



universität  
wien

# DIPLOMARBEIT

zum Thema

**„Untersuchungen von Erdbeerprodukten hinsichtlich der Farbe“**

angestrebter akademischer Grad

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

Verfasserin:	Cornelia Koch
Matrikelnummer:	0203891
Studienrichtung:	A 474 Ernährungswissenschaften
Betreuer:	HR. Dipl.-Ing. Karl Vogl
Leiter der Subeinheit:	Dipl.-Ing. Dr. Manfred Gössinger

durchgeführt am Lehr- und Forschungszentrum für Wein- und Obstbau

Klosterneuburg

August 2010



*In ewiger Liebe  
und  
Verbundenheit*

*gewidmet meiner Mama*



## **Danksagung**

Zuallererst möchte ich mich bei Direktor HR. Dipl.-Ing. Karl Vogl bedanken, der mir durch die Vergabe des Diplomarbeitsthemas, der Bereitstellung des Laborplatzes, der Analysengeräte und der Erdbeerfrüchte im LFZ Klosterneuburg tiefe Einblicke in eine sehr interessante Thematik ermöglicht hat.

Weiters möchte ich Dipl.-Ing. Dr. Manfred Gössinger für die Betreuung vor Ort danken, der mir stets mit zielführenden Ratschlägen zur Seite stand.

Ein großes Dankeschön an die Abteilung für Obstverarbeitung sowie an die Abteilung für Chemie für die gute Zusammenarbeit, besonders an Silvia, die mich immer mit einem sonnigen Lächeln empfangen hat.

Auch den Diplomandinnen Monika und Babsi möchte ich für aufmunternde Worte danken!

Ein großes Dankeschön meiner gesamten Familie und Freunden! Jeder einzelne hat zum Gelingen dieser Arbeit auf seine Art und Weise mitgewirkt.

Besonderer Dank gebührt meinem Papa, der mich in jeder Hinsicht während meines Studiums unterstützt hat und mir dadurch die nötige Sicherheit gegeben hat.

Zuletzt, dafür von tiefstem Herzen, danke ich Viktor, der stets an mich glaubt, mir Mut macht und Kraft gibt. Durch ihn habe ich es geschafft, nach einer sehr schwierigen Zeit meinen Blick wieder nach vorne zu richten.



# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis.....</b>	<b>I</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>V</b>
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>VIII</b>
<b>1 Einleitung und Fragestellung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Literaturübersicht.....</b>	<b>2</b>
2.1 Botanik der Erdbeere.....	2
2.2 Erdbeersorten .....	3
2.3 Ernährungsphysiologische Inhaltsstoffe.....	6
2.4 Flavonoide .....	7
2.5 Anthocyane.....	9
2.6 Flavonole .....	13
2.7 Stabilität der Anthocyane .....	14
2.8 Reifeparameter .....	16
2.9 Farbmessung und Farbbeurteilung.....	17
2.10 Rechtliche Grundlagen .....	18
<b>3 Material und Methoden .....</b>	<b>20</b>
3.1 Rohmaterial .....	20
3.2 Witterungsbedingungen .....	22
3.3 analytische Methoden.....	24
3.3.1 Erdbeeren .....	24
3.3.1.1 Respiration.....	24
3.3.1.2 Gewicht.....	25
3.3.1.3 Farbe .....	25
3.3.1.4 Festigkeit .....	26
3.3.1.5 Proteingehalt.....	26
3.3.2 Erdbeerprodukte.....	28
3.3.2.1 Brixgrade .....	28
3.3.2.2 pH-Wert .....	29
3.3.2.3 Titrierbare Säure.....	29

3.3.2.4	Farbe .....	29
3.3.2.5	Trübung .....	30
3.3.2.6	Monomere Anthocyane.....	30
3.3.2.7	Flavonole .....	32
3.3.2.8	Gesamtphenole .....	33
3.4	Produktionsschemen .....	34
3.4.1	Nektarproduktion.....	34
3.4.2	Saftproduktion .....	37
3.4.3	Produktion ultrafiltrierter Saft.....	38
3.5	Versuchsdurchführung.....	40
3.5.1	Versuchsplan 1 .....	40
3.5.2	Versuchsplan 2 .....	41
3.5.3	Versuchsplan 3 .....	42
3.5.4	Versuchsplan 4 .....	43
3.5.4.1	Methode A .....	44
3.5.4.2	Methode B: .....	44
3.5.4.3	Methode C: .....	45
3.5.5	Versuchsplan 5 .....	46
3.6	Statistik .....	47
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>48</b>
4.1	Versuchsplan 1 .....	48
4.1.1	Erdbeeren .....	48
4.1.1.1	Respiration .....	48
4.1.1.2	Gewicht.....	48
4.1.1.3	Farbe .....	49
4.1.1.4	Festigkeit .....	50
4.1.1.5	Proteingehalt .....	51
4.1.2	Erdbeermark .....	52
4.1.3	Erdbeernektar unpasteurisiert .....	52
4.1.3.1	Monomere Anthocyane.....	52
4.1.3.2	Flavonole .....	54
4.1.4	Erdbeernektar pasteurisiert.....	54



4.1.4.1	Farbe .....	55
4.1.4.2	Monomere Anthocyane.....	56
4.1.4.3	Flavonole .....	59
4.2	Versuchsplan 2 .....	60
4.3	Versuchsplan 3 .....	62
4.3.1	Farbe.....	62
4.3.2	Vergleich Photometer.....	64
4.3.3	Monomere Anthocyane .....	67
4.3.4	Gesamtphenole.....	69
4.4	Versuchsplan 4 .....	70
4.4.1	Akzeptanzfaktor.....	70
4.4.2	Extraktionsmethoden.....	72
4.4.2.1	Methode A .....	72
4.4.2.2	Methode B .....	73
4.4.2.3	Methode C .....	75
4.5	Versuchsplan 5 .....	80
4.5.1	Erdbeeren .....	80
4.5.1.1	Respiration.....	80
4.5.1.2	Gewicht.....	81
4.5.1.3	Farbe .....	82
4.5.1.4	Festigkeit .....	82
4.5.1.5	Proteingehalt.....	83
4.5.2	Erdbeermark .....	84
4.5.3	Erdbeernektar .....	85
4.5.3.1	Farbe .....	85
4.5.3.2	Monomere Anthocyane.....	86
4.5.3.3	Flavonole .....	88
4.5.3.4	Gesamtphenole .....	89
<b>5</b>	<b>Schlussbetrachtung.....</b>	<b>90</b>
5.1	Versuchsplan 1 .....	90
5.2	Versuchsplan 2 .....	91
5.3	Versuchsplan 3 .....	92

5.4	Versuchsplan 4.....	92
5.5	Versuchsplan 5.....	94
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung.....</b>	<b>95</b>
<b>7</b>	<b>Abstract.....</b>	<b>96</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>97</b>
<b>9</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>105</b>
9.1	Versuchsplan 1 .....	105
9.2	Versuchsplan 2.....	115
9.3	Versuchsplan 3.....	118
9.4	Versuchsplan 4.....	121
9.5	Versuchsplan 5.....	125

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Klassen der Flavonoide [COOK und SAMMAN, 1996].....	8
Abb. 2:	Anthocyanidine [PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008].	10
Abb. 3:	Biosynthese der Anthocyane Pel-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid [mod. nach PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008].....	12
Abb. 4:	Biosynthese der Flavonoide in Erdbeeren [HALBWIRTH et al., 2006].....	17
Abb. 5:	Erdbeersorten VP1 .....	21
Abb. 6:	Bodentemperatur [°C] Haschhof Mai - Juni 2 009 .....	22
Abb. 7:	Lufttemperatur [°C] Haschhof Mai - Juni 20 09 .....	22
Abb. 8:	Blattnässe [%] Haschhof Mai - Juni 2009 .....	23
Abb. 9:	rel. Luftfeuchte [%] Haschhof Mai - Juni 2009.....	23
Abb. 10:	Niederschlag [mm]/ Tag Haschhof Mai- Juni 2009 .....	24
Abb. 11:	Farbmessung der Erdbeere mittels Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan).....	25
Abb. 12:	Festigkeitsmessung mittels AGF 500 N (Mecmesin, United Kingdom) .....	26
Abb. 13:	Festphasenextraktionssäulchen Bond Elut C-18 (Fa. Varian, USA) vor dem Herunterwaschen mit Methanol.....	33
Abb. 14:	Walzenmühle (Fa. Wottle, Österreich) .....	34
Abb. 15:	Passiermaschine (Fa. Wiesböck, Österreich) .....	35
Abb. 16:	Zahnkolloidmühle (Fa. Fryma, Schweiz) .....	35
Abb. 17:	Temperaturverlauf während der Pasteurisation .....	36
Abb. 18:	Saftproduktion mit dem Glockenfilter (Fa. Carl, Deutschland) .....	37
Abb. 19:	abgedichtete 50 ml Flaschen .....	38
Abb. 20:	Aufbau der UFE (Amicon Division, USA).....	38
Abb. 21:	Erdbeeren "Mars" reif (links) und „Mars“ vollreif (rechts) .....	46
Abb. 22:	Respirationswerte (mg/kg*h) von je 5 Erdbeeren .....	48
Abb. 23:	Gewicht (g) von je 5 Erdbeeren.....	49
Abb. 24:	Erdbeerfarbe aller Sorten dargestellt mittels AF.....	50
Abb. 25:	Festigkeit (kg/cm²) der einzelnen Sorten .....	51
Abb. 26:	Proteingehalt (µl/10µl Probe) von 8 Sorten.....	51
Abb. 27:	Verlauf des AF aller Sorten.....	55

Abb. 28:	Differenz des AF (Woche 0 - Woche 6) aller Sorten.....	56
Abb. 29:	Vergleich des Anthocyangehaltes (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert.....	57
Abb. 30:	Vergleich des Gehaltes an Cyanidin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren) .....	58
Abb. 31:	Vergleich des Gehaltes an Pelargonidin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren) .....	58
Abb. 32:	Vergleich des Gehaltes an Quercetin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren) .....	59
Abb. 33:	Vergleich des Gehaltes an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren) .....	60
Abb. 34:	Verlauf des AF beim Nektar ohne und mit Inhibitor .....	63
Abb. 35:	Verlauf des AF beim Saft ohne und mit Inhibitor .....	64
Abb. 36:	Verlauf des AF beim ultrafiltrierten Saft mit dem Spectrometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) .....	66
Abb. 37:	Verlauf des AF beim ultrafiltrierten Saft mit dem Spectrophotometer Lico 200 (Dr. Lange, Deutschland) .....	66
Abb. 38:	Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) beim ultrafiltrierten Saft.....	68
Abb. 39:	Gehalt an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) beim ultrafiltrierten Saft.....	69
Abb. 40:	Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure von Produkten der Woche 0.....	69
Abb. 41:	Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure von Produkten der Woche 6.....	70
Abb. 42:	Verlauf des AF beim Nektar "Darselect".....	71
Abb. 43:	Verlauf der Extinktion bei 420 nm und 512 nm beim Nektar "Darselect" Woche 0 bis Woche 10 .....	72
Abb. 44:	Verlauf der Extinktion bei 420 nm und 512 nm beim Konzentrat Woche 0 bis 12 .....	73
Abb. 45:	Verlauf der Extinktion bei 420 nm, 520 nm und der Intensität beim Nektar „Darselect“ .....	73

Abb. 46:	Verlauf der Extinktion bei 420 nm, 520 nm und der Intensität vom Konzentrat verdünnt auf Saftstärke (7°Brix) .....	74
Abb. 47:	Verlauf der Extinktionen vom filtrierten Nektar "Darselect" bei 520nm, 430 nm und 620 nm .....	75
Abb. 48:	Verlauf der Extinktionen vom filtrierten Konzentrat bei 520 nm, 430 nm und 620 nm .....	76
Abb. 49:	AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Darselect" .....	77
Abb. 50:	AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Elsanta" .....	78
Abb. 51:	AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Jubilee" .....	78
Abb. 52:	AF und Faktor A beim Konzentrat .....	79
Abb. 53:	AF und Faktor B beim Konzentrat .....	79
Abb. 54:	AF und Faktor C beim Konzentrat .....	80
Abb. 55:	Respirationsmessung von je 5 Erdbeeren der Sorte "Mars", N=2 .....	81
Abb. 56:	Gewicht (g) von je 5 Erdbeeren, N=2 .....	81
Abb. 57:	Erdbeerfarbe (AF) von „Mars“ Beginn und Ende der Erntesaison bei unterschiedlichen Reifegraden.....	82
Abb. 58:	Festigkeit (kg/cm <sup>2</sup> ) der Erdbeeren .....	83
Abb. 59:	Proteingehalt (µg/10 µl Probe) gegen Ende der Ernte in reifen und vollreifen Früchten .....	84
Abb. 60:	Verlauf des AF vom Nektar "Mars" Beginn und Ende der Erntesaison bei unterschiedlichen Reifegraden.....	85
Abb. 61:	Differenz des AF (Woche 0 bis Woche 16) .....	86
Abb. 62:	Konzentration an Pelargonidin-3-glucosid zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8) ..	87
Abb. 63:	Gehalt an Cyanidin-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8) .....	87
Abb. 64:	Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8) .....	88
Abb. 65:	Gehalt an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8) .....	88
Abb. 66:	Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und 8) .....	89

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Vitamingehalt je 100g verzehrbarer Anteil der Erdbeere roh [ELMADFA, 2003].....	6
Tab. 2:	Gehalt an Mineralstoffen je 100 g verzehrbarer Anteil der Erdbeere roh [ELMADFA, 2003] .....	7
Tab. 3:	Gehalt an Spurenelementen je 100 g Erdbeere [ELMADFA, 2003].....	7
Tab. 4:	Derzeit bekannte natürlich vorkommende Anthocyanidine [KONG et al., 2003].....	10
Tab. 5:	Erntetermine und Menge (kg) der Erdbeeren, VP1 - VP 5 .....	20
Tab. 6:	linearer Gradient .....	31
Tab. 7:	linearer Gradient .....	32
Tab. 8:	Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 1 .....	41
Tab. 9:	Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP3 .....	43
Tab. 10:	Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 4 .....	43
Tab. 11:	Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 5 .....	47
Tab. 12:	ermittelten Werte vom Mark aller Sorten, N=2 .....	52
Tab. 13:	Monomere Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid, Cyanidin-3-glucosid sowie die Gesamtanthocyane in mg/l jeder Sorte vom unpasteurisierten Nektar, N=1.....	53
Tab. 14:	Mittelwerte der Witterungsbedingungen der letzten 7 Tage vor der Ernte der jeweiligen Sorten.....	53
Tab. 15:	Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) jeder Sorte vom unpasteurisierten Nektar, N=1 .....	54
Tab. 16:	ermittelten Werte vom Nektar jeder Sorte, N=2 .....	54
Tab. 17:	Monomere Anthocyane Cyanidin-3-glucosid (mg/l), Pelargonidin-3-glucosid (mg/l), sowie die Gesamtanthocyane (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0, N=2 .....	56
Tab. 18 :	Gehalt an Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid von "Mars" und "Elsanta" Woche 0, N=2.....	59

Tab. 19:	Verlauf des AF unter Zusatz unterschiedlicher Konzentrationen von Quercetin-Monohydrat (QM) und Quercetin-3-glucosid (Q3G) zu Erdbeersaft (n.b.= nicht bestimmt, *)=filtriert), N=4.....	61
Tab. 20:	Monomere Anthocyane Cyanidin-3-glucosid, Pelargonidin-3-glucosid sowie die Gesamtanthocyane in mg/l vom Nektar, Saft und ultrafiltrierten Saft ohne und mit Inhibitor Woche 0 und Woche 6, N=2.....	67
Tab. 21:	Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Elsanta", N=4.....	72
Tab. 22:	Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Jubilee", N=4 .....	72
Tab. 23:	Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Elsanta", N=4 .....	74
Tab. 24:	Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Jubilee", N=4.....	74
Tab. 25:	Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Elsanta" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2) .....	75
Tab. 26:	Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Jubilee" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2) .....	76
Tab. 27:	pH-Wert, °Brix, TA vom Mark reifer und vollreifer Früchte zu unterschiedlichen Erntezeitpunkten, N=2 .....	84
Tab. 28:	pH-Wert, °Brix, TA vom Nektar reifer und vollreifer Früchte zu unterschiedlichen Erntezeitpunkten, N=2 (n.b.= nicht bestimmt).....	85
Tab. 29:	Pearson-Korrelation Differenz AF mit pH-Wert, °Brix und titrierbare Säure (* Korrelation ist auf einem Niveau von 0,05 signifikant, ** Korrelation ist auf einem Niveau von 0,01 signifikant).....	91
Tab. 30:	Pearson-Korrelation Farbstabilität mit Proteingehalt (* Korrelation ist auf einem Niveau von 0,05 signifikant).....	91
Tab. 31:	Vergleich AF, Faktor A, Faktor B, Faktor C bei den Nektaren "Jubilee" und "Elsanta".....	93
Tab. 32:	Pearson-Korrelation Farbstabilität mit pH-Wert, °Brix, titrierbare Säure (**Korrelation ist signifikant auf einem Niveau von 0,05).....	94
Tab. 33:	L*a*b- Werte und AF von je 10 Erdbeeren, N=3 .....	105
Tab. 34:	Einzelfarbwerte der Sorte "Darselect" .....	105
Tab. 35:	Einzelfarbwerte der Sorte "Jubilee" .....	106

Tab. 36:	Einzelfarbwerte der Sorte "Mieze Nova" .....	107
Tab. 37:	Einzelfarbwerte der Sorte "Mars" .....	108
Tab. 38:	Einzelfarbwerte der Sorte "Symphony" .....	109
Tab. 39:	Einzelfarbwerte der Sorte "Splendida" .....	109
Tab. 40:	Einzelfarbwerte der Sorte "Sonata" .....	110
Tab. 41:	Einzelfarbwerte der Sorte "Elsanta" .....	111
Tab. 42:	Einzelfarbwerte der Sorte "Korona" .....	112
Tab. 43:	Einzelfarbwerte der Sorte "Florence" .....	113
Tab. 44:	Respirationswerte von 5 Erdbeeren jeder Sorte, N=2.....	114
Tab. 45:	Gewicht (g) von 5 Erdbeeren jeder Sorte, N= 2 .....	114
Tab. 46:	AF von 10 Erdbeeren jeder Sorte, N= 3 .....	114
Tab. 47:	Festigkeit (kg/cm <sup>2</sup> ) von 10 Erdbeeren jeder Sorte, N=2 .....	114
Tab. 48:	Proteingehalt (µl/ 10µl Probe) von 8 Sorten.....	114
Tab. 49:	Einzelfarbwerte und Trübung mit und ohne Zusatz an Quercetin-3-glucosid zu Erdbeersaft.....	115
Tab. 50:	Einzelfarbwerte und Trübung mit und ohne Zusatz an Quercetin-Monohydrat zu Erdbeersaft (*= filtriert) .....	116
Tab. 51:	Einzelfarbwerte vom Nektar ohne Inhibitor .....	118
Tab. 52:	Einzelfarbwerte vom Nektar mit Inhibitor .....	118
Tab. 53:	Einzelfarbwerte vom Saft ohne Inhibitor.....	119
Tab. 54:	Einzelfarbwerte vom Saft mit Inhibitor.....	119
Tab. 55:	Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft ohne Inhibitor.....	119
Tab. 56:	Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft mit Inhibitor.....	120
Tab. 57:	Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft ohne Inhibitor (Lico 200, Dr. Lange, DL).....	120
Tab. 58:	Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft mit Inhibitor (Lico 200, Dr. Lange, DL).....	120
Tab. 59:	Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure .....	121
Tab. 60:	Einzelfarbwerte Nektar "Darselect" .....	121
Tab. 61:	Einzelfarbwerte Konzentrat .....	122
Tab. 62:	Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Darselect" Woche 0 bis Woche 10, N=4 .....	122



Tab. 63:	Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Konzentrat verdünnt auf 18°Brix), N=4 .....	123
Tab. 64:	Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Darselect", N=4 .....	123
Tab. 65:	Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Konzentrat (verdünnt auf 7°Brix), N=4 .....	123
Tab. 66:	Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Darselect" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2).....	123
Tab. 67:	Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Konzentrat (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2) .....	124
Tab. 68:	Einzelfarbwerte Erdbeeren VP5 .....	125
Tab. 69:	Einzelfarbwerte Nektar "Mars" vollreif Beginn der Ernte .....	125
Tab. 70:	Einzelfarbwerte Nektar "Mars" reif Ende der Ernte .....	126
Tab. 71:	Einzelfarbwerte Nektar "Mars" vollreif Ende der Ernte .....	126
Tab. 72:	Gewicht (g), Respiration (mg/kg*h) und Festigkeit (kg/cm <sup>2</sup> ) von je 5 Erdbeeren der Sorte „Mars“, N=2 .....	127
Tab. 73:	Proteingehalt (µg/ 10 µl Probe) der Erdbeeren gegen Ende der Ernte ...	127
Tab. 74:	Gehalt an Monomeren Anthocyanen (mg/l) vom Nektar der Woche 0....	127
Tab. 75:	Gehalt an Monomeren Anthocyanen (mg/l) vom Nektar der Woche 8....	127
Tab. 76:	Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) im Nektar der Woche 0, N=2 .....	127
Tab. 77:	Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) im Nektar der Woche 8, N=2 .....	127
Tab. 78:	Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure .....	127
Tab. 79:	Witterung Haschhof .....	128



## 1 Einleitung und Fragestellung

Intensives, charakteristisches Aroma sowie der niedrige Energiegehalt bei zugleich hohem Vitamin C- und Folsäuregehalt sind ebenso wie die rote, helle Farbe Gründe für die Beliebtheit der Erdbeeren. Erdbeerprodukte sind jedoch sehr instabil und wirken bereits nach einigen Wochen durch die Braun- und Graufärbung auf Konsumenten nicht mehr attraktiv [GÖSSINGER, 2009a]. Konsumenten stufen Erdbeerprodukte mit Braun- und Graufärbung als Produkte mit geringer Qualität ein und assoziieren damit den Verderb der Früchte [GARZON und WROLSTAD, 2002].

Aufgrund der Beliebtheit von Erdbeeren und Erdbeerprodukten und der Problematik der raschen Farbveränderung wurden bereits viele Untersuchungen zur Verbesserung der Farbstabilität durchgeführt.

Im Zuge dieser Arbeit sollte untersucht werden, ob der Erntezeitpunkt sowie das Reifestadium der Erdbeeren Einfluss auf die Farbstabilität von Erdbeernektaren zeigen. Weiters wurde beobachtet, ob durch Zusatz von Quercetin-3-glucosid bzw. Quercetin-Monohydrat zu Erdbeersaft eine höhere Farbstabilität erreicht werden kann. Auch der Wirkung eines Enzyminhibitors zu unterschiedlichen Verarbeitungsprodukten (Erdbeernektar, Erdbeersaft, ultrafiltrierter Saft) wurde in Anknüpfung an Untersuchungen von GÖSSINGER [2008b] nachgegangen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag in der Farbbeurteilung von Erdbeerprodukten. In der Industrie werden zeitaufwändige Methoden zur Farbbeurteilung herangezogen. Dabei werden die Produkte vor der Transmissionsmessung mittels Spectrophotometer mit Pufferlösung bzw. Alkohol extrahiert und filtriert. Einheitliche Arbeitsvorschriften fehlen jedoch. Die gemessenen Extinktionen bei unterschiedlichen Wellenlängen dienen als Grundlage der Beurteilungen. Es wurde in dieser Arbeit versucht, die unterschiedlichen Methoden der Industrie durch einheitliche Farbmessung mittels Spectrophotometer 3500 d (Konica Minolta, Japan) im CIELAB-Farbraum zu ersetzen. Dafür wurden die Messwerte auf den von GÖSSINGER et al. [2009b] entwickelten Akzeptanzfaktor, der das Verhältnis  $a^*/h^\circ$  darstellt, bezogen.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Botanik der Erdbeere

Die Erdbeere (*Fragaria x ananassa*) gehört zur Familie der Rosengewächse (Rosaceae) und entstand durch die Kreuzung der in den chilenischen Anden vorkommenden Chilierdbeere (*Fragaria chiloensis*) und der nordamerikanischen Scharlacherdbeere (*Fragaria virginiana*). Nach Europa wurde diese erst im 17. und 18. Jahrhundert eingeführt. Mittlerweile ist sogar ein Anbau von subtropischen bis arktischen Klimaten möglich [DASSLER und HEITMANN, 1991].

Als Rosettenpflanze hat die Erdbeere einen stark gestauchten Spross. Die sogenannte „Krone“ bildet im basalen Teil das Rhizom, das Wurzelfunktion hat und somit der Nährstoffspeicherung und der Überdauerung ungünstiger Witterungsperioden dient. Die Blätter sind am Spross so angesetzt, dass sie eine Spirale aus jeweils 5 Blättern bilden. Jede Blattachse legt eine Knospe an, aus der sich je nach Entwicklungsphase eine Seitenkrone, ein Ausläufer oder ein Blütenstand bildet. Viele Blattachsenknospen bleiben aber auch unentwickelt. Die Entwicklung der Blütenknospen beginnt bereits im September, ist aber nur unter dem Mikroskop sichtbar. Daraus entstehen die Primärblüten (A-Blüten), die zur Ernte die größten Früchte bilden. Bald darauf bilden sich Sekundärblüten (B-Blüten), die mit fortschreitender Differenzierung einzelne Blütenorgane ausbilden. Winterliche Temperaturen unterbrechen diesen Prozess. Von Ende September bis April entstehen kontinuierlich neue Blütenknospen, die sich fortlaufend verzweigen und dadurch die Früchte immer kleiner werden. Auch neue Blütenstände werden angelegt, diese entwickeln dann meist nur noch A- und B-Blüten. Dadurch kommt es bei späterer Pflanzung zu weniger Erträgen, aber zu größeren Früchten. Die meisten Sorten haben sowohl Stempel als auch Staubgefäße in einer Blüte, sie sind also zwittrig. Die Kelchblätter der Erdbeerblüte unterscheiden sich von Sorte zu Sorte und sind oft ein gutes Bestimmungsmerkmal. Die Samenanlagen sitzen spiralig angeordnet in der Mitte der Blüte auf der Blütenachse. Je früher die

Differenzierung, umso mehr Samen hat eine Blüte. Phytohormone, die die befruchteten Samenanlagen an die Blütenachse abgeben, regen das Wachstum an und somit entscheidet die Anzahl der Samen über die Fruchtgröße [NAUMANN und SEIPP, 1989; LEHARI, 2002].

## 2.2 Erdbeersorten

Im Folgenden werden die Erdbeersorten näher beschrieben, die im Zuge dieser Arbeit geerntet und verarbeitet wurden.

„**Darselect**“ ist aus der Kreuzung „Elsanta“ x „Parker“ hervorgegangen. Sie wurde 1995 aus Frankreich eingeführt und seit 1997 besteht Sortenschutz in der EU [SPELLENBERG et al., 2003]. Es handelt sich um eine Sorte der mittleren Saison. Die Pflanzen zeigen kräftigen Wuchs mit relativ großen Blättern. Die Frucht ist fest, weist eine mittelrote Farbe auf und besitzt mittleren Geschmack, jedoch gutes Aroma [HANCOCK, 1999; SPELLENBERG et al., 2003].

Bei „**Jubilee**“ handelt es sich um eine frühe bis mittelfrühe Sorte mit stumpfeiförmigen, hellroten bis kaminroten Früchten. Im Geschmack sind sie leicht säuerlich. Der mittelstark bis stark wachsende Busch ist anfällig für Mehltau, aber relativ resistent gegenüber Roter und Schwarzer Wurzelfäule [SILBEREISEN et al., 1996].

Die mittelspäte bis späte Sorte „**Mieze Nova**“ stammt von „Mieze Schindler“ ab, hat deren hervorragenden Geschmack, aber größere und festere Früchte. Dadurch ist sie weniger druckempfindlich als „Mieze Schindler“. Eine lange Ernteperiode ist typisch für diese Sorte [MÖSE, 2010].

Die mittelfrühe Sorte „**Mars**“ mit großen, gleichmäßig geformten, leuchtend roten und glänzenden Früchten hat angenehmen Geschmack. Das gesamte Fruchtfleisch ist rot durchzogen. Auch im 2. Ertragsjahr sind die Früchte groß.

Die Pflanzen haben gute Widerstandsfähigkeit gegenüber Pilzkrankheiten von Blatt und Wurzelwerk [MÖSE, 2010].

„**Symphony**“ wurde 1979 aus der Kreuzung von „Rhapsody“ x „Holiday“ gezüchtet, seit 1997 besteht Sortenschutz in der EU [SPELLENBERG et al., 2003]. Es handelt sich um eine späte Sorte mit hohem Ertrag. Ihre Früchte sind mittelgroß bis groß, fest, mittelrot und innen durchfärbt mit leicht säuerlichem Geschmack. Die Pflanze hat einen starken Wuchs und ist auch für kühle Regionen geeignet. Gegen Rote Wurzelfäule ist sie robust und hat kaum Missbildungen an den Früchten [LEHARI, 2002].

„**Splendida**“ entstand aus der Kreuzung „Hummi Grande“ x „Münchner Kindl“ und seit 1975 besteht Sortenschutz. Sie ist eine mittelfrühe starkwüchsige Sorte mit mittlerer bis großer Zahl an Ausläufern. Die Früchte sind kurz- bis stumpfkegelig mit festem Fleisch und ansprechendem Aroma. Säure und Süße stehen in ausgewogenem Verhältnis. Die Erträge sind befriedigend bis gut [SPELLENBERG et al., 2003; NAUMANN und SEIPP, 1989].

„**Sonata**“ entstand 1998 und ist seit der Einführung von „Elsanta“ die erfolgreichste Erdbeersorte aus Holland. Sie reift mittelspät einige Tage nach „Elsanta“. Die einmaltragende Sorte entwickelt kräftige Pflanzen mit festen gleichmäßig großen, hellroten, süß schmeckenden Früchten. Für Mehltau ist sie weniger empfindlich als Elsanta, aber dafür anfälliger für Welkekrankheit und Schwarze Wurzelfäule [DEKEMP, 2010].

Die Sorte „**Elsanta**“ entstand aus der Kreuzung „Gorella“ x „Holiday“ und ist seit 1981 im Handel [BUCHTER-WEISBRODT, 2004]. Sortenschutz besteht seit 1982 SPELLENBERG et al., 2003]. Die mittelspäte, ertragreiche Sorte trägt große Früchte. Der Wuchs ist stark aufrecht, offen, reichblühend mit langen, kräftigen Blütenstielen. Sie ist wenig anfällig für Fäulnis, aber sehr empfindlich gegen Rote Wurzelfäule, Rhizomfäule und Verticilliumwelke und bringt wenige Jungpflanzen. Da Elsanta kaum Gefriergeschmack hat, eignet sie sich hervorragend fürs Tiefgefrieren. [NAUMANN und SEIPP, 1989; MÖSE, 2010].

„Elsanta“ ist im Erwerbsanbau weit verbreitet. Durch ihre attraktive und transportfeste Frucht sowie ihrer hohen Pflück- und Ertragsleistung ist sie derzeit eine der wichtigsten Sorten weltweit [SPELLENBERG et al., 2003].

„**Korona**“ ist seit 1972 im Handel und entstand durch die Kreuzung aus „Tamella“ x „Induka“. Die Früchte sind mittelgroß, fest, mittelrot mit süß-säuerlichem Aroma. Lange Reifeperiode mit sehr hohem Ertrag ist typisch für diese Sorte. Die Pflanze weist einen starken, hochbuschigen Wuchs auf und ist eher unempfindlich. Sie ist wenig anfällig für Verticillium-Welke und Mehltau, aber stark anfällig für Fruchtfäule [LEHARI, 2002].

Die Abstammung der Neuzüchtung „**Florence**“ aus Großbritannien ist nicht bekannt, seit 2001 besitzt sie Sortenschutz in der EU [SPELLENBERG et al., 2003]. Es handelt sich um eine späte, ertragreiche Sorte mit großen, festen, dunkelroten Früchten und süßem Geschmack [HANCOCK, 1999]. Die kräftig und dicht wachsende Pflanze weist glänzendes, gesundes Laub auf und bildet wenig Ausläufer. Sie ist tolerant gegenüber Wurzelkrankheiten. Für Weißfleckenkrankheit, Mehltau und Graufäule ist sie gering anfällig [SPELLENBERG et al., 2003].

„**Senga Sengana**“ ist seit 1952 am Markt und entstand durch die Kreuzung „Markee“ x „Sieger“. Die ertragreiche Sorte der mittleren Reifeperiode weist mittelgroße Früchte auf, die im Laufe der Reife klein werden. Das dunkelrote Fruchtfleisch schmeckt süß, weist kräftiges Aroma auf und hat hohen Säuregehalt. Der Ertrag ist nur im 1. Jahr sehr hoch, deshalb wird sie meist in einjähriger Kultur angebaut. Die Pflanze weist einen dichten, starken Wuchs auf und bildet viele Ausläufer. Sie ist stark anfällig für Grauschimmel, anfällig für Wurzelfäule, hingegen widerstandsfähig gegen Rhizomfäule [NAUMANN und SEIPP, 1989; LEHARI, 2002].

## 2.3 Ernährungsphysiologische Inhaltsstoffe

Erdbeeren setzen sich aus durchschnittlich 90% Wasser, 0,8% Protein, 0,4% Fett, 5,5% Kohlenhydrate, 2,3% Ballaststoffe, und 0,4% Mineralstoffe zusammen. Von den löslichen Kohlenhydraten kommen Glucose und Fructose mit je circa 40% im selben Verhältnis vor, 20% bestehen in etwa aus Saccharose [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Der Gehalt schwankt jedoch mit den Anbaubedingungen, der Ausreifung und dem Erntejahr [HERMANN, 2001]. Etwa zur Hälfte besteht der Ballaststoffanteil aus Cellulose und zu einem Drittel aus Pektin. Der Rest sind Nichtstärke-Polysaccharide. An Zuckeralkoholen wurden Sorbit und Xylit nachgewiesen. Zitronensäure ist die wesentlichste Fruchtsäure, gefolgt von der Äpfelsäure. Weiters sind Hydroxyzimtsäure und Hydroxybenzoesäure zu finden. Catechin, Epicatechin und Gallocatechin, Flavonolglycoside sowie 3-Glucuronsäureester des Quercetins und des Kämpferols sind nachweisbar. Von den Anthocyanglycosiden sind vor allem Pelargonidin-3-glucosid sowie Cyanidin-3-glucosid für die rote Farbgebung verantwortlich. Das Aroma der Erdbeeren ist vor allem durch die Ester aliphatischer Säuren und Terpenalkoholen gegeben, wobei die Zusammensetzung aromagebender Substanzen stark schwankt [EBERMANN und ELMADFA, 2008; HERMANN, 2001].

100g verzehrbare Anteil an Erdbeeren haben einen Energiegehalt von 32 kcal [ELMADFA, 2003].

**Tabelle 1: Vitamingehalt je 100g verzehrbare Anteil der Erdbeere roh [ELMADFA, 2003]**

Vitamin A (Retinol- Äquivalent)	3 µg
Vitamin E (Tocopherol- Äquivalent)	0,1 mg
Vitamin B <sub>1</sub> (Thiamin)	0,03 mg
Vitamin B <sub>2</sub> (Riboflavin)	0,06 mg
Niacin	0,6 mg
Vitamin B <sub>6</sub> (Pyridoxin)	0,06 mg
Vitamin C (L-Ascorbinsäure)	62 mg
Vitamin K	13,5 µg
Pantothensäure	0,3 mg
Biotin	4 µg
Folsäure	65 µg
B- Carotin	8 µg



**Tabelle 2: Gehalt an Mineralstoffen je 100 g verzehrbarer Anteil der Erdbeere roh [ELMADFA, 2003]**

Natrium	2 mg
Kalium	147 mg
Calcium	24 mg
Phosphor	26 mg
Magnesium	15 mg
Eisen	1 mg

**Tabelle 3: Gehalt an Spurenelementen je 100 g Erdbeere [ELMADFA, 2003]**

Jod	3 µg
Fluor	16 µg
Zink	269 µg
Kupfer	46 µg
Mangan	388 µg
Chrom	1 µg
Selen	1 µg

## 2.4 Flavonoide

Flavonoide sind Derivate des Benz-γ-Pyrans oder Chromons. Sie kommen in verschiedensten chemischen Strukturvarianten ubiquitär in Pflanzen vor [EBERMANN und ELMADFA, 2008]. Man findet sie vor allem in den Randschichten der Pflanzen sowie den äußeren Blättern [WATZL und RECHKEMMER, 2001].

Die in der Natur am häufigsten vorkommenden Polyphenole bestehen aus 3 Kohlenstoffringen mit 2 aromatischen (A und B) und einem O- heterozyklischen Ring (C) [WATZL und RECHKEMMER, 2001]. Derzeit sind etwa 6500 verschiedene Strukturen bekannt und werden in 6 Gruppen unterteilt:

- Flavonole
- Flavanole (Katechine)
- Flavanone
- Flavone
- Anthocyanidine
- Isoflavonoide

Bei den Isoflavanoiden ist die Bindungsstelle des B-Ringes an den C-Ring auf die Stellung 3 (anstatt Stelle 2) verschoben [WATZL und RECHKEMMER, 2001; EBERMANN und ELMADFA, 2008].

COOK und SAMMAN [1996] beschreiben zusätzlich noch die Gruppe der Dihydroflavonole und der Chalkone.

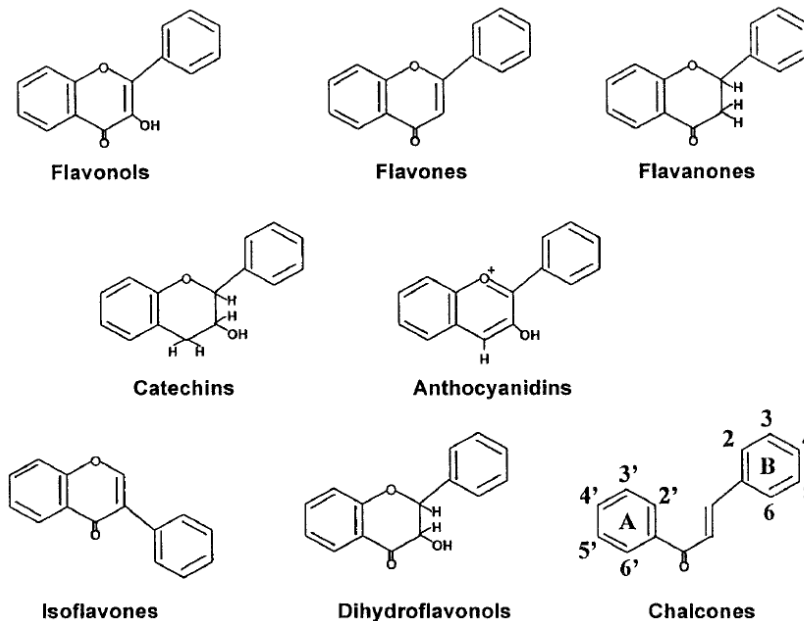


Abbildung 1: Klassen der Flavonoide [COOK und SAMMAN, 1996]

Die meisten Flavonoide kommen in der Natur als Flavonoidglykoside vor, sie sind also meist nicht frei in Form eines Aglykons. Bisher konnten mehr als 80 verschiedene Zucker nachgewiesen werden [WATZL und RECHKEMMER, 2001]. Substitutionen wie Hydrierung, Hydroxylierung, Methylierung, Malonylierung, Sulfatierung und Glykosylierung führen zu vielen verschiedenen Strukturen der Flavonoide [COOK und SAMMAN, 1996].

Die Flavonoide besitzen antibakterielle, antivirale, anti-inflammatorische, antiallergene und vasodilatorische Eigenschaften. Weiters hemmen sie die Lipidperoxidation, den Arachidonsäurestoffwechsel (und beeinflussen somit die Blutgerinnung), Kapillarpermeabilität und Kapillarfragilität sowie die Aktivität von gewissen Enzymsystemen (z.B. Enzyme des Cyclo- und Lipoxygenasesystem). Sie sind somit Antioxidantien, freie Radikalfänger sowie Chelatbildner 2-wertiger Kationen [COOK und SAMMAN, 1996].

Als Antioxidantien sind sie in hydrophilen und lipophilen Systemen aktiv, großteils bedingt durch die ortho-ständigen Hydroxylgruppen am B-Ring sowie

die Kohlenstoffdoppelbindung und eine 3-Hydroxylgruppe am C-Ring. Große Unterschiede im antioxidativen Potential sind daher strukturbedingt gegeben. Ihre antioxidative Wirkung ist dadurch bedingt, dass sie die Fähigkeit besitzen, durch Abgabe von Wasserstoffatomen aus phenolischen Hydroxylgruppen reaktive Sauerstoff- und Stickstoffverbindungen abzufangen [WATZL und RECHKEMMER, 2001].

Durch die antioxidativen Eigenschaften haben Flavonoide besondere ernährungsphysiologische Bedeutung in Bezug auf Krankheitsprävention, vor allem chronischer Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Krankheiten oder rheumatischer Erkrankungen und in der Tumorprävention [EBERMANN und ELMADFA, 2008].

## **2.5 Anthocyane**

Anthocyane sind Farbstoffe, die abgesehen von den Carotinoiden für die rote, violette und blaue Farbe von Obst und Gemüse verantwortlich sind [MACHEIX et al., 1990] und stellen die größte Gruppe an wasserlöslichen Farbpigmenten dar [WATZL et al., 2002].

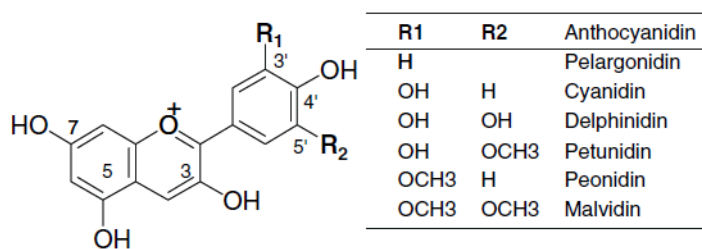
Anthocyane sind glykosilierte Anthocyanidine [BROUILLARD, 1982] und weisen eine positive Ladung am C-Ring auf, wodurch sie sich von anderen Flavonoiden unterscheiden [WATZL et al., 2002]. Das Grundgerüst der Anthocyanidine (Aglykon der Anthocyane) besteht aus dem Flavylum- Kation mit Hydroxyl- und Methoxylgruppen an unterschiedlichen Positionen [PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008].

Derzeit sind 17 natürlich vorkommende Anthocyanidine bzw. Aglykone bekannt [KONG et al., 2003].

