeführt und bei völliger Dunkelheit und 40°C, für eine Dauer von elf Wochen gelagert. In dieser Zeit wurden in regelmäßigen Abständen die Parameter Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und  $\alpha$ -Tocopherol bestimmt. Dies sollte dazu dienen, den Verlauf der Lipidperoxidation mit Hilfe von Peroxidzahl und konjugierter Diene darzustellen und auch den Einfluss der Lagerung auf Säurezahl und die Abnahme von  $\alpha$ -Tocopherol aufzuzeigen. Die im Vergleich zur Raumtemperatur erhöhte Lagerungstemperatur von 40°C wurde gewählt, um den Vorgang der Lipidperoxidation zu beschleunigen aber dennoch die gleichen Oxidationsmechanismen wie bei Raumtemperatur zu haben. (siehe auch Kapitel 2.2.2.6.1).

Es wurden Ergebnismittelwerte der Ausgangsbestimmungen, der Parameter Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol, aller Proben desselben Erntezeitpunkts berechnet und mit den Mittelwerten der anderen Erntezeitpunkte verglichen. Zu diesem Zweck wurde der T-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt.

#### **4.1.1. Peroxidzahl**

##### **4.1.1.1. Vergleich der Erntezeitpunkte**

Bei der Peroxidzahl zeigten sich signifikante bzw. höchst signifikante Unterschiede zwischen den drei Erntezeitpunkten (Abbildung 36). Hierbei lag das Signifikanzniveau im Vergleich der November- und Dezember-Werte bei  $p < 0,05$  und im Vergleich der November- und Jänner- bzw. Dezember- und Jänner-Werte bei  $p < 0,001$ . Die Dezember-Werte der Peroxidzahl waren hier am höchsten, gefolgt von den November- und den Jänner-Werten.

In einer Studie aus dem Jahr 2000 wurde festgestellt, dass die Peroxidzahl des Öls mit der Reife der verarbeiteten Früchte leicht anstieg, jedoch der Unterschied zwischen den drei Gruppen (1. Gruppe: grüne bzw. unreife Oliven, 2. Gruppe: teilweise schwarze bzw. reifere Oliven, 3. Gruppe: gänzlich schwarze bzw. reife Oliven) nicht signifikant war. [CAPONIO et. al., 2000] Diese Behauptung kann aufgrund der Ergebnisse weder bestätigt noch widerlegt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigten bei der Peroxidzahl zwar signifikante Unterschiede zu den drei Erntezeiten, jedoch war keine signifikante Steigerung bzw. Senkung der Werte im Laufe der Ernteperiode, von November bis Jänner, zu erkennen.

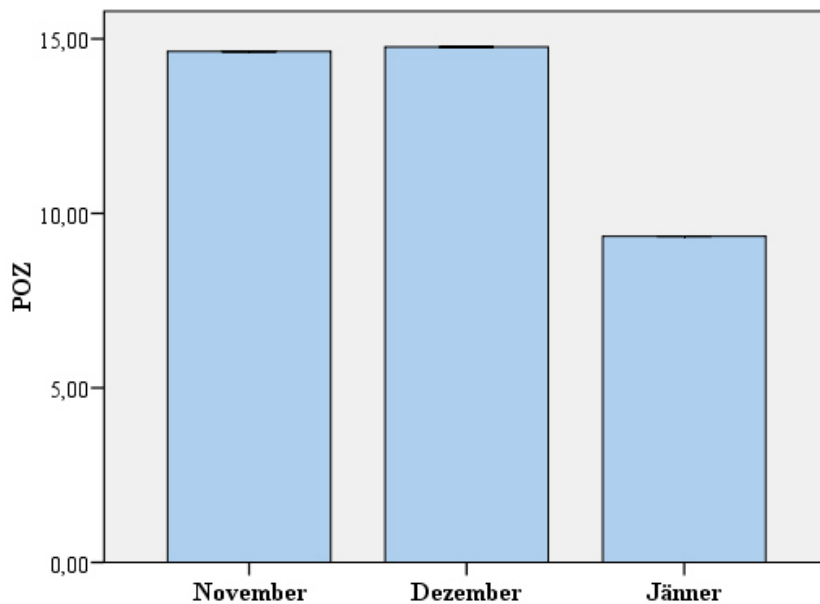


Abbildung 36: Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei der Peroxidzahl

#### 4.1.1.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung

Ein ähnlicher Anstieg der Peroxidzahl, konnte im Lagerungsversuch, bei den Probenmittelwerten der drei Erntezeitpunkte, beobachtet werden. (Abbildung 37) Demnach konnte kein eindeutiger Unterschied zwischen den Ölen der unterschiedlichen Erntezeitpunkte, im Verlauf festgestellt werden. Die Peroxidzahlen der drei Erntezeitpunkte, lagen auch nach der 11. Lagerungswoche nahe zusammen.

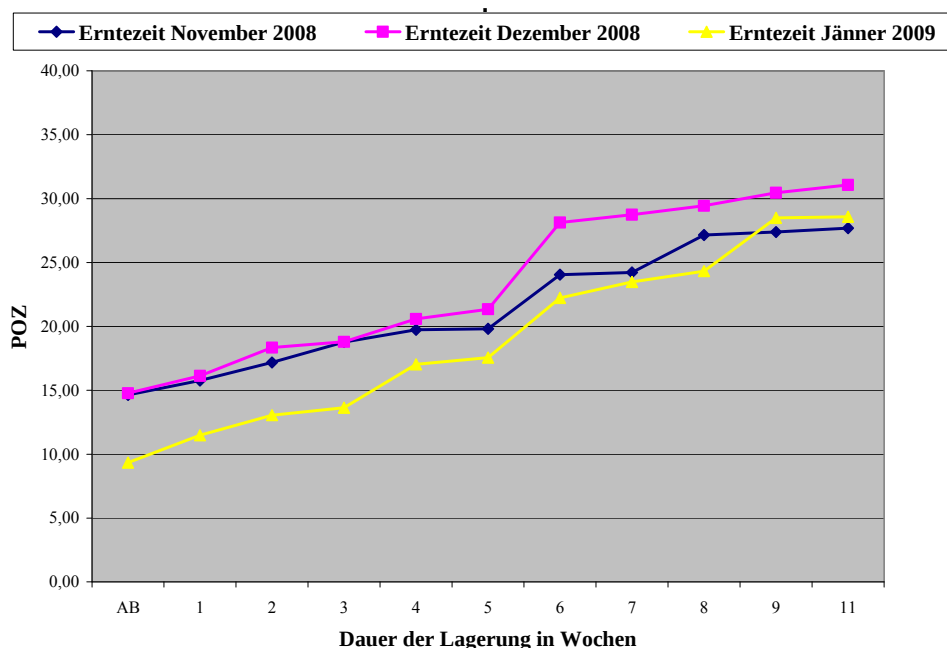


Abbildung 37: Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der Peroxidzahl der drei Erntezeiten

Bei der Peroxidzahl zeigten sich bereits vor Beginn des Lagerungsversuchs, bei einigen Proben, Werte über 15, welches den Grenzwert für unverdorbenes Olivenöl darstellt. Der Anstieg der Peroxidzahl während des Lagerversuchs verlief auch bei den einzelnen Proben der drei Erntezeitpunkte relativ ähnlich. Jene Ölproben, welche bei den Ausgangsbestimmungen (AB) die niedrigsten Peroxidzahlen aufwiesen, lagen im Vergleich zu den anderen Proben, auch am Ende des Lagerversuchs im unteren Bereich (Probe 1 - Abbildung 38; Probe 8 - Abbildung 39; Probe 12 – Abbildung 40). Umgekehrt gilt dasselbe für die Öle, welche bei den Ausgangsbestimmungen, sowie am Ende der Lagerung, höhere Peroxidzahlen hatten (Probe 2 – Abbildung 38; Probe 6 – Abbildung 39; Probe 10 – Abbildung 40).

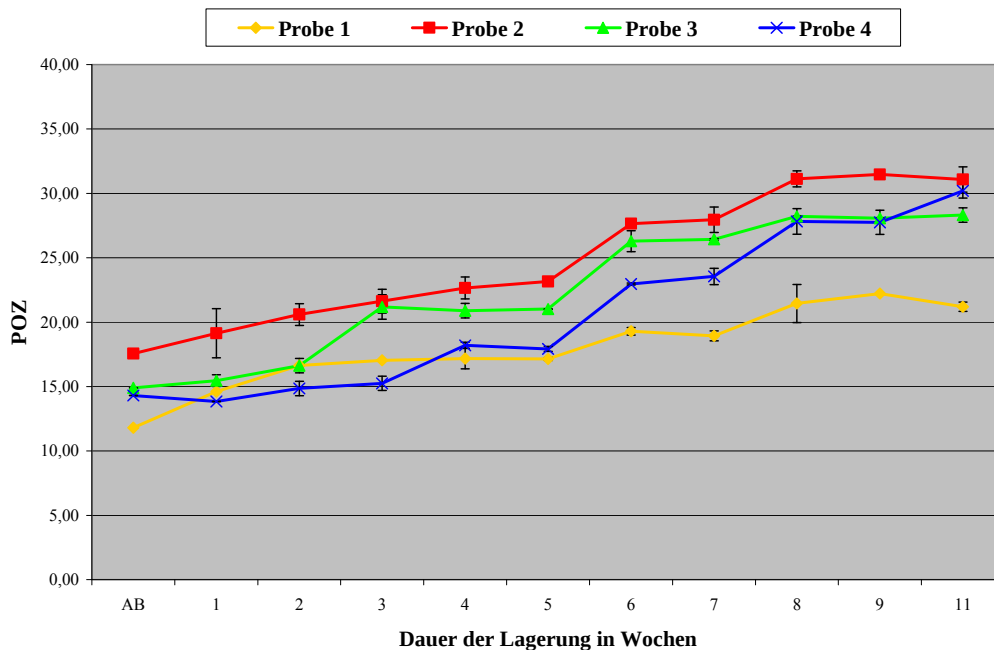


Abbildung 38: Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt November 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Peroxidzahl, wurden bei den Proben der Erntezeit November in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

| Probe | Dauer der Lagerung in Wochen |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       | AB                           | 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 1     |                              | * | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 2     |                              |   |     |     |     | *   | *** | *** | *** | *** | *** |
| 3     |                              |   |     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 4     |                              |   |     |     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 11: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl (Erntezeit November). Die Werte der Peroxidzahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

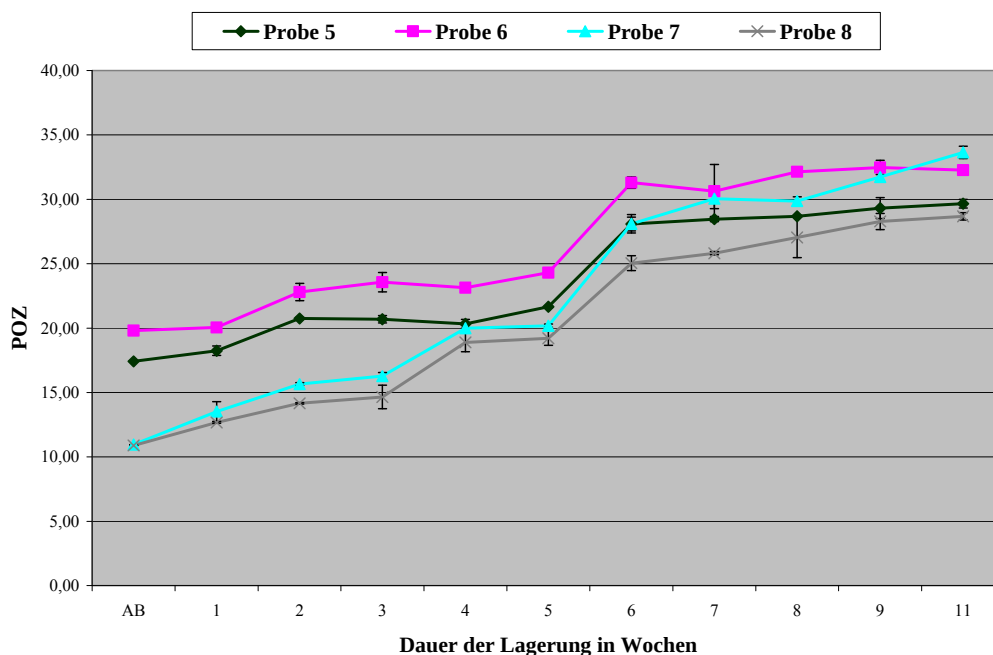


Abbildung 39: Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt Dezember 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Peroxidzahl, wurden bei den Proben der Erntezeit Dezember in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 5     |                              |   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 6     |                              |   |     |     |     | **  | *** | *** | *** | *** | *** |
| 7     |                              | * | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 8     |                              |   | *   | *   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 12: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl (Erntezeit Dezember). Die Werte der Peroxidzahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

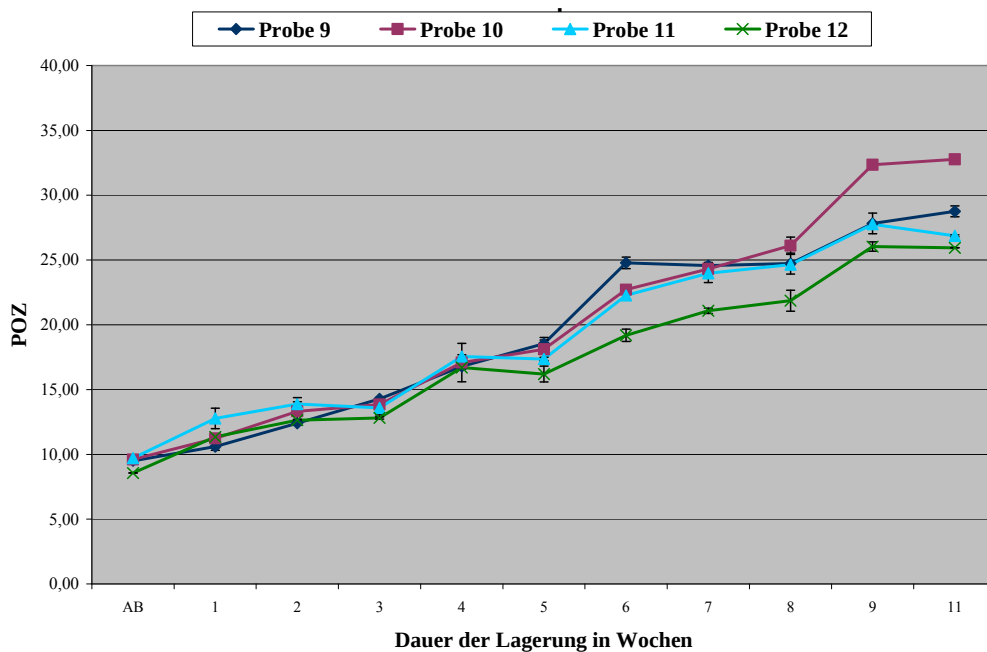


Abbildung 40: Verlauf der Peroxidzahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt Jänner 2009

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Peroxidzahl, wurden bei den Proben der Erntezeit Jänner in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 9     |                              |     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 10    |                              |     | **  | **  | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 11    |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 12    |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 13: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Peroxidzahl (Erntezeit Jänner).

Die Werte der Peroxidzahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

### 4.1.2. Säurezahl

#### 4.1.2.1. Vergleich der Erntezeitpunkte

Ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) war bei Betrachtung des 2. (Dezember) ( $2,25 \pm 0,016$ ) und 3. (Jänner) ( $2,17 \pm 0,019$ ) Erntezeitpunkts beim Parameter Säurezahl zu erkennen. Zwischen den anderen Erntezeiten war kein signifikanter Unterschied festzustellen. (Abbildung 41) Generell lagen die Mittelwerte der Erntezeitpunkte in einem ähnlichen Bereich.

García et. al. [1996] zeigten, dass Oliven, welche relativ früh im Wirtschaftsjahr geerntet werden, ein Öl mit niedrigerer Säurezahl ergeben als Oliven, welche spät in der Saison geerntet werden. Dieses Ergebnis war hier nicht zu verifizieren.

