

Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades des Diplom-Ingenieurs

**UNTERSUCHUNGEN VON ERDBEERPRODUKTEN AUF
DEREN FARBSTABILITÄT IN VERBINDUNG MIT
EINER SENSORISCHEN ANALYSE**

eingereicht von
Claudia Kampl, Bakk.techn.

durchgeführt
am Institut für Lebensmitteltechnologie
des Departments für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
der Universität für Bodenkultur, Wien und
an der Abteilung für Obstverarbeitung der HBLA und BA für Wein- und
Obstbau, Klosterneuburg sowie
am Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technischen
Biowissenschaften der Technischen Universität, Wien

betreut von
Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Emmerich Berghofer
Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Manfred Gössinger

Wien, im Juni 2012

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern, Karin und Fritz Kampl, bedanken, dass sie mir das Studium Lebensmittelwissenschaften und -technologie an der Universität für Bodenkultur ermöglicht haben und mich während der gesamten Ausbildung unterstützt haben.

Ein großer Dank ergeht an Mag. Julia Grünewald, die ebenfalls zu diesem Thema eine Masterarbeit verfasst hat, für die sehr gute Zusammenarbeit und das nette Arbeitsklima während der gesamten praktischen Forschungsarbeit.

Ganz besonders bedanken möchte ich mich bei der Firma Grünewald International für die Finanzierung des gesamten Untersuchungsmaterials sowie der Bereitstellung weiterer Ressourcen.

Auch bei den Erdbeerproduzenten Familie Zachhalmel und Familie Edlinger möchte ich mich für die Zusammenarbeit bedanken.

Ein Dank gilt Herrn Ao.Univ.Prof.i.R. Dipl.-Ing. Dr.techn. Emmerich Berghofer, ehemaliger Leiter des Institutes für Lebensmitteltechnologie, für die angenehme Kooperation und Betreuung meiner Masterarbeit.

Ebenfalls bedanken möchte ich mich bei den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Abteilung für Obstverarbeitung der Höheren Bundeslehranstalt und Bundesamt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, vor allem bei Herrn Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Manfred Gössinger für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes und der Analysegeräte sowie für die fachliche Hilfeleistung während der gesamten Arbeit.

DANKSAGUNG

Danken möchte ich auch dem Team des Institutes für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und technischen Biowissenschaften an der Technischen Universität Wien, allen voran Herrn Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Karl Stich für die Unterstützung und kollegiale Arbeitsatmosphäre während der praktischen Arbeit im Labor.

Besonderer Dank gebührt meiner Schwester Mag. (FH) Kerstin Kampl und ihrem Freund Mag. Dr. Alexander Baczynski für die tatkräftige Unterstützung beim Korrekturlesen.

Ein herzliches Dankeschön an meinen Freund Dipl.-Ing. Alfred Jungmayr, der stets ein offenes Ohr hatte und mir immer helfend zur Seite stand.

Hindernisse und Schwierigkeiten sind Stufen,
auf denen wir in die Höhe steigen.

Friedrich Nietzsche

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig angefertigt habe, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benützt und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungskommission vorgelegt und auch nicht veröffentlicht.

Wien, Juni 2012

Claudia Kampl, Bakk.techn.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Allgemeines über Erdbeeren	3
2.1.1	Entwicklung der Gartenerdbeere.....	3
2.1.2	Botanische Grundlagen.....	4
2.1.3	Kulturformen.....	8
2.1.3.1	Einmaltragende Gartenerdbeeren	8
2.1.3.2	Remontierende Gartenerdbeeren	8
2.1.3.3	Walderdbeeren	8
2.1.3.4	Monatserdbeeren.....	9
2.1.3.5	Wiesenerdbeeren	9
2.1.4	Pflanzenmaterial	9
2.1.4.1	Grünpflanzen	9
2.1.4.2	Topfpflanzen	10
2.1.4.3	Frigopflanzen.....	10
2.1.4.4	Meristempflanzen	10
2.1.5	Anbausysteme	11
2.1.5.1	Offener Boden mit Stroheinlage.....	11
2.1.5.2	Anbau auf Mulchfolie	11
2.1.6	Ernte und Lagerung	12
2.1.7	Inhaltsstoffe.....	13
2.1.8	Wirtschaftlicher Hintergrund	16
2.2	Erdbeersorten.....	19
2.2.1	<i>Alba</i>	20
2.2.2	<i>Clery</i>	20
2.2.3	<i>Elsanta</i>	21
2.2.4	<i>Madeleine</i>	21
2.2.5	<i>Senga Sengana</i>	22
2.2.6	<i>Symphony</i>	22
2.3	Erdbeerprodukte	23
2.3.1	Gesetzliche Grundlagen.....	24
2.3.1.1	Erdbeernektar	25
2.3.1.2	Erdbeersaftkonzentrat und rückverdünnter Erdbeersaft	25

2.3.2	Farbbeurteilung von Erdbeerprodukten mit Hilfe eines Akzeptanzfaktors bzw. Braunindexes	26
2.4	Phenole – Farbstoffe der Erdbeeren.....	27
2.4.1	Anthocyane	27
2.4.2	Flavonole.....	30
2.5	Enzyme der Erdbeeren.....	32
2.5.1	Polyphenoloxidasen	32
2.5.2	Peroxidase	34
2.6	Einflussfaktoren auf die Stabilität der Erdbeerfarbe.....	35
2.7	Analytische Untersuchungsparameter	38
2.7.1	Respiration	38
2.7.2	Textur	39
2.7.3	Zuckergehalt	40
2.7.4	Säuregehalt.....	40
2.7.5	pH-Wert.....	40
2.7.6	L*a*b*-Farbsystem	41
2.7.7	L-Ascorbinsäure	43
2.7.8	UV-VIS Spektroskopie – Photometrie	43
2.8	Ultrafiltration	44
2.9	Sensorische Untersuchungen.....	46
2.9.1	Unterschiedsprüfung – Dreieckstest	47
2.9.2	Beliebtheitsprüfung – Präferenztest und Akzeptanztest.....	48
3	Aufgabenstellung.....	52
4	Material und Methoden.....	53
4.1	Verwendete Rohstoffe	53
4.2	Analytische Methoden	55
4.2.1	Gewichts- und Respirationsmessung.....	55
4.2.2	Texturmessung (Festigkeit) mittels Penetrometer.....	56
4.2.3	Bestimmung des Zuckergehalt mittels Refraktometers	58
4.2.4	Potentiometrische pH-Wert-Bestimmung	59
4.2.5	Ermittlung des Säuregehaltes	60
4.2.6	Spektrophotometrische Farbbestimmung mittels L*a*b*-Systems	61
4.2.7	Reflektometrische Bestimmung der L-Ascorbinsäure	63
4.2.8	Photometrische Enzymaktivitätsbestimmung	65
4.2.9	Photometrische Proteinbestimmung	72
4.2.10	Aufbereitung und Messung der Ultrafiltrationsproben	75

4.3	Verarbeitungsprozesse	77
4.3.1	Nektarherstellung	77
4.3.2	Ultrafiltration von Erdbeersaft (Cross-Flow-Filtration).....	81
4.3.3	Aufbereitung des unbehandelten und ultrafiltrierten Erdbeersaftes	83
4.4	Sensorische Methoden	84
4.4.1	Erweiterter Dreieckstest	84
4.4.2	Präferenz- und Akzeptanztest	86
4.5	Statistische Methoden	88
5	Versuchsdurchführung	89
5.1	Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad.....	89
5.2	Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung	90
5.3	Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat..	90
5.4	Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars	91
5.5	Codierungen der Erdbeerproben	93
5.6	Überblick der durchgeführten Analysen an den unterschiedlichen Erdbeerprodukten	93
6	Versuchsergebnisse und Diskussion	96
6.1	Witterungsbedingungen	96
6.2	Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad.....	98
6.2.1	Durchschnittsgewicht [g]	98
6.2.2	Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	103
6.2.3	Festigkeit [kg/cm ²]	109
6.2.4	°Brix	114
6.2.5	Titrierbare Säure [g/kg].....	120
6.2.6	L-Ascorbinsäure [mg/L]	125
6.2.7	pH-Wert.....	131
6.2.8	Farbstabilität des Nektars.....	136
6.2.9	Korrelationen	149
6.3	Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung	152
6.3.1	Vorversuche	152
6.3.1.1	Vergleich der Enzymaktivitäten.....	152
6.3.1.2	Vergleich der Proteingehalte	155
6.3.2	Ergebnisse des Versuchsplans 2	157
6.3.2.1	Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase	157
6.3.2.2	Proteingehalt aus Polyphenoloxidase und Peroxidase	165

6.3.2.3 Spezifische Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase	173
6.3.3 Korrelationen	180
6.4 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaft-konzentrat	185
6.4.1 Akzeptanzfaktor	185
6.4.2 Braunindex	190
6.4.3 Korrelationen	195
6.5 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars	197
6.5.1 Beliebtheitstests	197
6.5.1.1 Einstimmungstest	197
6.5.1.2 Beliebtheitstest – Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade	198
6.5.1.3 Beliebtheitstest – Sortenvergleich	204
6.5.1.4 Beliebtheitstest – Herkunftsvergleich	206
6.5.2 Dreieckstests	208
7 Schlussfolgerungen	210
7.1 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad	210
7.2 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung	214
7.3 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaft-konzentrat	216
7.4 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars	217
8 Zusammenfassung	220
9 Summary	222
10 Literaturverzeichnis	224
10.1 Bücher und Fachartikel	224
10.2 Internetquellen/persönliche Mitteilungen	229
11 Anhang	232
11.1 Witterung	232
11.2 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad	235
11.3 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung	262
11.4 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaft-konzentrat	265
11.5 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars	270

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Fruchtentwicklung und Fruchtgewicht	6
Abb. 2: Aufbau von Blüte und Frucht der Erdbeere	6
Abb. 3: Aufbau einer entwickelten Erdbeerpflanze	7
Abb. 4: Feld mit Stroheinlage	11
Abb. 5: Feld mit Mulchfolie	11
Abb. 6: Pro-Kopf-Verbrauch in kg im Wirtschaftsjahr 2009/2010	17
Abb. 7: Vergleich der Erdbeerproduktion der Jahre 2009 und 2010	18
Abb. 8: Jahresdurchschnitt der Erzeugerpreise in Euro (netto ohne MwSt)	19
Abb. 9: Erdbeersorten (<i>Alba</i> , <i>Clery</i> , <i>Elsanta</i> , <i>Madeleine</i> , <i>Senga Sengana</i> , <i>Symphony</i>)	23
Abb. 10: Grundstruktur des Flavylumkation	27
Abb. 11: Veränderung der Anthocyane in Abhängigkeit vom pH-Wert	28
Abb. 12: Grundstruktur der Anthocyanidine	29
Abb. 13: Chemische Struktur der Flavonole	31
Abb. 14: Cresolase- und Catecholase-Aktivität	33
Abb. 15: Einfluss der Temperatur auf die Atmungsaktivität ausgewählter Früchte einschließlich Messwerte	39
Abb. 16: Zweidimensionale Darstellung des L*a*b*-Farbraumes	42
Abb. 17: L*a*b*-Farbraum	42
Abb. 18: Weitere Farbwerte des L*a*b*-Farbraums	42
Abb. 19: Einteilung druckgetriebener Membranverfahren	45
Abb. 20: Prüfblatt eines erweiterten Dreieckstests	48
Abb. 21: Prüfformular eines Präferenztests	49
Abb. 22: Hedonische Skalen	50
Abb. 23: Respirationsmessung	56
Abb. 24: Darstellung der Steigung durch den abgegebenen CO ₂ -Gehalt über die Zeit	56
Abb. 25: Penetrationstest. 1 Unterlage, 2 Probe, 3 Kraftmessung, 4 Lift, 5 Eindringkörper	57
Abb. 26: Festigkeitsmessung mittels Penetrometer	57
Abb. 27: Prinzip eines digitalen Refraktometers	58
Abb. 28: Digitaler Handrefraktometer	59
Abb. 29: Geräte für die Säuregehaltsbestimmung	61

Abb. 30: Spectrophotometer CM-3500d.....	63
Abb. 31: Reflektometer RQflex® 10 Reflectoquant®	64
Abb. 32: Reaktionsgleichung der Polyphenoloxidase.....	65
Abb. 33: Reaktionsgleichung der Peroxidase.....	65
Abb. 34: fertige Sephadex® G-25 Gel-Säulchen.....	69
Abb. 35: ¹ Probenvorbereitung für die Enzymaktivitäts- und Protein- bestimmung mit ² Quartz, Polyclar® AT und ³ Proben-Puffer	70
Abb. 36: ¹ konditionierte Sephadex® G-25 Gel-Säulchen, ² abzentrifugierte Proben, ³ Elution der Proben	70
Abb. 37: Reaktionsansätze von Polyphenoloxidase und Peroxidase	72
Abb. 38: ¹ schockgefrorene Extrakte für die Proteinbestimmung, ² Proben- aufbereitung, ³ Standard-Reaktionsansätze der Proteinbestimmung.....	75
Abb. 39: Aufbereitete Ultrafiltrationsproben.....	76
Abb. 40: Prozessschema Nektarherstellung	78
Abb. 41: Ernte der Erdbeeren.....	79
Abb. 42: Entkelchen der Erdbeeren	79
Abb. 43: Walzenmühle	79
Abb. 44: Passiermaschine.....	79
Abb. 45: Mark und Nektar	80
Abb. 46: Zahnkolloidmühle.....	80
Abb. 47: Abfüllung der Flaschen	80
Abb. 48: Pasteur.....	80
Abb. 49: Einlagerung der Flaschen	80
Abb. 50: Schematische Darstellung des Cross-Flow-Betriebs	81
Abb. 51: Anlagenschema der verwendeten Ultrafiltrationsanlage	82
Abb. 52: Verwendete Ultrafiltrationsanlage	83
Abb. 53: Luftabdichtung der Flaschen.....	84
Abb. 55: Akzeptanztest	87
Abb. 56: Verkostung der Nektarproben	87
Abb. 54: Präferenztest.....	87
Abb. 57: Durchführungsschema der Ultrafiltration.....	91
Abb. 58: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	98
Abb. 59: Durchschnittsgewichte [g] der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien.....	99

Abb. 60: Durchschnittsgewichte [g] der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkünften	101
Abb. 61: Durchschnittsgewichte [g] der Sorte <i>Alba</i> der einzelnen Erntezeit- punkte	101
Abb. 62: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart.....	102
Abb. 63: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters.....	103
Abb. 64: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	104
Abb. 65: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien.....	105
Abb. 66: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkünften	106
Abb. 67: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der Sorte <i>Alba</i> der einzelnen Erntezeit- punkte	107
Abb. 68: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart.....	108
Abb. 69: Respiration [mg CO ₂ /kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters.....	108
Abb. 70: Festigkeit [kg/cm ²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	109
Abb. 71: Festigkeit [kg/cm ²] der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien	110
Abb. 72: Festigkeit [kg/cm ²] der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkünften	111
Abb. 73: Festigkeit [kg/cm ²] der Sorte <i>Alba</i> der einzelnen Erntezeitpunkte	112
Abb. 74: Festigkeit [kg/cm ²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart	113
Abb. 75: Festigkeit [kg/cm ²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters.....	114
Abb. 76: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	115
Abb. 77: °Brix-Gehalte der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien.....	116

Abb. 78: °Brix-Gehalte der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkunftten	117
Abb. 79: °Brix-Gehalte der Sorte <i>Alba</i> der einzelnen Erntezeitpunkte.....	118
Abb. 80: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart	118
Abb. 81: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters	119
Abb. 82: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	120
Abb. 83: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien	121
Abb. 84: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkunftten	123
Abb. 85: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorte <i>Alba</i> in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte	123
Abb. 86: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart	124
Abb. 87: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters	125
Abb. 88: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	126
Abb. 89: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien	126
Abb. 90: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkunftten	128
Abb. 91: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorte <i>Alba</i> in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte	129
Abb. 92: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart	129
Abb. 93: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters	130
Abb. 94: pH-Werte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel	131
Abb. 95: pH-Werte der Sorten <i>Elsanta</i> und <i>Senga Sengana</i> aus Polen und Serbien	132
Abb. 96: pH-Werte der Sorte <i>Elsanta</i> aus unterschiedlichen Herkunftten	133
Abb. 97: pH-Werte der Sorte <i>Alba</i> in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte	134

Abb. 98: pH-Wert der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart	135
Abb. 99: pH-Werte der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters	135
Abb. 100: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte <i>Madeleine</i> (frühe Sorte)	137
Abb. 101: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte <i>Madeleine</i> über die Zeit	137
Abb. 102: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte <i>Madeleine</i>	138
Abb. 103: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte <i>Senga</i> <i>Sengana</i> (mittlere Sorte)	139
Abb. 104: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte <i>Senga</i> <i>Sengana</i> über die Zeit	139
Abb. 105: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte <i>Senga Sengana</i>	140
Abb. 106: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte <i>Symphony</i> (späte Sorte)	141
Abb. 107: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte <i>Symphony</i> über die Zeit	141
Abb. 108: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte <i>Symphony</i>	142
Abb. 109: Haltbarkeit (Farbstabilität) [Wochen] der Erdbeernektare des Standortes Zachhalmel beurteilt mittels Akzeptanzfaktors	144
Abb. 110: Haltbarkeit (Farbstabilität) [Wochen] der Erdbeernektare der Sorte <i>Elsanta</i> beurteilt mittels Akzeptanzfaktor	144
Abb. 111: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erdbeersorten über die Zeit	145
Abb. 112: Akzeptanzfaktor der gesamten Erdbeersorten über die Zeit	146
Abb. 113: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte des Standortes Zachhalmel	146
Abb. 114: Akzeptanzfaktor der Sorte <i>Elsanta</i> aus den verschiedenen Herkünften über die Zeit	147
Abb. 115: Akzeptanzfaktor der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel anhand der Sortenart	148
Abb. 116: Akzeptanzfaktor der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel anhand des Wetters	149
Abb. 117: Vergleich der Enzymaktivitäten [$\Delta E/min \cdot 100 \mu L$] von Polyphenol- oxidase von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C	153

Abb. 118: Vergleich der Enzymaktivitäten [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	154
Abb. 119: Vergleich der Proteingehalte [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Polyphenoloxidase von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	156
Abb. 120: Vergleich der Proteingehalte [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	156
Abb. 121: Vergleich der Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] zwischen Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C	159
Abb. 122: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten	160
Abb. 123: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten	161
Abb. 124: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkte	163
Abb. 125: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkte	163
Abb. 126: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	164
Abb. 127: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	164
Abb. 128: Vergleich der Proteingehalte [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C	166
Abb. 129: Proteingehalt (PPO) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten	167
Abb. 130: Proteingehalt (POX) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten	169
Abb. 131: Proteingehalt [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten	171
Abb. 132: Proteingehalt [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten	171
Abb. 133: Proteingehalt (PPO) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	172
Abb. 134: Proteingehalt (POX) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	172

Abb. 135: Vergleich der spezifischen Enzymaktivitäten [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] zwischen Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C	174
Abb. 136: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten.....	175
Abb. 137: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten	176
Abb. 138: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten	178
Abb. 139: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten	178
Abb. 140: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	179
Abb. 141: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen	180
Abb. 142: Vergleich des Akzeptanzfaktors der verschiedenen Proben des Versuchsplans 3 über die Zeit.....	187
Abb. 143: Vergleich des Braunindexes der verschiedenen Proben des Versuchsplans 3 über die Zeit.....	192
Abb. 144: Einstimmungstest der Sorte <i>Elsanta</i> aus Serbien, des mittleren Erntezeitpunktes	197
Abb. 145: Beliebtheit [%] der Erdbeersorten <i>Alba</i> , <i>Clery</i> , <i>Madeleine</i> und <i>Symphony</i> einschließlich des Erntezeitpunktes und Reifegrades	198
Abb. 146: Beliebteste Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade der Sorten <i>Alba</i> , <i>Clery</i> , <i>Madeleine</i> und <i>Symphony</i>	201
Abb. 147: Unbeliebteste Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade der Sorten <i>Alba</i> , <i>Clery</i> , <i>Madeleine</i> und <i>Symphony</i>	202
Abb. 148: Sortenvergleich des Standortes Zachhalmel – letzte Ernte, vollreif, Teil 1	204
Abb. 149: Sortenvergleich des Standortes Zachhalmel – letzte Ernte, vollreif, Teil 2.....	205
Abb. 150: Herkunftsvergleich der Sorte <i>Elsanta</i> – erste Ernte, vollreif, Teil 1	207
Abb. 151: Herkunftsvergleich der Sorte <i>Elsanta</i> – erste Ernte, vollreif, Teil 2	208

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Hauptbestandteile pro 100 g Erdbeerfrucht.....	13
Tab. 2: Vitamingehalt pro 100 g Erdbeerfrucht.....	14
Tab. 3: Mineralstoffgehalt pro 100 g Erdbeerfrucht	15
Tab. 4: Anthocyane in Erdbeermark [mg/kg]	30
Tab. 5: Flavonole in Erdbeeren und Erdbeermark* [mg/kg]	32
Tab. 6: Erntetermine und Erdbeermengen der jeweiligen Sorten und Produzenten, einschließlich Versuchspläne	54
Tab. 7: Gemessene Parameter während der Produktion	89
Tab. 8: Einteilung der Erdbeersorten für die sensorischen Untersuchung	92
Tab. 9: Abkürzungen von Sorte, Herkunft, Ernte und Reifegrad	93
Tab. 10: Abkürzungen der Ultrafiltration.....	93
Tab. 11: Durchgeführte Analysen an Erdbeeren	93
Tab. 12: Durchgeführte Analysen an Erdbeermark	94
Tab. 13: Durchgeführte Analysen an Erdbeernektar	94
Tab. 14: Durchgeführte Analysen an Erdbeernektar	95
Tab. 15: Bewertungsskalen	96
Tab. 16: Wetterdaten aus Österreich (Zachhalmel und Edlinger).....	96
Tab. 17: Wetterdaten aus Polen und Serbien.....	97
Tab. 18: Wetterdaten der einzelnen Chargen (beide Reifegrade).....	97
Tab. 19: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der Durchschnittsgewichte [g].....	100
Tab. 20: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	105
Tab. 21: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der Festigkeit [kg/cm ²]	111
Tab. 22: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der Brixgrade [°Brix]	116
Tab. 23: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Säure [g/kg]	122
Tab. 24: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der L-Ascorbinsäure [mg/L]	127
Tab. 25: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der pH-Werte	132

Tab. 26: Korrelationen des Versuchsplans 1	151
Tab. 27: Enzymaktivitäten und Standardabweichungen [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] der Poly-phenoloxidase (PPO) von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	153
Tab. 28: Enzymaktivitäten und Standardabweichungen [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] der Peroxidase (POX) von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	154
Tab. 29: Proteingehalte und Standardabweichungen [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C	157
Tab. 30: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Polyphenoloxidase-Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$]	160
Tab. 31: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Peroxidase-Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$]	162
Tab. 32: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit des Proteingehalts (PPO) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$]	168
Tab. 33: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit des Proteingehalts (POX) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$]	170
Tab. 34: Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der spezifischen Enzymaktivität der Polyphenoloxidase [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$]	175
Tab. 35: Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der spezifischen Enzymaktivität der Peroxidase [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$]	177
Tab. 36: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80°C , Teil 1	182
Tab. 37: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80°C , Teil 2	183
Tab. 38: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80°C , Teil 3	184
Tab. 39: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Proben des Versuchsplans 3 anhand des Akzeptanzfaktors	186
Tab. 40: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Akzeptanzfaktor, Teil 1	188
Tab. 41: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Akzeptanzfaktor, Teil 2	189
Tab. 42: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Proben des Versuchsplans 3 in Abhängigkeit des Braunindexes	191
Tab. 43: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Braunindex, Teil 1	193
Tab. 44: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Braunindex, Teil 2	194
Tab. 45: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex	195

Tab. 46: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex, nicht ultrafiltrierte Proben.....	196
Tab. 47: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex, ultrafiltrierte Proben.....	196
Tab. 48: Homogenitätstest der Sorten <i>Alba</i> und <i>Clery</i>	199
Tab. 49: Homogenitätstest der Sorten <i>Madeleine</i> und <i>Symphony</i>	199
Tab. 50: Beliebtesten und unbeliebtesten Erdbeernektare.....	200
Tab. 51: Mittelwerte und Homogenitätstest der beliebtesten und unbeliebtesten Nektare	200
Tab. 52: Korrelationen des Versuchsplans 4, Beliebtheitstest 1.....	203
Tab. 53: Mittelwerte und Homogenitätstest des Sortenvergleichs.....	205
Tab. 54: Sortenvergleich der vollreifen Erdbeersorten der letzten Ernte	206
Tab. 55: Mittelwerte und Homogenitätstest des Herkunftsvergleichs	207
Tab. 56: Herkunftsvergleich der vollreifen Erdbeersorte <i>Elsanta</i> der ersten Ernte	208
Tab. 57: Farbunterschied nach vier Wochen.....	209
Tab. 58: Auswertung des ersten Dreieckstests, SS/P/2/vr und SS/S/2/vr	209
Tab. 59: Auswertung des zweiten Dreieckstests, SS/P/2/r und SS/P/2/vr.....	209

Abkürzungsverzeichnis

a*	Achsenbeschriftung des CIE-Farbraums
A₄₃₀	Absorption bei 430 Nanometer
A₅₂₀	Absorption bei 520 Nanometer
Abb.	Abbildung
AF	Akzeptanzfaktor
AFG	Advanced Force Gauge
AG	Aktiengesellschaft
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BSA	Bovine Serum Albumin
C	Buntheit des CIE-Farbraums
C.I.V.	Consorzio Italiano Vivaisti
CIE	Commission Internationale de l'Éclairage
cL	Zentiliter
cm	Zentimeter
CO₂	Kohlendioxid
d.o.o.	društvo sa ograničenom odgovornošću
Da	Dalton
Eppi	Eppendorf-Reaktionsgefäße
et al.	et alii
F	Lage der Farbe in der a*, b*-Ebene des CIE-Farbraums
g	Erdbeschleunigung
g	Gramm
g/kg	Gramm pro Kilogramm
g/L	Gramm pro Liter
Ges.m.b.H.	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
Gl.	Gleichung
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
h°	Buntton, Farbwinkel des CIE-Farbraums
ha	Hektar
HBLA	Höhere Bundeslehranstalt
HPLC	High Performance Liquid Chromatography oder High Pressure Liquid Chromatography

IFU	International Federation of Fruit Juice Producers
Inh.	Inhibitor
k	Steigung
k. A.	keine Angabe
kcal	Kilokalorie
KCl	Kaliumchlorid
kDa	Kilodalton
kg	Kilogramm
KG	Kommanditgesellschaft
kg/cm²	Kilogramm pro Quadratzentimeter
KGaA	Kommanditgesellschaft auf Aktien
kJ	Kilojoule
L	Liter
L*a*b*	Achsenbeschriftungen des CIE-Farbraums
LAB	Achsenbeschriftungen des CIE-Farbraums
LLC	Limited Liability Company
m	Meter
M	molar
m.b.H.	mit beschränkter Haftung
m/s	Meter pro Sekunde
m²	Quadratmeter
m³/h	Kubikmeter pro Stunde
mg	Milligramm
mg CO₂/kg*h	Milligramm Kohlendioxid pro Kilogramm mal Stunde
mg/kg	Milligramm pro Kilogramm
mg/kg*h	Milligramm pro Kilogramm mal Stunde
mg/L	Milligramm pro Liter
min	Minute
mm	Millimeter
mmol	Millimol pro Liter
mol/L	Mol pro Liter
MwSt	Mehrwertsteuer
n. Chr.	nach Christus
n. n.	nicht nachweisbar

NDIR	nichtdispersive Infrarot-Spektroskopie
nm	Nanometer
Nr.	Nummer
nUF	nicht ultrafiltriert
Ö	Österreich
o. J.	ohne Jahr
PASW	Predictive Analytics Software
p_{aus}	Ausgangsdruck
PC	Personal Computer
p_{ein}	Eingangsdruck
pH	potentia hydrogenii
POX	Peroxidase
ppm	parts per million
ppm/s	parts per million pro Sekunde
PPO	Polyphenoloxidase
s	Sekunde
s.a.s.	italienisch: società in accomandita semplice
s.r.l.	società a responsabilità limitata
SCRI	Scottish Crop Research Institute
SDS	Sodium Dodecyl Sulfate
Soc. Cons. a.R.L.	Società Consortile a Responsabilità Limitata
Sp. z o.o.	Spółka z ograniczoną odpowiedzialnością
t	Tonne
t/ha	Tonnen pro Hektar
Tab.	Tabelle
TM	Trademark
TMP	Transmembrandruck
U/mg	Units pro Milligramm
UF	ultrafiltriert
USA	United States of America
usw.	und so weiter
UV	ultraviolett
v. Chr.	vor Christus
VIS	englisch: visible, deutsch: sichtbar

WTW	Wissenschaftlich-Technische Werkstätten
z.B.:	zum Beispiel
ZS	Zitronensäure
%	Prozent
&	und
€	Euro
±	Plus/Minus
Δ	Delta
ΔE	Absorptionsveränderung
ΔE/min	Absorptionsveränderung pro Minute
§	Paragraph
®	Registered in United States Patent and Trademark Office
°Bx	Grad Brix
°C	Grad Celsius
μg	Mikrogramm
μL	Mikroliter
μm	Mikrometer
Ø	Durchschnitt
α	Alpha
β	Beta

1 Einleitung

Erdbeeren versüßen uns den Frühling, denn sie können bereits Ende Mai geerntet werden. Durch ihr rotglänzendes Erscheinungsbild und ihren hervorragenden Geschmack werden sie zum unwiderstehlichen Genuss. Zusätzlich fördern sie die Gesundheit des menschlichen Körpers durch ihre wertvollen Inhaltsstoffe wie sekundäre Pflanzenstoffe und Vitamine (ANONYM, 2009a). Gemessen an der Anbaufläche ist die Erdbeere nach den Äpfeln die bedeutendste Obstsorte und mit Abstand das beliebteste Beerenobst. Dies zeigt sich in Österreich durch einen durchschnittlichen Pro-Kopf-Verbrauch von etwa 3,8 kg pro Jahr für das Wirtschaftsjahr 2009/2010 (WILDLING, 2011).

Doch Erdbeeren sind nicht gleich Erdbeeren – es gibt weltweit etwa 1000 Kultursorten. Die einzelnen Sorten wurden für unterschiedliche Verwendungszwecke und somit mit unterschiedlichen Eigenschaften wie Aussehen, Geschmack, Farbe, Größe, Haltbarkeit und Krankheitsanfälligkeit gezüchtet (LEHARI, 2002).

Für den Handel sind Eigenschaften wie Größe, Festigkeit und Farbe der Erdbeeren entscheidend. Die restlichen Früchte, die diese Merkmale nicht aufweisen, also von minderer Qualität sind, werden an die Verarbeitungsindustrie verkauft. Jedoch fordern Fruchtverarbeitungsbetriebe besondere Eigenschaften, wie hoher Zuckergehalt, guter Geschmack und Farbstabilität der Erdbeeren (GÖSSINGER et al., 2009d). Erdbeeren können also nicht nur frisch verzehrt werden, sondern auch als Verarbeitungsprodukte wie Erdbeermarmelade, Erdbeersaft, Fruchtzubereitungen mit Erdbeeren und nicht zuletzt Erdbeernektar konsumiert werden. Verarbeitungsprodukte aus dieser Frucht verlieren jedoch bereits nach wenigen Wochen bis Monaten ihre schöne rote Farbe und werden unansehnlich braun bis grau. Besonders deutlich ist der Farbverlust bei Erdbeernektar zu erkennen (GÖSSINGER et al., 2009b). Dennoch ist der Erdbeernektar beim Konsumenten sehr beliebt, da es sich um ein feines, fruchtiges Getränk ohne künstliche Aroma- und Farbstoffe handelt. Nektar wird lediglich aus Wasser, Zucker und Fruchtsaft oder Fruchtmarm oder einer Mischung aus beidem hergestellt (INNERHOFER, 2005b). Daher gibt es dieses Produkt häufig nur während der Erdbeersaison regional bei Direktvermarktern zu erwerben. Überregional verwenden die meisten industriellen Hersteller von Erdbeerprodukten färbende Zusätze um ihren Produkten über einen längeren Zeitraum eine frische rote Farbe zu verleihen. Häufig handelt

es sich bei diesen färbenden Zusätzen um Holunderbeersaft- oder schwarzes Johannisbeersaftkonzentrat. Diese verlängern zwar die Lebensdauer der Produkte, entsprechen jedoch nicht mehr den Bedingungen der Fruchtsaftverordnung für Erdbeernektar und führen daher zu Fantasienamen wie zum Beispiel Erdbeercocktail (GÖSSINGER et al., 2009c).

Deshalb wird versucht, diverse Ursachen und das Zusammenwirken unterschiedlicher Faktoren auf die Farbstabilität von Erdbeerprodukten aus unterschiedlichen Erdbeersorten, Herkunft, Erntezeitpunkten und Reifegraden zu finden und zu verstehen. Zusätzlich sollen sensorische Untersuchungen die Laborergebnisse absichern und einen sensorischen Einfluss der gemessenen Farbstabilitätsunterschiede zwischen den einzelnen Versuchsproben beschreiben. Neben diesen Aspekten wurde außerdem versucht, Erdbeersaftkonzentrat durch Ultrafiltration von Enzymen wie Polyphenoloxidasen und Peroxidasen, welche für die Braunfärbung mitverantwortlich sind, zu befreien. Auf diese Weise sollte gezeigt werden, dass diese maßgeblich am Abbau der farbgebenden Anthocyane beteiligt sind. Somit wurde eine Vielzahl unterschiedlicher Aspekte beleuchtet, die es erlauben sollen, in weiteren Arbeiten mit technologischen oder sortentechnischen Schritten die Lebensdauer der Erdbeerverarbeitungsprodukte – im Speziellen Erdbeernektar – im Regal der Großhändler bei gleichbleibender frischer Farbqualität zu erhöhen.

2 Literaturübersicht

In diesem Kapitel werden die grundlegenden Informationen über Erdbeeren und der derzeitige wissenschaftliche Forschungsstand betreffend der Einflussfaktoren auf die Farbstabilität von Erdbeerprodukten erläutert.

2.1 Allgemeines über Erdbeeren

Die Erdbeere – eine lange bekannte und geschichtsträchtige Frucht – welche zahlreiche Liebhaber hat und zu Recht als die Königin der Beeren bezeichnet wird zählt neben dem Apfel zu den beliebtesten Obstsorten. Diesen Rang hat die Erdbeere durch ihre rotglänzende Farbe, ihr geschmackliches Erlebnis und ihre vielen gesunden Inhaltsstoffe erworben. Aufgrund der zahlreichen Sorten gibt es unterschiedliche Geschmacksrichtungen. Je nach Vorliebe kann sie nicht nur frisch verzehrt, sondern auch als Marmelade, Nektar oder dergleichen konsumiert werden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.1 Entwicklung der Gartenerdbeere

Erste Funde der Walderdbeeren reichen bis in die Jungsteinzeit zurück. Die römischen Dichter Vergil (19 v. Chr.), Ovid (17 n. Chr.) und Plinius (79 n. Chr.) beschrieben erstmals diese Früchte, welche sie „*frega*“ oder „*fregum*“ nannten. Bereits im Jahre 1330 tauchte der heutige botanische Name „*Fragaria*“ auf. Dieser Begriff leitet sich aus dem lateinischen „*fragare*“ ab und heißt „duften“. Bereits im Mittelalter wurden große Flächen mit Walderdbeeren bepflanzt. Es gab schon allerlei Kulturmethoden, um die Reife zu beschleunigen oder die Ernte zu verlängern, die Größe der Früchte konnte jedoch nicht beeinflusst werden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

Mit der Entdeckung Amerikas fanden französische Auswanderer in Kanada die „Amerikanische Scharlacherdbeere“. Sie war leuchtend rot, sehr aromatisch und viel größer als die europäische Walderdbeere. Kurze Zeit später entdeckten englische Siedler in Virginia eine weitere Art der Scharlacherdbeere (*Fragaria virginiana*). Sie gelangten somit in Europas Gärten und waren dort bald sehr beliebt. 1820 gab es durch Weiterzüchtungen bereits 70 verschiedene Sorten (LEHARI, 2002).

Schließlich brachte der Franzose Amédée François Frézier im Jahre 1714 zwei Pflanzen der Chileerdbeere (*Fragaria chiloensis*) von der Westküste Südamerikas nach Paris. Sie unterschieden sich vor allem durch die großen Früchte von den bisher gefundenen Arten. In Europa setzten diese Pflanzen zunächst kaum Früchte an, bis die französischen Bauern feststellten, dass sie durch die Anpflanzung von Mischkulturen (Chile- und Scharlacherdbeeren) weitaus mehr Erträge erzielen konnten (SILBEREISEN et al., 1996).

Diese Anbaumethode war so erfolgreich, dass die Franzosen ab dem Jahr 1750 große Mengen an Erdbeeren verschifften. Im gleichen Jahr tauchte in Amsterdam wiederum eine neue Art auf, die wegen ihrer Form und ihres Geschmacks als „Ananas-Erdbeere“ bezeichnet wurde (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

Der Gärtner Antoine Nicholas Duchesne erkannte, dass es sich hierbei um eine Hybride, also eine Kreuzung aus *Fragaria chiloensis* und *Fragaria virginiana*, handelte. Diese Mischform ist die Stammform der heutigen Gartenerdbeere und bekam die Bezeichnung *Fragaria x ananassa*.

Im Jahre 1850 sandte der Franzose Boursier de la Rivière Samen, die eine starke Neigung zum Remontieren hatten, von der Küste Kaliforniens nach Paris. Diese Erdbeerpflanzen waren das Ausgangsmaterial für die meisten mehrmaltragenden Sorten (SILBEREISEN et al., 1996).

Inzwischen gibt es mehr als 1000 Sorten, die sich durch Boden- und Klimaansprüche, Aussehen, Geschmack und Wuchshabitus unterscheiden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.2 Botanische Grundlagen

Der botanische Name der Kulturerdbeere lautet „*Fragaria x ananassa*“. Sie gehört zur Familie der Rosengewächse (Rosaceae) und zählt zu den Stauden. Somit handelt es sich dabei um eine mehrjährige Pflanze, bei der die unterirdischen Pflanzenteile die kalte Jahreszeit überstehen (LEHARI, 2002).