**Tabelle 4: Derzeit bekannte natürlich vorkommende Anthocyanidine [KONG et al., 2003]**

Name	Abbreviation	Substitution pattern							Color
		3	5	6	7	3'	4'	5'	
Apigeninidin	Ap	H	OH	H	OH	H	OH	H	Orange
Aurantininidin	Au	OH	OH	OH	OH	H	OH	H	Orange
Capensinidin	Cp	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OMe	Bluish-red
Cyanidin	Cy	OH	OH	H	OH	OH	OH	H	Orange-red
Delphinidin	Dp	OH	OH	H	OH	OH	OH	OH	Bluish-red
Europinidin	Eu	OH	OMe	H	OH	OMe	OH	OH	Bluish-red
Hirsutidin	Hs	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	OMe	Bluish-red
6-Hydroxycyanidin	6OHCy	OH	OH	OH	OH	OH	OH	H	Red
Luteolinidin	Lt	H	OH	H	OH	OH	OH	H	Orange
Malvidin	Mv	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OMe	Bluish-red
5-Methylecyanidin	5-MCy	OH	OMe	H	OH	OH	OH	H	Orange-red
Pelargonidin	Pg	OH	OH	H	OH	H	OH	H	Orange
Peonidin	Pn	OH	OH	H	OH	OMe	OH	H	Orange-red
Petunidin	Pt	OH	OH	H	OH	OMe	OH	OH	Bluish-red
Pulchellidin	Pl	OH	OMe	H	OH	OH	OH	OH	Bluish-red
Rosinidin	Rs	OH	OH	H	OMe	OMe	OH	H	Red
Tricetinidin	Tr	H	OH	H	OH	OH	OH	OH	Red

Die am häufigsten in der Natur vorkommenden Anthocyanidine sind in Abbildung 2 dargestellt.

**Abbildung 2: Anthocyanidine [PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008]**

Am häufigsten sind Anthocyanidine mit Monosacchariden wie Glucose, Galactose, Rhamnose und Arabinose glycosidisch an unterschiedlichen C-Atomen verbunden, aber auch Kombinationen dieser zu Di- und Trisacchariden sind möglich. Weiters können Zuckerreste mit organischen Säuren acyliert sein. Daraus ergibt sich eine breite Vielfalt an Anthocyanen [BROUILLARD, 1982].

Analysen von AABY et al. [2007a] ergaben, dass der größte Anteil an Anthocyanen der Erdbeere (Senga Sengana) Pelargonidin-3-glucosid (76,1%) ausmachte. Gefolgt von Pelargonidin-3-malonylglucosid (12,5%), Cyanidin-3-glucosid (3,6%) und Pelargonidin-3-rutinosid (3,1%). Der Gesamtgehalt der Anthocyane betrug 52,6 mg/ 100g Frischgewicht. RIIHINEN et al. [2004]

hingegen ermittelte Anthocyangehalte von 31,4 bis 36,1 mg/100g Frischgewicht.

Der Anthocyangehalt ist in den einzelnen Erdbeersorten sehr unterschiedlich und bestätigt sich zusätzlich durch die Ergebnisse von BAKKER et al. [1994]. Bei den 39 untersuchten Sorten reichte der Anthocyangehalt von 20,7 mg/l Erdbeersaft der Sorte „Gorella“ bis 333 mg/l Erdbeersaft der Sorte „Totem“. In allen Sorten machte Pelargonidin-3-glucosid den größten Anteil aus (82- 100% der Gesamtanthocyane).

Bei OZMIANSKI und WOJDYLO [2009] reichte der Gehalt an Pelargonidin-3-glucosid von 29,9 mg/kg bis 68,2 mg/kg Frischgewicht und der Cyanidingehalt von 2mg/kg bis 3,4 mg/kg Frischgewicht.

In der Erdbeere sind vor allem die Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid zu finden [AABY et al., 2007b]. Eine schematische Darstellung der Biosynthese dieser Anthocyane ist in Abbildung 3 dargestellt [mod. nach PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008].

Der lange Chromophor mit 8 konjugierten Doppelbindungen verleiht den Anthocyanidinen im sauren Medium eine kräftige Rotfärbung [EDER, 1996].

Das Adsorptionsspektrum liegt im sichtbaren Bereich zwischen 465 und 550 nm und im weniger intensiven UV-Bereich zwischen 270 und 280 nm [EDER, 1996], wobei sich die Absorptionsmaxima je nach Struktur und pH-Wert unterscheiden [WATZL et al., 2002].

Bei einem pH- Wert kleiner als 0,5 liegen die Anthocyane nur in Form des roten Flavylumkations vor, dessen Konzentration bei steigendem pH-Wert abnimmt. Dabei wird unter Wasseraufnahme vermehrt eine farblose Carbinolbase gebildet. Bereits bei einem pH-Wert von 2,6 treten in geringen Mengen das farblose Chalkon sowie eine blaue Chinoid-Base auf. Ab einem pH-Wert von 5 kommt die Chinoid-Base als einziger Farbstoff vor. Eine tiefe Blaufärbung tritt ab dem pH-Wert von 6 auf [HERMANN, 1986].

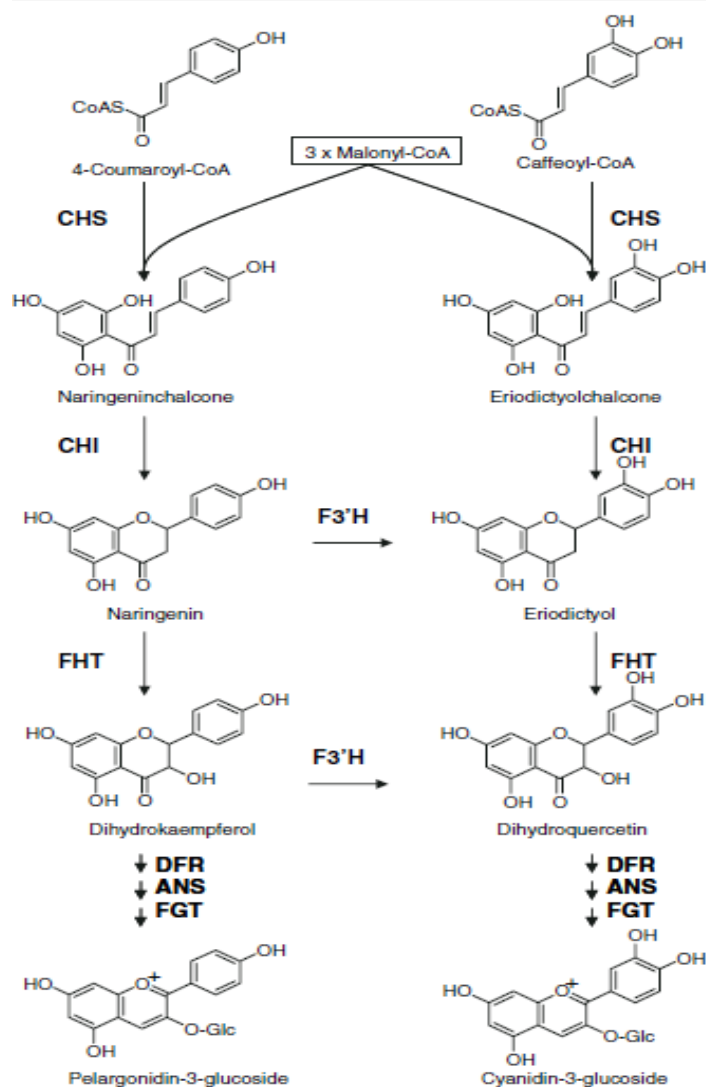


Abbildung 3: Biosynthese der Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid [mod. nach PASCUAL-TERESA und SANCHEZ-BALLESTA, 2008]

CHS= Chalkon-synthase, CHI= Chalkon-isomerase, F3'H= Flavonoid-3'-hydroxylase, FHT= Flavanone-3-hydroxylase, DFR= Dihydroflavonol-4-reductase, ANS= Anthocyanidin-synthase, FGT= Flavonoid -3-O-glucosyltransferase

## 2.6 Flavonole

Flavonole gehören zur Gruppe der Flavonoide und sind durch eine ungesättigte Kette von 3 C-Atomen mit einer Doppelbindung zwischen dem 2. und 3. C-Atom sowie einer Hydroxylgruppe am 3. C-Atom charakterisiert. In Pflanzen sind etwa 200 Flavonol-Aglykone identifiziert, wobei in Früchten hauptsächlich die Glykoside der Aglykone Kämpferol (4'OH), Quercetin (3',4'diOH), Myricetin (3',4',5'triOH) und Isorhamnetin vorkommen [MACHEIX et al., 1990].

Flavonole, besonders Derivate des Quercetins (3',4'- Hydroxylierung) und des Kämpferols (4'-Hydroxylierung) fungieren in Erdbeeren als Copigmente und tragen somit der Farbstabilisierung bei [HALBWIRTH et al., 2006]. Der Biosyntheseweg ist in Abbildung 3 dargestellt.

Glykosylierung der Flavonole tritt meist an der Hydroxylgruppe in Position 3 auf. Dabei handelt es sich um Monosaccharide wie Glucose, Galaktose, Rhamnose, Arabinose und Xylose. Selten kommt es auch zu Glykosylierung an Position 4 und 7 [MACHEIX et al., 1990].

Von 6 untersuchten Erdbeersorten war Kämpferol das bedeutendste Flavonol mit einer Konzentration von 0,2 bis 0,9 mg/100g Frischgewicht. Der Gehalt an Quercetin lag zwischen 0,3 und 0,5 mg/100g Frischgewicht [HÄKKINEN und TÖRRÖNEN, 2000].

MIKKONEN et al. [2002] stellten innerhalb der einzelnen Sorten große Konzentrationsunterschiede an Flavonolen fest. Während der Quercetiningehalt zwischen 0,7 und 2,6 mg/100 g Frischgewicht lag, variierte der Gehalt an Kämpferol von 0,9 bis 2,2 g/100 g Frischgewicht. Diese Studie zeigte wie frühere Studien auch, dass der Gehalt an Quercetin und Kämpferol in den Erdbeeren den höchsten Gehalt an Flavonolen ausmacht [MIKKONEN et al., 2002].

Auch der GU-Nährwerttabelle sind Flavonolgehalte vom Quercetin (0,9mg/100g Frischgewicht) und Kämpferol (1,2 mg/100g Frischgewicht) zu entnehmen [ELMADFA, 2003].

AABY et al. [2007] berichteten von einem Gesamtflavonolgehalt von 1,3 mg/100g Frischgewicht, OZMIANSKI und WOJDYLO [2009] von 0,5 bis 0,9 mg/100g Frischgewicht (Summe Quercetin und Kämpferol).

## 2.7 Stabilität der Anthocyane

Anthocyanidine sind sehr instabile Verbindungen und neigen zu raschem Abbau. Temperatur, pH-Wert, Enzymaktivität, Licht, Sauerstoff, Struktur und Konzentration an Anthocyanen, sowie die Anwesenheit anderer Flavonoide, Proteine oder Mineralien sind entscheidende Einflussfaktoren. Durch Copigmentierung kann die Stabilität der Anthocyane verbessert werden [REIN, 2005].

Die Struktur des Aglykons spielt eine wichtige Rolle in der Stabilität. Glykosylgruppe und Acylgruppe, die an das Aglykon gebunden sind, sowie deren Bindungsstelle haben starken Einfluss auf die Stabilität. Aber auch Zahl und Position der Hydroxyl- und Methoxylgruppen spielen eine entscheidende Rolle [REIN, 2005]. Die Glykosidierung der OH-Gruppe an Position 3 gilt als Voraussetzung für die Stabilität des Anthocyanmoleküls [WATZL et al., 2002]. Steigende Konzentration an Anthocyanen erhöht die Farbstabilität durch intermolekulare Copigmentierung sowie Selbstassoziation [MAZZA und MINIATI, 1993].

Durch Copigmentierung wird eine Stabilität der Farbe der Anthocyane erreicht, da das Flavylum-Kation gegen nukleophilen Angriff in wässriger Lösung geschützt wird [HUBBERMANN, 2004]. Die wichtigsten Mechanismen hierfür sind intermolekulare und intramolekulare Komplexbildung, Selbstassoziation der Anthocyane, sowie Bildung von Metallkomplexen. Zu den Copigmenten zählen unter anderem Flavonoide und andere Polyphenole, Alkaloide, Aminosäuren und organische Säuren [REIN, 2005].

Unter intermolekularer Copigmentierung versteht man die Reaktion eines Anthocyans mit einem farblosen, nicht-kovalent gebundenen Copigment. Dabei kommt es zu einer Steigerung der Farbtintensität (hyperchromer Effekt) und Erhöhung der Wellenlänge des Absorptionsmaximums (bathochromer Effekt), was zu einer verstärkten Blaufärbung führt [MAZZA und MINIATI, 1993; REIN, 2005].

Hingegen handelt es sich bei der intramolekularen Copigmentierung um Anthocyane, die 1,6-Diacylierte- $\beta$ -glucopyranosen als Zuckerreste besitzen und als Copigmente dienen [QUAST, 2008]. Pigment und Copigments sind dabei



kovalent gebunden [HUBBERMANN, 2004]. Es kommt somit zu einem besseren Stabilisierungseffekt als bei der intermolekularen Copigmentierung [REIN, 2005].

In wässriger Lösung ist das Flavylum-Ion die einzig stabile Form, die bei einem pH-Wert unter 3 vorherrscht [BROUILLARD, 1982]. Untersuchungen von MESCHTER [1953] ergaben bei Erdbeersirup eine maximale Stabilität der Anthocyane bei einem pH-Wert von 1,8.

Am enzymatischen Abbau der Anthocyane sind vor allem Glykosidasen beteiligt. Diese brechen die kovalente Bindung zwischen dem Glykosid und dem Anthocyanidin, welches dadurch sehr instabil wird und leicht zerfällt. Weiters tragen fruchteigene Peroxidasen und Phenolasen zum Anthocyanabbau bei. Chinone spielen beim enzymatischen Abbau eine entscheidende Rolle, da von den Enzymen zuerst andere phenolische Verbindungen zu den entsprechenden Chinonen abgebaut werden, die dann mit Anthocyanen zu braunen Kondensationsprodukten reagieren [HUBBERMANN, 2004; REIN, 2005].

SCHERBICHLER [2008] untersuchte, inwieweit die Enzyme Peroxidase, Polyphenoloxidase und  $\beta$ -Glucosidase für den Farbabbau in fruchtfleischhaltigen Erdbeernektaren verantwortlich sind und berichtete von einem eher geringen Einfluss.

Bei Untersuchungen von GÖSSINGER et al. [2008b] konnte durch Zugabe eines Enzyminhibitors N-Ethylmaleimide (10mmol/l) zu Erdbeernektar eine deutlich höhere Farbstabilität als beim selben Nektar ohne Inhibitor während einer Lagerdauer von 12 Wochen beobachtet werden.

Eine höhere Temperatur im Zuge der Erhitzung hat einerseits positiven Einfluss auf die Farbstabilität durch Inaktivierung der Enzyme, andererseits werden durch Hitze aber auch Anthocyane zerstört [BROUILLARD, 1982].

Bei Untersuchungen von GÖSSINGER et al. [2008b] konnte gezeigt werden, dass das Einfrieren der Erdbeeren (-18°C) vor der Verarbeitung zu Nektar positiven Effekt auf die Farbstabilität hat. Eine Erhöhung der Pasteurisationstemperatur um 10 °C (von 80 auf 90 °C) sowie längere

Pasteurisationsdauer verbesserte ebenfalls die Farbstabilität, obwohl der Gehalt an monomeren Anthocyanen abnahm.

## **2.8 Reifeparameter**

Charakteristisch für den Reifungsverlauf der Erdbeeren sind eine zunehmende Rotfärbung, eine Abnahme der Fruchtfleischfestigkeit und des Säuregehaltes sowie ein Anstieg des Zuckergehaltes. Aufgrund dessen sind vollreife Früchte für den Transport ungeeignet [DASSLER und HEITMANN, 1991].

Während der Fruchtreife ändern sich die Inhaltsstoffe der Früchte. Während vollreif geerntete Früchte stark ausgebildetes Aroma aufweisen, haben sich Säuren bereits abgebaut und die Früchte sind durch Pektinabbau des Gewebes weicher [BUCHTER-WEISBRODT, 2004].

Erdbeeren gehören zu den nichtklimakterischen Früchten, sie reifen also nach der Ernte nicht nach. Sie haben ihr Maximum an CO<sub>2</sub>-Produktion im vollreifem bis überreifem Stadium [BELITZ et al., 2008].

HALBWIRTH et al. [2006] untersuchten die Enzymaktivität von 6 Enzymen des Flavonoid-Stoffwechsels während 6 unterschiedlicher Reifestadien der Sorte „Elsanta“ und kam zu dem Ergebnis, dass der Gehalt an Catechinen, Epicatechinen sowie Procyanininen mit zunehmender Reife abnahm, während der Gehalt an Flavonolen und Anthocyanen gleichzeitig anstieg. Der Biosyntheseweg der Flavonoide ist in Abbildung 4 dargestellt.



durch Konsumentenbefragungen die Farbe von fruchtfleischhaltigen Erdbeernektaren beurteilt und die Kundenakzeptanz mittels Akzeptanzfaktors beschrieben. Dabei wurde ermittelt, dass Erdbeernektare mit einem Akzeptanzfaktor größer als 0,7 von Konsumenten als exzellent beschrieben werden, während Nektare mit einem Akzeptanzfaktor kleiner als 0,4 von Konsumenten nicht mehr akzeptiert werden.

In einer folgenden Arbeit wurde untersucht, ob der Akzeptanzfaktor für fruchtfleischhaltigen Erdbeernektar auch auf Erdbeersaft bzw. Erdbeerkonzentrat übertragen werden kann. Dabei wurde festgestellt, dass die Kundenakzeptanz bis zu einem  $a^*/h^\circ$  Wert von 0,65 reicht, wobei Werte über 0,9 mit „Sehr gut“ beurteilt wurden [HERMES, 2009].

Die Kenntnisse über die Kundenakzeptanz von Erdbeerprodukten wurden in dieser Arbeit übernommen.

## 2.10 Rechtliche Grundlagen

Die aktuellen Definitionen der Verarbeitungsprodukte dieser Arbeit wurden der Fruchtsaftverordnung aus dem Bundesgesetzblatt für die Republik Österreich entnommen [Bundesgesetzblatt II Nr. 83/2004]:

„Fruchtmark“ ist das gärfähige, jedoch nicht gegorene Erzeugnis, das durch Passieren des genießbaren Teils der ganzen oder geschälten Frucht ohne Abtrennen des Saftes gewonnen wird“ [Bundesgesetzblatt II Nr. 83/2004]

„Fruchtsaft“ ist das gärfähige, jedoch nicht gegorene, aus gesunden und reifen Früchten (frisch oder durch Kälte haltbar gemacht) einer oder mehrerer Fruchtarten gewonnene Erzeugnis, das die für den Saft dieser Frucht/Früchte charakteristische Farbe, das dafür charakteristische Aroma und den dafür charakteristischen Geschmack besitzt. Aus dem Saft stammendes Aroma, Fruchtfleisch und Zellen, die bei der Verarbeitung abgetrennt werden, dürfen demselben Saft wieder hinzugefügt werden...“ [Bundesgesetzblatt II Nr. 83/2004]

„Konzentrierter Fruchtsaft (Fruchtsaftkonzentrat) ist das aus dem Saft einer bzw. mehrerer Fruchtarten durch physikalischen Entzug eines bestimmten Teils des natürlichen Wassergehalts gewonnene Erzeugnis; das zur Abgabe an den Letztverbraucher bestimmte Erzeugnis muss mindestens auf das halbe Volumen des ursprünglichen Saftes eingedickt sein.“ [Bundesgesetzblatt II Nr. 83/2004]

„Fruchtnektar ist das gärfähige, jedoch nicht gegorene, durch Zusatz von Wasser und Zuckerarten und/oder Honig zu Fruchtsäften, Fruchtsäften aus Fruchtsaftkonzentrat, konzentrierten Fruchtsäften, getrockneten Fruchtsäften, Fruchtmark oder einem Gemisch dieser Erzeugnisse hergestellte Erzeugnis, das den in der Anlage festgelegten Anforderungen zu entsprechen hat; der Zusatz von Zuckerarten und/oder Honig ist bis zu höchstens 20 % des Gesamtgewichts des fertigen Erzeugnisses zugelassen; als Honig gilt das in der Honigverordnung, BGBl. II Nr. 40/2004, beschriebene Erzeugnis; bei der Herstellung von Fruchtnektaren ohne Zusatz von Zuckerarten oder mit geringem Energiegehalt können die Zuckerarten gemäß der Süßungsmittelverordnung, BGBl. Nr. 547/1996, in der jeweils geltenden Fassung, ganz oder teilweise durch Süßungsmittel ersetzt werden“ [Bundesgesetzblatt II Nr. 83/2004].

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Rohmaterial

Alle untersuchten Erdbeeren stammten vom Versuchsgut Haschhof des LFZ für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, das ca. 11 km nördlich von Wien liegt.

Die Erdbeeren wurden jeweils in der Früh geerntet und am selben Tag verarbeitet.

**Tabelle 5: Erntetermine und Menge (kg) der Erdbeeren, VP1 - VP 5**

<b>Erntetermin</b>	<b>Sorte</b>	<b>Versuchsplan</b>	<b>Gewicht</b>
4. Juni 2009	„Darselect“	1	~ 5 kg
	„Jubilee“	1	~ 5 kg
	„Mieze Nova“	1	~ 5 kg
8. Juni 2009	„Mars“	1	~ 5 kg
	„Mars“ reif	5 (Beginn der Ernte)	~ 5 kg
	„Mars“ vollreif	5 (Beginn der Ernte)	~ 5 kg
12. Juni 2009	„Symphony“	1	~ 3 kg
	„Splendida“	1	~ 1,5 kg
16. Juni 2009	„Sonata“	1	~ 4,5 kg
	„Elsanta“	1	~ 4 kg
	„Darselect“	4	~ 5 kg
18. Juni 2009	„Korona“	1	~ 4 kg
	„Florence“	1	~ 5 kg
22. Juni 2009	„Mars“ reif	5 (Ende der Ernte)	~ 2,5 kg
	„Mars“ vollreif	5 (Ende der Ernte)	~ 5 kg
29. Juni 2009	gemischte Sorten	2 + 3	~ 20 kg



„Darselect“



„Jubilee“



„Mieze Nova“



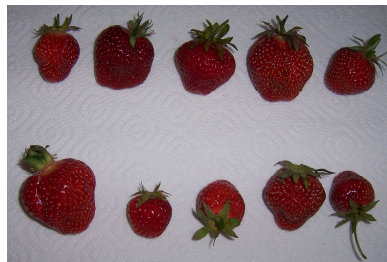
„Mars“



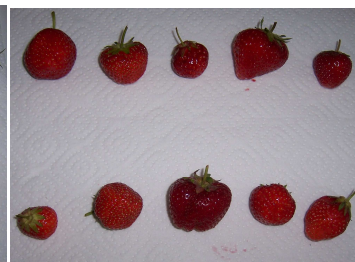
„Symphony“



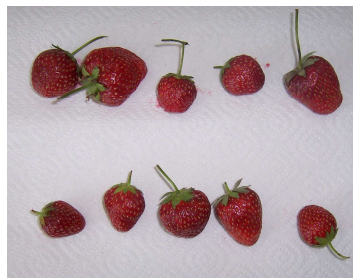
„Splendida“



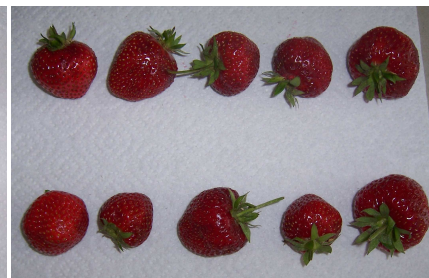
„Sonata“



„Elsanta“



„Korona“



„Florence“

Abbildung 5: Erdbeersorten VP1

### 3.2 Witterungsbedingungen

Der Temperaturverlauf [°C], die Blattnässe [%], relative Luftfeuchtigkeit [%], sowie die Niederschlagssumme [mm] pro Tag von den Monaten Mai und Juni vom Versuchsgut Haschhof sind in den folgenden Abbildungen grafisch dargestellt:

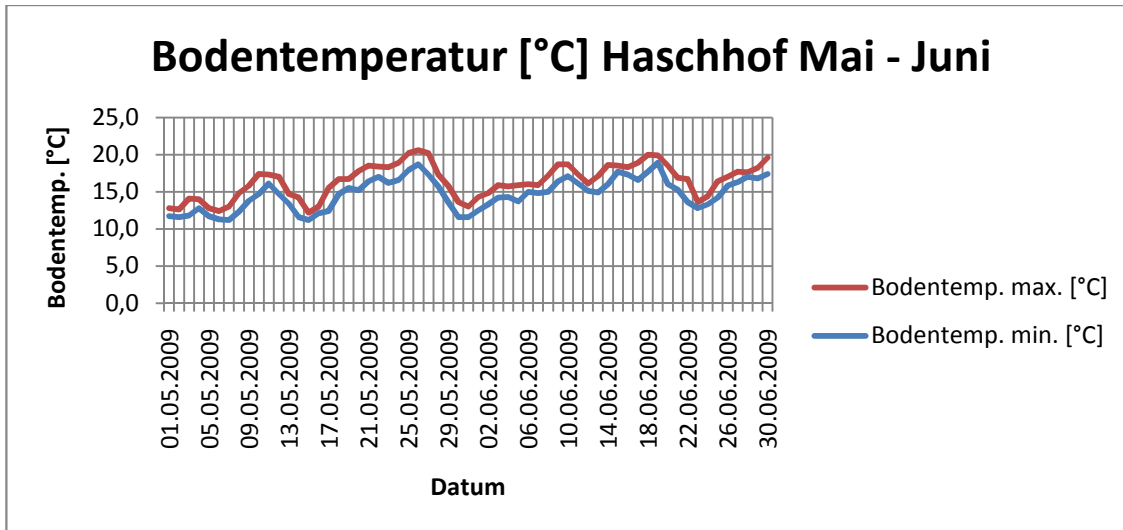


Abbildung 6: Bodentemperatur [°C] Haschhof Mai - Juni 2009

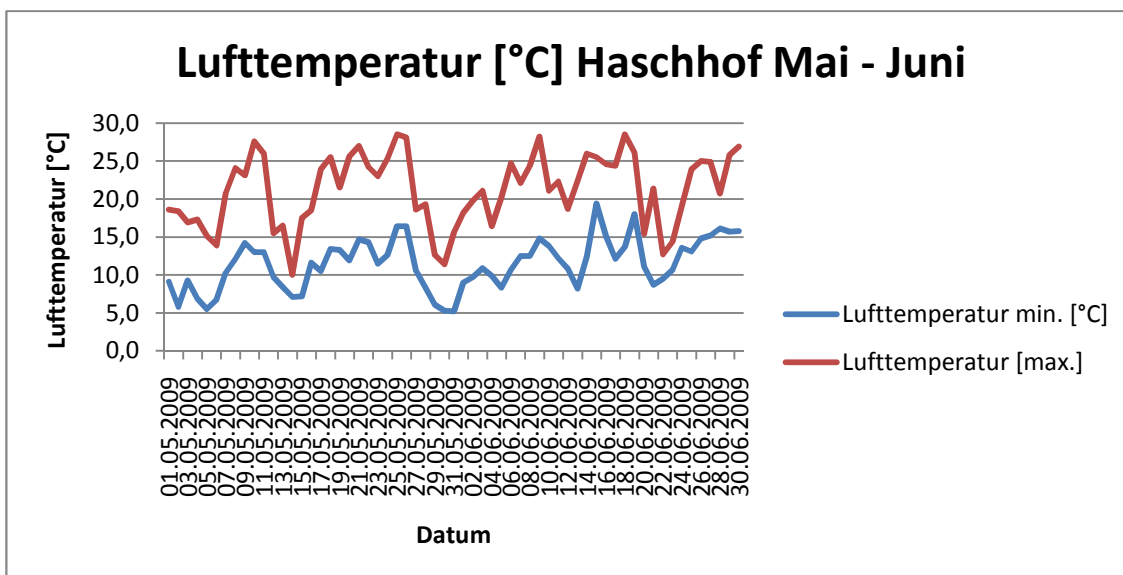


Abbildung 7: Lufttemperatur [°C] Haschhof Mai - Juni 2009



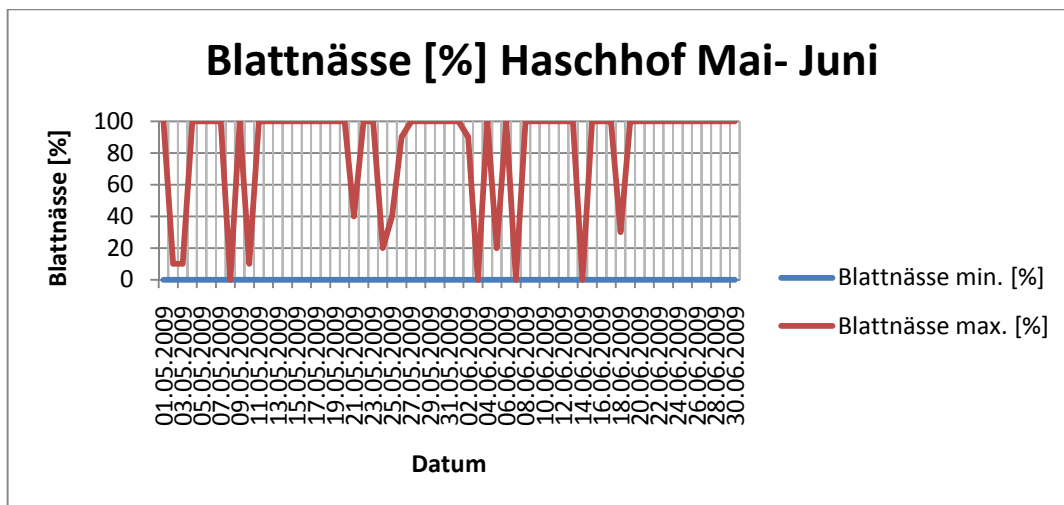


Abbildung 8: Blattnässe [%] Haschhof Mai - Juni 2009

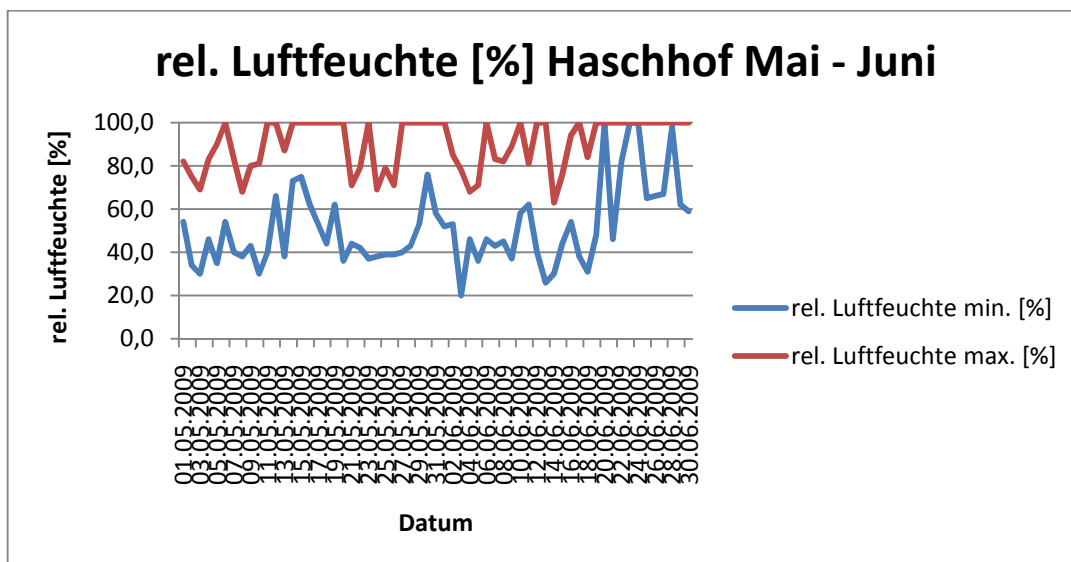


Abbildung 9: rel. Luftfeuchte [%] Haschhof Mai - Juni 2009

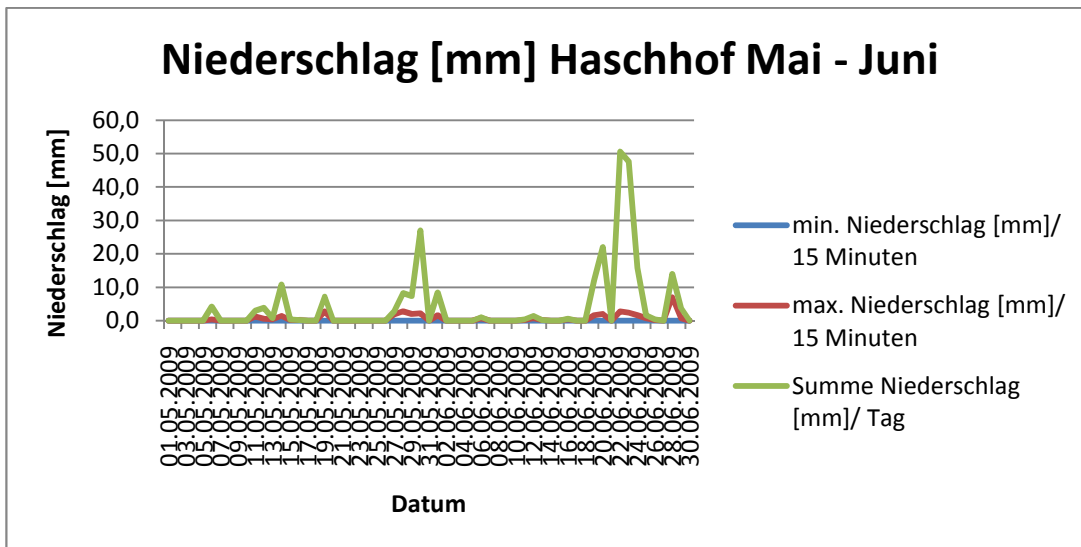


Abbildung 10: Niederschlag [mm]/ Tag Haschhof Mai- Juni 2009

### 3.3 analytische Methoden

#### 3.3.1 Erdbeeren

##### 3.3.1.1 Respiration

Die Respiration wurde in Doppelbestimmung von jeweils 5 Erdbeeren jeder Sorte mod. nach CASTELLO et al. [2006] ermittelt. Verwendet wurde das Gerät ALMEMO 2590 (Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Deutschland) sowie die Software AMR Control for Almemo devices Ver.5.11.0.20. Die 5 Erdbeeren wurden zusammen mit der Sonde in einen Behälter mit einem Fassungsvermögen von 12 Litern gelegt und der Deckel verschlossen. Die ermittelten ppm CO<sub>2</sub> wurden im Abstand von 10 Sekunden über einen Zeitraum von 10 Minuten bei Raumtemperatur aufgezeichnet. Im Microsoft Excel wurde über eine Tangente die Steigung ermittelt. Nach folgender Formel lässt sich die Respiration in mg/kg\*h berechnen:

$$\text{mg/kg*h} = (\text{Steigung} * \text{Molmasse}(0,0440095) * 3600) * (\text{Volumen Behälter} - \text{Volumen Früchte}) / (\text{Molvolumen}(22,41) * \text{Gewicht (kg)})$$

### 3.3.1.2 Gewicht

Von jeder Sorte wurde das Gewicht von jeweils 5 Erdbeeren in Doppelbestimmung gemessen. Verwendet wurde die Waage EW 3000-2M (Kern & Sohn GmbH, Deutschland).

### 3.3.1.3 Farbe

Die Farbmessung der Erdbeeren erfolgte mit dem Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) im CIE-  $L^*a^*b^*$ - Farbraum. Verwendet wurde die Software Color Data Software CM-S100w Spectra Magic NX Version 1.4.

Jeweils 5 Erdbeeren von jeder Sorte wurden an 3 Stellen in Doppelbestimmung gemessen. Dazu wurde die Platte mit der 8 mm Blende verwendet (Abbildung 11). Wie beim Nektar wurde eine Reflexionsmessung nach erfolgter Kalibration mit der Einstellung Farbmessung ohne Glanz, 10° Beobachter, Lichtart D65, durchgeführt.



**Abbildung 11:** Farbmessung der Erdbeere mittels Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan)

### 3.3.1.4 Festigkeit

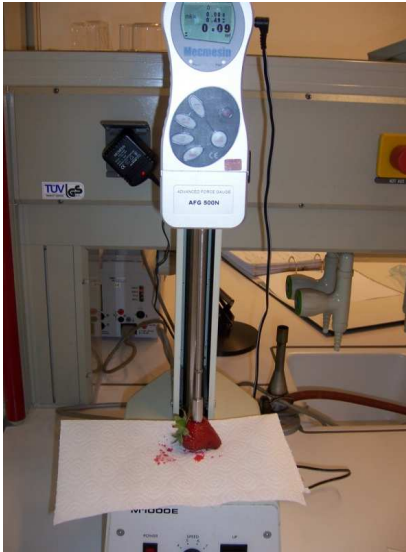


Abbildung 12: Festigkeitsmessung mittels AGF 500 N (Mecmesin, United Kingdom)

Zur Bestimmung der Festigkeit der Erdbeeren wurden von jeder Sorte 5 Erdbeeren in Doppelbestimmung herangezogen, wobei jede Erdbeere an 2 Stellen gemessen wurde. Verwendet wurde das Gerät Advanced Force Gauge 500 N (Mecmesin, United Kingdom). Der Stempel mit einem Durchmesser von 11,15 mm wurde dabei 7-10 mm tief in die Frucht gedrückt und der benötigte Kraftaufwand war in kg/cm<sup>2</sup> abzulesen.

### 3.3.1.5 Proteingehalt

Die Proteinbestimmung erfolgte nach der modifizierten Methode nach LOWRY et al. [1951].

Analysiert wurden je 5 Erdbeeren der Sorten „Darselect“, „Jubilee“, „Mieze Nova“, „Mars“, „Sonata“, „Elsanta“, „Korona“ und „Florence“ aus VP1, „Mars“ reif und „Mars“ vollreif Ende der Erntesaison aus VP5 sowie der ultrafiltrierte Saft ohne Inhibitor aus VP3. Beim ultrafiltrierten Saft sollte untersucht werden, ob auch wirklich keine Proteine mehr enthalten waren.

Die Probenvorbereitung sowie die Proteinbestimmung wurden an der Technischen Universität Wien am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften durchgeführt.

### Probenvorbereitung:

Je 5 Erdbeeren der Sorten „Darselect“, „Jubilee“, „Mieze Nova“, „Mars“, „Sonata“, „Elsanta“, „Korona“ und „Florence“ aus VP1 sowie „Mars“ reif und „Mars“ vollreif Ende der Erntesaison aus VP5, die alle bei -25°C ab dem Tag der Ernte tiefgefroren waren, mussten für die Proteinbestimmung homogenisiert werden. Die Probenvorbereitung wurde nach SCHERBICHLER [2008] modifiziert. Dazu wurden die Früchte nach Vorkühlen in flüssigem Stickstoff einzeln bzw. bei kleinen Früchten 2 Stück in einer Kaffeemühle zu feinem Pulver vermahlen und dieses sofort in flüssigen Stickstoff übergeführt und schockgefroren. Nach dem Abfüllen in Plastikgefäße wurden die Proben bei -20°C gelagert. Je 2 g des tiefgefrorenen Pulvers wurden mit 0,5 g Quarzsand in einem Mörser mittels Pistille zerrieben und rasch in auf Eis gekühlte 2 ml Eppendorfer Reaktionsgefäße überführt. Nach Zentrifugation (Allegra 21R Zentrifuge, Beckman Coulter, USA) bei 10000 x g für 10 Minuten wurde der Überstand abpipettiert und auf Eis gekühlt. Der gekühlte Überstand wurde weiters über Sephadex G25 Medium filtriert, um störende Faktoren wie phenolische Inhaltsstoffe abzutrennen. In jede Pasteurpipette wurde eine Glasperle gegeben und anschließend mit vorgequollener Sephadex-Suspension bis zu einem Volumen von 1 ml befüllt. Nach dem 5-maligen Equilibrieren der Säulen mit Puffer (0,1 M Kaliumdihydrogenphosphat + 0,4% Ascorbat, pH=7) wurden je 400 µl des gewonnenen Überstandes jeder Sorte in einer Säule aufgetragen. Nach dem Eluieren mit weiteren 400µl Puffer wurde das Eluat in 1,5 ml Eppendorfer Reaktionsgefäßen aufgefangen. Diese Vorbereitung war auch für die BSA-Lösung (1mg BSA/ml dest. Wasser), die der Eichgerade diente, notwendig, um die gleichen Bedingungen wie bei den Proben zu schaffen. Auch der ultrafiltrierte Saft wurde gleich behandelt.

### Durchführung:

Für die Eichgerade wurden jeweils 3 mal 0, 10, 20, 30, 40 und 50 µl der über die Sephadex- Säulchen filtrierten BSA- Lösung (1mg BSA/ ml dest. Wasser) in Eppendorfer Reaktionsgefäße pipettiert und auf 600 µl mit dest. Wasser aufgefüllt.

Bei den Proben wurden sowohl 40 µl als auch 50 µl Eluat mit dest. Wasser auf ein Gesamtvolumen von 600 µl aufgefüllt. Nun wurde bei den BSA- Lösungen und den Proben in gleicher Weise vorgegangen. Nach Zufügen von 5 µl einer 2%igen Natriumdesoxycholat-Lösung, die frisch hergestellt werden musste, wurde die Lösung homogenisiert und 15 Minuten stehen gelassen. Danach wurden je 200 µl einer 24%igen Trichloressigsäure zupipettiert und mittels Reagenzglasschüttler homogenisiert und erneut 15 Minuten stehen gelassen. Anschließend wurde bei 10000 x g für 5 Minuten zentrifugiert und der Überstand abgesaugt. Das Proteinpellet wurde in 1 ml der Lösung 1, die frisch hergestellt wurde, aufgelöst.

Lösung 1 wurde aus 1ml Lösung B (1%  $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{ H}_2\text{O}$ ), 1 ml Lösung C (2% Tri-Natriumcitrat-Dihydrat) und 100 ml Lösung A (2%  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  in 0,1 N NaOH + 0,5% SDS) bereitet.

Nach Homogenisation mittels Vortex und weiteren 15 Minuten Wartezeit konnten 100 µl Folin Ciocalteus Reagens zugegeben werden. Die Proben wurden erneut homogenisiert und für 45 Minuten im Dunklen inkubiert. Danach konnte die Absorption bei 750 nm mittel Spectrophotometer DU 800 (Beckman Coulter, USA) gemessen und eine Eichgerade aus den BSA-Lösungen erstellt werden. Die Proteingehalte der Proben wurden mit Hilfe der Eichgerade berechnet und als µg Protein/ 10µl Rohextrakt dargestellt.