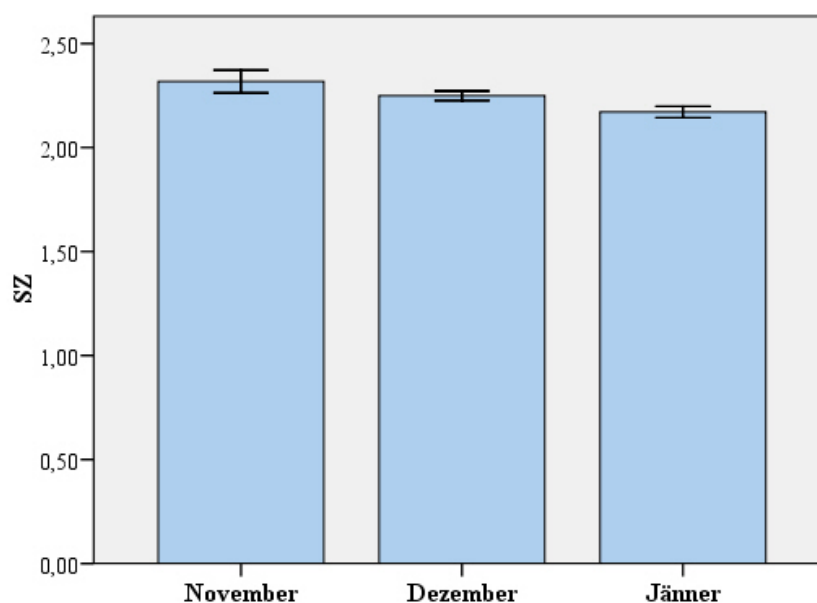


Abbildung 41: Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei der Säurezahl

#### 4.1.2.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung

Die Säurezahl verlief während der 11-wöchigen Lagerung bei den Probenmittelwerten der drei Erntezeitpunkte ähnlich. Sowohl bei den Ausgangsbestimmungen, als auch nach der 11. Lagerungswoche, lagen die Werte in einem vergleichbaren Bereich (Abbildung 42).

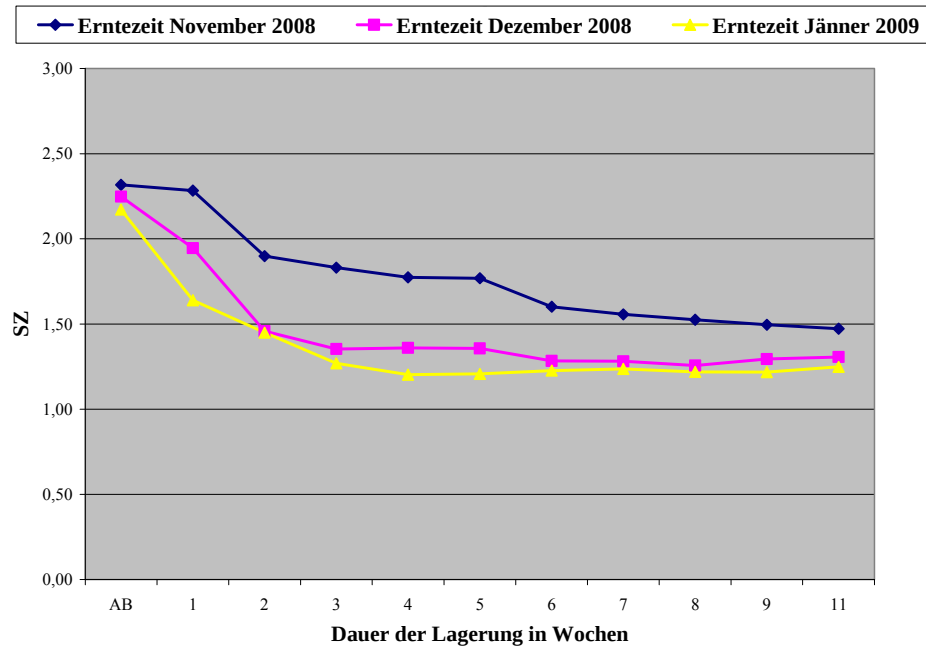


Abbildung 42: Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der Säurezahl der drei Erntezeiten

Bei Betrachtung des Erntezeitpunkts November (Abbildung 43) kann man erkennen, dass die Proben 1, 2 und 4 ähnliche Säurezahlen bei den Ausgangsbestimmungen und am Ende des Lagerungsversuches aufwiesen, Probe 3 jedoch nach der 11. Lagerungswoche die niedrigste Säurezahl in Vergleich zu den anderen Proben hatte.

Ein gleichmäßiger Verlauf der Säurezahl war auch bei den Proben des Erntezeitpunkts Dezember festzustellen (Abbildung 44).

Auch der Lagerungsverlauf der Proben des Erntezeitpunkts Jänner war ähnlich, wobei Probe 12 die höchste Säurezahl aufwies (Abbildung 45).

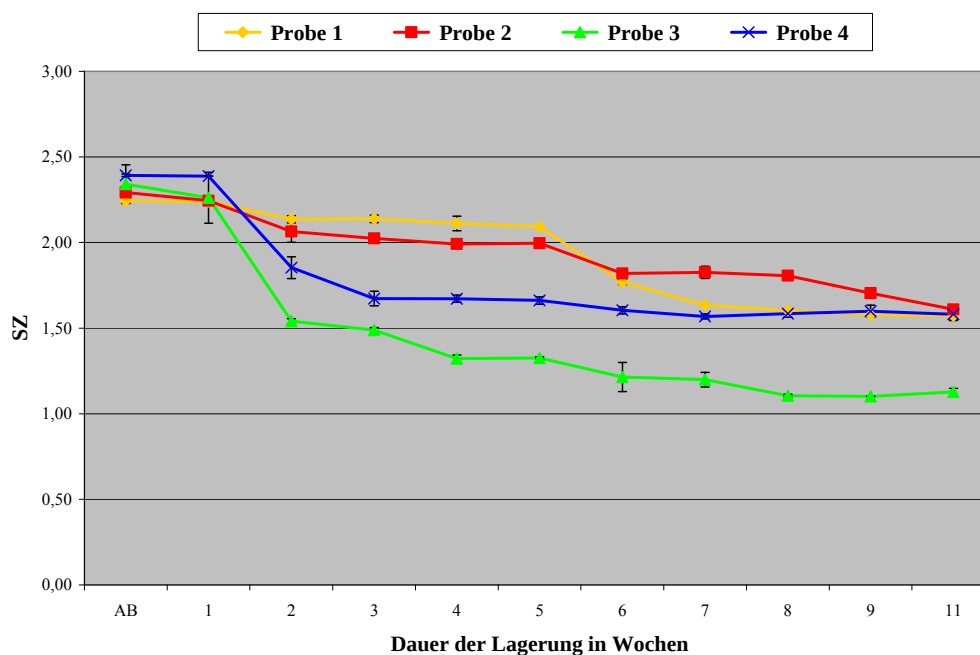


Abbildung 43: Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt November 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Säurezahl, wurden bei den Proben der Erntezeit November in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 1     |                              |   | *   | *   | **  | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 2     |                              |   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 3     |                              |   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 4     |                              |   | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 14: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl (Erntezeit November).

Die Werte der Säurezahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;

\*\*\*  $p < 0,001$ .

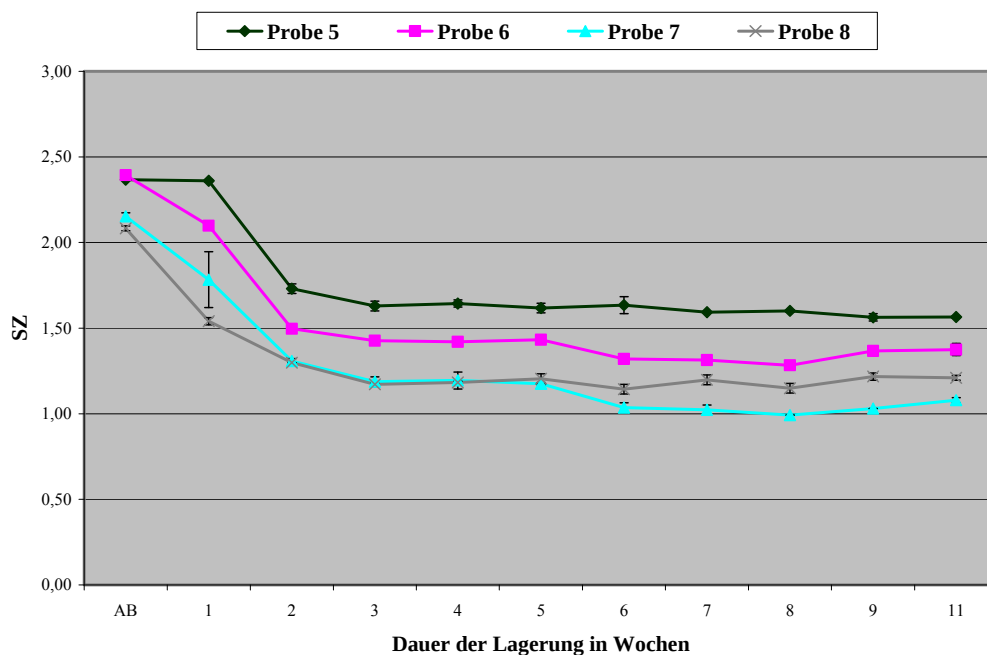


Abbildung 44: Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt Dezember 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Säurezahl, wurden bei den Proben der Erntezeit Dezember in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

| Probe | Dauer der Lagerung in Wochen |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       | AB                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 5     |                              |     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 6     |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 7     |                              | **  | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 8     |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 15: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl (Erntezeit Dezember).

Die Werte der Säurezahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ;

\*\*\*  $p < 0,001$ .

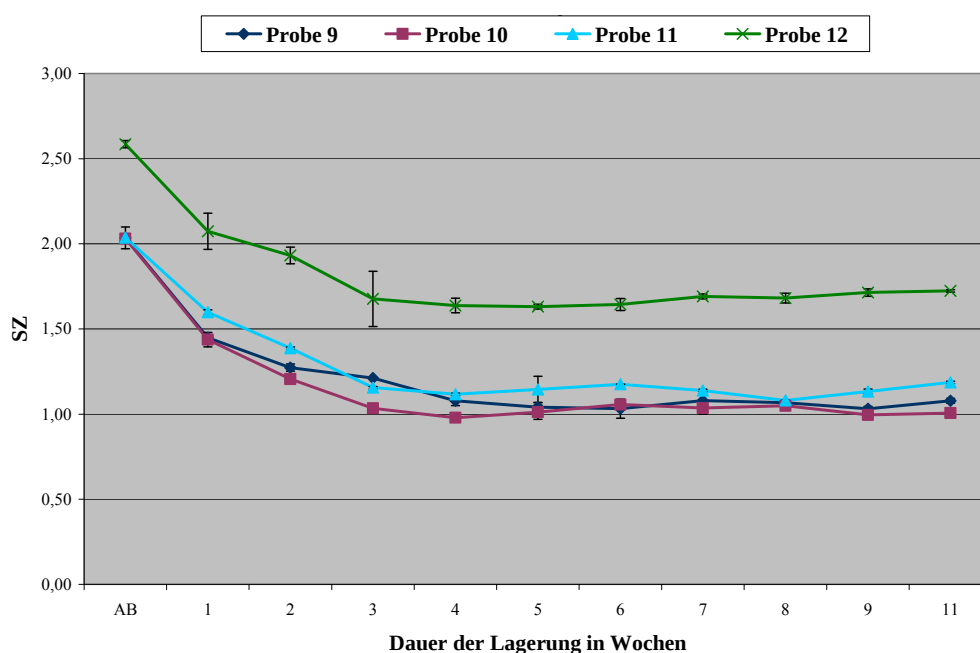


Abbildung 45: Verlauf der Säurezahl während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C - Erntezeitpunkt Jänner 2009

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der Säurezahl, wurden bei den Proben der Erntezeit Jänner in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 9     |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 10    |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 11    |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 12    |                              | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 16: Signifikante Unterschiede im Verlauf der Säurezahl (Erntezeit Jänner). Die Werte der Säurezahl während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

### 4.1.3. Konjugierte Diene

#### 4.1.3.1. Vergleich der Erntezeitpunkte

Im Fall der konjugierten Diene konnte nur ein tendenzieller Unterschied zwischen dem 1. und 3. Erntezeitpunkt festgestellt werden (die Werte des 1. Erntezeitpunkts waren tendenziell höher als die des 3.), jedoch keine eindeutige Signifikanz. (Abbildung 46)

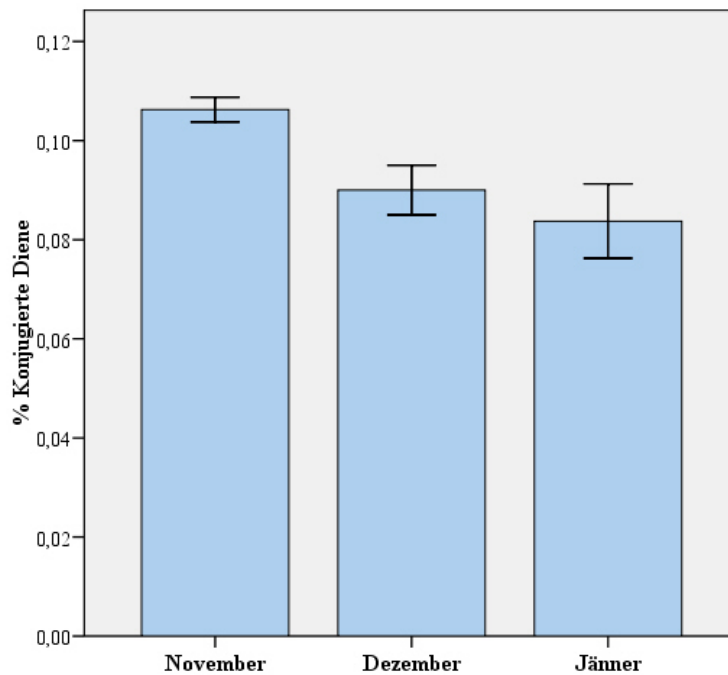


Abbildung 46: Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei den konjugierten Dienen

#### 4.1.3.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung

Im Lagerungsverlauf der konjugierten Diene konnten zwischen den drei Erntezeitpunkten, aufgrund des gleichmäßigen Anstiegs, keine eindeutigen Unterschiede festgestellt werden. (Abbildung 47)

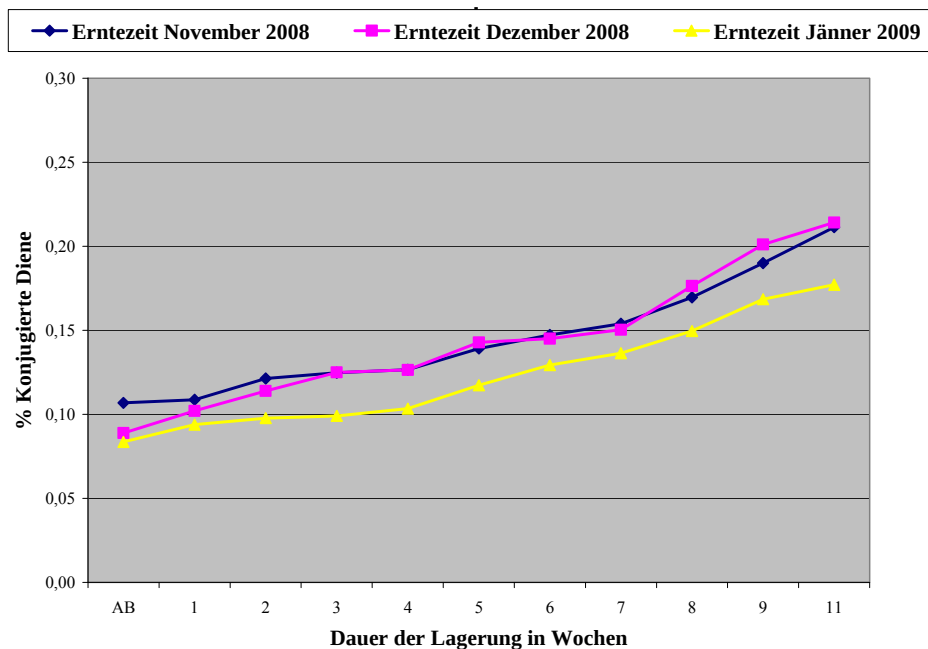


Abbildung 47: Vergleich der Mittelwerte im Verlauf der konjugierten Diene der drei Erntezeiten

Auch bei den einzelnen Proben der drei Erntezeitpunkte entwickelten sich die konjugierten Diene im Laufe der Lagerung relativ gleichmäßig. (Abbildungen 48, 49 und 50). Jedoch kann man beim Erntezeitpunkt Dezember deutlich erkennen (Abbildung 49), dass die konjugierten Diene der Probe 7 gegen Ende des Lagerungsversuches steiler angestiegen sind als die der anderen Proben von Dezember.