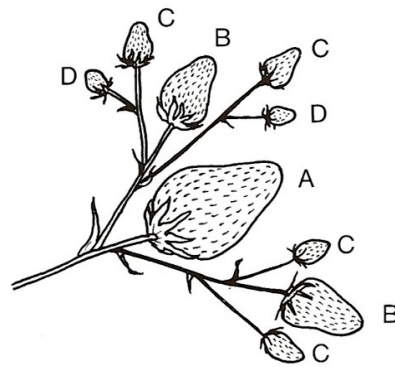
Bei genauer botanischer Betrachtung ist die Erdbeere aber keine Beere, sondern eine Sammelnussfrucht. Die eigentlichen Früchte sind die winzigen, hellgrünen bis gelben Nüsschen, die auf der Oberfläche, in mehr oder weniger tiefen Grübchen, in das rote Fruchtfleisch eingebettet sind. Bei der vermeintlichen Beere handelt es sich somit nur um die fleischig verdickte Blütenachse (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

Mit Hilfe der Abb. 3 wird in den nachfolgenden Absätzen die Morphologie der Erdbeerpflanze näher beschrieben. Als Rosettenpflanze weist sie einen stark gestauchten Spross auf, welcher sich nur wenig über den Boden erhebt. Dieser Teil der Pflanze wird als „Herz“ oder „Krone“ bezeichnet. Er wird mit zunehmendem Alter immer länger und kann pro Jahr um zehn bis 15 mm wachsen.

Am oberen Teil der „Krone“ sind die Laubblätter angesetzt. Sie bilden eine Spirale, wobei ein ganzer Umlauf aus jeweils fünf Blättern besteht. Die Blätter der Laubkrone bestehen aus den behaarten Blattstielen und den meist dreiteiligen, bei einigen Sorten auch vier- bis fünfteiligen, Blattspreiten (NAUMANN und SEIPP, 1989). In jeder Blattachsel wird eine Knospe angelegt, aus der sich, je nachdem in welcher Entwicklungsphase sich die Erdbeerpflanze befindet, ein Ausläufer, eine Seitenkrone (neuer Seitenspross) oder ein Blütenstand (Trugdolde) bildet. Viele Knospen bleiben oft unentwickelt (LEHARI, 2002).

Am unteren Teil der Krone bildet sich das Rhizom, aus dem die meisten Wurzeln entspringen. Wurzeln können sich aber auch aus dem Spross neben der Basis eines jeden neuen Blattes bilden. Sie dienen hauptsächlich der Wasseraufnahme, Nährstoffspeicherung und der Überdauerung ungünstiger Witterungsperioden (LEHARI, 2002). Erdbeerwurzeln können bei leicht durchwurzelbaren, tiefgründigen Böden bis zu einem Meter tief eindringen und sich horizontal 80–90 cm weit ausdehnen. Der Hauptwurzelanteil liegt jedoch in den oberen 15–20 cm des Bodens (NAUMANN und SEIPP, 1989).

Die Entwicklung der Blütenknospen beginnt bei den meisten Sorten bereits im September, ist aber zu diesem Zeitpunkt nur unter dem Mikroskop sichtbar. Aus diesen Knospen bilden sich die Primär- oder A-Blüten, welche die größten Früchte bilden. Im Oktober bilden sich bereits die Sekundär- oder B-Blüten. Bis zum Frühjahr entstehen kontinuierlich neue Blütenknospen, die dann bis zu C-, D- oder sogar E-Blüten beziehungsweise Früchten führen können. Die Früchte werden je nach ihrer „Rangordnung“ immer kleiner (Abb. 1 und Abb. 3). Durch die winterlichen Temperaturen in Mitteleuropa wird dieser Prozess unterbrochen und es entwickeln sich meist nur noch A- und B-Blüten. Dies hat zwar weniger Erträge, jedoch auch größere Früchte zur Folge. Auch die Größe der Blattfläche ist entscheidend für den Erdbeerertrag im Folgejahr. Je größer die Fläche des Blattes im August, desto später beginnt die Bildung der Blütenknospen und infolgedessen kommt es zu einem geringeren Ertrag (NAUMANN und SEIPP, 1989).



Fruchtklasse	g/Frucht
A Primärfrüchte	18,4
B Sekundärfrüchte	9,7
C Tertiärfrüchte	5,2
D Quartärfrüchte	2,9

Abb. 1: Fruchtentwicklung und Fruchtgewicht
(eigene Darstellung nach NAUMANN und SEIPP, 1989)

Abb. 2 zeigt den Aufbau der Erdbeerblüte und -frucht. Die Blüte hat fünf weiße oder zartrosa Blütenblätter (Kronblätter) und ist zwittrig, das heißt, sie besitzt sowohl Stempel als auch Staubblätter. Die Kelchblätter sind je nach Sorte sehr unterschiedlich ausgebildet. Die spiralig angeordneten Samenanlagen befinden sich in der Blütenmitte auf der kissenförmigen fleischigen Blütenachse. Nach der Befruchtung geben die Samenanlagen Phytohormone, welche das Wachstum anregen und somit die Fruchtgröße fördern, an die Blütenachse ab. Je mehr Samen eine Frucht besitzt, desto größer und schwerer wird die Frucht (NAUMANN und SEIPP, 1989).

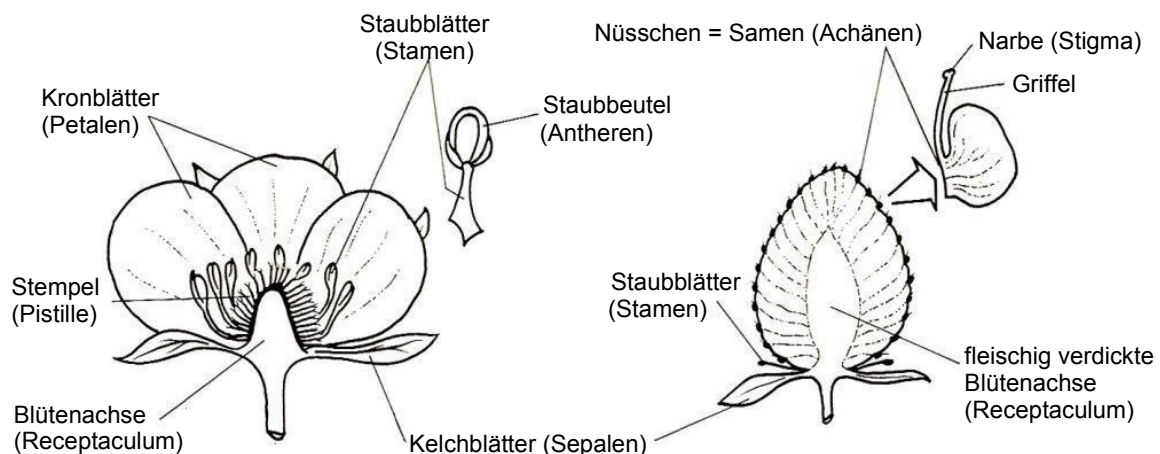


Abb. 2: Aufbau von Blüte und Frucht der Erdbeere
(eigene Darstellung nach NAUMANN und SEIPP, 1989)

Erdbeerpflanzen haben eine starke Neigung zur Ausbildung von Ausläufern, auch Stolonen oder Ranken genannt. Diese entstehen bei zunehmender Temperatur und Tageslängen ab Ende Mai. Zunächst bestehen sie aus Nodien (knotige

Ansatzstellen der Blätter an der Sprossachse) und Internodien (Bereich zwischen zwei Nodien), aus denen sich in späterer Folge durch Blätterbildung und Verwurzelung Jungpflanzen bilden. Bis zum Herbst können sich an jedem Ausläufer zahlreiche neue Stauden entwickeln. Je nach Sorte kann eine Mutterpflanze mehr als 100 Tochterpflanzen hervorbringen. Dies führt jedoch zu einer erheblichen Schwächung der Pflanze und somit zu einem Rückgang der Erträge im Folgejahr. Umgekehrt wird die Stolonenbildung bereits im Frühjahr durch die Blüten- und Fruchtentwicklung gehemmt (NAUMANN und SEIPP, 1989; LEHARI, 2002).

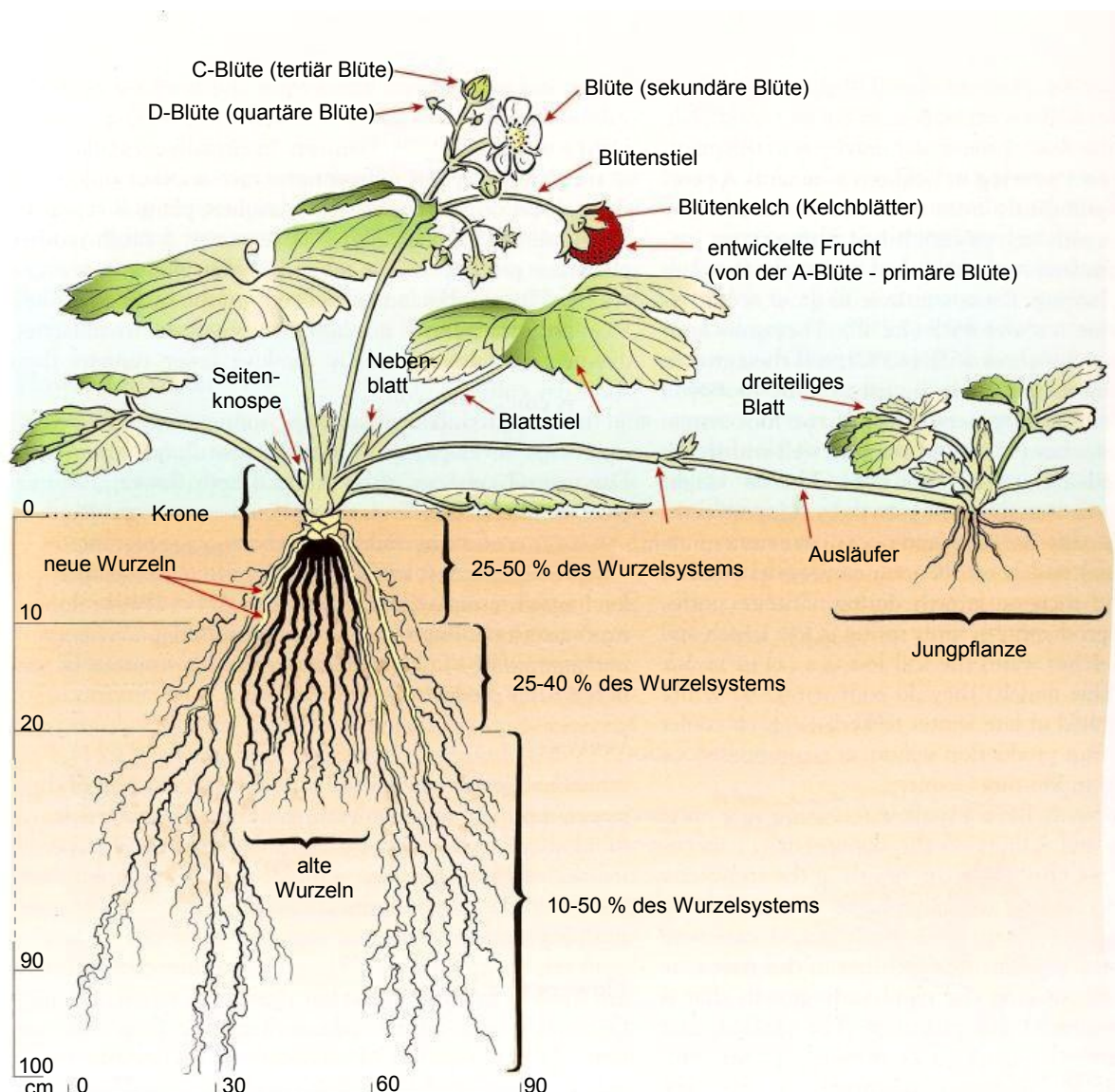


Abb. 3: Aufbau einer entwickelten Erdbeerpflanze
(eigene Darstellung nach UNIVERSITY OF CALIFORNIA, 2008)

2.1.3 Kulturformen

Bei Erdbeerpflanzen gibt es unterschiedliche Kulturformen und Sorten. Daher soll bedacht werden, für welchen Verwendungszweck die Erdbeeren genützt werden sollen. Je nach Sorte und Typ erstreckt sich ihre Erntezeit von Juni bis zu den ersten Frösten (LEHARI, 2002). Bei den Kulturformen wird zwischen einmaltragenden Gartenerdbeeren, remontierenden Gartenerdbeeren, Walderdbeeren, Monatserdbeeren und Wiesenerdbeeren unterschieden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.3.1 Einmaltragende Gartenerdbeeren

Der Ausdruck „einmaltragend“ entspricht nicht der Lebensdauer der Pflanze. Sie kann durchaus einige Jahre überstehen, obwohl die Früchte von Jahr zu Jahr kleiner werden. Dieser Begriff bezieht sich somit auf die begrenzte Reifezeit von zwei bis drei Wochen (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Die Ernte erfolgt zu der klassischen Erdbeersaison im Juni und Juli. In dieser sehr kurzen Zeit kommt es zu einer großen Ausbeute an Früchten (LEHARI, 2002).

2.1.3.2 Remontierende Gartenerdbeeren

Remontierende Gartenerdbeeren werden auch als mehrmals oder dauertragende Sorten bezeichnet und bringen sozusagen zwei Ernten pro Saison ein. Sie reifen zunächst zur gleichen Zeit wie die einmaltragenden Erdbeeren und legen danach eine mehrwöchige Pause ein. Nach der Unterbrechung blühen und fruchten sie erneut und können fortlaufend bis zum Frostbeginn geerntet werden. Im Erwerbsanbau wird jedoch nur die zweite Ernteperiode genützt. Die Fruchtstände der ersten Ernte werden entfernt, um den Spätertrag zu erhöhen (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.3.3 Walderdbeeren

Einmaltragende Walderdbeeren bilden viele Ranken, die zu einem dichten Bewuchs führen. Sie liefern winzige, hocharomatische, sehr weiche, schlecht haltbare Beeren und werden daher kaum für den Erwerbsanbau eingesetzt. Die Erdbeerblätter finden Verwendung als wertvoller Tee. Die Früchte werden wie die

einmaltragenden Gartenerdbeeren von Juni bis Juli geerntet. Diese Kulturform eignet sich gut als Bodendecker (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.3.4 Monatserdbeeren

Monatserdbeeren sind dauertragende Walderdbeeren. Sie haben beinahe die gleichen Eigenschaften wie einmaltragende Walderdbeeren (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Die Unterschiede liegen bei der Erntezeit – die sich von Juni bis Oktober erstreckt – und bei der Ausläuferbildung. Monatserdbeeren können keine Ranken bilden, sie werden ausschließlich aus Samen gewonnen. Geerntet werden kann bereits im selben Jahr der Saat (JANTRA, 1991).

2.1.3.5 Wiesenerdbeeren

Wiesenerdbeeren gingen aus der Kreuzung der Wald- und Gartenerdbeeren hervor. Sie erhielten ihre Bezeichnung aufgrund der vielen Ausläufer, die sich wiesenartig ausbreiten und einen dichten, über viele Jahre hinweg nutzbaren Bestand bilden. Weiters können sie auch gut als Bodendecker verwendet werden. Diese Beeren sind größer, ansonsten jedoch ähnlich wie Walderdbeeren. Die ersten Früchte können allerdings erst ein Jahr nach der Pflanzung geerntet werden. Wie auch bei den Gartenerdbeeren sind auch die Blätter der Wiesenerdbeeren nicht für den Tee verwertbar (BUCHTER-WEISBRODT, 2004).

2.1.4 Pflanzenmaterial

Für eine ertragreiche Erdbeerkultur ist die Verwendung von gesundem, leistungsfähigem Pflanzenmaterial eine der wichtigsten Voraussetzungen (NAUMANN und SEIPP, 1989). Durch geeignetes Pflanzengut kann auch der Erntezeitpunkt beeinflusst werden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Es wird unterschieden zwischen Grünpflanzen, Topfpflanzen, Frigopflanzen und Meristempflanzen (LEHARI, 2002).

2.1.4.1 Grünpflanzen

Grünpflanzen sind junge, gut bewurzelte Ausläufer, die sich im Sommer an der Mutterpflanze bilden. Sie werden im Juli und August durch Rodung gewonnen. Die jungen, noch sehr empfindlichen Wurzeln der Jungpflanzen müssen sorgfältig

transportiert und innerhalb weniger Stunden gesetzt werden. Um gut anzuwurzeln zu können, soll die Pflanzung während der Abendstunden erfolgen und besonders in den ersten Tagen häufig bewässert werden (WEISS et al., 2001).

2.1.4.2 Topfpflanzen

Topfpflanzen sind ebenfalls Grünpflanzen, die bereits Anfang Juli für die Pflanzung zur Verfügung stehen. Sie können bis September gesetzt werden (LEHARI, 2002). Die noch unbewurzelten Ausläufer werden von der Mutterpflanze laufend abgenommen und in Topfplatten pikiert. Die Bewurzelung erfolgt im Glashaus oder Tunnel unter Sprühnebel. Durch die Verwendung von Kultursubstrat wird der Verbreitung von Wurzelkrankheiten vorgebeugt. Diese Setzlinge können aufgrund der Anbauweisen in kleinen Töpfen leicht transportiert und gelagert werden (WEISS et al., 2001).

2.1.4.3 Frigopflanzen

Bei Frigopflanzen handelt es sich um Ausläufer die frühestens im Dezember gerodet werden. Diese sind bereits voll ausgereift und befinden sich in der Winterruhe. Die Jungpflanzen werden geputzt, altes Laub entfernt und bei -2 °C tiefgekühlt (NAUMANN und SEIPP, 1989). Dadurch sind die Pflanzen lager- und transportfähig und können zwischen April und Juni gesetzt werden. Sie eignen sich besonders gut für Terminkulturen, denn zwischen Pflanzung und Ernte liegen genau acht Wochen (WEISS et al., 2001).

2.1.4.4 Meristempflanzen

Meristempflanzen werden in den Wintermonaten im Labor mit Hilfe von Gewebekulturen auf Nährböden gezogen. Sie sind daher nicht frosthart und können somit erst zwischen Mitte Mai und September gepflanzt werden. Der große Vorteil dieser Pflanzen ist, dass sie absolut frei von Krankheitserregern sind. Dies bedeutet aber nicht, dass sie im Freiland völlig gesund bleiben, denn sie können natürlich neu infiziert werden (NAUMANN und SEIPP, 1989).

2.1.5 Anbausysteme

Für Erdbeerkulturen gibt es eine Vielzahl von Anbausystemen, die jeweils an Klima, Boden, Vermarktungswege und ökonomische Gegebenheiten angepasst werden müssen. Beim Anbau im Freien haben sich zwei Methoden durchgesetzt, die durch viele verschiedene Veränderungen modifiziert werden können (WEISS et al., 2001).

2.1.5.1 Offener Boden mit Stroheinlage

Um das Erdbeerfeld vor Unkraut zu schützen, wird der Boden nach der Pflanzung der Erdbeeren sowie im Frühjahr händisch, mechanisch oder mit Herbiziden behandelt. Nach Blühbeginn wird Stroh (6–10 t/ha) untergelegt (Abb. 4), um die Verschmutzung der Früchte zu verhindern und den Unkrautwuchs zu unterdrücken (WEISS et al., 2001). Weiters können die Felder



Abb. 4: Feld mit Stroheinlage
(eigene Quelle, 2010)

besser begangen werden und die Bodenfeuchtigkeit bleibt länger erhalten. Bei zu früher Stroheinlage kann es zum Vernässen kommen. Dies kann als Brutstätte für Krankheitserreger dienen (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Das Stroh kann nach der Ernte als organischer Dünger eingefräst werden. Dieses System setzt eine gute Maschinenausstattung für Hackarbeiten, Herbizidausbringung und Strohle-gen voraus. Daher wird diese Anbauart hauptsächlich in größeren Betrieben verwendet. Die Bewässerung erfolgt mit Überkronenberegnung (WEISS et al., 2001).

2.1.5.2 Anbau auf Mulchfolie

Bei dieser Methode kommt schwarze oder weiße Polyethylen-Mulchfolie zum Einsatz (Abb. 5). Sie wird 14 Tage vor dem Anbau der Erdbeerpflanzen, am besten über einen leichten Damm, angebracht. Unter der Folie wird ein Bewässerungsschlauch (Tröpfchenbewässerung) verlegt. Die Hauptvorteile sind die geringe Handarbeit bei der Unkrautbekämpfung und der



Abb. 5: Feld mit Mulchfolie
(WEISS et al., 2001)

Verzicht von Herbiziden. Zudem kommt es mit Hilfe der Farbe der Folie zu einem Verfrühungs- bzw. Verspätungseffekt der Ernte. Schwarze Folie verfrüht, weiße Folie verspätet die Reifung der Erdbeeren um einige Tage (WEISS et al., 2001). Weiters bietet die Folie Schutz vor der Austrocknung und die Sauberkeit der Früchte wird gewährleistet (LEHARI, 2002). Die Mulchfolie verursacht jedoch einen großen Aufwand beim Entfernen, Reinigen und Entsorgen und belastet außerdem noch die Umwelt. Es ist ein einjähriger als auch ein zweijähriger Anbau, in Abhängigkeit von Klima, Vermarktungsmöglichkeit und Krankheitsdruck, möglich (WEISS et al., 2001).

2.1.6 Ernte und Lagerung

Bei Erdbeeren, die für den Erwerbsanbau dienen, erstreckt sich die Ernteperiode meist über zwei bis drei Wochen (NAUMANN und SEIPP, 1989). Sie beginnt je nach Witterungsverlauf Ende Mai / Anfang Juni. Am Anfang der Ernte genügt ein Pflückdurchgang alle vier Tage, ab der Haupternte (meist zweite Woche im Juni) muss alle zwei Tage durchgepflückt werden. Abhängig von der Fruchtgröße, der Sorte und der Übersichtlichkeit des Bestandes, beträgt die Pflückleistung 8 bis 15 kg pro Stunde. Für 1.000 m² Erdbeeren werden demzufolge ein bis zwei Arbeitskräfte benötigt. Bei gut gepflegten Erdbeerefeldern kann mit Erträgen von 10 bis 20 t/ha gerechnet werden (WEISS et al., 2001). Erdbeeren sollten am besten in den frühen Morgenstunden geerntet werden, denn dann sind die Früchte noch kühl und fest und somit weniger druckempfindlich (FOX et al., 2001). Zu beachten ist, dass die Erdbeeren das richtige Reifestadium besitzen. Sie dürfen weder helle Flecken haben und auf keinen Fall bereits anfangen weich oder matschig zu werden (LEHARI, 2002). Für den Frischmarkt werden die Erdbeeren samt Kelchblättern und Stiel hauptsächlich in 500 g-Kunststoffschalen – jedoch auch in 2,5 kg-Körbe – gepflückt. Industrieware wird hingegen entkelcht. Dies ist aber bei einigen Sorten, wie zum Beispiel „*Elsanta*“, nur schwer möglich (NAUMANN und SEIPP, 1989). Beim Ernten ist darauf zu achten, dass die Erdbeeren keine Druckstellen erhalten, da es ansonsten zu Saftverlusten kommt und somit das Risiko der Fäulnisanfälligkeit steigt. Sie sind deshalb auch nicht für lange Transporte geeignet (FOX et al., 2001). Um die Haltbarkeit auf dem Weg zum Konsumenten zu sichern, müssen die Früchte nach der Ernte schnell gekühlt werden (WEISS et al., 2001). Am besten werden sie bei 4 °C, mit Kelchblätter und Stiel, aufbewahrt

(FOX et al., 2001). Diese empfindlichen Früchte sind jedoch nicht für eine langfristige Lagerung geschaffen, sondern können höchstens zwei bis drei Tage frisch gehalten werden (NAUMANN und SEIPP, 1989). Umso schonender Erdbeeren geerntet und transportiert und je kürzer sie gelagert werden, desto besser ist ihre Qualität (LEHARI, 2002).

2.1.7 Inhaltsstoffe

Bei Erdbeeren ist der Zeitraum, von der Blüte bis zur reifen, aromatischen Frucht, relativ kurz. Daher ist die Entwicklung der Inhaltsstoffe sehr stark von der Witterung und den Kulturbedingungen abhängig. Die Streubreite der Inhaltsstoffe ist während der Erntesaison entsprechend groß und hängt weiters von der Sorte und dem Standort ab. Trotz dieser Schwankungen besitzen Erdbeeren viele Vitamine, Mineralstoffe und bioaktive Substanzen, die für die Gesundheit wichtig sind (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Das beste Aroma und den höchsten Gehalt an wertvollen Inhaltsstoffen weisen erntefrische Erdbeeren auf. Lange Lagerperioden beeinträchtigen die Wirkung der gesundheitsfördernden Substanzen und den Geschmack der Früchte (LEHARI, 2002).

Erdbeeren haben keinen hohen Nährwert und sind somit für den Körper keine Energielieferanten. Der Brennwert von 100 g Erdbeeren liegt bei nur 32 kcal (= 136 kJ) und somit deutlich niedriger als bei allen anderen heimischen Obstsorten (Äpfel, Birnen, Zwetschken, Pfirsiche, Kirschen, Marillen usw.) (ANDERSON und SOYKA, 2011). In der nachfolgenden Tab. 1 sind die Hauptbestandteile angeführt.

Tab. 1: Hauptbestandteile pro 100 g Erdbeerfrucht

(eigene Darstellung nach: ANDERSON und SOYKA, 2011; EBERMANN und ELMADFA, 2011; HERRMANN, 2001)

Hauptbestandteile	Mittelwert (ANDERSON und SOYKA, 2011)	Mittelwert (EBERMANN und ELMADFA, 2011)	Mittelwert (HERRMANN, 2001)
Wasser	85,3 g	92 g	89,5 g
Protein	0,9 g	0,6 g	0,8 g
Fett	0,1 g	0,4 g	k.A.
Kohlenhydrate	8,5 g	7,0 g	5,6 g
Ballaststoffe	1,5 g	2,3 g	1,6 g
Mineralstoffe	0,7 g	0,4 g	0,4 g

Erdbeeren enthalten alle wichtigen Vitamine um den Körper gut zu versorgen. Besonders Vitamin C, Folsäure und Vitamin B₂ sind in hohen Mengen vorhanden (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Stark beeinflusst wird der Vitamin C-Gehalt durch die Witterung. Bei sonnigem Wetter kann der Vitamin C-Gehalt bis zu 100 mg pro 100 g Erdbeeren erreichen (HERRMANN, 2001). In Tab. 2 sind die Gehalte der Vitamine pro 100 g Erdbeeren angegeben.

Tab. 2: Vitamingehalt pro 100 g Erdbeerfrucht

(eigene Darstellung nach ANDERSON und SOYKA, 2011; BELITZ et al., 2008; HERRMANN, 2001)

Vitamine	Mittelwert (ANDERSON und SOYKA, 2011)	Mittelwert (BELITZ et al., 2008)	Mittelwert (HERRMANN, 2001)
Vitamin A	3 µg	k. A.	k. A.
Gesamtcarotinoide	20 µg ¹	20 µg ³	50 µg
Vitamin E	120 µg ²	120 µg	k. A.
Vitamin K	5 µg	20 µg	k. A.
Vitamin B ₁	31 µg	30 µg	30 µg
Vitamin B ₂	54 µg	50 µg	50 µg
Nicotinamid	510 µg	500 µg	550 µg
Pantothensäure	300 µg	300 µg	320 µg
Vitamin B ₆	60 µg	60 µg	60 µg
Folsäure	43 µg	43 µg	45 µg
Vitamin C	57 mg	64 mg	70 mg
Biotin	k. A.	4 µg	k. A.

¹ β-Carotin 16 µg. ² Gesamttocopherol 120 µg, α-Tocopherol 120 µg. ³ Gesamtcarotinoide mit Vitamin A-Aktivität.

Erdbeeren enthalten zudem eine Vielzahl an Mineralstoffen, wobei die Samen besonders hohe Mengen an Mineralien aufweisen. Im Vergleich zu heimischen Obstsorten weisen Erdbeeren vor allem Mangan, Eisen, Calcium und Magnesium auf. Nur Marillen, Himbeeren, Brombeeren und Johannisbeeren weisen im Durchschnitt einen höheren Gehalt an Mineralstoffen auf (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Tab. 3 zeigt die wichtigsten Mineralstoffgehalte pro 100 g Erdbeeren.

Tab. 3: Mineralstoffgehalt pro 100 g Erdbeerfrucht

(eigene Darstellung nach ANDERSON und SOYKA, 2011; BUCHTER-WEISBRODT, 2004; HERRMANN, 2001)

Mineralstoffe	Mittelwert (ANDERSON und SOYKA, 2011)	Mittelwert (BUCHTER- WEISBRODT, 2004)	Mittelwert (HERRMANN, 2001)
Natrium	1,4 mg	3 mg	k. A.
Kalium	164 mg	147 mg	150 mg
Magnesium	13 mg	15 mg	12 mg
Calcium	19 mg	24 mg	16 mg
Mangan	400 µg	350 µg	250 µg
Eisen	642 µg	700 µg	500 µg
Kupfer	46 µg	100 µg	50 µg
Zink	263 µg	130 µg	200 µg
Phosphor	25 mg	30 mg	20 mg
Fluorid	16 µg	18 µg	k. A.
Iodid	2,8 µg	8 µg	k. A.

Die löslichen Kohlenhydrate bestehen jeweils aus rund 40 % Glucose und Fructose und 20 % Saccharose (EBERMANN und ELMADFA, 2011). In 100 g Erdbeeren sind daher im Durchschnitt 2,17 g Glucose, 2,24 g Fructose und 1,00 g Saccharose enthalten (ANDERSON und SOYKA, 2011). Diese Zuckeranteile sind jedoch stark von den Anbaubedingungen und dem Reifezustand der Früchte abhängig. Folglich schwankt der Zuckergehalt mit dem Erntejahr. Auch Zuckeralkohole, wie Sorbit (32 mg/100g) und Xylit (28 mg/100g) kommen in Erdbeeren vor. Die mengenmäßig bedeutendste Fruchtsäure in der Erdbeere ist die Zitronensäure mit 748 mg, gefolgt von der Äpfelsäure mit 303 mg pro 100 g essbarem Anteil. In geringen Mengen sind auch Chinasäure, Isocitronensäure und Zimtsäure enthalten (HERRMANN, 2001).

Erdbeeren beinhalten mehr als 350 flüchtige Aromastoffe, wobei deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten zu sehen sind. Als Hauptverbindungen kommen Methoxyfuraneol, Methyl- und Ethylester der Butansäure und Hexansäure, sowie (E)-2-Hexenal, Linalool und γ -Decalacton vor (HERRMANN, 2001).

Neben den genannten Inhaltsstoffen sind auch bioaktive Substanzen, welche gesundheitsfördernde Eigenschaften besitzen, in den Beeren enthalten. Dazu zählen Ballaststoffe und sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Der Ballaststoffanteil (Tab. 1) besteht hauptsächlich aus Cellulose und Pektin (EBERMANN und ELMADFA, 2011).

Sekundäre Pflanzenstoffe werden in zehn Stoffgruppen eingeteilt. Bei Erdbeeren kommt die Gruppe der Polyphenole am häufigsten vor (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Sie stellen keine uniforme Stoffgruppe dar, sondern bestehen aus unterschiedlichen Substanzen, die als Basis die Struktur eines Phenols besitzen. Polyphenole setzen sich aus Phenolsäuren und Flavonoiden zusammen (WATZL und LEITZMANN, 1999).

Zu den in Erdbeeren enthaltenen Phenolsäuren zählen Hydroxyzimtsäuren, vorwiegend p-Cumarsäure, und p-Hydroxybenzoesäure. Beide liegen verestert mit Glucose vor (EBERMANN und ELMADFA, 2011). Des Weiteren beinhalten Erdbeeren Ellagsäure. Diese wird aus zwei Molekülen Gallussäure gebildet (HERRMANN, 2001).

Zu den in Erdbeeren hauptsächlich vorkommenden Flavonoiden gehören die Verbindungen der Anthocyane, Flavonole und Flavanole (AABY, 2007). Die meisten Flavonoide liegen in der Natur nicht frei vor, sondern sind an Glycoside gebunden (WATZL und LEITZMANN, 1999). Die wichtigsten Anthocyane sind Pelargonidin-3-Glucosid mit einem Gehalt von 119,1–248,6 mg/L Erdbeermark und Cyanidin-3-Glucosid mit 0,4–11,8 mg/L Erdbeermark (OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO, 2009). Weiters ist Pelargonidin-3-Arabinosid in Spuren nachweisbar (GOIFFON et al., 1999). Diese Verbindungen sind verantwortlich für die rote Farbe der Erdbeeren (KLOPOTEK et al., 2005). Neben den roten Anthocyanen gibt es noch eine Gruppe von gelben Farbpigmenten, welche zu den Flavonolen gehören (WATZL und LEITZMANN, 1999). Die bedeutendsten Vertreter der Flavonole sind Quercetin und Kämpferol mit Gehalten von 3,1–12,3 mg und 1,5–6,7 mg/L Erdbeerpüree (OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO, 2009). Weiters kommen in Erdbeeren Flavanole vor, wie zum Beispiel Catechin, Epicatechin und Gallocatechin (HERRMANN, 2001).

2.1.8 Wirtschaftlicher Hintergrund

In Österreich werden Erdbeeren vor allem wegen ihrem herrlich süßen Geschmack und den zahlreichen, für den Körper wertvollen Inhaltsstoffen und Vitaminen, geschätzt (ANONYM, 2009a).

Sie zählen somit neben Äpfeln, Birnen, Zwetschken und Pfirsichen zu den beliebtesten heimischen Obstsorten. Der durchschnittliche Pro-Kopf-Verbrauch lag im Wirtschaftsjahr 2009/2010 in Österreich bei 3,8 Kilogramm (Abb. 6). Insgesamt wurden in diesem Zeitraum rund 17.100 t Erdbeeren (aus Intensiv- und Extensivobstanlagen) geerntet und davon 12.185 t exportiert. 32.622 t wurden nach Österreich eingeführt. Somit standen insgesamt rund 37.500 t Erdbeeren für den Inlandsverbrauch zur Verfügung. Der Selbstversorgungsgrad von heimischen Erdbeeren lag bei 46 %, was unter dem Durchschnittswert von rund 69 % der gesamten Obstsorten lag. Das Wirtschaftsjahr bezog sich auf den Zeitraum vom 1. Juli 2009 bis 30. Juni 2010 (WILDLING, 2011).

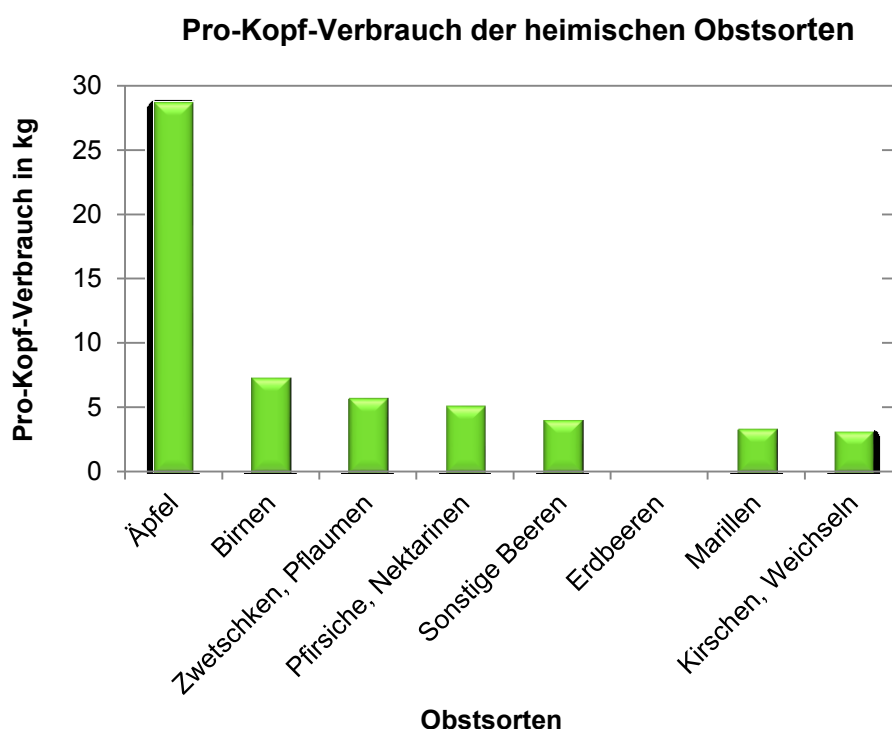


Abb. 6: Pro-Kopf-Verbrauch in kg im Wirtschaftsjahr 2009/2010
(eigene Darstellung nach WILDLING, 2011)

Die Gesamterntemenge der Erwerbsobstproduktion 2010 belief sich auf 237.700 t und lag damit 10 % unter der des Vorjahres. Die Obsternte setzte sich aus Kernobst (86 %), Beerenobst (9 %) und Steinobst (5 %) zusammen. Bei der Beerenobstproduktion konnte mit 20.400 t die Vorjahresernte um 11 % erhöht werden. 16.400 t davon waren Ananas-Erdbeeren, die auf rund 1.250 Hektar angebaut werden. Der Rest waren Ribiseln, Himbeeren und Heidelbeeren. Die größten Anbauflächen für Erdbeeren waren in Niederösterreich mit 441 ha, dicht ge-

folgt von Oberösterreich mit 403 ha und der Steiermark mit 155 ha. Die restlichen 253 ha verteilen sich auf die übrigen Bundesländer, wobei in Salzburg nur ein Hektar Fläche zur Verfügung stand (BADER und KRIESEL, 2010).

Obwohl die Ananas-Erdbeeren-Ernte insgesamt um 8 % höher gegenüber 2009 ausfiel, kann man in Abb. 7 deutlich erkennen, dass dies jedoch nicht auf die einzelnen Bundesländer zutrifft. Besonders in Niederösterreich, im Burgenland und in Wien kam es zu Ernteeinbußen, bedingt durch die schlechte Witterung (kühl und regnerisch) zu Sommeranfang. In Niederösterreich wurden im Jahr 2009 7.200 t und 2010 nur rund 6.200 t Erdbeeren geerntet. Dies ergab einen Verlust von rund 14 %. In Oberösterreich wurde mit rund 4.800 t jedoch ein Ertragsplus von 25 % erreicht. In der Steiermark konnte sogar ein Zuwachs von 118 % erreicht werden (BADER und KRIESEL, 2009; BADER und KRIESEL, 2010).