### **3.3.2 Erdbeerprodukte**

#### **3.3.2.1 Brixgrade**

Das Prisma des Hand-Refraktometers (Seitz, Österreich) wurde mit Mark, Nektar bzw. Saft bedeckt, der Deckel geschlossen und gegen das Licht gemessen. Der jeweilige Wert konnte der Skala entnommen werden.

Für das Erdbeerkonzentrat wurde das Hand- Refraktometer Atago N4 (Atago, Japan) mit einer Skala bis 82°Brix benötigt.

### **3.3.2.2 pH-Wert**

Der pH- Wert vom Mark, Nektar und Saft wurde mit der pH Elektrode SenTix 21 (Wissenschaftlich- Technische Werkstätten, Deutschland) vom Standgerät pH-Meter pH 523 (Wissenschaftlich- Technische Werkstätten, Deutschland) nach Kalibration auf pH 4 und pH 7 in Doppelbestimmung gemessen.

### **3.3.2.3 Titrierbare Säure**

Die titrierbare Säure wurde jeweils in Doppelbestimmung vom Mark, zur Kontrolle vom Nektar sowie vom Saft nach der Pasteurisation mod. nach ALVA [1979] gemessen. Dazu wurden 10 g der Probe in ein Becherglas eingewogen, mit destilliertem Wasser verdünnt und nach Zufügen des Magnetrührers auf der Magnetrührplatte (Raacke GmbH, Deutschland) gerührt. Die pH Elektrode SenTix 21 (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, Deutschland) vom Standgerät pH-Meter pH 523 (Wissenschaftlich-Technische Werkstätten, Deutschland) wurde nach Kalibration auf pH 7 und pH 9 in die Probe getaucht. Mit 0,1 N Natronlauge wurde langsam bis zum pH-Wert von 8,1 titriert. Der Verbrauch der 0,1N Natronlauge in ml multipliziert mit 0,75 ergab die titrierbare Säure (berechnet als Weinsäure) in g/kg Probe.

### **3.3.2.4 Farbe**

Die Farbe der jeweiligen Produkte wurde mit dem Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) im CIE- L\*a\*b- Farbraum gemessen. Die Proben wurden vor der Messung jeweils kräftig geschüttelt. Beim Nektar wurde die originale Glasküvette mit einem Durchmesser von 30 mm und beim Saft die Küvette der Dicke von 20 mm verwendet. Vor der Messung wurde das Gerät kalibriert. Beim Nektar erfolgte eine Reflexionsmessung (= Auflichtmessung), beim Saft sowie beim Konzentrat, das zuvor auf 7, 14 bzw. 18 Brixgrade verdünnt wurde, erfolgte eine Transmissionsmessung (= Durchlichtmessung). Beurteilt wurde die Farbe mit Hilfe des Akzeptanzfaktors.

Für VP3 wurde der ultrafiltrierte Saft neben dem Spectrophotometer CM-3500 d (Konica Minolta, Japan) zum Vergleich auch mit dem Spectrophotometer Lico 200 (Dr. Lange, Deutschland) gemessen.

Für VP4 wurde zusätzlich zur  $L^*a^*b^*$ - Messung das Spectrophotometer U-1100 (Hitachi, Japan) herangezogen und die Extinktion der Proben bei unterschiedlichen Wellenlängen gemessen. Für die Beurteilung wurden der Faktor A, B und C eingeführt. Die Faktoren sind in der Versuchsdurchführung des VP4 vorzufinden.

### **3.3.2.5 Trübung**

Die Trübung wurde mittels Trübungsphotometer LTP 5 (Dr. Lange GmbH, Deutschland) in 10 mm Küvetten jeweils in Doppelbestimmung ermittelt und die Werte in TE/F (= Trübungseinheit/Formazin) angegeben.

### **3.3.2.6 Monomere Anthocyane**

Die Bestimmung der monomeren Anthocyane Cyanidin-3-glucosid und Pelargonidin-3-glucosid mittels HPLC wurde nach der modifizierten Methode von EDER et al. [1990] durchgeführt.

GERÄTE:

HPLC Amino Quant (Hewlett- Packard, Deutschland)

Säule Li Chro CART 250- 4 RP-18 (5µm) (Merck, Deutschland)

Vorsäule Li Chro CART 4- 4 RP-18 (5µm) (Merck, Deutschland)

Probenvorbereitung:

Die tiefgefrorenen Proben wurden am Vorabend vom Tiefkühlhaus in den Kühlschrank (+4°C) gestellt. In der Früh wurden die Probeflaschen für 10 Minuten im Wasserbad (40°C) zur Gänze aufgetaut, für 15 Minuten bei 8000U/min. (20°C) zentrifugiert (Zentrifuge Beckman J2-HC, USA) und danach der Überstand filtriert (Sartorius stedim biotech., Grade 1291). Von der dadurch gewonnenen Probe wurden, nachdem das Festphasenextraktionssäulchen Bond Elut C-18 (Fa. Varian, USA) zweimal mit Methanol und zweimal mit dest.



Wasser konditioniert wurde, 2 ml auf das Säulchen aufgetragen, mit dest. Wasser gespült und anschließend trockengesaugt. Mit einem Gemisch aus je 500 µl Methanol und Salzsäure (0,004% HCL) wurden die Farbstoffe eluiert. Somit waren in 1 ml Gemisch Farbstoffe von 2 ml Probe enthalten, was bei der Berechnung zu berücksichtigen war.

Die Überprüfung der HPLC erfolgte mit Standards von Cyanidin-3-glucosid (Roth, Deutschland, Nr. 6136.1) und Pelargonidin-3-glucosid (Roth, Deutschland, Nr. 8956.1).

Parameter der HPLC:

Laufmittel A: 5 mM Phosphatpuffer, pH-Wert=1,8

Laufmittel B: Methanol

(nach dem linearen Gradient in Tabelle 6)

**Tabelle 6: linearer Gradient**

Zeit [Minuten]	Laufmittel A [%]	Laufmittel B [%]
0	25	75
15	30	70
25	46	54
30	50	50
41 bis 55	80	20
57 bis 77	0	100

Flussrate: 0,8 ml/ min

Säulentemperatur: 40°C

Einspritzvolumen: 20 µl

Detektionswellenlänge: 500 nm

Die Identifizierung der monomeren Anthocyane erfolgte nach den Standards bzw. nach den Retentionszeiten [EDER et al., 1990].

### 3.3.2.7 Flavonole

Die Bestimmung der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid mittels HPLC wurde nach der modifizierten Methode von EDER et al. [1990] durchgeführt.

#### GERÄTE:

HPLC Amino Quant (Hewlett- Packard, Deutschland)

Säule HP- ODS Hypersil RP-18, 5µm (2,1 x 100mm) und (2,1 x 200 mm)

#### Probenvorbereitung:

Die tiefgefrorenen Proben wurden am Vorabend vom Tiefkühlhaus in den Kühlschrank (+4°C) gestellt. In der Früh wurden die Probeflaschen 10 Minuten lang im Wasserbad (40°C) zur Gänze aufgetaut und anschließend für 15 Minuten bei 8000U/min. (20°C) zentrifugiert (Zentri fuge Beckmann J2-HC, USA) und danach der Überstand filtriert (Sartorius stedim biotech., Grade 1291). Nach Filtration mittels Spritzenfilter (Roth, Deutschland, 0,45 µm) wurden 10µl direkt in die HPLC injiziert.

Als Standards wurden Quercetin-3-glucosid (Sigma, Nr. 17793) und Kämpferol-3-glucosid (Extrasynthese, 1243S) verwendet.

#### Parameter der HPLC:

Laufmittel A: 0,5% HCOOH

Laufmittel B: Methanol

(nach dem linearen Gradient in Tabelle 7 )

**Tabelle 7: linearer Gradient**

Zeit [Minuten]	Laufmittel A [%]	Laufmittel B [%]
0	97	3
15	97	3
20	96	4
100	65	35
120	65	35
130	30	70
140	30	70
143	97	3

Flussrate: 0,2 ml/ min

Säulentemperatur: 40°C

Einspritzvolumen: 10 µl

Detektionswellenlänge: 362 nm, 320 nm, 280 nm

Die Identifizierung erfolgte nach den Standards bzw. nach den Retentionszeiten [EDER et al., 1990].

### 3.3.2.8 Gesamtphenole

Die Bestimmung der Gesamtphenole mittels Ciocalteu-Reagenz erfolgte nach MELTSCH [2006].

Die Probenvorbereitung unterschied sich nicht von jener zur Bestimmung der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid.

Die Festphasenextraktionssäulchen Bond Elut C-18 (Fa. Varian, USA) wurden 2 mal mit Methanol und gleicher Menge 0,01 N HCl gespült, danach 2 mal mit 0,01 N HCl gewaschen und trockengesaugt. Kleine Epruvettenröhrchen wurden mit 2 ml 1 N HCl gefüllt, 2 ml Probe zupipettiert, homogenisiert und in die C-18- Säulchen überführt. Der Standard wurde mitgeführt. Die 4 ml verdünnte Probe bzw. Standard wurden in C-18 Säulchen aufgetragen, 2-mal mit 0,01 N HCl konditioniert und anschließend trockengesaugt. Nach dem Ersetzen der Probenauffangröhrchen durch saubere wurde das Eluat mit je 2 mal 1 ml Methanol herunter gewaschen und trockengesaugt.



Abbildung 13: Festphasenextraktionssäulchen Bond Elut C-18 (Fa. Varian, USA) vor dem Herunterwaschen mit Methanol

In leere Eprouvetten wurde die entsprechende Menge dest. Wasser und Eluat pipettiert (Standard: 7,5 ml dest. Wasser + 0,5 ml Standard- Eluat, Proben: 7 ml dest. Wasser + 1 ml eluierte Probe, Blindwert: 8 ml dest. Wasser). Einzeln wurden je 0,5 ml Folin-Ciocalteu-Reagenz zugegeben, 30 sec. am Reagenzglasschüttler homogenisiert, dann 1,5 ml  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  zupipettiert und erneut homogenisiert. Nach 2 Stunden erfolgte die Messung im Spectralphotometer (Agilent 8453, USA) bei 765 nm. Das Ergebnis wurde in g/l berechnet als Kaffeesäure angegeben.

### 3.4 Produktionsschemen

#### 3.4.1 Nektarproduktion

Die Erdbeeren wurden entkelcht und in der Walzenmühle (Fa. Wottle, Österreich) grob zerkleinert.



Abbildung 14: Walzenmühle (Fa. Wottle, Österreich)

Die zerkleinerten Fruchtstücke wurden in der Passiermaschine (Fa. Wiesböck, Österreich) zur Abtrennung der Samen passiert.



Abbildung 15: Passiermaschine (Fa. Wiesböck, Österreich)

VP1 wurde 200 mg L-Ascorbinsäure/ kg Mark zugesetzt.

Vom frischen Mark wurde im Labor der pH-Wert, die Brixgrade sowie die titrierbare Säure zum richtigen Ausmischen bestimmt. Das restliche Mark wurde für die Berechnung gewogen. Dem Mark wurde dann die benötigte Menge an Zucker, Wasser und Säure zugefügt, um einen Nektar mit 40% Fruchtanteil, 14 °Brix und 7g/ kg titrierbare Säure berechnet als Weinsäure zu erhalten.

Die Homogenisierung des Nektars erfolgte anschließend in der Zahnkolloidmühle (Fa. Fryma, Schweiz)



Abbildung 16: Zahnkolloidmühle (Fa. Fryma, Schweiz)

Aufgrund zu geringer Mengen des jeweils produzierten Nektars war das Entgasen nicht möglich. Die Abfüllung erfolgte händisch mit Hilfe eines Trichters in 0,2 l Flaschen. Durch die händische Abfüllung hatten nicht alle Proben exakt die gleiche Inhaltsmenge und es gab keinen Sauerstoffausschluss. Manche Flaschen wiesen mehr Schaum auf als andere. Für VP1 wurde sofort nach der Abfüllung von jeder Sorte eine Flasche unpasteurisierte Nektar für die Bestimmung der monomeren Anthocyane Cyanidin-3-glucosid und Pelargonidin-3-glucosid sowie zur Bestimmung der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid herangezogen. Die anderen Flaschen wurden im Berieselungspasteur (Fa. Balik, Österreich) bei 85°C für 15 Minuten pasteurisiert und anschließend im Fruchtsaftlager (Lagerraumtemperatur zwischen 20 und 23 °C) dunkel gelagert.

Bei der Pasteurisation wurde mit dem Temperaturmessgerät testo 735 (Testo, Deutschland) zur genaueren Kontrolle der Flaschenkerntemperatur gearbeitet. Die beiden Fühler wurden in je eine Flasche gesteckt und diese mit Gummistopfen zum Abdichten verschlossen.

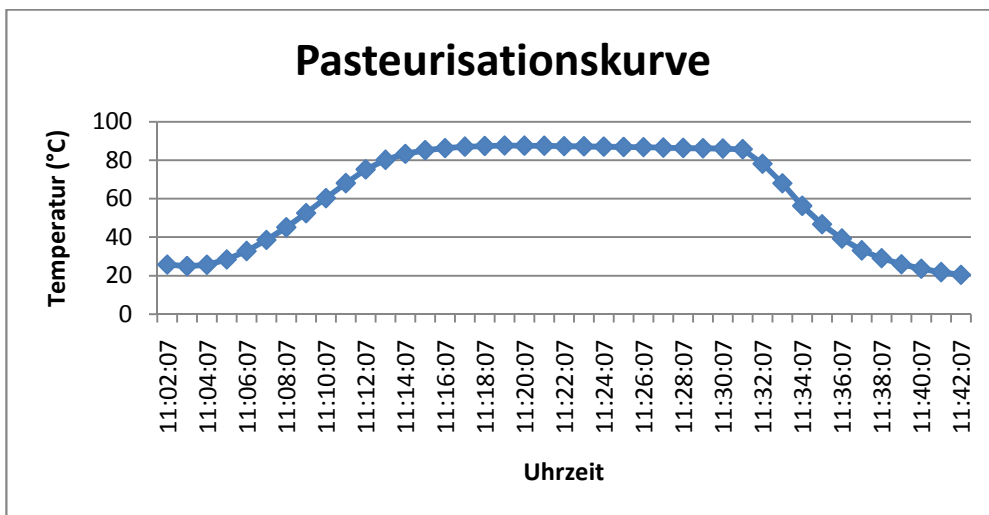


Abbildung 17: Temperaturverlauf während der Pasteurisation

### 3.4.2 Saftproduktion



Abbildung 18: Saftproduktion mit dem Glockenfilter (Fa. Carl, Deutschland)

15 kg Erdbeeren wurden händisch entkelcht und im Phillips Küchenentsafter entsaftet. Die Ausbeute von 11,5 l wurde in einem Kübel mit 2 ml des Enzyms Fructozym P (Fa. Erbslöh, Deutschland) versetzt, gut durchmischt und auf 1000 ml Messzylinder verteilt. Nach 3,5 Stunden Standzeit bei Raumtemperatur (22°C) wurde bei jedem Messzylinder mittels Vollpipette der Saft aus dem Mittelteil des Messzylinders abpipettiert, anschließend bei 3500 rpm für 5 Minuten zentrifugiert und mit dem Glockenfilter (Abbildung 18) filtriert, wobei der erste Teil verworfen wurde. Der filtrierte Saft wurde nochmals gemischt und abhängig vom Versuchsplan weiterverarbeitet. Der Saft von VP3, der noch ultrafiltriert wurde, wurde nicht sofort pasteurisiert, sondern nach Abfüllung in 50 ml Flaschen im Kühlhaus bei +4°C für insgesamt 4 Tage gelagert. Die weitere Verarbeitung ist unter dem Punkt „Produktion ultrafiltrierter Saft“ beschrieben. Der nicht ultrafiltrierte Saft von VP3 wurde gleich in 50 ml Flaschen abgefüllt und pasteurisiert.

Für VP 2 musste der Saft aus Zeitgründen tiefgefroren (-25°C) werden und erst 2 Wochen später wurde dieser schonend (bei durchschnittlich 27,5 °C Raumtemperatur) 4 Stunden lang aufgetaut und nochmals gut durchmischt. Dann wurde er den jeweils hergestellten Lösungen mit unterschiedlichen

Konzentrationen an Quercetin-3- glucosid bzw. Quercetin- Monohydrat zugefügt und pasteurisiert (siehe Versuchsdurchführung VP2).

Die Pasteurisation erfolgte jeweils mit dem Berieselungspasteur (Fa. Balik, Österreich) bei 85°C für 15 Minuten. Anschließend wurden die Probeflaschen im dunklen Lagerraum bis zur jeweiligen Messung aufbewahrt.

Da in einem Vorversuch festgestellt wurde, dass die 50 ml Flaschen bei der Pasteurisation nicht dicht waren, wurde der Kopf und Hals der Flaschen nach dem Befüllen abgedichtet (siehe Abbildung 19).



Abbildung 19: abgedichtete 50 ml Flaschen

### 3.4.3 Produktion ultrafiltrierter Saft



Abbildung 20: Aufbau der UFE (Amicon Division, USA)



Gearbeitet wurde mit der Ultrafiltrationseinheit (=UFE) Amicon Model 202 (Amicon Division, USA) und dem dazugehörigen Filterhilfsstoff (=Fritte). Der Membranfilter sowie die Fritte wurden vor dem Einbauen in die UFE für mindestens 60 Minuten in destilliertes Wasser eingelegt. 20ml des im Kühlhaus gelagerten Erdbeersaftes wurde in die UFE eingefüllt und unter ständigem Rühren wurde der Saft unter Druck (Stickstoff - 70psi) filtriert. Der ultrafiltrierte Saft tropfte sehr langsam über einen Schlauch in ein Becherglas, das im Eisbad stand und mit einer Glasschale abgedeckt wurde. Die Filtrationsleistung betrug ca. 5-7 ml/h. Der Membranfilter, der zuvor wieder für mind. 60 Minuten in destilliertes Wasser eingelegt wurde, musste ca. alle 3 bis 4 Stunden gewechselt werden. Bei einer Menge von ca. 20 ml wurde der ultrafiltrierte Saft in eine 50 ml Flasche umgefüllt und ins Kühlhaus (4°C) gestellt. Nach 4 Tagen wurde die benötigte Menge von 280 ml an ultrafiltriertem Saft erreicht, erst dann wurde der Inhalt der Flaschen zusammengeleert und durch Rühren homogenisiert. Jeweils 25 ml wurden in saubere Flaschen abgefüllt und bei 85°C für 15 min. im Berieselungspasteur (Fa. Balik, Österreich) pasteurisiert.

### 3.5 Versuchsdurchführung

Jeder Versuchsplan wurde doppelt ausgeführt und in jeder Ausführung wurde die Probe doppelt bestimmt. Ausnahmen sind in den einzelnen Versuchsplänen angeführt. Nach den Messungen wurden die Proben bei -25°C tiefgefroren.

Folgend werden die 5 Versuchspläne beschrieben:

#### 3.5.1 Versuchsplan 1

Die Sorten „Darselect“, „Jubilee“, „Mieze Nova“, „Mars“, „Symphony“, „Splendida“, „Sonata“, „Elsanta“, „Korona“ und „Florence“ wurden zu den oben angegebenen Ernteterminen jeweils in der Früh geerntet und am selben Tag zu Nektar verarbeitet. Der Nektar sollte auf einen Fruchtanteil von 40%, auf 14°Brix sowie die titrierbare Säure auf 7g/kg eingestellt werden.

Vor der Verarbeitung zu Nektar wurden jeder Sorte 2 x 5 Erdbeeren entnommen und bei -25°C tiefgefroren. Von ebenso 2 x 5 Erdbeeren wurde die Farbe, die Respiration, das Gewicht sowie die Festigkeit bestimmt. Nach der Verarbeitung zu Mark wurde diesem Versuchsplan 200 mg L-Ascorbinsäure/kg Mark zugefügt, eine Probe zum Analysieren der Brixgrade, des pH-Wertes sowie der titrierbaren Säure in Doppelbestimmung gezogen, das Mark gewogen und anschließend die Menge an Säure, Zucker und Wasser berechnet, um die gewünschten Vorgaben des Nektars zu erreichen. Nach dem Ausmischen und der Homogenisierung wurde der Nektar händisch in 0,2 l Flaschen gefüllt, mit Kronenkorken verschlossen, diese beschriftet und anschließend bei 85°C für 15 Minuten pasteurisiert. Von jeder Sorte wurde eine Flasche vor der Pasteurisation entnommen und im Labor mittels HPLC der Gehalt an monomeren Anthocyanen Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid sowie der Gehalt an Flavonolen Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid analysiert. Aus kapazitiven Gründen war hier jeweils nur Einfachbestimmung möglich. Vom pasteurisierten Nektar wurde in jeweils 2 Wochenabständen die Farbe mittels Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) gemessen. Aus den ermittelten Werten wurde das Augenmerk auf den

Akzeptanzfaktor gelegt. Bis zu einem AF-Wert von kleiner 0,4 bzw. längstens über einen Zeitraum von 24 Wochen wurde gemessen.

Proben der Sorten „Elsanta“ und „Mars“ wurden zur Bestimmung der Gesamtphenole, der monomeren Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid sowie zur Bestimmung der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid aufgetaut und in Doppelbestimmung analysiert.

**Tabelle 8: Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 1**

Probe	eingefroren am	aufgetaut am
Elsanta Woche 0	16.06.2009	09.11.2009
Mars Woche 0	08.06.2009	09.11.2009

### 3.5.2 Versuchsplan 2

Der tiefgefrorene Saft wurde bei Raumtemperatur aufgetaut. Währenddessen wurden Lösungen an Quercetin-3-glucosid sowie an Quercetin- Monohydrat in unterschiedlichen Konzentrationen hergestellt und in 50 ml Flaschen pipettiert. Dazu wurden 15 ml 96%iger Ethanol pro Probe benötigt, wodurch sich ein Alkoholgehalt von rund 30 Volumsprozents je Probe ergab.

a) Quercetin-3-glucosid wurde in 96%igem Ethanol gelöst. Konzentrationen von 30 mg/l (Bezeichnung Q3G1), 300 mg/l (Bezeichnung Q3G2), und 1500 mg/l (Bezeichnung Q3G3) wurden hergestellt. Je 15 ml der unterschiedlich konzentrierten Lösungen wurden in 50 ml Flaschen gefüllt und mit 35 ml Saft aufgefüllt. Der Blindwert erfolgte nur durch Zugabe von 15 ml 96%igem Ethanol (Bezeichnung Q3G0). Der Flaschenkopf wurde gedichtet und anschließend bei 85°C für 15 Minuten pasteurisiert und im Dunklen im Fruchtsaftlager gelagert. Die erste Farbmessung erfolgte nach der Pasteurisation, dann nach 2 Wochen und nach 4 Wochen. Bis zu diesem Zeitpunkt wurden jeweils 2 Flaschen in Doppelbestimmung gemessen, da sich der Akzeptanzfaktor jedoch noch nicht wesentlich änderte, wurden die Messabstände auf 4 Wochen ausgedehnt und nur je 1 Flasche in Doppelbestimmung gemessen. Die weiteren Messungen erfolgten daher nach 8, 12, 16 und 20 Wochen.

b) Quercetin-Monohydrat wurde wie Quercetin-3-glucosid in 96%igem Ethanol gelöst. Die hergestellten Konzentrationen betrugen 0mg/l (Bezeichnung QM0), 21,2 mg/l (Bezeichnung QM1), 212 mg/l (Bezeichnung QM2) und die höchste Konzentration 1060 mg/l (Bezeichnung QM3). Die weitere Vorgehensweise unterschied sich nicht vom Teil a.

### 3.5.3 Versuchsplan 3

In diesem Versuchsplan wurde Nektar, Saft und ultrafiltrierter Saft aus gemischten Sorten hergestellt, wobei vom Nektar je Messzeitpunkt 2 Flaschen, vom Saft und vom ultrafiltrierten Saft jedoch nur je Messzeitpunkt 1 Flasche hergestellt wurde. Nach der Pasteurisation wurde die Hälfte der Flaschen mit einer Enzyminhibitorlösung des Enzyminhibitors N- Ethylmaleimide (Sigma-Aldrich, Deutschland) mit einer Konzentration von 10 mmol/ l versetzt. Da die Flaschen nach der Pasteurisation geöffnet werden mussten, musste steril gearbeitet werden. Mit Sterilpipetten wurden 10 ml vom Nektar abpipettiert und 10 ml Inhibitorlösung zupipettiert, danach mit sterilen Kronenkorken verschlossen und kräftig geschüttelt. Bei den 50 ml Flaschen wurden 3 ml zupipettiert. Beim ultrafiltrierten Saft, wo nur 25 ml pro Flasche enthalten waren, wurden nur 1,5 ml Inhibitorlösung zugesetzt, um dieselbe Konzentration wie im nicht ultrafiltriertem Saft zu erhalten. Die Flaschen wurden im Dunklen im Fruchtsaftlager gelagert und die Messungen erfolgten nach der Pasteurisation, nach 2, 4, 6, 10, 14 und 18 Wochen beim Nektar und Saft, bei ultrafiltriertem Saft aufgrund des schnellen Abfalls des AF nach 0, 2, 4, 6, 8, 10 und 12 Wochen.

Die Bestimmung der Gesamtphenole, der monomeren Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid sowie der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid erfolgte doppelt von folgenden tiefgefrorenen Proben:

**Tabelle 9: Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP3**

Probe	eingefroren am	aufgetaut am
Nektar ohne Inhibitor Woche 0	30.06.2009	09.11.2009
Nektar ohne Inhibitor Woche 6	11.08.2009	09.11.2009
Nektar mit Inhibitor Woche 0	30.06.2009	17.11.2009
Nektar mit Inhibitor Woche 6	11.08.2009	17.11.2009
Saft ohne Inhibitor Woche 0	30.06.2009	17.11.2009
Saft ohne Inhibitor Woche 6	11.08.2009	17.11.2009
Saft mit Inhibitor Woche 0	30.06.2009	17.11.2009
Saft mit Inhibitor Woche 6	11.08.2009	17.11.2009
ultrafiltrierter Saft ohne Inhibitor Woche 0	02.07.2009	17.11.2009
ultrafiltrierter Saft ohne Inhibitor Woche 6	13.08.2009	17.11.2009
ultrafiltrierter Saft mit Inhibitor Woche 0	02.07.2009	17.11.2009
ultrafiltrierter Saft mit Inhibitor Woche 6	13.08.2009	17.11.2009

### 3.5.4 Versuchsplan 4

In diesem Versuchsplan wurde der Verlauf des AF mit dem Spectrophotometer CM-3500d (Konica- Minolta, Japan) im Vergleich zu verschiedenen in der Industrie angewandten Methoden zur Bestimmung der Farbe mittels Spectrophotometer U-1100 (Hitachi, Japan) verglichen. Die Messungen erfolgten bei frischem Nektar der Sorte „Darselect“ nach der Pasteurisation, nach 2, 4, 6, 8, 10 Wochen, bei tiefgefrorenem und später aufgetautem Nektar der Sorten „Elsanta“ und „Jubilee“, beim Konzentrat nach 0, 6 und 12 Wochen. Aufgetaut wurden jene Proben der Sorten „Elsanta“ und „Jubilee“, die frisch gemessen am nächsten beim AF 0,7 bzw. 0,4 lagen.

**Tabelle 10: Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 4**

Probe	eingefroren am	aufgetaut am
Elsanta Woche 4	14.07.2009	11.11.2009
Elsanta Woche 10	25.08.2009	11.11.2009
Jubilee Woche 6	16.07.2009	12.11.2009
Jubilee Woche 14	10.09.2009	12.11.2009

Die Arbeitsanleitungen der Industrie mussten für die Farbmessungen des Nektars leicht abgewandelt werden und werden im Folgenden angeführt. Zusätzlich wurde für jede Methode ein Faktor eingeführt, um die gemessenen Wellenlängen mit dem AF vergleichen zu können.

Faktor A=  $E_{512} / E_{420}$

Faktor B=  $E_{520} / E_{420}$

Faktor C=  $(E_{520}-E_{620}) / (E_{430}-E_{620})$

#### 3.5.4.1 Methode A

Zur Herstellung des Puffers (pH=1±0,1) wurden 1,81 g  $AlCl_3 \cdot 6H_2O$  und 1,864g KCl in 150 ml dest. Wasser gelöst, mit 67 ml 1 M HCl vermengt und im 500 ml Kolben bis zur Markierung mit dest. Wasser aufgefüllt.

##### Arbeitsanleitung für Erdbeernektar:

Nach dem Einwiegen von 4 g Nektar (±0,01g) in einen 100 ml Messzylinder wurde mit der Pufferlösung auf 40 g aufgefüllt und absoluter Ethanol bis zur 100 ml Marke zugefügt, das Gemisch homogenisiert und auf 2 Zentrifugengläser aufgeteilt. Mit Parafilm bedeckt wurde für 15 Minuten bei 3500 rpm zentrifugiert. 1 Teil des Überstandes wurde mit 3 Teilen Puffer versetzt, homogenisiert und gegen dest. Wasser bei 420 nm und 512 nm photometrisch gemessen.

##### Arbeitsanleitung für Erdbeerkonzentrat:

Die Arbeitsanleitung für das Konzentrat unterschied sich nur in der Vorbereitung für die Einwaage. Anstelle des Nektars wurde das Konzentrat von 65°Brix auf 18°Brix mit dest. Wasser verdünnt und davon 4 g (±0,01g) eingewogen.

#### 3.5.4.2 Methode B:

Für den McIlvaine Puffer (pH= 3,2) wurde 0,814 g Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat und 1,42 g Zitronensäure p.a. in einem 100 ml Kolben gelöst und mit dest. Wasser bis zur Markierung aufgefüllt.

##### Arbeitsanleitung Erdbeernektar:

Der Nektar wurde bei 3500 rpm für 10 Minuten zentrifugiert, danach mit der Laborspritze filtriert (Glasfilter Erbslöh, Deutschland) und darauffolgend mit dem 0,45 µm Chromafil Xtra PVDF-45/25 Filter (Macherey-Nagel, Deutschland)

erneut filtriert. Die Probe musste mit dem McIlvaine- Puffer so verdünnt werden, dass die gemessene Extinktion bei 520 nm zwischen 0,5 und 1 lag. Die Messungen erfolgten bei 520 nm und 420 nm gegen den Puffer. Da bei jedem Nektar eine andere Verdünnung erfolgte, wurde auch die Intensität (=  $E_{(520nm)} \times \text{Verdünnungsfaktor}$ ) angegeben.

#### Arbeitsanleitung Konzentrat:

Das Konzentrat wurde von 65°Brix auf Saftstärke (7° Brix) verdünnt und anschließend die Saftstärkenverdünnung so mit McIlvaine-Lösung auf Farbmessverdünnung verdünnt, dass die Extinktion zwischen 0,5 und 1 bei 520 nm lag. Die Messungen erfolgten bei 520 nm und 420 nm gegen Puffer.

#### **3.5.4.3 Methode C:**

Bereitung des Puffers (pH=  $3,2 \pm 0,05$ ):

2,684 g Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat und 4,2 g Zitronensäure p.a. wurden in dest. Wasser gelöst, in 100 ml Kolben überführt und bis zur Marke mit dest. Wasser aufgefüllt. Der pH-Wert konnte, wenn nötig mit gelöster Zitronensäure p.a. korrigiert werden.

#### Arbeitsanleitung Erdbeernektar:

Bei 3500 rpm wurde der Nektar für 10 Minuten zentrifugiert und filtriert (Glasfilter Erbslöh, Deutschland). 25 ml filtrierter Nektar wurde mit 25 ml Puffer verdünnt und bei 430 nm, 520 nm und 620 nm gemessen. Der Puffer wurde zuvor bei den gleichen Wellenlängen gemessen und vom Ergebnis abgezogen. Danach wurde der mit Puffer versetzte Nektar mit dem 0,2 µm Chromafil Xtra PVDF- 45/25 Filter (Macherey-Nagel, Deutschland) filtriert und nochmals bei den angegebenen 3 Wellenlängen gemessen.

#### Arbeitsanleitung Erdbeerkonzentrat:

Anstelle des filtrierten Nektars wurden 25 ml Konzentrat mit derselben Menge an Puffer versetzt, ansonsten wurden wie bei der Arbeitsanweisung vom Nektar vorgegangen.

### 3.5.5 Versuchsplan 5

Versuchsplan 5 wurde mit der Sorte „Mars“ zu unterschiedlichen Erntezeitpunkten und unterschiedlichen Reifestadien durchgeführt. Sowohl zu Beginn als auch zu Ende der Erntesaison dieser Sorte wurden die Früchte in reif und vollreif unterteilt. Bei beiden Stadien waren die Erdbeeren bis zur Spitze rot, die vollreifen Erdbeeren waren dunkler als die reifen.



Abbildung 21: Erdbeeren "Mars" reif (links) und „Mars“ vollreif (rechts)

Es wurden jeweils 2 x 5 Erdbeeren eingefroren, von je 2 x 5 Erdbeeren wurden im Labor die Respiration, das Gewicht, die Festigkeit sowie die Farbe gemessen. Danach wurden Farbmessungen vom Nektar durchgeführt. „Mars“ vollreif Beginn der Ernte wurde im 2 Wochenabstand vom Zeitpunkt nach der Pasteurisation bis zur Woche 20 gemessen. „Mars“ reif Beginn der Ernte wurde nach der Pasteurisation, nach 2, 4, 6, 8, 12, 16, 18 Wochen und „Mars“ vollreif Ende der Ernte nach der Pasteurisation, nach 2, 4, 6, 8, 10, 14, 16, 18 Wochen gemessen.

Von den vollreifen Früchten zu Beginn der Ernte wurde die Farbe der Erdbeeren, die Respiration, die Festigkeit sowie das Gewicht bestimmt.

Jede Probe wurde nach der Farbmessung bei -25°C tiefgefroren und einige Proben (Tabelle 11) zu einem späteren Zeitpunkt zur Bestimmung der Gesamtphenole, der monomeren Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid und Cyanidin-3-glucosid sowie der Flavonole Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid wieder aufgetaut. Die Analysen erfolgten in Doppelbestimmung.



**Tabelle 11: Übersicht der aufgetauten Nektarproben VP 5**

Probe	eingefroren am	aufgetaut am
Mars vollreif Beginn der Ernte Woche 0	08.06.2009	9.11.2009
Mars vollreif Beginn der Ernte Woche 8	03.08.2009	9.11.2009
Mars vollreif Ende der Ernte Woche 0	22.06.2009	9.11.2009
Mars vollreif Ende der Ernte Woche 8	17.08.2009	9.11.2009
Mars reif Ende der Ernte Woche 0	22.06.2009	9.11.2009
Mars reif Ende der Ernte Woche 8	17.08.2009	9.11.2009

### 3.6 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen SPSS 13.0 for Windows und Microsoft Excel.

## 4 Ergebnisse und Diskussion

### 4.1 Versuchsplan 1

#### 4.1.1 Erdbeeren

##### 4.1.1.1 Respiration

Wie in Abbildung 22 ersichtlich, hatte „Jubilee“ die auffallend höchsten Respirationswerte. Aber auch „Symphony“ lag deutlich über den anderen Werten. Ein Grund dafür könnte ein höherer Reifegrad der beiden Sorten sein, wobei aber die Festigkeitswerte von den anderen nicht stark abwichen (Abbildung 25).

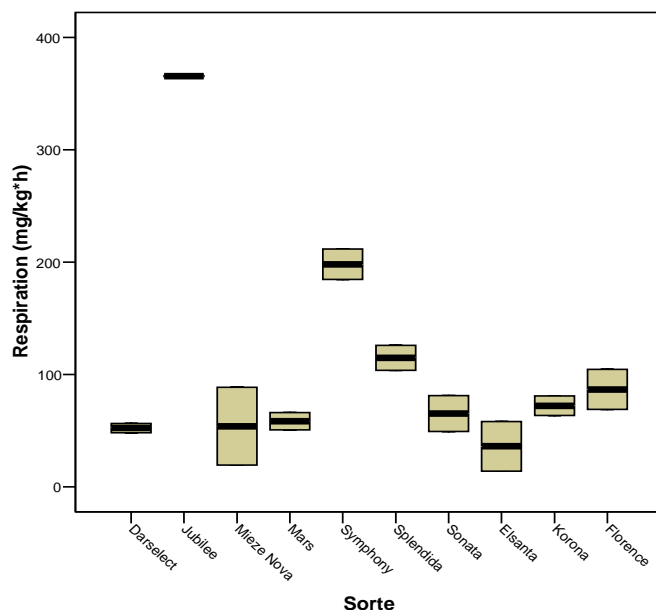


Abbildung 22: Respirationswerte (mg/kg\*h) von je 5 Erdbeeren

##### 4.1.1.2 Gewicht

„Elsanta“ war mit 48,3 ( $\pm 4,2$ ) g gefolgt von „Symphony“, „Jubilee“ und „Mieze Nova“ die leichteste Sorte. Mit Abstand die schwerste und größte Sorte war „Mars“ mit einem Gewicht von 120 ( $\pm 8,4$ ) g gefolgt von Florence.

In Untersuchungen von WEISSINGER et al. [2010] zeigte sich, dass das mittlere Fruchtgewicht und damit die Größe bei den Sorten „Alba“, „Clery“,

„Daroyal“, „Elsanta“ und „Queen Elisa“ vom Standort Strebersdorf innerhalb der einzelnen Sorten mit zunehmendem Erntetermin abnahm. Der Gehalt an titrierbarer Säure sowie an löslicher Trockensubstanz nahm mit zunehmendem Erntetermin innerhalb der einzelnen Sorten signifikant zu, während die Fruchtfestigkeit sich nicht wesentlich änderte.

In dieser Arbeit wurden verschiedenste Erdbeersorten verglichen und bei einer Sorte beobachtet, ob die Reife einen signifikanten Einfluss auf das Gewicht und damit die Größe der Früchte hat (siehe 4.5).

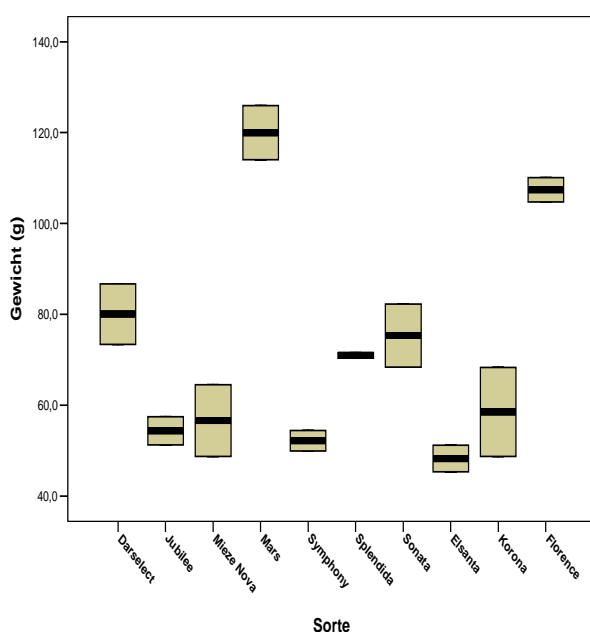


Abbildung 23: Gewicht (g) von je 5 Erdbeeren

#### 4.1.1.3 Farbe

Der AF der Erdbeeren lag zwischen 0,86 ( $\pm 0,093$ ) bei „Korona“ und 1,22 ( $\pm 0,166$ ) bei „Splendida“. „Elsanta“ hatte einen AF von 1,09 ( $\pm 0,14$ ). HERMES [2009] berichtete vergleichsweise in ihrer Arbeit von einem AF bei „Elsanta“ von 1,22 ( $\pm 0,14$ ). Zwischen der Erdbeerfarbe und dem Gesamtanthocyangehalt im unpasteurisierten Nektar (mg/l) konnte keine signifikante Korrelation berechnet werden.

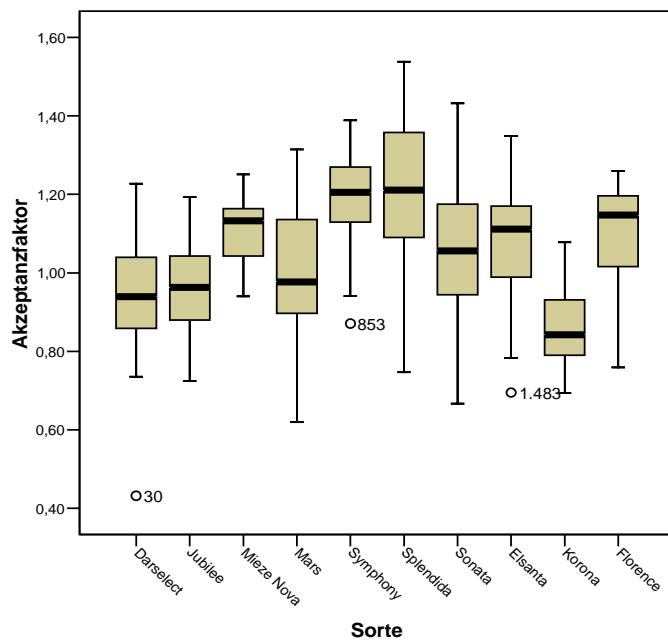


Abbildung 24: Erdbeerfarbe aller Sorten dargestellt mittels AF

#### 4.1.1.4 Festigkeit

Die Fruchtfestigkeit der einzelnen Sorten reichte von durchschnittlich 0,34 kg/cm<sup>2</sup> bei „Jubilee“ und „Symphony“ bis zu durchschnittlich 0,84 kg/cm<sup>2</sup> bei „Sonata“. „Elsanta“ lag mit einer durchschnittlichen Fruchtfestigkeit von 0,5 kg/cm<sup>2</sup> im mittleren Bereich. Auch bei Untersuchungen von EGGBAUER [2009] lag „Elsanta“ im mittleren Bereich, allerdings mit einer durchschnittlichen Fruchtfestigkeit von 0,81 kg/cm<sup>2</sup>, wobei die Werte von 0,69 kg/cm<sup>2</sup> bei „Daroyal“ bis zu 1,55 kg/cm<sup>2</sup> bei „Queen Elisa“ reichten.

SCHEIBLAUER [2007] berichtete von einer Fruchtfestigkeit von 0,73 kg/cm<sup>2</sup> bei „Record“ bis 1,90 kg/cm<sup>2</sup> bei „Eva“. „Elsanta“ hatte einen Wert von 0,85 kg/cm<sup>2</sup>.