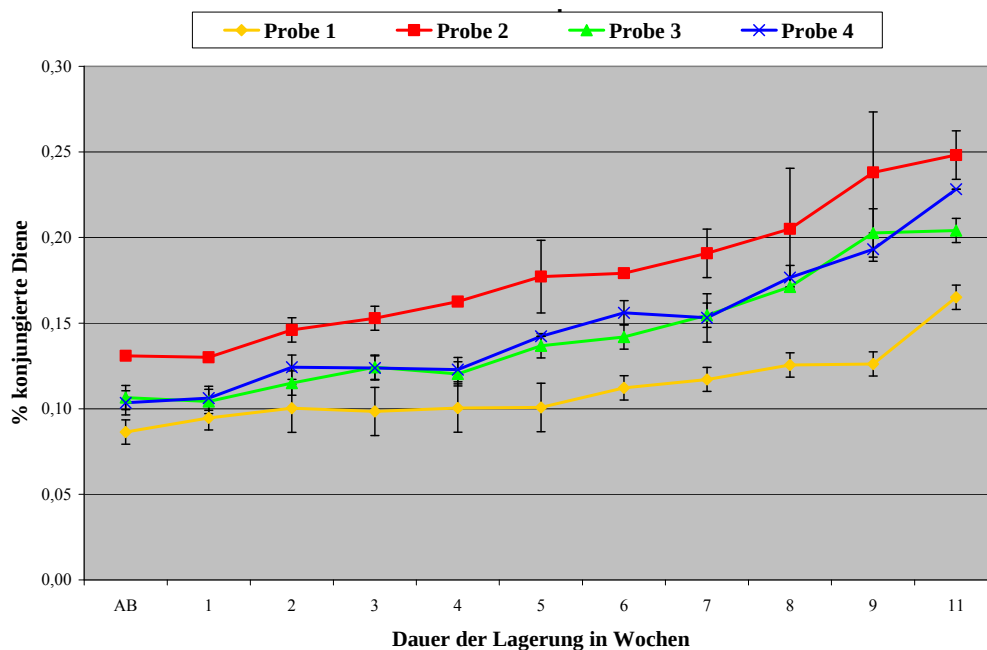


Abbildung 48: Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der konjugierten Diene, wurden bei den Proben der Erntezeit November in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |   |   |   |   |    |    |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|---|---|---|---|----|----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7  | 8   | 9   | 11  |
| 1     |                              |   |   |   |   |   |    |    |     |     | *** |
| 2     |                              |   |   |   |   |   |    |    |     | **  | **  |
| 3     |                              |   |   |   |   |   | *  | ** | *** | *** | *** |
| 4     |                              |   |   |   |   | * | ** | ** | *** | *** | *** |

Tabelle 17: Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene (Erntezeit November). Die Werte der konjugierten Diene während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von

\*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

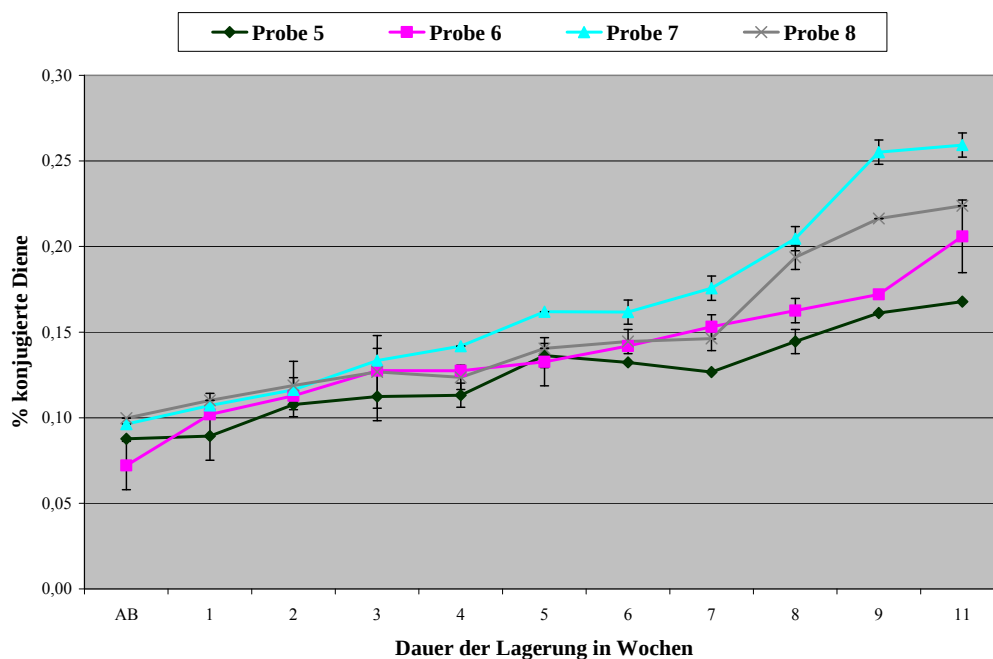


Abbildung 49: Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der konjugierten Diene, wurden bei den Proben der Erntezeit Dezember in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |   |    |    |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|---|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2 | 3  | 4  | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 5     |                              |   |   |    |    | **  | **  | **  | *** | *** | *** |
| 6     |                              |   |   | ** | ** | **  | *** | *** | *** | *** | *** |
| 7     |                              |   |   | ** | ** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 8     |                              |   |   |    |    | *   | *   | *   | *** | *** | *** |

Tabelle 18: Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene (Erntezeit Dezember). Die Werte der konjugierten Diene während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .



Abbildung 50: Verlauf der konjugierten Diene während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf der konjugierten Diene, wurden bei den Proben der Erntezeit Jänner in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |   |   |   |   |    |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|---|---|---|---|----|-----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6  | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 9     |                              |   |   |   |   |   | ** | **  | *** | *** | *** |
| 10    |                              |   |   |   |   |   |    | *   | *   | **  | *** |
| 11    |                              |   |   |   |   | * | ** | *** | *** | *** | *** |
| 12    |                              |   |   |   |   |   |    |     | **  | *** | *** |

Tabelle 19: Signifikante Unterschiede im Verlauf der konjugierten Diene (Erntezeit Jänner). Die Werte der konjugierten Diene während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

#### 4.1.4. alpha-Tocopherol

##### 4.1.4.1. Vergleich der Erntezeitpunkte

Der Gehalt an alpha-Tocopherol nahm im Ernteverlauf von November bis Jänner signifikant bzw. tendenziell ab. (Abbildung 51)

Es zeigte sich, dass jene Öle des dritten Erntezeitpunkts im Jänner die geringsten Lipidperoxidationsprodukte, aber auch den geringsten Gehalt an alpha-Tocopherol aufwiesen.

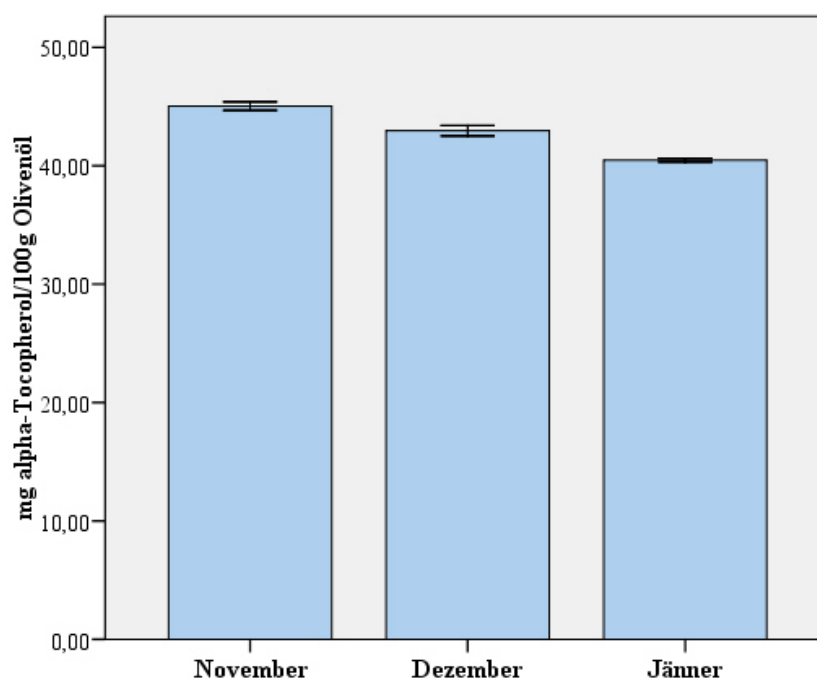


Abbildung 51: Vergleich der Mittelwerte der drei Erntezeiten bei alpha-Tocopherol

##### 4.1.4.2. Vergleich des Verlaufs während der Lagerung

Sowohl beim Vergleich der drei Erntezeiten (Abbildung 52), als auch bei Betrachtung der einzelnen Proben der drei Erntezeiten (Abbildungen 53, 54 und 55), konnten keine eindeutigen Unterschiede beim Verlauf des alpha-Tocopherolgehalts, während der Lagerung, festgestellt werden.

Jedoch kann man in Abbildung 54 erkennen, dass beim Erntezeitpunkt Dezember, bei der Ausgangsbestimmung, Probe 5 und Probe 6 niedrigere alpha-Tocopherol-Werte aufwiesen als Probe 7 und Probe 8, jedoch nach der 11-wöchigen Lagerung in einem ähnlichen Konzentrationsbereich lagen.

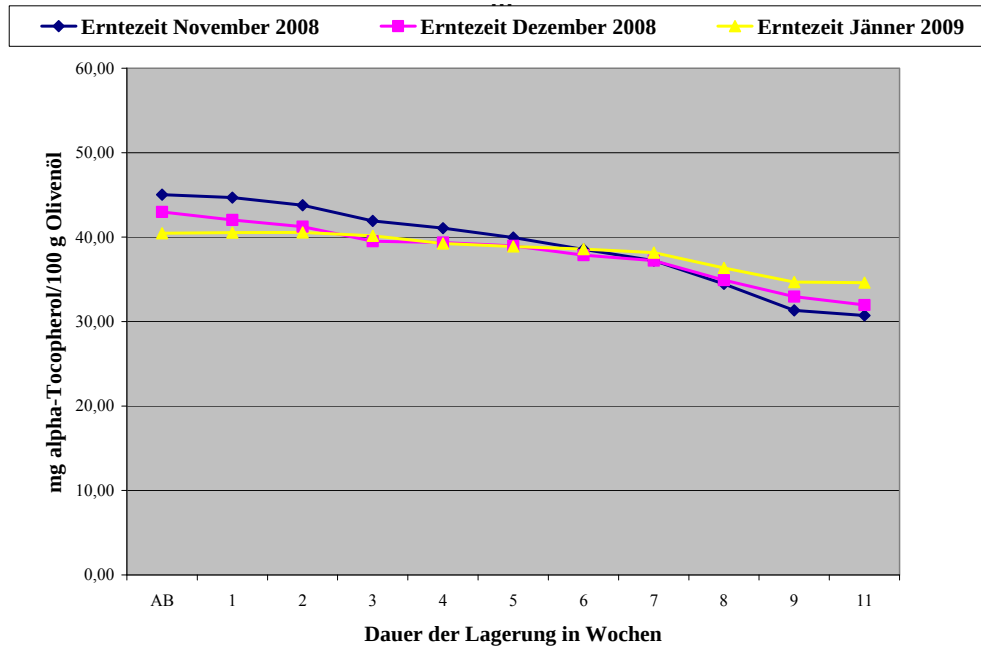


Abbildung 52: Vergleich der Mittelwerte im Verlauf von alpha-Tocopherol der drei Erntezeiten

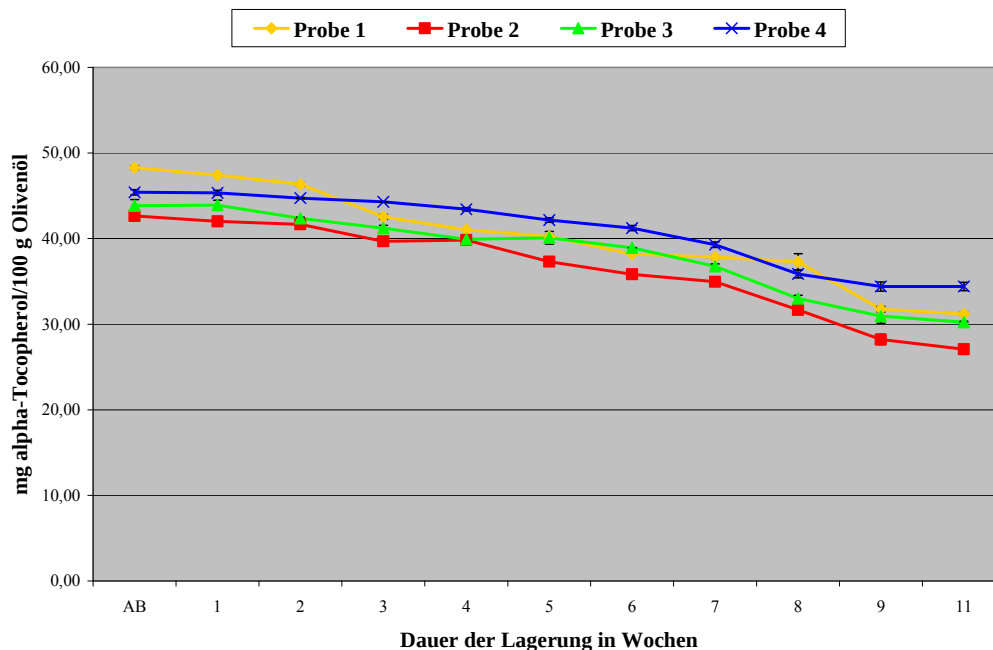


Abbildung 53: Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt November 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf von alpha-Tocopherol, wurden bei den Proben der Erntezeit November in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

| Probe | Dauer der Lagerung in Wochen |   |    |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       | AB                           | 1 | 2  | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 1     |                              |   | ** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 2     |                              |   |    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 3     |                              |   |    | **  | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 4     |                              |   |    |     | **  | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 20: Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol (Erntezeit November). Die Werte von alpha-Tocopherol während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