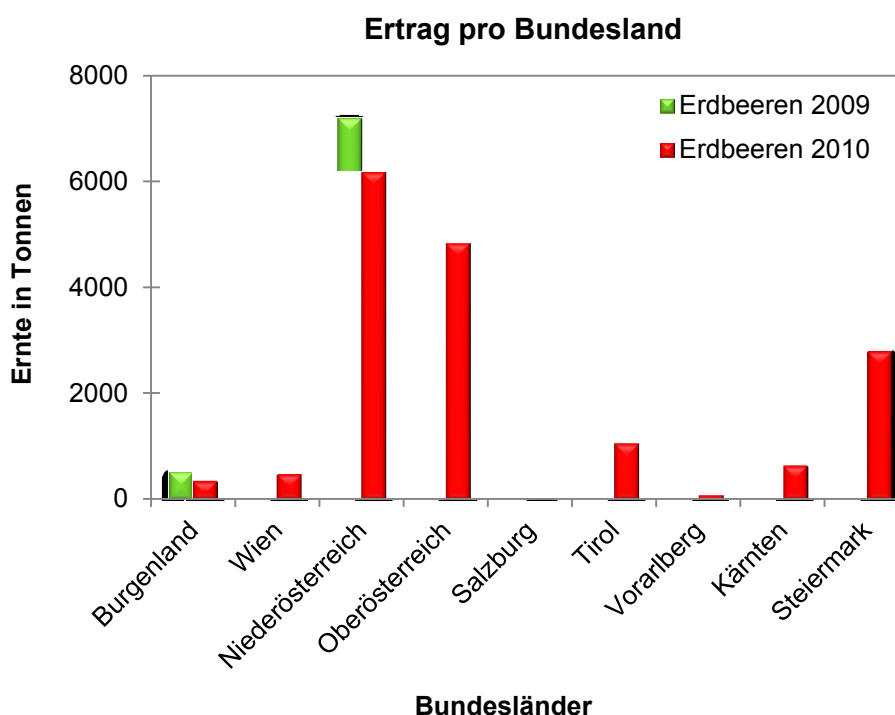


Abb. 7: Vergleich der Erdbeerproduktion der Jahre 2009 und 2010
(eigene Berechnung und Darstellung nach BADER und KRIESEL, 2009;
BADER und KRIESEL, 2010)

Auch die Erzeugerpreise schwanken von Jahr zu Jahr. Wie in Abb. 8 ersichtlich, zeigt die Preisentwicklung der letzten fünf Jahre deutliche Unterschiede. So bekamen der Erzeuger im Jahr 2007 nur 190,35 € und 2009 263,48 € pro 100 kg Erdbeeren. Im Erntejahr 2010 lag der Erzeugerpreis im guten Mittel der soeben genannten Preise (ANONYM, 2011a).

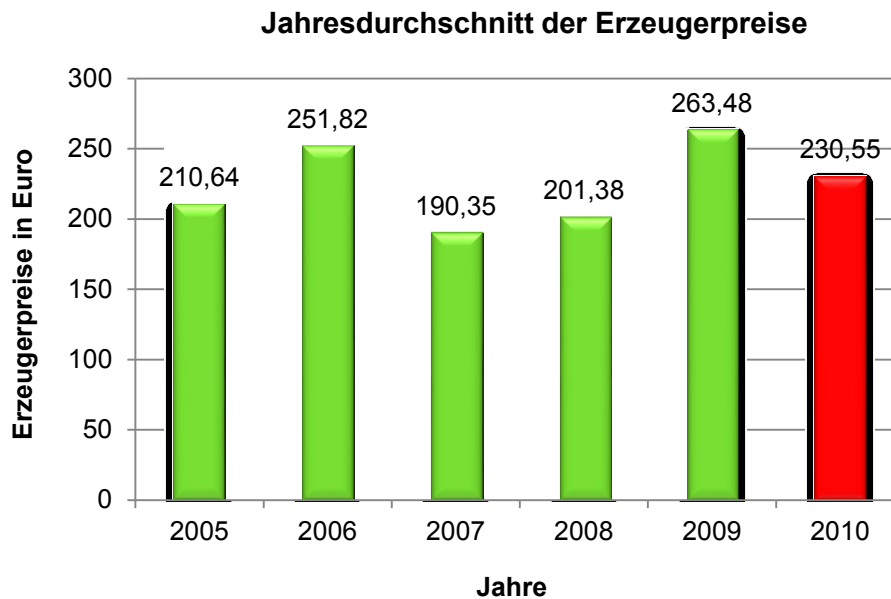


Abb. 8: Jahresdurchschnitt der Erzeugerpreise in Euro (netto ohne MwSt)
(eigene Darstellung nach ANONYM, 2011a)

2.2 Erdbeersorten

Derzeit existieren rund 1.000 verschiedene Erdbeersorten, wobei davon jedoch nur rund 100 Sorten am Markt und im Eigenanbau vertreten sind (LEHARI, 2002).

Optimale Erdbeersorten sollen gleichmäßig große, herzförmige und aromatische Früchte tragen und einen möglichst hohen Ertrag aufweisen. Die Farbe der Schale soll leuchtend rot und die darauf sitzenden Nüsschen (Samen) leicht eingesenkt sein, damit sie beim Essen nicht auf der Zunge kratzen. Das Innere der Beere soll kräftig rot gefärbt sein. Weiters sollen die Erdbeeren möglichst gut haltbar und transportfähig sein (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Sie sollen für unterschiedliche Witterungen und Bodenbeschaffenheiten geeignet und widerstandsfähig gegenüber Krankheiten und Schädlingen sein. Auch die Reifezeit ist von Bedeutung um längere Erdbeerernten zu erreichen. Weiters soll auf die Verwertungsmöglichkeiten (wie zum Beispiel gut geeignet zum Einfrieren) geachtet werden (LEHARI, 2002).

Um möglichst viele der erwähnten Eigenschaften zu erhalten, werden neue Erdbeersorten durch Kreuzungen gezüchtet (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Jedoch kommt es nicht nur auf die Neuzüchtung an, sondern es spielt auch die Anpassungsfähigkeit an verschiedene Standorte (Klima- und Bodenbedingungen) eine große Rolle. So können sich bei ein und derselben Sorte zum Beispiel der

Geschmack, die Fruchtgröße oder die Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten und Schädlingen deutlich unterscheiden (NAUMANN und SEIPP, 1989).

Im Folgenden werden die Erdbeersorten, welche im Zuge dieser Masterarbeit geerntet und verarbeitet wurden, näher erläutert. Es wurden nur einmaltragende Sorten verwendet.

2.2.1 *Alba*

Alba wird in Cesena (Italien) von dem Unternehmen New Fruits s.a.s. gezüchtet und ist seit 2002 im Handel. Der Reifebeginn der Erdbeeren ist sehr früh (zur selben Zeit wie bei der Sorte *Clery*). Die Früchte sind sehr groß und behalten ihre Größe von Beginn bis zum Ende der Ernte. Sie lassen sich leicht ernten und bringen 30 % mehr Ertrag als andere Sorten. Die Haut der Beeren ist glänzend rot, das Fruchtfleisch hellrot und der Geschmack gut. Wie in Abb. 9 ersichtlich, haben sie eine gleichmäßig konische Form, eine sehr gute Festigkeit und somit eine gute Haltbarkeitsdauer. Die Pflanzen weisen eine durchschnittliche Wuchsstärke auf und benötigen zum Wachsen kontinentales Klima. Bei niedrigeren Temperaturen müssen sie abgedeckt werden. Sie sind für Tunnel- und Feldkultivierung geeignet und bevorzugen entwässerte Böden, die nicht zu sandig sind. Die Pflanzen sind resistent gegenüber den meisten Krankheiten, daher sind sie sehr gut für den biologischen Anbau geeignet. Die Sorte *Alba* wird von Konsumenten und Produzenten sehr geschätzt und ist daher in vielen europäischen Ländern verbreitet (ANONYM, 2011b).

2.2.2 *Clery*

Gezüchtet wird die Sorte *Clery* (Abb. 9) vom Unternehmen C.I.V. Consorzio Italiano Vivaisti Soc. Cons. a.R.L. in Italien. Es handelt sich dabei um eine sehr frühreifende Erdbeersorte, die eine Woche vor *Elsanta* gepflückt werden kann. Die großen, gleichmäßig kegelförmigen Früchte haben eine mittelrot leuchtende Fruchtfarbe. Sie sind sehr fest, ihr Geschmack ist sehr süß und aromatisch. Sehr hohe Erträge werden durch Topfpflanzen erreicht, mit Frigopflanzen wird nur ein mittelhoher Ernteertrag erreicht. Die Sorte *Clery* ist eine kräftige Pflanze mit mittlerer Wuchsstärke und mittlerer Dichte. Sie ist gut geeignet für die Verfrühung unter

Fließ oder Tunnel. Sie kann auch auf schlechten und trockenen Standorten gut wachsen. Die pollenreichen Blüten sind wenig frostanfällig. Die Pflanze hat eine gute Widerstandsfähigkeit gegen Blatt- und Wurzelkrankheiten, besonders gegen Mehltau. *Clery* ist für alle Vermarktungsformen geeignet und eine gute Ergänzung zu *Elsanta* (HOFFELNER, 2011a; HOFFELNER, 2011b).

2.2.3 *Elsanta*

Abb. 9 zeigt die Sorte *Elsanta*. Sie stammt von der Kreuzung „Gorella“ und „Holiday“ ab und wurde von L.M. Wassenaar, CPRO-DLO in Wageningen/Niederlande gezüchtet. Sie wurde 1981 in den Handel eingeführt. Die Reifezeit der sehr ertragreichen Sorte *Elsanta* beginnt mittelfrüh. Die großen bis sehr großen Früchte sind kugelig bis breitherzförmig. Die Oberfläche der Beeren ist glänzend rot und sie besitzen ein sehr festes Fruchtfleisch, welches in der Mitte rot und am Rand rötlichweiß gefärbt ist. Der Geschmack ist süßlich mit feiner Säure und hat daher ein sehr ansprechendes Aroma. Die Pflanze wächst mittelstark bis stark und bildet dichte, mittelgroße Büsche. Sie gedeiht auf sandigen, humusreichen Lehmböden in gemäßigttem Klima und spätfrostfreien Lagen. Sie eignet sich besonders gut für ein- und zweijährigen Anbau (SILBEREISEN et al., 1996). *Elsanta* hat ein sehr schwach ausgebildetes Wurzelsystem und ist somit sehr anfällig für Pflanzenkrankheiten. Aufgrund ihrer Fruchtqualität (Festigkeit und Haltbarkeit) ist *Elsanta* jedoch die Hauptsorte für alle Vermarktungsarten in ganz Mitteleuropa (WEISS et al., 2001).

2.2.4 *Madeleine*

Die Sorte *Madeleine* (Abb. 9) wird ebenfalls wie *Clery* vom Unternehmen C.I.V. Consorzio Italiano Vivaisti Soc. Cons. a.R.L. in Italien gezüchtet. Sie reift sehr früh und hat eine sehr hohe Ertragsfähigkeit. Die kegelförmigen, länglichen, großen und gleichmäßigen Früchte haben einen sehr guten Geschmack. Die Nüsschen sind leicht eingesenkt und das Fruchtfleisch ist leuchtend rot. Auch bei sehr reifen Früchten bleibt die Farbe erhalten. Die Pflanze ist äußerst kräftig und robust, hat eine mittlere Dichte und einen mittelhohen Busch. Die mittelgroßen Blüten befinden sich über dem Laub und sind sehr pollenreich. Bei Topfpflanzen kommt es zu einer noch früheren Reifezeit. Sie wächst auch auf müden und schwierigen Böden

und ist auch für den biologischen Anbau sehr gut geeignet (HOFFELNER, 2011a; HOFFELNER, 2011b).

2.2.5 *Senga Sengana*

Senga Sengana, wie in Abb. 9 ersichtlich, wurde aus den Sorten „*Markee*“ und „*Sieger*“ von Reinhold von Sengbusch in Deutschland (Hamburg, Volksdorf) gezüchtet. Die Sorte ist seit 1952 im Handel und in ganz Europa verbreitet. Sie gehört zu den Erdbeersorten mit mittelfrüher Reifezeit und hohem Ertrag. Die dunkel- bis purpurrot glänzenden Früchte sind mittelgroß und stumpfkegelförmig. Gegen Ende der Erntesaison werden die Beeren jedoch kleiner (SILBEREISEN et al., 1996). Das mittelfeste und gleichmäßig durchgefärbte Fruchtfleisch ist dunkelrot. Die Früchte haben einen süßen Geschmack mit kräftigem Säuregehalt (LEHARI, 2002). Je nach Reifezustand schmecken sie mehr oder weniger harmonisch. Die Pflanze ist starkwüchsig, dicht und bildet kugelförmige Hochbüsche. Die Beeren sind für alle Verarbeitungsarten, besonders zum Tiefgefrieren, geeignet. Die Pflanze stellt keine besonderen Ansprüche an den Boden, verträgt sogar Hitze und Trockenheit. Jedoch ist sie stark anfällig für Fruchtfäule und Wurzelfäule (SILBEREISEN et al., 1996).

2.2.6 *Symphony*

Bei der Sorte *Symphony* (Abb. 9) handelt es sich um eine schottische Züchtung aus „*Rapsody*“ und „*Holiday*“ des SCRI (Scottish Crop Research Institute) (WEISS et al., 2001). Es ist eine spätreifende Sorte mit festen mittel- bis großen, stark glänzenden Früchten. Sie sind mittelrot und im Inneren durchgehend rot gefärbt. Die Beeren sind leicht säuerlich, haben aber ein sehr gutes Aroma. Der Ertrag ist hoch und sie sind gut lagerfähig (LEHARI, 2002). Die Pflanze hat einen kräftigen Wuchs und ein robustes Wurzelsystem, wodurch sie gut für schwere Böden und Höhenanbau geeignet ist (WEISS et al., 2001). Sie kann auch in kühlen Regionen angebaut werden. Bei den Früchten der Sorte *Symphony* kommt es kaum zu Missbildungen und im Allgemeinen ist sie auch wenig anfällig gegenüber Krankheiten (LEHARI, 2002).



Alba



Clery



Elsanta



Madeleine



Senga Sengana



Symphony

Abb. 9: Erdbeersorten (*Alba*, *Clery*, *Elsanta*, *Madeleine*, *Senga Sengana*, *Symphony*)
(eigene Quelle, 2010)

2.3 Erdbeerprodukte

Erdbeeren sind typische Saisonfrüchte und stehen daher nur zu einer sehr begrenzten Zeit zur Verfügung. Besonders frische Erdbeeren erfreuen den Gaumen durch ihren köstlichen Geschmack und das einmalige Aroma. Um den einzigartigen Genuss der Erdbeeren ganzjährig aufrechtzuerhalten, werden deshalb verschiedene Produkte hergestellt (MARUNA, 2005).

Es gibt eine Vielzahl von Erdbeerprodukten, von Marmeladen, über Säfte und Sirupe bis hin zu alkoholischen Getränken, wie z.B.: Erdbeerwein, Erdbeersekt, Erdbeerschnaps und Erdbeerlikör (BUCHTER-WEISBRODT, 2004). Zudem werden auch noch Erdbeeressig und natürlich tiefgekühlte Erdbeeren und Erdbeer-

mus angeboten. Auch etliche Erdbeermischprodukte, wie Joghurts, Milchshakes, Eiscreme, Schokolade, Fruchtsoßen und vieles mehr, werden angepriesen. Hier werden die Erdbeeren hauptsächlich als Fruchtstückchen oder Mus beigemischt (MARUNA, 2005). Auch Erdbeernektar ist ein beliebtes Produkt, welches vor allem für Desserts oder als Grundlage für Mischgetränke mit Sekt oder Säften verwendet wird (INNERHOFER, 2005b).

2.3.1 Gesetzliche Grundlagen

In der Fruchtsaftverordnung (BGBl. 83/2004, Teil II, ausgegeben am 16. Februar 2004) sind die jeweiligen aus Früchten hergestellten Erzeugnisse definiert. Nachfolgend werden die für diese Masterarbeit relevanten Produkte erläutert.

Laut § 1, Punkt 7 ist „Fruchtnektar 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, (...); der Zusatz von Zuckerarten und/oder Honig ist bis zu höchstens 20 % des Gesamtgewichts des fertigen Erzeugnisses zugelassen; (...); 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; (...).“ (ZITAT: BGBl. II Nr. 83/2004).

Entsprechend § 1, Punkt 5 b ist „Konzentrierter Fruchtsaft (Fruchtsaftkonzentrat) 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.“ (ZITAT: BGBl. II Nr. 83/2004).

Gemäß § 1, Punkt 6 ist „Fruchtsaft aus Fruchtsaftkonzentrat das Erzeugnis, das gewonnen wird, indem das dem Saft bei der Konzentrierung entzogene Wasser dem Fruchtsaftkonzentrat wieder hinzugefügt wird und die dem Saft verlorengegangenen Aromastoffe sowie gegebenenfalls Fruchtfleisch und Zellen, die beim Prozess der Herstellung des betreffenden Fruchtsafts oder von Fruchtsaft derselben Art zurückgewonnen wurde, zugesetzt werden. Das zugefügte Wasser muss, insbesondere unter chemischen, mikrobiologischen und organoleptischen Ge-

sichtspunkten, die geeigneten Eigenschaften besitzen, um die wesentlichen Merkmale des Saftes zu gewährleisten; (...).“ (ZITAT: BGBl. II Nr. 83/2004).

Weiters besagt § 8 (1): „Wird das Erzeugnis aus einer einzigen Fruchtart hergestellt, ist deren Bezeichnung an Stelle des Wortes „Frucht“ in der Sachbezeichnung anzugeben.“ (ZITAT: BGBl. II Nr. 83/2004).

2.3.1.1 Erdbeernektar

Erdbeernektar muss entsprechend der Fruchtsaftverordnung einen Fruchtmark- oder Fruchtsaftanteil von mindestens 40 % enthalten (BGBl. II Nr. 83/2004). Weitere erlaubte Zutaten sind Wasser, Zucker, Zitronensäure (5 g/L), L-Ascorbinsäure (*quantum satis*) und Milchsäure (5 g/L). Der Zuckeranteil darf höchstens 20 % des Gesamtgewichtes des fertigen Erzeugnisses ausmachen (BGBl. II Nr. 83/2004; BGBl. II Nr. 383/1998 zuletzt geändert durch BGBl. II Nr. 157/2011 – Anlage 2). Neben den gesetzlichen Vorgaben sind auch noch einige fachliche Aspekte zu beachten. So ist zum Beispiel bei der Herstellung darauf zu achten, dass sich der Fruchtanteil gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt und es zu keiner Phasentrennung kommt. Auch die Verlängerung der Haltbarkeit von Erdbeernektar ist ein wichtiger Punkt. Häufig werden dazu thermische Verfahren eingesetzt (SCHOBINGER, 2001).

2.3.1.2 Erdbeersaftkonzentrat und rückverdünnter Erdbeersaft

Als Erdbeersaftkonzentrat bezeichnet man ein Fruchtsaftkonzentrat, welches zu 100 % aus Erdbeeren hergestellt wird. Dazu werden die Erdbeeren im ersten Schritt durch physikalische Krafteinwirkung zu Erdbeersaft verarbeitet. Dieser Erdbeersaft wird danach durch weitere Prozessschritte (Zentrifuge, Schönung, Filtrationen) aufgearbeitet. Zum Schluss wird dem Erdbeersaft durch ein thermisches Verfahren das Wasser entzogen und der Saft mit ursprünglich 5-10 °Brix auf 60-65 °Brix aufkonzentriert. Neben Wasser werden flüchtige Aromastoffe abgetrennt, diese werden extra gesammelt und dem Konzentrat wieder zugefügt. Dadurch sinkt die Wasseraktivität von 0,94 auf 0,73 ab und es entsteht ein mikrobiologisch stabiles Produkt. Jedoch ist darauf zu achten, dass eine zu hohe thermische Beanspruchung die Sensorik des Produktes beeinträchtigen kann. Zusätzlich wird durch den Verdampfungsprozess das Volumen um den Faktor sechs bis sieben reduziert und somit der Lagerbedarf drastisch reduziert. Um Erdbeersaft

aus Erdbeersaftkonzentrat herzustellen, muss diesem das beim Konzentrieren entzogene Wasser zugesetzt werden (SCHOBINGER, 2001).

2.3.2 Farbbeurteilung von Erdbeerprodukten mit Hilfe eines Akzeptanzfaktors bzw. Braunindexes

Für den Verzehr von Lebensmitteln ist das optische Erscheinungsbild eines Produktes entscheidend. Leicht zu beurteilen sind vom Verbraucher die Attribute Farbe, Form, Größe, Struktur, Trübheit oder Glanz, welche eine gewisse Produkterwartung beim Konsumenten hervorrufen. Untersuchungen zeigten, dass sich die Farbe von Lebensmitteln auf das Konsumverhalten auswirkt. Je farbiger und variantenreicher die Produkte sind, desto öfter wird es konsumiert (DERNDORFER, 2010). Um den Zusammenhang zwischen Farbe und Kundenakzeptanz von Erdbeerprodukten wissenschaftlich zu beurteilen, wird ein Akzeptanzfaktor ($AF = a^*/h$) aus kolorimetrischen Daten ermittelt. Erdbeerprodukte mit einem Akzeptanzfaktor größer als 0,7 werden vom Konsumenten als sehr gut beschrieben. Bei Werten zwischen 0,4 und 0,7 wird das Produkt angenommen, darunter ist es für den Verbraucher nicht mehr akzeptabel und wird deshalb auch nicht mehr verzehrt (GÖSSINGER et al., 2009a).

Des Weiteren kann die Farbe auch durch eine Absorptionsmessung mit Hilfe eines Spektralphotometers bestimmt werden. Dazu muss entsprechend der IFU-Methode Nr. 80 die Absorption bei den Wellenlängen 430 nm und 520 nm gemessen werden, wobei die Wellenlänge 430 nm die braune Farbe und die Wellenlänge 520 nm die rote Farbe wieder gibt. Aus den beiden Messwerten kann der Braunindex (A_{430}/A_{520}) errechnet werden, welcher das Maß für die oxidative Bräunung von Anthocyanpigmenten in roten Säften ist. Dies gilt jedoch nur bei klaren Säften. Bei leicht trüben Säften muss eine Trübungskorrektur der Messwerte erfolgen. Dazu muss der Grad der Trübung durch Messung der Absorption bei 620 nm bestimmt werden und von A_{430} und A_{520} subtrahiert werden (ANONYM, 2010).

2.4 Phenole – Farbstoffe der Erdbeeren

Erdbeeren besitzen ein großes Spektrum an phenolischen Komponenten, zu denen nicht nur die rotgefärbten Anthocyane, sondern auch die gelben Flavonole gehören.

2.4.1 Anthocyane

Für die typisch hellrote Farbe der Erdbeeren sind überwiegend Anthocyane verantwortlich. Sie kommen in der Natur als Pflanzenfarbstoffe in Blüten, Früchten und Blättern vor. Die Farbpalette reicht von rot, violett, blau bis hin zu schwarz. Diese Farbenvielfalt beruht auf einem komplexen Gemisch einzelner oder verschiedener Anthocyane und auf deren Zusammenspiel mit anderen flavonoiden Pigmenten (FRANZKE, 1996). Sie sind vorwiegend in den Randschichten der Pflanzen lokalisiert (WATZL et al., 2002).

Wie bereits in Kapitel 2.1.7 erwähnt, sind Anthocyane sekundäre Pflanzenstoffe, die chemisch gesehen zu den Polyphenolen, genauer gesagt zu der Untergruppe der Flavonoide gehören (WATZL und LEITZMANN, 1999). Typisch für solche Verbindungen ist ein $C_6-C_3-C_6$ Grundkörper. Die wasserlöslichen Anthocyane bestehen überwiegend aus einem Glycosid und einem wasserunlöslichen Anthocyanidin. Die Basis jedes Anthocyanidins ist das Flavylumkation (Abb. 10), welches seine Farbe, abhängig von den daran gebundenen Resten verschiebt. Durch die Anlagerung von Wasserstoff (Hydroxylierung) an den Flavylumkern entsteht eine blaue Farbe. Binden Glycoside oder Methylgruppen an das Flavylumkation kommt es zu einer Rotfärbung (FRANZKE, 1996).

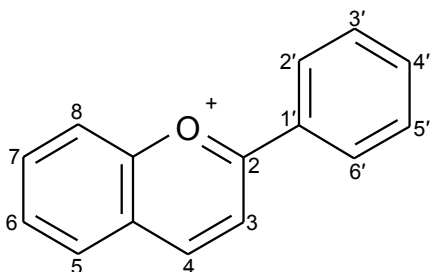


Abb. 10: Grundstruktur des Flavylumkation
(eigene Darstellung nach FRANZKE, 1996)

Die jeweilige Farbgebung ist von der Struktur der Anthocyane und dem pH-Wert abhängig und durch ein Absorptionsmaximum im visuellen Bereich bei einer Wellenlänge von 465–560 nm bedingt. Bei pH-Werten von eins bis drei kommt es zu einer roten Färbung der Anthocyane, bei pH-Werte zwischen vier bis sechs sind sie farblos und ab pH sieben verändern sie die Farbe zu violett und blau (WATZL et al., 2002). Durch Ringöffnung kann es auch bei pH-Werten über sieben zur Bildung von gelben Chalkonen kommen (Abb. 11) (BELITZ et al., 2008).

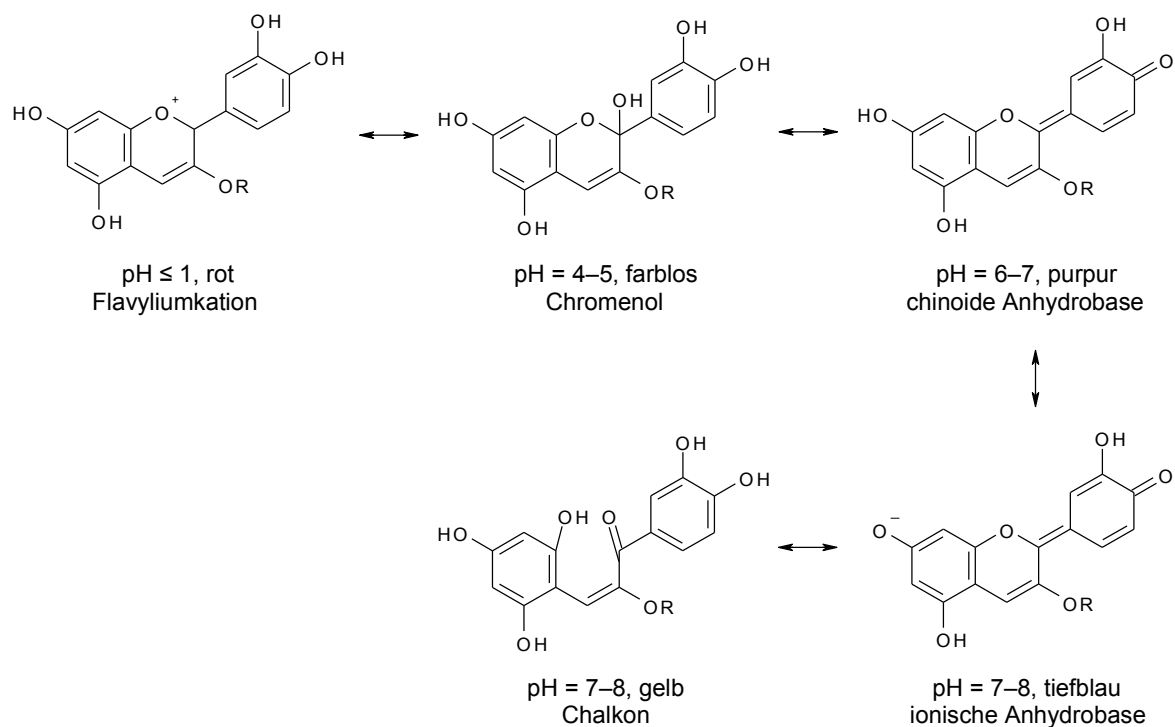
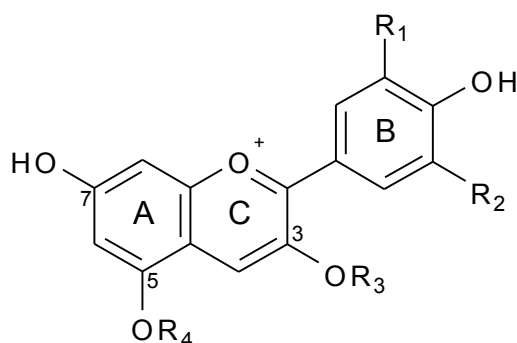


Abb. 11: Veränderung der Anthocyane in Abhängigkeit vom pH-Wert
(eigene Darstellung nach BELITZ et al., 2008)

Aufgrund unterschiedlicher Bindungsmöglichkeiten von Kohlenhydraten (Zucker) sowie phenolischer und aliphatischer Säuren an Anthocyanidine, gibt es eine Vielzahl von unterschiedlichen Anthocyantypen (WATZL et al., 2002). Derzeit können in etwa 20 verschiedene Anthocyanarten unterschieden werden. Allerdings sind bereits insgesamt mehr als 100 natürliche Anthocyane isoliert und strukturell aufgeklärt worden (FRANZKE, 1996). In Pflanzen kommen hauptsächlich die Glycoside der Anthocyanidine von Pelargonidin, Cyanidin, Delphinidin, Peonidin, Petulidin und Malvidin vor (Abb. 12) (KÄHKÖNEN und HEINONEN, 2003). Die Glycosilierung erfolgt bei den Anthocyanidinen vorwiegend am C₃- und C₅-Atom (TERNES, 2008).



Anthocyanidin	R ₁	R ₂
Pelargonidin	H	H
Cyanidin	OH	H
Delphinidin	OH	OH
Peonidin	OCH ₃	H
Petulidin	OH	OCH ₃
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃

R₃ und R₄ = H oder Zuckerrest

Abb. 12: Grundstruktur der Anthocyanidine

(eigene Darstellung nach KÄHKÖNEN und HEINONEN, 2003; WATZL et al., 2002 und GIOFFON et al., 1999)

Die am häufigsten vorkommenden glycosilierten Kohlenhydratkomponenten sind Monosaccharide wie Glucose, Rhamnose, Galaktose, Arabinose, Xylose und Fructose (KÄHKÖNEN und HEINONEN, 2003). Diese können sich auch zu Di- oder Trisacchariden zusammenlagern und an das Anthocyanidin binden (WATZL et al., 2002). Die Zuckerreste können mit verschiedenen Säuren wie zum Beispiel Kaffee-, Essig-, Ferula- oder Cumarsäure ein- oder mehrfach verestert sein (FRANZKE, 1996). Grundsätzlich gilt, dass monoglycosilierte Anthocyane weniger stabil sind als Di- und Triglycoside und acylierte Anthocyane (GÖSSINGER et al., 2007). Selbst hochveresterte Anthocyane sind oxidations- und wärmelabiler als andere Flavonoide. Dies führt zu einem raschen Abbau von Anthocyanen und häufig zu unerwünschten Farbveränderungen (FRANKE, 1996).

In Erdbeeren sind überwiegend zwei Anthocyantypen vorzufinden. Dabei handelt es sich um das hellrote Pelargonidin und das dunkelrote Cyanidin. Diese kommen hauptsächlich glycosiliert als Pelargonidin-3-Glucosid, Pelargonidin-3-Arabinosid, Pelargonidin-3-Rutenosid und Cyandin-3-Glucosid vor (CAO et al., 2011). Der gesamte Anthocyangehalt in frischen Erdbeeren liegt zwischen 200 und 600 mg/kg (DA SILVA et al., 2007). Dieser setzt sich aus 89–95 % Pelargonidin-3-Glucosid, 3,9–10,6 % Cyandin-3-Glucosid und 3,1–3,9 % Pelargonidin-3-Arabinosid zusammen. Pelargonidin-3-Arabinosid wurde nur in einigen Erdbeersorten nachgewiesen (GIOFFON et al., 1999). Die Anthocyanverteilung von GIOFFON et al. (1999) ist vergleichbar mit DA SILVA et al. (2007), welche die Anthocyan-Zusammensetzung mit 77–90 % Pelargonidin-3-Glucosid und 3–10 % Cyandin-3-Glucosid angeben. Anstelle Pelargonidin-3-Arabinosid wird hier Pelargonidin-3-Rutenosid mit 6–11 % angeführt. Der effektive Gesamtanthocyangehalt

ist abhängig von der Erdbeersorte sowie dem Reifegrad. Je intensiver die Farbe der Früchte, desto höher ist der Gehalt an Anthocyanen (GÖSSINGER et al., 2007). In Tab. 4 werden verschiedene Literaturwerte von Anthocyanen in Erdbeermark dargestellt.

Tab. 4: Anthocyane in Erdbeermark [mg/kg]

(eigene Darstellung nach CAO et al., 2011, OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO, 2009, AABY et al., 2007)

Anthocyane Literatur	Pelargonidin-3- Glucosid [mg/kg]	Cyandin-3- Glucosid [mg/kg]	Pelargonidin-3- Rutenosid [mg/kg]	Gesamt- Anthocyane [mg/kg]
AABY et al. (2007)	322,8	13,4	12,9	414,2
CAO et al. (2011)	230,9	37,0	57,9	323,8
OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO (2009)	119,1–248,6*	0,4–11,8*	0,0–10,6*	147,1–298,7*

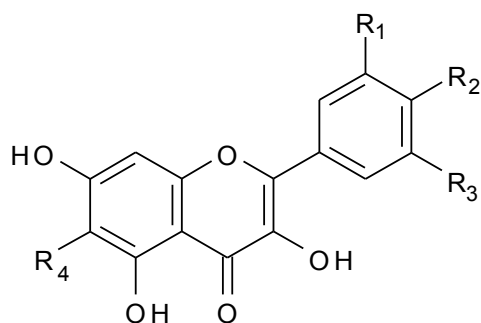
* [mg/L]

Neben diesen Literaturwerten zeigen KLOPOTEC et al. (2005), dass der Anthocyangehalt während der Verarbeitung von frischen Erdbeeren zu Mark ansteigt. Die Ursache für diesen Effekt kann auf eine Extraktionslimitierung durch intakte Zellwände der Beeren zurückgeführt werden (KLOPOTEC et al., 2005). Ein ähnlicher Effekt kann durch Einfrieren der Erdbeeren erreicht werden. Hierbei kommt es ebenfalls zum Anstieg des Anthocyangehalts durch Bildung von Eiskristallen in der Frucht, welche die Fruchtzellen zerstören und somit Anthocyane freisetzen (NGO et al., 2007).

2.4.2 Flavonole

Neben den Anthocyanen kommen in Erdbeeren auch geringe Mengen an gelben Farbpigmente vor. Diese Verbindungen sind nicht nur an der Farbgebung der Blüten, sondern auch in anderen Pflanzengewebe beteiligt (RICHTER, 1998). Sie kommen in Früchten, Gemüse, Tee, Tabak und Kartoffeln vor (FRANZKE, 1996). Sie werden als Flavonole bezeichnet und gehören wie die Anthocyane zu den Polyphenolen in die Untergruppe der Flavonoide (WATZL und LEITZMANN, 1999). Flavonole besitzen ebenfalls einen C₆-C₃-C₆ Grundkörper (FRANZKE, 1996) und kommen in der Natur hauptsächlich als Glycoside von Kämpferol, Quercetin, Myricetin, Isorhamnetin und Galangin vor (Abb. 13) (EBERMANN und ELMADFA,

2011). Die Glycosilierung erfolgt hauptsächlich an der C₃-Position (TERNES, 2008). Bei den Zuckerresten handelt es sich vor allem um Monosaccharide wie Glucose, Galactose, Rhamnose und Arabinose. Es können aber auch Disaccharide wie Rutinose, Sophorose und Sambubiose binden. Die Zucker können auch acyliert mit Hydroxyzimtsäuren, p-Hydroxybenzoesäure oder Malonsäure vorliegen (HERRMANN, 1992).



Flavonole	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄
Kämpferol	H	OH	H	H
Quercetin	OH	OH	H	H
Myricetin	OH	OH	OH	H
Isorhamnetin	OCH ₃	OH	H	H
Galangin	H	H	H	H

Abb. 13: Chemische Struktur der Flavonole

(eigene Darstellung nach EBERMANN und ELMADFA, 2011)

Erdbeeren enthalten vor allem die Flavonole Quercetin und Kämpferol. Diese kommen vorwiegend glycosiliert als Quercetin-3-Glucosid und Kämpferol-3-Glucosid vor (JIN et al., 2010). Jedoch gibt es in geringen Mengen eine Vielzahl von weiteren Flavonolglycosiden. Insgesamt wurden sieben Kämpferol- und fünf Quercetin-Derivate nachgewiesen, darunter auch Kämpferol-3- und Quercetin-3-Glucuronide (TÖRRÖNEN und MÄÄTTÄ, 2002). Neben den erwähnten Flavonolen kann in einigen Sorten Myricetin nachgewiesen werden (HERNANZ et al., 2007; SAMAPPITO und BUTKHUP, 2010). Der Gesamt-Flavonolgehalt liegt zwischen 3,5 bis 9,0 mg/kg, jedoch werden in der Literatur Werte bis zu 53 mg/kg angegeben (OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO, 2009). Häufig werden die Flavonolglycoside als Aglycone nach saurer Hydrolyse analysiert. Dabei geht jedoch ein Teil der Information wie zum Beispiel der Glycosidtyp verloren (TÖRRÖNEN und MÄÄTTÄ, 2002). Daher ist es in der Literatur schwierig, Werte für alle Flavonolderivate zu finden. Häufig werden daher nur Quercetin und Kämpferol angegeben. In Tab. 5 werden einige Literaturwerte von Flavonolen angeführt.