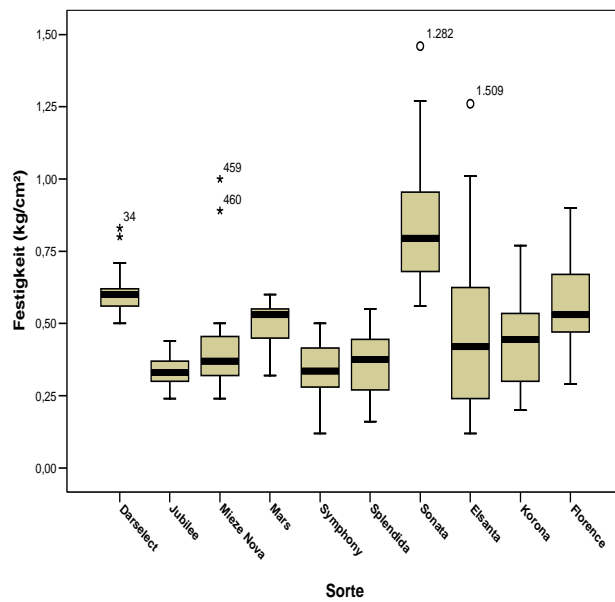


Abbildung 25: Festigkeit (kg/cm²) der einzelnen Sorten

#### 4.1.1.5 Proteingehalt

In Abbildung 26 ist ersichtlich, dass der Proteingehalt ( $\mu\text{g}/10 \mu\text{l}$  Probe) der verschiedenen Sorten mit späterem Erntezeitpunkt tendenziell abnahm. „Florence“, die stabilste Sorte, hatte mit  $0,05 (\pm 0,07) \mu\text{g}/10 \mu\text{l}$  Probe den eindeutig niedrigsten Proteingehalt. Der höchste Proteingehalt war in „Mars“ mit durchschnittlich  $1,01 (\pm 0,16) \mu\text{g}/10 \mu\text{l}$  Probe enthalten.

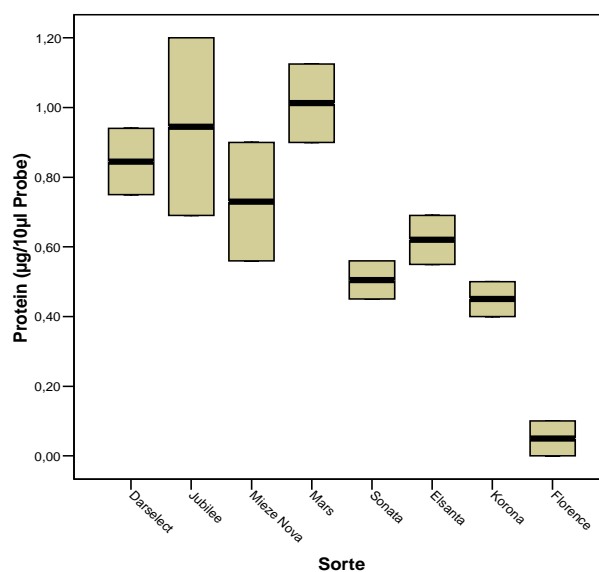


Abbildung 26: Proteingehalt ( $\mu\text{g}/10\mu\text{l}$  Probe) von 8 Sorten

#### 4.1.2 Erdbeermark

Die Brixgrade der 10 Sorten reichten von 7,5° bis 11°, der pH-Wert lag zwischen 3,44 und 3,56 und die titrierbare Säure zwischen 8,5 g/kg und 13,0 g/kg.

Bei Untersuchungen von STICH et al. [2006] wies „Elsanta“ von 13 Sorten einen der höchsten Säuregehalte vor „Darselect“ und „Sonata“ auf.

**Tabelle 12: ermittelten Werte vom Mark aller Sorten, N=2**

Sorte	Brix	pH- Wert	Titrierbare Säure (g/kg)
Darselect	9,0 (±0,0)	3,49 (±0,0)	10,2 (±0,1)
Jubilee	10,0 (±0,0)	3,46 (±0,0)	13,0 (±0,2)
Mieze Nova	9,5 (±0,0)	3,47 (±0,1)	11,7 (±0,1)
Mars	10,0 (±0,0)	3,47 (±0,1)	11,4 (±0,1)
Symphony	9,5 (±0,0)	3,49 (±0,1)	10,5 (±0,0)
Splendida	11,0 (±0,0)	3,61 (±0,1)	9,5 (±0,0)
Sonata	7,8 (±0,4)	3,44 (±0,0)	9,2 (±0,1)
Elsanta	8,8 (±0,4)	3,49 (±0,1)	9,8 (±0,1)
Korona	7,5 (±0,0)	3,56 (±0,0)	8,5 (±0,0)
Florence	7,8 (±0,4)	3,48 (±0,1)	9,3 (±0,1)

#### 4.1.3 Erdbeernektar unpasteurisiert

##### 4.1.3.1 Monomere Anthocyane

Der Anthocyangehalt wurde als Gesamtanthocyan (berechnet als Pelargonidin-3-glucosid) angegeben. Die Werte an Cyanidin-3-glucosid und Pelargonidin-3-glucosid in mg/l der einzelnen Sorten im unpasteurisierten Nektar (40%) waren sehr unterschiedlich und sind in Tabelle 13 aufgelistet. Aus der Literatur sind ebenfalls starke Schwankungen am Anthocyangehalt innerhalb der einzelnen Sorten bekannt. Die Werte reichten von 31,4 mg/100g Frischgewicht bis 52,6 mg/100g Frischgewicht [AABY et al., 2007a; RIIHINEN et al., 2004]. Im Erdbeersaft wurden sogar Schwankungen von 29,9 mg/l bei „Gorella“ bis 333 mg/l bei „Totem“ gemessen [BAKKER et al., 1994]. Der Anthocyangehalt bei

der Sorte „Elsanta“ lag bei MORITZ [2006] im unpasteurisierten Nektar (40%) bei 110 ( $\pm 14,6$ ).

Um einen möglichen Einfluss der Witterungsbedingungen auf die Gehalte an Monomeren Anthocyanen in den Erdbeernektaren zu erkennen, wurde ein Mittelwert von den letzten 7 Tagen vor der jeweiligen Ernte aus den Witterungsparametern Temperaturverlauf [°C], Blattnässe [%], relative Luftfeuchtigkeit [%], sowie Niederschlag [mm] pro Tag gebildet (Tabelle 14) und dieser jeweils mit den Gehalten an Monomeren Anthocyanen korreliert. Dabei konnte kein signifikanter Zusammenhang erkannt werden.

**Tabelle 13: Monomere Anthocyane Pelargonidin-3-glucosid, Cyanidin-3-glucosid sowie die Gesamtanthocyane in mg/l jeder Sorte vom unpasteurisierten Nektar, N=1**

Sorte	Cyanidin-3-gluc. [mg/l]	Pelargonidin-3-gluc. [mg/l]	Gesamtanthocyane (berechnet als Pel.-3-gluc) [mg/l]
Darselect	3	98	112
Jubilee	7	170	214
Mieze Nova	6	147	182
Mars	5	134	167
Symphony	4	107	122
Splendida	3	117	133
Sonata	7	147	170
Elsanta	5	95	118
Korona	7	171	226
Florence	8	184	220

**Tabelle 14: Mittelwerte der Witterungsbedingungen der letzten 7 Tage vor der Ernte der jeweiligen Sorten**

Sorte	Blattnässe [%]		Bodentemp [°C]		Lufttemp. [°C]		rel. Luftfeuchte		Niederschlag [mm]/15min.		Summe Niederschlag
	Min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
Darselect	0	86,3	13,7	15,6	8,1	17,1	49,4	95,4	0	1,30	6,73
Jubilee	0	86,3	13,7	15,6	8,1	17,1	49,4	95,4	0	1,30	6,73
Mieze Nova	0	86,3	13,7	15,6	8,1	17,1	49,4	95,4	0	1,30	6,73
Mars	0	63,8	13,7	15,2	9,5	19,8	44,3	85,6	0	0,30	1,18
Symphony	0	77,5	15,3	16,9	11,8	22,4	46,6	84,3	0	0,13	0,18
Splendida	0	77,5	15,3	16,9	11,8	22,4	46,6	84,3	0	0,13	0,18
Sonata	0	87,5	16,0	17,8	13,0	23,6	42,8	86,4	0	0,15	0,25
Elsanta	0	87,5	16,0	17,8	13,0	23,6	42,8	86,4	0	0,15	0,25
Korona	0	87,5	16,4	17,9	13,0	23,1	44	89,3	0	0,20	0,33
Florence	0	87,5	16,4	17,9	13,0	23,1	44	89,3	0	0,20	0,33

#### 4.1.3.2 Flavonole

Der Gehalt an Quercetin-3-glucosid lag im Bereich von 0,4 bis 0,9 mg/l. Kämpferol-3-glucosid war in größeren Mengen enthalten und reichte von 0,7 bis 2,9 mg/l. Bekannte Konzentrationen an Quercetin in Erdbeeren liegen bei 0,7 bis 2,6 mg/ 100g Frischgewicht und an Kämpferol bei 0,9 bis 1,2 mg/ 100 g Frischgewicht [MIKKONEN et al., 2002; ELMADFA et al., 2003].

**Tabelle 15: Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) jeder Sorte vom unpasteurisierten Nektar, N=1**

Sorte	Quercetin-3-glucosid (mg/l)	Kämpferol-3-glucosid (mg/l)
Darselect	0,5	2,9
Jubilee	0,5	1,5
Mieze Nova	0,5	1,5
Mars	0,4	1,2
Symphony	0,5	2,0
Splendida	0,4	1,8
Sonata	0,7	1,8
Elsanta	0,8	2,1
Korona	0,5	0,7
Florence	0,9	1,8

#### 4.1.4 Erdbeernektar pasteurisiert

Bei den hergestellten Nektaren wurden die Brixgrade, der pH-Wert sowie die titrierbare Säure kontrolliert. Die Werte sind der Tabelle 16 zu entnehmen.

**Tabelle 16: ermittelten Werte vom Nektar jeder Sorte, N=2**

Sorte	Brix	pH- Wert	Titrierbare Säure (g/kg)
Darselect	14 ( $\pm 0,0$ )	3,3 ( $\pm 0,0$ )	6,6 ( $\pm 0,7$ )
Jubilee	14 ( $\pm 0,0$ )	3,4 ( $\pm 0,0$ )	6,8 ( $\pm 0,7$ )
Mieze Nova	14,5 ( $\pm 0,0$ )	3,3 ( $\pm 0,1$ )	6,9 ( $\pm 0,7$ )
Mars	14 ( $\pm 0,0$ )	3,3 ( $\pm 0,1$ )	7,1 ( $\pm 0,7$ )
Symphony	14 ( $\pm 0,0$ )	3,3 ( $\pm 0,0$ )	6,8 ( $\pm 0,0$ )
Splendida	13,6 ( $\pm 0,1$ )	3,4 ( $\pm 0,1$ )	6,8 ( $\pm 0,1$ )
Sonata	14 ( $\pm 0,0$ )	3,2 ( $\pm 0,0$ )	6,8 ( $\pm 0,0$ )
Elsanta	14 ( $\pm 0,0$ )	3,2 ( $\pm 0,1$ )	6,8 ( $\pm 0,0$ )
Korona	14 ( $\pm 0,0$ )	3,2 ( $\pm 0,0$ )	6,8 ( $\pm 0,0$ )
Florence	14,1 ( $\pm 0,1$ )	3,2 ( $\pm 0,1$ )	6,9 ( $\pm 0,7$ )



#### 4.1.4.1 Farbe

Der Verlauf des AF vom Nektar der 10 Sorten ist in Abbildung 27 grafisch dargestellt. Auffallend war, dass die später reifenden Sorten eine höhere Farbstabilität hatten. Besonders der Nektar der spätesten Sorten „Sonata“, „Korona“ und „Florence“ hatten nach 24 Wochen Lagerung noch einen AF über 0,4.

Die Schwankungen im Verlauf des AF der einzelnen Sorten sind vermutlich auf die Unterschiede innerhalb der Flaschen bzw. Chargen zurückzuführen.

Da die Ausgangswerte des AF der einzelnen Nektarsorten unterschiedlich waren, wurde die Differenz des AF von Woche 0 und Woche 6 berechnet. Die Werte sind der Abbildung 28 zu entnehmen, wobei zu bemerken ist, dass die Ausgangswerte von „Splendida“, „Darselect“ und „Mieze Nova“ unter den Ausgangswerten der anderen Sorten lagen.

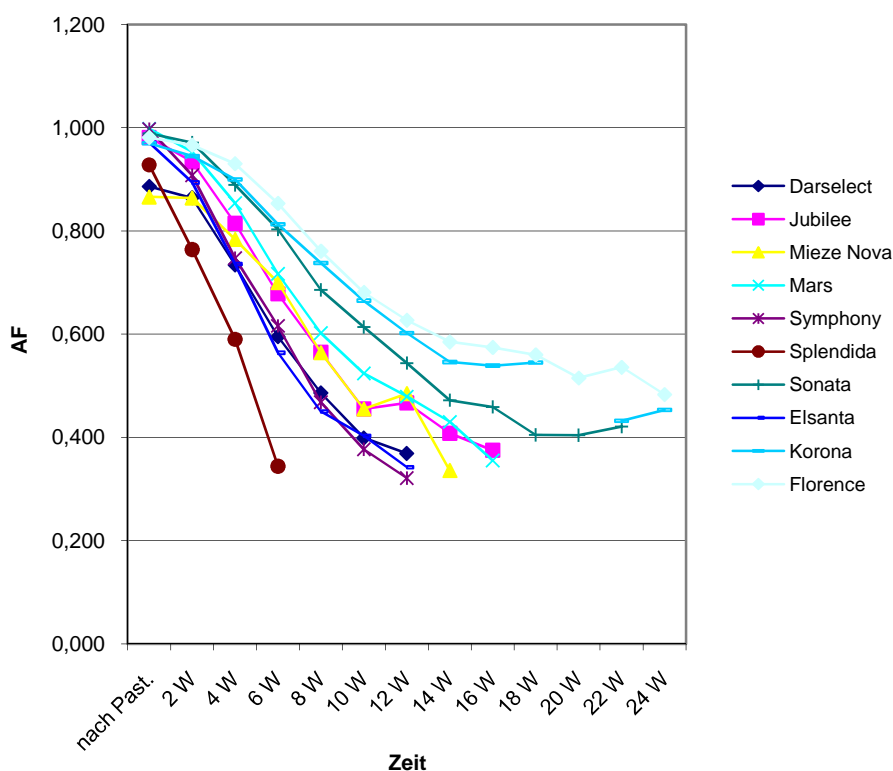


Abbildung 27: Verlauf des AF aller Sorten

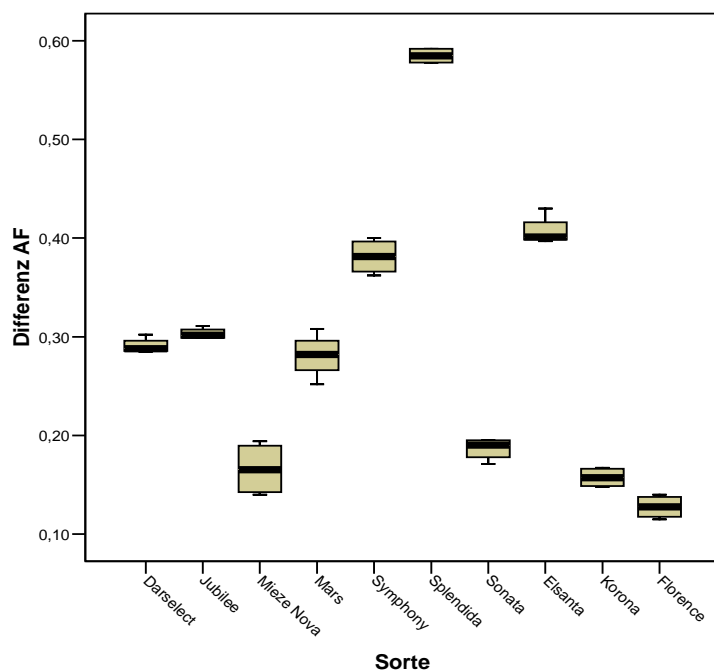


Abbildung 28: Differenz des AF (Woche 0 - Woche 6) aller Sorten

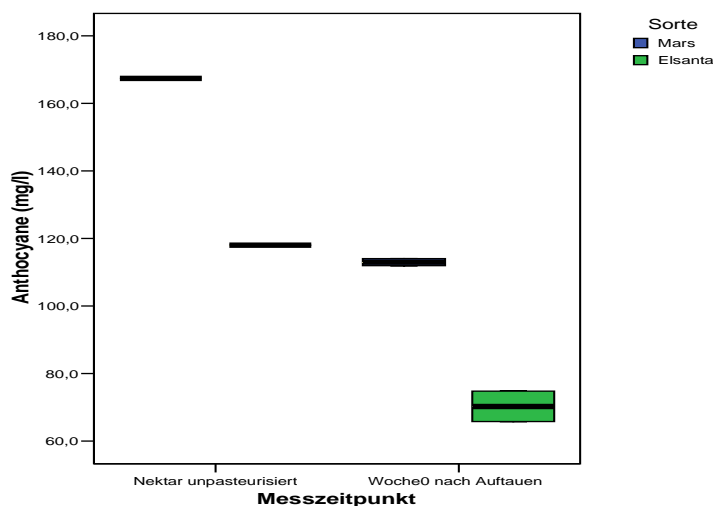
#### 4.1.4.2 Monomere Anthocyane

Die Konzentrationen an Cyanidin-3-glucosid und Pelargonidin-3-glucosid wurden von den bei -25°C gelagerten Nektaren (40%) der Sorten „Mars“ und „Elsanta“ (Woche 0) analysiert. Die Konzentration an Gesamtanthocyanen wurde als Pelargonidin-3-glucosid berechnet.

Tabelle 17: Monomere Anthocyane Cyanidin-3-glucosid (mg/l), Pelargonidin-3-glucosid (mg/l), sowie die Gesamtanthocyane (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0, N=2

Sorte	Cyanidin-3-gluc. [mg/l]	Pelargonidin-3-gluc. [mg/l]	Gesamtanthocyane (berechnet als Pelargonidin-3-gluc.) [mg/l]
Mars	3,75 (±0,07)	91,3 (±0,85)	113 (±1,41)
Elsanta	3,50 (±0,14)	57,2 (±4,95)	70,3(±6,36)

Der Anthocyangehalt hat durch die Pasteurisation sowie die Lagerung bei -25°C bei den Erdbeernektaren (40%) „Mars“ um durchschnittlich 32,5 % und „Elsanta“ um durchschnittlich 40,4% abgenommen.



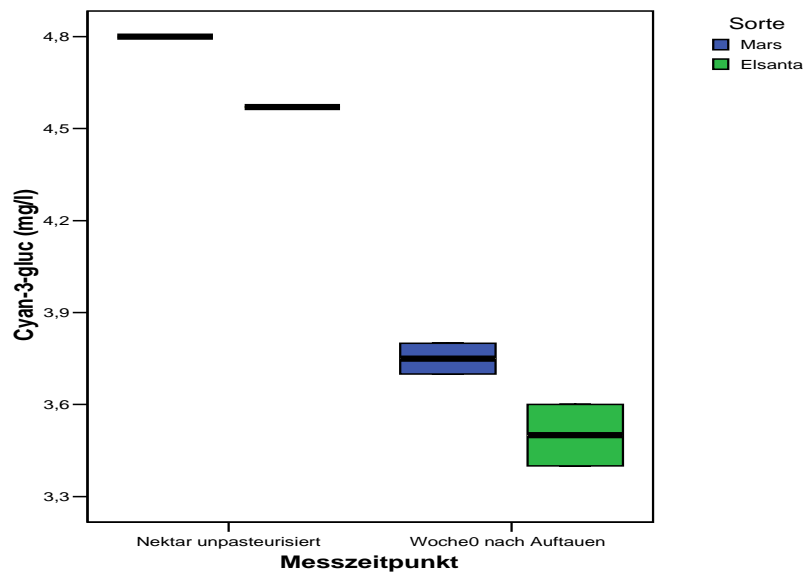
**Abbildung 29: Vergleich des Anthocyangehaltes (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren)**

MORITZ [2006] berichtete in seiner Arbeit von einer Abnahme des Anthocyangehaltes durch die Pasteurisation bei 85°C für 10 Minuten um 14-18%. Der geringere Verlust ist vermutlich auf das Entgasen zurückzuführen. Da in dieser Arbeit eine Entgasung aufgrund zu geringer Mengen nicht möglich war, enthielten die Proben mehr Sauerstoff, wodurch sich der höhere Verlust erklären lässt.

Auch ULLRAM [2009] beschrieb einen Anthocyanverlust während der Pasteurisation von 12 bis 18%. Bei KLOPOTEK et al. [2005] kam es bei der Pasteurisation (85°C für 5 Minuten) zu einem Anthocyanverlust von 39%, wobei zu bemerken ist, dass die Erdbeeren vor der Verarbeitung tiefgefroren waren.

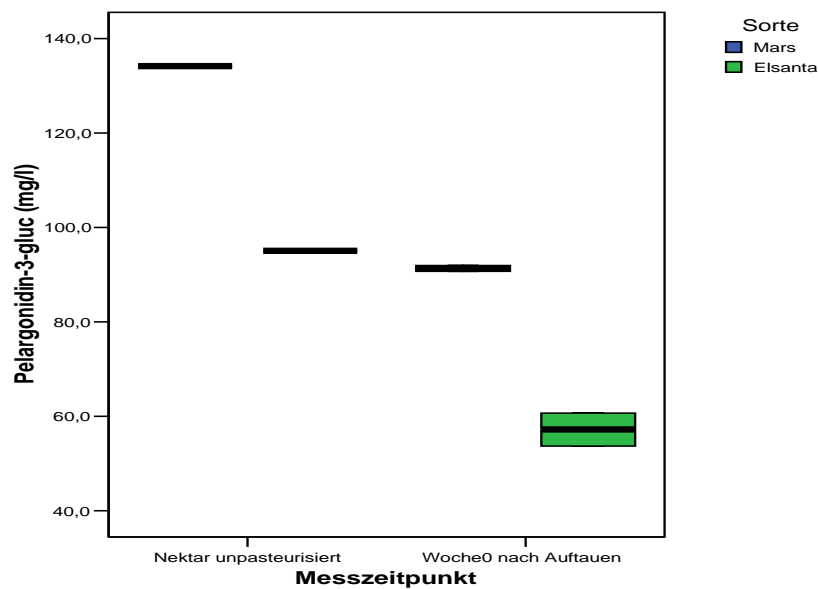
Der Verlust an Cyanidin-3-glucosid war durch die Pasteurisation sowie die Lagerung bei – 25 °C geringer und betrug bei „Mars“ durchschnittlich 21,9 % und bei „Elsanta“ durchschnittlich 23,4%.

Eine höhere Stabilität an Cyanidin-3-glucosid verglichen mit Pelargonidin-3-glucosid stimmt mit Beobachtungen aus der Literatur überein [WANG und XU, 2007; CABRITA et al., 2000].



**Abbildung 30: Vergleich des Gehaltes an Cyanidin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren)**

Der Verlust an Pelargonidin-3-glucosid betrug durch die Pasteurisation und die Lagerung bei -25°C bei „Mars“ durchschnittlich 32% und bei „Elsanta“ durchschnittlich 40%.



**Abbildung 31: Vergleich des Gehaltes an Pelargonidin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren)**

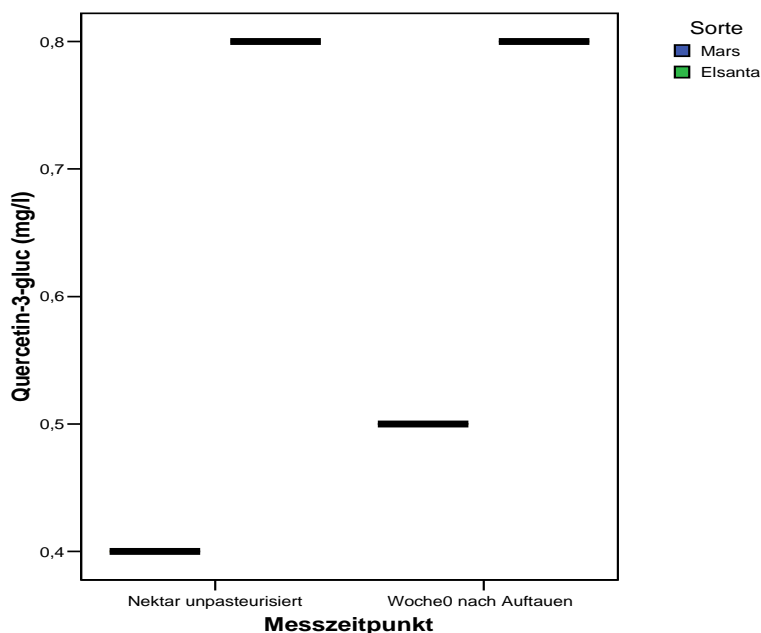
#### 4.1.4.3 Flavonole

Die Konzentrationen an Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid wurden von den bei -25°C gelagerten Nektaren der Sorten „Mars“ und „Elsanta“ (Woche 0) analysiert und sind der Tabelle 18 zu entnehmen.

**Tabelle 18 : Gehalt an Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid von "Mars" und "Elsanta" Woche 0, N=2**

Sorte	Quercetin-3-gluc [mg/l]	Kämpferol-3-gluc [mg/l]
Mars	0,5 ( $\pm 0,0$ )	1,4 ( $\pm 0,0$ )
Elsanta	0,8 ( $\pm 0,0$ )	2,3 ( $\pm 0,14$ )

Wie in Abbildung 32 ersichtlich, ist der Gehalt an Quercetin-3-glucosid in „Mars“ nach der Pasteurisation und Lagerung um 0,1 mg/l angestiegen und bei Elsanta unverändert geblieben. Der minimale Anstieg ist im Toleranzbereich der HPLC-Messgenauigkeit und ist daher zu vernachlässigen.



**Abbildung 32: Vergleich des Gehaltes an Quercetin-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren)**

Der Gehalt an Kämpferol-3-glucosid ist bei „Mars“ sowie bei „Elsanta“ um 0,2 mg/l nach der Pasteurisation und Lagerung angestiegen. Auch hier liegt der Anstieg im Toleranzbereich.

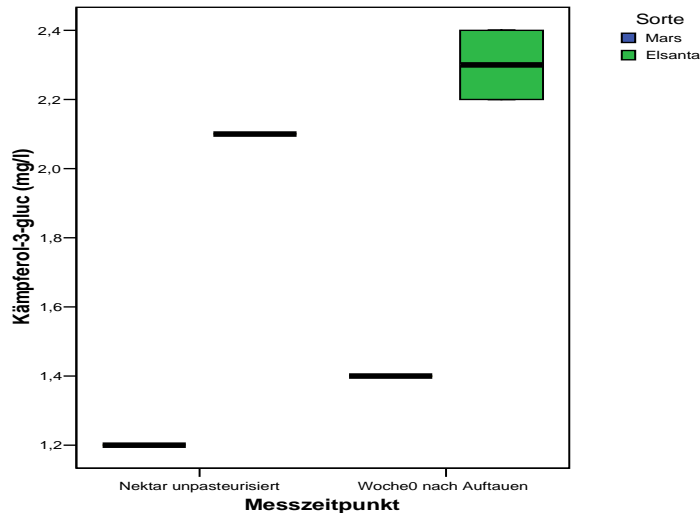


Abbildung 33: Vergleich des Gehaltes an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) von "Mars" und "Elsanta" Woche 0 unpasteurisiert mit "Mars" und "Elsanta" Woche 0 pasteurisiert (tiefgefroren)

## 4.2 Versuchsplan 2

Der Erdbeersaft wies nach der Pasteurisation einen pH-Wert von 3,33 ( $\pm 0,0$ ), 7°Brix ( $\pm 0,0$ ) sowie eine titrierbare Säure (berechnet als Weinsäure) von 11,6 ( $\pm 0,14$ ) g/kg auf.

Der Farbverlauf beobachtet durch den Quotienten  $a/h^\circ$  schwankte sehr stark ab der Woche 4 (Tabelle 19), was größtenteils darauf zurückzuführen ist, dass ab Woche 4 nur jeweils eine Flasche zur Messung zur Verfügung stand und dadurch die Unterschiede der einzelnen Flaschen bzw. Chargen deutlicher zu bemerken waren. Aber auch ein Fehler beim Aufbereiten der verschiedenen konzentrierten Lösungen ist nicht auszuschließen, besonders Quercetin-Monohydrat hat sich im 96%igem Ethanol sehr schwer gelöst und beim Quercetin-3-glucosid fanden sich schwarze Flocken, die evtl. zu einer Verfälschung der Messergebnisse führten.

Die Erdbeersäfte mit Zusatz an Quercetin- Monohydrat wiesen nach 4 Wochen keine wesentliche Verbesserung der Farbstabilität verglichen mit dem Erdbeersaft ohne Zusatz auf. Die Säfte unterschieden sich kaum voneinander. Auch der Zusatz an Quercetin-3-glucosid in unterschiedlichen Konzentrationen führte zu keiner wesentlichen Änderung der Farbstabilität in den ersten 4 Wochen. Bei allen Proben lagen die mittleren Werte des AF zwischen 1,25 und 1,30. Der gemessene AF nach der Pasteurisation (=Woche 0) war bereits bei Q3G3 um durchschnittlich 0,04 höher als bei Q3G0. Der höhere Wert ist vermutlich auf die intensive Farbe des Quercetin-3-glucosids und der höheren Trübungswerte zurückzuführen.

**Tabelle 19: Verlauf des AF unter Zusatz unterschiedlicher Konzentrationen von Quercetin-Monohydrat (QM) und Quercetin-3-glucosid (Q3G) zu Erdbeersaft (n.b.= nicht bestimmt, \*)=filtriert), N=4**

Produkt	Messzeitpunkt	AF	TE/F	Produkt	Messzeitpunkt	AF	TE/F
QMO-1	Woche 0	1,40 ( $\pm 0,001$ )	2,6 ( $\pm 0,18$ )	Q3G0-1	Woche 0	1,40 ( $\pm 0,001$ )	2,8 ( $\pm 0,05$ )
QMO-2	Woche 2	1,35 ( $\pm 0,002$ )	3,6 ( $\pm 0,10$ )	Q3G0-2	Woche 2	1,36 ( $\pm 0,010$ )	2,2 ( $\pm 0,14$ )
QMO-3	Woche 4	1,29 ( $\pm 0,068$ )	2,2 ( $\pm 0,21$ )	Q3G0-3	Woche 4	1,26 ( $\pm 0,027$ )	2,5 ( $\pm 0,05$ )
QMO-4	Woche 8	1,09 ( $\pm 0,001$ )	2,5 ( $\pm 0,07$ )	Q3G0-4	Woche 8	1,22 ( $\pm 0,000$ )	2,2 ( $\pm 0,00$ )
QMO-5	Woche 12	1,20 ( $\pm 0,001$ )	2,1 ( $\pm 0,00$ )	Q3G0-5	Woche 12	1,16 ( $\pm 0,001$ )	2,0 ( $\pm 0,00$ )
QMO-6	Woche 18	1,02 ( $\pm 0,001$ )	3,1 ( $\pm 0,07$ )	Q3G0-6	Woche 18	1,00 ( $\pm 0,001$ )	4,5 ( $\pm 0,64$ )
QMO-7	Woche 23	1,25 ( $\pm 0,000$ )	2,8 ( $\pm 0,14$ )	Q3G0-7	Woche 23	1,19 ( $\pm 0,001$ )	3,0 ( $\pm 0,00$ )
QM1-1	Woche 0	1,40 ( $\pm 0,001$ )	2,4 ( $\pm 0,00$ )	Q3G1-1	Woche 0	1,40 ( $\pm 0,001$ )	2,7 ( $\pm 0,13$ )
QM1-2	Woche 2	1,37 ( $\pm 0,002$ )	3,6 ( $\pm 0,08$ )	Q3G1-2	Woche 2	1,36 ( $\pm 0,006$ )	2,2 ( $\pm 0,00$ )
QM1-3	Woche 4	1,30 ( $\pm 0,005$ )	2,1 ( $\pm 0,15$ )	Q3G1-3	Woche 4	1,25 ( $\pm 0,021$ )	2,6 ( $\pm 0,05$ )
QM1-4	Woche 8	1,21 ( $\pm 0,001$ )	2,3 ( $\pm 0,07$ )	Q3G1-4	Woche 8	1,23 ( $\pm 0,000$ )	2,1 ( $\pm 0,00$ )
QM1-5	Woche 12	1,06 ( $\pm 0,001$ )	2,8 ( $\pm 0,14$ )	Q3G1-5	Woche 12	1,16 ( $\pm 0,001$ )	2,3 ( $\pm 0,07$ )
QM1-6	Woche 18	1,03 ( $\pm 0,001$ )	3,7 ( $\pm 0,00$ )	Q3G1-6	Woche 18	1,27 ( $\pm 0,002$ )	2,3 ( $\pm 0,07$ )
QM1-7	Woche 23	1,26 ( $\pm 0,000$ )	3,0 ( $\pm 0,00$ )	Q3G1-7	Woche 23	1,17 ( $\pm 0,001$ )	3,0 ( $\pm 0,00$ )
QM2-1	Woche 0	1,44 ( $\pm 0,001$ )	2,7 ( $\pm 0,08$ )	Q3G2-1	Woche 0	1,42 ( $\pm 0,001$ )	6,2 ( $\pm 0,17$ )
QM2-2	Woche 2	1,39 ( $\pm 0,010$ )	5,2 ( $\pm 1,42$ )	Q3G2-2	Woche 2	1,38 ( $\pm 0,005$ )	5,2 ( $\pm 0,10$ )
QM2-3	Woche 4	1,26 ( $\pm 0,046$ )	2,9 ( $\pm 0,01$ )	Q3G2-3	Woche 4	1,27 ( $\pm 0,002$ )	5,9 ( $\pm 0,10$ )
QM2-4	Woche 8	1,19 ( $\pm 0,001$ )	2,8 ( $\pm 0,00$ )	Q3G2-4	Woche 8	1,33 ( $\pm 0,001$ )	4,9 ( $\pm 0,07$ )
QM2-5	Woche 12	1,21 ( $\pm 0,002$ )	2,9 ( $\pm 0,00$ )	Q3G2-5	Woche 12	1,12 ( $\pm 0,001$ )	5,3 ( $\pm 0,00$ )
QM2-6	Woche 18	1,21 ( $\pm 0,001$ )	1,9 ( $\pm 1,41$ )	Q3G2-6	Woche 18	1,17 ( $\pm 0,001$ )	5,1 ( $\pm 0,14$ )
QM2-7	Woche 23	1,17 ( $\pm 0,001$ )	3,3 ( $\pm 0,07$ )	Q3G2-7	Woche 23	1,01 ( $\pm 0,000$ )	10,1 ( $\pm 0,71$ )
QM3-1 (*)	Woche 0	n.b.	n.b.	Q3G3-1	Woche 0	1,44 ( $\pm 0,002$ )	17,5 ( $\pm 0,41$ )
QM3-2 (*)	Woche 2	n.b.	n.b.	Q3G3-2	Woche 2	1,39 ( $\pm 0,016$ )	19,0 ( $\pm 0,00$ )
QM3-3 (*)	Woche 4	1,29 ( $\pm 0,001$ )	2,5 ( $\pm 0,07$ )	Q3G3-3	Woche 4	1,30 ( $\pm 0,004$ )	19,5 ( $\pm 0,58$ )
QM3-4 (*)	Woche 8	1,19 ( $\pm 0,001$ )	2,2 ( $\pm 0,00$ )	Q3G3-4	Woche 8	1,18 ( $\pm 0,002$ )	20,5 ( $\pm 0,71$ )
QM3-5 (*)	Woche 12	0,99 ( $\pm 0,001$ )	1,5 ( $\pm 0,02$ )	Q3G3-5	Woche 12	1,24 ( $\pm 0,001$ )	20,0 ( $\pm 0,00$ )
QM3-6 (*)	Woche 18	1,17 ( $\pm 0,003$ )	3,1 ( $\pm 0,00$ )	Q3G3-6	Woche 18	1,15 ( $\pm 0,000$ )	16,3 ( $\pm 0,07$ )
QM3-7 (*)	Woche 23	1,15 ( $\pm 0,003$ )	2,5 ( $\pm 0,00$ )	Q3G3-7	Woche 23	1,29 ( $\pm 0,002$ )	22,5 ( $\pm 0,71$ )

### 4.3 Versuchsplan 3

Das Erdbeermark wies einen pH-Wert von 3,47 ( $\pm 0,0$ ) und 7,5 ( $\pm 0,0$ ) °Brix und eine titrierbare Säure von 9,12 ( $\pm 0,05$ ) g/kg auf. Nach dem Ausmischen hatte der Nektar einen pH-Wert von 3,14 ( $\pm 0,0$ ), 13,75 ( $\pm 0,35$ ) °Brix und einen Gehalt an titrierbarer Säure von 6,79 ( $\pm 0,06$ ) g/kg.

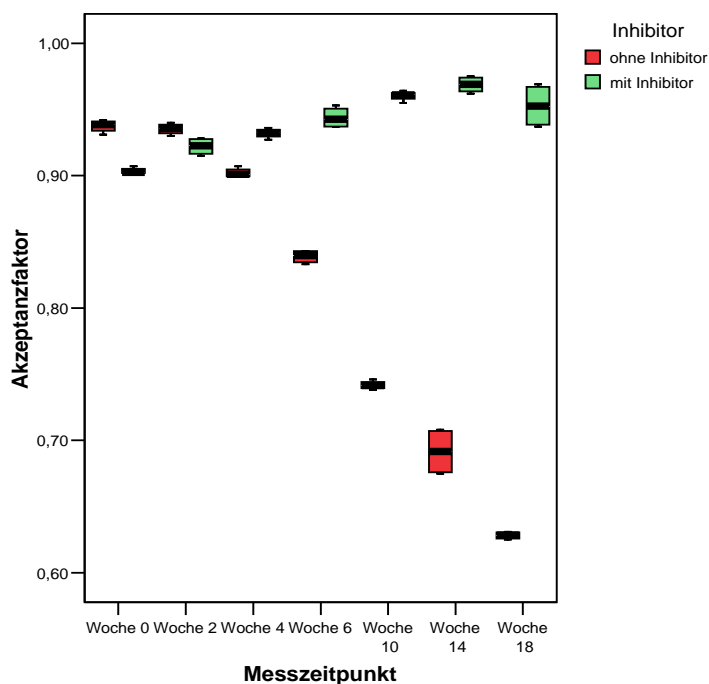
Der Erdbeersaft hatte einen pH-Wert von 3,35 ( $\pm 0,0$ ), 7,0 ( $\pm 0,0$ ) °Brix und 8,97 ( $\pm 0,05$ ) g/kg titrierbare Säure. Der Erdbeersaft unterschied sich in diesen Parametern vom ultrafiltrierten Saft, bei dem ein pH-Wert von 3,33 ( $\pm 0,0$ ), 6,1 ( $\pm 0,14$ ) °Brix sowie eine titrierbare Säure von 8,29 ( $\pm 0,06$ ) g/kg ermittelt wurde. Der Verlust an Brixgraden durch die Ultrafiltration ist vermutlich durch das häufige Filterwechseln entstanden. Da der Filter vor dem Austauschen in dest. Wasser eingelegt werden musste, wurde der ultrafiltrierte Saft vermutlich verwässert.

#### 4.3.1 Farbe

Wie in Abbildung 34 deutlich ersichtlich, blieb beim Nektar mit Inhibitor die rote Farbe über einen Messzeitraum von 18 Wochen stabil bzw. stieg der Akzeptanzfaktor sogar leicht an. Dieser lag nach der Pasteurisation bei 0,90 ( $\pm 0,00$ ), nach 6 Wochen bei 0,94 ( $\pm 0,01$ ) und nach 18 Wochen bei 0,95 ( $\pm 0,02$ ), während der Akzeptanzfaktor des Nektars ohne Inhibitor kontinuierlich abnahm. Bei einem Ausgangswert nach der Pasteurisation von 0,94 ( $\pm 0,00$ ) lag der Akzeptanzfaktor nach 6 Wochen bei 0,84 ( $\pm 0,01$ ) und in der Woche 14 bei 0,69 ( $\pm 0,02$ ) und lag damit unter 0,7 und würde somit als nicht mehr exzellent bewertet werden.

Diese Ergebnisse bestätigen frühere Messungen von GÖSSINGER et al. [2008 b], wo durch Zugabe der gleichen Konzentration (10 mmol/l) zum Erdbeernektar nach der Pasteurisation die Farbstabilität des Nektars mit Inhibitor über 12 Wochen beachtlich gesteigert werden konnte, im Vergleich zum selben Nektar ohne Zusatz.





**Abbildung 34: Verlauf des AF beim Nektar ohne und mit Inhibitor**

Ähnlich wie beim Erdbeernektar wies der Erdbeersaft mit Inhibitor hohe Farbstabilität auf (Abbildung 35). Während der AF in der Woche 0 bei 1,56 ( $\pm 0,00$ ) lag, betrug der AF in der Woche 6 noch immer 1,53 ( $\pm 0,00$ ) und in der Woche 14 1,52 ( $\pm 0,00$ ) und wurde somit als „Sehr gut“ bis zum Ende der Messungen bewertet. Wurde dem Erdbeersaft jedoch kein Inhibitor zugesetzt, fiel der AF von anfangs (Woche 0) 1,56 ( $\pm 0,00$ ) auf 1,40 ( $\pm 0,00$ ) (Woche 6) und auf einen AF von 1,01 ( $\pm 0,00$ ) in Woche 14 ab. Dennoch lag der AF nach 14 Wochen weit über dem Grenzwert von 0,90 und wurde damit nach 14 Wochen ebenfalls als „Sehr gut“ bewertet.