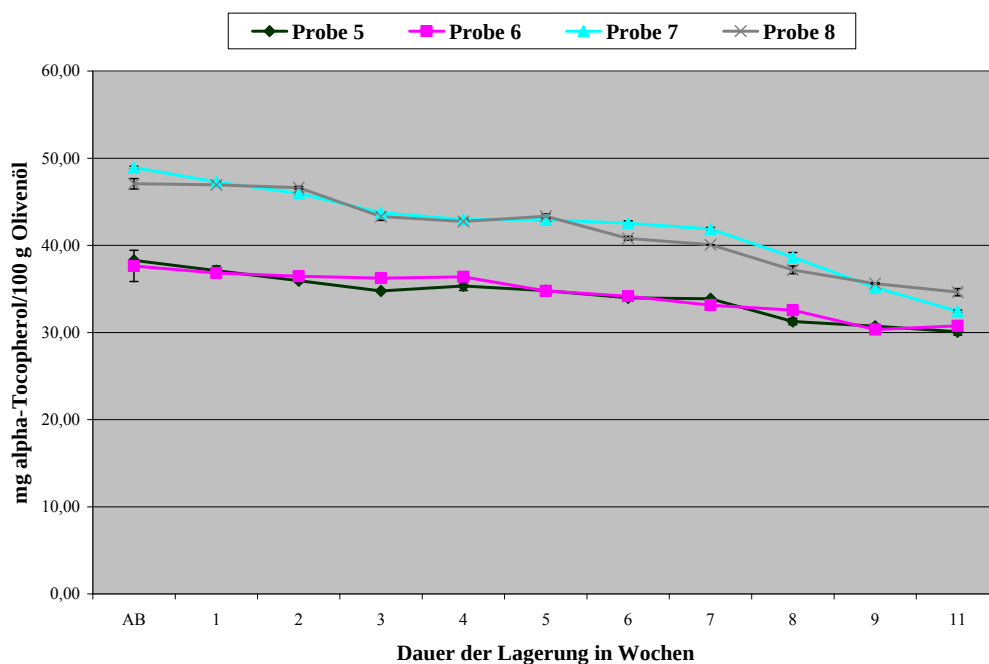


Abbildung 54: Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Dezember 2008

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf von alpha-Tocopherol, wurden bei den Proben der Erntezeit Dezember in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

| Probe | Dauer der Lagerung in Wochen |    |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-------|------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|       | AB                           | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 11  |
| 5     |                              |    | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 6     |                              |    |     |     |     | *   | **  | *** | *** | *** | *** |
| 7     |                              | ** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |
| 8     |                              |    |     | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** | *** |

Tabelle 21: Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol (Erntezeit Dezember). Die Werte von alpha-Tocopherol während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

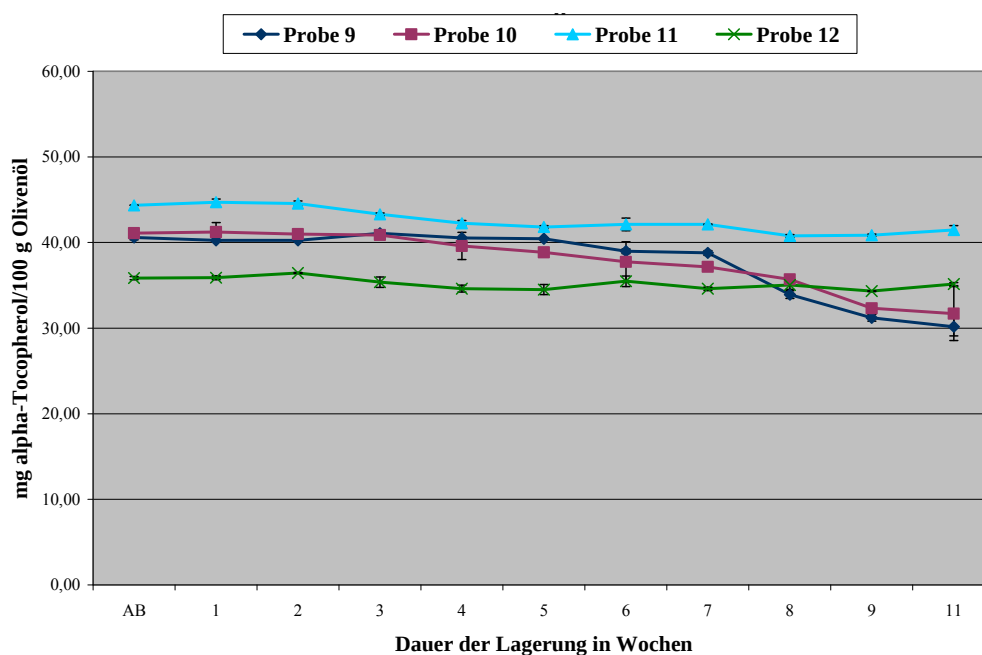


Abbildung 55: Verlauf von alpha-Tocopherol während der Lagerung von Olivenöl bei 40°C -Erntezeitpunkt Jänner 2009

Signifikante Unterschiede vom Ausgangswert im Verlauf von alpha-Tocopherol, wurden bei den Proben der Erntezeit Jänner in den im Folgenden aufgelisteten Lagerungswochen erreicht:

|       | Dauer der Lagerung in Wochen |   |   |   |    |    |    |    |     |     |     |
|-------|------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Probe | AB                           | 1 | 2 | 3 | 4  | 5  | 6  | 7  | 8   | 9   | 11  |
| 9     |                              |   |   |   |    |    |    | *  | *** | *** | *** |
| 10    |                              |   |   |   |    |    |    |    |     | **  | *** |
| 11    |                              |   |   |   | ** | ** | ** | ** | *** | *** | *** |
| 12    |                              |   |   |   |    |    |    |    |     |     |     |

Tabelle 22: Signifikante Unterschiede im Verlauf von alpha-Tocopherol (Erntezeit Jänner). Die Werte von alpha-Tocopherol während der Lagerung unterscheiden sich signifikant von den Werten der Ausgangsbestimmung, auf einem Niveau von \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,01$ ; \*\*\*  $p < 0,001$ .

#### **4.1.5. Korrelationen**

Zusätzlich zu den Mittelwertvergleichen, wurde auf Korrelationen der Ergebnisse der Ausgangsbestimmungen der Parameter Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol der einzelnen Proben getestet. Bei allen Proben ergaben sich zwischen Peroxidzahl und Säurezahl, Peroxidzahl und alpha-Tocopherol, sowie konjugierten Dienen und alpha-Tocopherol negative Korrelationen, mit einem 2-seitigen Signifikanzniveau von  $p < 0,01$ . Das Paar Säurezahl und konjugierte Diene zeigte ebenfalls eine negative Korrelation ( $p < 0,01$  und  $p < 0,05$ ). Die negative Korrelation zwischen Säurezahl und konjugierten Dienen sowie Peroxidzahl, konnte als nicht nahe liegend erachtet werden, da die Säurezahl auch stellvertretend für Zersetzungsreaktionen im Öl stehen kann und somit positiv mit den anderen Parametern korrelieren müsste. Positive Korrelationen hingegen wurden zwischen Peroxidzahl und konjugierten Dienen, sowie Säurezahl und alpha-Tocopherol erreicht ( $p < 0,01$ ). Daraus kann man interpretieren, dass mit steigender Peroxidzahl die Parameter Säurezahl und alpha-Tocopherol sanken, hingegen der Wert der konjugierten Diene anstieg. Aufgrund dessen hatte auch die zunehmende Anzahl konjugierter Diene eine Verminderung der Säurezahl sowie des alpha-Tocopherols zur Folge. Mit der Säurezahl sank auch der Gehalt an alpha-Tocopherol. Alle erwähnten Korrelationen sind 2-seitig zu verstehen.

Auch Ögütçü et. al. [2008] stellten fest, dass eine signifikante Korrelation der Peroxidzahl mit konjugierten Dienen, sowohl bei den Werten der Ausgangsbestimmung als auch im Lagerungsverlauf, besteht, was in diesem Fall das Ergebnis der vorliegenden Arbeit bestätigte. Peroxidzahl sowie konjugierte Diene repräsentierten primäre Oxidationsprodukte der Ölproben im Verlauf der Lagerung.

Cinquanta et. al. [2001] zeigen, dass der Gehalt an alpha-Tocopherol in Olivenöl keinen signifikanten Zusammenhang mit dem Reifegrad der Oliven aufweist. Weiters wurde auch keine signifikante Korrelation zwischen Ölstabilität und alpha-Tocopherol Gehalt festgestellt.

Beide Beobachtungen konnten nicht bestätigt werden, da in dieser Arbeit der Gehalt an alpha-Tocopherol von den Erntezeitpunkten November bis Jänner bzw. mit dem Reifegrad signifikant abnahm und auch, sowohl bei den Ausgangsbestimmungen als auch im Lagerversuch, eine signifikante negative Korrelation zwischen alpha-

Tocopherol und Peroxidzahl sowie konjugierten Dienen festgestellt werden konnte. Der Gehalt an alpha-Tocopherol nahm hier daher auch mit steigender Peroxidzahl und Anzahl konjugierter Diene ab.

Isnardy et. al. [2003] beobachteten, dass alpha-Tocopherol weder in geringen noch in hohen Konzentrationen eine antioxidative Wirkung auf primäre Oxidationsprodukte hat. Es wurde beobachtet, dass sich höhere Konzentrationen von alpha- oder gamma-Tocopherol sogar negativ auf ihre Aktivität zur Hemmung von Hydroperoxiden, bzw. prooxidativ auswirken können. In diesem Fall wurde ein Anstieg der Peroxidzahl sowie der konjugierten Diene beobachtet. Diese Ergebnisse für alpha-Tocopherol wurden auch von Braunrath et. al. [2009] bestätigt.

Wie in der vorliegenden Arbeit, beobachteten auch Wagner et. al. [2004], bei der Untersuchung von Rapsöl, hoch signifikante negative Korrelationen ( $p < 0,01$ ) zwischen der alpha-Tocopherol-Stabilität und der Peroxidzahl. Es wurde diskutiert, dass die Oxidation nur langsam voranschreitet, so lange  $\alpha$ -,  $\gamma$ -, und  $\delta$ -Tocopherole im System vorhanden sind, sich jedoch beschleunigt, wenn hohe Mengen an Tocopherolen hinzu gegeben werden.

Auch Nogala-Kalucka et. al. [2005] zeigten bei der Untersuchung von hydriertem Fett, eine Induktion von Peroxidzahl und konjugierten Dienen, bei einer hohen Konzentration von alpha-Tocopherol.

Romero et. al. [2003] beobachteten, dass die Zusammensetzung von nativem Olivenöl von verschiedenen Faktoren stark beeinflusst wird, wie beispielsweise von klimatischen Einflüssen. Beispielsweise spielen Regen für die Fettsäure-Zusammensetzung und phenolische Komponenten eine wichtige Rolle und die Minimaltemperatur während der Erntezeit übe einen Einfluss auf die Pigmente Chlorophyll und Carotinoide, sowie den alpha-Tocopherol-Gehalt aus. Diese Studie war in zwei Erntezeiten gegliedert, wobei die erste von November bis Mitte Dezember und die zweite von Mitte Dezember bis Ende Jänner reichte. Hier wurde ein signifikanter Unterschied der beiden Erntezeiten in Bezug auf alpha-Tocopherol verzeichnet, welches in der zweiten Erntezeit signifikant niedriger war als in der ersten.

Dies bestätigt auch die Ergebnisse von Punkt 4.1.4.1.. Wahrscheinlich kann man daher einen klimatischen Einfluss auf den alpha-Tocopherolgehalt in Olivenöl vermuten.

## 4.2. Ergebnisse der quantitativen Deskriptiven Analyse (QDA)

### 4.2.1. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts November (Proben 1-4)

Die Intensität der Farbe Grün der Probe 3 war hoch signifikant niedriger als die der Probe 1 ( $p < 0,01$ ), bzw. tendenziell niedriger als die der Probe 2. Weiters war Probe 4 signifikant trüber als Probe 2 ( $p < 0,01$ ), bzw. tendenziell trüber als Probe 3. Im Fall des trigeminalen Eindrucks scharf/beißend konnte festgestellt werden, dass Probe 2, im Vergleich mit den Proben 1 und 4 signifikant ( $p < 0,01$ ) bzw. im Vergleich mit Probe 3 tendenziell, weniger scharf/beißend war. Bei den übrigen Attributen konnten keine statistisch signifikanten bzw. tendenziellen Unterschiede zwischen den Proben 1 bis 4 festgestellt werden. (Abbildung 56)

Jedoch ist in Abbildung 56 deutlich zu erkennen, dass der Olivengeruch, der reife Geruch, sowie das Olivenflavour bei Probe 2 intensiver ausgeprägt waren, als bei den übrigen Proben des Erntezeitpunkts November. Der bittere Geschmack war bei Probe 1 am intensivsten. Des Weiteren waren der Geruch nach grünen Oliven und das grasige Flavour bei Probe 3 am stärksten ausgeprägt.

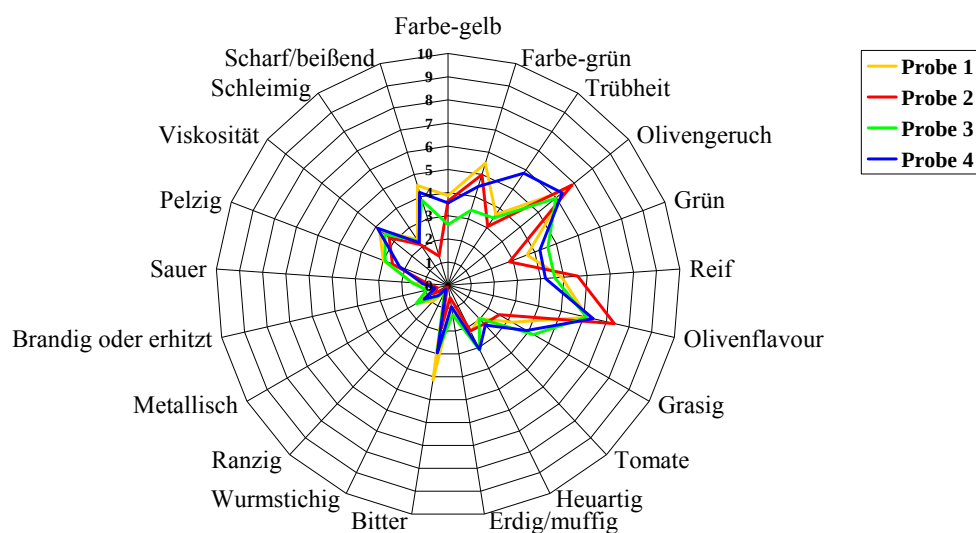


Abbildung 56: Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts November 2008

Zur Veranschaulichung der Korrelationen der Geruchs- und Flavoureigenschaften innerhalb der jeweiligen Erntezeitpunkte wurden PCAs („Principal Component Analysis“, deutsch: Hauptkomponentenanalyse) erstellt. In diesen Grafiken korrelieren Attribute, deren Linien näher zusammen liegen, stärker, als jene deren Linien weiter von einander entfernt sind. Linien von Eigenschaften, welche in die entgegen liegende Richtung zeigen, verhalten sich umgekehrt proportional. [KREILMAYR, 2003]

Daher kann man in Abbildung 57 erkennen, dass die Eigenschaften Olivengeruch, der reife Geruch, sowie das Olivenflavour positiv miteinander korrelierten. Auch der grüne Geruch und das grasige und heuartige Flavour standen miteinander im positiven Zusammenhang, verhielten sich aber umgekehrt proportional zu den bereits erwähnten Attributen Olivengeruch, reifer Geruch und Olivenflavour. Eine positive Korrelation war auch zwischen dem trigeminalen Eindruck scharf/beißend und dem bitteren Geschmack zu verzeichnen.