Tab. 5: Flavonole in Erdbeeren und Erdbeermark* [mg/kg]

(eigene Darstellung nach HERNANZ et al., 2007; JIN et al., 2010; SAMAPPITO und BUTKHUP, 2010; CAO et al., 2011; OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO, 2009)

Flavonole Literatur	Quercetin [mg/kg]	Kämpferol [mg/kg]	Myricetin [mg/kg]	Quercetin-3-Glucosid [mg/kg]	Kämpferol-3-Glucosid [mg/kg]
HERNANZ et al. (2007)	n.n.–1,5	17,8–36,8	n.n.	k. A.	k. A.
JIN et al. (2010)	k. A.	k. A.	k. A.	8,0–33,1	1,9–2,6
SAMAPPITO und BUTKHUP (2010)	43,4	2,1	3,7	k. A.	k. A.
CAO et al. (2011)*	9,5	3,6	6,4	k. A.	k. A.
OSZMIAŃSKI und WOJDYŁO (2009)*	3,1–12,3**	1,5–6,7**	k. A.	k. A.	k. A.

* Erdbeermark, ** [mg/L]

2.5 Enzyme der Erdbeeren

In den folgenden Kapiteln werden jene Enzyme behandelt, die eine entscheidende Rolle bei der enzymatischen Bräunung spielen. Diese Bräunungsreaktionen werden durch die Oxidation von phenolischen Komponenten verursacht und bilden einen deutlichen Qualitätsverlust im betroffenen Obst und Gemüse (CHISARI et al., 2007). Sie werden durch ein Enzymsystem nach der Gewebeerstörung von Obst und Gemüse durch Sauerstoffeintritt verursacht (FRANZKE, 1996). Das beteiligte Enzymsystem besteht aus Polyphenoloxidase und Peroxidase, welche zu den Oxidoreduktasen zählen (CHISARI et al., 2007). Zusätzlich zu den eben genannten Enzymen sind Glucosidasen beim Abbau von glycosilierten Anthocyanen zu instabileren Anthocyanidinen beteiligt (GÖSSINGER et al., 2007).

2.5.1 Polyphenoloxidasen

Polyphenoloxidase (PPO EC 1.14.18.1) ist das Hauptenzym, welches für die Bräunungsreaktion verantwortlich ist. Dieses Enzym ist lokalisiert in Chloroplasten, Mitochondrien, Peroxisomen und im Cytoplasma von Pflanzen und kommt frei oder an die Membran gebunden vor (TOMÁS-BARBERÁN und ESPÍN, 2001). Ein Großteil wird in der Thylakoid-Membran der Chloroplasten nachgewiesen, während das Substrat hauptsächlich in den Vakuolen vorkommt. Erst nach Zerstörung

der Zellen kommt es zum Kontakt zwischen Enzym und Substrat, wodurch es zu einem raschen Abbau von Phenolen kommt (CHISARI et al., 2007). Dabei katalysiert dieses Kupfer enthaltende Enzym in Anwesenheit von molekularem Sauerstoff unterschiedliche Reaktionen (CHISARI et al., 2007). Die erste Reaktion wird als Phenolhydroxylase-Aktivität (Cresolase-Aktivität) bezeichnet. Dabei wird Monophenol zu o-Diphenol hydroxyliert. Bei der zweiten Reaktion handelt es sich um die Polyphenoloxidase-Aktivität (Catecholase-Aktivität). Hierbei wird o-Diphenol zu o-Quinon oxidiert (Abb. 14) (FRANZKE, 1996). Das o-Quinon polymerisiert zu einem braunen Pigment, welches die Farbe der Erdbeeren verändert.

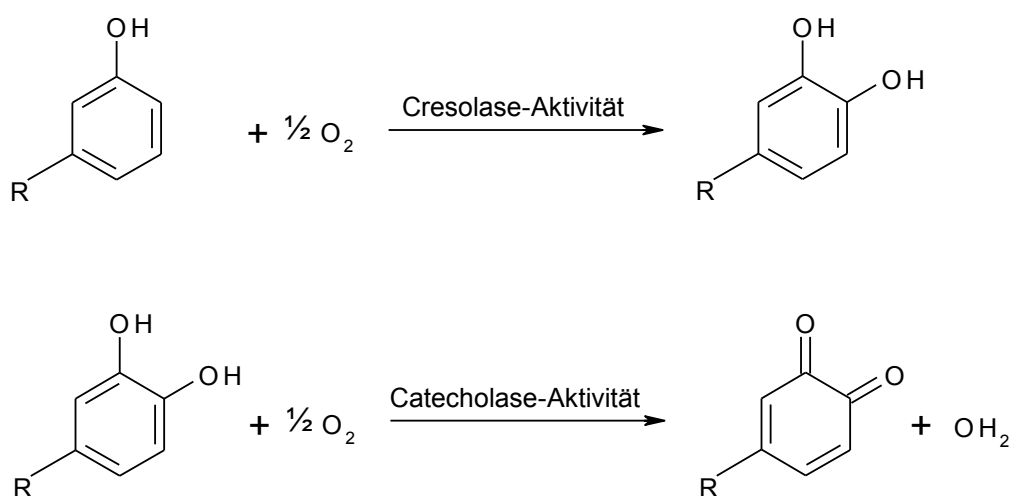


Abb. 14: Cresolase- und Catecholase-Aktivität
(eigene Darstellung nach FRANKZE, 1996)

In Erdbeeren ist die Polyphenoloxidase-Aktivität vom Reifegrad abhängig. Kleine, grüne Beeren haben eine deutlich höhere Aktivität als vollreifen Erdbeeren (SERRADELL et al., 2000). Die höchste Aktivität der Polyphenoloxidase liegt je nach Sorte zwischen pH vier und 4,5. Beim physiologischen pH-Wert der Frucht von 3,5 konnte nur mehr etwa 50 % der Aktivität festgestellt werden. Je nach Sorte liegt die höchste Aktivität der Polyphenoloxidase zwischen 50 und 65 °C. Bei gekühlter Lagerung (4 °C) sinkt die Aktivität auf 16 % der maximalen Aktivität. Eine Erhitzung von 60 °C für 20 min inaktiviert 95 % der Polyphenoloxidase bei der Sorte „*Elsanta*“. Die Polyphenoloxidase der Sorte „*Madame Moutot*“ erwies sich als thermostabiler (CHISARI et al., 2007). Dies wurde von GÖSSINGER et al. (2009b) bestätigt, welche selbst bei höheren Temperaturen dieses Enzym nicht vollständig inaktivieren konnten und somit auf einen thermostabilen Typ schlos-

sen. Die Polyphenoloxidase hat ein Molekulargewicht von 135 kDa (SERRADELL et al., 2000). Dieser Wert ist vergleichbar mit WORTHINGTON und WORTHINGTON, 2011, die das Molekulargewicht mit 128 kDa angeben. In Erdbeeren beträgt die spezifische Enzymaktivität von Polyphenoloxidase 1,27 U/mg Protein (SERRADELL et al., 2000). Dieser Wert ist vergleichbar mit GÖSSINGER et al. (2009d), die einen Wert von 0,9 U/mg Protein anführen. Erdbeeren müssen in flüssigen Stickstoff schockgefroren und bei -80 °C gelagert werden, um aussagekräftige Analyseergebnisse zu erzielen (GÖSSINGER et al., 2009d).

2.5.2 Peroxidase

Neben der Polyphenoloxidase spielt auch die Peroxidase (POD 1.11.1.7) eine wichtige Rolle beim Abbau von Phenolen in Bestandteilen von Pflanzen. Sie wird überwiegend glycosiliert an Membranen gebunden vorgefunden (CIVELLO et al., 1995). Die Peroxidase oxidiert durch Elektronenaustausch eine Vielzahl von Stoffgruppen in der Anwesenheit von Elektronen-Akzeptoren, wie zum Beispiel Wasserstoffperoxid und Superoxidradikale (TOMÁS-BARBERÁN und ESPÍN, 2001, CHISARI et al., 2007). Wasserstoffperoxid (H_2O_2) ist in der Pflanze natürlich verfügbar und entsteht unter anderem durch den aeroben Abbau von L-Ascorbinsäure (ÖZKAN et al., 2005). Die Enzymaktivität der Peroxidase hängt von der Reifephase der Erdbeere ab. Kleine, grüne Früchte haben eine hohe Aktivität, welche bis zur Vollreife stark abnimmt (CIVELLO et al., 1995). Die höchste Aktivität der Peroxidase liegt abhängig von der Sorte zwischen pH sechs und 6,5. Liegt der pH-Wert bei 3,5 (natürlicher pH-Wert der Erdbeere), sinkt die Enzymaktivität um zirka 55 %. Bei einer Temperatur von 25 °C hat Peroxidase die höchste Aktivität. Durch Kühlung (4 °C) sinkt die Enzymaktivität signifikant um mehr als 50 %, dennoch ist die Aktivität deutlich höher als bei der Polyphenoloxidase. Bereits bei 50 °C wird die Enzymaktivität von Peroxidase um bis zu 80 % reduziert, somit ist die Peroxidase temperaturempfindlicher als Polyphenoloxidase (CHISARI et al., 2007). Das Molekulargewicht der Peroxidase beträgt 56 kDa. Erdbeeren weisen eine spezifische Peroxidase-Aktivität von 3,34 U/mg Protein auf (CIVELLO et al., 1995). Dies kann annäherungsweise mit GÖSSINGER et al. (2009d) (1,7 U/mg Protein) verglichen werden. Grundsätzlich ist die spezifische Aktivität der Peroxidase höher als die der Polyphenoloxidase (GÖSSINGER et al., 2009d).

Trotz vielfältiger Literaturquellen konnte die Rolle der Peroxidase bei der enzymatischen Bräunung noch nicht vollkommend geklärt werden. Es wird jedoch angenommen, dass die Polyphenoloxidase durch Produktion von Wasserstoffperoxid bei der Oxidation von Phenolen die Peroxidase-Aktivität anregt (TOMÁS-BARBERÁN und ESPÍN, 2001).

2.6 Einflussfaktoren auf die Stabilität der Erdbeerfarbe

Erdbeeren verdanken ihre schöne rote Farbe den Anthocyanen (KLOPOTEK et al., 2005) und werden aufgrund ihrer Färbung häufig zu sommerlich fruchtigen Säften, Püree und Marmeladen verarbeitet (CAO et al., 2011). Bereits während der Be- und Verarbeitung treten Veränderungen bei den Anthocyanen auf und es kommt zu Farbverlusten, bräunlichen Verfärbungen sowie zur Bildung von Trübungen und Niederschlägen (TERNES, 2008). Dies zeigt auch die relativ geringe Halbwertszeit der Erdbeeranthocyane, welche abhängig von der Lagertemperatur 50 bis 2.300 Stunden beträgt (GÖSSINGER et al., 2007). Die Ursache für die geringe Farbstabilität hängt von unterschiedlichen Faktoren ab, die nachfolgend behandelt werden.

- **Chemische Struktur**

Wie bereits in Kapitel 2.4.1 erwähnt wurde, hängt die Stabilität der Anthocyane von der chemischen Struktur ab. Anthocyane mit einem höheren Anteil an Methoxylgruppen (-OCH₃) sind stabiler als Anthocyane mit Hydroxylgruppen (-OH). Ebenfalls stabilisierend wirken glycosilierte und acetylierte Seitenketten (TERNES, 2008).

- **Zucker**

Ebenfalls einen negativen Effekt auf die Farbstabilität haben die in der Frucht vorkommenden Pentosen und Hexosen sowie deren Abbauprodukte wie Furfural und Hydroxyfurfural (TERNES, 2008). Diese entstehen bei thermischen Vorgängen in Anwesenheit von Aminoverbindungen (Maillard-Reaktion) (BELITZ et al., 2008). Auch Zuckerzusätze, besonders Fructose, bewirken einen Abbau der Farbe, der durch Sauerstoffeintrag beschleunigt wird (TERNES,

2008). Jedoch können Zucker auch als Glycosyl-Gruppen an das Aglycon gebunden sein und dadurch die Farbe stabilisieren (GÖSSINGER et al., 2007).

- **L-Ascorbinsäure und Sauerstoff**

Grundsätzlich ist L-Ascorbinsäure als gutes Antioxidationsmittel bekannt. Jedoch kommt es in Anwesenheit von Anthocyanen zum Zerfall beider Komponenten. Dies wirkt sich in weiterer Folge negativ auf die rote Farbe aus (GARZÓN und WROLSTAD, 2002). Der Mechanismus dieser Zerfallsreaktion basiert auf der Oxidation der L-Ascorbinsäure durch hohe Sauerstoffkonzentrationen unter Bildung von H_2O_2 (ÖZKAN et al., 2005).

- **Licht**

Licht trägt ebenfalls zum Abbau von Anthocyanen bei, dies zeigt ein Versuch von BAŁKOWSKA et al. (2003). Hier wurden bei dreimonatiger Lagerung im Sonnenlicht um 54 % mehr Anthocyane zerstört als in der dunkel gelagerten Vergleichsgruppe. Dieses Ergebnis wurde mit einer wässrigen unbehandelten Cyanidin-3-Glucosid-Lösung erzielt (BAŁKOWSKA et al., 2003).

- **Enzyme**

Das fruchteigene anthocyanabbauende Enzymsystem besteht hauptsächlich aus den Enzymen Polyphenoloxidase und Peroxidase (BONERZ et al., 2011). Dabei handelt es sich wie in Kapitel 2.5 beschrieben um Oxidoreduktasen, welche in Anwesenheit von Sauerstoff Reaktionen katalysieren, die zum Abbau von Polyphenolen führen (CHISARI et al., 2007). Diese beiden Enzyme können durch thermische Behandlung im Rahmen der in der Fruchtsaftindustrie üblichen Pasteurisationsbedingungen nicht vollständig inaktiviert werden (GÖSSINGER et al., 2009b). Dass eine Inaktivierung dieser Enzyme jedoch für eine lange Farbstabilität nötig ist, wurde bereits in der Literatur erwähnt. Eine mögliche Enzym-Inaktivierung durch Lagerung der Erdbeeren bei -18 °C vor der Nektarproduktion verbesserte die Farbstabilität deutlich (GÖSSINGER et al., 2009d). Eine gezielte Inaktivierung der Polyphenoloxidase und Peroxidase durch Zugabe eines Enzyminhibitors führte bei Erdbeernektar zu stabileren akzeptablen Farbwerten (GÖSSINGER et al., 2009b).

- **pH-Wert**

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Farbe der Erdbeeren ist der pH-Wert. Wie bereits in Kapitel 2.4.1 beschrieben, verändern Anthocyane abhängig vom pH-Wert ihre Farbe. Für die Stabilität der roten Anthocyane ist ein niedriger pH-Wert erforderlich. Der pH-Wert kann mittels Zitronensäure gesenkt werden (TERNES, 2008).

- **Schwefeldioxid**

Ebenfalls farbverändernd wirkt der Zusatz von Schwefeldioxid. Dies führt zur Bleichung der Anthocyane (BELITZ et al., 2008). Schwefeldioxid hat einen reversiblen Effekt durch Bildung von farblosen Chromen-4-(oder 2-)Sulfonsäuren auf Anthocyane (FRANZKE 1996). Durch Ansäuern auf pH 1 oder bei Zusatz von Carbonylverbindungen kommt die rote Farbe wieder zum Vorschein (BELITZ et al., 2008). Bei Einsatz von Schwefeldioxid wird jedoch die enzymatische Bräunung zum Teil verhindert (TERNES, 2008).

- **Temperatur**

Temperatur hat nicht nur als niedrige Lagertemperatur sondern auch als hohe Prozess- und Verarbeitungstemperatur einen Einfluss auf die Farbstabilität (BONERZ et al., 2011). GÖSSINGER et al. (2009d) zeigten in Lagerversuchen von Erdbeernektar bei 4 °C und 20 °C, dass der Anthocyangehalt bei beiden Lagervarianten deutlich reduziert wurde, jedoch die Farbabnahme bei der wärmer gelagerten Versuchsgruppe höher war. Wie bereits erwähnt, spielt auch die Verarbeitungstemperatur, wie zum Beispiel bei der Pasteurisation, eine Rolle. Hier kommt es zu einer Anthocyanabnahme von etwa 20 % (GÖSSINGER et al., 2009b) und zur Bildung von Maillardreaktionsprodukten (wie bereits unter dem Punkt „Zucker“ beschrieben) (CAO et al., 2011). Jedoch kann eine hohe Prozesstemperatur auch einen positiven Effekt auf die Farbstabilität, durch Inaktivierung von Enzymen, haben (GÖSSINGER et al., 2009b).

- **Copigmentierung**

Bei einer Copigmentierung kommt es zwischen Anthocyanen und anderen organischen Molekülen in einer Lösung zu einer molekularen Assoziation. Dies hat eine Intensivierung und Stabilisierung der Farbe zur Folge. Dieser Effekt

kann auch durch Selbstassoziation bei hohen Anthocyangehalten hervorgerufen werden (BOULTON, 2001).

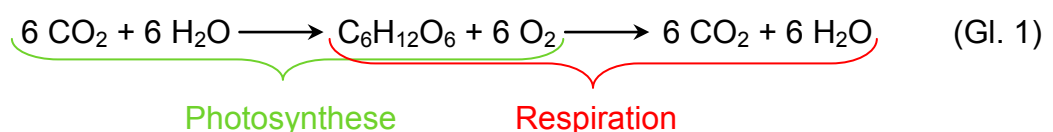
Neben den bereits erwähnten Einflussfaktoren gibt es noch eine Vielzahl von weiteren Effekten, die sich auf die Farbstabilität auswirken. Dies sind z.B. die Bildung von Chelatkomplexen zwischen Anthocyanen und Metallionen, Sorte, Erntezeitpunkt, Reifegrad und Anbaubedingungen (BONERZ et al., 2011, TERNES 2008, NGO et al., 2007, GÖSSINGER et al., 2009d, GÖSSINGER et al., 2010a).

2.7 Analytische Untersuchungsparameter

Analytische Untersuchungsmethoden sind ein Teil der Qualitätskontrolle, welche Kennzahlen und Werte von Lebensmitteln liefern. Diese Zahlen geben jedoch nichts oder nur sehr wenig über die sensorischen Eigenschaften eines Produktes preis. Die Analytik wird eingesetzt um Produktionsabläufe zu steuern, fertige Erzeugnisse auf Grenzwerte zu kontrollieren und um Fehler herauszufinden. Auch bei der Rezepturerstellung, Verarbeitung und Vermarktung von Produkten werden analytische Untersuchungen immer mehr von Bedeutung (INNERHOFER, 2005a). Im nachfolgenden Teil wird ein theoretischer Überblick über die einzelnen analytischen Methoden dieser Arbeit gegeben.

2.7.1 Respiration

Bei der Respiration handelt es sich um die Atmung der Pflanzen. Wie in Gl. 1 ersichtlich, wird zunächst bei der Photosynthese Fruchtzucker aufgebaut, welcher bei der Atmung der Pflanze, unter Verbrauch von Sauerstoff, zu Kohlendioxid und Wasser umgewandelt wird. Bei der Respiration wird Energie in der Höhe von 2.872 kJ frei. Davon werden rund 40 bis 65 % als Wärme an die Umgebung abgegeben (MANDL und LIEBETREU, 2002).



Die Atmungsintensität von Obst hängt von Art, Beschaffenheit und Reifegrad der Frucht, Lagertemperatur, Wasserhaushalt und Zusammensetzung der Luft ab. Je höher die Temperatur, desto intensiver ist die Atmung und umso größer ist die frei werdende Wärmemenge. In Abb. 15 ist der Einfluss der Temperatur auf die Atmungsaktivität ersichtlich (NABER et al., 2010). Grundsätzlich gilt, je höher die Respirationsrate eines Produktes, umso kürzer ist die Haltbarkeit. Um die Haltbarkeit der Früchte zu erhöhen muss die Atmungsrate gesenkt werden (ANONYM, 2009b). Dazu können unterschiedliche Methoden, wie „Controlled Atmosphere“-Lagerung oder „Modified Atmosphere Packaging“ verwendet werden (NABER et al., 2010, ANONYM, 2009b). Die einfachste Methode jedoch ist die Lagertemperatur zu senken. Bei einer Temperatursenkung von 10 °C verringert sich die Atmungsintensität auf die Hälfte und somit verdoppelt sich die Haltbarkeitsdauer (NABER et al., 2010).

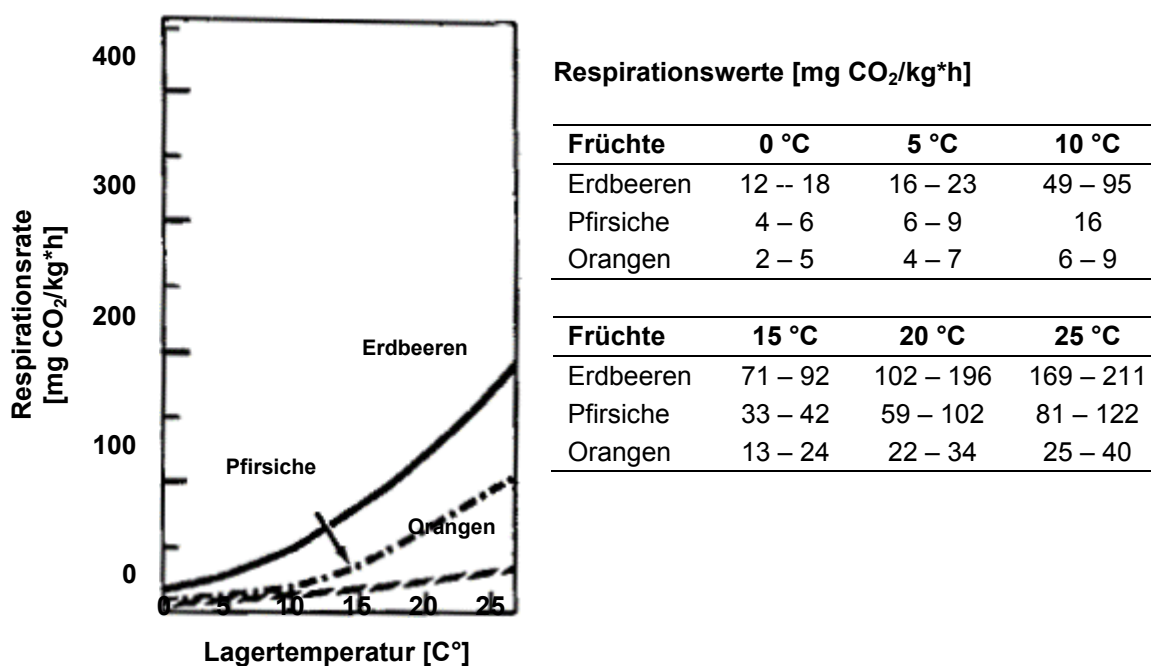


Abb. 15: Einfluss der Temperatur auf die Atmungsaktivität ausgewählter Früchte einschließlich Messwerte
(eigene Darstellung nach NABER et al., 2010)

2.7.2 Textur

Im Zuge der Be- und Verarbeitung bis hin zum Verzehr werden Lebensmittel den verschiedensten mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt. Daher ist es von großer Bedeutung über das mechanische Verhalten der Lebensmittel Bescheid zu wissen, denn nur so kann eine optimale Produkt- und Prozessgestaltung

erfolgen, welche die hohe Qualität der Lebensmittel sicherstellt (SCHLEINING, 2004). Eine Form der mechanischen Beanspruchung wird durch die Textur dargestellt. Dieser Begriff kann zusätzlich durch sensorisch wahrnehmbare Eigenschaften beschrieben werden. Um diese Merkmale zu erfassen, können unterschiedliche physikalische Testverfahren angewandt werden. Ein Großteil dieser Testmethoden basiert auf der Simulation und Messung von Belastungen (FIGURA, 2004).

2.7.3 Zuckergehalt

In der Fruchtsafterzeugung wird der Zuckergehalt in °Brix angegeben, jedoch handelt es sich dabei um die Gesamttrockensubstanz, welche außer Zucker noch andere Stoffe enthält. Diese können aufgrund des geringen Anteils vernachlässigt werden. Für die Bestimmung des Zuckergehalts wird ein Refraktometer verwendet. Diese Art der Zuckerbestimmung funktioniert nur in Flüssigkeiten und Gelen, die keinen Alkohol enthalten. Andernfalls würde das Messergebnis verfälscht werden. In regelmäßigen Abständen soll das Refraktometer auf seine Genauigkeit überprüft werden und wenn nötig mittels destillierten Wassers (Nullpunkt) justiert werden (INNERHOFER, 2005a).

2.7.4 Säuregehalt

Um den Säuregehalt einer Probe zu bestimmen, wird die gesamte titrierbare Säure gemessen. Beerenobst enthält vorwiegend Zitronensäure, aber auch andere Säuren. Andere Inhaltsstoffe, wie zum Beispiel Kohlensäure, verfälschen den Wert der titrierbaren Säure. Der Wert kann dadurch bis zu 0,5 g/L erhöht sein. Deshalb muss die Probe vor der Analyse von der Kohlensäure befreit werden (INNERHOFER, 2005a)

2.7.5 pH-Wert

Beim pH-Wert handelt es sich um das chemische Maß für den Säuregrad einer Substanz. Je niedriger der Wert eines Stoffes liegt, desto saurer ist er. Neutral ist die Substanz bei einem pH-Wert von sieben. Höhere Werte sind basisch bzw. alkalisch. Die pH-Wert Skala reicht von Null bis 14. Früchte und viele der daraus hergestellten Lebensmittel sind sauer. Der pH-Wert ist von der Temperatur und der

Homogenität des Mediums abhängig. Bei sauren Lösungen steigt der pH-Wert, bei neutralen und basischen sinkt er. Die größte Messgenauigkeit von pH-Metern liegt bei einer Proben temperatur von 20 °C. Genaue pH-Wert-Messungen erfolgen mit potentiometrischen pH-Metern und einer geeigneten Elektrode. Eine pH-Elektrode darf nicht trocken, sondern muss in einer Aufbewahrungslösung (meist 3 M KCl-Lösung) gelagert werden. Um die Messgenauigkeit zu garantieren, sollte die Elektrode einmal am Tag kalibriert werden. Dafür werden Standardlösungen (Puffer) mit definierten pH-Werten verwendet (INNERHOFER, 2005a).

2.7.6 L*a*b*-Farbsystem

Das L*a*b*-Farbsystem oder auch CIE-LAB-System genannt, wird bereits in vielen verschiedenen Anwendungsgebieten eingesetzt. Derzeit ist es das gebräuchlichste System für Farbmessungen. Der Farbraum des L*a*b*-System ist durch die Helligkeitskoordinate L* (Luminanz) und die Farbkoordinaten a* und b* gekennzeichnet. Die Farbachsen geben den Farbton und die Buntheit einer Farbe (vergleichbar mit der Farbsättigung) an (ANONYM, 2003). Die drei Koordinatenachsen spannen einen unendlichen, dreidimensionalen Farbraum auf, indem nur ein begrenzter Teil durch die existierenden Farben abgedeckt wird. Dieser abgegrenzte Raum wird als Farbkörper bezeichnet und beruht auf der Gegenfarbentheorie. Wie in der vereinfachten zweidimensionalen Abb. 16 zu sehen ist, wird die Farbrichtung der Farbachsen durch die Vorzeichen bestimmt. Negative a*-Werte zeigen in Richtung Grün, positive a*-Werte deuten auf einen Rotanteil hin. Somit stehen negative b*-Werte für Blau und positive für Gelb. Die Farbwerte reichen von -100 bis 100. Wie in Abb. 17 ersichtlich, entsteht durch das Hinzufügen der Helligkeitsachse L* ein kompletter, dreidimensionaler L*a*b* Farbkörper (DÖRSAM, 2011). Die dazugehörigen Helligkeitswerte reichen von Null bis 100 und werden durch die Farben Schwarz und Weiß ausgedrückt (ANONYM, o. J. a). Im Achsenschnittpunkt ($L^* = 50$, $a^* = 0$ und $b^* = 0$) befindet sich ein neutrales Grau (ANONYM, 2003). Durch diese drei Werte kann eine Farbe exakt im Farbraum beschrieben werden. Weitere Werte die man durch die Farbmessung erhält sind in Abb. 18 ersichtlich. Die Lage der Farbe F in der a*, b*-Ebene wird durch ihre Farbart gekennzeichnet, welche sich aus der Buntheit C (Chroma, der Abstand von der L-Achse) und dem Buntton h° (Hue, der Farbwinkel zwischen positiver Rot-Grünachse) zusammensetzt (GALL, o. J.).

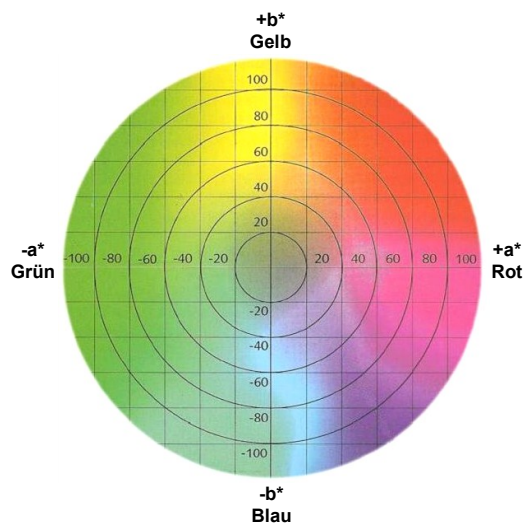


Abb. 16: Zweidimensionale Darstellung des $L^*a^*b^*$ -Farbraumes
(eigene Darstellung nach DÖRSAM, 2011)

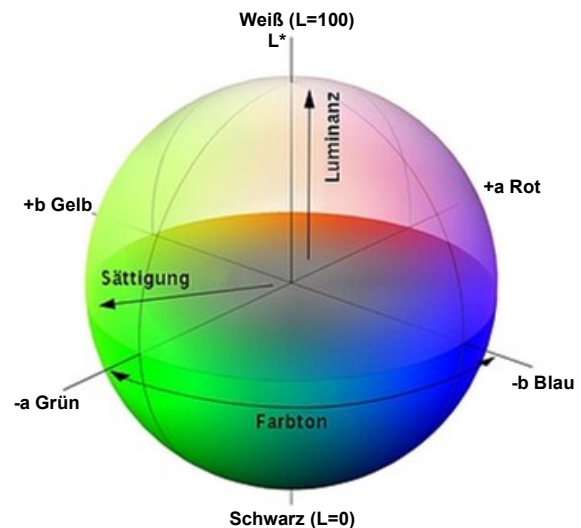


Abb. 17: $L^*a^*b^*$ -Farbraum
(eigene Darstellung nach FUNK, 2009)

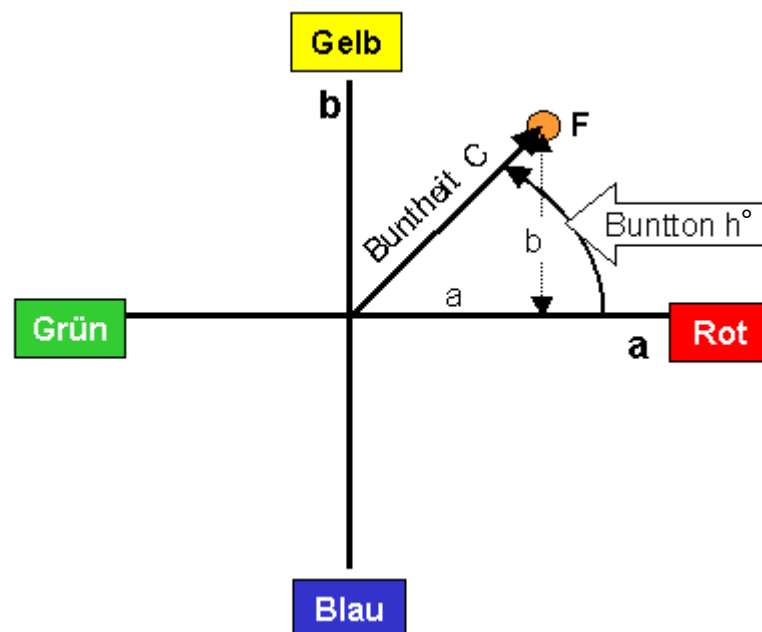


Abb. 18: Weitere Farbwerte des $L^*a^*b^*$ -Farbraums
(GALL, o. J.)

Farbmessungen können mit unterschiedlichen Methoden durchgeführt werden. Es gibt visuelle, spektrophotometrische und kolorimetrische Verfahren (FIGURA, 2004). Mit spektrophotometrischen Methoden können diffuse Reflexionsmessungen und Transmissionsmessungen durchgeführt werden (ANONYM, 2011d).

Diffuse Reflexionsmessungen werden genutzt, um die Farbe von lichtundurchlässigen Proben zu ermitteln. Dabei wird ein diffuser Lichtstrahl unmittelbar an der rauen Oberfläche der Probe umgelenkt und zurückgeworfen. Der Einfallswinkel ist

nicht gleich mit dem Ausfallswinkel, das heißt der Lichtstrahl wird je nach Auftreffen auf die Oberfläche steiler oder flacher reflektiert – das Licht verteilt sich somit in alle Raumrichtungen. Diese Reflektionsstrahlung wird mit Hilfe einer Photometerkugel zum Detektor geleitet und gemessen (OTTO, 2006).

Transmissionsmessungen werden bei klaren, farbigen Flüssigkeiten, bei denen der Lichtstrahl ungehindert durchdringen kann, angewendet. Durch die farbige Lösung wird ein Teil des eintretenden Lichtstrahls absorbiert. Der Rest des Lichtstrahls durchläuft die Probe und wird vom Detektor gemessen. Es zeigt somit an, wieviel Energie des einfallenden Lichtstrahls nach dem Durchdringen der Lösung noch vorhanden ist (OTTO, 2006).

2.7.7 L-Ascorbinsäure

In der Fruchtsaftindustrie ist L-Ascorbinsäure als Oxidationsschutz ein sehr beliebtes Mittel. Daher ist es von enormer Wichtigkeit, den Gehalt an L-Ascorbinsäure im Produkt zu kennen (INNERHOFER, 2005a). Zur Bestimmung von L-Ascorbinsäure findet man in der Literatur unterschiedliche Methoden, welche von iodometrischer und polarographischer Titrationen über HPLC-Methoden bis hin zu enzymatischen Bestimmungen reichen (SCHOBINGER, 2001). Auch Schnellmethoden wie reflektometrische Messungen haben sich in der Praxis etabliert (ANONYM, 2010a).

2.7.8 UV-VIS Spektroskopie – Photometrie

Die Spektroskopie beruht auf den Wechselwirkungen elektromagnetischer Strahlung mit Elektronen. Mit dieser analytischen Methode können sowohl Substanzen qualitativ als auch quantitativ erfasst werden. Bei einer UV-VIS Spektroskopie tritt elektromagnetische Strahlung in Form von ultravioletter Strahlung oder visuellem Licht in Erscheinung. Der Wellenlängenbereich der ultravioletten Strahlung liegt bei 200 bis 400 nm und der des visuellen Lichts bei 400 bis 800 nm. Bei einer Absorptionsmessung einer Probe in einer Küvette, typischerweise an Flüssigkeiten gemessen, werden die darin enthaltenen Moleküle mit ultraviolettem oder visuellem Licht einer bestimmten Wellenlänge bestrahlt. Durch den einfallenden Lichtstrahl nehmen die Valenzelektronen der Probe Energie auf (absorbiert) und werden somit aus dem Grundzustand in einen angeregten Zustand versetzt –

sie werden in ein höheres Energieniveau angehoben. Durch die Absorption verändert sich der austretende Lichtstrahl, welcher mit einem Detektor gemessen wird. Im visuellen Bereich entspricht die Farbe der Probe der Komplementärfarbe des absorbierten Lichts, das heißt eine rot erscheinende Lösung absorbiert grünes Licht (OTTO, 2006).

Zur Beschreibung der Absorptionsintensität (Extinktion) eines Lichtstrahls wird das Lambert-Beer'sche Gesetz (Gl. 2) herangezogen. Der lineare Zusammenhang ist nur für den Absorptionsbereich von 0,3 bis 0,7 gegeben (OTTO, 2006).

$$E_{\lambda} = -\lg\left(\frac{I}{I_0}\right) = \varepsilon \times c \times d \quad (\text{Gl. 2})$$

E_{λ} = Absorption bei einer bestimmten Wellenlänge

I_0 = Strahlungsintensität vor Eintritt in die Küvette

I = Strahlungsintensität nach Austritt aus der Küvette

ε = molarer Extinktionskoeffizient bei bestimmter Wellenlänge [L/mol cm]

c = Konzentration der Probe [mol/L]

d = Schichtdicke der Küvette [cm]

2.8 Ultrafiltration

Die Ultrafiltration zählt zu den druckgetriebenen Membranverfahren, zu denen auch die Filtration, Mikrofiltration, Nanofiltration und Umkehrosmose gehören. Die einzelnen Verfahren werden über den Grad der Abtrennung unterschieden, wobei es keinen eindeutigen Trennschnitt gibt. Deshalb können sich die Einsatzbereiche zum Teil überschneiden (Abb. 19) (MELIN und RAUTENBACH, 2007). Hauptsächlich wird die Ultrafiltration in der Lebensmittelindustrie und pharmazeutischen Industrie eingesetzt (MULDER, 1991).

Bei der Ultrafiltration können Partikel bzw. Moleküle mit einer Größe von zirka 0,008 bis 0,2 μm abgetrennt werden. Für die Trennung wird eine einfache poröse Membran verwendet, durch die das zu filtrierende Medium, mit einem transmembranen Druck von 0,5 bis 10 bar, gepresst wird (MELIN und RAUTENBACH, 2007).