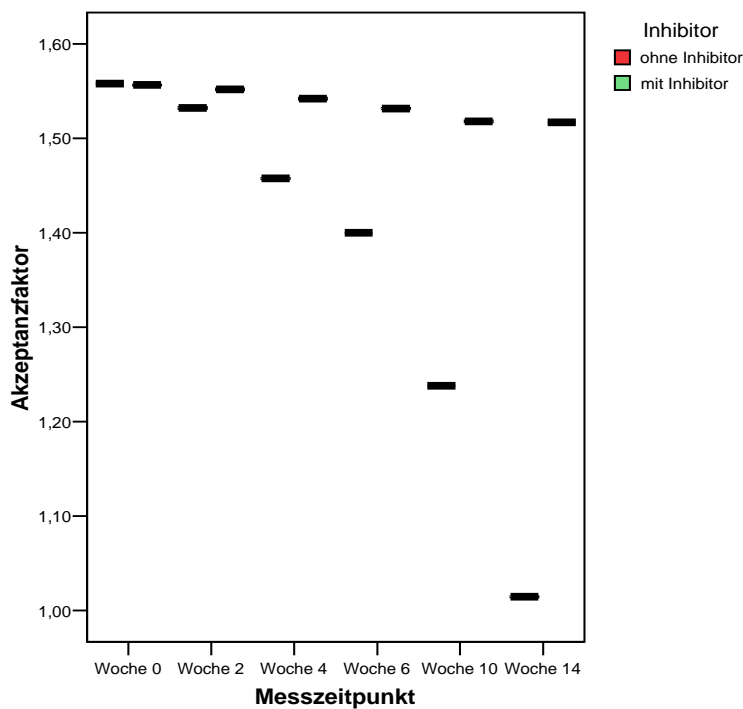


Abbildung 35: Verlauf des AF beim Saft ohne und mit Inhibitor

#### 4.3.2 Vergleich Photometer

Da vom ultrafiltrierten Saft nur sehr geringe Mengen zur Verfügung standen, wurde der AF sowohl mit dem üblichen Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan), als auch mit dem Spectrophotometer Lico 200 (Dr.Lange, Deutschland) zur Kontrolle gemessen. Bei letzterem Farbmessgerät waren nur 2 ml Probe zur Messung notwendig, somit konnte jede Probe in Doppelbestimmung gemessen werden.

Abbildung 36 und Abbildung 37 zeigen den Verlauf des gemessenen AF beider Spectrophotometer. Dabei kann festgestellt werden, dass die gemessenen AF-Werte sich sehr stark voneinander unterschieden. Während der AF beim Spectrophotometer CM-3500d in einem Messbereich von 1,40 bis 0,61 lag, waren die Messungen beim Spectrophotometer Lico 200 von 29,07 bis 0,33 zu verzeichnen, wobei bei letzterem Messgerät der Abfall von der Woche 0 zur Woche 4 sehr stark war und ab der Woche 4 aufgrund der starken Abflachung keine deutlichen Unterschiede mehr erkennbar waren. Hingegen beim Spectrophotometer CM-3500 d war bis zur letzten Messung der Unterschied

des AF gut erkennbar und der Abfall von Woche 0 zur Woche 12 war bei weitem linearer. Der Ausreißer in Woche 10 ohne Inhibitor in Abbildung 36 ist auf einen Kalibrierfehler zurückzuführen und zu vernachlässigen.

Aufgrund dieser Kenntnisse wurden zur Beurteilung des ultrafiltrierten Saftes die Werte des Spectrophotometer CM-3500 d herangezogen.

In Abbildung 36 zeigt sich, dass der Erdbeersaft, wenn er ultrafiltriert wurde, ohne und mit Inhibitor relativ ähnlich abfällt. Der ultrafiltrierte Saft ohne Inhibitor wies einen Ausgangswert des AF von 1,40 in der Woche 0 auf. Bereits in der Woche 4 fiel der AF von 0,78 auf einen Wert von kleiner 0,90 und wurde somit nicht mehr mit „Sehr gut“ beurteilt. In der Woche 8 lag der AF knapp über der Akzeptanzgrenze und stieg in der Woche 10 wieder leicht auf 0,79 an. Ab der Woche 12 lag der AF mit 0,64 unter der Akzeptanzgrenze von 0,65.

Mit Inhibitor begann die erste Messung des AF ebenfalls bei 1,40, verlor kontinuierlich und lag in der Woche 6 mit einem AF von 0,84 unter der Grenze von 0,9 und wurde als nicht mehr „Sehr gut“ bewertet. Der ultrafiltrierte Saft mit Inhibitor lag wie der ultrafiltrierte Saft ohne Inhibitor ebenfalls ab der Woche 12 mit einem AF von 0,61 unterhalb der Akzeptanzgrenze.

Zur Kontrolle wurde vom ultrafiltrierten Saft eine Proteinanalyse durchgeführt, es konnte kein Protein nachgewiesen werden.

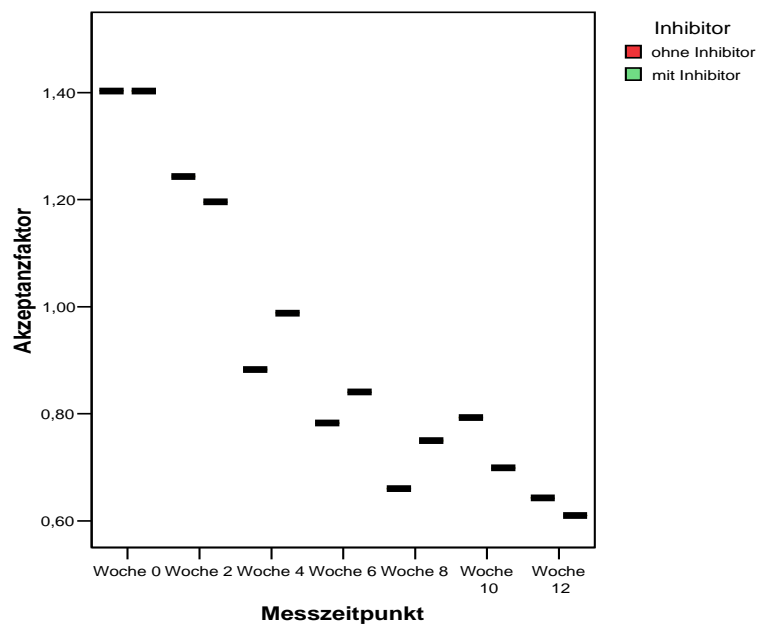


Abbildung 36: Verlauf des AF beim ultrafiltrierten Saft mit dem Spectrometer CM-3500 d (Konica Minolta, Japan)

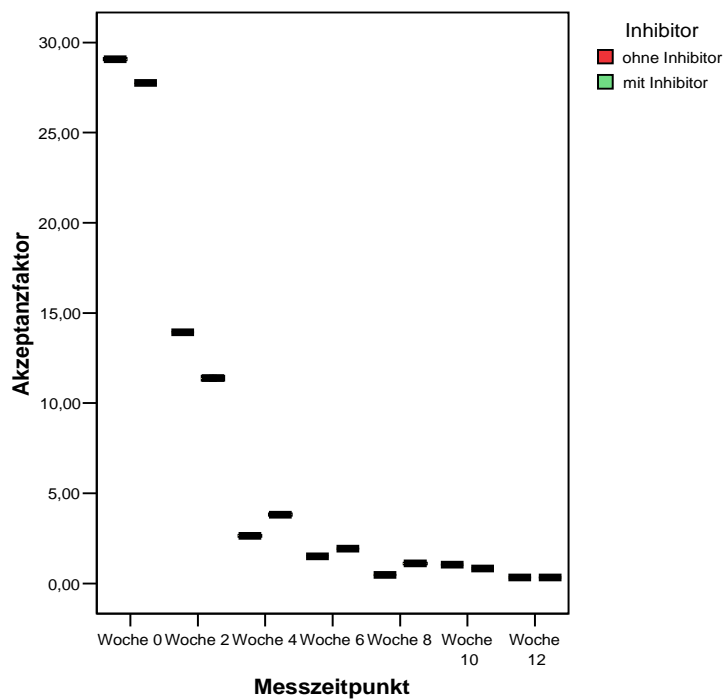


Abbildung 37: Verlauf des AF beim ultrafiltrierten Saft mit dem Spectrophotometer Lico 200 (Dr. Lange, Deutschland)

### 4.3.3 Monomere Anthocyane

**Tabelle 20: Monomere Anthocyane Cyanidin-3-glucosid, Pelargonidin-3-glucosid sowie die Gesamtanthocyane in mg/l vom Nektar, Saft und ultrafiltrierten Saft ohne und mit Inhibitor Woche 0 und Woche 6, N=2**

Produkt	Woche	Inhibitor	Cyanidin-3-gluc. [mg/l]	Pelargonidin-3-gluc. [mg/l]	Gesamtanthocyane (berechnet als Pel.-3-gluc) [mg/l]
Nektar	0	ohne	4,55 ( $\pm 0,07$ )	106,15 ( $\pm 7,00$ )	125,75 ( $\pm 8,56$ )
Nektar	0	mit	4,35 ( $\pm 0,21$ )	105,75 ( $\pm 2,33$ )	125,7 ( $\pm 1,98$ )
Nektar	6	ohne	2,75 ( $\pm 0,07$ )	46,50 ( $\pm 5,66$ )	52,55 ( $\pm 6,29$ )
Nektar	6	mit	2,70 ( $\pm 0,14$ )	63,90 ( $\pm 2,83$ )	70,85 ( $\pm 3,18$ )
Saft	0	ohne	8,35 ( $\pm 0,21$ )	290,70 ( $\pm 12,16$ )	343,55 ( $\pm 14,07$ )
Saft	0	mit	7,35 ( $\pm 0,21$ )	257,50 ( $\pm 7,21$ )	303,95 ( $\pm 8,41$ )
Saft	6	ohne	3,30 ( $\pm 0,14$ )	93,60 ( $\pm 5,09$ )	105,55 ( $\pm 5,59$ )
Saft	6	mit	3,65 ( $\pm 0,07$ )	121,85 ( $\pm 2,33$ )	135,3 ( $\pm 2,55$ )
Saft UF	0	ohne	5,25 ( $\pm 0,07$ )	169,85 ( $\pm 12,52$ )	196,2 ( $\pm 14,4$ )
Saft UF	0	mit	4,95 ( $\pm 0,07$ )	151,7 ( $\pm 0,0$ )	172,6 ( $\pm 4,53$ )
Saft UF	6	ohne	1,65 ( $\pm 0,07$ )	8,45 ( $\pm 0,21$ )	10,1 ( $\pm 0,42$ )
Saft UF	6	mit	0 ( $\pm 0,0$ )	6,05 ( $\pm 0,92$ )	7,7 ( $\pm 1,13$ )

Auffallend war, dass beim Nektar mit und ohne Inhibitor der Gehalt an Pelargonidin-3-glucosid und somit der Gesamtanthocyangehalt (berechnet als Pelargonidin), sowie der Gehalt an Cyanidin-3-glucosid von der Woche 0 zur Woche 6 deutlich abnahm, jedoch der Gehalt an Quercetin-3-glucosid und Kämpferol-3-glucosid jeweils leicht anstieg. Ohne Inhibitor stieg der Gehalt an Quercetin-3-glucosid von 0,75 ( $\pm 0,07$ ) mg/l in Woche 0 auf 0,85 ( $\pm 0,07$ ) mg/l in Woche 6 (Anstieg im Mittel um 13,3%) und Kämpferol-3-glucosid stieg von 1,95 ( $\pm 0,07$ ) mg/l (Woche 0) auf 2,25 ( $\pm 0,21$ ) mg/l (Woche 6), was einem mittleren Anstieg von 15,4 % entspricht. Der Anstieg ist durch die Messungenauigkeit der HPLC zu vernachlässigen. Dennoch ist zu bemerken, dass der Gehalt an den Flavonolen während der Lagerung unverändert blieb.

Mit Inhibitor stieg der mittlere Gehalt an Quercetin-3-glucosid im Nektar um 14,3% und an Kämpferol-3-glucosid um 13,9%.

Im Saft war Ähnliches zu beobachten. Der mittlere Anstieg betrug bei Quercetin-3-glucosid 15,8% und bei Kämpferol-3-glucosid sogar ca. 29,0% ohne Inhibitor. Mit Inhibitor lag der mittlere Anstieg im Saft bei Quercetin-3-glucosid bei 16,7% und bei Kämpferol-3-glucosid bei 34,3%.

Auch beim ultrafiltrierten Saft nahm der Gehalt an Pelargonidin-3-glucosid und somit der Gesamtanthocyangehalt (berechnet als Pelargonidin), sowie der Gehalt an Cyanidin-3-glucosid von der Woche 0 zur Woche 6 deutlich ab. Cyanidin-3-glucosid ließ sich beim ultrafiltrierten Saft, dem der Inhibitor zugefügt wurde, nach 6 Wochen nicht mehr nachweisen. Der Gehalt an Quercetin-3-glucosid war von der Woche 0 auf Woche 6 von 1,05 ( $\pm 0,07$ ) mg/l auf 26,75 ( $\pm 0,07$ ) mg/l angestiegen (Abbildung 38). Auch der Gehalt an Kämpferol-3-glucosid stieg in der Variante mit Inhibitor von 2,15 ( $\pm 0,07$ ) mg/l auf 20,55 ( $\pm 0,07$ ) mg/l (Abbildung 39). Ohne Inhibitor sind diese Werte ziemlich unverändert geblieben.

Dem Anstieg wurde nicht näher nachgegangen, ein Analysenfehler ist ausgeschlossen.

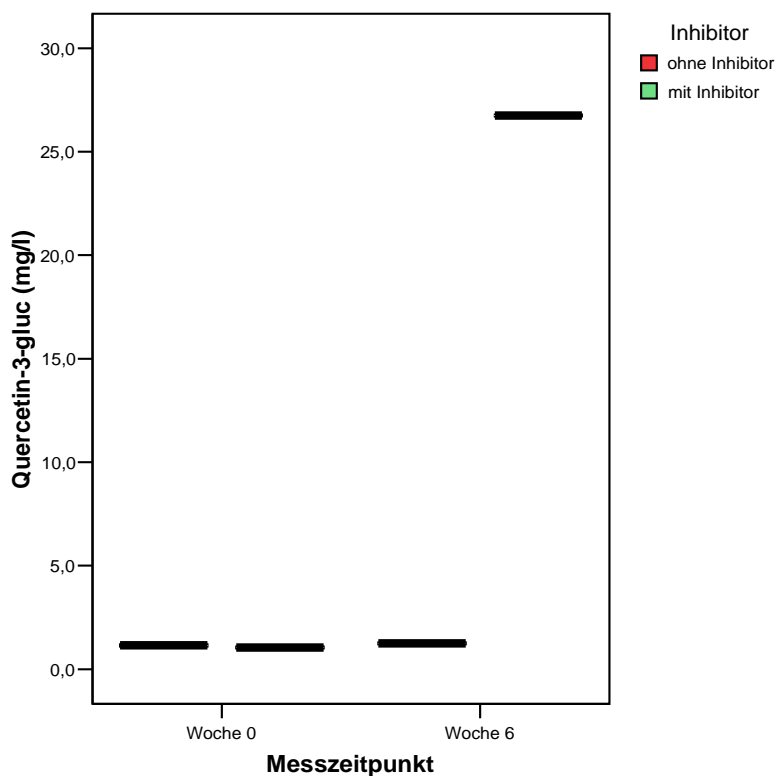


Abbildung 38: Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) beim ultrafiltrierten Saft

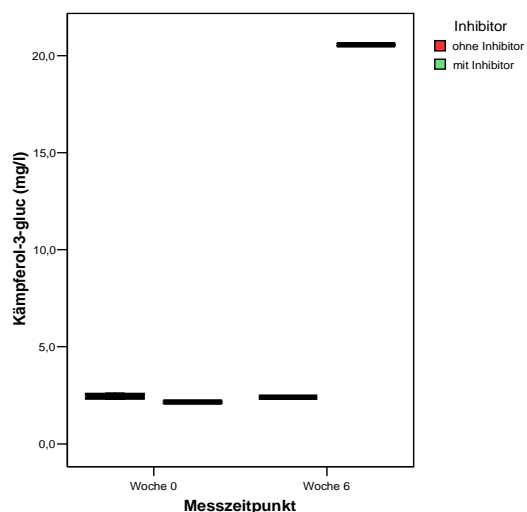


Abbildung 39: Gehalt an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) beim ultrafiltrierten Saft

#### 4.3.4 Gesamtphenole

Der Gesamtphenolgehalt (mg/l) berechnet als Kaffeesäure vom Nektar (40%), Saft und vom ultrafiltrierten Saft ohne Inhibitor unterschied sich sowohl in der Woche 0, als auch in der Woche 6 nur geringfügig von den gleichen Produkten mit Inhibitor.

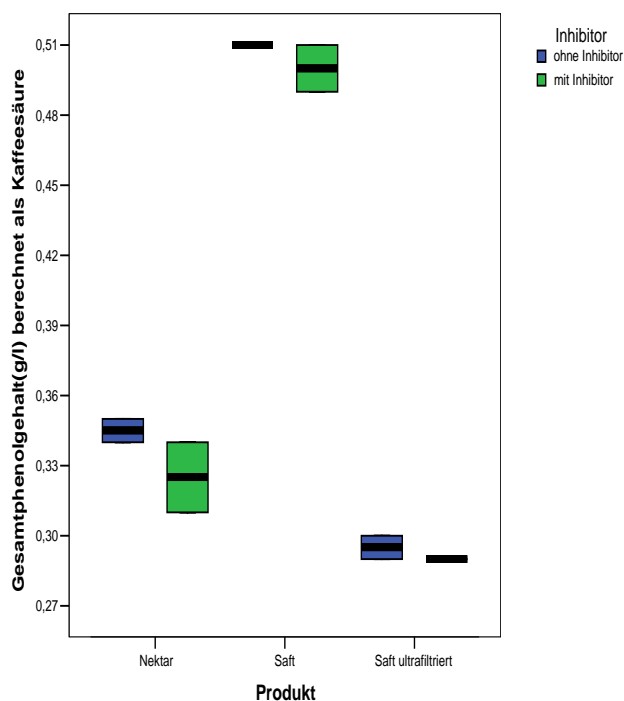


Abbildung 40: Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure von Produkten der Woche 0

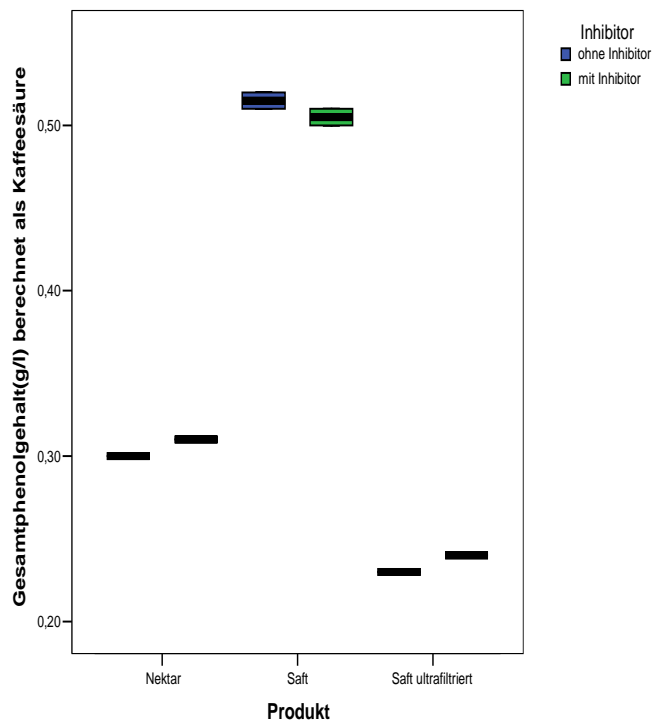


Abbildung 41: Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure von Produkten der Woche 6

#### 4.4 Versuchsplan 4

Alle gemessenen Werte des Nektars „Darselect“ und des Konzentrates stammen von frischen Produkten, die Werte der Nektare „Elsanta“ und „Jubilee“ von tiefgefrorenen Proben, die vor den Messungen bei Raumtemperatur aufgetaut wurden.

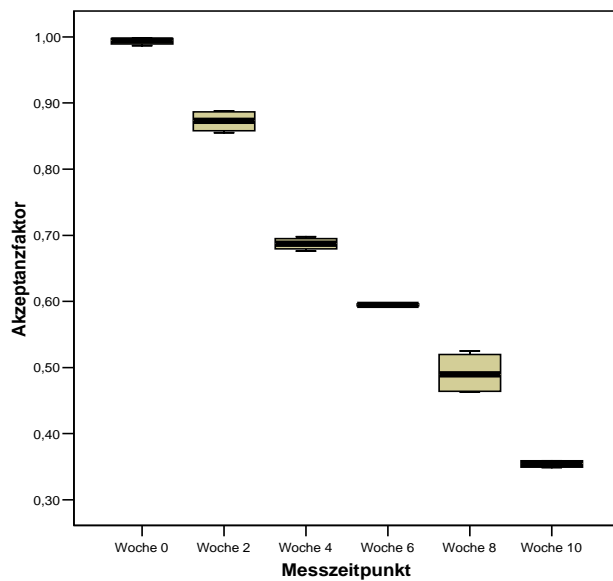
##### 4.4.1 Akzeptanzfaktor

Der AF wurde mittels Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) gemessen.

##### Nektar „Darselect“

Der Verlauf des Akzeptanzfaktors von der Woche 0 bis zur Woche 10 ist in der folgenden Abbildung dargestellt.





**Abbildung 42: Verlauf des AF beim Nektar "Darselect"**

#### Nektar „Elsanta“

Der AF betrug in der Woche 4 0,63 ( $\pm 0,001$ ) und in der Woche 10 0,33 ( $\pm 0,001$ ).

#### Nektar „Jubilee“

Der AF gemessen in der Woche 6 betrug 0,63 ( $\pm 0,001$ ) und in der Woche 14 0,37 ( $\pm 0,003$ ).

#### Konzentrat

Das Konzentrat (65°Brix) hatte einen AF von 0,49 ( $\pm 0,005$ ) in der Woche 0, von 0,01 (0,05) in der Woche 6 und von 0,00 (0,002) in der Woche 12.

Das auf 18°Brix verdünnte Konzentrat hatte in der Woche 0 einen AF von 1,58 ( $\pm 0,001$ ), in der Woche 6 von 1,66 ( $\pm 0,057$ ) und in der Woche 12 von 0,39 ( $\pm 0,008$ ).

Das auf 7°Brix verdünnte Konzentrat wies in der Woche 0 einen AF von 1,38 ( $\pm 0,003$ ), in der Woche 6 einen AF von 1,11 ( $\pm 0,004$ ) und in der Woche 12 einen AF von 1,06 ( $\pm 0,003$ ) auf.

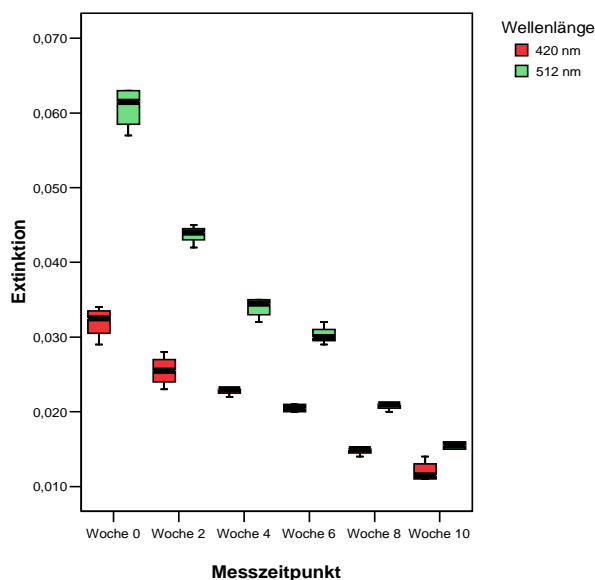
#### 4.4.2 Extraktionsmethoden

Die Extraktionsmethoden wurden mittels Spectrophotometer U-1100 (Hitachi, Japan) gemessen.

##### 4.4.2.1 Methode A

Im Folgenden sind die Verläufe der Extinktionen bei 420 nm und 512 nm zu unterschiedlichen Messzeitpunkten vom Nektar dreier Sorten sowie vom Konzentrat dargestellt.

##### Nektar „Darselect“



**Abbildung 43: Verlauf der Extinktion bei 420 nm und 512 nm beim Nektar "Darselect" Woche 0 bis Woche 10**

##### Nektar „Elsanta“

**Tabelle 21: Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Elsanta", N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 512 nm	Faktor A
Woche 4	0,03 ( $\pm 0,003$ )	0,04 ( $\pm 0,003$ )	1,39 ( $\pm 0,083$ )
Woche 10	0,02 ( $\pm 0,001$ )	0,02 ( $\pm 0,001$ )	1,01 ( $\pm 0,213$ )

##### Nektar „Jubilee“

**Tabelle 22: Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Jubilee", N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 512 nm	Faktor A
Woche 6	0,04 ( $\pm 0,005$ )	0,05 ( $\pm 0,004$ )	1,54 ( $\pm 0,086$ )
Woche 10	0,03 ( $\pm 0,003$ )	0,03 ( $\pm 0,001$ )	1,15 ( $\pm 0,104$ )

### Konzentrat

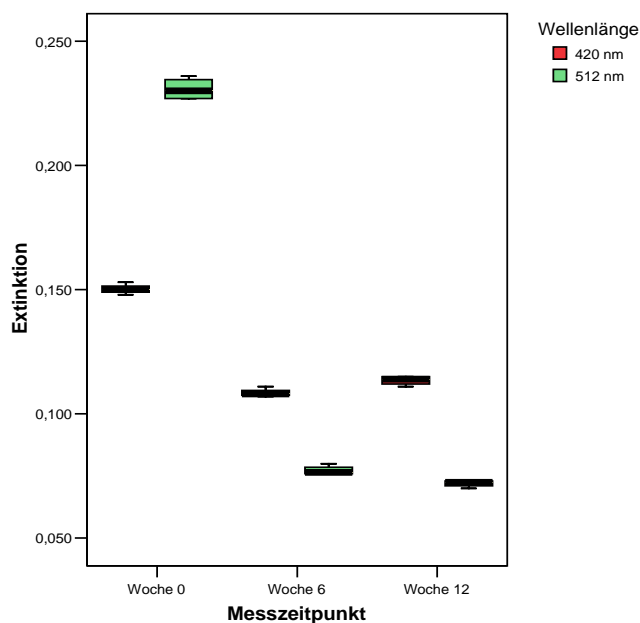


Abbildung 44: Verlauf der Extinktion bei 420 nm und 512 nm beim Konzentrat Woche 0 bis 12

#### 4.4.2.2 Methode B

Der Verlauf der Extinktionen bei 520 nm, 420 nm sind folgend bei den gleichen Produkten wie Methode A dargestellt. Aufgrund der unterschiedlichen Verdünnungen der Proben wurde auch die Intensität bei 520 nm angegeben.

### Nektar „Darselect“

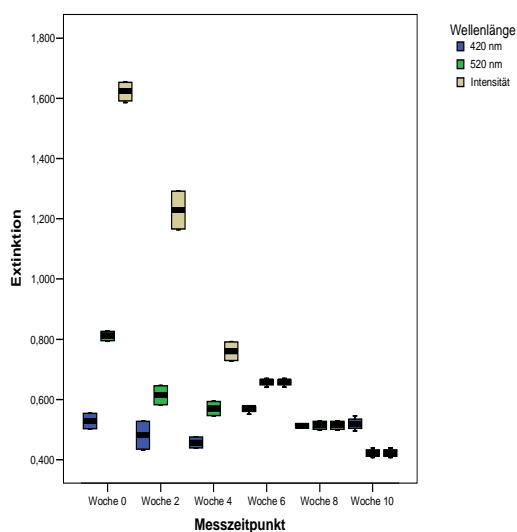


Abbildung 45: Verlauf der Extinktion bei 420 nm, 520 nm und der Intensität beim Nektar „Darselect“

### Nektar „Elsanta“

**Tabelle 23: Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Elsanta", N=4**

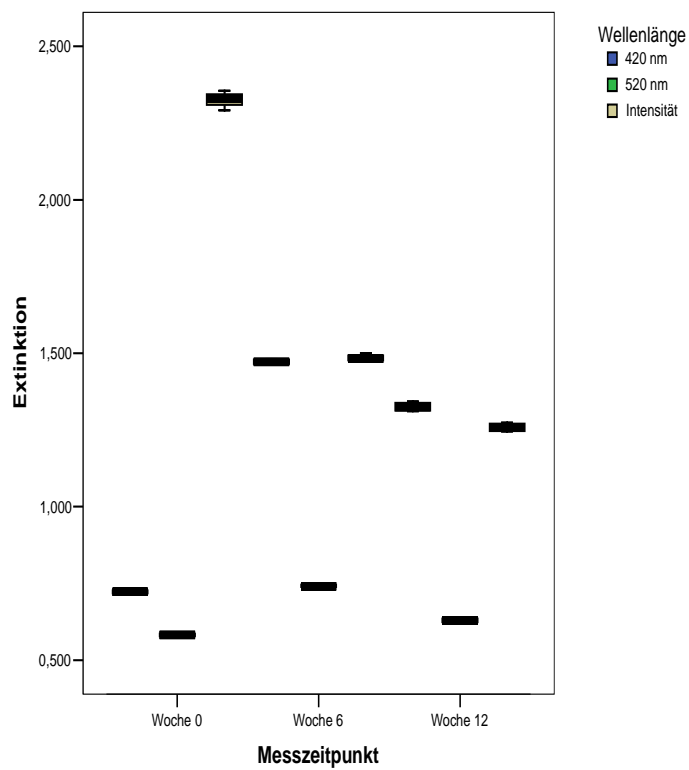
Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 520 nm	Intensität	Faktor B
Woche 4	0,42 ( $\pm 0,002$ )	0,52 ( $\pm 0,002$ )	0,69 ( $\pm 0,002$ )	1,22 ( $\pm 0,008$ )
Woche 10	0,43 ( $\pm 0,003$ )	0,36 ( $\pm 0,002$ )	0,36 ( $\pm 0,002$ )	0,83 ( $\pm 0,005$ )

### Nektar „Jubilee“

**Tabelle 24: Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Jubilee", N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 520 nm	Intensität	Faktor B
Woche 6	0,59 ( $\pm 0,005$ )	0,74 ( $\pm 0,007$ )	1,10 ( $\pm 0,011$ )	1,25 ( $\pm 0,013$ )
Woche 14	0,59 ( $\pm 0,008$ )	0,55 ( $\pm 0,006$ )	0,55 ( $\pm 0,006$ )	0,92 ( $\pm 0,000$ )

### Konzentrat

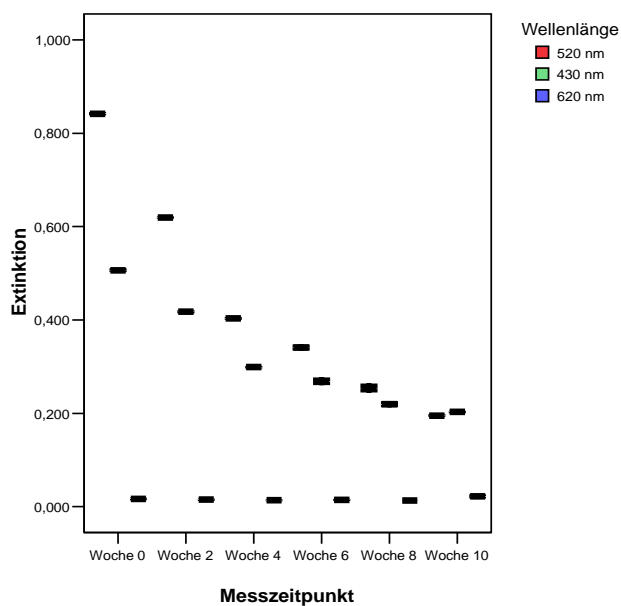


**Abbildung 46: Verlauf der Extinktion bei 420 nm, 520 nm und der Intensität vom Konzentrat verdünnt auf Saftstärke (7°Brix)**

#### 4.4.2.3 Methode C

Die Extinktionen bei 520 nm, 430 nm und 620 nm sind folgend beim Nektar dreier Sorten und beim Konzentrat über mehrere Messzeitpunkte aufgezeigt.

##### Nektar „Darselect“



**Abbildung 47:** Verlauf der Extinktionen vom filtrierten Nektar "Darselect" bei 520nm, 430 nm und 620 nm

##### Nektar „Elsanta“

**Tabelle 25:** Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Elsanta" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2)

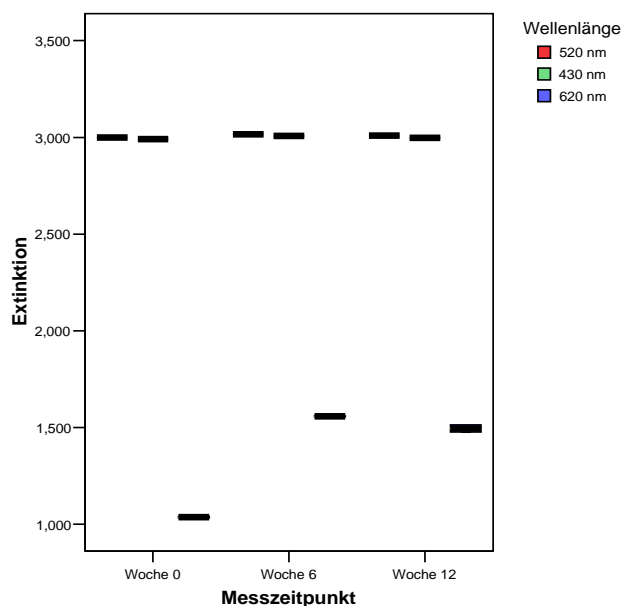
Noktor - Eisante (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2)								
	unfiltriert			filtriert				
Messzeitpunkt	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	TE/F	Faktor C
Woche 4	0,72 (±0,002)	0,66 (±0,001)	0,15 (±0,002)	0,28 (±0,002)	0,37 (±0,003)	0,01 (±0,000)	7,8 (±0,00)	1,34 (±0,000)
Woche 10	0,73 (±0,001)	0,50 (±0,001)	0,18 (±0,000)	0,18 (±0,000)	0,17 (±0,000)	0,01 (±0,001)	9,7 (±0,07)	0,95 (±0,228)

## Nektar „Jubilee“

**Tabelle 26: Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Jubilee" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2)**

	unfiltriert			filtriert				
Messzeitpunkt	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	TE/F	Faktor C
Woche 6	0,81 ( $\pm 0,001$ )	0,82 ( $\pm 0,002$ )	0,11 ( $\pm 0,002$ )	0,40 ( $\pm 0,001$ )	0,55 ( $\pm 0,004$ )	0,01 ( $\pm 0,002$ )	8,1 ( $\pm 0,07$ )	1,37 ( $\pm 0,014$ )
Woche 14	0,72 ( $\pm 0,002$ )	0,54 ( $\pm 0,001$ )	0,13 ( $\pm 0,001$ )	0,26 ( $\pm 0,001$ )	0,26 ( $\pm 0,001$ )	0,01 ( $\pm 0,001$ )	7,5 ( $\pm 0,14$ )	1,02 ( $\pm 0,007$ )

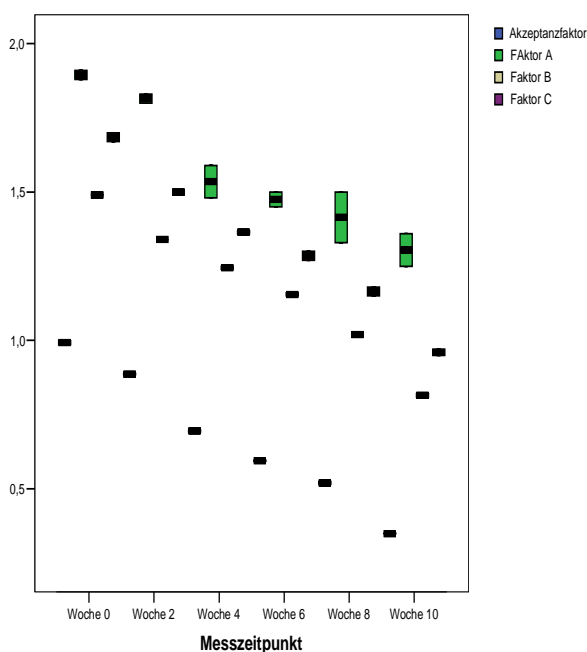
## Konzentrat



**Abbildung 48: Verlauf der Extinktionen vom filtrierten Konzentrat bei 520 nm, 430 nm und 620 nm**

Wie man aus den Ergebnissen erkennen kann, unterscheiden sich bei den einzelnen Methoden die Vorgaben stark. Es waren bei jeder Methode andere Wellenlängen vorgegeben. Während bei Methode A die Extinktionen bei zwei Wellenlängen gefragt waren, war bei Methode B zusätzlich die Intensität zu berechnen, da die Arbeitsanweisung unterschiedliche Verdünnungen erforderte. Bei Methode C war zusätzlich die Extinktion bei einer dritten Wellenlänge zu bestimmen. Um nun dennoch Vergleiche zwischen den Werten der verschiedenen Methoden und den gemessenen Werten des AF herzustellen zu

können, wurden Faktoren benötigt. Die Faktoren sind bei der Versuchsdurchführung vom VP4 angegeben. Die grafischen Darstellungen des jeweiligen Faktors der Methode verglichen mit dem AF im Nektar „Darselect“, Elsanta“ und „Jubilee“ sowie dem Konzentrat sind der Abbildung 49 bis Abbildung 54 zu entnehmen. Bei Methode C wurde das Konzentrat auf die jeweiligen Brixgrade der Arbeitsanweisungen verdünnt und dann der AF bzw. die Extinktionen gemessen. Daher ist der Vergleich des AF mit den Faktoren einzeln aufgezeigt. Das unverdünnte Konzentrat war zu dunkel für  $L^*a^*b^*$ -Farbmessungen und die Einzelwerte betrugen annähernd 0.



**Abbildung 49: AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Darselect"**

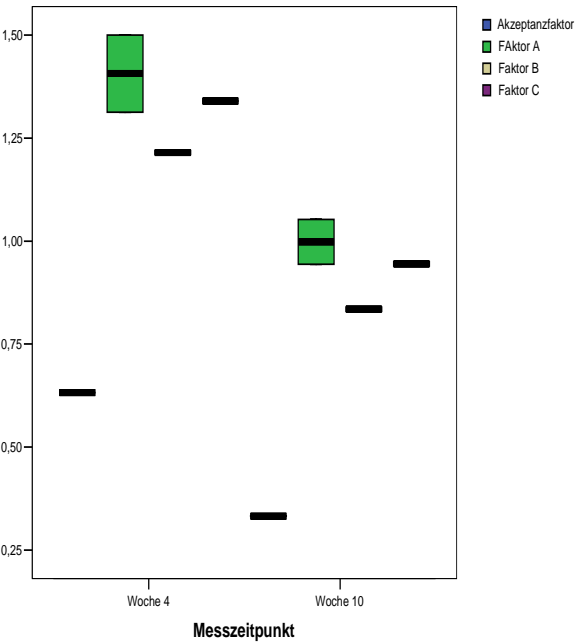


Abbildung 50: AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Elsanta"

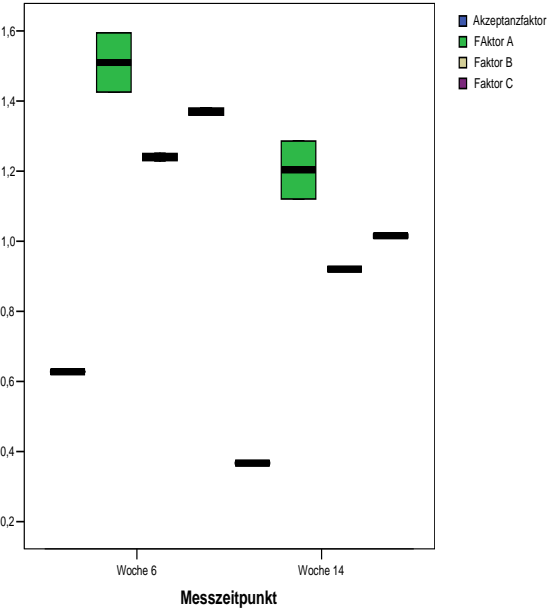


Abbildung 51: AF, Faktor A, B, C beim Nektar "Jubilee"



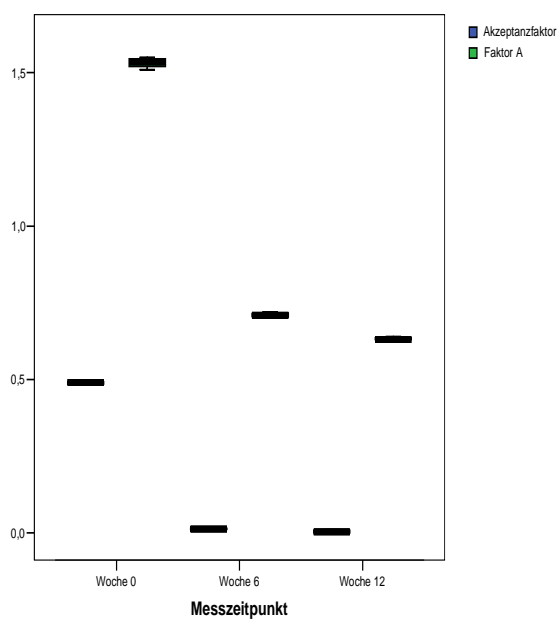


Abbildung 52: AF und Faktor A beim Konzentrat

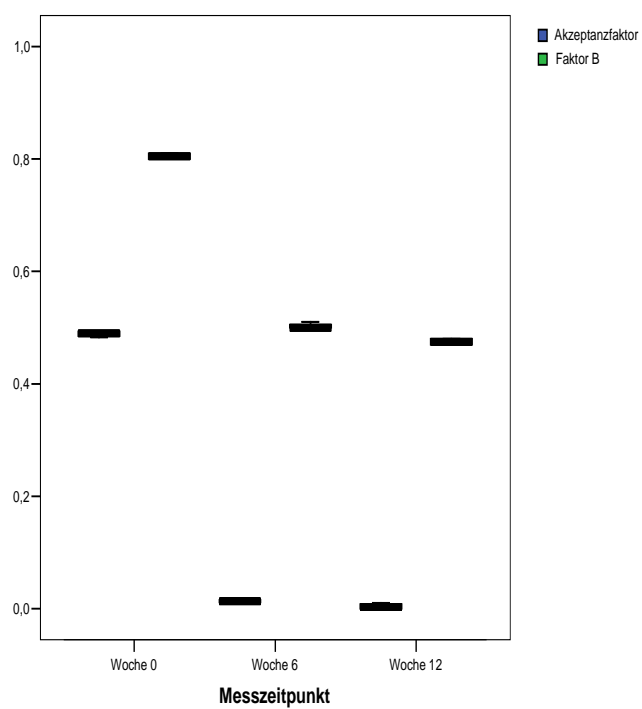
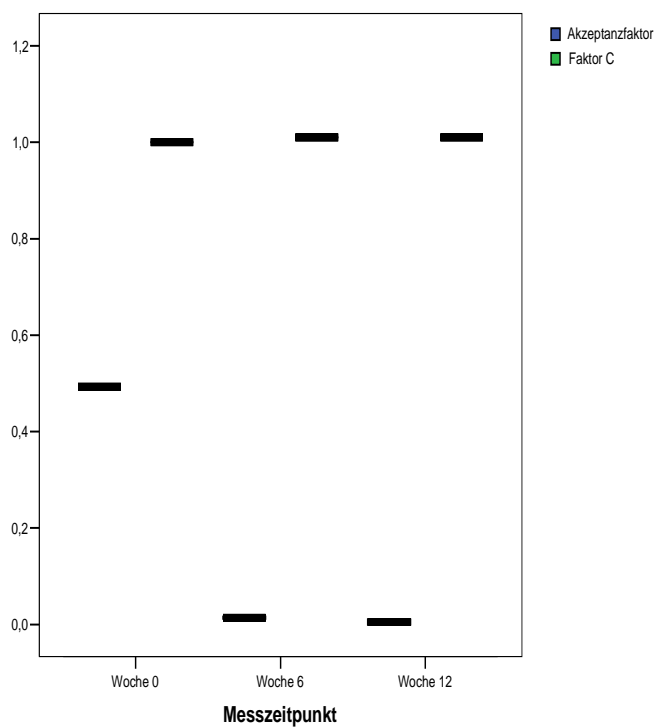


Abbildung 53: AF und Faktor B beim Konzentrat



**Abbildung 54: AF und Faktor C beim Konzentrat**

## 4.5 Versuchsplan 5

### 4.5.1 Erdbeeren

#### 4.5.1.1 Respiration

Die vollreifen Früchte hatten zu Beginn und Ende der Erntesaison durchschnittlich leicht höhere Werte als die reifen Früchte. Abhängig von den Ernteterminen waren keine großen Unterschiede bei den Respirationswerten der reifen und vollreifen Erdbeeren erkennbar.