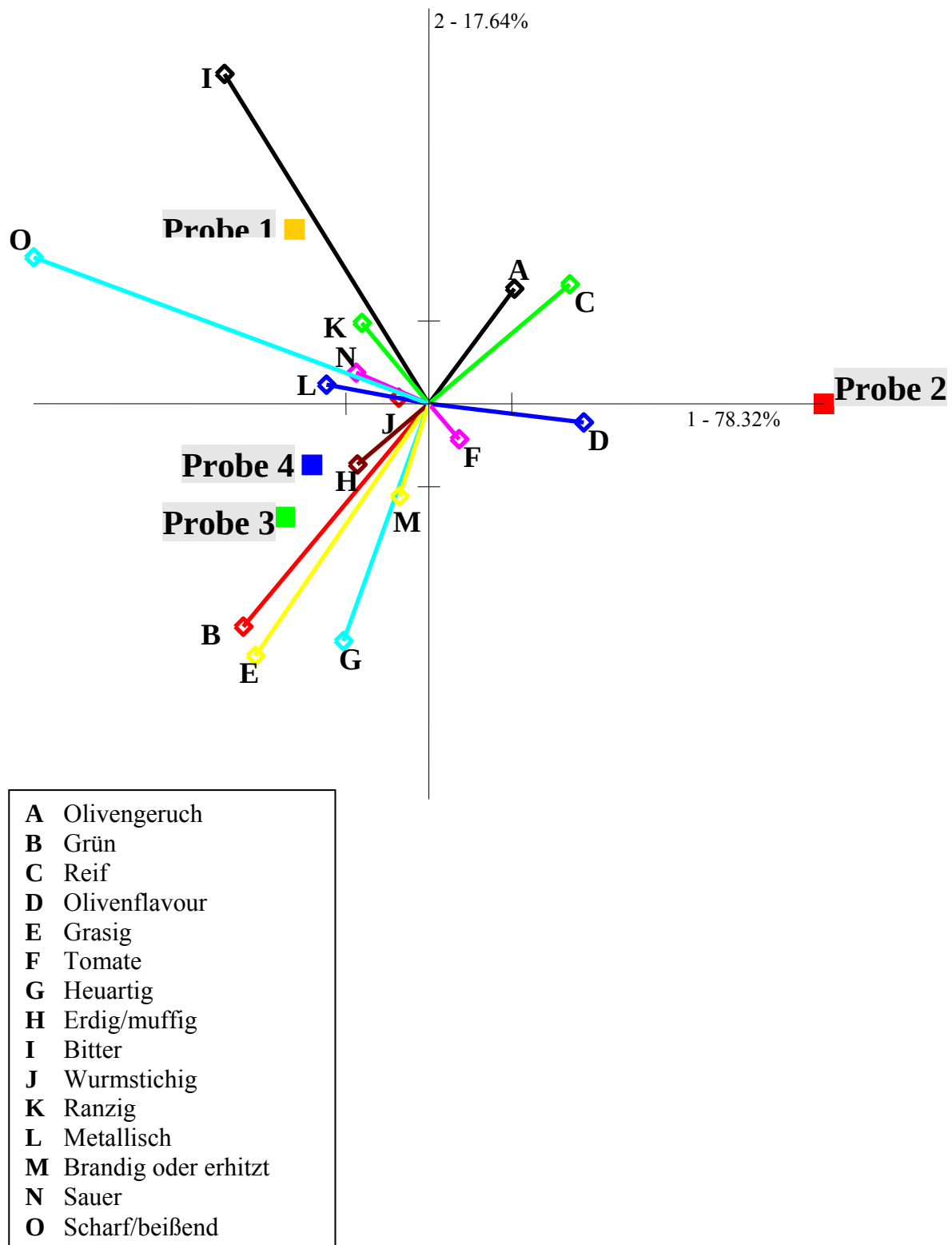


Abbildung 57: PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts November

#### 4.2.2. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts Dezember (Proben 5-8)

Die Intensität der Farbe Grün der Probe 8 war signifikant höher als bei Probe 6 ( $p < 0,01$ ) und Probe 7 ( $p < 0,05$ ). Weiters war Probe 8 auch signifikant trüber als Probe 5 ( $p < 0,05$ ) und tendenziell trüber als Probe 6. Bei den übrigen Attributen konnten keine statistisch signifikanten bzw. tendenziellen Unterschiede zwischen den Proben 5 bis 8 festgestellt werden. (Abbildung 58)

Jedoch kann man in Abbildung 58 erkennen, dass die Proben 6, 7 und 8 ähnliche Intensitäten des Olivengeruchs, des reifen Geruchs und des Olivenflavours aufwiesen. Diese Eigenschaften waren bei den oben erwähnten Proben stärker ausgeprägt als bei Probe 5. Im Gegensatz dazu waren der grüne Geruch, sowie das grasige und heuartige Flavour bei Probe 5 am stärksten ausgeprägt. Probe 8 war die dickflüssigste und bitterste Probe. Die Intensitäten der negativen Flavoureigenschaften heuartig, erdig/muffig, wurmstichig, ranzig, metallisch und brandig oder erhitzt waren bei Probe 7 am niedrigsten ausgeprägt.

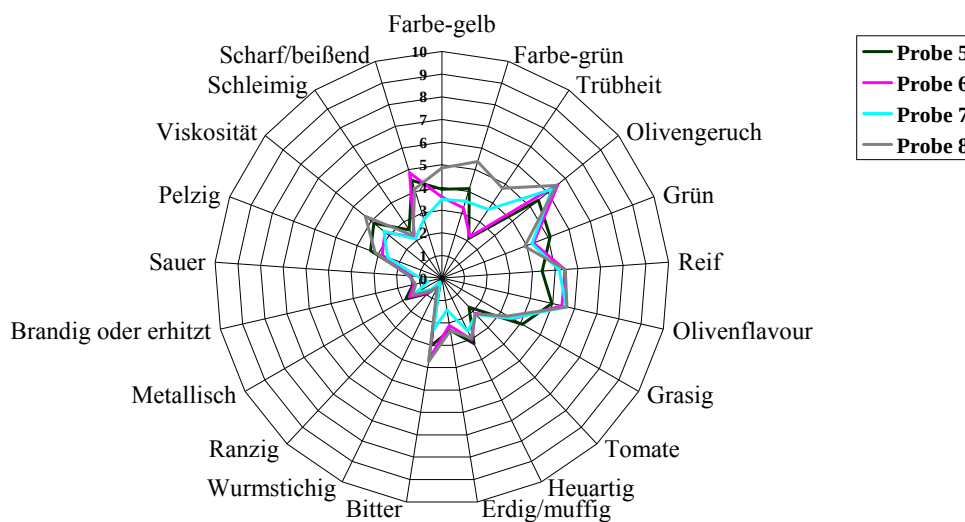


Abbildung 58: Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts Dezember 2008

Die in Abbildung 59 ersichtlichen Korrelationen zwischen den Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts Dezember, sind mit jenen des Erntezeitpunkts November zu vergleichen (Punkt 4.2.1). Auch hier korrelieren Olivengeruch, der reife Geruch, sowie das Olivenflavour positiv miteinander. Zusätzlich korrelieren diese Eigenschaften auch mit dem Flavour Tomate. Weiters besteht auch ein positiver Zusammenhang zwischen dem grünen Geruch und dem grasigen und heuartigen Flavour, sowie auch zwischen dem bitteren Geschmack und dem trigeminalen Eindruck scharf/beißend.

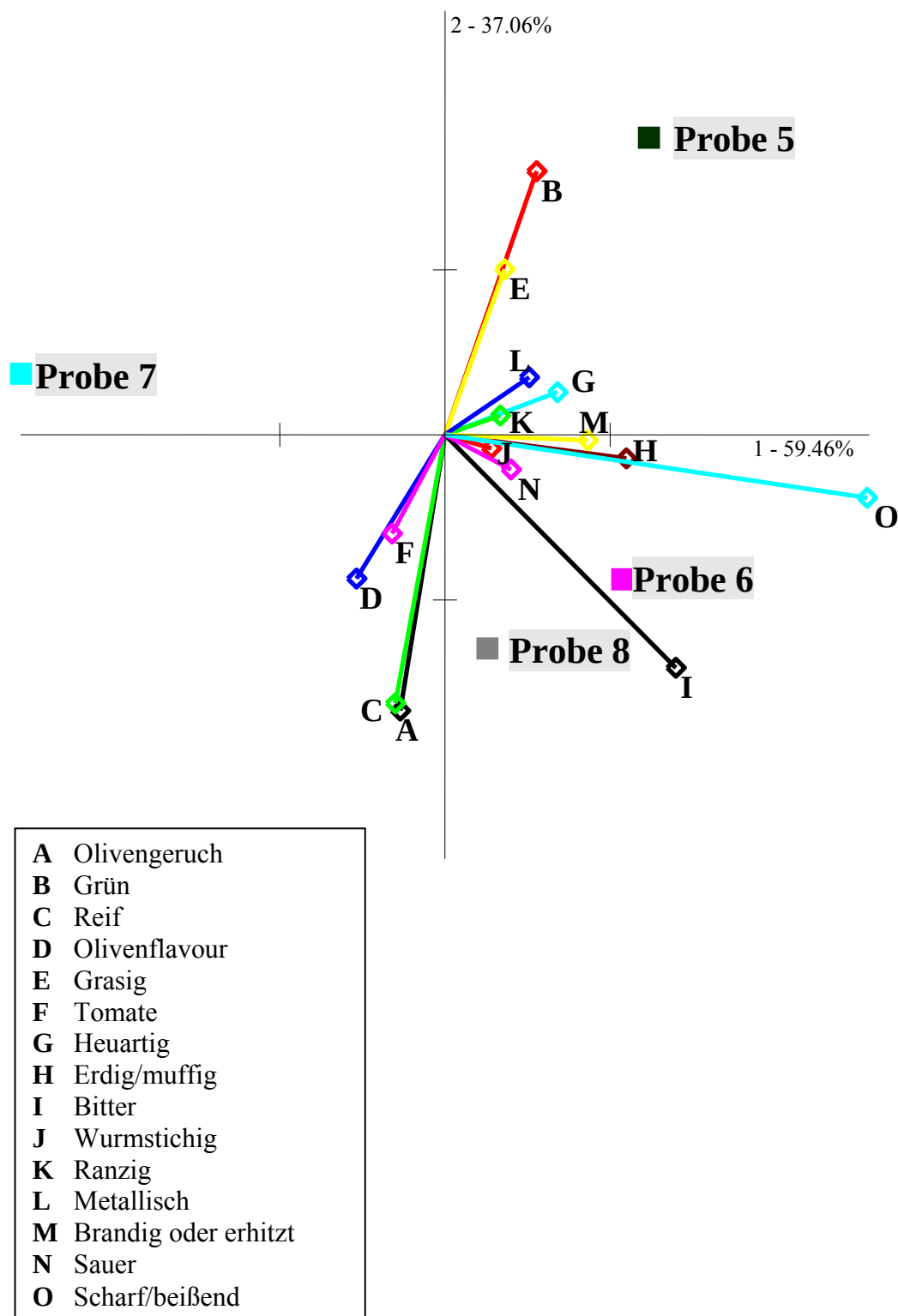


Abbildung 59: PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts Dezember

#### 4.2.3. Ergebnisse der Proben des Erntezeitpunkts Jänner (Proben 9-12)

Die Intensität der Farbe Grün der Probe 9 war höchst signifikant niedriger als die der Proben 11 und 12 ( $p < 0,001$ ) bzw. tendenziell niedriger als die der Probe 10. Weiters wiesen Probe 11 und 12 eine höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) intensivere grüne Färbung im Vergleich mit Probe 10 auf. Probe 12 war die trübste Probe mit höchst signifikanten Unterschieden ( $p < 0,001$ ) zu den Proben 10 und 11. Das klarste Olivenöl (Probe 10) unterschied sich in der Trübheit höchst signifikant ( $p < 0,001$ ) von den Proben 9 und 11. Weiters war Probe 9 signifikant ( $p < 0,05$ ) trüber als Probe 11. Die Intensität des bitteren Geschmacks war bei Probe 11 am stärksten und auch signifikant ( $p < 0,05$ ) höher als die der Probe 10. Bei den übrigen Attributen konnten keine statistisch signifikanten bzw. tendenziellen Unterschiede zwischen den Proben 9 bis 12 festgestellt werden. (Abbildung 60)

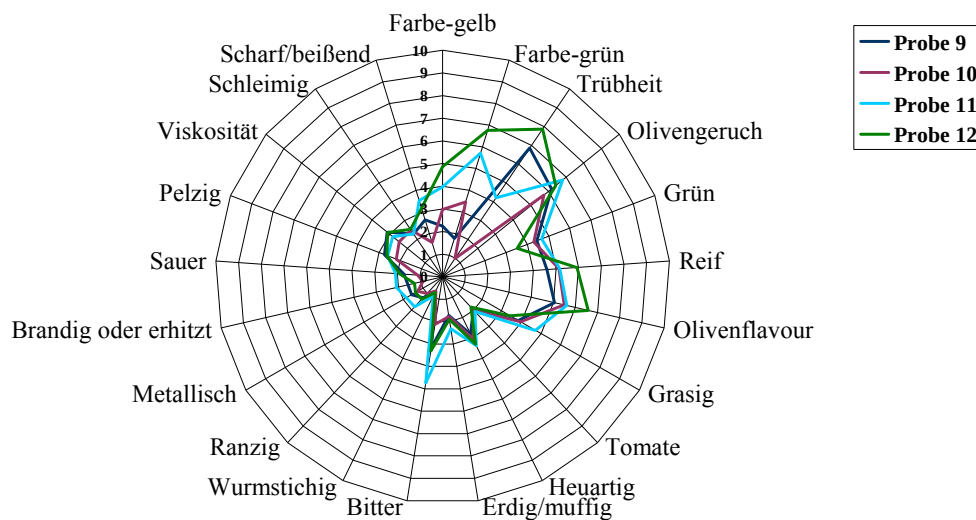


Abbildung 60: Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Proben des Erntezeitpunkts Jänner 2009

In Abbildung 60 kann man jedoch erkennen, dass bei Probe 12 der Olivenflavour sowie der reife Geruch am stärksten ausgeprägt, die Intensität des grünen Geruchs und des grasigen Flavours aber am niedrigsten waren. Bei Probe 11 konnten die höchsten Werte beim grünen Geruch und grasigen Flavour, sowie bei den negativen Flavoureigenschaften ranzig, metallisch und brandig oder erhitzt festgestellt werden.

Auch bei den Proben des Erntzeitpunkts Jänner korrelierten das Olivenflavour, der reife Geruch und der Olivengeruch positiv miteinander. Besonders auffällig war, dass der grüne Geruch und das grasige Flavour mit der negativen Flavoureigenschaft brandig oder erhitzt korrelierten. Ein positiver Zusammenhang konnte, wie bereits bei den Erntezeitpunkten November und Dezember beschrieben, zwischen dem trigeminalen Eindruck scharf/beißend und dem bitteren Geschmack festgestellt werden. (Abbildung 61)

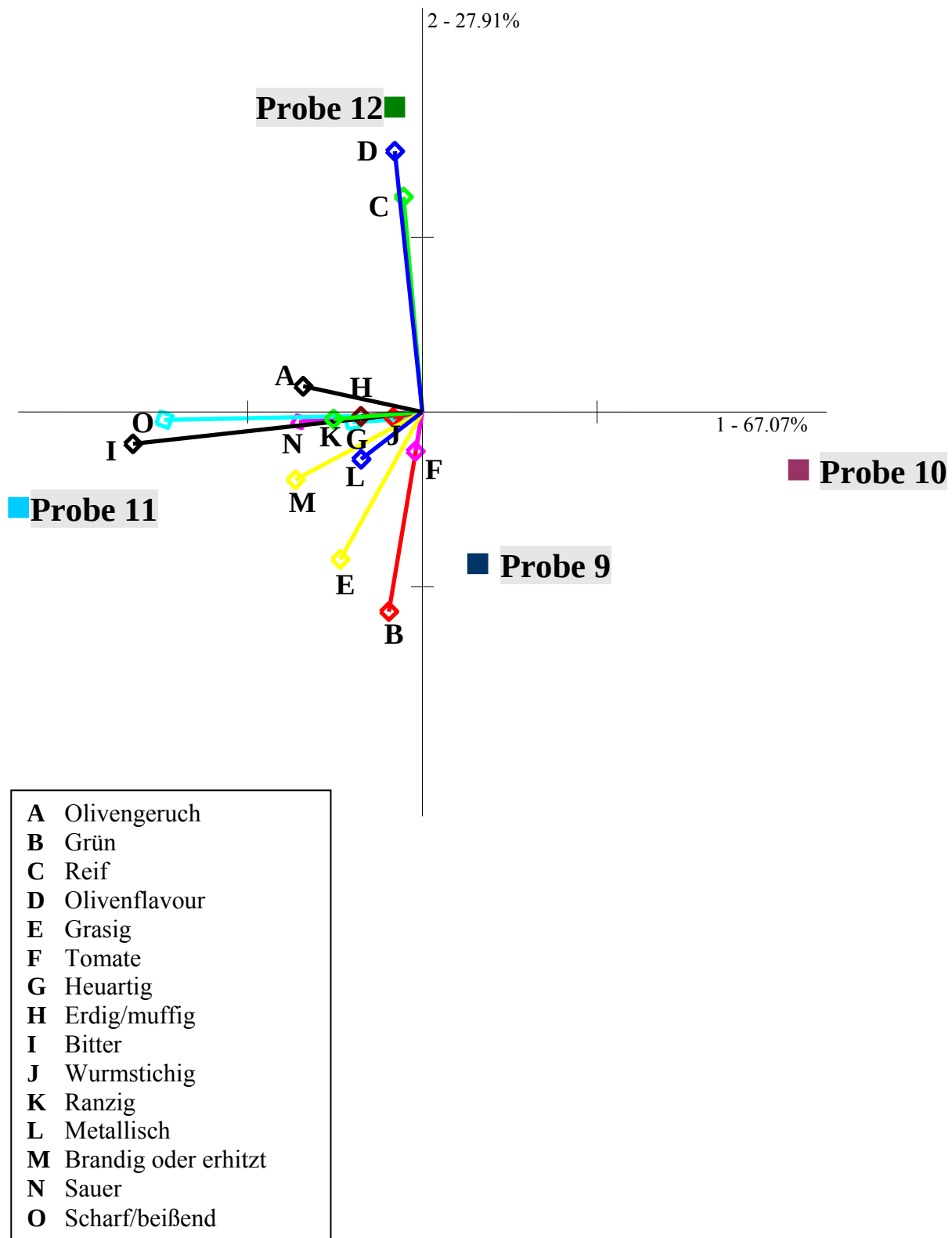


Abbildung 61: PCA mit Geruchs- und Flavoureigenschaften des Erntezeitpunkts Jänner