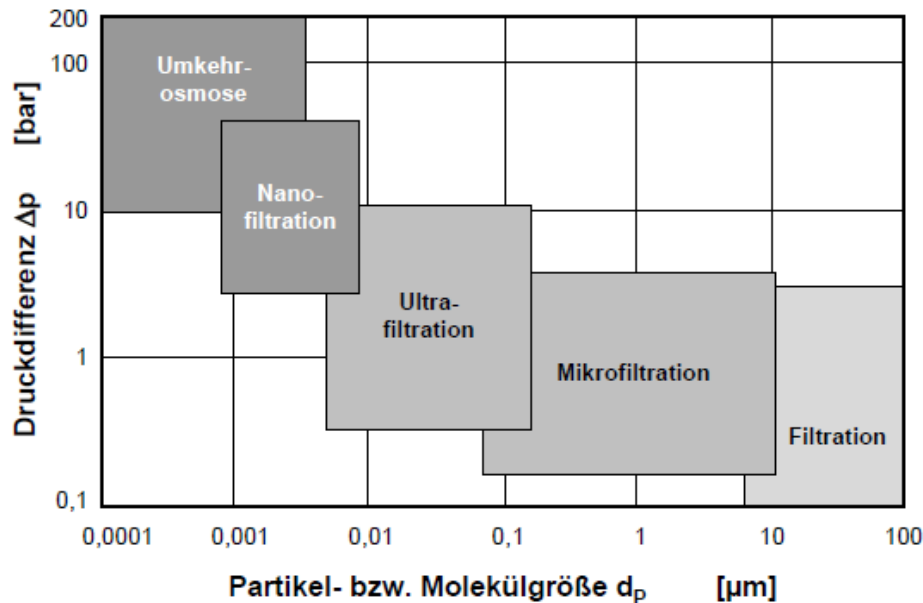


Abb. 19: Einteilung druckgetriebener Membranverfahren
(MELIN und RAUTENBACH, 2007)

Der Abtrennungsgrad der Teilchen ist nicht nur von der Partikelgröße, sondern auch von der Molekülstruktur, der Deckschichtbildung, der Adsorption kleinerer Substanzen an größere Teilchen sowie den Betriebsbedingungen abhängig. Auch membranbezogene Einflüsse wie Porengröße, Porengrößenverteilung und stoffspezifische Wechselwirkungen zwischen Membran und zurückgehaltenen Komponenten sind von Bedeutung. Aufgrund der meist unbekannten Partikelgröße und der schwer zu bestimmenden Porengröße und Porengrößenverteilung der Membran wird die Trennleistung einer Ultrafiltrationsmembran durch die Angabe einer Trenngrenze charakterisiert (MELIN und RAUTENBACH, 2007). Sie wird auch als „Cut-off“ bezeichnet und durch das minimale Molekulargewicht eines globulären Moleküls definiert, welches zu 90 % von der Membran zurückgehalten wird (BAKER, 2004). Üblicherweise wird sie auch als MWCO (Molecular Weight Cut Off) mit der Einheit Dalton angegeben. Typische Ultrafiltrationsmembranen haben molekulare Trenngrenzen zwischen 1.000 und 100.000 Da. Dabei handelt es sich um asymmetrische Porenmembranen mit einer grobporösen Stützschiicht und einer feinporösen trennaktiven Schicht (MELIN und RAUTENBACH, 2007). Es gibt unterschiedliche Werkstoffe, aus denen diese Membranen hergestellt werden können. Am häufigsten jedoch werden Polysulfon-, Celluloseacetat- und Polyelektrolyt-Membranen verwendet (STAUDE, 1992).

Bei der Ultrafiltration wird zwischen den Prozessen Dead-End-Filtration (statischer Betrieb), Cross-Flow-Filtration (dynamischem Betrieb) und dem Betrieb von getauchten Membranen unterschieden (MELIN und RAUTENBACH, 2007).

2.9 Sensorische Untersuchungen

Laut NEUMANN et. al. (1991) handelt es sich bei einer sensorischen Lebensmitteluntersuchung um die Beschreibung und Beurteilung jener Eigenschaften von Lebensmitteln, die mit den menschlichen Sinnen (Geruchs-, Geschmacks-, Gesicht-, Gehör-, Tast-, Temperatur- und Schmerzsinne) erfasst werden können.

Hauptsächlich wird Sensorik bei der Produktentwicklung, Qualitätsverbesserung und -kontrolle von bereits existierenden Produkten angewendet. Weiters kommt sie bei der Kostenreduzierung, Auswahl neuer Rohstofflieferanten, Produktbewertung und Ermittlung der Lagerstabilität zum Einsatz (FLIEDNER und WILHELM, 1993). Es können somit Einflüsse von Rezeptur, verwendeten Roh-, Hilfs- und Zusatzstoffen, Herstellungsverfahren, Verpackungsmaterial, sowie Transport- und Lagerprozesse untersucht werden (NEUMANN et al., 1991).

Die Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik werden in analytische (objektive) und hedonische (subjektive) Methoden eingeteilt (DERNDORFER, 2010).

Bei analytischen Prüfmethoden handelt es sich um eine objektive Beschreibung sensorisch wahrnehmbarer Eigenschaften eines Lebensmittels (DÜRRSCHMID, 2006). Damit die geschulten Testpersonen nicht durch ihre Umgebung beeinflusst werden, sollte die Prüfung ausschließlich im Testlabor durchgeführt werden. Zu diesen Prüfungen gehören Schwellenwert-, Unterschieds- und Rangordnungsprüfungen, sowie beschreibende (deskriptive Analyse) und bewertende (Intensitätsbeurteilung) Methoden (DERNDORFER, 2010).

Bei hedonischen Methoden oder auch Beliebtheitsprüfungen erfolgt eine subjektive, gesamtheitliche, nicht-analytische Bewertung eines Lebensmittels durch einen Konsumenten. Diese Prüfpersonen sind ungeschult, unbefangen und werden nicht nach bestimmten Kriterien ausgewählt (DÜRRSCHMID, 2006). Der Test findet entweder zu Hause (Home Use Tests), in Einkaufszentren (Central Location Tests) oder im Labor statt. Zu diesen Prüfmethoden zählen alle Arten von Präferenz- und Akzeptanztests, die zur Bestimmung der sensorischen Beliebtheit die-

nen sowie Methoden zur Messung dynamischer Präferenzen (Aversions- und Langweiltests) (DERNDORFER, 2010).

2.9.1 Unterschiedsprüfung – Dreieckstest

Dreieckstests sind Unterschiedsprüfungen und gehören zu den analytischen Prüfmethoden. Sie werden eingesetzt um sensorisch gering wahrnehmbare Unterschiede zwischen zwei oder mehreren Lebensmittelproben zu ermitteln (NEUMANN et al., 1991). Beim Dreieckstest, welcher auch als Triangeltest bezeichnet wird, werden den Prüfpersonen pro Probenserie drei mit Zufallszahlen verschlüsselte Proben gereicht, von denen zwei identisch sind. Die abweichende Probe ist herauszufinden und auf einem Prüfblatt (Abb. 20) zu kennzeichnen. Falls kein Unterschied festzustellen ist, muss sich die Testperson trotzdem für eine der Proben entscheiden (SCHOBINGER, 2001). Die Wahrscheinlichkeit der richtigen Identifizierung des Unterschiedes liegt somit bei eins zu drei. Jedes Probenset wird als Dreieck aufgestellt. Dies verhindert, dass die mittlere Probe als abweichend empfunden wird. (NEUMANN et al., 1991). Innerhalb der Dreiecksserien ist das Rückkosten erlaubt, jedoch kann dies zu Ermüdungserscheinungen der Sinne und Verunsicherung führen (NIESSEN und THÖLKING, 2007). Es gibt sechs unterschiedliche Probenanordnungen (AAB, ABA, BAA, BBA, BAB und ABB), die nach dem Zufallsprinzip den Prüfern dargeboten werden (LAWLESS und HEYMANN, 2010). Die sensorischen Unterschiedsmerkmale der Proben können dem Prüfer bekannt (Prüferschulung) oder unbekannt (Produktvergleich) sein. Bei einem erweiterten Dreieckstest (Abb. 20) wird zudem nach der Art und/oder Intensität der Unterschiede als auch nach der Bevorzugung gefragt (FLIEDNER und WILHELMI, 1993).

Dreieckstest		
Probenserie:		Platznummer:
Aufgaben: Vergleichen Sie jeweils die drei Proben einer Probenserie und finden Sie heraus, welche Probe von den anderen beiden abweicht. Bitte kennzeichnen Sie die abweichende Probe durch Einkreisen des Probencodes. Falls Sie keine Abweichung bestimmen können, müssen Sie trotzdem eine Entscheidung treffen. Das Rückkosten ist erlaubt. Bitte markieren Sie jene Probe, die Sie gegenüber den anderen Proben bevorzugen, oberhalb der Zahl mit einem +.		
387	284	831

Abb. 20: Prüfblatt eines erweiterten Dreieckstests

(eigene Darstellung nach NEUMANN et al., 1991; DERNDORFER, 2010; SCHOBINGER, 2001)

Die optimale Anzahl der Prüfer liegt bei drei bis zehn Personen, wobei jede Prüfperson eins bis fünf Probenserien erhält. Um eine mathematisch-statistische Auswertung zu gewährleisten, sollte die Gesamtanzahl der Ergebnisse zwischen 3 und 30 liegen (NEUMANN et al., 1991).

2.9.2 Beliebtheitsprüfung – Präferenztest und Akzeptanztest

Mit einer Beliebtheitsprüfung oder hedonischen Prüfung wird die Akzeptanz oder Präferenz eines Lebensmittels gemessen (DÜRRSCHMID, 2006). Um die statistische Sicherheit der Ergebnisse zu gewährleisten, sollen mindestens 60 Prüfpersonen an einem Beliebtheitstest teilnehmen (BUCHECKER, 2008).

Ein Präferenztest wird eingesetzt, um die Bevorzugung von zwei gleichzeitig gereichten codierten Proben zu ermitteln. Es können auch mehr als zwei Produkte untersucht werden (LAWLESS und HEYMANN, 2010). Für den Konsumenten ist dieser Test besonders einfach durchzuführen, da er nur eine Entscheidung treffen muss, ohne eine Bewertung auf einer Skala durchzuführen (Abb. 21) (BUCH-

ECKER, 2008). Je nach Testaufbau werden die Prüfpersonen gezwungen eine Probe auszuwählen oder sie haben die Möglichkeit anzugeben, dass sie keine der beiden Produkte bevorzugen. Es gibt zwei verschiedene Probenanordnungen (AB und BA), die zu gleichen Teilen nach dem Zufallsprinzip den Prüfern gereicht werden. Um standardisierte Ergebnisse zu erhalten, müssen die Testbedingungen (Menge, Temperatur, Darreichungsform der Proben) klar definiert werden. Die Zusammenstellung des Testpanels kann zielgruppenorientiert erfolgen. Es kann auch nach der Bevorzugung einzelner Attribute, wie Aroma, Geschmack, Aussehen, Mundgefühl, Textur usw. gefragt werden. Präferenztests sagen nicht aus, ob ein Produkt am Markt bestehen kann. Selbst das Produkt mit der höheren Präferenz kann vom Konsumenten als minderwertig empfunden werden (LAWLESS und HEYMANN, 2010). Ebenfalls nicht festgestellt werden kann, wie weit die Akzeptanz der Produktpaare auseinander liegt (BUCHECKER, 2008).

Präferenztest	
Prüfperson:	Datum:
Bevor Sie mit dem Test starten neutralisieren Sie Ihren Mund mit Wasser.	
Bitte probieren Sie die vor Ihnen stehenden beiden Proben und markieren Sie die von Ihnen bevorzugte Probe durch Einkreisen des Probencodes. Sie müssen eine Entscheidung treffen.	
387	456

Abb. 21: Prüfformular eines Präferenztests
(eigene Darstellung nach LAWLESS und HEYMANN, 2010)

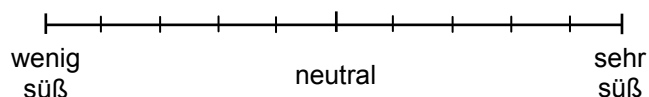
Akzeptanztests werden verwendet um die sensorische Akzeptanz mehrerer Produktproben, hinsichtlich Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz/Mundgefühl, Gesamteindruck usw. zu messen und dabei den Abstand in der Akzeptanz zwischen den Produkten zu ermitteln. Sie geben auch Auskünfte, in welchen Attributen sich die Proben unterscheiden und welche Stärken und Schwächen jedes einzelne Testprodukt hat (BUCHECKER, 2008).

Im Gegensatz zum Präferenztest muss hier jedes Produkt bewertet werden. Für die Bewertung können verschiedene Skalen (Abb. 22) verwendet werden. Die bekannteste Skala ist die hedonische 9-Punkte-Verbalskala, mit dem Nachteil, dass die Abstände zwischen den semantischen Ausdrücken nicht intervallskaliert sind (DERNDORFER, 2010). Weiters gibt es verschiedene Arten von intervallskalierten Linienskalen, wie zum Beispiel Linienskalen mit gleichmäßig verteilten Markierungen oder unstrukturierte Skalen. Diese sind an den Enden mit verbalen Ankern versehen. Wie anhand Abb. 22 ebenfalls ersichtlich ist, gibt es auch Skalen für Kinder (LAWLESS und HEYMANN, 2010).

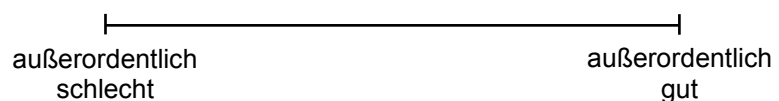
9-Punkte-Verbalskala

Like extremely
Like very much
Like moderately
Like slightly
Neither like nor dislike
Dislike slightly
Dislike moderately
Dislike very much
Dislike extremely

Linienskala mit Markierungen



unstrukturierte Linienskala



Symbolskala für Kinder



Abb. 22: Hedonische Skalen

(eigene Darstellung nach DERNDORFER, 2010; LAWLESS und HEYMANN, 2010)

Auch andere Skalen, wie kategorische Skalen, Verhältnisskalen (*Magnitude Estimation*) und *Labeled Magnitude*-Skalen werden für Akzeptanztests eingesetzt (DERNDORFER, 2010).

Vor Prüfbeginn muss zunächst eine Testanweisung mit dazugehöriger Skala erstellt werden (DÜRRSCHMID, 2006). Zudem müssen die Testbedingungen (Menge, Temperatur, Darreichungsform, Rückkosten usw.) klar definiert werden. Am Anfang des Testes wird den Teilnehmern mitgeteilt, um welches Produkt es sich handelt, aber nicht wie die einzelnen Proben abgeändert wurden. Danach werden den Prüfern die mit dreistelligen Zahlencodes verschlüsselten Proben,

nach dem Zufallsprinzip gegeben und anhand der Skala bewertet. Die Proben können einzeln nacheinander oder alle gemeinsam auf einem Tablett gereicht werden. Bei der zweiten Darreichungsform der Produkte kann eine Verwechslung der Proben und den dazugehörigen dreistelligen Zahlencodes nicht ausgeschlossen werden. Die Auswahl des Prüfpanels kann zielgruppenorientiert erfolgen. Theoretisch kann auch nur ein Produkt getestet werden, jedoch ist dies nicht sinnvoll, da in diesem Fall der Vergleich fehlt. Auch Wiederholungen des Tests (gleiche Proben, gleiche Prüfgruppe) können durchgeführt werden, um zu sehen ob die Akzeptanz eines Produktes steigt oder fällt (LAWLESS und HEYMANN, 2010).

3 Aufgabenstellung

Im Zuge dieser Masterarbeit wurde anhand verschiedener Erdbeerprodukte aus unterschiedlichen Erdbeersorten versucht, den Einfluss einzelner Erdbeereinhaltsstoffe und Parameter auf die Farbstabilität zu ermitteln. In weiterer Folge sollten daraus Schlussfolgerungen getroffen werden, die es erlauben, die Farbe der Erdbeerprodukte über einen längeren Zeitpunkt stabil zu halten. Zudem wurde eine sensorische Untersuchung durchgeführt, mit dem Ziel eine Korrelation zwischen der Beliebtheit und der Farbstabilität einzelner Erdbeersorten zu zeigen.

Für die Versuchsdurchführungen wurden Erdbeeren, Erdbeernektar und Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat verwendet. Im Einzelnen wurden folgende Punkte bearbeitet:

- Farbmessung der Erdbeernektare für die Ermittlung der Farbstabilität über einen Zeitraum von 24 Wochen.
- Analyse des Gesamtproteingehalts nach der Lowry-Methode anhand der Sorten und Erntezeitpunkte eines Standortes.
- Bestimmung der Enzymaktivität von Polyphenoloxidasen und Peroxidasen ausgewählter Sorten und Erntezeitpunkte.
- Ermittlung der Farbstabilität von ultrafiltriertem, pasteurisiertem und durch BSA-Zugabe stabilisiertem Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat.
- Erhebung sensorischer Daten, welche den Einfluss von Sorte, Reifegrad, Erntezeitpunkt und Herkunft des Erdbeernektars veranschaulichen.

Diese Aufgabenstellungen wurden vorwiegend an der Höheren Bundeslehranstalt für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, aber auch an der Universität für Bodenkultur Wien und der Technischen Universität Wien im Zeitraum von Ende Mai 2010 bis Ende Jänner 2011 durchgeführt.

4 Material und Methoden

In diesem Kapitel werden die gesamten verwendeten Rohstoffe und Materialien sowie die einzelnen angewandten Methoden dieser Masterarbeit aufgezeigt und beschrieben.

4.1 Verwendete Rohstoffe

Die für die Versuche verwendeten Erdbeeren wurden aus Österreich, Serbien und Polen bezogen. Die österreichischen Produzenten waren Familie Zachhalmel aus Rust im Tullnerfeld und Familie Edlinger aus Raasdorf bei Wien. Die serbischen und polnischen Erdbeeren stammen von den Firmen Podgorina Frucht d.o.o. aus Osecina und Pomerania Frucht Sp. z o.o. aus Polczyn Zdroj.

Auf allen Versuchspartzen wurden einmaltragende Erdbeerpflanzen verwendet. Diese wurden ein- bzw. zweireihig gepflanzt, wobei der durchschnittliche Abstand zwischen den Reihen in etwa 80 cm betrug. Die Bewirtschaftung der Felder erfolgte als offene Böden mit Stroheinlage.

In der nachfolgenden Tab. 6 sind die Erntetermine und die verwendeten Erdbeermengen der jeweiligen Sorten und Produzenten aufgelistet. Zudem ist die Verwendung für den jeweiligen Versuchsplan ersichtlich.

Insgesamt wurden 560 kg Erdbeeren geerntet und für die Versuchspläne 1, 2 und 4 verwendet. Diese wurden zu drei Erntezeitpunkten (Anfang, Mitte und Ende der Erntesaison) gepflückt. Die erste Ernte (1) wurde am ersten Tag der Ernteperiode gepflückt. Die zweite Ernte (2) wurde zirka fünf bis sieben Tage nach der ersten Ernte und die letzte Ernte (3) am letzten Tag der Ernteperiode eingebracht. Die Erdbeeren wurden nach der Ernte sofort bei 0 bis 4 °C gekühlt und innerhalb von zwölf Stunden verarbeitet. Pro Erntetermin wurden reife und vollreife Erdbeeren geerntet. Die reifen Erdbeeren definieren sich durch die Eigenschaften hellrot, fest und sauber. Vollreife Erdbeeren hingegen werden mit Merkmalen wie dunkelrot, sauber und süß beschrieben.

Tab. 6: Erntetermine und Erdbeermengen der jeweiligen Sorten und Produzenten, einschließlich Versuchspläne

Erntetermin	Sorte	Ernte	Produzent	Versuchsplan	Menge
1. Juni 2010	<i>Elsanta</i>	1	Serbien	1, 4	20 kg
	<i>Senga Sengana</i>	1	Serbien	1, 4	20 kg
8. Juni 2010	<i>Alba</i>	1	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Clery</i>	1	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Elsanta</i>	1	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Madeleine</i>	1	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Elsanta</i>	2	Serbien	1, 4	20 kg
	<i>Senga Sengana</i>	2	Serbien	1, 4	20 kg
9. Juni 2010	<i>Elsanta</i>	1	Ö / Edlinger	1, 4	20 kg
13. Juni 2010	<i>Alba</i>	2	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Clery</i>	2	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Elsanta</i>	2	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Madeleine</i>	2	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
15. Juni 2010	<i>Elsanta</i>	2	Ö / Edlinger	1, 4	20 kg
16. Juni 2010	<i>Symphony</i>	1	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Elsanta</i>	3	Serbien	1, 4	Ernterausfall
	<i>Senga Sengana</i>	3	Serbien	1, 4	Ernterausfall
17. Juni 2010	<i>Alba</i>	3	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Clery</i>	3	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Madeleine</i>	3	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
21. Juni 2010	<i>Elsanta</i>	3	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Symphony</i>	2	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
	<i>Elsanta</i>	3	Ö / Edlinger	1, 4	20 kg
26. Juni 2010	<i>Elsanta</i>	1	Polen	1, 4	20 kg
	<i>Senga Sengana</i>	1	Polen	1, 4	20 kg
28. Juni 2010	<i>Symphony</i>	3	Ö / Zachhalmel	1, 2, 4	20 kg
5. Juli 2010	<i>Elsanta</i>	2	Polen	1, 4	20 kg
	<i>Senga Sengana</i>	2	Polen	1, 4	20 kg
11. Juli 2010	<i>Elsanta</i>	3	Polen	1, 4	20 kg
	<i>Senga Sengana</i>	4	Polen	1, 4	20 kg

Für den Versuchsplan 3 wurden rund zehn Liter Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat benötigt, welches von der Firma Grünewald Fruchtsaft GmbH aus Österreich bezogen wurde. Das Erdbeersaftkonzentrat hatte 65 °Bx und wurde auf 7 °Bx rückverdünnt.

4.2 Analytische Methoden

Im folgenden Teil werden das Prinzip der einzelnen analytischen Methoden, das dazugehörige Material und die Geräte sowie die genaue Arbeitsanleitung der Untersuchungen erläutert.

4.2.1 Gewichts- und Respirationsmessung

Bei der Respirationsmessung wird der CO₂-Gehalt mittels 2-Kanal-Infrarot Absorptionsprinzip bestimmt, dabei handelt es sich um eine nichtdispersive Infrarot-Spektroskopie (NDIR). Diese Messung erfolgt kontinuierlich und erfordert eine aktive Probennahme und eine selektive Detektion in einer Messzelle. Aufgrund der fortlaufenden Probennahme kann eine Veränderung des CO₂-Gehaltes festgestellt werden. Diese Infrarot-Spektroskopie arbeitet sehr zuverlässig und erlaubt eine Messung von 1 ppm bis 10.000 ppm (BOOS et al., 2011)

Materialien und Geräte

- Präzisionswaage KERN EW 3000-2M (Kern & Sohn GmbH, Deutschland)
- Kunststofffass (12 L) mit Deckel
- Kompaktes Universalmessgerät ALMEMO® 2590 (Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Deutschland)
- Kohlendioxid-Handfühler Typ FYA600CO2H (Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Deutschland)
- ALMEMO® Datenkabel für den PC (Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Deutschland)
- Software AMR Control for ALMEMO devices Version 5.11.0.20 (Ahlborn Mess- und Regelungstechnik GmbH, Deutschland)

Durchführung

Für die Gewichtsbestimmung wurden von jeder geernteten Charge fünf Erdbeeren in Doppelbestimmung einzeln auf die Präzisionswaage gelegt und das digital angezeigte Gewicht in Gramm notiert. Aus den ermittelten Werten wurde im Anschluss das Durchschnittsgewicht errechnet.

Bei der Respirationsmessung (Abb. 23) wurden fünf Erdbeeren (Doppelbestimmung) und der Kohlendioxid-Handfühler, welcher mit dem kompakten Univer-

salmessgerät verbunden war, in das Kunststofffass gelegt und mit dem Deckel verschlossen. Die von den Erdbeeren abgegebene CO₂-Menge [ppm/s] wurde im Abstand von 10 s über einen Zeitraum von 10 min bei Raumtemperatur aufgezeichnet. Mittels Datenkabel und Software wurden die Messwerte in das Programm Microsoft Excel übertragen. Aus dem Anstieg der linearen CO₂-Konzentration wurde die Steigung k errechnet (Abb. 24), welche für die Ermittlung der Respiration in mg/kg*h (Gl. 3) benötigt wird.

$$\text{Respiration} \left(\frac{\text{mg CO}_2}{\text{kg}} * \text{h} \right) = \frac{\left[\text{Steigung } k * \text{Molmasse} \left(0,0440095 \frac{\text{kg}}{\text{mol}} \right) * 3600 \right] * \left[\text{Volumen Behälter [L]} - \text{Volumen Früchte [L]} \right]}{\left[\frac{\text{Molvolumen (22,41 L)} * \text{Gewicht Früchte [kg]}}{1000} \right]}$$

(Gl. 3)



Abb. 23: Respirationsmessung

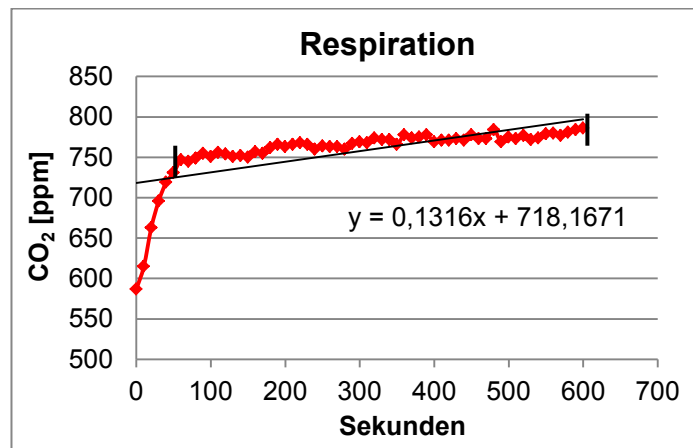


Abb. 24: Darstellung der Steigung durch den abgegebenen CO₂-Gehalt über die Zeit

4.2.2 Texturmessung (Festigkeit) mittels Penetrometer

Bei der Festigkeitsmessung wird die Probe, wie in Abb. 25 ersichtlich, zwischen einem Eindringkörper und einer starren Platte fixiert. Der Eindringkörper wird im nächsten Schritt mit einer bestimmten konstanten Belastung gegen das Versuchsobjekt bewegt und währenddessen der benötigte Kraftaufwand für das Eindringen in die Probe aufgezeichnet (FIGURA, 2004).

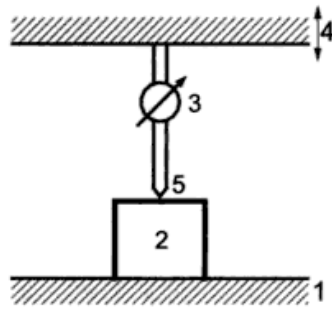


Abb. 25: Penetrationstest. 1 Unterlage, 2 Probe, 3 Kraftmessung, 4 Lift, 5 Eindringkörper
(FIGURA, 2004)

Materialien und Geräte

- Prüfstempel Ø 11,55 mm
- Kraftmesser AFG – Advanced Force Gauge 500N (Mecmesin Limited, United Kingdom)

Durchführung

Für die Festigkeitsbestimmung wurden die Erdbeeren einzeln auf die Auflage gelegt. Danach wurde der Prüfstempel mechanisch rund 10 mm tief in das Fruchtfleisch gedrückt. Dabei wurde der auftretende maximale Eindringwiderstand gemessen und auf der digitalen Anzeige in kg/cm² dargestellt (Abb. 26).

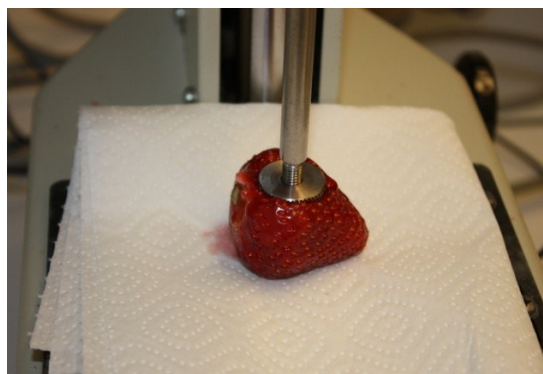
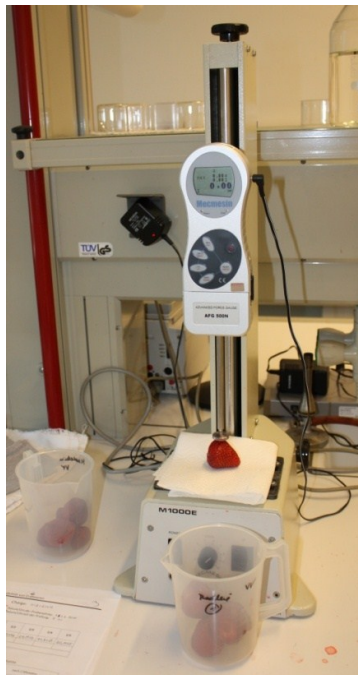


Abb. 26: Festigkeitsmessung mittels Penetrometer

4.2.3 Bestimmung des Zuckergehalt mittels Refraktometers

Für die Bestimmung des Zuckergehalts wird ein Refraktometer verwendet, welches die vom Trockensubstanzgehalt eines Stoffes abhängige Intensität der Lichtbrechung nützt (INNERHOFER, 2005a). Digital-Refraktometer basieren auf dem Prinzip der „Totalreflexion“. Wie Abb. 27 zeigt, wird Licht ausgestrahlt, welches sich in viele Richtungen bricht. Lichtstrahl A wird an der Prismenoberfläche gebrochen, durchdringt sie und tritt durch die Probe nach außen. Lichtquelle B wird ebenfalls an der Prismenoberfläche gebrochen und verlässt das Prisma entlang der äußeren Oberfläche. Ein weiterer Strahl C wird an der Prismenoberfläche reflektiert und trifft mit einem bestimmten Winkel auf das Messfeld. Dadurch entsteht eine Grenzlinie, welche helle und dunkle Felder voneinander trennt. Aufgrund der Proportionalität zwischen dem Reflexionswinkel der Grenzlinie und dem Brechungsindex kann die Position der Grenzlinie wegen der Hell-Dunkel-Felder durch einen Sensor aufgenommen und in den Brechungsindex umgerechnet werden (ANONYM, 2011c).

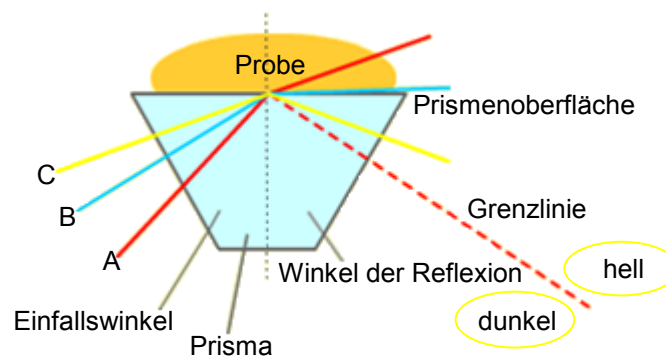


Abb. 27: Prinzip eines digitalen Refraktometers
(eigene Darstellung nach ANONYM, 2011c)

Materialien und Geräte

- destilliertes Wasser
- Digitaler Handrefraktometer „Pocket“ PAL-1 (ATAGO CO.,LTD, Japan)

Durchführung

Vor Beginn der Zuckergehaltsbestimmung wurde das digitale Handrefraktometer (Abb. 28) auf 0 °Brix mit einer Messgenauigkeit von $\pm 0,2$ °Brix kalibriert. Dafür wurden zwei bis drei Tropfen destilliertes Wasser auf die Prismaoberfläche des Handrefraktometers gegeben und auf die Starttaste gedrückt. Innerhalb weniger

Sekunden zeigte das Gerät den Wert an. Die Kalibrierung wurde einmal pro Tag durchgeführt.

Die eigentliche Zuckerbestimmung wurde auf die gleiche Weise wie die Kalibrierung durchgeführt. Anstatt destilliertem Wasser wurde das zu messende Medium verwendet.



Abb. 28: Digitaler Handrefraktometer
(ANONYM, 2011e)

4.2.4 Potentiometrische pH-Wert-Bestimmung

Bei einer potentiometrischen pH-Wert-Messung wird eine geeignete Elektrode, welche an ein pH-Meter angeschlossen ist, in die zu untersuchende Lösung getaucht. In Abhängigkeit vom pH-Wert des Mediums baut sich um die Elektrode ein Potenzial auf, welches gegen eine andere Bezugselektrode (konstantes Potenzial) gemessen wird. Aus der Differenz dieser Potenziale wird vom pH-Meter der pH-Wert berechnet und digital angezeigt (INNERHOFER, 2005a).

Materialien und Geräte

- Becherglas
- destilliertes Wasser
- Kalibrationspuffer pH 4 und pH 7
- pH-Elektrode SenTix® 21 (WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Deutschland)
- pH-Meter Präzisions pH · mV-Messgerät pH 523 (WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Deutschland)

Durchführung

Vor der pH-Wert-Messung eines Mediums wurden das pH-Meter und die Elektrode kalibriert. Dazu wurden ein Puffer mit neutralem pH-Wert und ein Puffer mit saurem oder alkalischem pH-Wert (entsprechend des Messbereiches) verwendet.

Zunächst wurde die am pH-Meter angeschlossene pH-Elektrode mit destilliertem Wasser abgespült, danach in den neutralen pH-Puffer getaucht und mit dem Asymmetrie-Einsteller auf pH 7 eingestellt. Als nächstes wurde die pH-Elektrode aus dem Puffer genommen, wiederum mit destilliertem Wasser abgespült, in den pH 4 Puffer getaucht und mittels Steilheits-Einsteller justiert. Die pH-Elektrode wurde wieder herausgenommen und ein weiteres Mal mit destilliertem Wasser abgespült. Die Kalibrierung wurde einmal pro Tag durchgeführt.

Für die pH-Wert-Messung wurde das Medium in ein Becherglas gegeben. Danach wurde die am pH-Meter angeschlossene pH-Elektrode in diese Lösung getaucht und gewartet bis ein konstanter Wert am pH-Meter angezeigt wurde. Abschließend wurde die Elektrode herausgenommen und mit destilliertem Wasser abgespült.

4.2.5 Ermittlung des Säuregehaltes

Das Prinzip basiert darauf, dass einer Probenflüssigkeit mit unbekanntem Säuregehalt so lange Lauge (meist Natron- bzw. Kalilauge) mit bekannter Stärke zudosiert wird, bis ein bestimmter Punkt erreicht wird. Dieser Punkt wird mittels pH-Meter bestimmt. Aus dem Verbrauch der Lauge, um 10 mL Probenflüssigkeit zu neutralisieren, wird der Säuregehalt der Probe errechnet und in g/L angegeben (INNERHOFER, 2005a).

Materialien und Geräte

- Becherglas
- Magnetührplatte/Magnetrührer
- destilliertes Wasser
- Kalibrationspuffer pH 7 und pH 9
- 0,1 M Natronlauge (NaOH) (Merck KGaA, Deutschland)
- Präzisionswaage KERN EW 3000-2M (Kern & Sohn GmbH, Deutschland)
- pH-Elektrode SenTix[®] 21 (WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Deutschland)
- Präzisions pH · mV-Messgerät pH 523 (WTW Wissenschaftlich-Technische Werkstätten GmbH, Deutschland)
- Glasbürette

Durchführung

Vor der Säuregehaltsbestimmung wurden das pH-Meter und die Elektrode wie in Kapitel 4.2.4 beschrieben kalibriert. In diesem Fall wurde anstatt des pH 4 Puffers der pH 9 Puffer verwendet. Für die Säuremessung wurden 10 g ($\pm 0,01$) der Probe in ein Becherglas eingewogen, mit destilliertem Wasser verdünnt und durch Zugabe eines Magnetrührers auf einer Magnetrührplatte gemischt. Danach wurde die Elektrode in das Medium getaucht und mit einer 0,1 M Natronlauge bis pH 8,1 titriert. In Abb. 29 sind die verwendeten Messgeräte zu sehen. Der Verbrauch an Natronlauge in mL multipliziert mit 0,64 ergab die titrierbare Säure (berechnet als Zitronensäure) in g/kg Probe.

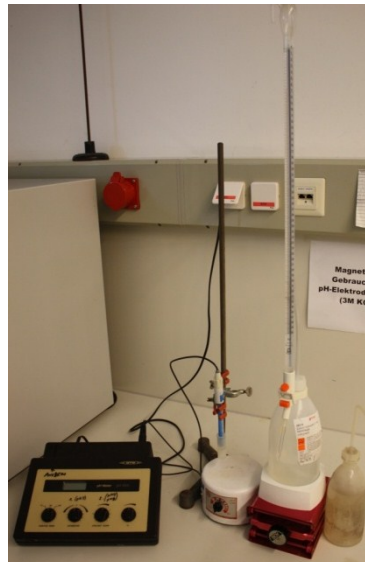


Abb. 29: Geräte für die Säuregehaltsbestimmung

4.2.6 Spektrophotometrische Farbbestimmung mittels $L^*a^*b^*$ -Systems

Hierbei wird eine Probe mit vorher festgelegtem Beleuchtungswinkel und Lichtart diffus bestrahlt. Das vom Objekt reflektierte bzw. austretende sichtbare Licht wird über einen Umlenkspiegel zum Monochromator geleitet und in viele Teilstrahlen zerlegt. Danach gelangen die Lichtstrahlen auf eine Silizium-Fotodiodenzeile, welche das Licht in elektrische Stromsignale umwandelt, die proportional zur Lichtintensität sind. Die Stromsignale werden für die Weiterverarbeitung den Analogschaltungen zugeführt (ANONYM, 2011d).

Materialien und Geräte

- Spectrophotometer CM-3500d (Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)
- Petrischale 30 mm aus Glas (Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)
- Glasküvette Schichtstärke 10 mm (Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)
- Color Data Software CM-S100w Spectra Magic NX Version 1.4 (Konica Minolta Sensing, Inc., Japan)

Durchführung der Reflexionsmessung

Vor der Farbmessung wurde das Gerät mit der am Computer installierten Software kalibriert. Dazu wurde die Software geöffnet und anschließend das blaue Informationssymbol gedrückt um die notwendigen Einstellungen (Auswahl des Gerätes CM-3500d, Vorbereitung der Navigation für Farbmessungen, Verbindungsprüfung des PCs mit dem Gerät, Reflexionsmessungen, Messblende 30 mm, Farbmessung ohne Glanz, Kalibration mit schwarzem und weißem Kalibrier-Standard, 2° Beobachter, Lichtart 1: D65) durchzuführen. Dies wurde nach den Anweisungen des Programmes durchgeführt. Danach erschien das Fenster für die Durchführung der Farbmessung. Zunächst wurde eine 100 % Kalibrierung gegen Luft vorgenommen. Dazu wurde die Messblende mit dem Weiß-Kalibrier-Standard verschlossen und durch Drücken von „Reflexionsmessung durchführen“ am PC, die Kalibration, welche vor jeder Messreihe gemacht werden sollte, durchgeführt. Für die Messung der Proben wurde die Petrischale dreiviertel mit Medium gefüllt und auf die Messöffnung gestellt. Durch erneutes Drücken von „Reflexionsmessung durchführen“ erfolgte die Messung. Mit Hilfe der ausgegebenen Farbwerte (L^* , a^* , b^* , h) wurden die Proben miteinander verglichen und der Akzeptanzfaktor berechnet.