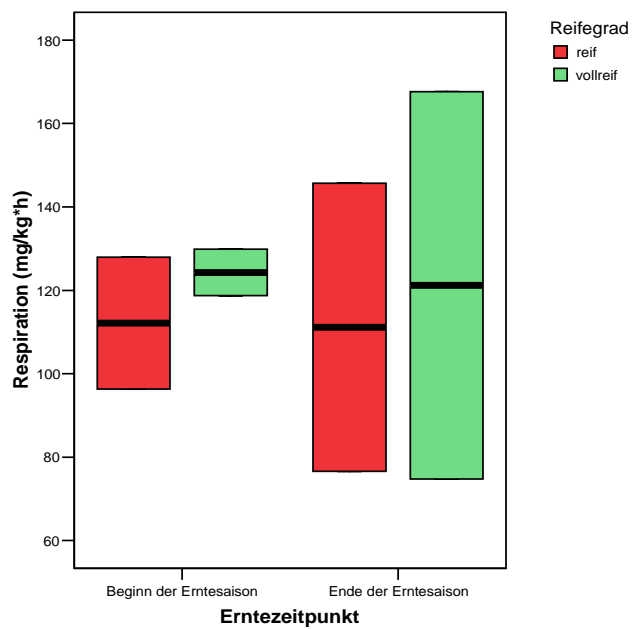


Abbildung 55: Respirationsmessung von je 5 Erdbeeren der Sorte "Mars", N=2

#### 4.5.1.2 Gewicht

Das Gewicht der Erdbeeren nahm gegen Ende der Erntesaison deutlich ab und die Früchte wurden kleiner, was mit den Ergebnissen von WEISSINGER et al. [2010] übereinstimmt.

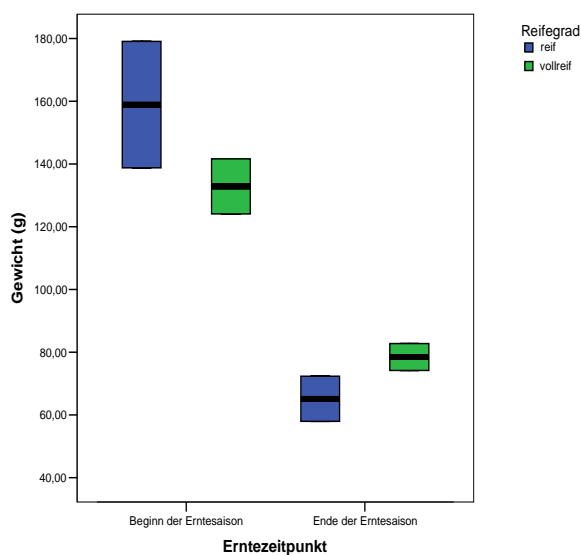


Abbildung 56: Gewicht (g) von je 5 Erdbeeren, N=2

#### 4.5.1.3 Farbe

Die Farbe der Erdbeeren ausgedrückt mit dem AF lag in einem Bereich von 0,9 ( $\pm 0,22$ ) bis 1,16 ( $\pm 0,13$ ), wobei die vollreifen Früchte gegen Ende der Erntesaison durchschnittlich die niedrigsten AF-Werte hatten. Die reifen Erdbeeren wiesen gegen Ende der Ernte höhere AF-Werte als zu Beginn der Ernte auf.

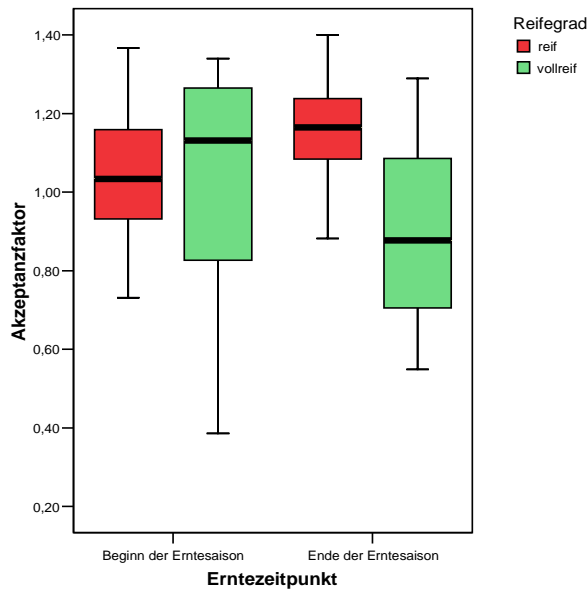
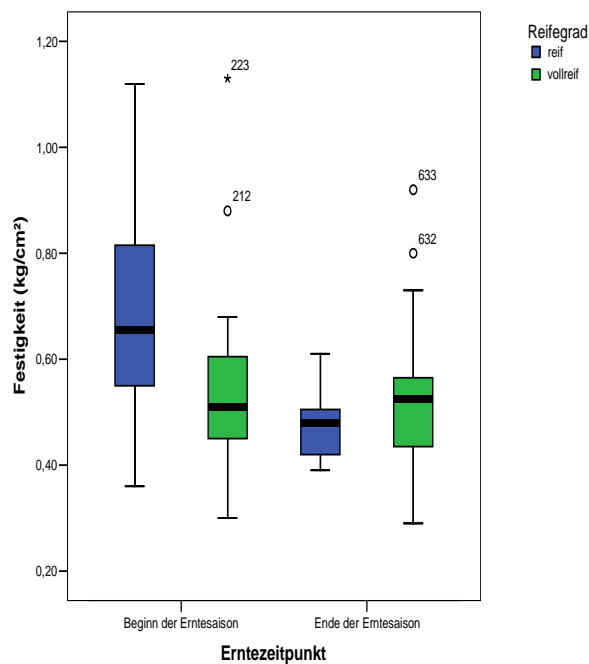


Abbildung 57: Erdbeerfarbe (AF) von „Mars“ Beginn und Ende der Erntesaison bei unterschiedlichen Reifegraden

#### 4.5.1.4 Festigkeit

Zu Beginn der Erntesaison waren die vollreifen Früchte deutlich weicher und kleiner als die reifen. Am Ende der Erntesaison hingegen waren die vollreifen Erdbeeren fester als die reifen. Da es sich schon um die allerletzten Erdbeeren von „Mars“ handelte, waren die reifen Früchte kleiner und damit wahrscheinlich auch weicher. Auch WEISSINGER et al. [2010] berichteten von immer kleiner reifenden Früchten im Ernteverlauf.



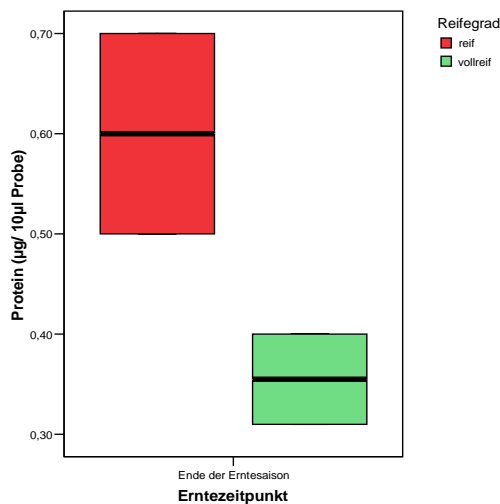
**Abbildung 58: Festigkeit (kg/cm²) der Erdbeeren**

#### 4.5.1.5 Proteingehalt

Der Proteingehalt in Erdbeeren beträgt 0,8g/100g verzehrbarem Anteil [ELMADFA et al., 2003]

SCHERBICHLER [2008] berichtete, dass mit zunehmender Reife verschiedener Erdbeersorten eine Abnahme der Peroxidaseaktivität (bezogen auf das Frischgewicht) erfolgte. Die spezifische Aktivität der Peroxidase (Peroxidaseaktivität bezogen auf den Proteingehalt) hatte ihr Minimum bei den meisten Sorten im vollreifen Stadium.

Wie Abbildung 59 zu entnehmen, hatten auch in diesen Untersuchungen die vollreifen Früchte einen deutlich geringeren Proteingehalt als die reifen Erdbeeren.



**Abbildung 59: Proteingehalt (µg/10 µl Probe) gegen Ende der Ernte in reifen und vollreifen Früchten**

#### 4.5.2 Erdbeermark

Der pH-Wert, Brix und die titrierbare Säure berechnet als Weinsäure vom Mark sind der Tabelle 27 zu entnehmen.

Während die titrierbare Säure mit zunehmendem Erntedatum leicht anstieg, nahmen die Brixgrade ab. WEISSINGER et al. [2010] berichteten in den Untersuchungen vom Standort Strebersdorf eine signifikante Zunahme der titrierbaren Säure sowie dem Gehalt an löslicher Trockensubstanz bei 5 Erdbeersorten.

Mit zunehmendem Reifegrad stiegen der pH-Wert und die Werte an titrierbarer Säure an, während die Brixgrade zu Beginn der Erntesaison leicht abnahmen, gegen Ende der Erntesaison annähernd unverändert blieben, was bereits aus der Literatur bekannt ist [DASSLER und HEITMANN, 1991].

**Tabelle 27: pH-Wert, Brix, TA vom Mark reifer und vollreifer Früchte zu unterschiedlichen Erntezeitpunkten, N=2**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	pH-Wert	Brix	titrierbare Säure (g/kg)
Beginn der Erntesaison	reif	3,48 (±0,01)	10 (±0,0)	11,22 (±0,05)
	vollreif	3,50 (±0,0)	9,5 (±0,0)	11,33 (±0,11)
Ende der Erntesaison	reif	3,40 (±0,01)	8,25 (±0,35)	11,25 (±0,0)
	vollreif	3,45 (±0,0)	8,35 (±0,21)	11,48 (±0,11)

### 4.5.3 Erdbeernektar

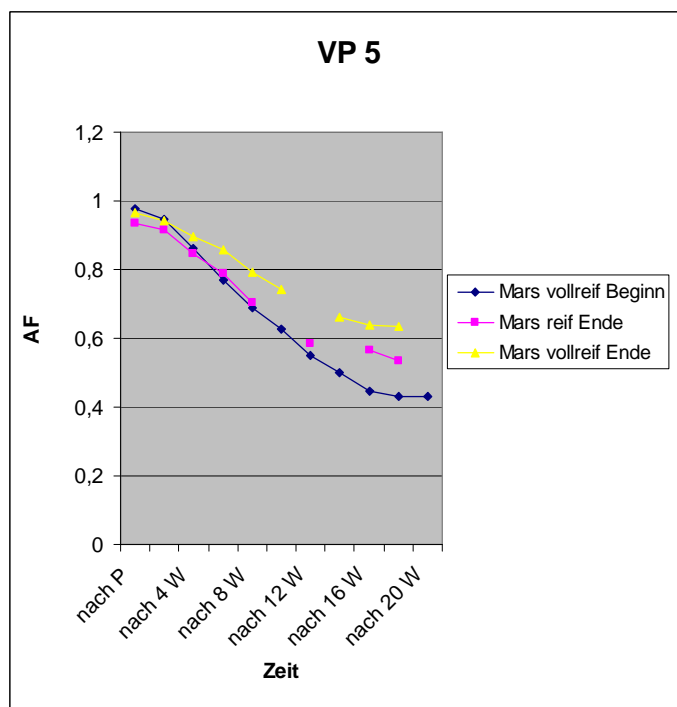
Nach dem Ausmischen wies der Nektar folgende Werte auf:

**Tabelle 28: pH-Wert, Brix, TA vom Nektar reifer und vollreifer Früchte zu unterschiedlichen Erntezeitpunkten, N=2 (n.b.= nicht bestimmt)**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	pH-Wert	Brix	titrierbare Säure (g/kg)
Beginn der Erntesaison	reif	n.b.	n.b.	n.b.
	vollreif	3,27 ( $\pm 0,01$ )	14 ( $\pm 0,0$ )	6,88 ( $\pm 0,07$ )
Ende der Erntesaison	reif	3,24 ( $\pm 0,01$ )	14,3 ( $\pm 0,21$ )	6,79 ( $\pm 0,06$ )
	vollreif	3,29 ( $\pm 0,01$ )	14 ( $\pm 0,0$ )	6,75 ( $\pm 0,0$ )

#### 4.5.3.1 Farbe

Der Verlauf des Akzeptanzfaktors vom Nektar der vollreifen Früchte zu Beginn der Erntesaison sowie der reifen und vollreifen Erdbeeren gegen Ende der Erntesaison der Sorte „Mars“ ist in Abbildung 60 dargestellt. Zur Beurteilung der Farbstabilität über eine Messdauer von 16 Wochen ist die Differenz des AF von Woche 0 zu Woche 16 in Abbildung 61 dargestellt.



**Abbildung 60: Verlauf des AF vom Nektar "Mars" Beginn und Ende der Erntesaison bei unterschiedlichen Reifegraden**

Je geringer die Differenz des AF, desto stabiler der Nektar. Die vollreifen Früchte gegen Ende der Ernte der Sorte „Mars“ hatte wesentlich höhere Farbstabilität als die vollreifen Erdbeeren zu Beginn. Auch der Nektar der reifen Früchte wies deutlich bessere Werte über eine Messdauer von 16 Wochen auf.

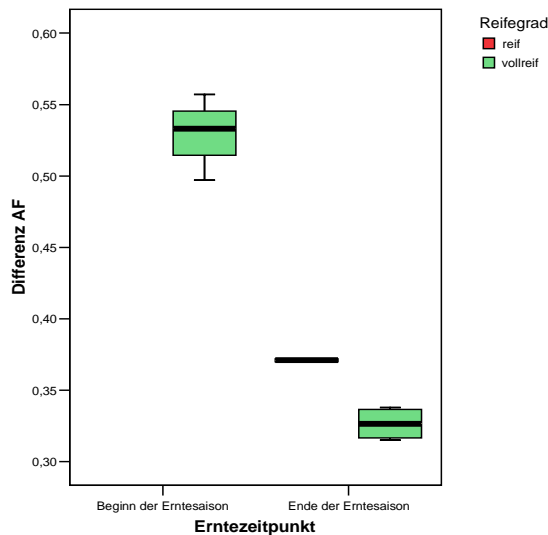


Abbildung 61: Differenz des AF (Woche 0 bis Woche 16)

#### 4.5.3.2 Monomere Anthocyane

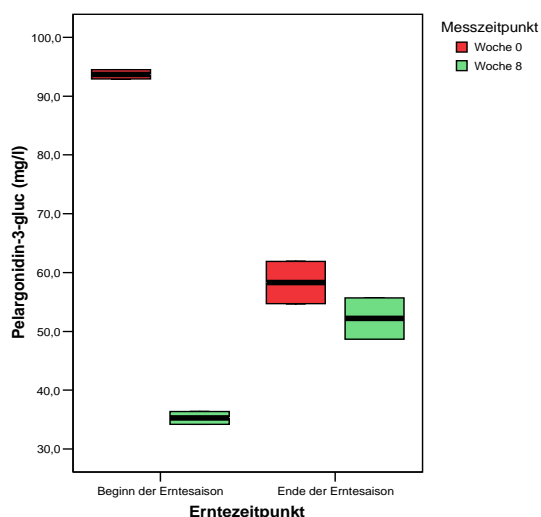
Am Ende der Erntesaison war der Gehalt an Pelargonidin-3-glucosid der Woche 0 niedriger, blieb aber über den Zeitverlauf von 8 Wochen deutlich stabiler. Während am Beginn der Ernte der Gehalt an Pelargonidin-3-glucosid von 93,7 ( $\pm 1,13$ ) mg/l in der Woche 0 auf 35,3 ( $\pm 1,56$ ) in der Woche 8 abfiel, verlief der Abfall am Ende der Ernte von ursprünglich 58,3 ( $\pm 5,09$ ) in der Woche 0 auf 52,2 ( $\pm 4,95$ ) in der Woche 8 deutlich milder.

Die deutlich höhere Farbstabilität der vollreifen Erdbeeren am Ende der Erntesaison lässt sich auch durch die berechneten Halbwertszeiten (Lagerung bei 20°C) zeigen. Während „Mars“ vollreif am Beginn der Ernte eine Halbwertszeit von durchschnittlich 866 Stunden aufwies, hatte diese zu Ende der Ernte mit einer Halbwertszeit von durchschnittlich 6931 Stunden eine deutlich besserer Farbstabilität.

HERMES [2009] berichtete vergleichsweise von einer Halbwertszeit von durchschnittlich 378 Stunden von Erdbeernektar der Sorte „Elsanta“ gelagert

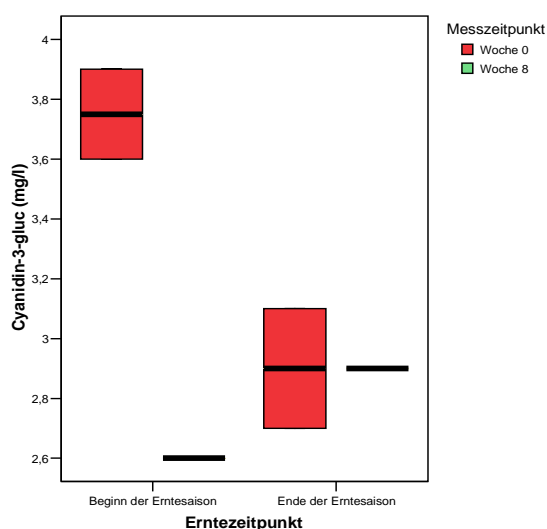


bei Raumtemperatur. Bei einer Lagertemperatur von 4°C entspricht die Halbwertszeit mit durchschnittlich 795 Stunden in etwa der der Sorte „Mars“ der aktuellen Untersuchungen, allerdings bei 20°C gelagert.



**Abbildung 62: Konzentration an Pelargonidin-3-glucosid zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8)**

Ein ähnliches Bild zeigte sich beim Gehalt an Cyanidin-3-glucosid beider vollreifer Nektare. Zu Beginn der Ernte nahm der Gehalt an Cyanidin-3-glucosid im Nektar über einen Zeitverlauf von 8 Wochen mit 31,6% deutlich ab, am Ende der Ernte blieb er jedoch stabil.



**Abbildung 63: Gehalt an Cyanidin-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8)**

#### 4.5.3.3 Flavonole

Der Gehalt an Quercetin-3-glucosid nahm während der Lagerung am Ende der Erntesaison zu, am Beginn der Erntesaison hingegen ab. Ein Analysenfehler ist ausgeschlossen, dem Grund für den Anstieg wurde jedoch nicht näher nachgegangen.

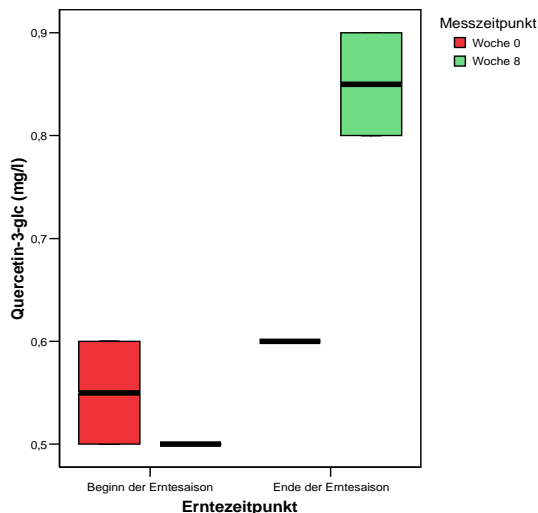


Abbildung 64: Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8)

Auch der Gehalt an Kämpferol-3-glucosid stieg während der Lagerung an, zu Beginn der Erntesaison um 15 % und am Ende der Erntesaison um 16 %.

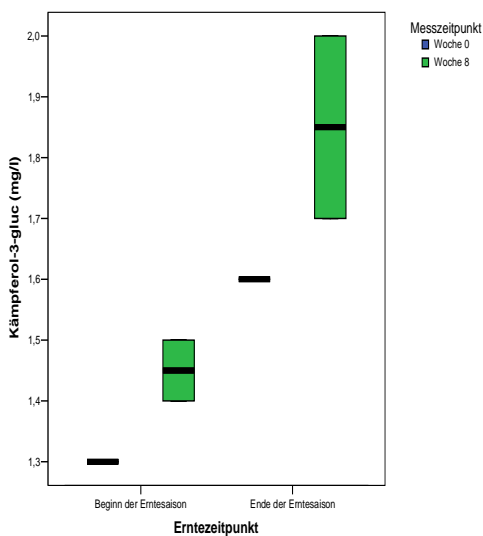
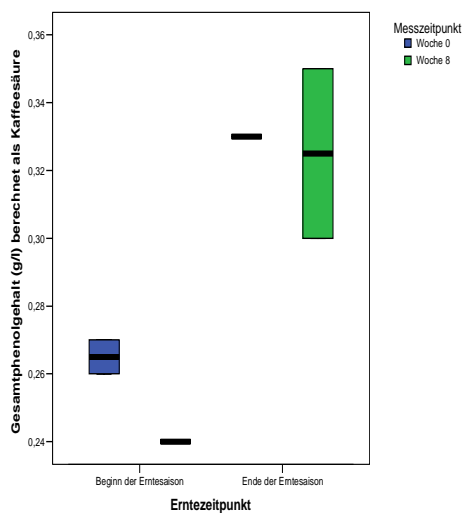


Abbildung 65: Gehalt an Kämpferol-3-glucosid (mg/l) zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8)

#### 4.5.3.4 Gesamtphenole

Während der Gehalt an Monomeren Anthocyanen zu Beginn der Ernte höher als am Ende der Ernte beim Nektar der vollreifen Früchte war, stieg im Gegensatz dazu der Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure im Verlauf der Erntesaison von „Mars“ an.



**Abbildung 66: Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure zu Beginn und Ende der Erntesaison vom Nektar der vollreifen Früchte (Woche 0 und Woche 8)**

## 5 Schlussbetrachtung

### 5.1 Versuchsplan 1

Bei den 10 Sorten konnte beobachtet werden, dass jene Sorten, die später geerntet wurden, bessere Farbstabilität aufwiesen. Die Respirationswerte der Sorten „Jubilee“ und „Symphony“ lagen deutlich über den Werten der anderen Sorten. Da diese zwei Sorten auch die geringste Fruchtfestigkeit hatten, kann man daraus schließen, dass sie sich bereits bei der Ernte in einem überreifen Stadium befanden. Auffallend war jedoch, dass „Jubilee“ dennoch die höchsten Werte bei der Bestimmung der titrierbaren Säure hatte, wo aus der Literatur bekannt ist, dass die Säure mit zunehmender Reife abnimmt [DASSLER und HEITMANN, 1991].

„Korona“ war die Sorte mit dem geringsten Wert an titrierbarer Säure, aber auch „Sonata“ lag im unteren Bereich, obwohl diese Sorten sehr festes Fruchtfleisch hatten.

„Splendida“ war die Sorte mit der geringsten Farbstabilität. Das Mark wies bei den Analysen die höchsten Brixgrade auf, den höchsten pH-Wert und die titrierbare Säure lag im niedrigeren Bereich von allen Sorten. „Korona“ hatte vergleichsweise auch niedrige Werte bei der titrierbaren Säure, war dennoch eine der stabilsten Sorten.

Die Farbstabilität der Sorten wurde anhand der Differenz des AF von Woche 0 zu Woche 6 beurteilt. Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Respirationswerten und der Farbstabilität erkannt werden, ebenso konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der titrierbaren Säure und der Farbstabilität hergestellt werden.

Jedoch konnte eine signifikante Korrelation zwischen pH- Wert vom Erdbeermark und Farbstabilität sowie den Brixgraden und der Farbstabilität beobachtet werden (Tabelle 29).

**Tabelle 29: Pearson-Korrelation Differenz AF mit pH-Wert, Brix und titrierbare Säure (\* Korrelation ist auf einem Niveau von 0,05 signifikant, \*\* Korrelation ist auf einem Niveau von 0,01 signifikant)**

	pH- Wert	Brix	Titrierbare Säure (g/kg)
Differenz AF	0,53*	0,73**	0,048

Weiters korrelierte der Proteingehalt der Erdbeeren mit der Farbstabilität vom Erdbeernektar signifikant (Tabelle 30).

**Tabelle 30: Pearson-Korrelation Farbstabilität mit Proteingehalt (\* Korrelation ist auf einem Niveau von 0,05 signifikant)**

	Proteingehalt (µg/ 10 µl Probe)
Differenz AF	0,54*

Weiters wurde beobachtet, inwieweit die Witterungsbedingungen Einfluss auf die Farbstabilität hatten. Dabei konnte kein signifikanter Zusammenhang erkannt werden (Tabelle 14).

## 5.2 Versuchsplan 2

Weder durch Zugabe von Quercetin-3-glucosid, noch durch Zugabe von Quercetin-Monohydrat zum Erdbeersaft konnte eine sichtbare Verbesserung der Farbstabilität aufgezeigt werden. Anzumerken ist jedoch, dass der Erdbeersaft vor der Behandlung für 2 Wochen tiefgefroren war. ULLRAM [2009] berichtete von einer signifikanten Stabilisierung der roten Erdbeerfarbe (AF-Werte) während der Lagerung, wenn die Erdbeeren vor der Verarbeitung eingefroren wurden. Auch die unterschiedlichen Trübungswerte könnten einen Einfluss auf die gemessenen AF- Werte gehabt haben. Die hohen Zusatzmengen an Quercetin-3-glucosid sowie Quercetin-Monohydrat zum Erdbeersaft benötigten viel Alkohol zum Lösen, wodurch sich ein Alkoholgehalt von rund 30 Volumsprozent ergab. Bezüglich des Einflusses des Alkoholgehaltes auf die Farbe sind aus der Literatur unterschiedliche Ergebnisse bekannt. Während BERG und AKIYOSHI [1975] bei einer Steigerung des Alkoholgehaltes im Rotwein von 12% auf 20% während einer Lagerung über 18 Monate von einer Verbesserung der Farbe berichteten,

schrieben SOMERS und EVANS [1979] den größten Farbverlust während der Rotweinherstellung dem Ethanol zu. DALLAS und LAUREANO [1994] konnten keinen signifikanten Effekt auf die Anthocyankonzentration durch höhere Alkoholgehalte im Rotwein während der Lagerung feststellen.

Der erwartete Effekt einer Farbstabilisierung durch Zusätze an Quercetin-3-glucosid bzw. an Quercetin-Monohydrat ist daher vermutlich aus oben genannten Gründen nicht eingetreten.

### **5.3 Versuchsplan 3**

Die Ergebnisse der Farbstabilität durch Zugabe des Enzyminhibitors N-Ethylmaleimide zu fruchtfleischhaltigem Nektar decken sich mit jenen von GÖSSINGER et al. [2008b]. Auch in der Saftmatrix konnte durch die Zugabe des Inhibitors eine deutlich höhere Farbstabilität erzielt werden. Es konnte somit gezeigt werden, dass der Inhibitor beim Nektar und beim Saft farbstabilisierenden Effekt hat. Beim ultrafiltrierten Saft, in dem keine Enzyme mehr enthalten waren, konnte keine Wirkung des Enzyminhibitors festgestellt werden. Allerdings muss angemerkt werden, dass der Saft über einen Zeitraum von 4 Tagen ultrafiltriert wurde und erst danach pasteurisiert und der Inhibitor zugefügt wurde. Diese enorme Beanspruchung des Saftes vor den Messungen muss berücksichtigt werden. Ebenso ist anzumerken, dass die 50 ml Flaschen mit ultrafiltriertem Saft nur zur Hälfte gefüllt wurden, während der Erdbeersaft bis zur 50 ml Markierung gefüllt wurde. Somit war beim ultrafiltrierten Saft wesentlich mehr Sauerstoff in den Fläschchen enthalten. Es ist daher sinnvoll, folglich weitere Untersuchungen durchzuführen.

### **5.4 Versuchsplan 4**

Durch Messungen verschiedener Erdbeernektare und einem Konzentrat zu mehreren Messzeitpunkten sowohl mit dem Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) als auch mit dem Spectrophotometer U-1100 (Hitachi, Japan) konnte zwar gezeigt werden, dass der AF signifikant mit den Faktoren der Methoden A, B und C korreliert, dennoch waren die Methoden

untereinander nicht vergleichbar. Dies zeigt sich am Beispiel „Elsanta“ (Tabelle 31). Vergleicht man den gemessenen AF von 0,63 bei „Jubilee“ in der Woche 6 und „Elsanta“ in der Woche 4 mit den gemessenen Werten vom Faktor A, Faktor B und Faktor C lassen sich Unterschiede erkennen. Während sich die Werte beim Faktor A um 0,15 zwischen den 2 Sorten unterschieden, lagen die Messunterschiede beim Faktor B und C zwischen den beiden Sorten nur bei 0,03. Gleiches lässt sich beim AF von 0,37 bei „Jubilee“ in der Woche 14 und beim AF von 0,33 bei „Elsanta“ in der Woche 10 beobachten. Durch die Differenz des AF von 0,04 der beiden Sorten ergab sich auch beim Faktor B eine größere Differenz von 0,09 sowie beim Faktor C von 0,07. Faktor A wies mit einer Differenz der gemessenen Werte von 0,14 der beiden Sorten wieder den größten Unterschied auf. Die Abweichung vom Faktor A war im Gegensatz zu Faktor B und Faktor C sowohl bei einem AF von 0,63 als auch beim AF zwischen 0,33 und 0,37 jeweils  $> 0,1$ .

**Tabelle 31: Vergleich AF, Faktor A, Faktor B, Faktor C bei den Nektaren "Jubilee" und "Elsanta"**

	AF	Faktor A	Faktor B	Faktor C
„Jubilee“				
Woche 6	0,63	1,54	1,25	1,37
Woche 14	0,37	1,15	0,92	1,02
„Elsanta“				
Woche 4	0,63	1,39	1,22	1,34
Woche 10	0,33	1,01	0,83	0,95

Mit den Methoden B und C könnte ein allgemein gültiger Akzeptanzbereich formuliert werden, nicht jedoch mit Methode A, da sich die Werte auf einem anderen Niveau befinden.

Wie im Versuchsplan 3 deutlich wurde, lassen sich die gemessenen Werte des AF mittels Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta, Japan) nicht auf das Farbmessgerät Lico 200 (Dr. Lange, Deutschland) übertragen.

Daher wäre eine Farbmessung und Farbbeurteilung mittels einer einheitlichen Methode anzustreben.

## 5.5 Versuchsplan 5

Bei der Sorte „Mars“ zeigte sich, dass der Nektar der später geernteten Früchte bessere Farbstabilität aufwies. Auch der Reifegrad hatte Einfluss auf die Farbstabilität der Nektare. Jener von reifen Früchten verlor schneller an Farbe als jener der vollreifen beim selben Erntetermin. Dennoch hatten die reifen Früchte bessere Stabilität verglichen mit den später geernteten vollreifen. Der Trend zu besserer Farbstabilität gegen Ende der Erntesaison bestätigt die Ergebnisse von Versuchsplan 1.

Von den Untersuchungsparametern pH-Wert, Brix und titrierbare Säure korrelieren nur die Brixgrade mit der Farbstabilität signifikant (Tabelle 32).

Die Respiration der Erdbeeren korrelierte auch bei VP1 nicht signifikant mit der Farbstabilität. Der Proteingehalt nahm von 0,60 ( $\pm 0,14$ ) bei den reifen Früchten bis 0,36 ( $\pm 0,06$ )  $\mu\text{l}/10\text{ }\mu\text{l}$  Probe bei den vollreifen Früchten ab. Der Proteingehalt nahm somit einerseits mit zunehmendem Erntetermin bei unterschiedlichen Sorten im VP 1 und andererseits mit zunehmendem Reifegrad zum selben Erntetermin ab, während die Farbstabilität besser wurde.

**Tabelle 32: Pearson-Korrelation Farbstabilität mit pH-Wert, Brix, titrierbare Säure (\*\* Korrelation ist signifikant auf einem Niveau von 0,05)**

	pH-Wert	Brix	Titrierbare Säure (g/kg)
Differenz AF	0,76	0,95**	-0,31



## 6 Zusammenfassung

In dieser Diplomarbeit wurde ein Schwerpunkt auf die Farbstabilität von Erdbeerprodukten gelegt, ein weiterer Schwerpunkt lag im Vergleich von 3 verschiedenen Extraktionsmethoden mit Farbmessungen im CIELAB-Farbraum, die auf den von GÖSSINGER et al. [2009b] entwickelten Akzeptanzfaktor (AF) bezogen wurden.

Es wurden Erdbeernektare von 10 verschiedenen Erdbeersorten hergestellt, um zu beobachten, ob Sorten, die später reifen, sich von früher reifenden Sorten hinsichtlich der Farbstabilität unterscheiden. Zur Beurteilung der Farbe wurde der AF bis zu einem Wert unter 0,4 gemessen bzw. längstens über 24 Wochen. Dabei konnte beobachtet werden, dass die später reifenden Sorten höhere Farbstabilität aufwiesen, während der Proteingehalt tendenziell abnahm. Ebenso positiven Einfluss hatten höheres Reifestadium und späterer Erntezeitpunkt innerhalb einer Sorte. Die Witterungsbedingungen am Versuchsfeld Haschhof jeweils einer Woche vor der Ernte zeigten keinen signifikanten Effekt auf die Farbstabilität.

Durch den Zusatz verschiedener Konzentrationen an Quercetin-Monohydrat und Quercetin-3-glucosid zu Erdbeersaft konnte keine eindeutige Verbesserung der Farbstabilität festgestellt werden, wobei der gewünschte Effekt eventuell aufgrund der unterschiedlichen Trübungswerte, dem hohen Alkoholgehalt sowie durch das Einfrieren des Erdbeersaftes nicht eingetreten ist.

Weiters wurde ein Enzyminhibitor N-Ethylmaleimide zu Erdbeernektar, Erdbeersaft und ultrafiltriertem Erdbeersaft in einer Konzentration von 10 mmol/l zugegeben, wobei beim Nektar und beim Saft durch den Inhibitor eine höhere Farbstabilität erzielt werden konnte, nicht jedoch beim ultrafiltrierten Saft.

Der Vergleich mehrerer Farbmessmethoden brachte unterschiedliche Ergebnisse. Während bei 2 von 3 Extraktionsmethoden ein einheitlicher Akzeptanzbereich definiert werden könnte, zeigte eine Methode Werte auf einem anderen Niveau. Da auch ein Photometervergleich im  $L^*a^*b^*$ -Farbraum Werte des AF auf sehr unterschiedlichem Niveau ergab, wäre eine Farbmessung und Farbbeurteilung mittels einer einheitlichen Methode anzustreben.

## 7 Abstract

In this diploma thesis, one focus was placed on colour stability of strawberry products, a further focus was the comparison of three different extraction methods with colour measurements in the CIELAB-colour space, where data were referred to the acceptance factor (AF), which was developed by GÖSSINGER et al. [2009b].

Strawberry nectars were made from ten different cultivars in order to investigate, whether cultivars that ripen later differ from earlier ripening cultivars in terms of colour stability. To evaluate the colour the AF was measured up to a value below 0,4 and a maximum of 24 weeks. Later-ripening varieties showed higher colour stability, while the protein content in strawberries decreased tendency. Similarly, a higher stage of maturity and a later harvest date of one strawberry cultivar had a positive influence on colour stability.

Atmospheric conditions showed no significant effect on colour stability.

Through adding different concentrations of Quercetin-Monohydrat and Quercetin-3-glucoside to the strawberry juice no explicit enhancement of colour stability could be observed. This could possibly be because of the different turbidity values, the high content of alcohol as well as the freezing of the strawberry juice.

Moreover, an enzyme inhibitor N-ethylmaleimide was added at 10mmol/l to nectar, strawberry juice and ultrafiltrated strawberry juice. Whereas enhanced colour stability was noticed at the strawberry nectar and the strawberry juice with inhibitor, no influence could be observed through the addition to ultrafiltrated juice.

Furthermore, the comparison of several colour measurement methods of strawberry products led to different results. While uniform acceptance range could be defined with 2 of three methods, one method showed data on another level. The comparison of two different photometers at the L\*a\*b\*-system also showed data on different levels, so they are not comparable.

Hence, colour measurement and colour assessment by using an uniform method would be desirable.

## 8 Literaturverzeichnis

AABY K, WROLSTAD RE, EKEBERG D, SKREDE G. Polyphenol Composition and Antioxidant Activity in Strawberry Purees; Impact of Achene Level and Storage. Journal of Agriculture and Food Chemistry 2007a; 55: 5156-5166.

AABY K, EKEBERG D, SKREDE G. Characterization of Phenolic Compounds in Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Fruits by Different HPLC Detectors and Contribution of Individual Compounds to Total Antioxidant Capacity. Journal of Agriculture and Food Chemistry 2007b; 55: 4395-4406.

ALVA- Fachgruppe „Wein“. Methodenbuch für Weinanalysen in Österreich. ALVA (Arbeitsgemeinschaft Landwirtschaftlicher Versuchsanstalten in Österreich), Wien, 1979.

ANONYM. CIELab. Internet: [www.cielab.de](http://www.cielab.de) (Stand: 21.06.2010).

BAKKER J, BRIDLE P, BELLWORTHY SJ. Strawberry Juice Colour: A Study of the Quantitative and Qualitative Pigment Composition of Juices from 39 Genotypes. Journal of the Science of Food and Agriculture 1994; 64: 31-37.

BELITZ H-D, GROSCH W, SCHIEBERLE P. Obst- und Obstprodukte. In: Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Springer- Verlag, Berlin Heidelberg, 2008; 869-870.

BERG H-W, AKIYOSHI M-A. On the nature of reactions responsible for color behavior in red wine: a hypothesis. American Journal of Enology and Viticulture 1975; 26: 134-143.

BUCHTER-WEISBRODT H. Genussfrucht Erdbeere. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, 2004, 31-37.

BONERZ D. Alterungsvorgänge der Anthocyane in Sauerkirsch-, Erdbeer- und Holundersäften und –konzentraten im Hinblick auf die Saftqualität und Festlegung des Mindesthaltbarkeitsdatums. Dissertation Johann Goethe-Universität, Frankfurt am Main, 2007.

BROUILLARD R. Chemical Structure of Anthocyanins. In: Anthocyanins as food colors (Markakis P, Hrsg). Academic Press, New York, 1982.

CABRITA L, FOSSEN T, ANDERSON O-M. Colour and stability of the six common anthocyanidin-3-glucosides in aqueous solution. Food Chemistry 2000; 68: 101-107.

CASTELLO M-L, FITO P-J, CHIRALT A. Effect of osmotic dehydration and vacuum impregnation on respiration rate of cut strawberries. LWT- Food Science and Technology 2006; 39: 1171-1179.

COOK NC, SAMMAN S. Flavonoids- Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. Nutritional Biochemistry 1996; 7: 66-76.

DALLAS C, LAUREANO O. Effects of pH, Sulphur Dioxide, Alcohol Content, Temperature and Storage Time on Colour Composition of a Young Portuguese Red Table Wine. Journal of the Science of Food and Agriculture 1994; 65: 477-485.

DASSLER E, HEITMANN I. Obst und Gemüse – Eine Warenkunde. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 1991; 128-133.

DEKEMP. Sonata. Internet: <http://www.dekemp.nl/desonata.html> (Stand: 21.05.2010).

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

EDER R, WENDELIN S, BARNA J. Auftrennung der monomeren Rotweinanthocyane mittels Hochdruckflüssigkeitschromatographie (HPLC)-Methodenvergleich und Vorstellung einer neuen Methode. Mitteilungen Klosterneuburg 1990; 40: 68-75.

EDER R. Erfassung und Optimierung technologisch bedingter Anthocyan- und Farbveränderungen bei der Verarbeitung von schwarzem Holunder (*Sambucus Nigra*) bzw. schwarzer Johannisbeere (*Ribes Nigrum*) zu Halbkonzentraten und Nektar. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien, 1996.

EGGBAUER R. Untersuchung der Eignung neuer früh reifender Erdbeersorten für den Bio-Landbau hinsichtlich vegetativer, generativer und fruchtqualitätsbezogener Parameter. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2009.

ELMADFA I, AIGN W, MUSKAT E, FRITZSCHE D. Die große GU Nährwert Kalorien Tabelle. Verlag Gräfe und Unzer GmbH, München, 2003

GARZON G-A, WROLSTAD R-E. Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. Journal of Food Science 2002; 67: 1288-1299.

GÖSSINGER M. Farbstabilisierung von fruchtfleischhaltigem Erdbeernektar. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2008a.

GÖSSINGER M, ULLRAM T, HERMES M, WENDELIN S, BERGHOLD S, HALBWIRTH H, STICH K, BERGHOFER E. Effects of pre-freezing, puree content and pasteurisation regime on colour stability of strawberry nectar made from puree. Journal of the Science of Food and Agriculture 2008b; 89: 144-149.

GÖSSINGER M. Rot sollen sie bleiben...Möglichkeiten der Farbstabilisierung von Erdbeerprodukten. Besseres Obst 2009a; 5: 19-21.

GÖSSINGER M, MAYER F, RADOCHA N, HÖFLER M, BONER A, GROLL E, NOSKO E, BAUER R, BERGHOFER E. Consumer`s color acceptance of strawberry nectars from puree. Journal of Sensory Studies 2009b; 24: 78-92.