#### **4.2.4. Vergleich von Erntezeitpunkts-Ergebnismittelwerten der verschiedenen Attribute**

Um Unterschiede in den sensorischen Eigenschaften zwischen den Proben der drei Erntezeitpunkte (1. = November, 2. = Dezember und 3. = Jänner) aufzuzeigen (Abbildung 62), wurde mit den Probenmittelwerten der einzelnen Zeitpunkte und Attribute, wie bei den chemischen Parametern auch in diesem Fall ein T-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Die Auswertung ergab folgende Ergebnisse: Ein signifikanter Unterschied ( $p < 0,05$ ) bzw. eine Abnahme beim Olivenflavour konnte vom ersten (November) zum zweiten (Dezember) Erntezeitpunkt erkannt werden, jedoch nicht im Vergleich zum dritten (Jänner). Das heuartige Flavour der November-Proben wies im Vergleich zu den Jänner-Proben signifikant ( $p < 0,05$ ) niedrigere Werte auf. Auch die Flavoureigenschaften ranzig ( $p < 0,05$ ), brandig oder erhitzt ( $p < 0,05$ ), erdig/muffig ( $p < 0,01$ ) und wurmstichig ( $p < 0,001$ ) stiegen im Erntezeitverlauf von November bis Jänner signifikant an. Beim metallischen Flavour und saurem Geschmack war nur ein tendenzieller Anstieg der Intensität zu erkennen. Hingegen nahm die Pelzigkeit tendenziell von November bis Jänner ab und die Ölproben waren im Jänner auch hoch signifikant weniger dickflüssig ( $p < 0,001$ ) als im November. Bei den übrigen getesteten Attributen (Aussehen: Farben Gelb und Grün, Trübheit; Geruch: Olive, grün, reif; Flavour: grasig, Tomate; Geschmack: bitter; Mundgefühl: schleimig und scharf/beißend), konnten weder tendenzielle noch signifikanten Unterschiede zwischen den drei Erntezeiten festgestellt werden (Abbildung 62). Jedoch kann man in Abbildung 62 deutlich erkennen, dass der bittere Geschmack der Jänner-Proben intensiver ausgeprägt war als bei den Ölen von November und Dezember. Weiters war die Intensität des Geruchs Grün beim Erntezeitpunkt November geringer als in den Monaten Dezember und Jänner.

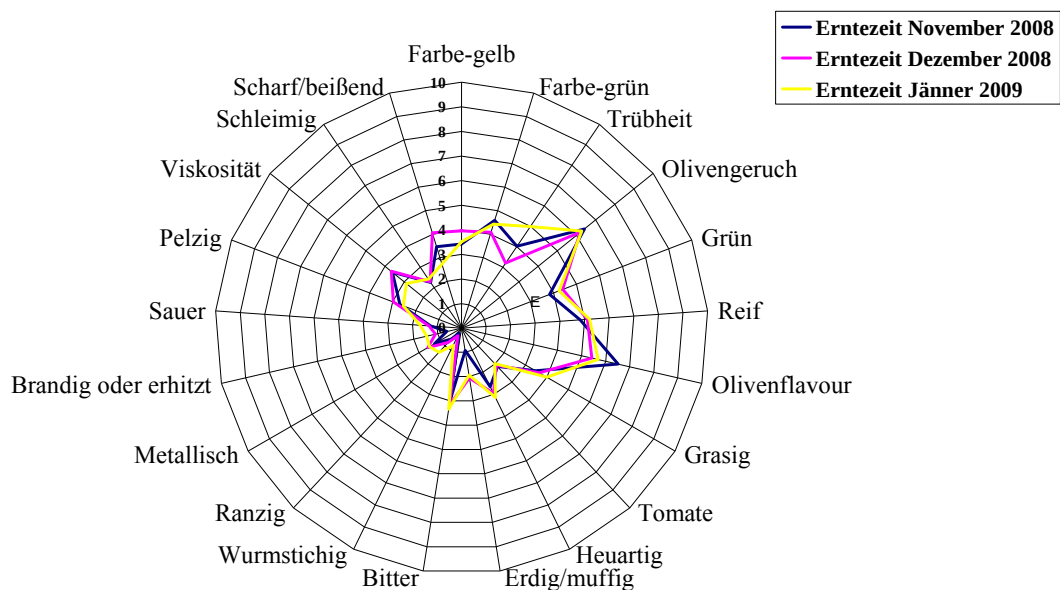


Abbildung 62: Spiderweb der sensorischen Eigenschaften der Probendurchschnittswerte der drei Erntezeitpunkte im Vergleich

In verschiedenen Studien werden diverse Einflussfaktoren auf die sensorischen Eigenschaften von Olivenöl diskutiert.

In einer Studie aus dem Jahr 1996, wurde beobachtet, dass Oliven, welche relativ früh geerntet werden, ein Öl mit einem fruchtigeren Flavour und grünerer Farbe ergeben im Vergleich zum Öl aus Oliven, welche spät in der Saison geerntet werden. [GARCÍA et. al., 1996] Der höhere Olivenflavour beim ersten Erntezeitpunkt im November, im Vergleich zum zweiten und dritten, der im Verlauf dieser Arbeit festgestellt werden konnte, könnte daher eine Bestätigung für obere Tatsache sein. Nicht aber die grüne Farbe, deren Intensität in den untersuchten Ölen keine signifikanten Unterschiede zwischen den drei Erntezeiten aufwies.

Laut einer Studie, in welcher die Merkmale von Ölen, erzeugt aus Oliven mit drei unterschiedlichen Reifegraden (1. Gruppe: grüne oder gelbe Oliven; 2. Gruppe: teilweise violette Oliven; 3. Gruppe: gänzlich violette bzw. schwarze Oliven) verglichen wurden, sind die folgenden Ergebnisse festgestellt worden: Der Reifegrad der Oliven beeinflusst direkt oder indirekt die Qualität und die sensorischen Eigenschaften des

daraus erzeugten Öls. Beispielsweise schmeckt Öl aus grünen bzw. noch unreifen Oliven deutlich bitter. [CAPONIO et. al., 2000] In dieser Diplomarbeit konnte bei Betrachtung des Erntezeitpunkts November, zu welchem die zu Öl verarbeiteten Oliven noch grüner und unreifer sind als jene der Erntezeitpunkte Dezember und Jänner, kein signifikanter Zusammenhang zwischen diesem Reifegrad und dem Attribut bitter erkannt werden, aus welchem Grund das Ergebnis dieser Publikation auch nicht bestätigt werden kann.

Tovar et. al. [2001] stellten fest, dass beispielsweise die Bewässerung der Olivenbäume unter anderem den Bitterindex bzw. die sensorischen Eigenschaften, die oxidative Stabilität und auch den Gehalt an Chlorophyll und Carotinoiden negativ beeinflusst.

In einer weiteren Studie aus dem Jahr 2008 konnte kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Chlorophyll- bzw. Carotinoidgehalt und dem Reifestadium der Oliven festgestellt werden. [CERRETANI et. al., 2008] Dies wird aufgrund der Ergebnisse dieser Diplomarbeit, die keine Veränderungen der Farben Gelb und Grün im Verlauf der Erntezeiten aufzeigten, bestätigt.

Des Weiteren wurden in einer Studie Olivenöle verschiedener Regionen der Türkei analysiert um herauszufinden, ob dieser geographische Unterschied einen Einfluss auf die sensorischen Eigenschaften des Öles ausübt. Das Ergebnis war, dass es in diesem Fall keinen signifikanten geographischen Einfluss gab. An den unterschiedlichen Orten waren überall Öle mit Ausprägungen der Eigenschaften Olivenflavour, grasig und bitter zu finden. [ÖĞÜTÇÜ et. al., 2008]

Aus diesem Grund wurden auch in dieser Arbeit, die bereits in den Kapiteln 4.2.1., 4.2.2. und 4.2.3, erwähnten Öle mit den höchsten Ausprägungen der Eigenschaften reif, Olivengeruch und Olivenflavour (Proben 2, 6, 7, 8 und 12) und jene mit den höchsten Ausprägungen der Merkmale grün und grasig (Proben 3, 5 und 11), der drei verschiedenen Erntezeitpunkte (November, Dezember und Jänner) näher betrachtet.

Im Hinblick auf die Erzeugungs- bzw. Pressungsorte der Öle (siehe Tabelle 7) war zu erkennen, dass beide Arten von Ölen mit den jeweiligen Ausprägungen auch von gleichen Orten stammten. Beispielsweise stammten Probe 2 und 12 (reif/Olivengeruch/Olivenflavour), sowie Probe 3 (grün/grasig) aus dem Erzeugungsort Kamaria. Weiters wurden auch Probe 6 (reif/Olivengeruch/Olivenflavour) und Probe 5 (grün/grasig) im selben Ort – Evangelismos - erzeugt bzw. gepresst. Aufgrund dieser

Beispiele konnten wie in der Studie von Ögütçü et. al. aus dem Jahr 2008, auch bei dieser Arbeit keine eindeutigen sensorischen Unterschiede der Öle aufgrund des Erzeugungsortes festgestellt werden.

#### **4.2.5. Korrelationen der sensorischen Eigenschaften**

Zusätzlich zu den Mittelwertvergleichen wurde auf 2-seitige Korrelationen zwischen den Attributen der sensorischen Analyse getestet.

Es konnte festgestellt werden, dass negative Flavoureigenschaften signifikant miteinander korrelierten. Beispielsweise korrelierte das ranzige Flavour 2-seitig signifikant positiv mit den Flavour-Eigenschaften erdig/muffig, heuartig, metallisch ( $p < 0,05$ ), wurmstichig, brandig oder erhitzt ( $p < 0,01$ ) und dem sauren ( $p < 0,01$ ) und bitteren ( $p < 0,05$ ) Geschmack.

Zu erwähnen ist weiters, dass die Geruchseigenschaft grün, positiv signifikante 2-seitige Korrelationen mit den Flavoureigenschaften heuartig ( $p < 0,05$ ) und grasig ( $p < 0,01$ ) aufwies. Ein positiver Zusammenhang zu erkennen war auch zwischen grünem Geruch, heuartigem bzw. grasigem Flavour und den Flavoureigenschaften erdig/muffig, brandig oder erhitzt, ranzig, wurmstichig ( $p < 0,05$ ) und metallisch ( $p < 0,01$ ).

Dies bestätigt die Behauptung von Morales und Aparicio [1999], dass Merkmale wie beispielsweise der Geruch grün mit Oxidationsvorgängen in Zusammenhang stehen könnten, welche unter anderem durch Zellschädigungen bei der Ölproduktion verursacht werden, was zu diesen negativen Eigenschaften führen kann.

Des Weiteren korrelierte der grüne Geruch 2-seitig negativ mit dem Geruch nach reifen Oliven, sowie Olivengeruch und Olivenflavour ( $p < 0,05$ ). Olivenöle, bei welchen Olivenflavour stärker ausgeprägt war, waren auch weniger grün und grasig ( $p < 0,05$ , 2-seitige Signifikanz) und wiesen auch geringere Intensität an den negativen Flavoureigenschaften erdig/muffig und metallisch auf ( $p < 0,01$ , 2-seitige Signifikanz).

Ähnliche Beobachtungen haben Ögütçü et. al. [2008] gemacht; das heißt mit steigendem Olivenflavour nahmen die Attribute grasig, erdig/muffig und metallisch ab.

Negative Korrelationen zeigten sich auch zwischen den Flavourattributen Tomate und metallisch ( $p < 0,05$ ) bzw. dem Mundgefühl schleimig ( $p < 0,01$ ).

Zu bemerken war auch, dass die Mundgefühl-Attribute pelzig, Viskosität und scharf/beißend jeweils beidseitig positiv signifikant miteinander korrelierten ( $p < 0,05$ ). Weiters korrelierten auch die beiden Farben – gelb und grün – signifikant positiv mit einander ( $p < 0,01$ ). Auch der elementare Geschmack bitter wies einen signifikant positiven Zusammenhang mit dem elementaren Geschmack sauer ( $p < 0,01$ , 2-seitige Signifikanz) sowie dem Mundgefühl scharf/beißend ( $p < 0,05$ , 2-seitige Signifikanz) auf. Diese drei Eigenschaften standen aber auch im positiven Zusammenhang mit den negativen Flavoureigenschaften metallisch, brandig oder erhitzt und wurmstichig ( $p < 0,01$  und  $p < 0,05$ , 2-seitige Signifikanz).

#### **4.2.6. Korrelationen der sensorischen Eigenschaften mit Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierten Dienen und alpha-Tocopherol**

Es wurde auf 2-seitige Korrelationen zwischen den Parametern Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol und den Attributen aus der sensorischen Analyse getestet. Besonders auffallend war hier, dass die Eigenschaften erdig/muffig und ranzig mit den konjugierten Dienen, sowie wurmstichig mit konjugierten Dienen und mit der Peroxidzahl signifikant negativ korrelierten ( $p < 0,05$ ). Dies bedeutet, dass die Intensitäten der oben erwähnten sensorischen Eigenschaften mit dem Verlauf der Erntezeit anstiegen, konjugierte Diene und Peroxidzahl aber gleichzeitig abnahmen.

In einer Studie von Ögütçü et. al. [2008] korrelierten die Parameter Peroxidzahl und konjugierte Diene mit den sensorischen Eigenschaften ranzig und erdig/muffig hingegen positiv.

Möglicherweise können diese Unterschiede in den Ergebnissen dadurch erklärt werden, dass die zu Öl verarbeiteten Oliven des Erntezeitpunkts Jänner eventuell überreif, von der Olivenfliege befallen oder schlecht gelagert waren, was die sensorischen Eigenschaften eines Olivenöls negativ beeinflussen kann. [RICCI et. al., 2008] Bei dem Verderb wird meist die Minderung der sensorischen Eigenschaften beobachtet, ohne Verschlechterung der Nährwertqualität.

Eine weitere Erklärung wäre die Behauptung, dass Olivenöl welches von reiferen Oliven geerntet wird, schlechtere Qualitätsparameter aufweist, beispielsweise eine höhere Säurezahl, als Öl erzeugt aus unreifen Früchten. Dies könnte damit zusammenhängen, dass reifere Früchte öfters beschädigt sind als unreife. [YOUSFI et. al., 2006]

## **5. Schlussbetrachtung**

Das vorrangigste Ziel von Olivenölproduzenten ist, Öl von hoher Qualität und besten sensorischen Eigenschaften zu erzeugen, um unter anderem auch die immer höheren Ansprüche der Konsumenten erfüllen zu können. Die Erzeugung von hochwertigem Olivenöl erfordert aber auch ein hohes Maß finanzieller Mittel.