Durchführung der Transmissionsmessung

Auch bei der Transmissionsmessung wurde das Gerät mit der am PC installierten Software kalibriert. Dazu wurde die Software geöffnet und anschließend das blaue Informationssymbol gedrückt um die notwendigen Einstellungen (Auswahl des Gerätes CM-3500d, Vorbereitung der Navigation für Farbmessungen, Verbindungsprüfung des PCs mit dem Gerät, Transmissionsmessungen, Messblende 30 mm, Farbmessung ohne Glanz, Kalibration mit schwarzem und weißem Kalibrier-Standard, 2° Beobachter, Lichtart 1: D65) durchzuführen. Dies wurde nach

den Anweisungen des Programmes gemacht. Danach erschien das Fenster für die Durchführung der Farbmessung. Zunächst wurde eine 100 % Kalibrierung mit Wasser vorgenommen. Dazu wurde in die Messkammer eine Küvette, die mit $\frac{2}{3}$ Wasser gefüllt war, eingesetzt. Anschließend wurde die Messblende mit dem Weiß-Kalibrier-Standard verschlossen und die Messkammerklappe geschlossen. Durch Drücken von „Transmissionsmessung durchführen“ am PC, wurde die Kalibration, welche vor jeder Messreihe gemacht werden sollte, durchgeführt. Für die Messung der Probe wurde die Küvette $\frac{2}{3}$ mit Medium befüllt und in die Messkammer eingesetzt. Danach wurde der Deckel der Messkammer geschlossen und durch Drücken von „Transmissionsmessung durchführen“ erfolgte die Messung. Mit Hilfe der ausgegebenen Farbwerte (L^* , a^* , b^* , h) wurden die Proben miteinander verglichen und der Akzeptanzfaktor berechnet.

Abb. 30 zeigt das Spectrophotometer CM-3500d, mit dem die Messungen vorgenommen wurden.



Abb. 30: Spectrophotometer CM-3500d

4.2.7 Reflektometrische Bestimmung der L-Ascorbinsäure

Bei der reflektometrischen Methode wird ein Teststäbchen mit der zu untersuchenden Lösung benetzt und Hilfe eines kleinen Gerätes analysiert. Die L-Ascorbinsäure in der Lösung reduziert gelbe Molybdätophosphorsäure zu Phosphormolybdänblau, der Gehalt an Phosphormolybdänblau wird danach vom Gerät bestimmt und angezeigt (ANONYM, 2010a).

Materialien und Geräte

- Reflectoquant® Teststäbchen 25–450 mg/L 116981 (Merck KGaA, Deutschland)
- Reflektometer RQflex® 10 Reflectoquant® 116970 (Merck KGaA, Deutschland)

Durchführung

Das Gerät (Abb. 31) wurde mit der ON/OFF-Taste eingeschaltet und der Deckel geöffnet. Danach wurde die TEST-Taste gedrückt, bis der Pfeil auf den entsprechenden Methodenspeicher zeigte. Hier wurden die ersten drei Chargenkennziffern der Reflectoquant®-Teststäbchen-Packung mit den Ziffern im Display verglichen. Falls die Zahlen nicht übereinstimmten, musste neu codiert werden. Auch bei Verwendung einer neuen Teststäbchen-Packung musste neu codiert werden. Dazu wurde der beiliegende Barcode der Reflectoquant®-Teststäbchen-Packung in Pfeilrichtung von links nach rechts durch den Barcodeleser bis zum Anschlag geschoben und dann wieder herausgezogen. Der Codierungsvorgang war abgeschlossen, sobald die drei Erkennungszahlen am Display angezeigt wurden. Danach konnte gemessen werden.

Für die Messung wurde die START-Taste gedrückt und die Reaktionszeit wurde angezeigt. Durch abermaliges Drücken der START-Taste wurde die Reaktionszeit aktiviert. Gleichzeitig musste das Teststäbchen mit den beiden Reaktionszonen für zwei Sekunden in die zu untersuchende Probe getaucht werden. Die überschüssige Flüssigkeit auf dem Stäbchen wurde mit einem Papiertuch entfernt und danach sofort bis zum Anschlag in die Messkammer gesteckt. Nach Ablauf der Reaktionszeit wurde der Messwert in mg/L L-Ascorbinsäure auf dem Display angezeigt. Der Messbereich für das Testsystem lag zwischen 25 und 450 mg/l L-L-Ascorbinsäure. Falls der Wert zu hoch war, erschien am Display „HI“. In diesem Fall musste die Probe entsprechend verdünnt und erneut gemessen werden. Der angezeigte Wert wurde mit dem Verdünnungsfaktor multipliziert.

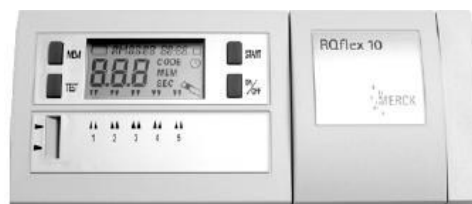


Abb. 31: Reflektometer RQflex® 10 Reflectoquant®
(ANONYM, o. J.)

4.2.8 Photometrische Enzymaktivitätsbestimmung

Bei der photometrischen Bestimmung von Polyphenoloxidasen wird violettes Pyrocatechol durch Polyphenoloxidasen zu gelben Benzoquinonen umgewandelt (Abb. 32). Die Gelbfärbung wird mit Hilfe des Photometers bei 410 nm gemessen (STICH et al., 2009; WORTHINGTON und WORTHINGTON, 2011).

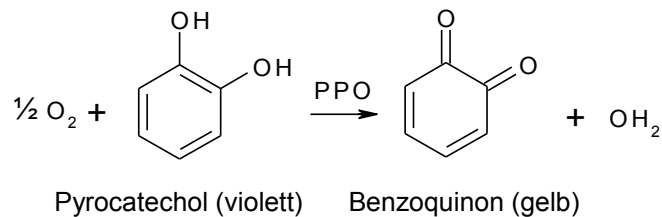


Abb. 32: Reaktionsgleichung der Polyphenoloxidase
(eigene Darstellung nach WORTHINGTON und WORTHINGTON, 2011)

Das Prinzip der photometrischen Bestimmung von Peroxidasen beruht auf der Kopplung der enzymatischen Reaktion mit dem Farbstoff o-Dianisidin. In Anwesenheit von Wasserstoffperoxid wandeln die Peroxidasen die reduzierte Form von o-Dianisidin (farblos) in die oxidierte Form (rot) um (Abb. 33). Diese Rotfärbung kann mittels Photometer bei 460 nm gemessen werden (STICH et al., 2009).

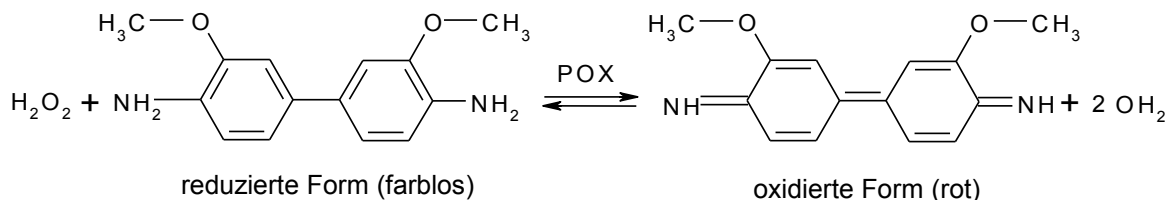


Abb. 33: Reaktionsgleichung der Peroxidase
(eigene Darstellung nach OTTO, 2009)

Um störende phenolische Inhaltsstoffe von pflanzlichen Proben zu entfernen, wird vor der Enzymaktivitätsbestimmung der Phenolanteil abgetrennt (SANDERMANN und STROMINGER, 1972; STICH et al., 2009). Die spezifische Aktivität der beiden Enzyme wird als Absorptionsveränderung (ΔE) pro Minute und Milligramm Protein angegeben.

Materialien und Geräte

- flüssiger Stickstoff
- destilliertes Wasser
- di-Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) (Merck KGaA, Deutschland)
- Zitronensäure 0,1 M (Merck KGaA, Deutschland)
- Pyrocatechol (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Kaliumdihydrogenphosphat (KH_2PO_4) (Merck KGaA, Deutschland)
- Kaliumhydroxidlösung 0,1 M (KOH) (Merck KGaA, Deutschland)
- Wasserstoffperoxid 30 % (H_2O_2) (Merck KGaA, Deutschland)
- o-Dianisidine (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Methanol (CH_3OH) (Merck KGaA, Deutschland)
- Tris – Tris(hydroxymethyl)aminomethan (Merck KGaA, Deutschland)
- EDTA – Ethylenediaminetetraacetic acid (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- BORAX – di-Natriumtetraborat-10-hydrat (Merck KGaA, Deutschland)
- SephadexTM G-25 Medium (GE Healthcare Bio-Sciences AB, Schweden)
- Quartz (Merck KGaA, Deutschland)
- Polyclar[®] AT – Polyvinylpyrrolidone (SERVA Electrophoresis GmbH, Deutschland)
- Eis
- Plastikgefäße
- Kaffeemühle KSW 3306 (Clatronic International GmbH, Deutschland)
- Schulwaage Modell KERN EMB 600-2 (Kern & Sohn GmbH, Deutschland)
- Kolbenhubpipetten 10–100 μL , 100–1.000 μL (Eppendorf AG, Deutschland)
- Bechergläser
- Messzylinder
- Magnetührstäbchen
- Magnetrührer big squid IKAMAG[®] Froggy (IKA[®]-Werke GmbH & CO. KG, Deutschland)
- pH-Meter
- Mörser mit Pistille
- Reaktionsgefäße (1,5 mL, 2 mL) (Eppendorf AG, Deutschland)
- Pipettenspitzen 100 μL , 1000 μL (Eppendorf AG, Deutschland)

- Reaktionsgefäßständer (Brand GmbH & Co KG, Deutschland)
- Metallhalter
- Plastikwanne
- Pasteurpipetten 150 mm (VWR International GmbH, Österreich)
- Glaskügelchen
- wasserfester Stift
- Allegra™ 21R Centrifuge (Beckman Coulter, USA)
- UV-Küvetten makro 2,5–4,5 mL (Brand GmbH & Co KG, Deutschland)
- UV-Küvetten halbmikro 1,5–3 mL (Brand GmbH & Co KG, Deutschland)
- Parafilm
- Spectrophotometer DU® 800 (Beckman Coulter, USA)

Durchführung

Die reifen und vollreifen Früchte der jeweiligen Sorten wurden unmittelbar nach der Ernte in kleine Stückchen geschnitten, in Plastikgefäße gegeben und mit flüssigem Stickstoff schockgefroren. Danach wurden sie bei -80 °C gelagert. Um den Einfluss der Lagertemperatur festzustellen, wurden einige Beerenstückchen bei -18 °C tiefgefroren und gelagert. Auch das Mark sowie der Erdbeersaft wurden wie die Früchte behandelt und gelagert.

Bevor mit der Enzymaktivitätsbestimmung begonnen wurde, wurden die bei -80 °C gelagerten Fruchtstückchen mit einer Kaffeemühle zu feinem Pulver vermahlen und wieder in Plastikgefäße abgefüllt, welche sofort in flüssigem Stickstoff schockgefroren wurden. Danach wurden sie wieder bei -80 °C gelagert. Auch die bei -18 °C gelagerten Beeren wurden gemahlen, abgefüllt und wieder bei -18 °C gelagert.

Für die Enzymaktivitätsbestimmung von Peroxidase und Polyphenoloxidase wurden zunächst die jeweils benötigten Lösungen und Sephadex™ G-25 Gel-Säulchen hergestellt.

Lösungen Polyphenoloxidase:

Für den 0,1 M McIlvaine-Puffer wurde 5,34 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ in ein Becherglas eingewogen und 300 mL destilliertes Wasser hinzugefügt. Danach wurde ein Magnetührstäbchen dazugegeben und auf die Magnetührplatte gestellt. Nun wurde diese Lösung mit einer 0,1 M Zitronensäure mit Hilfe eines pH-Meters (Kapitel 4.2.4) auf pH 6,5 eingestellt.

Für die 0,2 M Pyrocatechol-Lösung wurde 1,1 g Pyrocatechol in ein Becherglas eingewogen und 50 mL McIlvaine-Puffer dazugegeben. Damit es sich besser löst, wurde ein Magnetührstäbchen hinzugefügt und auf die Magnetührplatte gestellt.

Lösungen Peroxidase:

Für den 0,1 M KH_2PO_4 -Puffer wurden zunächst 2,72 g KH_2PO_4 in ein Becherglas eingewogen und 200 mL destilliertes Wasser hinzugefügt. Danach wurde ein Magnetührstäbchen dazugegeben und auf die Magnetührplatte gestellt. Nun wurde diese Lösung mit einer 0,1 M KOH mit Hilfe eines pH-Meters (Kapitel 4.2.4) auf pH 6,5 eingestellt.

Für den H_2O_2 -Puffer wurde zunächst Lösung 1 hergestellt. Dazu wurde 1 mL H_2O_2 in ein Becherglas pipettiert und auf 100 mL mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Von Lösung 1 wurde danach 1 mL in ein neues Becherglas pipettiert und mit KH_2PO_4 -Puffer auf 100 mL aufgefüllt.

Für die o-Dianisidine-Lösung wurde 0,1 g o-Dianisidine in ein Becherglas eingewogen und 10 mL Methanol hinzugefügt. Danach wurde ein Magnetührstäbchen dazugegeben und auf die Magnetührplatte gestellt, damit es sich besser löst.

Puffer für die Probenvorbereitung:

Dazu wurden 0,18 g Tris, 0,3 g EDTA und 0,57 g BORAX in ein Becherglas eingewogen und auf 150 mL destilliertem Wasser aufgefüllt. Danach wurde ein Magnetührstäbchen dazugegeben und auf die Magnetührplatte gestellt, damit es sich besser löst.

Vorbereitung der Sephadex® G-25 Gel-Säulchen:

Zunächst wurden die Eppendorf-Reaktionsgefäßständer an den Metallhaltern befestigt und darunter eine Plastikwanne gestellt. Danach wurde der Ständer mit abgeschnittenen Pipettenspitzen und in weiterer Folge mit Pasteurpipetten bestückt. In die Pasteurpipetten wurde jeweils ein kleines Glaskügelchen gegeben. Um die Tropfgeschwindigkeit zu überprüfen wurde 1 mL destilliertes Wasser in die Pipetten gefüllt. Sie durften nicht zu schnell oder zu langsam tropfen, ansonsten musste das Glaskügelchen durch ein anderes ersetzt werden. Wenn die Pipetten die richtige Tropfgeschwindigkeit hatten, wurden sie entleert und vom Ständer herausgenommen. Danach wurde die Pasteurpipettenspitze mit dem Daumen zugehalten und erneut 1 mL destilliertes Wasser hineinpipettiert. Mit einem Stift wurde nun der Wasserstand markiert und die Pipette wieder zurück in den Ständer gestellt. Danach wurde erneut 1 mL destilliertes Wasser hineinpipettiert und im Anschluss sofort das Sephadex® G-25 Gel dazupipettiert. Es wurde solange Gel hineinpipettiert bis die markierte Stelle erreicht wurde. Danach wurde das restliche Gel mit destilliertem Wasser von den Wänden der Pipetten gespült. Die Pipetten (Abb. 34) mussten einige Minuten stehen gelassen werden, damit das Sephadex® G-25 Gel polymerisieren konnte.



Abb. 34: fertige Sephadex® G-25 Gel-Säulchen

Probenvorbereitung und Extraktion der Proben:

Nach der Vorbereitung der Sephadex® G-25 Gel-Säulchen wurden die Proben vorbereitet. Dazu wurden je 0,5 g der Probe mit 0,25 g Quartz und 0,25 g Polycylar® AT in einen Mörser gegeben und mittels Pistille zerrieben (Abb. 35). Nach und nach wurden insgesamt 3 mL Proben-Puffer hinzugefügt. Danach wurde dieses Gemisch auf zwei 2 mL Eppendorf-Reaktionsgefäße („Eppis“) aufgeteilt und auf Eis gekühlt. Anschließend wurden die Eppis für 10 min bei 10.000 g zentrifugiert und wieder auf Eis gestellt.

Nun wurden die fertigen Sephadex® G-25 Gel-Säulchen (Abb. 36) fünfmal je mit 1 mL des jeweiligen Puffers (Polyphenoloxidase – McIlvaine-Puffer, Peroxidase –

MATERIAL UND METHODEN

KH₂PO₄-Puffer) konditioniert. Danach wurden jeweils 400 µL Überstand der zentri-
fugierten Probe auf ein Polyphenoloxidase und Peroxidase konditioniertes Säul-
chen aufgetragen und filtriert, um störende Faktoren wie phenolische Inhaltsstoffe
abzutrennen. Anschließend wurde je ein leeres 1,5 mL Eppi für Polyphenoloxi-
dase und Peroxidase beschriftet und unter die Gel-Säulchen gestellt. Nach dem
Eluieren mit weiteren 400 µL des jeweiligen Puffers wurde die durchfließende Lö-
sung in den Eppendorf-Reaktionsgefäßen aufgefangen.

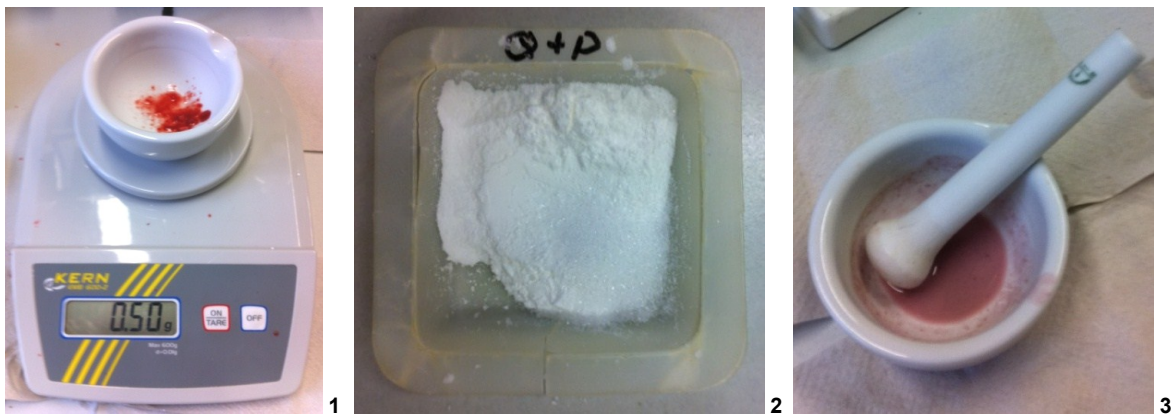


Abb. 35: ¹ Probenvorbereitung für die Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung mit ² Quartz, Polyclar® AT und ³ Proben-Puffer

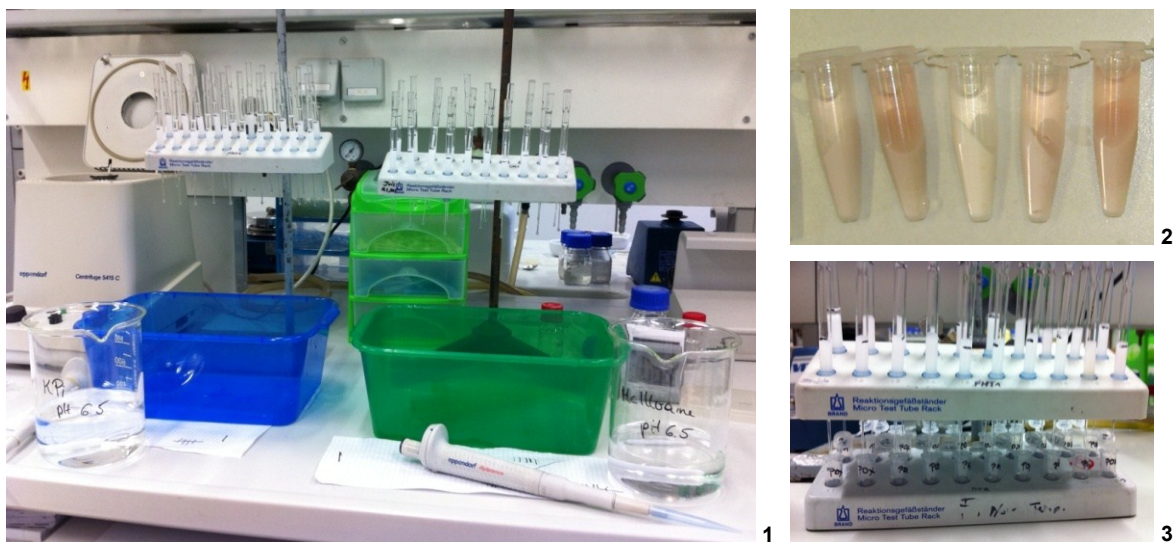


Abb. 36: ¹ konditionierte Sephadex® G-25 Gel-Säulchen, ² abzentrifugierte Proben, ³ Elution der Proben

Messung der extrahierten Proben:

Für die Aktivitätsbestimmung der Polyphenoloxidase (PPO) wurde zuerst der Ansatz für den Blindwert vorbereitet. Hierfür wurde die extrahierte Polyphenoloxidaseprobe durch Puffer ersetzt und 430 µL McIlvaine-Puffer in die Einwegküvette pipettiert. Um die Reaktion zu starten wurden 170 µL Pyrocatechol-Lösung hinzupipettiert und mit Parafilm verschlossen. Danach wurde die Küvette für einige Sekunden geschüttelt und im Photometer auf Null abgeglichen. Anschließend wurden die Reaktionsansätze in die Küvette pipettiert: 330 µL McIlvaine-Puffer, 100 µL Polyphenoloxidaseprobenextrakt und für den Reaktionsstart wieder 170 µL Pyrocatechol-Lösung. Anschließend wurde die Küvette mit Parafilm verschlossen, kurz geschüttelt und sofort bei 410 nm über 12 min gemessen. Der Reaktionsansatz (Abb. 37) hatte ein Gesamtvolumen von 600 µL. Zur Auswertung wurde der lineare Bereich herangezogen und wurde in [ΔE/min] pro 100 µL ausgegeben.

Um die spezifische Enzymaktivität von Polyphenoloxidase errechnen zu können, musste der Proteingehalt analysiert werden (Kapitel 4.2.9). Die Formel (Gl. 4) für die spezifische Enzymaktivität lautet:

$$\text{Spezifische Enzymaktivität für PPO } [\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}] = \frac{\text{Enzymaktivität von PPO } [\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}]}{\text{Proteingehalt } [\text{mg}/100 \mu\text{L}]} \quad (\text{Gl. 4})$$

Für die Aktivitätsbestimmung der Peroxidase (POX) wurde zunächst der Ansatz für den Blindwert vorbereitet. Dabei wurde die extrahierte Peroxidaseprobe durch Puffer ersetzt und 1100 µL H₂O₂-Puffer in die Einwegküvette pipettiert. Um die Reaktion zu starten wurden 10 µL o-Dianisidin-Lösung hinzupipettiert und mit Parafilm verschlossen. Danach wurde die Küvette für einige Sekunden geschüttelt und im Photometer auf Null abgeglichen. Anschließend wurden die Reaktionsansätze in die Küvette pipettiert: 1050 µL H₂O₂-Puffer, 50 µL Peroxidaseprobenextrakt und für den Reaktionsstart wieder 10 µL o-Dianisidin-Lösung. Danach wurden die Küvetten mit Parafilm verschlossen und kurz geschüttelt und sofort bei 460 nm über 12 min gemessen. Der Reaktionsansatz (Abb. 37) hatte ein Gesamtvolumen von 1110 µL. Zur Auswertung wurde der lineare Bereich herangezogen und wurde in [ΔE/min] pro 50 µL ausgegeben.

Um die spezifische Enzymaktivität von Peroxidase errechnen zu können, musste auch der Proteingehalt analysiert werden (Kapitel 4.2.9). Die Formel (Gl. 5) für die spezifische Enzymaktivität lautet:

$$\text{Spezifische Enzymaktivität für POX } [\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}] = \frac{\text{Enzymaktivität von POX } [\Delta E/\text{min} \cdot 50 \mu\text{L}] \times 2}{\text{Proteingehalt } [\text{mg}/100 \mu\text{L}]}$$

(Gl. 5)

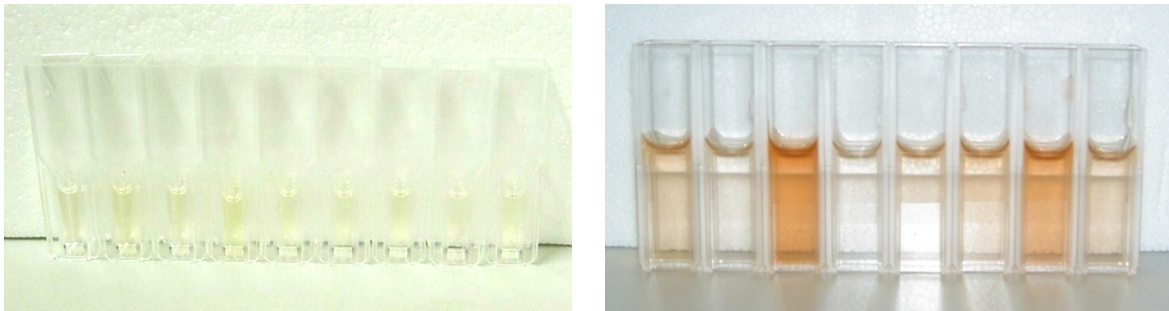


Abb. 37: Reaktionsansätze von Polyphenoloxidase und Peroxidase

4.2.9 Photometrische Proteinbestimmung

Die Proteinbestimmung erfolgt nach einer modifizierten Methode von Lowry (LOWRY et al., 1951; SANDERMANN und STROMINGER, 1972). Diese Methode wird verwendet um störende phenolische Inhaltsstoffe von pflanzlichen Proben vor der Färbereaktion mit dem Folin-Ciocalteus Reagenz abzutrennen (SANDERMANN und STROMINGER, 1972; STICH et al., 2009). Danach wird die eigentliche Lowry-Methode durchgeführt. Hier bildet sich im ersten Schritt ein blau-violetter Komplex zwischen den Peptidbindungen und den Kupfer(II)-Ionen in alkalischer Lösung. Im zweiten Schritt wird Kupfer(II) zu Kupfer(I) reduziert. Dieses Kupfer(I) reduziert das gelbe Folin-Ciocalteus Reagenz zu Molybdänblau. Dadurch kommt es zur Blaufärbung, welche mittels Photometer bei 750 nm gemessen wird (LOWRY, 1951)

Materialien und Geräte

- destilliertes Wasser
- Natriumdesoxycholat (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Trichloressigsäure (Merck KGaA, Deutschland)
- Folin-Ciocalteu-Reagenz (phenolisch) (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)

- Natriumcarbonat (Na_2CO_3) (Merck KGaA, Deutschland)
- Natriumhydroxid 0,1 M (NaOH) (Merck KGaA, Deutschland)
- Sodium dodecyl sulfate (SDS) (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Kupfer(II)-sulfat-Pentahydrat ($\text{CuSO}_4 \times 5 \text{H}_2\text{O}$) (Merck KGaA, Deutschland)
- tri-Natriumcitrat-Dihydrat (Merck KGaA, Deutschland)
- BSA (Albumin from bovine serum) (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Bechergläser
- Reaktionsgefäße (Eppendorf AG, Deutschland)
- Messzylinder
- Vortex
- Wasserstrahlpumpe mit Schlauch
- UV-Küvetten makro 2,5–4,5 mL (Brand GmbH & Co KG, Deutschland)
- Spectrophotometer DU[®] 800 (Beckman Coulter, USA)

Durchführung

Für die Proteinbestimmung wurden die Extrakte der Enzymaktivitätsbestimmungen von den Polyphenoloxidase- und Peroxidase-Sephadex[®] G-25 Gel-Säulchen verwendet (Kapitel 4.2.8). Diese wurden in flüssigem Stickstoff schockgefroren (Abb. 38, 1). Zuvor wurden die verwendeten Lösungen hergestellt.

Lösungen:

Für die wässrige 2%ige Natriumdesoxycholatlösung wurden 0,4 g Natriumdesoxycholat in ein Becherglas eingewogen und 20 mL destilliertes Wasser hinzugefügt. Diese Lösung musste immer frisch hergestellt werden.

Die 24%ige Trichloressigsäure wurde hergestellt durch Einwaage von 24 g Trichloressigsäure in ein Becherglas, weiters wurden 100 mL destilliertes Wasser hinzugefügt.

Von der Folin-Ciocalteus-Reagenz wurden 100 mL in der Verdünnung 1:1 hergestellt.

Lösung 1 wurde erst kurz vor Gebrauch zusammengemischt. Sie bestand aus Lösung A, B und C. Je nach Probenanzahl wurden die richtigen Mengen der Lösungen hergestellt.

Lösung A: 2 % Na_2CO_3 in 0,1 M NaOH + 0,5 % SDS

Lösung B: 1 % $\text{CuSO}_4 \times 5 \text{ H}_2\text{O}$ in Wasser

Lösung C: 2 % tri-Natriumcitrat-Dihydrat in Wasser

Für diesen Versuchsansatz wurden 200 mL Lösung A, 2 mL Lösung B und 2 mL Lösung C vorbereitet, die in der Reihenfolge B, C und A zusammengefügt wurden.

Probenaufbereitung und Messung der Proben (Abb. 38, 2 und 3):

Zu jeder Proteinbestimmung wurde eine Eichgerade in Dreifachbestimmung (Standard) mit 0, 10, 20, 30, 40 und 50 μL BSA erstellt. Dazu wurde zunächst die BSA-Lösung (1 mg BSA/1 mL destilliertes Wasser) hergestellt. Diese Lösung musste frisch produziert werden. Die jeweiligen Mengen wurden in Eppendorf-Reaktionsgefäße (Eppis) pipettiert und auf 600 μL mit destilliertem Wasser aufgefüllt. Bei den Proben (Extrakte der Enzymaktivitätsbestimmung) wurden sowohl 100 μL , 200 μL als auch 250 μL mit destilliertem Wasser auf ein Gesamtvolumen von 600 μL aufgefüllt. Nun wurde, wie nachfolgend beschrieben, bei den BSA-Lösungen und den Proben in gleicher Weise vorgegangen.

Nach Zufügen von 5 μL einer 2%igen Natriumdesoxycholatlösung wurde die Lösung geschüttelt (Vortex) und 15 min bei Raumtemperatur (22 °C) inkubiert. Zum Denaturieren der Proteine wurden je 200 μL einer 24%igen Trichloressigsäure zugegeben und mittels Vortex abermals geschüttelt und erneut 15 min inkubiert. Anschließend wurden die Proben bei 10.000 g, 5 min zentrifugiert. Danach konnte der Überstand mit Hilfe einer Wasserstrahlpumpe abgesaugt werden. Das Proteinpellet wurde in 1 mL der Lösung 1 aufgelöst, mittels Vortex geschüttelt und weitere 15 min inkubiert. Im nächsten Schritt wurden 100 μL Folin-Ciocalteu-Reagenz zugegeben, wieder geschüttelt und 45 min im Dunkeln inkubiert. Danach konnte die Absorption der BSA-Lösungen und in weiterer Folge die Proben bei 750 nm mittels Spectrophotometer DU 800 gemessen werden. Aus der Absorption der BSA-Lösungen wurde die Eichgerade ermittelt. Mit Hilfe der Eichgerade konnten die Proteingehalte der Proben als μg Protein/100 μL berechnet werden.

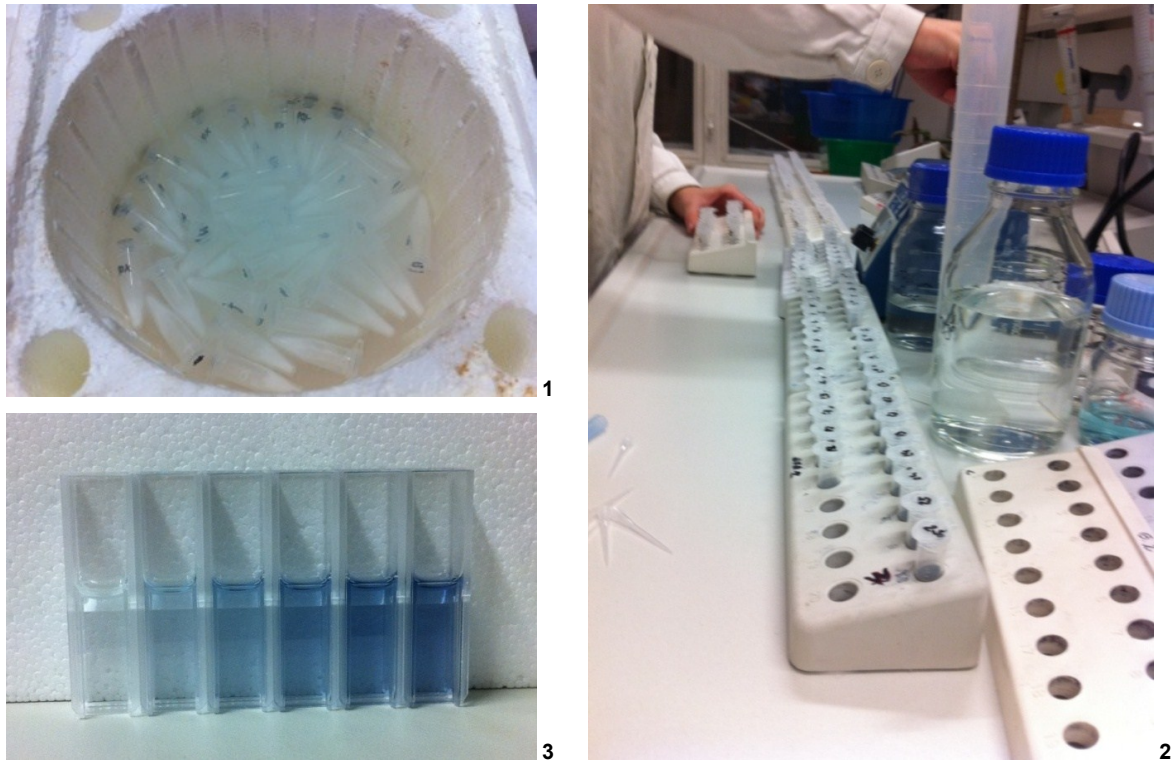


Abb. 38: ¹ schockgefrorene Extrakte für die Proteinbestimmung, ² Probenaufbereitung, ³ Standard-Reaktionsansätze der Proteinbestimmung

4.2.10 Aufbereitung und Messung der Ultrafiltrationsproben

Die Ultrafiltrationsproben werden aufbereitet und die Farbe mittels L*a*b*-System (Transmissionsmessung) und Photometer (Absorptionsmessung) ermittelt. Aus den L*a*b*-Messdaten wird der Akzeptanzfaktor errechnet. Die photometrische Ermittlung der Farbe wird in Anlehnung an die IFU-Methode Nr. 80 durchgeführt und zur Berechnung des Braunindex verwendet (Kapitel 2.3.2).

Materialien und Geräte

- destilliertes Wasser
- di-Natriumhydrogenphosphat-Dodecahydrat ($\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$) (Merck KGaA, Deutschland)
- wasserfreie Zitronensäure (Merck KGaA, Deutschland)
- Präzisionswaage KERN EW 3000-2M (Kern & Sohn GmbH, Deutschland)
- Sigma Tischzentrifuge 4-10 (Sigma Laborzentrifugen GmbH, Deutschland)
- Zentrifugengläser
- Bechergläser
- Einwegspritzen aus Kunststoff 5 mL (VWR International GmbH, Österreich)

- Spritzenfilter (Celluloseacetat) 0,2 μm (VWR International GmbH, Österreich)
- Kolbenhubpipette 100–1.000 μL (Eppendorf AG, Deutschland)
- UV-Küvetten makro 2,5–4,5 mL (Brand GmbH & Co KG, Deutschland)
- Agilent 8453 UV-Visible Spectrophotometer (Agilent Technologies Österreich GmbH, Österreich)

Durchführung

Für die Messung wurde das gesamte Probenfläschchenvolumen (50 mL) in ein Zentrifugenglas geleert und für 10 min bei 3500 g abzentrifugiert. Der Überstand wurde mittels Spritze und 0,2 μm Spritzenfilter filtriert. In Abb. 39 sind die aufbereiteten Proben zu sehen.

Anschließend wurde mit Hilfe des L^*a^*b -Farbsystem eine Transmissionsmessung durchgeführt und der Akzeptanzfaktor ermittelt (Kapitel 4.2.6).

Für die photometrische Bestimmung des Braunindexes wurde zunächst ein Citrat/Phosphat-Puffer mit pH 3,2 ($\pm 0,01$) hergestellt. Dazu wurden 54,0 g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12 \text{H}_2\text{O}$ und 42,0 g wasserfreie Zitronensäure in ein Becherglas eingewogen und mit 1 L Wasser aufgelöst. Mit diesem Puffer wurden die filtrierten Probenlösungen so verdünnt, dass sich der Messwert im linearen Bereich (0,3 bis 1,0 AU) befand. Die Messungen erfolgten bei 430 nm, 520 nm und 620 nm.

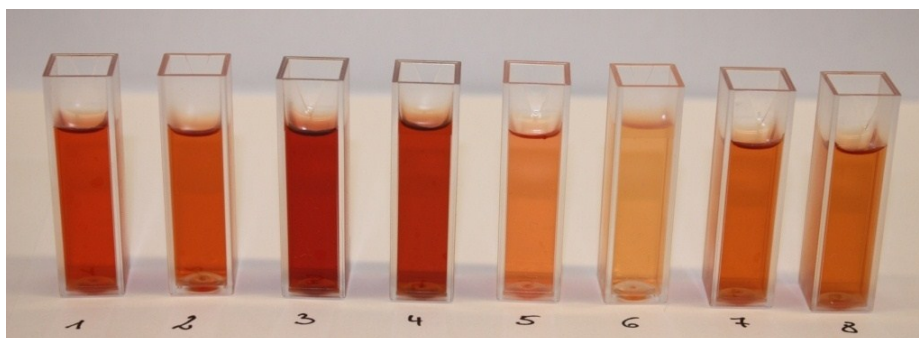


Abb. 39: Aufbereitete Ultrafiltrationsproben

4.3 Verarbeitungsprozesse

In den nachfolgenden Kapiteln werden jene Verarbeitungsprozesse der Rohstoffe beschrieben, die für die Herstellung des erforderlichen Probenmaterials benötigt wurden. Im Einzelnen sind dies die Erdbeernektarherstellung und die Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat.