HALBWIRTH H, PUHL I, HAAS U, JEZIK K, TREUTTER D, STICH K. Two-Phase Flavonoid Formation in Developing Strawberry (*Fragaria x ananassa*) Fruit. Journal of Agricultural and Food Chemistry 2006; 54: 1479-1485.

HANCOCK JF. Strawberries. CABI Publishing, Wallingford, 1999, 16-20.

HÄKKINEN SH, TÖRRÖNEN A. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and *Vaccinium* species: influence of cultivar, cultivation site and technique. Food Research International 2000; 33: 517-524.

HERMANN K. Anthocyanin-Farbstoffe in Lebensmitteln. Ernährungs-Umschau 1986; 33: 275-278.

HERMANN K. Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 2001, 27-29.

HERMES M. Möglichkeiten zur Verbesserung der Farbstabilität von Erdbeernektar, Erdbeersaft und Erdbeersaftkonzentrat. Diplomarbeit an der Universität Wien, 2009.

HUBBERMANN E-M. Functional Properties of Anthocyanin Concentrates and the Influence of Physicochemical Parameters and Food Additives on the Color and Stability of Isolates Anthocyanins in Food Matrices. Dissertation aus dem

Institut für Humanernährung und Lebensmittelkunde der Christian-Albrechts-Universität, Kiel, 2004.

KLOPOTEK Y, OTTO K, BÖHM V. Processing Strawberries to Different Products Alters Contents of Vitamin C, Total Phenolics, Total Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 2005; 53: 5640-5646.

KONG J-M, CHIA L-S, GOH N-K, CHIA T-F, BROUILLARD R. Analysis and biological activities of anthocyanins. *Phytochemistry* 2003; 64: 923-933.

LEHARI G. Erdbeeren. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 2002.

LOWRY O-H, ROSEBROUGH N-J, FARR A-L, RANDALL R-J. Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. *The Journal of Biological Chemistry* 1951; 265-275.

MACHEIX JJ, FLEURIET A, BILLOT J. Fruit Phenolics. CRC Press, 1990.

MAZZA G, MINIATI E. Anthocyanins in Fruits, Vegetables, and Grains. CRC Press, 1993.

MELTSCH B. Sensorische, elektrochemische und analytische Qualitätsparameter von Erdbeeren aus unterschiedlichen Produktionssystemen. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2006.

MESCHTER E-E. Effects of Carbohydrates and Other Factors On Strawberry Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 1953; 1: 574-579.

MIKKONEN T-P, HUKKANEN A-T, MÄÄTÄ K-R, KOKKO H-I, TÖRRÖNEN A-R, KÄRENLAMPI S-O, KARJALAINEN R-O. Flavonoid Content in Strawberry Cultivars. *Acta Horticulturae* 2002; 567: 815-818.

MORITZ S. Farbstabilisierung von Erdbeernektar. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2006.

MÖSE K. Beerenobstkulturen. Internet: <http://www.beerenobst-erdbeerpflanzen.de/erdbeerpflanze.html> (Stand: 09.02.2010).

NAUMANN W-D, SEIPP D. Erdbeeren. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 1989.

OZMIANSKI J, WOJDYLO A. Comparative study of phenolic content and antioxidant activity of strawberry puree, clear, and cloudy juices. European Food Research and Technology 2009; 623-631.

PASCUAL-TERESA S, SANCHEZ-BALLESTA MT. Anthocyanins: from plant to health. Phytochemistry Reviews 2008; 7: 281-299.

QUAST P. Beitrag zur Charakterisierung anthocyanhaltiger Alterungsprodukte in Buntsäften. Dissertation von der Fakultät für Lebenswissenschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina, Braunschweig, 2008.

REIN M. Copigmentation reactions and color stability of berry anthocyanins. Dissertation University of Helsinki, Departement of Applied Chemistry and Microbiology, Helsinki, 2005.

RIIHINEN KR, KAMAL-ELDIN A, TRRNEN AR. Identification and Quantification of Phenolic Compounds in Berries of *Fragaria* and *Rubus* Species (Family Rosaceae). Journal of Agricultural and Food Chemistry 2004; 52: 6178-6187.

SCHEIBLAUER J. Analyse der Fruchtqualität und des Lagerverhaltens von Erdbeeren aus verschiedenen Produktionssystemen sowie von neuen Erdbeersorten. Dissertation an der Universität für Bodenkultur, Wien, 2007.



SCHERBICHLER H. Einfluss verschiedener Faktoren auf die Farbstabilität von Erdbeernektaren. Diplomarbeit an der Universität Wien, 2008.

SILBEREISEN R, GÖTZ G, HARTMANN W. Obstsortenatlas: Kernobst, Steinobst, Beerenobst, Schalenobst. Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 1996, 345-353.

SOMERS T-C, EVANS M-E. Grape Pigment Phenomena: Interpretation of Major Colour Losses during Vinification. Journal of the Science of Food and Agriculture 1979; 30: 623-633.

SPELLENBERG B, MÜLLER E, SCHULTE E. Erdbeere (*Fragaria x ananassa* duchesne). In: Farbatlas Obstsorten (Fischer M, Hrsg.). Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart, 2003, 227-247.

STICH K, SPORNBERGER A, WEISSINGER R, STEFFEK R. Entwicklung verschiedener Strategien zur Lösung von Problemen mit bodenbürtigen Schaderregern im Gartenbau am Beispiel der Modellkultur Erdbeere. Zwischenbericht des Forschungsprojektes Nr. 100042, Wien, 2006.

ULLRAM T. Einfluss der thermischen Stabilisierung auf die Farbstabilität von fruchtfleischhaltigem Erdbeernektar. Diplomarbeit an der Universität Wien, 2009.

WANG W-D, XU S-Y. Degradation kinetics of anthocyanins in blackberry juice and concentrate. Journal of Food Engineering 2007; 82: 271-275.

WATZL B, RECHKEMMER G. Flavonoide. Ernährungs-Umschau 2001; 48: 499-503.

WATZL B, BRIVIBA K, RECHKEMMER G. Anthocyane. Ernährungs-Umschau 2002; 49: 148-150.

WEISSINGER H, SPORNBERGER A, STEFFEK R, ALTENBURGER J, STICH K. Erdbeeren: Einfluss von Erntetermin und Standort auf die Fruchtqualität. Besseres Obst 2010; 5: 17-21.

## 9 Anhang

### 9.1 Versuchsplan 1

D= Darselect, J= Jubilee, MN= Mieze Nova, M= Mars, S= Symphony, SP= Splendida, SO= Sonata, E= Elsanta, K= Korona, F= Florence

**Tabelle 33: L\*a\*b- Werte und AF von je 10 Erdbeeren, N=3**

Sorte	L*	a*	b*	C*	h°	AF
D	37,91 (±4,79)	33,58 (±3,74)	24,89 (±5,74)	41,96 (±5,72)	36,17 (±5,30)	0,95 (±0,15)
J	30,62 (±3,72)	27,67 (±3,86)	15,61 (±4,36)	31,85 (±5,36)	28,93 (±4,04)	0,96 (±0,11)
MN	29,96 (±2,02)	28,04 (±3,03)	13,53 (±3,08)	31,17 (±4,01)	25,46 (±2,89)	1,11 (±0,09)
M	31,71 (±2,80)	28,54 (±3,70)	15,86 (±3,34)	32,73 (±4,45)	28,87 (±4,09)	1,01 (±0,17)
S	35,78 (±2,50)	35,33 (±2,23)	20,57 (±3,17)	40,95 (±3,12)	30,08 (±3,17)	1,19 (±0,13)
SP	38,33 (±3,36)	36,55 (±2,94)	21,58 (±3,94)	42,54 (±3,88)	30,38 (±4,01)	1,22 (±0,17)
SO	34,42 (±3,28)	31,34 (±4,39)	18,42 (±4,52)	36,43 (±5,79)	30,10 (±3,96)	1,05 (±0,16)
E	37,63 (±3,33)	34,98 (±2,76)	22,59 (±4,39)	41,75 (±4,14)	32,60 (±4,33)	1,09 (±0,14)
K	35,19 (±1,93)	27,67 (±2,90)	17,60 (±2,87)	32,82 (±3,83)	32,31 (±2,52)	0,86 (±0,09)
F	32,81 (±4,62)	31,69 (±3,96)	17,64 (±3,51)	36,31 (±5,02)	28,89 (±2,68)	1,10 (±0,13)

**Tabelle 34: Einzelfarbwerte der Sorte "Darselect"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	25,66	29,1	18,5	34,48	32,45	0,897
	25,19	28,85	18,66	34,36	32,9	0,877
	25,85	29,42	19,38	35,23	33,37	0,882
	25,72	29,72	19,67	35,64	33,49	0,887
Woche 2	27,94	25,62	14,57	29,48	29,63	0,865
	27,79	25,64	14,55	29,48	29,57	0,867
	27,47	26,3	15,41	30,48	30,36	0,866
	27,32	25,98	15,14	30,07	30,23	0,859
Woche 4	27,89	22,4	13,3	26,05	30,71	0,729
	28,58	22,37	13,14	25,94	30,42	0,735
	28,74	22,84	13,73	26,65	31,02	0,736
	28,03	23,02	14,05	26,97	31,39	0,733
Woche 6	28,45	19,89	13,12	23,83	33,41	0,595
	28,23	20,05	13,49	24,17	33,94	0,591
	29,12	20,52	14,03	24,86	34,37	0,597
	28,91	20,41	13,86	24,67	34,17	0,597
Woche 8	30,01	18,3	14,64	23,43	38,66	0,473
	30,13	18,03	14,29	23,01	38,39	0,470
	29,42	19,1	15,03	24,31	38,21	0,500
	29,55	19,07	14,92	24,21	38,03	0,501
Woche 10	28,35	17,26	15,25	23,03	41,46	0,416
	28,2	17,1	15,03	22,77	41,31	0,414
	28,02	16,43	15,08	22,3	42,55	0,386
	27,99	16,24	14,93	22,06	42,61	0,381
Woche 12	27,7	16,34	15,72	22,67	43,89	0,372
	27,45	16,38	15,79	22,76	43,95	0,373
	28,68	16,22	15,83	22,67	44,31	0,366
	28,37	16,27	15,89	22,74	44,34	0,367

**Tabelle 35: Einzelfarbwerte der Sorte "Jubilee"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	26,51	34,10	23,46	41,40	34,53	0,99
	25,37	33,64	22,99	40,75	34,35	0,98
	26,85	34,79	24,76	42,70	35,44	0,98
	25,75	34,17	23,93	41,71	35,00	0,98
Woche 2	27,41	31,90	21,31	38,36	33,75	0,95
	26,99	31,75	21,34	38,25	33,90	0,94
	26,80	32,24	22,50	39,32	34,92	0,92
	27,03	31,98	21,90	38,76	34,41	0,93
Woche 4	27,33	29,73	21,22	36,52	35,51	0,84
	27,07	29,22	20,51	35,70	35,07	0,83
	26,88	27,77	19,44	33,90	34,99	0,79
	26,56	27,76	19,31	33,82	34,82	0,80
Woche 6	25,94	25,30	18,89	31,58	36,74	0,69
	26,00	25,35	19,29	31,85	37,27	0,68
	26,29	25,19	19,36	31,76	37,54	0,67
	26,26	24,91	18,81	31,21	37,06	0,67
Woche 8	27,22	21,39	17,72	27,77	39,65	0,54
	27,16	21,56	18,11	28,16	40,04	0,54
	26,08	23,16	18,81	29,84	39,08	0,59
	25,89	23,09	18,80	29,77	39,15	0,59
Woche 10	25,51	19,03	17,35	25,75	42,36	0,45
	25,13	18,98	17,25	25,65	42,26	0,45
	26,17	19,97	18,78	27,41	43,24	0,46
	25,87	19,80	18,56	27,14	43,15	0,46
Woche 12	26,15	20,25	19,74	28,28	44,28	0,46
	26,20	20,32	19,94	28,47	44,46	0,46
	24,36	20,44	18,87	27,82	42,70	0,48
	24,11	20,49	19,11	28,02	43,01	0,48
Woche 14	25,27	18,44	18,65	26,22	45,31	0,41
	24,89	18,59	18,90	26,51	45,47	0,41
	24,37	18,52	18,67	26,29	45,24	0,41
	24,34	18,38	18,60	26,15	45,33	0,41
Woche 16	22,46	16,20	17,44	23,81	47,11	0,34
	22,47	16,17	17,36	23,72	47,04	0,34
	22,87	18,17	18,13	25,67	44,92	0,40
	22,62	18,18	18,03	25,60	44,77	0,41

**Tabelle 36: Einzelfarbwerte der Sorte "Mieze Nova"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	19,62	31,92	24,45	40,21	37,45	0,85
	18,99	32,93	26,82	42,47	39,17	0,84
	22,52	35,14	29,19	45,68	39,71	0,88
	23,37	34,20	27,32	43,77	38,61	0,89
Woche 2	22,71	32,73	25,78	41,66	38,22	0,86
	21,87	32,45	25,73	41,41	38,41	0,84
	24,36	32,99	25,47	41,68	37,67	0,88
	24,37	32,88	25,10	41,36	37,36	0,88
Woche 4	23,98	29,92	23,40	37,98	38,04	0,79
	23,52	30,09	24,28	38,67	38,90	0,77
	24,23	30,30	24,15	38,75	38,55	0,79
	24,47	29,94	23,33	37,95	37,92	0,79
Woche 6	24,85	26,18	21,82	34,08	39,81	0,66
	25,19	26,01	21,56	33,79	39,66	0,66
	23,78	28,58	22,61	36,44	38,35	0,75
	23,50	28,59	22,78	36,56	38,56	0,74
Woche 8	26,82	24,23	21,98	32,71	42,21	0,57
	26,64	24,25	22,30	32,94	42,60	0,57
	26,21	23,61	21,65	32,03	42,51	0,56
	26,26	23,69	21,67	32,11	42,44	0,56
Woche 10	27,34	20,52	21,82	29,96	46,76	0,44
	27,06	20,31	21,41	29,52	46,51	0,44
	27,04	21,42	21,88	30,62	45,61	0,47
	26,95	21,60	22,02	30,85	45,54	0,47
Woche 12	25,97	21,77	21,69	30,72	44,89	0,48
	26,07	21,75	21,41	30,52	44,55	0,49
	25,92	21,62	21,32	30,37	44,59	0,48
	25,92	21,66	21,63	30,61	44,95	0,48
Woche 14	27,21	17,32	21,52	27,62	51,18	0,34
	27,11	17,24	21,46	27,52	51,23	0,34
	27,06	17,18	21,33	27,38	51,16	0,34
	27,00	17,09	21,31	27,32	51,28	0,33

**Tabelle 37: Einzelfarbwerte der Sorte "Mars"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	26,82	33,82	22,98	40,89	34,2	0,989
	25,61	34,5	23,33	41,65	34,06	1,013
	25,78	35,09	25,32	43,27	35,81	0,980
	25,45	35,2	24,57	42,93	34,91	1,008
Woche 2	27,49	32,35	21,69	38,95	33,85	0,956
	27,02	32,76	22,51	39,75	34,5	0,950
	26,57	33,06	22,81	40,17	34,6	0,955
	26,16	33,46	23,64	40,96	35,24	0,949
Woche 4	28,04	29,73	20,96	36,38	35,18	0,845
	27,91	29,39	20,51	35,84	34,9	0,842
	26,12	30,72	21,93	37,74	35,53	0,865
	26,52	30,45	21,45	37,25	35,16	0,866
Woche 6	27,75	26,22	19,76	32,83	37	0,709
	27,8	26,15	19,77	32,78	37,09	0,705
	27,33	26,88	20,2	33,63	36,93	0,728
	27,27	26,74	20,09	33,45	36,91	0,724
Woche 8	28,89	23,66	19,58	30,71	39,61	0,597
	28,77	23,47	19,43	30,47	39,61	0,593
	27,73	23,85	19,33	30,7	39,02	0,611
	27,63	23,6	19,11	30,37	39	0,605
Woche 10	29,15	22,8	20,83	30,88	42,42	0,537
	29,18	22,83	20,84	30,91	42,4	0,538
	28,14	21,71	20,02	29,53	42,68	0,509
	28,31	21,77	20,07	29,61	42,67	0,510
Woche 12	28,48	20,36	20,52	28,9	45,23	0,450
	28,37	20,25	20,34	28,71	45,13	0,449
	28,33	22,2	21,08	30,61	43,52	0,510
	28,27	22,09	20,94	30,44	43,48	0,508
Woche 14	26,79	19,1	20,18	27,79	46,58	0,410
	26,76	18,96	19,93	27,51	46,42	0,408
	28,69	20,58	21,01	29,41	45,59	0,451
	28,74	20,55	21,1	29,46	45,75	0,449
Woche 16	27,24	16,75	19,59	25,77	49,46	0,339
	27,07	16,64	19,36	25,52	49,32	0,337
	26,94	17,84	19,74	26,61	47,89	0,373
	26,88	17,79	19,77	26,6	48,02	0,370

**Tabelle 38: Einzelfarbwerte der Sorte "Symphony"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	30,72	34,53	24,11	42,11	34,92	0,99
	30,67	33,01	20,96	39,10	32,41	1,02
	29,47	32,70	20,88	38,80	32,56	1,00
	28,76	33,59	23,01	40,71	34,41	0,98
Woche 2	30,42	31,80	22,21	38,79	34,93	0,91
	29,79	32,36	23,51	40,00	36,00	0,90
	30,95	31,90	22,01	38,75	34,60	0,92
	30,34	32,40	23,49	40,02	35,94	0,90
Woche 4	32,23	26,86	19,71	33,31	36,27	0,74
	31,80	26,83	19,94	33,43	36,62	0,73
	31,84	27,74	20,86	34,71	36,94	0,75
	31,42	27,91	20,63	34,71	36,47	0,77
Woche 6	32,64	24,46	20,19	31,72	39,54	0,62
	32,83	24,22	19,71	31,23	39,14	0,62
	32,65	24,08	19,78	31,16	39,40	0,61
	32,43	24,39	20,25	31,71	39,70	0,61
Woche 8	33,04	20,82	20,59	29,28	44,67	0,47
	32,69	20,73	20,34	29,04	44,45	0,47
	32,92	21,03	20,70	29,51	44,54	0,47
	32,47	20,82	20,41	29,15	44,44	0,47
Woche 10	32,40	17,36	20,02	26,49	49,07	0,35
	32,38	17,20	19,87	26,28	49,13	0,35
	32,08	19,07	20,69	28,14	47,34	0,40
	31,94	18,90	20,50	27,88	47,32	0,40
Woche 12	32,95	15,59	18,95	24,54	50,56	0,31
	32,26	16,00	19,96	25,58	51,29	0,31
	32,94	16,96	20,79	26,83	50,79	0,33
	33,34	16,50	19,63	25,65	49,95	0,33

**Tabelle 39: Einzelfarbwerte der Sorte "Splendida"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	28,09	30,56	20,05	36,55	33,26	0,92
	28,43	29,60	18,18	34,74	31,56	0,94
Woche 2	29,13	26,64	18,51	32,44	34,79	0,77
	29,02	26,03	17,64	31,44	34,13	0,76
Woche 4	28,19	21,58	15,97	26,84	36,50	0,59
	27,98	21,59	16,04	26,90	36,62	0,59
Woche 6	27,79	14,67	13,69	20,07	43,03	0,34
	27,57	14,96	14,05	20,52	43,22	0,35

**Tabelle 40: Einzelfarbwerte der Sorte "Sonata"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	25,91	36,78	27,95	46,20	37,22	0,99
	25,61	37,48	28,90	47,32	37,63	1,00
	25,46	36,25	26,51	44,91	36,18	1,00
	25,24	36,88	28,82	46,80	38,00	0,97
Woche 2	26,66	35,55	26,35	44,25	36,55	0,97
	26,30	35,58	26,48	44,35	36,66	0,97
	26,47	35,65	26,48	44,41	36,60	0,97
	26,11	35,53	26,47	44,31	36,68	0,97
Woche 4	27,16	31,22	22,28	38,35	35,52	0,88
	27,06	30,78	21,45	37,52	34,87	0,88
	27,11	31,52	22,14	38,52	35,09	0,90
	26,71	32,23	23,37	39,81	35,95	0,90
Woche 6	28,53	29,32	21,71	36,49	36,52	0,80
	28,45	29,35	21,82	36,57	36,62	0,80
	27,49	29,32	21,55	36,39	36,32	0,81
	27,54	28,96	21,21	35,90	36,22	0,80
Woche 8	28,22	25,76	20,37	32,84	38,33	0,67
	28,10	25,65	20,14	32,61	38,14	0,67
	27,10	26,66	20,97	33,92	38,19	0,70
	27,49	26,72	20,96	33,96	38,11	0,70
Woche 10	28,50	23,77	19,80	30,94	39,80	0,60
	28,64	23,63	19,79	30,82	39,95	0,59
	28,07	24,97	20,48	32,30	39,36	0,63
	28,10	25,11	20,77	32,59	39,59	0,63
Woche 12	28,48	20,36	20,52	28,90	45,23	0,45
	28,37	20,25	20,34	28,71	45,13	0,45
	28,33	22,20	21,08	30,61	43,52	0,51
	28,27	22,09	20,94	30,44	43,48	0,51
Woche 14	28,60	19,64	18,77	27,17	43,71	0,45
	29,08	19,39	17,92	26,40	42,75	0,45
	28,44	20,95	19,29	28,47	42,64	0,49
	28,81	20,51	18,24	27,45	41,65	0,49
Woche 16	28,49	19,14	18,89	26,89	44,63	0,43
	28,10	19,07	18,67	26,68	44,39	0,43
	27,84	21,14	19,78	28,95	43,09	0,49
	27,85	21,07	19,84	28,94	43,27	0,49
Woche 18	28,35	17,98	18,77	26,00	46,22	0,39
	28,46	18,16	19,06	26,33	46,39	0,39
	26,40	18,76	18,53	26,37	44,66	0,42
	26,38	18,80	18,60	26,44	44,69	0,42
Woche 20	27,87	18,87	19,47	27,12	45,89	0,41
	28,45	18,50	18,46	26,14	44,93	0,41
	27,65	18,05	18,49	25,84	45,69	0,40
	27,06	18,31	18,98	26,37	46,03	0,40
Woche 22	28,02	19,03	19,63	27,34	45,90	0,41
	27,91	18,82	19,03	26,76	45,32	0,42
	27,98	19,21	19,14	27,12	44,89	0,43
	27,77	19,36	19,73	27,64	45,54	0,43
Woche 24	27,59	17,96	19,19	26,29	46,89	0,38
	27,44	17,85	19,15	26,18	47,01	0,38
	27,64	18,54	19,59	26,97	46,58	0,40
	27,54	18,48	19,74	27,04	46,89	0,39



**Tabelle 41: Einzelfarbwerte der Sorte "Elsanta"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	31,31	32,37	21,13	38,66	33,13	0,98
	30,09	32,44	21,52	38,93	33,56	0,97
	29,87	31,64	19,89	37,37	32,15	0,98
	29,73	32,03	21,16	38,39	33,45	0,96
Woche 2	32,52	29,21	18,97	34,83	32,99	0,89
	32,32	29,11	18,85	34,68	32,92	0,88
	32,84	30,29	20,04	36,32	33,49	0,90
	32,74	30,23	19,98	36,24	33,46	0,90
Woche 4	32,52	26,07	18,22	31,81	34,95	0,75
	32,40	25,73	17,82	31,30	34,70	0,74
	33,19	25,23	17,53	30,72	34,79	0,73
	32,99	25,81	18,26	31,62	35,28	0,73
Woche 6	32,85	21,94	17,14	27,84	38,00	0,58
	33,09	21,75	17,11	27,67	38,18	0,57
	33,07	21,13	16,59	26,86	38,14	0,55
	32,85	21,11	16,48	26,78	37,99	0,56
Woche 8	32,88	19,03	17,05	25,56	41,86	0,45
	33,00	18,98	17,08	25,53	41,98	0,45
	32,79	18,97	17,25	25,64	42,27	0,45
	32,79	18,80	17,04	25,38	42,20	0,45
Woche 10	32,33	17,57	17,48	24,78	44,85	0,39
	32,13	17,57	17,43	24,75	44,77	0,39
	33,88	18,98	19,54	27,24	45,83	0,41
	33,52	18,98	19,64	27,31	45,97	0,41
Woche 12	32,46	16,15	17,82	24,05	47,81	0,34
	32,21	16,13	17,91	24,10	47,98	0,34
	31,90	16,50	17,97	24,39	47,45	0,35
	31,90	16,54	18,07	24,50	47,53	0,35

**Tabelle 42: Einzelfarbwerte der Sorte "Korona"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	23,29	37,07	29,14	47,15	38,17	0,97
	23,16	36,80	28,83	46,75	38,07	0,97
	23,15	37,08	29,15	47,17	38,17	0,97
	22,96	37,13	29,26	47,27	38,23	0,97
Woche 2	23,21	34,90	26,21	43,64	36,91	0,95
	23,12	34,85	26,17	43,58	36,90	0,94
	23,07	34,98	26,42	43,84	37,06	0,94
	22,93	34,85	26,10	43,54	36,83	0,95
Woche 4	23,62	32,20	23,24	39,71	35,82	0,90
	23,61	32,18	23,25	39,70	35,85	0,90
	23,66	32,39	23,34	39,93	35,78	0,91
	23,56	32,31	23,40	39,89	35,92	0,90
Woche 6	23,64	28,96	21,05	35,80	36,01	0,80
	23,79	28,81	20,88	35,58	35,93	0,80
	23,58	29,69	21,63	36,73	36,08	0,82
	23,53	29,63	21,58	36,65	36,06	0,82
Woche 8	23,81	26,63	19,54	33,02	36,27	0,73
	23,48	26,94	20,30	33,73	36,99	0,73
	23,35	27,33	20,42	34,11	36,76	0,74
	23,79	27,03	19,84	33,52	36,28	0,75
Woche 10	24,00	24,72	19,30	31,36	37,98	0,65
	23,82	24,75	19,40	31,45	38,09	0,65
	23,11	25,60	19,75	32,33	37,64	0,68
	22,87	25,43	19,53	32,06	37,53	0,68
Woche 12	23,36	23,14	18,85	29,85	39,17	0,59
	23,28	23,00	18,69	29,64	39,10	0,59
	23,66	23,90	19,25	30,68	38,85	0,62
	23,48	23,85	19,20	30,62	38,84	0,61
Woche 14	23,17	22,23	18,22	28,75	39,34	0,57
	23,14	22,23	18,18	28,72	39,28	0,57
	23,70	21,00	17,62	27,41	39,99	0,53
	23,81	21,08	17,70	27,53	40,01	0,53
Woche 16	23,63	21,19	18,25	27,97	40,73	0,52
	23,90	21,26	18,23	28,01	40,62	0,52
	23,51	22,26	18,75	29,11	40,10	0,56
	23,51	22,25	18,64	29,03	39,95	0,56
Woche 18	24,39	21,85	18,32	28,52	39,97	0,55
	24,16	22,05	18,86	29,02	40,54	0,54
Woche 22	23,91	18,45	17,12	25,17	42,85	0,43
	24,04	18,19	16,40	24,49	42,03	0,43
Woche 24	24,41	19,10	18,08	26,30	43,42	0,44
	24,15	18,85	17,56	25,77	42,97	0,44
	23,75	19,78	18,18	26,87	42,59	0,46
	24,08	19,90	18,28	27,03	42,57	0,47

**Tabelle 43: Einzelfarbwerte der Sorte "Florence"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	25,34	36,56	28,10	46,11	37,54	0,97
	24,12	37,97	30,00	48,39	38,31	0,99
	25,02	36,88	28,73	46,75	37,92	0,97
	24,06	37,62	29,59	47,86	38,19	0,99
Woche 2	23,90	35,62	26,88	44,62	37,04	0,96
	23,94	35,47	26,68	44,38	36,96	0,96
	23,93	36,07	27,27	45,22	37,08	0,97
	23,93	36,08	27,32	45,25	37,13	0,97
Woche 4	24,44	33,21	23,75	40,83	35,57	0,93
	24,33	33,22	23,78	40,85	35,60	0,93
	24,42	32,86	23,32	40,29	35,37	0,93
	24,28	32,84	23,53	40,40	35,61	0,92
Woche 6	25,23	30,72	22,14	37,86	35,78	0,86
	24,93	30,64	22,27	37,88	36,01	0,85
	24,63	30,50	21,96	37,58	35,76	0,85
	24,70	30,51	22,08	37,66	35,89	0,85
Woche 8	25,39	27,02	19,40	33,26	35,67	0,76
	25,27	27,19	19,84	33,66	36,11	0,75
	25,24	27,51	19,75	33,87	35,67	0,77
	24,97	27,71	20,41	34,42	36,36	0,76
Woche 10	25,43	25,49	19,42	32,04	37,31	0,68
	25,10	25,41	19,44	31,99	37,42	0,68
	25,20	25,45	19,43	32,02	37,36	0,68
	24,96	25,50	19,58	32,16	37,52	0,68
Woche 12	25,59	23,83	18,86	30,39	38,36	0,62
	25,48	23,68	18,78	30,23	38,41	0,62
	25,49	24,30	19,15	30,94	38,24	0,64
	25,25	24,20	19,02	30,78	38,17	0,63
Woche 14	25,35	22,13	17,75	28,37	38,74	0,57
	25,48	22,08	17,68	28,29	38,68	0,57
	25,77	23,24	18,65	29,80	38,76	0,60
	25,07	23,17	18,61	29,72	38,77	0,60
Woche 16	25,05	23,17	19,11	30,03	39,53	0,59
	24,89	23,08	19,14	29,98	39,67	0,58
	25,22	22,36	18,64	29,12	39,82	0,56
	25,34	22,60	18,85	29,43	39,83	0,57
Woche 18	25,19	21,70	18,28	28,38	40,11	0,54
	25,48	21,73	18,27	28,39	40,06	0,54
	25,47	22,87	18,90	29,67	39,57	0,58
	25,75	22,90	18,94	29,72	39,60	0,58
Woche 20	25,51	20,07	17,63	26,71	41,29	0,49
	25,73	19,92	17,43	26,47	41,18	0,48
	24,81	21,99	18,73	28,89	40,42	0,54
	25,19	21,89	18,51	28,67	40,22	0,54
Woche 22	25,26	21,85	18,88	28,88	40,84	0,54
	25,13	21,85	18,99	28,95	41,00	0,53
	25,15	21,78	18,71	28,71	40,66	0,54
	25,02	21,88	18,74	28,81	40,58	0,54
Woche 24	24,73	21,13	18,57	28,13	41,32	0,51
	24,86	21,19	18,52	28,14	41,16	0,51
	25,32	19,01	17,28	25,69	42,28	0,45
	26,05	19,27	17,55	26,07	42,33	0,46

**Tabelle 44: Respirationswerte von 5 Erdbeeren jeder Sorte, N=2**

Sorte	D	J	MN	M	S	SP	SO	E	K	F
MW ( $\pm$ SD)	52,4 ( $\pm$ 6,0)	365,6 ( $\pm$ 0,5)	54,0 ( $\pm$ 48,8)	58,5 ( $\pm$ 10,9)	198,2 ( $\pm$ 19,3)	114,9 ( $\pm$ 15,6)	65,4 ( $\pm$ 22,5)	36,1 ( $\pm$ 31,1)	72,2 ( $\pm$ 12,2)	86,8 ( $\pm$ 25,3)

**Tabelle 45: Gewicht (g) von 5 Erdbeeren jeder Sorte, N= 2**

Sorte	D	J	MN	M	S	SP	SO	E	K	F
MW ( $\pm$ SD)	80,1 ( $\pm$ 9,4)	54,4 ( $\pm$ 4,4)	56,6 ( $\pm$ 11,1)	120,0 ( $\pm$ 8,4)	52,2 ( $\pm$ 3,2)	71,0 ( $\pm$ 0,8)	75,4 ( $\pm$ 9,8)	48,3 ( $\pm$ 4,2)	58,5 ( $\pm$ 13,9)	107,4 ( $\pm$ 3,8)

**Tabelle 46: AF von 10 Erdbeeren jeder Sorte, N= 3**

Sort	D	J	MN	M	S	SP	SO	E	K	F
MW ( $\pm$ SD )	0,95 ( $\pm$ 0,14 9)	0,96 ( $\pm$ 0,11 4)	1,11 ( $\pm$ 0,08 6)	1,01 ( $\pm$ 0,17 2)	1,19 ( $\pm$ 0,13 )	1,22 ( $\pm$ 0,16 6)	1,05 ( $\pm$ 0,15 8)	1,09 ( $\pm$ 0,14 5)	0,86 ( $\pm$ 0,09 3)	1,10 ( $\pm$ 0,13 1)

**Tabelle 47: Festigkeit (kg/cm<sup>2</sup>) von 10 Erdbeeren jeder Sorte, N=2**

Sorte	D	J	MN	M	S	SP	SO	E	K	F
MW ( $\pm$ SD)	0,6 ( $\pm$ 0,08)	0,3 ( $\pm$ 0,06)	0,4 ( $\pm$ 0,19)	0,5 ( $\pm$ 0,09)	0,3 ( $\pm$ 0,10)	0,4 ( $\pm$ 0,11)	0,8 ( $\pm$ 0,24)	0,5 ( $\pm$ 0,31)	0,4 ( $\pm$ 0,15)	0,6 ( $\pm$ 0,14)

**Tabelle 48: Proteingehalt ( $\mu$ l/ 10 $\mu$ l Probe) von 8 Sorten**

Sorte	D	J	MN	M	S	E	K	F
MW ( $\pm$ SD)	0,85 ( $\pm$ 0,13)	0,95 ( $\pm$ 0,36)	0,73 ( $\pm$ 0,24)	1,01 ( $\pm$ 0,16)	0,51 ( $\pm$ 0,08)	0,62 ( $\pm$ 0,10)	0,45 ( $\pm$ 0,07)	0,05 ( $\pm$ 0,07)

## 9.2 Versuchsplan 2

**Tabelle 49: Einzelfarbwerte und Trübung mit und ohne Zusatz an Quercetin-3-glucosid zu Erdbeersaft**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF	Trübung
Woche 0 Q3G0	44,44	67,28	74,67	100,51	47,98	1,40	2,8
	44,50	67,37	74,83	100,69	48,00	1,40	2,8
	44,68	67,25	74,70	100,51	48,00	1,40	2,9
	44,78	67,35	74,80	100,65	48,00	1,40	2,8
Woche 0 Q3G1	44,47	67,42	74,82	100,72	47,98	1,41	2,8
	44,44	67,31	74,73	100,57	47,99	1,40	2,7
	44,47	67,36	74,69	100,57	47,95	1,40	2,6
	44,41	67,27	74,52	100,40	47,93	1,40	2,5
Woche 0 Q3G2	43,42	67,25	73,37	99,53	47,49	1,42	6,4
	43,49	67,34	73,45	99,64	47,49	1,42	6,3
	43,49	67,34	73,58	99,74	47,54	1,42	6,0
	43,44	67,28	73,46	99,62	47,51	1,42	6,2
Woche 0 Q3G3	38,81	65,41	66,35	93,17	45,41	1,44	17,1
	38,87	65,48	66,50	93,33	45,44	1,44	17,2
	38,46	65,31	65,94	92,81	45,27	1,44	18,0
	38,52	65,37	66,05	92,93	45,29	1,44	17,6
Woche 2 Q3G0	43,63	64,85	71,82	96,77	47,92	1,35	2,3
	43,67	64,86	71,90	96,84	47,95	1,35	2,0
	43,78	65,79	73,14	98,37	48,03	1,37	2,2
	43,77	65,81	73,11	98,37	48,01	1,37	2,3
Woche 2 Q3G1	43,41	65,48	72,51	97,70	47,91	1,37	2,2
	43,41	65,44	72,44	97,62	47,90	1,37	2,2
	43,22	64,67	71,03	96,06	47,69	1,36	2,2
	43,23	64,69	70,95	96,01	47,64	1,36	2,2
Woche 2 Q3G2	42,64	65,60	71,65	97,15	47,52	1,38	5,1
	42,61	65,66	71,68	97,21	47,51	1,38	5,1
	42,48	65,15	71,03	96,38	47,47	1,37	5,3
	42,47	65,17	71,07	96,43	47,48	1,37	5,2
Woche 2 Q3G3	38,30	63,10	64,86	90,49	45,79	1,38	19,0
	38,31	63,13	64,77	90,45	45,74	1,38	19,0
	38,07	63,97	64,97	91,18	45,45	1,41	19,0
	38,05	63,95	64,93	91,13	45,44	1,41	19,0
Woche 4 Q3G0	45,10	60,64	69,93	92,56	49,07	1,24	2,5
	45,13	60,66	69,99	92,62	49,09	1,24	2,4
	42,36	62,43	70,99	94,54	48,67	1,28	2,5
	42,36	62,45	71,06	94,60	48,69	1,28	2,5
Woche 4 Q3G1	42,81	61,96	71,32	94,47	49,02	1,26	2,6
	42,84	62,01	71,17	94,39	48,94	1,27	2,5
	45,57	60,29	70,20	92,53	49,34	1,22	2,6
	43,82	61,42	71,40	94,18	49,30	1,25	2,6
Woche 4 Q3G2	41,42	61,59	69,32	92,73	48,38	1,27	6,0
	41,42	61,63	69,29	92,74	48,35	1,27	5,9
	43,50	62,17	71,27	94,57	48,90	1,27	5,8
	43,51	62,18	71,38	94,67	48,94	1,27	5,8
Woche 4 Q3G3	37,75	60,43	63,94	87,98	46,62	1,30	19,0
	37,77	60,50	63,98	88,05	46,60	1,30	19,0
	37,34	60,49	63,48	87,69	46,38	1,30	20,0
	37,36	60,53	63,56	87,77	46,40	1,30	20,0
Woche 8 Q3G0	38,93	59,19	66,74	89,21	48,43	1,22	2,2
	38,90	59,17	66,73	89,18	48,44	1,22	2,2
Woche 8 Q3G1	40,37	60,17	69,10	91,63	48,95	1,23	2,1
	40,37	60,17	69,13	91,65	48,97	1,23	2,1
Woche 8	40,15	63,21	68,92	93,52	47,48	1,33	4,8

Q3G2	40,11	63,20	68,77	93,40	47,42	1,33	4,9
Woche 8	37,95	57,00	63,88	85,61	48,26	1,18	21,0
Q3G3	37,98	56,91	63,89	85,56	48,30	1,18	20,0
Woche 12	37,00	56,13	63,31	84,61	48,44	1,16	2,0
Q3G0	36,95	56,09	63,26	84,54	48,44	1,16	2,0
Woche 12	35,70	55,48	61,10	82,53	47,76	1,16	2,3
Q3G1	35,70	55,55	61,18	82,64	47,76	1,16	2,2
Woche 12	41,12	56,32	68,48	88,66	50,56	1,11	5,3
Q3G2	41,14	56,38	68,51	88,73	50,54	1,12	5,3
Woche 12	32,82	56,00	56,35	79,44	45,18	1,24	20,0
Q3G3	32,79	56,02	56,32	79,43	45,15	1,24	20,0
Woche 18	42,29	52,87	69,55	87,36	52,76	1,00	4,9
Q3G0	42,35	52,94	69,51	87,37	52,71	1,00	4,0
Woche 18	38,60	60,31	66,21	89,56	47,67	1,27	2,3
Q3G1	38,59	60,34	66,05	89,46	47,58	1,27	2,2
Woche 18	35,45	55,70	60,88	82,52	47,54	1,17	5,2
Q3G2	35,46	55,68	60,89	82,51	47,56	1,17	5,0
Woche 18	31,03	52,23	53,31	74,63	45,59	1,15	16,3
Q3G3	31,07	52,27	53,38	74,71	45,60	1,15	16,2

**Tabelle 50: Einzelfarbwerte und Trübung mit und ohne Zusatz an Quercetin-Monohydrat zu Erdbeersaft (\*= filtriert)**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF	Trübung
Woche 0	44,97	67,43	75,31	101,08	48,16	1,40	2,7
QM0	44,92	67,42	75,35	101,11	48,18	1,40	2,8
	45,01	67,44	75,18	100,99	48,11	1,40	2,5
	45,00	67,43	75,27	101,05	48,14	1,40	2,4
Woche 0	44,83	67,50	75,31	101,13	48,13	1,40	2,4
QM1	44,77	67,49	75,15	101,01	48,07	1,40	2,4
	44,69	67,48	75,26	101,08	48,12	1,40	2,4
	44,64	67,47	75,23	101,05	48,11	1,40	2,4
Woche 0	42,99	67,70	72,86	99,46	47,10	1,44	2,6
QM2	43,01	67,73	72,77	99,41	47,06	1,44	2,8
	43,14	67,69	72,93	99,50	47,14	1,44	2,7
	43,09	67,65	72,81	99,39	47,10	1,44	2,7
Woche 0	12,03	35,96	20,64	41,46	29,86	1,20	566,0
QM3	12,17	36,04	20,91	41,67	30,12	1,20	564,0
	16,71	42,12	28,71	50,98	34,28	1,23	440,0
	16,68	42,05	28,68	50,90	34,29	1,23	453,0
Woche 2	43,86	64,69	72,05	96,83	48,08	1,35	3,6
QM0	43,90	64,75	72,06	96,88	48,06	1,35	3,5
	43,85	64,50	71,06	95,97	47,77	1,35	3,7
	43,81	64,46	71,12	95,98	47,81	1,35	3,7
Woche 2	43,72	65,72	72,97	98,20	47,99	1,37	3,7
QM1	43,75	65,78	73,03	98,29	47,99	1,37	3,6
	43,66	65,57	72,66	97,87	47,94	1,37	3,5
	43,61	65,52	72,61	97,80	47,94	1,37	3,6
Woche 2	42,05	65,60	70,35	96,19	47,00	1,40	3,9
QM2	41,99	65,57	70,32	96,14	47,00	1,40	4,0
	41,69	64,78	69,49	95,00	47,01	1,38	6,3
	41,64	64,76	69,55	95,03	47,04	1,38	6,5
Woche 2	4,95	24,46	8,53	25,90	19,22	1,27	622,0
QM3	5,27	25,39	9,09	26,97	19,70	1,29	702,0
	2,88	15,91	4,96	16,66	17,31	0,92	717,0
	2,82	15,58	4,86	16,32	17,32	0,90	770,0
Woche 4	42,94	64,98	72,93	97,68	48,30	1,35	2,0
QM0	42,94	64,99	73,10	97,81	48,36	1,34	2,0