Aus diesen Gründen wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit zwei Themenschwerpunkte behandelt: Im ersten Teil wurde die Bedeutung von Subventionen der Europäischen Union für Olivenölproduktion, für griechische Olivenölproduzenten untersucht. Der zweite Teil beschäftigte sich mit dem Einfluss des Erntezeitpunkts von Oliven auf die Qualität des daraus produzierten Olivenöls. Im Rahmen dieser Arbeit sollten demnach die im Folgenden beschriebenen Fragen beantwortet werden.

Zur Beantwortung der Fragen wurden insgesamt zwölf extra native Olivenöle in drei Erntezeitpunkte eingeteilt (1. = November 2008, 2. = Dezember 2008, 3. = Jänner 2009) und auf sensorische Eigenschaften, sowie die Parameter Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol getestet. Weiters wurden elf griechische Olivenölproduzenten zu diesem Thema befragt.

Die Frage, ob der Erntezeitpunkt von Oliven im Laufe der Ernteperiode einen Einfluss auf die Haltbarkeit (Peroxidzahl, konjugierte Diene, Säurezahl), den Gehalt an Vitamin E, sowie die sensorischen Eigenschaften der Olivenöle ausübt, kann folgendermaßen beantwortet werden:

Aufgrund der erhaltenen Ergebnisse wird vermutet, dass dem Erntezeitpunkt in einigen Bereichen jedenfalls eine entscheidende Rolle zukommt. Im Fall der Peroxidzahl, der konjugierten Diene sowie der Säurezahl zeigten sich in der Erntezeit Jänner die niedrigsten Werte im Vergleich zu den anderen Monaten. Generell wurden bei der Peroxidzahl beim Vergleich aller drei Erntezeiten signifikante Unterschiede entdeckt, wobei bei der Säurezahl nur der Unterschied des 2. und 3. Erntezeitpunktes signifikant war und bei den konjugierten Dienen nur tendenzielle Unterschiede festgestellt werden konnten. Auch der durchschnittliche Gehalt an alpha-Tocopherol war in den Proben der Erntezeit Jänner, im Vergleich zu den anderen Monaten, deutlich niedriger.

Bei Betrachtung des Einflusses des Erntezeitpunkts auf die sensorischen Eigenschaften von Olivenöl wurde Folgendes festgestellt: Im Laufe der Erntezeiten nahm die Intensität beim Olivenflavour (vom ersten zum zweiten Zeitpunkt) ab, jedoch zeigten die negativen Eigenschaften heuartig, ranzig, brandig oder erhitzt, erdig/muffig und wurmstichig, zum Ende der Ernteperiode hin höhere Ausprägungen. In Bezug auf die Farbe eines Olivenöles mit den Merkmalen grün und gelb, konnten jedoch zwischen den drei Erntezeiten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Aus den Beobachtungen kann man schließen, dass dem Erntezeitpunkt der Oliven auf jeden Fall eine entscheidende Rolle in Bezug auf die Haltbarkeit, den Gehalt an Vitamin E, sowie die sensorischen Eigenschaften der Olivenöle zukommt. Jedoch spielen sicherlich auch andere Faktoren (Verarbeitung der Oliven, Klima, etc.) eine Rolle.

Im Verlauf der Lagerung der Olivenölproben über elf Wochen, bei 40°C und Dunkelheit veränderten sich Haltbarkeit und Gehalt an Vitamin E folgendermaßen:

Ein Anstieg war bei Peroxidzahl und konjugierten Dienen zu verzeichnen, was für den Anstieg der Lipidperoxidation bzw. fortgeschrittenen Verderb der Öle spricht. Hingegen ist der Wert der Säurezahl, der auch stellvertretend für Zersetzungsreaktionen im Öl stehen kann, überraschenderweise bei allen Proben gefallen. Auch der Gehalt an alpha-Tocopherol ist im Verlauf der Lagerung in allen Olivenölproben gesunken. Es konnten jedoch keine großen Unterschiede zwischen den Proben der verschiedenen Erntezeitpunkte, im Verlauf der Lagerung, beobachtet werden.

Zur Frage, ob man einen optimalen Erntezeitpunkt der Oliven empfehlen kann, um die höchste Olivenölqualität zu erlangen, kann Folgendes erwähnt werden:

Es ist schwierig einen optimalen Erntezeitpunkt zu definieren, da aufgrund der erhaltenen Ergebnisse sowohl eine frühe Erntezeit (November) als auch eine späte Erntezeit (Jänner) Vor- und Nachteile mit sich bringen können. Beispielsweise zeigt der Erntezeitpunkt November die höchsten Werte an alpha-Tocopherol und die höchste Ausprägung des Olivenflavours, was als positiv angesehen werden kann. Jedoch nehmen die negativen Parameter Peroxidzahl, konjugierte Diene und Säurezahl in Richtung Ende der Erntezeit (Jänner) ab und zeigen somit im November höhere Werte als im Jänner. Andererseits wurden im Jänner, wie schon erwähnt, auch die höchsten

Ausprägungen der negativen Attribute heuartig, ranzig, brandig oder erhitzt, erdig/muffig und wurmstichig, detektiert. Weiters muss auch festgestellt werden, dass Olivenölproben mit hohen Ausprägungen der Eigenschaften reif, Olivengeruch und Olivenflavour, sowie Proben mit hohen Ausprägungen der Attribute grün und grasig bei allen Erntezeiten, sowie auch bei gleichen Erzeugungsorten zu finden waren. Vermutlich kann man jedoch aufgrund dieser Ergebnisse, den Erntezeitpunkt in der Mitte der Ernteperiode – Dezember - als jenen mit der größten Ausgewogenheit der positiven und negativen Eigenschaften ansehen. Von diesem Standpunkt aus wäre generell der Erntezeitpunkt Dezember für die Olivenölproduktion, im Vergleich zu den anderen Erntezeitpunkten, am ehesten zu empfehlen.

Aufgrund dieser Ergebnisse und der Erkenntnisse anderer Studien muss man eventuell auch, vor allem in Hinblick auf die Entwicklung der sensorischen Eigenschaften, den Einfluss des Klimas, eine mögliche Beschädigung der Früchte, Lagerungsbedingungen, eventuell den Befall der Früchte von der Olivenfliege und weitere Faktoren in Betracht ziehen. Generell kann jedoch festgestellt werden, dass die Ernteperiode der Olivenölproben (2008/2009), in Bezug auf das Klima durchschnittlich war.

Auf die Fragen, welche Bedeutung Subventionen der Europäischen Union für griechische Olivenölproduzenten haben und ob die Erzeugung eines hoch qualitativen Olivenöls auch ohne Subventionen der Europäischen Union möglich wäre, kann aufgrund der Erkenntnisse aus den Befragungen der Produzenten folgende Antwort gegeben werden:

Die Erzeugung von Olivenöl würde ohne Förderungen sehr hohe Kosten mit sich bringen. Generell können die Fördergelder nicht als Lebensunterhalt angesehen werden, jedoch ermöglichen sie den Ölproduzenten auch zusätzliche Leistungen wie beispielsweise der Besitz eines Autos. Einen Vorteil für die Qualität bringen Subventionen auf jeden Fall mit sich, zum Beispiel bei der Vereinfachung der Kontrolle der Erzeugungstemperatur des Olivenöls. Aber auch ohne modernste Geräte bzw. Subventionen wäre laut Angaben der Befragten, die Erzeugung eines hoch qualitativen Olivenöls für die griechischen Olivenölproduzenten möglich.

## **6. Zusammenfassung**

Das Ziel dieser Arbeit war es zu überprüfen, ob der Erntezeitpunkt von Oliven einen Einfluss auf Haltbarkeit und spezifische Inhaltsstoffe des daraus erzeugten Olivenöls ausübt und von welcher Bedeutung Subventionen der Europäischen Union für griechische Olivenölproduzenten sind. Zu diesem Zweck wurden insgesamt zwölf extra native Olivenöle aus Griechenland analysiert, welche aufgrund ihrer Erzeugung in drei Erntezeitpunkte - November 2008, Dezember 2008 und Jänner 2009 - eingeteilt wurden. Zu Beginn der Studie wurden die Ölproben im Rahmen von Ausgangsbestimmungen auf die Parameter Peroxidzahl, Säurezahl, konjugierte Diene und alpha-Tocopherol getestet. Des Weiteren wurde eine Quantitative Deskriptive Analyse durchgeführt, um die sensorischen Eigenschaften der Öle zu bestimmen. Im Anschluss wurden die Proben bei Dunkelheit und 40°C für eine Dauer von elf Wochen gelagert, um durch wöchentliche Messungen, den Entwicklungsverlauf der Lipidperoxidation zu beobachten. Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen im Lagerversuch der Olivenöle bei allen Proben einen Anstieg der Peroxidzahl und der konjugierten Diene, sowie eine Senkung der Säurezahl und alpha-Tocopherol. Es konnten jedoch keine großen Unterschiede zwischen den Erntezeitpunkten, im Verlauf der Lagerung, beobachtet werden. Weiters wurde festgestellt, dass kein perfekter Erntezeitpunkt formuliert werden kann, zu welchem nur positive Eigenschaften der Öle existieren. Demnach wies ein früher Erntezeitpunkt (November) die höchsten Werte an alpha-Tocopherol und die höchste Ausprägung an Olivenflavour auf, jedoch waren hier auch, im Vergleich mit dem späten Erntezeitpunkt (Jänner), die Peroxidzahl, konjugierte Diene und Säurezahl am höchsten. Hingegen wurden aber beim Erntezeitpunkt Jänner auch starke Ausprägungen negativer sensorischer Eigenschaften festgestellt. Vermutlich kann man aber aufgrund dessen, den in der Mitte liegenden Erntezeitpunkt – Dezember – als jenen mit der größten Ausgewogenheit der positiven und negativen Eigenschaften bezeichnen. Zudem konnte durch Befragung elf griechischer Olivenölproduzenten, eine große Bedeutung der Subventionen der Europäischen Union für die Finanzierung der Olivenölproduktion, festgestellt werden. Doch auch ohne Subventionen wäre laut Angaben der Befragten, die Erzeugung eines hoch qualitativen Olivenöls möglich.

## **7. Summary**

The aim of this study was to investigate the influence of olives' harvest time on the shelf-life and specific ingredients of the produced olive oil and to discover the importance of subventions of the European Union for Greek olive oil-manufacturers.

For this purpose, twelve Greek extra-virgin olive oils were analysed and classified into three harvest times – November 2008, December 2008 and January 2009. At the beginning of the study, the oil samples were examined for initial values of the parameters peroxide value, acid value, conjugated dienes and alpha-tocopherol. Furthermore to figure out sensory characteristics of the olive oil samples, a Quantitative Descriptive Analysis was carried out. Moreover, the samples were stored in the dark at 40 degrees for eleven weeks. During this time, the already mentioned parameters were determined weekly to continuously monitor their development and primarily the oxidation, over this period of time.

Considering all samples, the storage experiment resulted in an increase in peroxide value and conjugated dienes, as well as a decrease in acid value and alpha-tocopherol. But their trend in the storage experiment did not show significant differences between the samples of the three harvesting times. In addition, it was established, that it was difficult to define a perfect harvest time, with only positive characteristics among olive oils. Thus, the early harvest time November featured the highest alpha-tocopherol-concentration and an intense occurrence of the positive sensory attribute olive-flavour. But in comparison with the late harvest time January, in November the highest peroxide value, acid value and conjugated dienes were found. On the other hand, the January harvested olives faced negative sensory attributes. Based on these results, the harvest time in the middle of the period – December - is considered to feature the best balance of positive and negative characteristics. Furthermore, with aid of interviews of eleven Greek olive oil-manufacturers it was discovered that subventions of the European Union are very important to provide financial support of olive oil production. But also without subventions, it would be possible to produce olive oil of high quality.

## **8. Literaturverzeichnis**

BALTES, J. (1975): Gewinnung und Verarbeitung von Nahrungsfetten. Verlag Paul Parey in Berlin und Hamburg, 12-247

BALTES, W. (2000): Lebensmittelchemie. 5. Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 62-64

BENDINI, A.; CERRETANI, L.; CARRASCO-PANCORBO, A.; GÓMEZ-CARAVACA, A.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A.; LERCKER, G. (2007): Phenolic molecules in Virgin Olive Oils: a survey of their sensory properties, health effects, antioxidant activity and analytical methods. An overview of the last decade. *Molecules*, 12, 1679-1719

BENITEZ-SÁNCHEZ, P.-L.; LEÓN-CAMACHO, M.; APARICIO, R. (2003): A comprehensive study of hazelnut oil composition with comparisons to other vegetable oils, particularly olive oil. *European Food Research and Technology*, Volume 218, Number 1, 13-19

BIESALSKI, H.-K.; GRIMM, P. (2004): Taschenatlas der Ernährung. Georg Thieme Verlag Stuttgart, 88-119

BLÄUEL, M.; GASSER, R. (2005): Olivenöl – Die Medizin auf dem Teller – Gesundheit – Ernährung – Schönheit. Verlagshaus der Ärzte GmbH, Wien, 29-40

BRAUNRATH, R.; ISNARDY, B.; SOLAR, S.; ELMADFA, I. (2009): Influence of  $\alpha$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherol on the radiation induced formation of peroxides in rapeseed oil triacylglycerols. *Food Chemistry* 117, 349-351

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

CAÑIZARES-MACÍAS, M.-P.; GARCÍA-MESA, J.-A.; LUQUE DE CASTRO, M.-D. (2004): Determination of the oxidative stability of olive oil, using focused-microwave energy to accelerate the oxidation process. *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Volume 378, Number 2, 479-483

CAPONIO, F.; GOMES, T.; PASQUALONE, A. (2000): Phenolic compounds in virgin olive oils: influence of the degree of olive ripeness on organoleptic characteristics and shelf-life. *European Food Research and Technology*. 212: 329-333

CARPENTER, R.-P.; LYON, D.-H.; HASDELL, T.-A. (2000): Guidelines for sensory analysis in food product development and quality control. Second edition. Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY (2001): Physical Map of the World. Internet: [https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/maps/refmap\\_physical\\_world.html](https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/maps/refmap_physical_world.html) (Stand: 5. September 2009)

CERRETANI, L.; MOTILVA, M.-J.; ROMERO, M.-P.; BENDINI, A.; LERCKER, G. (2008): Pigment profile and chromatic parameters of monovarietal virgin olive oils from different Italian cultivars. *European Food Research and Technology*, 226. 1251-1258

CHIBOIS, J.; BAUSSAN, O. (2000): Das Buch vom Olivenöl. Wilhelm Heyne Verlag München

CINQUANTA, L.; ESTI, M.; DI MATTEO, M. (2001): Oxidative Stability of Virgin Olive Oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 78, Number 12, 1197-1202

COSSIGNANI, L.; SIMONETTI, M.-S.; DAMIANI, P. (2001): Structural changes of triacylglycerol and diacylglycerol fractions during olive drupe ripening. *European Food Research and Technology* 212, 160-164

CUADROS-RODRÍGUEZ, L.; BOSQUE-SENDRA, J.-M.; DE LA MATA-ESPINOSA, A.-P.; GONZÁLEZ-CASADO, A.; RODRÍGUEZ-GARCÍA, F.-P. (2008): Elaboration of four olive oil certified reference materials: InterOleo-CRM 2006 Certification Study. Food Analytical Methods. Volume 1, Number 4, 259-269

DE LACROIX, E.-L. (2002): Der Olivenölsektor in der Europäischen Union. Europäische Kommission – Generaldirektion Landwirtschaft, 1-6

DGF-Einheitmethode (1998): C-VI 6a

EBERMANN, R.; ELMADFA, I. (2008): Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. Springer-Verlag, Wien, 92-114, 226, 437-439, 523-525

EICHHEIM, H. (2007): Oliven ernten wie vor 3000 Jahren. Griechenland Zeitung, 9

EISENBRAND, G.; SCHREIER, P.; MEYER, A.-H., (2006): RÖMPP Lexikon Lebensmittelchemie, 2. Auflage. Georg Thieme Verlag Stuttgart, New York, 1176-1179

ELMADFA, I. (2009): Ernährungslehre. 2. überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 92-96

ELMADFA, I.; LEITZMANN, C. (2004): Ernährung des Menschen. 4. korrigierte und aktualisierte Auflage, Verlag Eugen Ulmer Stuttgart, 115-146

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2003): Mitteilung der Kommission an den Rat und an das Europäische Parlament – Vervollständigung des Modells einer nachhaltigen Landwirtschaft für Europa durch die Reform der GAP – Tabak, Olivenöl, Baumwolle und Zucker. Internet: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:52003DC0554:DE:HTML>  
(Stand: 11. Jänner 2008)

EUROPÄISCHE KOMMISSION (2008): Fact Sheet – Die EU-Politik zur Förderung der Entwicklung des Ländlichen Raums 2007-2013. Amt für amtliche Veröffentlichungen der Europäischen Gemeinschaften. Luxemburg 2008, Internet: [http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/rurdev2007/de\\_2007.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/publi/fact/rurdev2007/de_2007.pdf) (Stand: 21. Dezember 2008)

EUROPÄISCHE UNION (2002): Verordnung (EG) Nr. 796/2002 der Kommission vom 6. Mai 2002 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 2568/91 über die Merkmale von Olivenölen und Oliventresterölen sowie die Verfahren zu ihrer Bestimmung und der zusätzlichen Anmerkungen im Anhang der Verordnung (EWG) Nr. 2658/87 des Rates über die zolltarifliche und statistische Nomenklatur sowie den gemeinsamen Zolltarif. Amtsblatt der Europäischen Union L 128 vom 15. Mai 2002.