4.3.1 Nektarherstellung

Nektar wird durch Mischen von Fruchtmark mit Wasser, Zucker und eventuell Säuren wie Zitronensäure oder L-Ascorbinsäure hergestellt. Der fertige Nektar wird danach durch einen thermischen Prozess haltbar gemacht (INNERHOFER, 2005b).

Materialien und Geräte

- Wasser (Trinkwasserqualität)
- Normalkristallzucker (AGRANA Zucker GmbH, Österreich)
- Zitronensäure (Jungbunzlauer Austria AG, Österreich)
- Industrie-Wägeterminal BT und Lastaufnehmer SP 8 (Bizerba Waagen-Gesellschaft m.b.H. & Co KG)
- Walzenmühle (Wottle Maschinen- und Weinpressenbau GmbH, Österreich)
- Passiermaschine (Wiesböck Maschinen und Werkzeuge, Österreich)
- Zahnkolloidmühle Type MZ (FrymaKoruma GmbH, Deutschland)
- Vakuumflaschenfüller (Rapf & CO Ges.m.b.H. und Co KG, Österreich)
- Kronkorkenverschließer (Rapf & CO Ges.m.b.H und Co KG, Österreich)
- Berieselungspasteur (BALIK Anlagentechnik GmbH, Österreich)
- Temperaturmessgerät TESTO 735 (Testo, Deutschland).

Durchführung (Abb. 40 bis Abb. 49)

Die Erdbeeren wurden geerntet und nach Klosterneuburg geliefert. Dort wurden sie entkelcht und in der Walzenmühle grob zerkleinert. Mit Hilfe der Passiermaschine, die eine Siebgröße von 1 mm hatte, wurden die zerdrückten Fruchtstücke zu Mark passiert. Es erfolgte somit eine Abtrennung der kleinen Samen.

Vom frischen Erdbeermark wurde im Labor der pH-Wert, der Zuckergehalt sowie die Säuremenge zum richtigen Ausmischen für den Nektar bestimmt. Die Durchführungen dieser Analysen können im Kapitel 4.2 nachgelesen werden. Um einen Nektar mit 14 °Brix, 6 g/kg Zitronensäure und 40 % Fruchtanteil zu erhalten, wurde das restliche Mark, für die Berechnung der benötigten Mengen an Zucker, Säure und Wasser, abgewogen. Die errechneten Zutaten wurden dem Mark zugefügt und gut durchgemischt.

Der fertige Nektar wurde anschließend mittels Zahnkolloidmühle homogenisiert. Aufgrund der relativ geringen Mengen der jeweils produzierten Nektare war eine Entgasung nicht nötig. Die Abfüllung erfolgte mit einer Vakuumflaschenfüllanlage. Mit dieser konnten simultan vier Flaschen befüllt werden. Es wurde darauf geachtet, dass es zu keiner Schaumbildung in den Flaschen kam. Die 0,2 Liter Flaschen aus Weißglas wurden danach mit einem Kronkorkenverschleißer verschlossen. Die Pasteurisation erfolgte mit einem Beriesungspasteur bei 85 °C für 15 min. Um den Prozess zu kontrollieren, wurde die Temperatur mit einem Temperaturmessgerät aufgezeichnet. Dabei wurden die Messfühler an unterschiedlichen Stel-

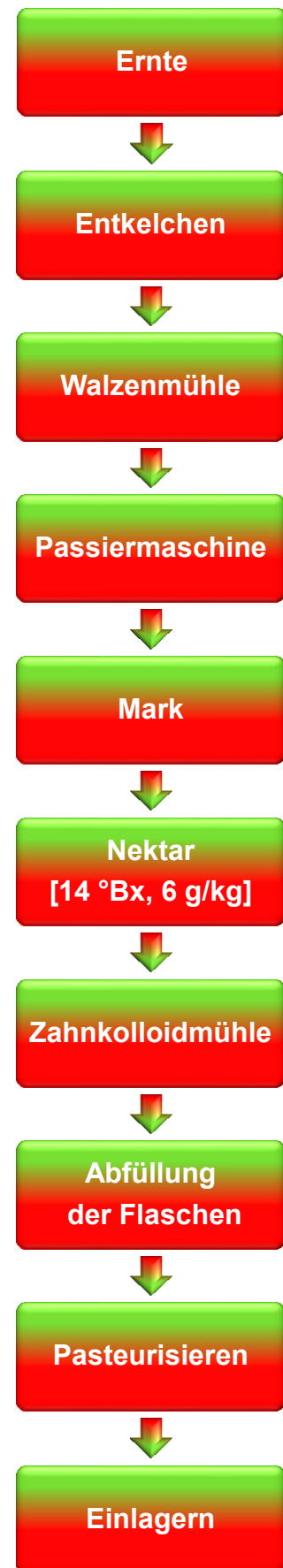


Abb. 40: Prozessschema Nektarherstellung

len im Pasteur in die Flaschen gegeben und mit Gummistopfen abgedichtet. Zum Einführen des Temperaturfühlers wurden die Kronkorken aufgebohrt. Nach dem Pasteurisieren wurde jede einzelne Flasche händisch geschwenkt und in Aufbewahrungskisten gestellt. Anschließend wurde ein Teil der Erdbeernektarflaschen bei Raumtemperatur (zwischen 20 und 23 °C) und der andere Teil bei 4 °C eingelagert. Die Aufbewahrung erfolgte in dunklen Lagerräumen, um einen Lichteinfluss auf die Farbe des Nektars auszuschließen.



Abb. 41: Ernte der Erdbeeren



Abb. 42: Entkelchen der Erdbeeren



Abb. 43: Walzenmühle



Abb. 44: Passiermaschine



Abb. 45: Mark und Nektar

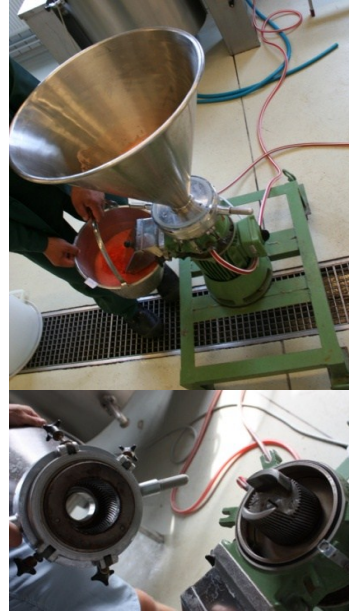


Abb. 46: Zahnkolloidmühle

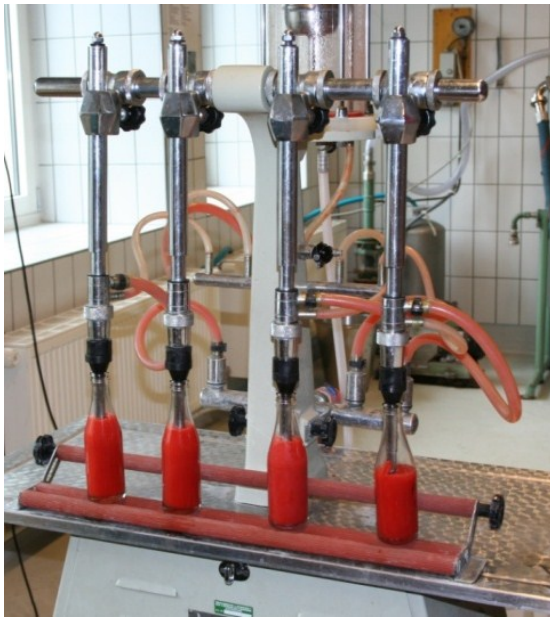


Abb. 47: Abfüllung der Flaschen



Abb. 48: Pasteur



Abb. 49: Einlagerung der Flaschen

4.3.2 Ultrafiltration von Erdbeersaft (Cross-Flow-Filtration)

Das Prinzip der Cross-Flow-Filtration liegt in einer membranparallelen Überströmung der Membran auf der Feedseite. Bei diesem Verfahren lagern sich Partikel als Deckschicht auf der Membran ab. Hohe Membranüberströmungsgeschwindigkeiten sorgen dafür, dass Scherkräfte an der Oberfläche der Membran erzeugt werden und abgelagerte Stoffpartikel in die Kernströmung zurückgeführt werden (Abb. 50) (MELIN und RAUTENBACH, 2007).

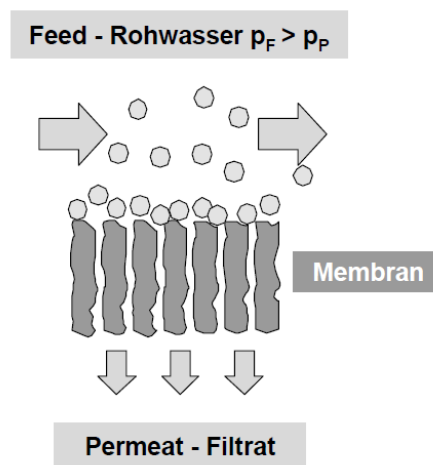


Abb. 50: Schematische Darstellung des Cross-Flow-Betriebs
(MELIN und RAUTENBACH, 2007)

Materialien und Geräte

- destilliertes Wasser
- Erdbeersaftkonzentrat (Grünwald International, Österreich)
- Industrie-Wägeterminal BT und Lastaufnehmer SP 8 (Bizerba Waagen-Gesellschaft m.b.H. & Co. KG)
- Kanister
- Ultrafiltrationsanlage – Eigenkonstruktion, Durchflussmenge 2 m³/h (Universität für Bodenkultur – Institut für Lebensmitteltechnologie, Arbeitsgruppe Prozess-technik, Wien)
- IsofluxTM Keramikmodul, MWCO 8.000 Da, 23 Kanäle, hydraulischer Durchmesser 3,5 mm, Länge 1,178 m, Filterfläche 0,35 m² (TAMI Industries, Frankreich)

Durchführung

Das Erdbeersaftkonzentrat wurde von 65 °Bx auf 7 °Bx mit destilliertem Wasser auf Saftstärke rückverdünnt. Danach wurde die Anlage (Abb. 51 und Abb. 52) in Betrieb genommen. Der Erdbeersaft wurde in den Feedbehälter mit Doppelmantel gefüllt und anschließend das Kühl-/Heizaggregat gestartet. Die Kreislumppe förderle den Erdbeersaft mit einer Querstromgeschwindigkeit von 3 m/s über die Membran und zurück in den Feedbehälter. Über das Druckregelventil wurde der Transmembrandruck ($TMP = p_{\text{ein}} + p_{\text{aus}} / 2$) eingestellt. Das Permeat wurde in einem Kanister gesammelt und über eine Waage die Masse ermittelt.

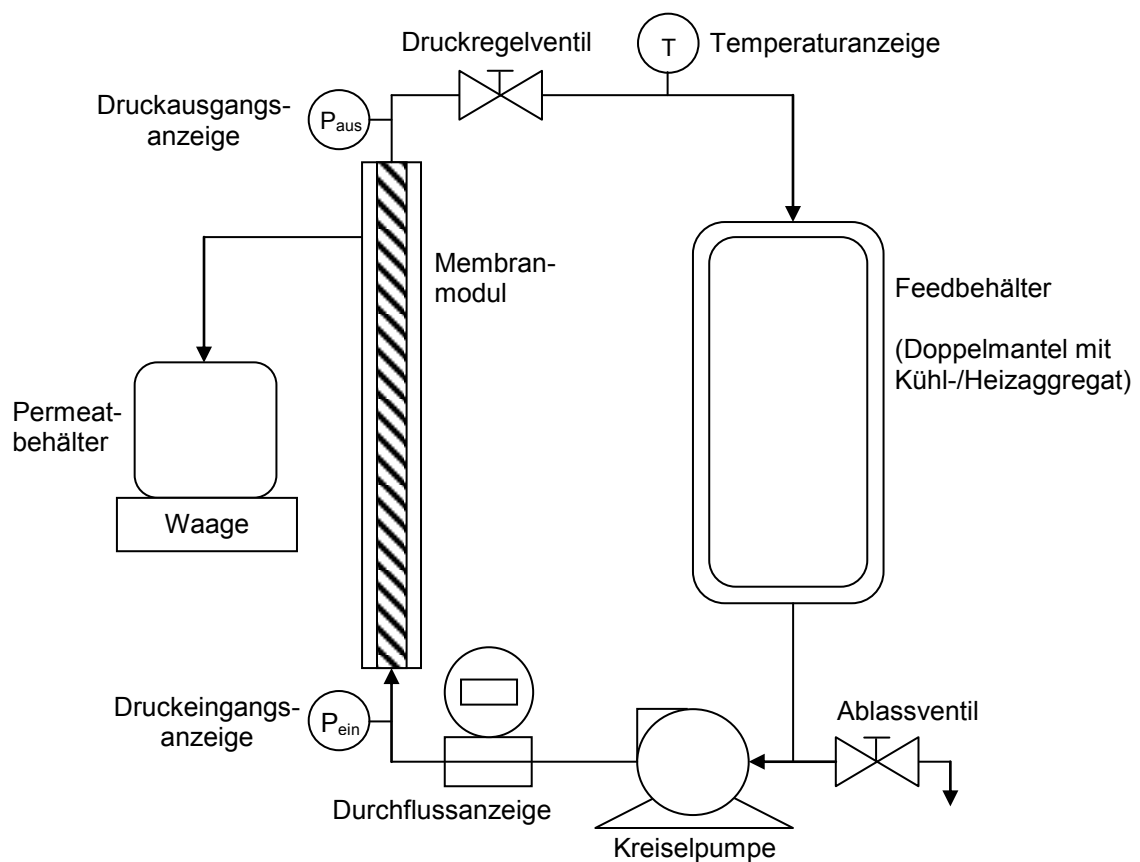


Abb. 51: Anlagenschema der verwendeten Ultrafiltrationsanlage
(eigene Darstellung nach GOSCH, 2011)

Folgende Prozessparameter wurden verwendet:

Eingangsdruck	5 bar
Ausgangsdruck	4,2 bis 4,3 bar
Transmembrandruck	4,625 bar
Überströmungsgeschwindigkeit	3 m/s
Temperatur	28 bis 34 °C



Abb. 52: Verwendete Ultrafiltrationsanlage

4.3.3 Aufbereitung des unbehandelten und ultrafiltrierten Erdbeersaftes

Um den Einfluss von unterschiedlichen Proteinen und Enzyminhibitoren auf die Farbstabilität zu zeigen, wird der ultrafiltrierte und unbehandelte Erdbeersaft mit BSA (0,75 g/L) und N-Ethylmaleimid (10 mmol/L) versetzt.

Materialien und Geräte

- destilliertes Wasser
- BSA (Albumin from bovine serum) (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- N-Ethylmaleimid ($M = 125,126 \text{ g/mol}$) (Sigma-Aldrich Co. LLC, Österreich)
- Bechergläser
- braungefärbte Glasflaschen 50 mL mit Schraubverschlüssen
- Kolbenhubpipette 100–1.000 μL (Eppendorf AG, Deutschland)
- Luftballons
- Berieselungspasteur (BALIK Anlagentechnik GmbH, Österreich)

Durchführung

Zunächst wurde die BSA-Lösung hergestellt. Für 72 Flaschen (à 50 mL) wurden 2,7 g BSA in ein Becherglas eingewogen und in 72 mL destilliertes Wasser gelöst.

Der Protease-Inhibitor (N-Ethylmaleimid) wurde für 80 Flaschen (à 50 mL) hergestellt. Dafür wurden 5 g N-Ethylmaleimid in ein Becherglas eingewogen und in 200 mL Wasser gelöst.

Anschließend wurde der unbehandelte und ultrafiltrierte Saft in 50 mL Flaschen abgefüllt. Wie in Abb. 57 ersichtlich, wurden bei 50 % der Flaschen je 1 mL der BSA-Lösung hinzupipettiert. Danach wurden alle Flaschen mit dem Schraubverschluss verschlossen. Um eine bessere Luftabdichtung zu gewährleisten wurden Luftballone darübergestülpt (Abb. 53). Nach diesem Schritt wurden die Flaschen mit dem Berieselungspasteur bei 85 °C für 15 min pasteurisiert. Nachdem die Flaschen wieder abgekühlt waren, wurde bei der Hälfte der Flaschen 2,5 mL N-Ethylmaleimid Inhibitor-Lösung dazupipettiert.



Abb. 53: Luftabdichtung der Flaschen

4.4 Sensorische Methoden

In den beiden nächsten Punkten wird die Durchführung des erweiterten Dreieckstests, Präferenz- und Akzeptanztests näher beschrieben.

4.4.1 Erweiterter Dreieckstest

Beim erweiterten Dreieckstest werden den Prüfpersonen pro Probenreihe drei mit Zufallszahlen verschlüsselte Proben gereicht, von denen zwei identisch sind. Die abweichende Probe ist herauszufinden und auf einem Prüfblatt zu kennzeichnen. Sollte kein Unterschied festzustellen zu sein, muss die Testperson trotzdem eine Entscheidung treffen (SCHOBINGER, 2001). Zusätzlich wird nach der Bevorzugung gefragt (FLIEDNER und WILHELMI, 1993).

Um zu beurteilen, ob es zwischen zwei Proben Farbunterschiede gibt, kann mit Hilfe der gemessenen $L^*a^*b^*$ -Werte die Farbdifferenz ($\Delta E_{a,b}$) ermittelt werden. $\Delta E_{a,b}$ lässt sich, wie in Gl. 6 gezeigt, errechnen (ANONYM, 2003). So kann abgeschätzt werden, ob schwarze Verkostungsgläser verwendet werden müssen.

$$\Delta E_{a,b} = \sqrt{(L^*_a - L^*_b)^2 + (a^*_a - a^*_b)^2 + (b^*_a - b^*_b)^2} \quad (\text{Gl. 6})$$

Für die Auswertung müssen zunächst die gesamten Antworten und die Anzahl an richtigen Ergebnissen ermittelt werden. Danach kann mittels Signifikanztabelle (Anhang, Tab. 25) festgestellt werden, ob zwischen den Proben, mit einer Sicherheit von 95 %, 99 % oder 99,9 %, ein statistisch signifikanter Unterschied besteht (NIESSEN und THÖLKING, 2007).

Materialien und Geräte

- Nektare
- schwarze Verkostungsgläser
- Tablette
- Prüfblätter
- Stift

Durchführung

Vor Prüfbeginn wurde ein Prüfblatt für einen erweiterten Dreieckstest erstellt (Anhang, Abb. 1) und die Nektarproben mit dreistelligen Zufallszahlencodes versehen, wobei zwei idente Proben mit unterschiedlichen Zufallszahlen codiert wurden. Danach wurden die jeweiligen Proben in schwarze Verkostungsgläser (um den Farbunterschied nicht zu erkennen) gegeben und auf ein Tablett mit den Zahlencodes gestellt. Anschließend wurde der Testperson – welche in einer Verkostungskabine saß – das Tablett mit den Proben samt Prüfblatt und Stift gereicht. Sobald sich die Prüfperson für eine abweichende Probe entschieden und die bessere Probe markiert hatte, bekam sie die nächste Probenserie. Insgesamt wurde der Versuchsaufbau dreimal wiederholt, wobei die Proben in randomisierter Reihenfolge gereicht wurden. Um die Geschmacksnerven zu neutralisieren, wurde ein Glas mit Wasser in die Verkostungskabine gestellt.

4.4.2 Präferenz- und Akzeptanztest

Präferenztests werden eingesetzt, um die Bevorzugung von zwei gleichzeitig gereichten codierten Proben zu ermitteln. Der Konsument muss eine Entscheidung treffen (LAWLESS und HEYMANN, 2010).

Um einen signifikanten Unterschied in der Präferenz zwischen den beiden Proben festzustellen, erfolgt eine statistische Auswertung mit Hilfe der Binominalverteilung. Ist das Ergebnis kleiner als das vorgegebene Signifikanzniveau (zB: 0,05) liegt ein Unterschied mit einer Sicherheit von 95 % vor (DERNDORFER, 2010).

Akzeptanztests werden verwendet, um die sensorische Akzeptanz mehrerer Produktproben, hinsichtlich Aussehen, Geruch, Geschmack, Konsistenz/Mundgefühl, Gesamteindruck usw. zu messen und dabei den Abstand in der Akzeptanz zwischen den Produkten zu ermitteln. Sie geben auch Auskunft, in welchen Attributen sich die Proben unterscheiden und welche Stärken und Schwächen jedes einzelne Testprodukt hat (BUHECKER, 2008). Es muss jede einzelne Probe anhand einer Skala bewertet werden (LAWLESS und HEYMANN, 2010).

Die Auswerteverfahren und Darstellungsmöglichkeiten beinhalten beispielsweise Histogramme, Box-Plots, t-Tests und Varianzanalysen (DÜRRSCHMID, 2006; LAWLESS und HEYMANN, 2010).

Materialien und Geräte

- Nektare
- Verkostungsbecher 0,4 cL
- Tablette
- Prüfblätter
- Stift

Durchführung Präferenztest

Vor Testbeginn wurde eine genaue Testanweisung mit zwei Antwortmöglichkeiten (Anhang, Abb. 2) erstellt und die Nektarproben mit Buchstaben (A und B) codiert. Danach wurden die beiden Proben in die Verkostungsbecher gegeben und auf ein Tablett mit den Buchstabencodes gestellt (Abb. 54).

Anschließend wurde der Testperson – welche in einer Verkostungskabine saß – das Tablett mit den Nektaren, das Prüfblatt und ein Stift gereicht. Sobald sich die Prüfperson für eine der beiden Proben entschieden hatte, musste sie auf einen Schalter in der Kabine drücken, um zu signalisieren, dass sie das Prüfblatt fertig ausgefüllt hatte. Danach wurde der Testperson der Akzeptanztest gereicht. Um die Geschmacksnerven zu neutralisieren wurde ein Glas mit Wasser in die Verkostungskabine gestellt.



Abb. 54: Präferenztest

Durchführung Akzeptanztest

Vor Prüfbeginn wurde eine genaue Testanweisung mit dazugehöriger Skala (Anhang, Abb. 2) erstellt und die Nektarproben mit dreistelligen Zufallszahlen-codes versehen. Danach wurden, wie in Abb. 55 ersichtlich, die jeweiligen Proben in die Verkostungsbecher ausgeteilt und auf ein Tablett mit den Zahlencodes gestellt. Ein Tablett wurde mit vier, fünf oder sechs unterschiedlichen Nektaren bestückt. Anschließend wurde der Testperson, die in einer Verkostungskabine saß, das Tablett mit den Nektaren, das Prüfblatt und ein Stift gereicht (Abb. 56). Sobald die Prüfperson alle Proben anhand der Skala bewertet hatte, musste sie auf einen Schalter in der Kabine drücken, um zu signalisieren, dass sie das Prüfblatt fertig ausgefüllt hatte. Um die Geschmacksnerven zu neutralisieren wurde ein Glas mit Wasser in die Verkostungskabine gestellt.

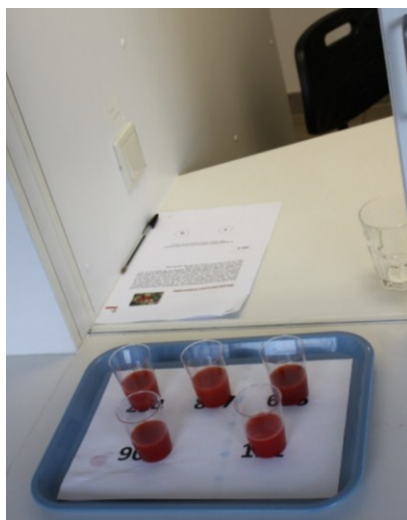


Abb. 55: Akzeptanztest



Abb. 56: Verkostung der Nektarproben

4.5 Statistische Methoden

Die statistische Auswertung der Daten wurde mit den Programmen PASW (Predictive Analytics Software) Statistics Version 18.0.0 und Microsoft Office Excel 2007 durchgeführt. Die 2^3 -faktoriellen Versuchspläne wurde nach der Methode von KLEPPMANN (2008) durchgeführt.

5 Versuchsdurchführung

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Versuchspläne näher erläutert.

5.1 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad

In Versuchsplan 1 wurde die Farbstabilität von verschiedenen Erdbeersorten aus unterschiedlicher Herkunft, von verschiedenen Erntezeitpunkten und Reifegraden (reif und vollreif) miteinander verglichen. Der Vergleich erfolgte über einen definierten Zeitraum. Dafür wurden die Proben bei Raumtemperatur (20 °C) im Dunkeln gelagert.

Hierzu wurden die geernteten Erdbeeren zu Mark verarbeitet und in weiterer Folge Nektar (14 °Bx, 6 g/kg berechnet als Zitronensäure) hergestellt. Dieser wurde im Dunkeln bei Raumtemperatur gelagert und nach definierten Zeitabschnitten (0, 2, 4, 8, 12, 16, 20 und 24 Wochen) für die Farbmessung (Doppelbestimmung – 2 Flaschen) herangezogen, um die Stabilität des Nektars zu überprüfen. Die Messung erfolgte mit Hilfe des L*a*b*-Systems. Wie in Tab. 7 ersichtlich, wurden während der gesamten Produktion des Erdbeernektars die Parameter Gewicht, Respiration, Festigkeit, Brix, Säure, pH-Wert und Farbe aufgezeichnet. Weiters wurden für die Versuchspläne 2 und 4 Proben gezogen.

Tab. 7: Gemessene Parameter während der Produktion

Parameter Produktionsstatus	Gewicht [g]	Respiration [(mg CO ₂ /kg)*h]	Festigkeit [kg/cm ²]	Brix [°Bx]	Säure [g/kg ZS]	pH –	Farbe –
FrISChe Erdbeeren	x	x	x				
Erdbeermark				x	x	x	x
Erdbeernektar vor Pasteurisation				x	x	x	x
Erdbeernektar nach Pasteurisation							x

Dieser Versuchsplan wurde gemeinsam mit Julia Grünwald durchgeführt und diente als Basis für zwei getrennte Masterarbeiten mit unterschiedlichen Themen-

schwerpunkten. Die Auswertung und Interpretation erfolgte jedoch getrennt voneinander (GRÜNEWALD, 2012).

5.2 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung

An der Technischen Universität Wien wurden die in flüssigem Stickstoff schockgefrorenen Proben (Erdbeeren, Mark) auf die Enzymaktivität von Polyphenoloxidasen und Peroxidasen, welche die Anthocyane abbauen, untersucht. Die Analyse erfolgte mit Hilfe einer Hilfsreaktion, welche eine photometrische Detektion ermöglichte. Weiters wurde der Proteingehalt der schockgefrorenen Proben analysiert, um die spezifische Enzymaktivität zu ermitteln. Dazu wurde eine modifizierte Lowry-Methode verwendet.

5.3 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat

Mit Hilfe der Ultrafiltration wurde untersucht, ob unterschiedliche Proteine im Erdbeersaft Einfluss auf die Farbstabilität haben und wie sich der Einsatz eines Protease-Inhibitors auf die Farbe auswirkt.

Zu Beginn dieser Analyse wurden die Enzymaktivität und der Proteingehalt des Erdbeersaftes (10 L), der aus Erdbeersaftkonzentrat (65 °Bx auf 7 °Bx) hergestellt wurde, bestimmt. Danach wurde einem Teil des Erdbeersaftes der gesamte Proteingehalt, mittels Ultrafiltration (Ausschlussgrenze 8.000 Dalton), entfernt. Im nächsten Schritt wurde der unbehandelte und ultrafiltrierte Saft in 50 mL Flaschen gefüllt. Anschließend wurde zur Hälfte des unbehandelten und ultrafiltrierten Erdbeersaftes das Protein BSA (Bovine Serum Albumine), in einer Konzentration von 0,75 g/L, hinzugefügt und pasteurisiert. Weiters wurde wiederum zur Hälfte des unbehandelten und ultrafiltrierten Saftes, ein Protease-Inhibitor (N-Ethylmaleimid), mit einer Konzentration von 10 mmol/L beigelegt, um den Abbau von Proteinen zu verhindern. In Abb. 57 werden die verschiedenen Versuchsvarianten dargestellt.

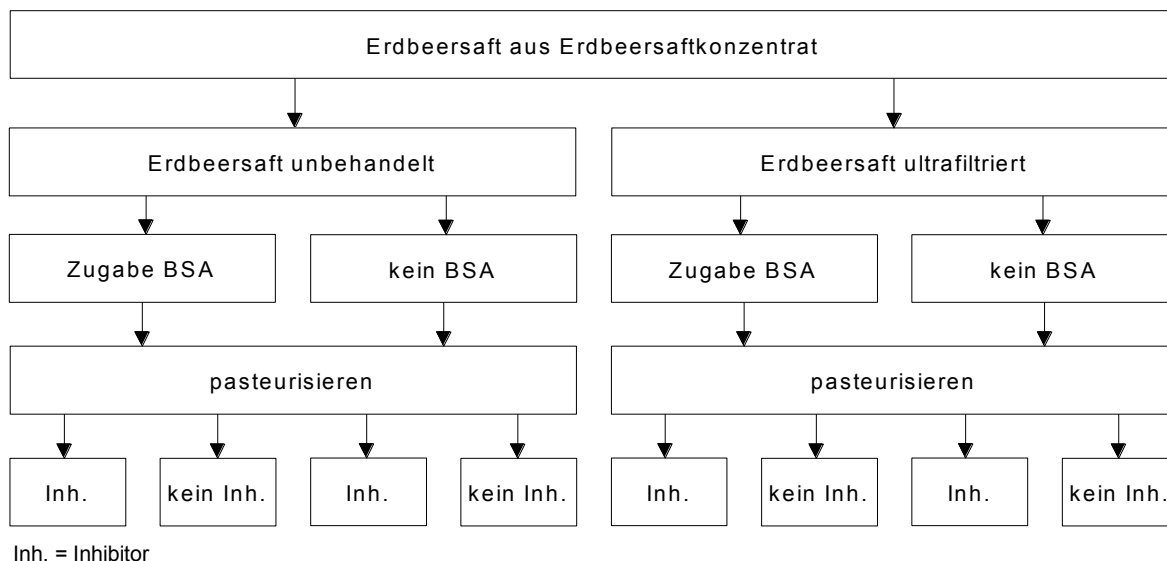


Abb. 57: Durchführungsschema der Ultrafiltration

Der so präparierte Erdbeersaft wurde bei Raumtemperatur (20 °C) im Dunkeln gelagert und in definierten Zeitabständen von 0, 2, 4, 6, 10, 14, und 18 Wochen Farbmessungen (Doppelbestimmung – 2 Flaschen) durchgeführt. Die Messung erfolgte sowohl mit dem L*a*b*-System (Transmissionsmessung) als auch mit einer photometrischen Absorptionsmessung (laut IFU-Methode Nr. 80). Somit konnte der Akzeptanzfaktor mit dem Braunindex verglichen werden.

5.4 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars

Die sensorischen Untersuchungen der hergestellten Nektare erfolgten mittels Dreieckstests und Beliebtheitstests. Dazu wurden Nektare verwendet die bei 4 °C im Dunkeln gelagert wurden. Die Dreieckstests wurden in der HBLA für Wein- und Obstbau in Klosterneuburg, die Beliebtheitstests an der Universität für Bodenkultur durchgeführt.

Dreieckstests

Für die beiden Dreieckstests wurden jeweils sechs Experten für die Verkostungen herangezogen.

Beim ersten Test wurde Erdbeernektar von vollreifen serbischen und polnischen Erdbeeren der Sorte *Senga Sengana* zum Erntezeitpunkt 3 getestet.

Im zweiten Test wurde untersucht, ob die Reifegrade (reif/vollreif) der polnischen Sorte *Senga Sengana* zum Erntezeitpunkt 3 unterscheidbar sind.

Beliebtheitstests

Für den ersten Beliebtheitstest wurden je 30 Personen zu zwei Sorten, die sich in Erntezeitpunkt (erste, mittlere und letzte Ernte) und Reifegrad (reif/vollreif) unterschieden, befragt. Dafür wurden die Sorten von dem Erzeuger Zachhalmel verwendet. Als Einstimmungstest bekamen die befragten Personen einen Nektar der gleichen Sorte und Erntezeitpunktes, welcher sich im Reifegrad differenzierte (Tab. 8).

Tab. 8: Einteilung der Erdbeersorten für die sensorischen Untersuchung

Sorte	Erntezeitpunkt*	Reifegrad	Sorte	Erntezeitpunkt*	Reifegrad
<i>Clery</i>	1	reif	<i>Madeleine</i>	1	reif
		vollreif			vollreif
	2	reif		2	reif
		vollreif			vollreif
	3	reif		3	reif
		vollreif			vollreif
<i>Alba</i>	1	reif	<i>Symphony</i>	1	reif
		vollreif			vollreif
	2	reif		2	reif
		vollreif			vollreif
	3	reif		3	reif
		vollreif			vollreif
<i>Elsanta</i> Serbien	2	reif	<i>Elsanta</i> Serbien	2	vollreif

* 1 = erste Ernte, 2 = mittlere Ernte, 3 = letzte Ernte

Für den zweiten und dritten Beliebtheitstest wurden jeweils 20 Personen befragt. Auch hier wurde ein Einstimmungstest durchgeführt. Dieser war identisch wie beim ersten Beliebtheitstest.

Der zweite Test orientierte sich an den Ergebnissen des ersten Beliebtheitstests. Je nachdem welcher Reifegrad und Erntezeitpunkt als beliebtester beurteilt wurde, wurden die einzelnen Sorten untereinander verglichen.

Für den dritten Test wurden alle Erdbeernektare der Sorte *Elsanta*, erster Erntezeitpunkt, vollreif nach ihrer Herkunft getestet.

5.5 Codierungen der Erdbeerproben

In Tab. 9 und Tab. 10 sind die im Rahmen der Auswertung verwendeten Abkürzungen ersichtlich.

Tab. 9: Abkürzungen von Sorte, Herkunft, Ernte und Reifegrad

Sorte	Herkunft	Ernte	Reifegrad
A = <i>Alba</i>	Z = Zachhalmel	1 = erste	r = reif
C = <i>Clery</i>	E = Edlinger	2 = zweite	vr = vollreif
E = <i>Elsanta</i>	P = Polen (Pomerania)	3 = dritte	
M = <i>Madeleine</i>	S = Serbien (Podgorina)		
S = <i>Symphony</i>			
SS = <i>Senga Sengana</i>			

Tab. 10: Abkürzungen der Ultrafiltration

Ultrafiltration
nUF = nicht ultrafiltriert
UF = ultrafiltriert
BSA = Bovine Serum Albumin
Inh. = Inhibitor

5.6 Überblick der durchgeführten Analysen an den unterschiedlichen Erdbeerprodukten

Die nachfolgenden Tabellen (Tab. 11, Tab. 12, Tab. 13 und Tab. 14) zeigen die im Zuge der Masterarbeit durchgeführten Analysen der Erdbeerprodukte.

Tab. 11: Durchgeführte Analysen an Erdbeeren

Erdbeeren		
frisch	tiefgefroren (-18 °C)	tiefgefroren (-80 °C)
Gewicht, Respiration, Festigkeit (sofort)	Proteine und Enzyme (nach drei Monaten)	Proteine und Enzyme (nach drei Monaten)
<u>Sorten:</u> alle <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Senga Sengana, Symphony</i>	<u>Sorten:</u> A/3/vr, C/3/vr, E/3/r, E/3/vr, M/2/vr, S/2/r, S/2/vr,	<u>Sorten:</u> <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Symphony</i>
<u>Herkunft:</u> alle Zachhalmel, Edlinger, (Österreich), Serbien, Polen	<u>Herkunft:</u> Zachhalmel	<u>Herkunft:</u> Zachhalmel
	<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	<u>Erntezeitpunkt:</u> alle erste, mittlere, letzte Ernte
		<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif

VERSUCHSDURCHFÜHRUNG

Erntezeitpunkte: alle erste, mittlere, letzte Ernte		
Reifegrad: reif und vollreif		

Tab. 12: Durchgeführte Analysen an Erdbeermark

Erdbeermark		
frisch	tiefgefroren (-18 °C)	tiefgefroren (-80 °C)
Brix, Säure, pH-Wert, L*a*b* (sofort)	L-Ascorbinsäure (nach zwei Monaten)	Proteine und Enzyme (nach drei Monaten)
<u>Sorten:</u> alle <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Senga Sengana, Symphony</i>	<u>Sorten:</u> alle <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Senga Sengana, Symphony</i>	<u>Sorten:</u> <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Symphony</i>
<u>Herkunft:</u> alle Zachhalmel, Edlinger, (Österreich), Serbien, Polen	<u>Herkunft:</u> alle Zachhalmel, Edlinger, (Österreich), Serbien, Polen	<u>Herkunft:</u> Zachhalmel
<u>Erntezeitpunkte:</u> alle erste, mittlere, letzte Ernte	<u>Erntezeitpunkte:</u> alle Erste, mittlere, letzte Ernte	<u>Erntezeitpunkt:</u> mittlere und letzte Ernte
<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif
	Proteine und Enzyme (nach 3 Monaten)	
	<u>Sorten:</u> A/3/vr, C/3/vr, E/3/r, E/3/vr, M/2/vr, S/2/r, S/2/vr,	
	<u>Herkunft:</u> Zachhalmel	
	<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	

Tab. 13: Durchgeführte Analysen an Erdbeernektar

Erdbeernektar		
Brix, Säure, pH-Wert, L*a*b* (sofort)	Sensorik (nach einem Monat)	L*a*b* (nach definierten Zeitabständen)
<u>Sorten:</u> alle <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Senga Sengana, Symphony</i>	Dreieckstest 1: <u>Sorten:</u> <i>Senga Sengana</i> <u>Herkunft:</u> Serbien, Polen <u>Erntezeitpunkt:</u> letzte Ernte <u>Reifegrad:</u> vollreif	<u>Sorten:</u> alle <i>Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Senga Sengana, Symphony</i>
<u>Herkunft:</u> alle Zachhalmel, Edlinger, (Österreich), Serbien, Polen	Dreieckstest 2: <u>Sorten:</u> <i>Senga Sengana</i> <u>Herkunft:</u> Polen <u>Erntezeitpunkt:</u> letzte Ernte <u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	<u>Herkunft:</u> alle Zachhalmel, Edlinger, (Österreich), Serbien, Polen
<u>Erntezeitpunkte:</u> alle erste, mittlere, letzte Ernte		<u>Erntezeitpunkte:</u> alle erste, mittlere, letzte Ernte
<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif	Einstimmungstest: <u>Sorten:</u> E/S/2/r, E/S/2/vr	<u>Reifegrad:</u> reif und vollreif

Beliebtheitstest Ernte/Reife: <u>Sorten:</u> Alba, Clery, Madeleine, Symphony <u>Herkunft:</u> Zachhalmel <u>Erntezeitpunkte:</u> alle erste, mittlere, letzte Ernte <u>Reifegrad:</u> reif und vollreif Beliebtheitstest Sorte: <u>Sorten:</u> Alba, Clery, Elsanta, Madeleine, Symphony <u>Herkunft:</u> Zachhalmel <u>Erntezeitpunkt:</u> letzte Ernte <u>Reifegrad:</u> vollreif Beliebtheitstest Herkunft: <u>Sorte:</u> Elsanta <u>Herkunft:</u> Zachhalmel, Edlinger (Österreich), Serbien, Polen <u>Erntezeitpunkt:</u> erste Ernte <u>Reifegrad:</u> vollreif	
--	--

Tab. 14: Durchgeführte Analysen an Erdbeernektar

Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat	
Proteine und Enzyme (nach drei Monaten) <u>Proben:</u> nicht ultrafiltrierter Saft ultrafiltrierter Saft	L*a*b*-Transmissionsmessung und photometrische Absorptionsmessung <u>Proben:</u> UF1 (nicht ultrafiltriert + BSA + Inhibitor) UF2 (nicht ultrafiltriert + BSA) UF3 (nicht ultrafiltriert + Inhibitor) UF4 (nicht ultrafiltriert) UF5 (ultrafiltriert + BSA + Inhibitor) UF6 (ultrafiltriert + BSA) UF7 (ultrafiltriert + Inhibitor) UF8 (ultrafiltriert)

6 Versuchsergebnisse und Diskussion

In den nächsten Kapiteln werden die Versuchsergebnisse dieser Arbeit dargestellt, beschrieben und mit Literaturdaten verglichen.