	44,72	60,47	70,26	92,70	49,28	1,23	2,3
	44,78	60,42	70,33	92,72	49,33	1,22	2,4
Woche 4	42,74	63,46	72,14	96,08	48,66	1,30	2,0
QM1	42,71	63,50	72,18	96,13	48,66	1,30	2,0
	42,89	63,03	71,88	95,60	48,75	1,29	2,3
	42,71	63,30	71,88	95,78	48,63	1,30	2,2
Woche 4	42,71	62,59	70,21	94,06	48,28	1,30	2,9
QM2	42,72	62,58	70,21	94,05	48,29	1,30	2,8
	36,13	57,09	61,02	83,56	46,91	1,22	75,0
	36,02	56,95	60,85	83,34	46,89	1,21	59,0
Woche 4	2,37	13,36	3,96	13,93	16,50	0,81	947,0
QM3	2,49	13,82	4,21	14,45	16,95	0,82	932,0
	1,96	11,05	3,37	11,55	16,95	0,65	893,0
	1,85	10,61	3,08	11,05	16,21	0,65	889,0
Woche 4	42,01	62,49	70,64	94,31	48,50	1,29	2,5
QM3*	42,01	62,49	70,80	94,43	48,57	1,29	2,4
Woche 8	43,80	55,80	69,87	89,42	51,39	1,09	2,4
QM0	43,79	55,84	69,76	89,36	51,32	1,09	2,5
Woche 8	38,42	58,63	65,79	88,13	48,29	1,21	2,2
QM1	38,35	58,66	65,78	88,14	48,27	1,22	2,3
Woche 8	38,01	57,56	64,70	86,60	48,34	1,19	2,8
QM2	38,02	57,55	64,86	86,71	48,42	1,19	2,8
Woche 8	4,56	22,16	7,85	23,51	19,51	1,14	541,0
QM3	4,59	22,13	7,83	23,47	19,49	1,14	545,0
Woche 8	40,11	58,63	68,47	90,15	49,43	1,19	2,2
QM3*	40,14	58,70	68,47	90,19	49,40	1,19	2,2
Woche 12	38,92	58,64	66,87	88,94	48,75	1,20	2,1
QM0	38,90	58,62	66,64	88,75	48,66	1,20	2,1
Woche 12	42,46	54,73	69,16	88,20	51,65	1,06	2,9
QM1	42,50	54,77	69,10	88,18	51,60	1,06	2,7
Woche 12	37,24	57,88	64,08	86,35	47,91	1,21	2,9
QM2	37,21	57,88	63,85	86,18	47,81	1,21	2,9
Woche 12	2,25	11,81	3,87	12,42	18,16	0,65	774,0
QM3	2,25	11,51	3,83	12,13	18,39	0,63	671,0
Woche 12	45,85	53,21	72,38	89,83	53,68	0,99	1,5
QM3*	45,85	53,24	72,45	89,91	53,69	0,99	1,5
Woche 18	42,27	53,35	69,77	87,83	52,59	1,01	3,1
QM0	42,30	53,35	69,55	87,65	52,51	1,02	3,0
Woche 18	41,71	53,63	68,68	87,14	52,01	1,03	3,7
QM1	41,73	53,66	68,59	87,09	51,96	1,03	3,7
Woche 18	36,51	57,32	62,65	84,91	47,54	1,21	2,9
QM2	36,50	57,32	62,71	84,96	47,57	1,20	0,9
Woche 18	2,69	14,12	4,63	14,86	18,17	0,78	503,0
QM3	2,76	14,59	4,66	15,31	17,71	0,82	492,0
Woche 18	36,68	56,16	62,90	84,33	48,24	1,16	3,1
QM3*	36,78	56,29	62,97	84,46	48,21	1,17	3,1

### 9.3 Versuchsplan 3

**Tabelle 51: Einzelfarbwerte vom Nektar ohne Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	23,60	36,40	29,17	46,64	38,71	0,94
	23,54	36,41	29,13	46,63	38,66	0,94
	23,05	35,90	28,60	45,90	38,54	0,93
	23,09	36,05	28,65	46,05	38,48	0,94
Woche 2	23,91	33,18	23,70	40,78	35,54	0,93
	24,16	32,16	21,95	38,93	34,32	0,94
	24,02	32,24	22,00	39,03	34,31	0,94
	23,46	33,21	23,86	40,89	35,70	0,93
Woche 4	23,59	31,26	21,45	37,91	34,46	0,91
	23,31	31,06	21,40	37,71	34,56	0,90
	23,49	31,11	21,43	37,77	34,56	0,90
	23,42	31,12	21,38	37,76	34,49	0,90
Woche 6	23,69	28,74	19,45	34,70	34,08	0,84
	23,84	28,76	19,49	34,74	34,12	0,84
	23,48	28,78	19,73	34,90	34,44	0,84
	23,46	28,78	19,83	34,95	34,57	0,83
Woche 10	23,84	25,93	18,12	31,63	34,94	0,74
	23,72	25,69	17,86	31,29	34,80	0,74
	23,98	25,77	17,89	31,37	34,77	0,74
	24,52	26,04	18,18	31,76	34,92	0,75
Woche 14	25,03	25,17	18,07	30,98	35,67	0,71
	24,54	25,28	18,18	31,14	35,73	0,71
	23,65	23,70	16,60	28,94	35,01	0,68
	23,64	23,61	16,53	28,83	35,00	0,67
Woche 18	23,86	22,23	15,84	27,30	35,48	0,63
	23,89	22,36	16,11	27,56	35,77	0,63
	23,67	22,48	16,10	27,65	35,61	0,63
	23,64	22,41	16,02	27,55	35,55	0,63

**Tabelle 52: Einzelfarbwerte vom Nektar mit Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	22,19	34,38	26,77	43,58	37,91	0,91
	21,91	34,14	26,53	43,23	37,85	0,90
	22,30	34,39	26,95	43,69	38,09	0,90
	22,15	34,15	26,53	43,24	37,84	0,90
Woche 2	22,25	32,32	22,80	39,55	35,19	0,92
	22,80	31,01	20,51	37,18	33,47	0,93
	21,79	32,27	22,81	39,51	35,25	0,92
	22,55	31,24	20,80	37,53	33,66	0,93
Woche 4	21,66	31,04	20,40	37,14	33,31	0,93
	21,61	31,02	20,49	37,18	33,45	0,93
	22,46	30,90	20,09	36,85	33,03	0,94
	22,09	30,84	20,08	36,80	33,07	0,93
Woche 6	21,95	30,08	18,87	35,51	32,10	0,94
	21,71	29,89	18,61	35,21	31,91	0,94
	21,40	30,70	19,46	36,35	32,37	0,95
	21,36	30,54	19,13	36,04	32,06	0,95
Woche 10	21,82	28,79	16,60	33,23	29,96	0,96
	21,63	28,91	16,69	33,38	30,00	0,96
	22,23	28,15	15,92	32,34	29,49	0,95
	22,45	28,25	15,92	32,43	29,41	0,96
Woche 14	21,79	27,72	15,05	31,54	28,49	0,97
	21,83	27,69	14,97	31,48	28,40	0,98
	22,68	27,32	14,77	31,05	28,40	0,96
	22,71	27,33	14,72	31,04	28,31	0,97
Woche 18	22,18	26,43	14,13	29,98	28,13	0,94
	22,17	26,22	13,93	29,69	27,98	0,94
	22,42	26,60	13,89	30,01	27,57	0,96
	22,49	26,74	13,97	30,17	27,59	0,97



**Tabelle 53: Einzelfarbwerte vom Saft ohne Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	36,16	66,90	62,24	91,37	42,93	1,56
	36,18	66,91	62,28	91,41	42,95	1,56
Woche 2	35,96	66,06	61,91	90,54	43,14	1,53
	35,98	66,05	61,76	90,42	43,08	1,53
Woche 4	33,73	62,49	57,97	85,24	42,85	1,46
	33,77	62,53	58,13	85,38	42,92	1,46
Woche 6	31,80	59,61	54,75	80,93	42,57	1,40
	31,77	59,56	54,66	80,84	42,55	1,40
Woche 10	29,08	53,41	50,03	73,18	43,13	1,24
	28,99	53,35	49,92	73,06	43,10	1,24
Woche 14	31,50	48,67	54,05	72,73	48,00	1,01
	31,53	48,71	54,11	72,80	48,01	1,01
Woche 18	26,44	53,04	45,52	69,89	40,64	1,31
	26,39	52,98	45,42	69,79	40,61	1,30

**Tabelle 54: Einzelfarbwerte vom Saft mit Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	36,36	66,98	62,49	91,60	43,01	1,56
	36,38	66,97	62,53	91,62	43,04	1,56
Woche 2	34,94	65,82	60,07	89,11	42,39	1,55
	34,92	65,79	60,10	89,11	42,41	1,55
Woche 4	33,40	64,37	57,41	86,26	41,73	1,54
	33,45	64,41	57,58	86,39	41,80	1,54
Woche 6	32,31	63,28	55,60	84,24	41,30	1,53
	32,30	63,29	55,68	84,30	41,34	1,53
Woche 10	30,65	61,57	52,75	81,08	40,59	1,52
	30,65	61,62	52,74	81,10	40,56	1,52
Woche 14	30,07	61,09	51,75	80,06	40,27	1,52
	30,05	61,08	51,74	80,05	40,27	1,52
Woche 18	29,41	60,33	50,63	78,76	40,00	1,51
	29,40	60,31	50,59	78,71	39,99	1,51

**Tabelle 55: Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft ohne Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	45,93	68,73	79,00	104,72	48,98	1,40
Woche 2	48,49	64,72	83,02	105,27	52,06	1,24
Woche 4	54,20	50,05	76,17	91,14	56,69	0,88
Woche 6	55,63	46,03	75,94	88,80	58,78	0,78
Woche 8	56,71	41,92	84,19	94,05	63,53	0,66
Woche 10	45,84	46,37	75,54	88,64	58,46	0,79
Woche 12	53,62	40,99	83,22	92,76	63,78	0,64

**Tabelle 56: Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft mit Inhibitor**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	45,82	68,65	78,79	104,50	48,93	1,40
Woche 2	49,95	63,34	83,98	105,19	52,97	1,20
Woche 4	53,71	55,27	81,74	98,67	55,94	0,99
Woche 6	56,33	49,26	80,56	94,43	58,56	0,84
Woche 8	57,57	45,61	81,60	93,48	60,80	0,75
Woche 10	58,03	43,53	82,77	93,52	62,26	0,70
Woche 12	60,71	39,78	86,25	94,99	65,24	0,61

**Tabelle 57: Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft ohne Inhibitor (Lico 200, Dr. Lange, DL)**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	88,30	20,50	17,50	26,95	0,71	29,01
	88,30	20,60	17,60	27,09	0,71	29,14
Woche 2	92,50	11,30	11,90	16,41	0,81	13,93
	92,50	11,30	11,90	16,41	0,81	13,93
Woche 4	96,20	3,10	7,90	8,49	1,20	2,59
	96,00	3,20	8,00	8,62	1,19	2,69
Woche 6	96,30	2,00	8,30	8,54	1,33	1,50
	96,30	2,00	8,20	8,44	1,33	1,50
Woche 8	96,90	0,70	9,90	9,92	1,50	0,47
	96,80	0,70	10,00	10,02	1,50	0,47
Woche 10	94,60	1,50	12,00	12,09	1,45	1,04
	95,10	1,50	11,90	11,99	1,45	1,04
Woche 12	95,70	0,50	10,90	10,91	1,52	0,33
	95,70	0,50	10,90	10,91	1,52	0,33

**Tabelle 58: Einzelfarbwerte vom ultrafiltrierten Saft mit Inhibitor (Lico 200, Dr. Lange, DL)**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	89,10	19,30	16,10	25,13	0,70	27,76
	89,10	19,30	16,10	25,13	0,70	27,76
Woche 2	93,50	9,30	10,10	13,73	0,83	11,25
	93,50	9,40	10,00	13,72	0,82	11,52
Woche 4	95,40	4,20	8,60	9,57	1,12	3,76
	95,60	4,30	8,60	9,62	1,11	3,88
Woche 6	96,40	2,50	8,60	8,96	1,29	1,94
	96,40	2,50	8,60	8,91	1,29	1,94
Woche 8	96,90	1,50	9,00	9,12	1,41	1,07
	96,80	1,60	9,00	9,14	1,39	1,15
Woche 10	96,60	1,20	9,20	9,28	1,44	0,83
	96,60	1,20	9,10	9,18	1,44	0,83
Woche 12	96,90	0,50	9,80	9,81	1,52	0,33
	96,80	0,50	9,80	9,81	1,52	0,33

**Tabelle 59: Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure**

Produkt	Woche 0	Woche 6
Nektar ohne Inhibitor	0,35 ( $\pm 0,07$ )	0,30 ( $\pm 0,00$ )
Nektar mit Inhibitor	0,33 ( $\pm 0,21$ )	0,31 ( $\pm 0,00$ )
Saft ohne Inhibitor	0,51 ( $\pm 0,00$ )	0,52 ( $\pm 0,07$ )
Saft mit Inhibitor	0,50 ( $\pm 0,14$ )	0,51 ( $\pm 0,07$ )
Saft ultrafiltriert ohne Inhibitor	0,30 ( $\pm 0,07$ )	0,23 ( $\pm 0,00$ )
Saft ultrafiltriert mit Inhibitor	0,29 ( $\pm 0,00$ )	0,24 ( $\pm 0,00$ )

## 9.4 Versuchsplan 4

**Tabelle 60: Einzelfarbwerte Nektar "Darselect"**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	31,08	32,06	20,12	37,84	32,11	1,00
	30,95	31,94	20,24	37,81	32,36	0,99
	31,17	31,43	19,29	36,88	31,53	1,00
	30,98	31,21	19,09	36,59	31,45	0,99
Woche 2	32,22	29,18	18,85	34,74	32,86	0,89
	31,91	29,05	18,74	34,57	32,84	0,88
	32,45	27,23	16,91	32,06	31,84	0,86
	32,25	27,20	16,72	31,93	31,58	0,86
Woche 4	32,85	23,82	16,31	28,87	34,40	0,69
	32,90	23,86	16,21	28,85	34,19	0,70
	33,06	22,74	15,14	27,32	33,66	0,68
	33,16	22,76	14,96	27,24	33,32	0,68
Woche 6	33,51	22,51	17,58	28,56	37,99	0,59
	33,55	22,57	17,55	28,59	37,88	0,60
	34,40	22,67	17,82	28,83	38,18	0,59
	34,41	22,68	17,74	28,79	38,02	0,60
Woche 8	35,08	21,69	19,58	29,22	42,08	0,52
	35,08	22,05	19,87	29,68	42,02	0,52
	33,46	19,31	17,20	25,86	41,68	0,46
	33,43	19,35	17,21	25,90	41,65	0,46
Woche 10	34,03	15,84	15,95	22,48	45,20	0,35
	34,33	15,79	15,90	22,41	45,19	0,35
	34,13	16,19	16,28	22,96	45,16	0,36
	34,24	16,15	16,17	22,85	45,03	0,36

**Tabelle 61: Einzelfarbwerte Konzentrat**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	37,19	62,83	64,05	89,72	45,55	1,38
Methode B	37,18	62,84	64,10	89,76	45,57	1,38
	37,02	62,85	63,73	89,51	45,40	1,38
	37,01	62,84	63,73	89,50	45,40	1,38
Woche 0	17,78	49,85	30,66	58,52	31,59	1,58
Methode A	17,77	49,84	30,64	58,50	31,58	1,58
	17,74	49,79	30,58	58,43	31,56	1,58
	17,72	49,77	30,56	58,40	31,55	1,58
Woche 0	0,93	6,68	1,61	6,87	13,55	0,49
Methode C	0,93	6,67	1,61	6,86	13,54	0,49
	0,92	6,59	1,59	6,78	13,54	0,49
	0,91	6,54	1,58	6,73	13,54	0,48
Woche 6	0,02	0,16	0,04	0,16	12,95	0,01
Methode C	0,02	0,17	0,03	0,17	10,73	0,02
	0,02	0,15	0,04	0,15	13,30	0,01
	0,02	0,15	0,03	0,16	10,44	0,01
Woche 6	4,88	28,28	8,41	29,51	16,55	1,71
Methode A	4,65	27,39	8,00	28,54	16,28	1,68
	4,57	27,05	7,87	28,17	16,21	1,67
	4,08	24,87	7,02	25,84	15,76	1,58
Woche 6	24,53	46,90	42,22	63,10	42,00	1,12
Methode B	24,11	46,60	41,49	62,39	41,68	1,12
	24,40	46,72	42,07	62,87	42,00	1,11
	24,18	46,50	41,68	62,44	41,87	1,11
Woche 12	0,02	0,16	-0,03	0,16	347,65	0,00
Methode C	0,01	0,10	0,02	0,10	9,54	0,01
	0,05	0,17	-0,02	0,17	352,18	0,00
	0,05	0,14	0,06	0,16	24,06	0,01
Woche 12	0,87	5,66	1,50	5,86	14,83	0,38
Methode A	0,87	5,66	1,42	5,83	14,12	0,40
	0,91	5,86	1,56	6,06	14,92	0,39
	0,90	5,85	1,55	6,06	14,83	0,39
Woche 12	17,61	39,56	30,35	49,86	37,50	1,05
Methode B	17,23	39,34	29,70	49,29	37,05	1,06
	15,46	37,46	26,56	45,92	35,34	1,06
	15,42	37,41	26,58	45,89	35,39	1,06

**Tabelle 62: Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Nektar "Darselect" Woche 0 bis Woche 10, N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 512 nm	Faktor A
Woche 0	0,03 ( $\pm 0,002$ )	0,06 ( $\pm 0,003$ )	1,90 ( $\pm 0,051$ )
Woche 2	0,03 ( $\pm 0,002$ )	0,04 ( $\pm 0,001$ )	1,72 ( $\pm 0,118$ )
Woche 4	0,02 ( $\pm 0,001$ )	0,03 ( $\pm 0,001$ )	1,50 ( $\pm 0,083$ )
Woche 6	0,02 ( $\pm 0,001$ )	0,03 ( $\pm 0,001$ )	1,48 ( $\pm 0,042$ )
Woche 8	0,01 ( $\pm 0,001$ )	0,02 ( $\pm 0,001$ )	1,41 ( $\pm 0,070$ )
Woche 10	0,01 ( $\pm 0,001$ )	0,02 ( $\pm 0,001$ )	1,30 ( $\pm 0,134$ )

**Tabelle 63: Extinktion bei 420 nm und 512 nm sowie der Faktor A beim Konzentrat (verdünnt auf 18°Brix), N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 512 nm	Faktor A
Woche 0	0,15 ( $\pm 0,002$ )	0,23 ( $\pm 0,004$ )	1,53 ( $\pm 0,017$ )
Woche 6	0,11 ( $\pm 0,002$ )	0,08 ( $\pm 0,002$ )	0,71 ( $\pm 0,008$ )
Woche 12	0,11 ( $\pm 0,002$ )	0,07 ( $\pm 0,001$ )	0,63 ( $\pm 0,005$ )

**Tabelle 64: Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Nektar "Darselect", N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 520 nm	Intensität	Faktor B
Woche 0	0,53 ( $\pm 0,029$ )	0,81 ( $\pm 0,018$ )	1,62 ( $\pm 0,036$ )	1,54 ( $\pm 0,052$ )
Woche 2	0,48 ( $\pm 0,054$ )	0,61 ( $\pm 0,036$ )	1,23 ( $\pm 0,072$ )	1,28 ( $\pm 0,069$ )
Woche 4	0,46 ( $\pm 0,021$ )	0,57 ( $\pm 0,027$ )	0,76 ( $\pm 0,035$ )	1,25 ( $\pm 0,010$ )
Woche 6	0,57 ( $\pm 0,011$ )	0,66 ( $\pm 0,012$ )	0,66 ( $\pm 0,012$ )	1,16 ( $\pm 0,006$ )
Woche 8	0,51 ( $\pm 0,007$ )	0,51 ( $\pm 0,016$ )	0,51 ( $\pm 0,016$ )	1,01 ( $\pm 0,017$ )
Woche 10	0,52 ( $\pm 0,021$ )	0,42 ( $\pm 0,014$ )	0,42 ( $\pm 0,014$ )	0,81 ( $\pm 0,010$ )

**Tabelle 65: Extinktion bei 420 nm und 520 nm sowie Intensität und Faktor B beim Konzentrat (verdünnt auf 7°Brix), N=4**

Messzeitpunkt	E bei 420 nm	E bei 520 nm	Intensität	Faktor B
Woche 0	0,72 ( $\pm 0,007$ )	0,58 ( $\pm 0,007$ )	2,33 ( $\pm 0,026$ )	0,81 ( $\pm 0,006$ )
Woche 6	1,47 ( $\pm 0,008$ )	0,74 ( $\pm 0,005$ )	1,49 ( $\pm 0,011$ )	0,50 ( $\pm 0,005$ )
Woche 12	1,33 ( $\pm 0,015$ )	0,63 ( $\pm 0,007$ )	1,26 ( $\pm 0,014$ )	0,48 ( $\pm 0,006$ )

**Tabelle 66: Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Nektar "Darselect" (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2)**

Messzeitpunkt	unfiltriert			filtriert			TE/F	Faktor C
	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm		
Woche 0	2,36 ( $\pm 0,016$ )	2,24 ( $\pm 0,005$ )	0,94 ( $\pm 0,002$ )	0,51 ( $\pm 0,004$ )	0,51 ( $\pm 0,004$ )	0,02 ( $\pm 0,002$ )	7,9 ( $\pm 0,35$ )	1,69 ( $\pm 0,021$ )
Woche 2	2,26 ( $\pm 0,140$ )	1,95 ( $\pm 0,132$ )	0,92 ( $\pm 0,114$ )	0,42 ( $\pm 0,002$ )	0,42 ( $\pm 0,002$ )	0,02 ( $\pm 0,001$ )	9,6 ( $\pm 0,42$ )	1,50 ( $\pm 0,000$ )
Woche 4	0,91 ( $\pm 0,245$ )	0,79 ( $\pm 0,164$ )	0,23 ( $\pm 0,106$ )	0,30 ( $\pm 0,001$ )	0,30 ( $\pm 0,001$ )	0,01 ( $\pm 0,001$ )	12,2 ( $\pm 0,78$ )	1,37 ( $\pm 0,007$ )
Woche 6	0,82 ( $\pm 0,000$ )	0,68 ( $\pm 0,001$ )	0,19 ( $\pm 0,002$ )	0,27 ( $\pm 0,009$ )	0,27 ( $\pm 0,009$ )	0,01 ( $\pm 0,001$ )	7,4 ( $\pm 0,07$ )	1,29 ( $\pm 0,021$ )
Woche 8	0,77 ( $\pm 0,016$ )	0,59 ( $\pm 0,014$ )	0,19 ( $\pm 0,003$ )	0,22 ( $\pm 0,006$ )	0,22 ( $\pm 0,006$ )	0,01 ( $\pm 0,000$ )	9,3 ( $\pm 0,21$ )	1,17 ( $\pm 0,021$ )
Woche 10	0,76 ( $\pm 0,004$ )	0,53 ( $\pm 0,005$ )	0,19 ( $\pm 0,002$ )	0,20 ( $\pm 0,001$ )	0,20 ( $\pm 0,001$ )	0,02 ( $\pm 0,004$ )	15,0 ( $\pm 0,21$ )	0,96 ( $\pm 0,014$ )

**Tabelle 67: Extinktion bei 430 nm, 520 nm und 620 nm sowie Trübung (TE/F) und Faktor C beim Konzentrat (unfiltriert: N=4, filtriert: N=2)**

	unfiltriert			filtriert				
Messzeit- punkt	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	E bei 430 nm	E bei 520 nm	E bei 620 nm	TE/F	Faktor C
Woche 0	2,99 (±0,000)	3,00 (±0,000)	1,00 (±0,004)	2,99 (±0,000)	3,00 (±0,000)	1,04 (±0,005)	1,2 (±0,00)	1,00 (±0,000)
Woche 6	3,01 (±0,000)	3,02 (±0,000)	1,58 (±0,053)	3,01 (±0,000)	3,02 (±0,000)	1,56 (±0,002)	1,1 (±0,00)	1,01 (±0,000)
Woche 12	3,00 (±0,000)	3,01 (±0,000)	1,72 (±0,050)	3,00 (±0,000)	3,01 (±0,000)	1,50 (±0,026)	1,0 (±0,00)	1,01 (±0,000)

## 9.5 Versuchsplan 5

**Tabelle 68: Einzelfarbwerte Erdbeeren VP5**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	L*	a*	b*	C*	h°	AF
Beginn	reif	35,15 (±4,37)	33,47 (±2,97)	21,30 (±4,71)	39,79 (±4,59)	32,14 (±4,54)	1,06 (±0,16)
Beginn	vollreif	30,02 (±2,33)	28,18 (±4,56)	14,74 (±2,50)	31,90 (±4,58)	27,86 (±4,75)	1,05 (±0,26)
Ende	reif	35,71 (±3,23)	35,56 (±3,40)	21,58 (±4,61)	41,69 (±5,02)	30,92 (±3,88)	1,16 (±0,13)
Ende	vollreif	29,83 (±2,04)	24,78 (±3,71)	13,48 (±2,72)	28,30 (±4,01)	28,53 (±4,65)	0,90 (±0,22)

**Tabelle 69: Einzelfarbwerte Nektar "Mars" vollreif Beginn der Ernte**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h°(D65)	AF
Woche 0	25,88	32,02	20,35	37,94	32,43	0,99
	25,09	32,46	21,72	39,06	33,78	0,96
	25,82	32,41	20,58	38,39	32,42	1,00
	25,21	33,06	22,58	40,04	34,33	0,96
Woche 2	26,41	32,27	21,43	38,74	33,60	0,96
	25,94	31,75	20,90	38,01	33,35	0,95
	24,35	31,70	21,39	38,24	34,02	0,93
	24,29	31,20	20,58	37,38	33,41	0,93
Woche 4	25,33	28,46	18,37	33,87	32,84	0,87
	25,61	28,19	17,89	33,39	32,41	0,87
	23,96	28,85	19,29	34,70	33,76	0,85
	24,10	28,74	18,99	34,44	33,45	0,86
Woche 6	25,49	26,54	18,06	32,10	34,23	0,78
	25,52	26,29	17,93	31,82	34,30	0,77
	24,61	26,46	18,09	32,06	34,36	0,77
	24,35	26,47	18,09	32,06	34,36	0,77
Woche 8	25,78	23,55	16,56	28,79	35,12	0,67
	25,85	23,24	16,13	28,29	34,77	0,67
	24,52	24,80	17,62	30,42	35,40	0,70
	24,63	24,60	17,08	29,95	34,78	0,71
Woche 10	25,66	22,36	16,81	27,97	36,93	0,61
	25,23	22,62	17,21	28,42	37,27	0,61
	24,88	23,65	17,37	29,34	36,30	0,65
	24,41	23,68	17,77	29,61	36,88	0,64
Woche 12	23,23	21,18	16,82	27,05	38,45	0,55
	22,99	21,21	16,83	27,08	38,42	0,55
	26,24	21,52	17,63	27,82	39,33	0,55
	26,05	21,42	17,58	27,71	39,37	0,54
Woche 14	24,61	19,76	16,56	25,78	39,97	0,49
	24,48	19,70	16,51	25,71	39,96	0,49
	24,34	20,28	16,84	26,36	39,71	0,51
	24,18	20,08	16,72	26,13	39,78	0,50
Woche 16	22,99	17,45	14,94	22,97	40,57	0,43
	22,99	17,38	14,95	22,93	40,69	0,43
	22,66	18,85	15,99	24,72	40,30	0,47
	22,47	18,73	15,83	24,52	40,20	0,47
Woche 18	23,22	17,16	15,10	22,86	41,34	0,42
	23,30	17,10	15,15	22,84	41,53	0,41
	23,46	18,42	16,04	24,43	41,04	0,45
	23,45	18,36	15,98	24,34	41,03	0,45
Woche 20	23,64	18,51	16,24	24,62	41,26	0,45
	23,46	18,49	16,33	24,67	41,45	0,45
	23,54	17,41	15,50	23,31	41,68	0,42
	23,33	17,28	15,32	23,09	41,56	0,42

**Tabelle 70: Einzelfarbwerte Nektar "Mars" reif Ende der Ernte**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	25,58	35,80	28,33	45,65	38,35	0,93
	25,84	36,12	28,71	46,14	38,48	0,94
	25,28	35,98	28,69	46,01	38,57	0,93
	25,46	35,83	28,37	45,71	38,38	0,93
Woche 2	25,23	32,56	23,31	40,04	35,59	0,91
	25,07	32,34	22,94	39,65	35,35	0,91
Woche 4	25,41	29,71	20,62	36,17	34,76	0,85
	24,48	29,66	21,06	36,38	35,37	0,84
Woche 6	25,27	27,43	19,03	33,38	34,76	0,79
	25,17	27,18	18,63	32,95	34,43	0,79
Woche 8	25,11	24,55	17,03	29,88	34,74	0,71
	24,76	24,66	17,39	30,18	35,18	0,70
Woche 12	25,00	21,24	15,63	26,37	36,34	0,58
	24,98	21,28	15,64	26,41	36,32	0,59
Woche 16	24,44	21,03	15,99	26,42	37,24	0,56
	24,34	21,02	16,00	26,42	37,29	0,56
Woche 18	24,95	20,47	16,29	26,17	38,51	0,53
	24,76	20,46	16,06	26,01	38,14	0,54

**Tabelle 71: Einzelfarbwerte Nektar "Mars" vollreif Ende der Ernte**

	L*(D65)	a*(D65)	b*(D65)	C*(D65)	h(D65)	AF
Woche 0	22,81	36,63	28,52	46,43	37,90	0,97
	22,85	36,46	28,17	46,08	37,69	0,97
	22,21	36,13	27,76	45,56	37,54	0,96
	22,49	36,25	27,80	45,68	37,48	0,97
Woche 2	22,08	33,72	24,21	41,51	35,68	0,95
	21,95	33,50	23,95	41,18	35,56	0,94
	22,19	33,40	23,50	40,84	35,13	0,95
	21,96	33,65	24,31	41,51	35,84	0,94
Woche 4	21,92	31,23	21,57	37,95	34,63	0,90
	21,84	31,31	22,14	38,35	35,27	0,89
	21,71	31,67	22,60	38,90	35,52	0,89
	21,91	31,55	22,22	38,59	35,16	0,90
Woche 6	21,90	29,10	19,37	34,96	33,65	0,86
	21,80	29,31	19,77	35,36	34,00	0,86
	21,68	28,96	19,49	34,91	33,94	0,85
	21,65	28,62	19,00	34,36	33,58	0,85
Woche 8	21,69	26,38	17,72	31,78	33,89	0,78
	21,84	26,20	16,96	31,21	32,91	0,80
	22,07	26,42	17,53	31,71	33,56	0,79
	22,00	26,38	16,94	31,35	32,71	0,81
Woche 10	21,62	25,57	17,77	31,14	34,79	0,73
	21,57	25,64	17,75	31,19	34,70	0,74
	21,22	26,16	18,19	31,86	34,81	0,75
	21,24	26,18	18,28	31,93	34,92	0,75
Woche 14	21,23	22,90	15,70	27,77	34,44	0,66
	21,24	23,06	15,84	27,97	34,49	0,67
	21,24	22,69	15,62	27,54	34,54	0,66
	21,13	22,78	15,69	27,66	34,55	0,66
Woche 16	21,48	22,17	15,60	27,11	35,13	0,63
	21,34	22,04	15,47	26,93	35,06	0,63
	21,19	22,59	15,77	27,55	34,92	0,65
	21,27	22,67	15,82	27,64	34,92	0,65
Woche 18	21,48	22,00	15,44	26,88	35,07	0,63
	21,56	21,97	15,42	26,84	35,06	0,63
	21,36	22,67	16,00	27,75	35,22	0,64
	21,55	22,79	16,11	27,91	35,26	0,65



**Tabelle 72: Gewicht (g), Respiration (mg/kg\*h) und Festigkeit (kg/cm<sup>2</sup>) von je 5 Erdbeeren der Sorte „Mars“, N=2**

	Beginn der Erntesaison		Ende der Erntesaison	
Reifestadium	reif	vollreif	reif	vollreif
Gewicht (g)	159 (±28,5)	132,90 (±12,48)	65,13 (±10,17)	78,5 (±6,09)
Respiration (mg/kg*h)	112,12 (±22,35)	124,28 (±7,88)	111,14 (±48,87)	121,22 (±65,65)
Festigkeit (kg/cm <sup>2</sup> )	0,69 (±0,19)	0,54 (±0,19)	0,47 (±0,06)	0,53 (±0,15)

**Tabelle 73: Proteingehalt (µg/ 10 µl Probe) der Erdbeeren gegen Ende der Ernte, N=2**

Reifestadium	reif	vollreif
Proteingehalt (µg/ 10 µl)	0,60 (±0,14)	0,36 (±0,06)

**Tabelle 74: Gehalt an Monomeren Anthocyanen (mg/l) vom Nektar der Woche 0, N=2**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	Cyanidin-3-gluc [mg/l]	Pelargonidin-3-gluc [mg/l]	Gesamtanthocyane (berechnet als Pel.-3-gluc) [mg/l]
Beginn der Erntesaison	vollreif	3,8 (±0,21)	93,7 (±1,13)	116,8 (±1,56)
Ende der Erntesaison	reif	3,4 (±0,28)	81,7 (±3,54)	101,95 (±4,60)
	vollreif	2,9 (±0,28)	58,3 (±5,09)	72,1 (±6,22)

**Tabelle 75: Gehalt an Monomeren Anthocyanen (mg/l) vom Nektar der Woche 8, N=2**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	Cyanidin-3-gluc [mg/l]	Pelargonidin-3-gluc [mg/l]	Gesamtanthocyane (berechnet als Pel.-3-gluc) [mg/l]
Beginn der Erntesaison	vollreif	2,6 (±0,0)	35,3 (±1,56)	40,4 (±1,84)
Ende der Erntesaison	reif	2,2 (±0,0)	31,7 (±2,40)	36,3 (±2,69)
	vollreif	2,9 (±0,0)	52,2 (±4,95)	59,65 (±5,59)

**Tabelle 76: Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) im Nektar der Woche 0, N=2**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	Quercetin-3-gluc [mg/l]	Kämpferol-3-gluc [mg/l]
Beginn der Erntesaison	vollreif	0,6 (±0,07)	1,3 (±0,0)
Ende der Erntesaison	reif	0,5 (±0,0)	1,3 (0,0)
	vollreif	0,6 (±0,0)	1,6 (±0,0)

**Tabelle 77: Gehalt an Quercetin-3-glucosid (mg/l) und Kämpferol-3-glucosid (mg/l) im Nektar der Woche 8, N=2**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	Quercetin-3-gluc [mg/l]	Kämpferol-3-gluc [mg/l]
Beginn der Erntesaison	vollreif	0,5 (±0,0)	1,45 (±0,07)
Ende der Erntesaison	reif	0,55 (±0,07)	1,45 (±0,07)
	vollreif	0,85 (±0,07)	1,85 (±0,21)

**Tabelle 78: Gesamtphenolgehalt (g/l) berechnet als Kaffeesäure**

Erntezeitpunkt	Reifegrad	Woche 0	Woche 8
Beginn der Erntesaison	vollreif	0,27 (±0,01)	0,24 (±0,00)
Ende der Erntesaison	reif	0,27 (±0,01)	0,24 (±0,07)
	vollreif	0,33 (±0,00)	0,33 (±0,35)

Tabelle 79: Witterung Haschhof

Datum	Blattnässe [%]		Bodentemp [°C]		Lufttemp. [°C]		rel. Luftfeuchte [%]		Niederschlag [mm]/15min.		Summe Niederschlag [mm]/Tag
	min	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	
01.05.09	0	100	11,7	12,8	9,1	18,6	54,0	82,0	0,0	0,0	0,0
02.05.09	0	10	11,6	12,6	5,8	18,4	34,0	75,0	0,0	0,0	0,0
03.05.09	0	10	11,8	14,1	9,3	16,9	30,0	69,0	0,0	0,0	0,0
04.05.09	0	100	12,8	14,0	6,9	17,3	46	83	0,0	0,0	0,0
05.05.09	0	100	11,7	12,8	5,5	15,1	35	90	0,0	0,0	0,0
06.05.09	0	100	11,3	12,4	6,7	13,9	54	100	0,0	0,4	4,2
07.05.09	0	100	11,2	13,0	10,3	20,8	40	83	0,0	0,0	0,0
08.05.09	0	0	12,3	14,8	12,1	24,1	38	68	0,0	0,0	0,0
09.05.09	0	100	13,8	15,8	14,2	23,1	43	80	0,0	0,0	0,0
10.05.09	0	10	14,7	17,4	13,0	27,6	30	81	0,0	0,0	0,0
11.05.09	0	100	16,1	17,3	13,0	26,0	40	100	0,0	1,2	3,0
12.05.09	0	100	14,7	17,0	9,7	15,5	66	100	0,0	0,6	3,8
13.05.09	0	100	13,4	14,7	8,4	16,5	38	87	0,0	0,4	0,8
14.05.09	0	100	11,6	14,2	7,1	10,0	73	100	0,0	1,4	10,8
15.05.09	0	100	11,2	12,2	7,2	17,5	75	100	0,0	0,2	0,4
16.05.09	0	100	12,1	13,0	11,6	18,5	62	100	0,0	0,2	0,2
17.05.09	0	100	12,4	15,5	10,5	23,9	53	100	0,0	0,0	0,0
18.05.09	0	100	14,7	16,7	13,4	25,5	44	100	0,0	0,0	0,0
19.05.09	0	100	15,5	16,7	13,3	21,5	62	100	0,0	2,8	7,2
20.05.09	0	100	15,2	17,8	11,9	25,6	36	100	0,0	0,0	0,0
21.05.09	0	40	16,4	18,5	14,7	27,0	44	71	0,0	0,0	0,0
22.05.09	0	100	17,0	18,4	14,3	24,2	42	79	0,0	0,0	0,0
23.05.09	0	100	16,2	18,3	11,5	23,0	37	100	0,0	0,0	0,0
24.05.09	0	20	16,6	18,9	12,6	25,3	38	69	0,0	0,0	0,0
25.05.09	0	40	17,9	20,2	16,4	28,5	39	79	0,0	0,0	0,0
26.05.09	0	90	18,7	20,6	16,4	28,1	39	71	0,0	0,0	0,0
27.05.09	0	100	17,3	20,2	10,6	18,6	40	100	0,0	1,8	2,8
28.05.09	0	100	15,7	17,3	8,3	19,3	43	100	0,0	2,8	8,2
29.05.09	0	100	13,6	15,8	6,1	12,6	53	100	0,0	2,0	7,4
30.05.09	0	100	11,6	13,6	5,3	11,4	76	100	0,0	2,2	27,0
31.05.09	0	100	11,6	13,0	5,2	15,6	58	100	0,0	0,0	0,0
01.06.09	0	100	12,5	14,3	9,0	18,2	52	100	0,0	1,6	8,4
02.06.09	0	90	13,3	14,8	9,7	19,8	53	85	0,0	0,0	0,0
03.06.09	0	0	14,2	15,9	10,9	21,1	20	78	0,0	0,0	0,0
04.06.09	0	100	14,3	15,7	9,9	16,4	46	68	0,0	0,0	0,0
05.06.09	0	20	13,7	15,9	8,3	20,2	36	71	0,0	0,0	0,0
06.06.09	0	100	15,0	16,0	10,7	24,7	46	100	0,0	0,8	1,0
07.06.09	0	0	14,8	15,9	12,5	22,1	43	83	0,0	0,0	0,0
08.06.09	0	100	15,0	17,2	12,5	24,4	45	82	0,0	0,0	0,0
09.06.09	0	100	16,4	18,7	14,8	28,2	37	89	0,0	0,0	0,0
10.06.09	0	100	17,1	18,7	13,8	21,1	58	100	0,0	0,0	0,0
11.06.09	0	100	16,1	17,3	12,2	22,3	62	81	0,0	0,2	0,4
12.06.09	0	100	15,1	16,1	10,8	18,7	40	100	0,0	0,8	1,4
13.06.09	0	100	14,9	17,1	8,2	22,3	26	100	0,0	0,2	0,2
14.06.09	0	0	16,0	18,6	12,4	26,0	30	63	0,0	0,0	0,0
15.06.09	0	100	17,7	18,5	19,4	25,5	44	76	0,0	0,0	0,0
16.06.09	0	100	17,3	18,3	15,1	24,6	54	94	0,0	0,4	0,6
17.06.09	0	100	16,6	18,9	12,1	24,4	38	100	0,0	0,0	0,0
18.06.09	0	30	17,7	20,0	13,7	28,5	31	84	0,0	0,0	0,0
19.06.09	0	100	18,9	19,9	18,0	26,1	48	100	0,0	1,6	12,2
20.06.09	0	100	16,0	18,5	11,1	15,4	100	100	0,0	2,0	22,0

21.06.09	0	100	15,3	16,9	8,7	21,4	46	100	0,0	0,0	0,0
22.06.09	0	100	13,6	16,7	9,5	12,7	82	100	0,0	2,8	50,6
23.06.09	0	100	12,8	13,6	10,7	14,4	100	100	0,0	2,4	47,6
24.06.09	0	100	13,3	14,4	13,6	19,1	100	100	0,0	1,6	15,8
25.06.09	0	100	14,2	16,4	13,1	23,9	65	100	0,0	0,8	1,6
26.06.09	0	100	15,8	17,0	14,8	25,0	66	100	0,0	0,2	0,4
27.06.09	0	100	16,3	17,7	15,2	24,9	67	100	0,0	0,0	0,0
28.06.09	0	100	17,0	17,6	16,1	20,7	98	100	0,0	7,0	14,0
29.06.09	0	100	16,8	18,2	15,7	25,8	62	100	0,0	0,8	3,8
30.06.09	0	100	17,4	19,6	15,8	26,9	59	100	0,0	0,0	0,0



## **Lebenslauf**

### **Kontaktdaten**

Name: Koch Cornelia

Adresse: Witthauergasse 17/2/12  
1180 Wien

Kontakt: conny.koch@gmx.at

### **Ausbildung**

1994 – 2002: BRG-Gröhrmühlgasse, 2700 Wr. Neustadt

Seit 2002: Studium der Ernährungswissenschaften an der Universität Wien  
Wahlschwerpunkt: Lebensmittelproduktion und –technologie

### **Studienrelevante Praktika**

08-09/ 2005: Mitarbeit bei 3-wöchigem Camp (Feld am See/ Kärnten) für  
übergewichtige Kinder und Jugendliche, Wiener Jugendrotkreuz

07-09/ 2006: Labortätigkeit und Mitarbeit bei der Implementierung des IFS/ QM-  
Systems, Biomühle Hans Hofer GmbH, 2493 Lichtenwörth

06-07/ 2007: Labortätigkeit Biomühle Hans Hofer GmbH, 2493 Lichtenwörth

05/2009 – 03/2010 : Labortätigkeit im Rahmen der Diplomarbeit am LFZ für  
Wein- und Obstbau, Klosterneuburg