EUROPÄISCHE UNION (2003): Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 vom 29. September 2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zur Änderung der Verordnungen (EWG) Nr. 2019/93, (EG) Nr. 1452/2001, (EG) Nr. 1453/2001, (EG) Nr. 1454/2001, (EG) Nr. 1868/94, (EG) Nr. 1251/1999, (EG) Nr. 1254/1999, (EG) Nr. 1673/2000, (EWG) Nr. 2358/71 und (EG) Nr. 2529/2001.

EUROPÄISCHE UNION (2004a): Berichtigung der Verordnung (EG) Nr. 864/2004 des Rates vom 29. April 2004 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1782/2003 mit gemeinsamen Regeln für Direktzahlungen im Rahmen der gemeinsamen Agrarpolitik und mit bestimmten Stützungsregelungen für Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe und zu ihrer Anpassung infolge des Beitritts der Tschechischen Republik, Estlands, Zyperns, Lettlands, Litauens, Ungarns, Maltas, Polens, Sloweniens und der Slowakei zur Europäischen Union. Amtsblatt der Europäischen Union L 206 vom 9. Juni 2004.

EUROPÄISCHE UNION (2004b): Verordnung (EG) Nr. 865/2004 des Rates vom 29. April 2004 über die gemeinsame Marktorganisation für Olivenöl und Tafeloliven und zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 827/68.

EUROPEAN UNION (2004c): Corrigendum to Council Regulation (EC) No 865/2004 of 29 April 2004 on the common organisation of the market in olive oil and table olives and amending Regulation (EEC) No 827/68. Official Journal of the European Union L206 of 9 June 2008.

EUROPÄISCHE UNION (2004d): Verordnung (EG) Nr. 1299/2004 der Kommission vom 15. Juli 2004 zur Festlegung der tatsächlichen Olivenölerzeugung und der einheitlichen Erzeugungsbeihilfe für das Wirtschaftsjahr 2002/03. Amtsblatt der Europäischen Union L 244 vom 16. Juli 2004.

EUROPÄISCHE UNION (2005): Verordnung (EG) Nr. 2080/2005 der Kommission vom 19. Dezember 2005 mit Durchführungsbestimmungen zu der Verordnung (EG) Nr. 865/2004 des Rates hinsichtlich der Organisation der Marktteilnehmer im Olivensektor, ihrer Arbeitsprogramme und deren Finanzierung. Amtsblatt der Europäischen Union L333 vom 20. Dezember 2005.

EUROPÄISCHE UNION (2008): Verordnung (EG) Nr. 640/2008 der Kommission vom 4. Juli 2008 zur Änderung der Verordnung (EWG) Nr. 2568/91 über die Merkmale von Olivenölen und Oliventresterölen sowie die Verfahren zu ihrer Bestimmung. Amtsblatt der Europäischen Union L178 vom 5. Juli 2008.

EUROPÄISCHE UNION: Working paper of the Directorate-General for Agriculture – The olive oil and table olives sector. Internet: [http://ec.europa.eu/agriculture/markets/olive/reports/rep\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/agriculture/markets/olive/reports/rep_en.pdf) (Stand: 22. Dezember 2008)

FIEBIG, H.-J. (2009): Qualität und Vermarktung von Olivenölen in der Europäischen Union. Max Rubner-Institut – Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel – Abteilung für Fettforschung, 1-17

FLIEDNER, I.; WILHELMI, F. (1989): Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik. B. Behr's Verlag, Hamburg, 26-75

FRICKER, A. (1984): Lebensmittel – mit allen Sinnen prüfen! Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 48-57, 124-129

FROHN, B. (2002): Natürlich heilen mit Olivenöl – Mit der Heilkraft von Olivenöl Erkrankungen und Beschwerden behandeln. Midena Verlag, Augsburg, 9

GALLARDO-GUERRERO, L.; GANDUL-ROJAS, B.; ROCA, M.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, I. (2005): Effect of storage on the original pigment profile of Spanish virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, Vol. 82, Nummer 1, 33-39

GALLARDO-GUERRERO, L.; ROCA, M.; MÍNGUEZ-MOSQUERA, I. (2002): Distribution of chlorophylls and carotenoids in ripening olives and between oil and Alperujo when processed using a tow-phase extraction system. Journal of the American Oil Chemists' Society, Vol. 79, Number 1, 105-109

GARCÍA, J.-M.; SELLER, S.; PÉREZ-CAMINO, M.-C. (1996): Influence of fruit ripening on olive oil quality. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 44: 3516-3520

HESEKER B. + H. (2007): Nährstoffe in Lebensmitteln – Die große Energie- und Nährwerttabelle. Umschau Zeitschriftenverlag, 232

HOHMANN, B.; BAUERMEISTER, K. (2007): Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel und Futtermittel. Behr's Verlag GmbH und Co. KG, Hamburg, 211-213

HOHMANN, B.; DEUTSCHMANN, F. (1989): Mikroskopische Untersuchung pflanzlicher Lebensmittel. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, 114-144

Institut für Arterioskleroseforschung an der Universität Münster: Gesundheitsfördernde Wirkungen der sekundären Pflanzenstoffe von Olivenöl

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL (2008a): Olive products market report summary no. 29 – November-December 2008. Internet: <http://www.internationaloliveoil.org/web/aa-ingles/corp/services/aa-services.html> (Stand: 8. Jänner 2008)

INTERNATIONAL OLIVE COUNCIL (2008b): Trade standard applying to olive oils and olive-pomace oils. COI/T.15/NC no. 3/Rev. 3, Internet: <http://www.internationaloliveoil.org/downloads/NORMAEN1.pdf> (Stand: 20. Dezember 2008)

ISNARDY, B. (2000): Antioxidatives Potential von Gewürzextrakten in Olivenöl. Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaften, Wien

ISNARDY, B.; WAGNER, K.-H.; ELMADFA, I. (2003): Effects of  $\alpha$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ -tocopherols on the autooxidation of purified rapeseed oil triacylglycerols in a system containing low oxygen. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 51, 7775-7780

KIRITSAKIS, A.-K.; LENART, E.-B.; WILLET, W.-C.; HERNANDEZ, R.-J. (1998): Olive Oil – From the tree to the table. Food and Nutrition Press Inc., Trumbull, Connecticut, 1-279

KREILMAYR, I. (2003): Unterlagen zur Übungseinheit sensorische Prüfmethode. Universität für Bodenkultur, Wien. 18-28

KRIST, S.; BUCHBAUER, G.; KLAUSBERGER, C. (2008): Lexikon der pflanzlichen Fette und Öle. Springer Verlag Wien. 315-326

KROCHMAL, A. (1955): Olive-growing in Greece. Economic Botany, Volume 9, Number 3, 228-232

LATSCHA, H.-P.; KAZMAIER, U.; KLEIN, H.-A. (2005): Chemie für Biologen. 2. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 634-639

LOUMOU, A.; GIOURGA, C. (2003): Olive groves: "The life and identity of the Mediterranean". Agriculture and Human Values 20, 87-95

LUDWIG, L. (1968): Fett und Ernährung – Nahrungsfette aus chemischer, physiologischer und diätetischer Sicht unter besonderer Berücksichtigung von Margarine. Internationale Margarine Informationen, Wien, 128-169

LUIF, K. (2006): Beeinflussung der Stabilität von Erdnussöl durch Zusatz verschiedener Antioxidantien. Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaften, Wien

MÄRZ, A.; RITLER, J.-P.; DUBBERS, C. (2003): Merum – Dossier Olivenöl. Verlag und Agentur für italienische Lebensfreuden, Basel, 15-16, 24

MATISSEK, R.; STEINER, G. (2006): Lebensmittelanalytik – Grundzüge, Methoden, Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Seiten 44-49

McWILLIAMS, C.-K. (1925): Color changes in olive oil. Journal of the American Oil Chemists' Society, Volume 2, Number 4, 112-119

MINGUEZ-MOSQUERA, M.-I.; REJANO-NAVARRO, L.; GANDUL-ROJAS, B.; SANCHEZ-GOMEZ, A.-H.; GARRIDO-FERNANDEZ, J. (1991): Color-pigment correlation in virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists's Society. Volume 68, Number 5, 332-336

MORALES, M.-T.; APARICIO, R. (1999): Effect of extraction conditions on sensory quality of virgin olive oil. Journal of the American Oil Chemists's Society. Volume 76, Number 3, 295-300

MORELLÓ, J.-R.; ROMERO, M.-P.; MOTILVA, M.-J. (2006): Influence of seasonal conditions on the composition and quality parameters of monovarietal virgin olive oils. Journal of the American Oil Chemists' Society. Volume 83, Number 8, 683-690

NOGALA-KALUCKA, M.; KORCZAK, J.; ELMADFA, I.; WAGNER, K.-H. (2005): Effect of  $\alpha$ - and  $\delta$ -tocopherol on the oxidative stability of a mixed hydrogenated fat under frying conditions. *European Food Research and Technology* 221: 291-297

ÖĞÜTÇÜ, M.; MENDEŞ, M.; YILMAZ, E. (2008): Sensorial and physico-chemical characterization of virgin olive oils produced in Çanakkale. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Volume 85, 441-456

PIERALISI a: Continuous modular system – Model 5/M for olive oil extraction. Internet: [http://www.pieralisi.com/prodotti/olearia/pdf\\_eng/oliv\\_5%20m.pdf](http://www.pieralisi.com/prodotti/olearia/pdf_eng/oliv_5%20m.pdf) (Stand: 10. Februar 2009)

PIETRZIK, K.; GOLLY, I.; LOEW, D. (2008): *Handbuch Vitamine – Für Prophylaxe, Beratung und Therapie*. Urban und Fischer Verlag, München, 290-305

PSILAKIS N. + M. (2004): *Olivenöl - Die Kultur der Olive*. Typokreta, Heraklion, 70-72

QUILES, J.-L.; RAMÍREZ-TORTOSA, M.-C.; YAQOOB, P. (2006): *Olive oil and health*. CAB International, 47-48

RICCI, A.; ALFEI, B.; BALDONI, L.; CARICATO, L.; CIRINO, P.; FILO DELLA TORRE, R.; PANNELLI, G. (2008): *Die Olive und ihr Öl – Ein Streifzug durch Italien*, Jan Thorbecke Verlag, Ostfildern, 55-101

RIDGWAY, J. (1998): *Olivenöl – Das Handbuch für Genießer*. Benedikt Taschen Verlag, Köln, 23-31

ROMERO, P.; TOVAR, J.; RAMO, T.; MOTILVA, J. (2003): Effect of crop season on the composition of virgin olive oil with protected designation of origin “Les Garrigues”. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Volume 80, Number 5, 423-430

SCOTTO, E.; FORGEUR, B. (1996): Olivenöl – Das grüne Gold des Mittelmeeres. Droemersch Verlagsgesellschaft, München, 60-65, 122-129

SERVILI, M.; ESPOSTO, S.; FABIANI, R.; URBANI, S.; TATICCHI, A.; MARIUCCI, F.; SELVAGGINI, R.; MONTEDORO, G.-F. (2009): Phenolic compounds in olive oil: antioxidant, health and organoleptic activities according to their chemical structure. *Inflammopharmacology* 17, 76-84

STONE, H.; SIDEL, J.; OLIVER, S.; WOOLSEY, A.; SINGLETON, R.-C. (1974): Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology* 8, 24-32

The Olive Oil Source (2008): Olive Oil Tasting. Internet: <http://www.oliveoilsource.com/tasting.htm> (Stand: 12. April 2009)

TOGNETTI, R.; D'ANDRIA, R.; MORELLI, G.; CALANDRELLI, D.; FRAGNITO, F.; (2004): Irrigation effects on daily and seasonal variations of trunk sap flow and leaf water relations in olive trees. *Plant and Soil* 263, 249-264

TOVAR, J.; MOTILVA, J.; LUNA, M.; GIRONA, J.; ROMERO, P. (2001): Analytical characteristics of virgin olive oil from young trees (Arbequina cultivar) growing under linear irrigation strategies. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. Volume 78, Number 8, 843-849

TSOUGHTIDI, K. (2007): Oliven und Olivenöl – Mittelmeerische Küche – Traditionelle Rezepte aus Griechenland und Zypern. Verlag Michalis Toubis S.A., Athen, 34-45

Verein für Konsumenteninformation (2007): Extra bitter – Test Olivenöl. Konsument – Das Österreichische Testmagazin 9/2007, 10-14

WAGNER, K.-H.; ISNARDY, B.; ELMADFA, I. (2004):  $\gamma$ - and  $\delta$ -tocopherols are more effective than  $\alpha$ -tocopherol on the autooxidation of a 10% rapeseed oil triacylglycerol-in-water emulsion with and without a radical initiator. *European Journal of Lipid Science and Technology* 106, 44-51

WHITE, P.-J. (1995): Conjugated diene, anisidine value and carbonyl value analyses. In: *Methods to assess quality and stability of oils and fat-containing foods* (Warner K.; Eskin N.-A.-M.). The American Oil Chemists Society, Champaign, Illinois

WOTRUBA, F. (2000): Antioxidatives Potenzial von Tocotrienol in Kokosfett in Abhängigkeit der Temperatur. Diplomarbeit am Institut für Ernährungswissenschaften, Wien

YOUSFI, K.; CERT, R.; GARCÍA, J. (2006): Changes in quality and phenolic compounds of virgin olive oils during objectively described fruit maturation. *European Food Research and Technology* 223: 117-124

# Lebenslauf

## *Persönliche Angaben*

|                           |                                              |
|---------------------------|----------------------------------------------|
| <b>Name</b>               | Katharina Helmich                            |
| <b>Geburtstag</b>         | 2. Juni 1985                                 |
| <b>Geburtsort</b>         | Wien                                         |
| <b>Staatsbürgerschaft</b> | Österreich                                   |
| <b>Religion</b>           | römisch-katholisch                           |
| <b>Familienstand</b>      | ledig                                        |
| <b>Eltern</b>             | Michael und Helga Helmich, geb. Zehetner     |
| <b>Geschwister</b>        | Philipp Helmich und Barbara Ighiriae-Helmich |

## *Ausbildung*

**1991-1995** Volksschule in Bisamberg

**1995-1999** Kreativhauptschule in Langenzersdorf

**1999-2004** Höhere Bundeslehranstalt für wirtschaftliche Berufe in Hollabrunn

**Juni 2004:** Reife- und Diplomprüfung mit ausgezeichnetem Erfolg abgeschlossen

**seit Oktober 2004** Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien

## *Praktika während des*

### *Studiums*

**September 2007:** Praktikum an der Universität Wien: Erhebungen und Datenerfassung für den Österreichischen Ernährungsbericht 2008

**14. Juli bis 12. September 2008, August 2009, sowie Dezember 2009 und Jänner 2010:** Praktikum im Agrarlabor der RWA Raiffeisen Ware Austria AG in Korneuburg