6.1 Witterungsbedingungen

Tab. 15 zeigt das Bewertungsschema für die Wetterdaten, welche anschließend in Tab. 16 und Tab. 17 ausgewertet dargestellt werden. Die Wetterdaten wurden wie in Gl. 7 errechnet. Die Summen der Niederschläge und Sonnenstunden bezogen sich auf die letzten fünf Tage vor der Ernte inklusiv des Erntetages. Waren keine Niederschlagsmengen und Sonnenstunden verfügbar, wurde das Wetter anhand der Durchschnittslufttemperatur bewertet.

$$\text{Wetter} = \frac{\text{Summe der Niederschläge [mm]}}{\text{Summe der Sonnenscheindauer [h]}} \quad (\text{Gl. 7})$$

In Tab. 18 werden die Wetterdaten mit den einzelnen Ernteterminen in chronologischer Reihenfolge dargestellt.

Tab. 15: Bewertungsskalen

Bewertung	Niederschlag [mm] / Sonnenschein [h]	Ø-Temperatur [°C]
sonnig	0 bis 0,6	19,7 bis ∞
bewölkt	0,7 bis 2,6	13,7 bis 19,6
regnerisch	2,7 bis	0 bis 13,6

Tab. 16: Wetterdaten aus Österreich (Zachhalmel und Edlinger)

Herkunft	Ernte	Niederschlag [mm]	Sonnenschein [h]	Verhältnis	Bewertung
Zachhalmel (Ö)	08.06.2010	0,0	55,1	0,1	sonnig
	13.06.2010	28	50,3	0,6	sonnig
	16.06.2010	60,7	24,4	2,5	bewölkt
	17.06.2010	39,5	12,9	3,1	regnerisch
	21.06.2010	32,5	6,9	4,7	regnerisch
	23.06.2010	13,1	20,1	0,7	bewölkt
	28.06.2010	0,0	48,6	0,0	sonnig
	08.07.2010	keine Daten			sonnig

VERSUCHSERGEBNISSE UND DISKUSSION

Edlinger (Ö)	09.06.2010	0,4	65,9	0,0	sonnig
	15.06.2010	14	48,6	0,3	sonnig
	21.06.2010	8,5	10,1	0,8	bewölkt

Tab. 17: Wetterdaten aus Polen und Serbien

Herkunft	Ernte	Niederschlag [mm]	Temperatur [°C]	Bewertung
Polen	26.06.2010	0,0	14,5	bewölkt
	05.07.2010	keine Daten		sonnig
	11.07.2010	keine Daten		bewölkt
Serbien	01.06.2010	48,6	17,2	bewölkt
	08.06.2010	9	19,6	bewölkt

Tab. 18: Wetterdaten der einzelnen Chargen (beide Reifegrade)

Erntetermin	Wetter	Charge	Erntetermin	Wetter	Charge
01.06.2010	bewölkt	E/S/1 SS/S/1	16.06.2010	bewölkt	S/Z/1
8.06.2010	sonnig	A/Z/1	17.06.2010	regnerisch	A/Z/3
		C/Z/1			C/Z/3
		E/Z/1	21.06.2010	regnerisch	M/Z/3
		M/Z/1			S/Z/2
	bewölkt	E/S/2	26.06.2010	bewölkt	E/Z/3
		SS/S/2			E/E/3
09.06.2010	sonnig	E/E/1	28.06.2010	sonnig	E/P/1
13.06.2010	sonnig	A/Z/2	05.07.2010	sonnig	SS/P/1
		C/Z/2			S/Z/3
		E/Z/2	11.07.2010	bewölkt	E/P/2
15.06.2010	sonnig	M/Z/2			SS/P/2
		E/E/2			E/P/3
					SS/P/3

6.2 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad

Im diesem Kapitel werden die Ergebnisse des ersten Versuchsplans, welcher in Kapitel 5.1 genau beschrieben wurde, dargestellt.

6.2.1 Durchschnittsgewicht [g]

Abb. 58 zeigt den Unterschied der Durchschnittsgewichte der Sorten des Standortes Zachhalmel. Das Durchschnittsgewicht gab einen Rückschluss auf die Größe der Frucht. Es ist deutlich erkennbar, dass die vollreif geernteten Erdbeeren über alle Versuchssorten dieses Standortes ein höheres Erntegewicht hatten als die reif geernteten Sorten. Das höchste Durchschnittsgewicht wurde mit 28,6 g bei der vollreifen Erdbeersorte *Madeleine* festgestellt. Im Schnitt lag das Erntegewicht der vollreifen Sorten um 6,3 g höher als das der reifen Sorten.

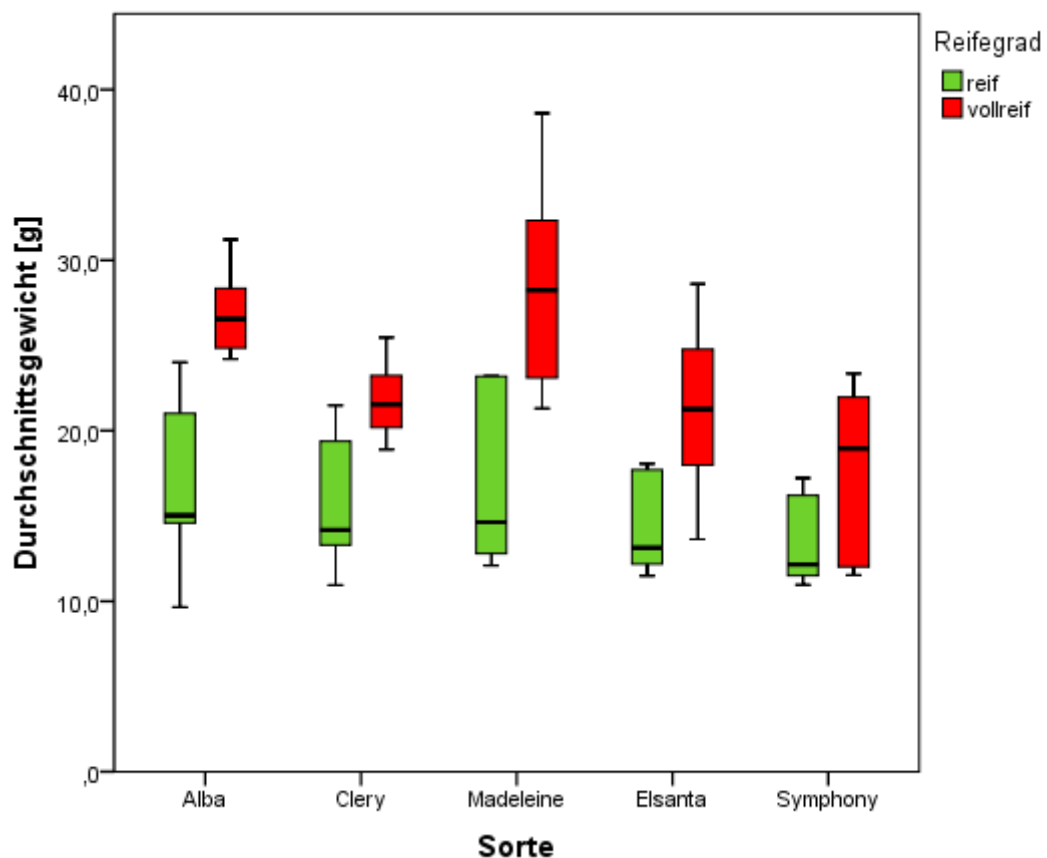


Abb. 58: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

Die Sorte *Senga Sengana* wurde auf keiner österreichischen Versuchsparzelle angepflanzt, sondern zusammen mit einem Teil der Sorte *Elsanta* aus Polen und Serbien bezogen. Wie die Abb. 59 vermuten lässt, handelte es sich bei der Sorte *Senga Sengana*, verglichen mit der Sorte *Elsanta*, um eine kleine Erdbeersorte mit einem geringen Durchschnittsgewicht von 9,7 g. Auf der Versuchsfläche in Polen wurde das geringste mittlere Durchschnittsgewicht mit 8,4 g ermittelt. Am Standort Serbien lag das mittlere Durchschnittsgewicht mit 11,6 g um 38 % höher.

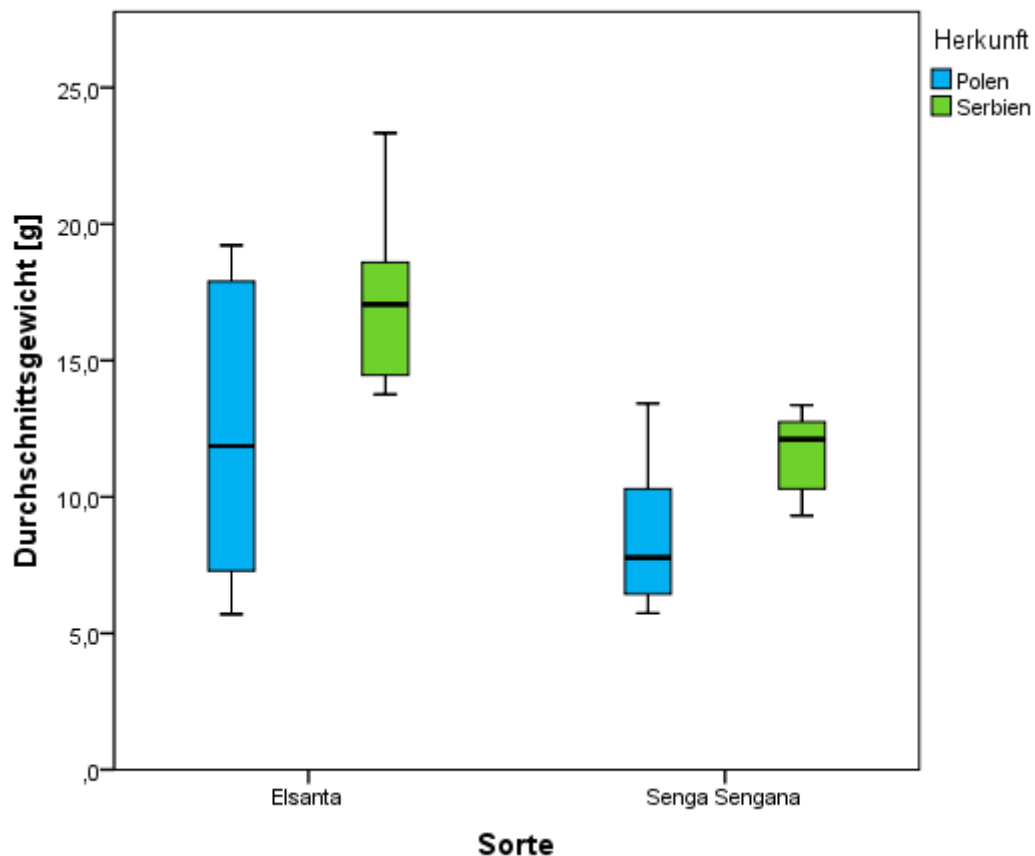


Abb. 59: Durchschnittsgewichte [g] der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

In Tab. 19 sind die Durchschnittsgewichte der Sorten, unabhängig vom Reifegrad, ersichtlich. Die Sorte *Madeleine* erzielte mit durchschnittlich 22,7 g die schwersten Früchte, jedoch dicht gefolgt von der Sorte *Alba*, welche ein Durchschnittsgewicht von 21,8 g erreichte. Im Mittelfeld befanden sich die Sorten *Clery*, *Elsanta* und *Symphony*, die ein durchschnittliches Fruchtgewicht zwischen 18,7 g und 15,6 g erzielten. Die Beeren der Sorte *Senga Sengana* erreichten nur 9,7 g. Diese Werte spiegelten auch die Ergebnisse von LINNEMANNSTÖNS (2011) wider, welcher mittlere Fruchtgewichte für *Alba*, *Clery* und *Elsanta* mit 24,9 g, 17,2 g und 17,5 g angab. Aufgrund der Gewichtsunterschiede wurden die sechs Erd-

beersorten in drei homogene Gruppen (Tab. 19) unterteilt. Die erste Gruppe bestand aus der Sorte *Senga Sengana* und *Symphony*, wobei sich die Sorte *Senga Sengana* als einzige Sorte signifikant von vier Sorten unterschied. Die Sorte *Symphony* fand man ebenfalls in der zweiten homogenen Gruppe. Sie unterschied sich signifikant von den Sorten *Alba* und *Madeleine*, welche in der dritten homogenen Gruppe stehen. Sortenbedingte Gewichtsunterschiede wurden ebenfalls von GÖSSINGER et al. (2010a) festgestellt.

Tab. 19: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der Durchschnittsgewichte [g]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe		
		1	2	3
<i>Senga Sengana</i>	20	9,7		
<i>Symphony</i>	12	15,6	15,6	
<i>Elsanta</i>	44		16,8	16,8
<i>Clery</i>	12		18,7	18,7
<i>Alba</i>	12			21,8
<i>Madeleine</i>	12			22,7
Sig.		,066	,678	,063

Wie in Abb. 60 erkennbar, wurde beim Vergleich der unterschiedlichen Herkünfte der Sorte *Elsanta* bei der polnischen Ware das geringste Durchschnittsgewicht ermittelt. Weiters ist gut erkennbar, dass der Gewichtsunterschied zwischen reifen und vollreifen Früchten bei den Versuchspartzellen in Polen und Serbien deutlich geringer war, als bei Ware aus Österreich. WEISSINGER et al. (2010) stellten ebenfalls standortbedingte signifikante Unterschiede in den Fruchtgrößen fest, konnten jedoch aufgrund des geringen Probenumfangs keine generelle Aussage ableiten.

Werden die Erdbeergewichte anhand der Erntezeitpunkte am Beispiel der Sorte *Alba* verglichen (Abb. 61), ist erkennbar, dass das Durchschnittsgewicht von der ersten bis zur letzten Ernte abnahm. Dies bedeutet, dass die Erdbeeren im Laufe der Ernteperiode immer kleiner wurden. Dies wurde auch von GÖSSINGER et al. (2010a) und WEISSINGER et al. (2010) festgestellt. Der geringe Gewichtsunterschied zwischen dem mittleren und letzten Erntetermin war auf das Wetter zurückzuführen. Die Früchte der letzten Ernte sind bei regnerischem Wetter gereift und gepflückt worden, daher waren die Erdbeeren mit Wasser vollgesogen und somit wurden höhere Durchschnittsgewichte als üblicher Weise festgestellt.

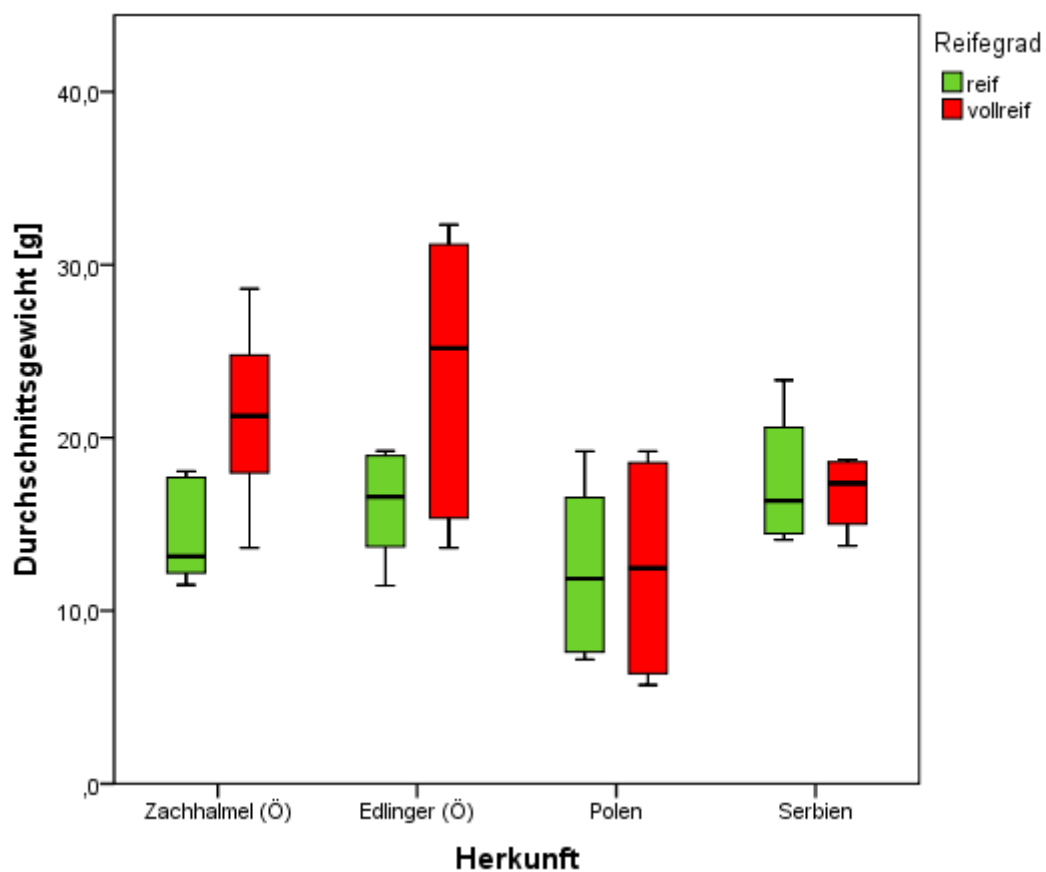


Abb. 60: Durchschnittsgewichte [g] der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

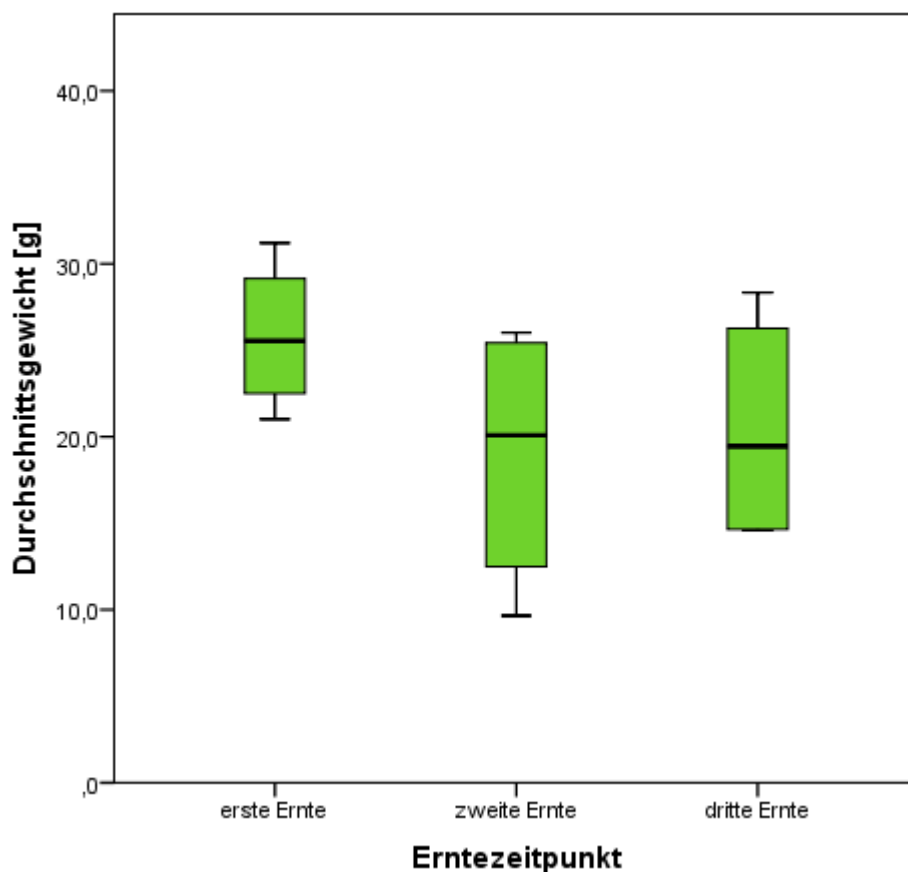


Abb. 61: Durchschnittsgewichte [g] der Sorte *Alba* der einzelnen Erntezeitpunkte

Vergleicht man, wie in Abb. 62 ersichtlich, die unterschiedlichen Sortenarten des Standortes Zachhalmel unabhängig vom Reifegrad, ist erkennbar, dass das Durchschnittsgewicht von der frühreifenden Sorte bis zur spätreifenden Sorte abnahm. Das mittlere Durchschnittsgewicht der frühen Sorten (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*) betrug 21,1 g und die Früchte der späten Sorte (*Symphony*) erreichten nur ein mittleres Gewicht von 15,6 g.

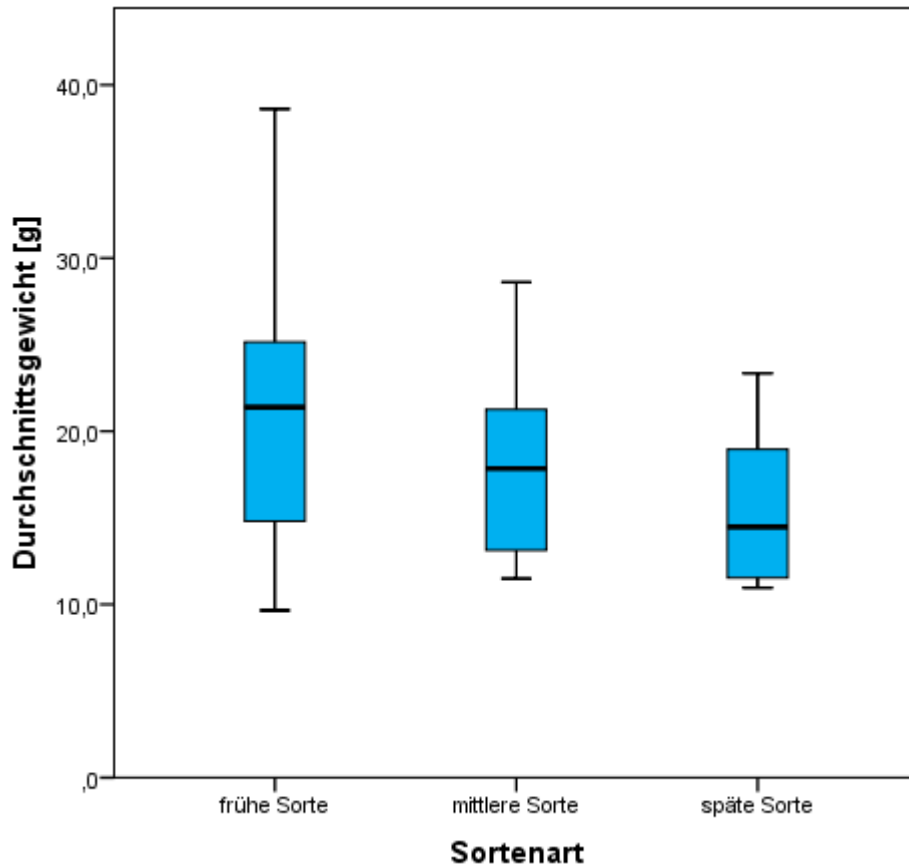


Abb. 62: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

In Abb. 63 wird der Wettereinfluss anhand der Fruchtgewichte des Standortes Zachhalmel dargestellt. Auf den ersten Blick ist erkennbar, dass bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorte *Symphony*, die Früchte, welche bei sonnigem Wetter reifen und geerntet wurden, ein höheres Durchschnittsgewicht aufwiesen. Bei genauerer Betrachtung der Grafik in Verbindung mit den Erntezeitpunkten (Abb. 61) lässt sich feststellen, dass das Wetter nur einen geringen Einfluss auf das Fruchtgewicht hatte. Anhand der Sorte *Symphony* ist klar erkennbar, dass der Erntezeitpunkt das Durchschnittsgewicht der Erdbeeren stark beeinflusste. Hier nahm das Fruchtgewicht ebenfalls, wie in der Grafik Abb. 61 beobachtbar, von der ersten bis zur letzten Ernte ab. Der dritte Erntezeitpunkt dieser Sorte zeigte trotz sonniger

Witterung die geringsten Fruchtgewichte. Bei allen übrigen Sorten, die bei sonnigem Wetter reiften und gepflückt wurden, zeigte sich, dass es sich hierbei um die ersten beiden Erntezeitpunkte handelte, welche aufgrund des Ernteverlaufes höhere Fruchtgewichte aufwiesen. Das Durchschnittsgewicht war somit nicht signifikant vom Wetter abhängig.

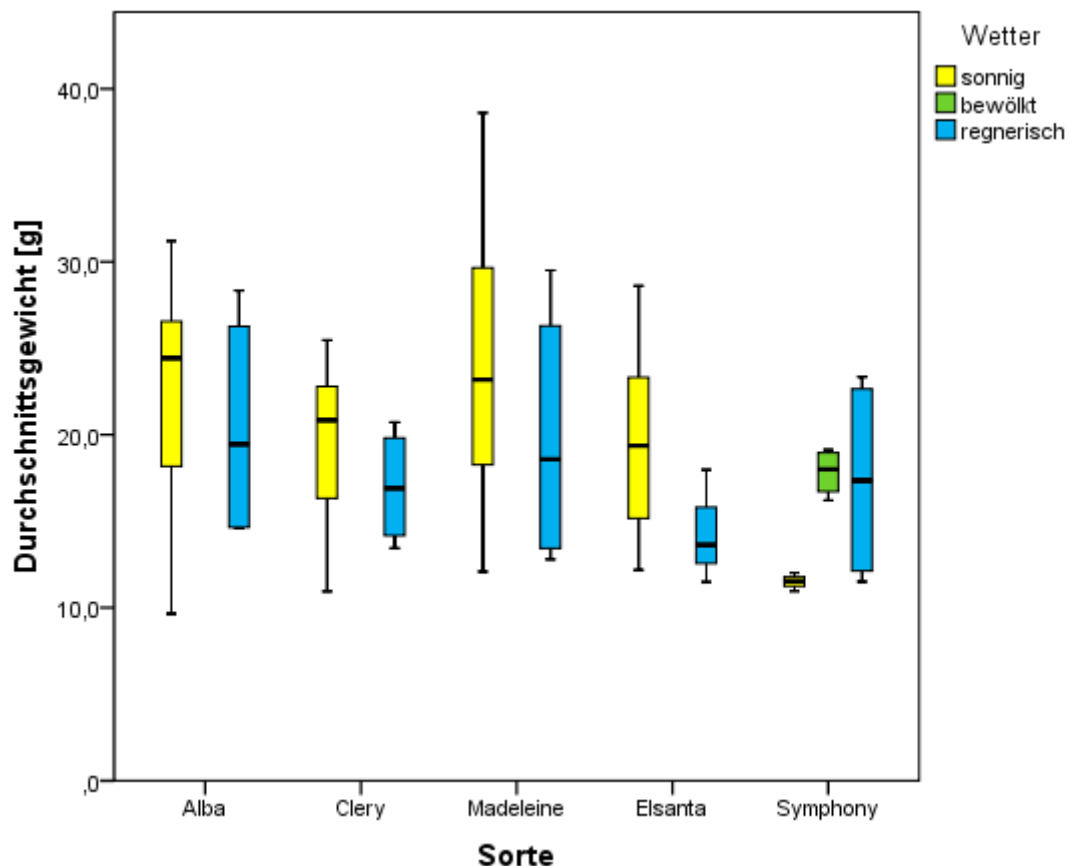


Abb. 63: Durchschnittsgewichte [g] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.2 Respiration [$\text{mg CO}_2/\text{kg}\cdot\text{h}$]

Eine generelle Aussage, dass vollreife Erdbeeren eine höhere Respirationsrate besitzen als reife Erdbeeren, konnte anhand von Abb. 64 nicht getroffen werden. GÖSSINGER et al. (2010a) vermuten jedoch, dass vollreife Früchte zu höheren Respirationswerten neigen. Bei den frühreifenden Sorten *Alba* und *Clery* wurde beim reifen Erntegrad eine höhere Respiration als beim vollreifen Erntegrad festgestellt. Bei den Sorten *Madeleine*, *Elsanta* und *Symphony* konnte im vollreifen Erntegrad eine höhere Respiration festgestellt werden. Der höchste Respirationunterschied zwischen reifen und vollreifen Erdbeeren wurde bei der Sorte *Symphony* ermittelt.

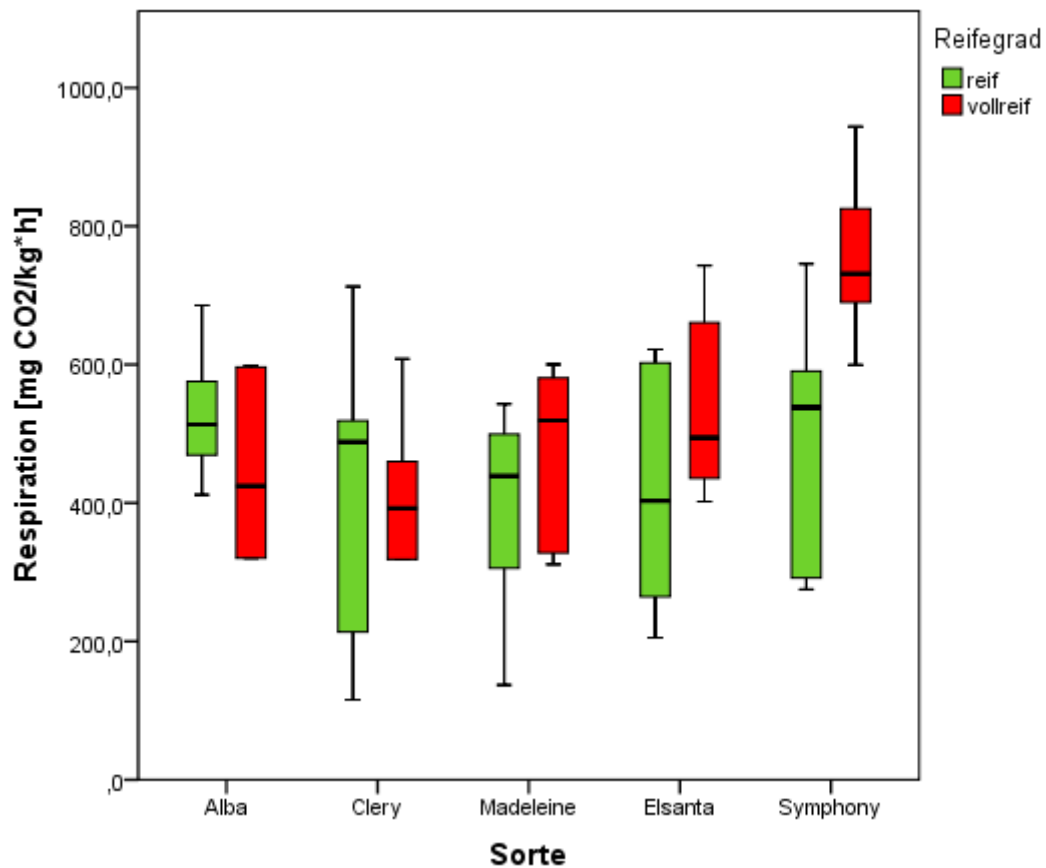


Abb. 64: Respiration [mg CO₂/kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

Werden die Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien verglichen (Abb. 65), ist erkennbar, dass die Respirationsrate der Sorte *Elsanta* bei beiden Herkunftsorten etwas höher war. Weiters kann man erkennen, dass die Früchte des Standortes Polen bei beiden Sorten höhere Respirationswerte hervorgebracht hatten. Die Respirationswerte schwankten zwischen 254 mg CO₂/kg*h und 824 mg CO₂/kg*h. Vergleicht man dies mit GÖSSINGER et al. (2010a), lagen diese Werte deutlich über den angegebenen Respirationswerten von 50 bis 100 mg CO₂/kg*h. Jedoch wurden diese Versuche mit anderen Sorten durchgeführt.

Zur genauen Übersicht sind in Tab. 20 die durchschnittlichen Respirationswerte der einzelnen Sorten unabhängig vom Reifegrad dargestellt. Die niedrigste mittlere Respirationsrate wies die Sorte *Clery* mit 419 mg CO₂/kg*h auf. Hingegen erreichte die Sorte *Symphony* mit 625 mg CO₂/kg*h den höchsten durchschnittlichen Respirationswert. Aufgrund des breiten Schwankungsbereiches der Messwerte konnte nur eine homogene Gruppe (Tab. 20) festgestellt werden. Dies bedeutet, dass sich die Respirationswerte der einzelnen Sorten nicht signifikant unterscheiden.

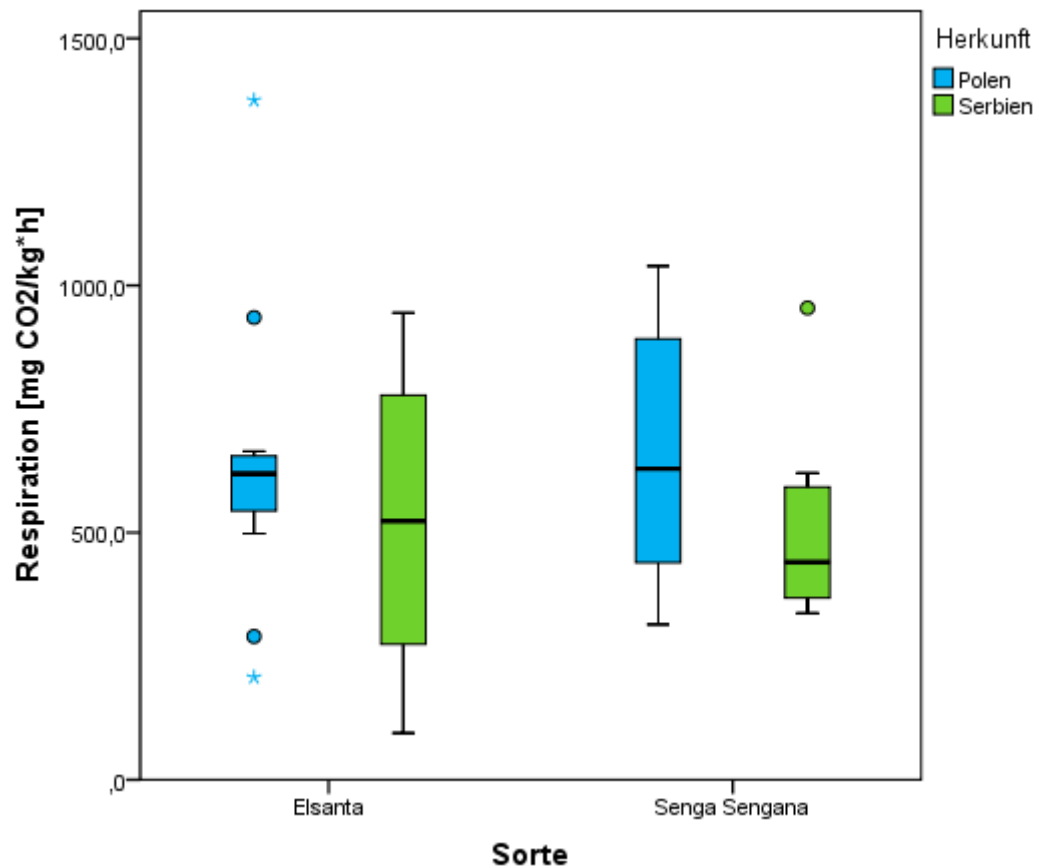


Abb. 65: Respiration [mg CO₂/kg*h] der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

Tab. 20: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der Respiration [mg CO₂/kg*h]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe
		1
<i>Clery</i>	12	419
<i>Madeleine</i>	12	435
<i>Alba</i>	12	488
<i>Elsanta</i>	44	559
<i>Senga Sengana</i>	20	593
<i>Symphony</i>	12	625
Sig.		,096

In Abb. 66, dem Vergleich der Respirationswerte der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkunft, ist auffällig, dass sich die Werte des Standortes Polen im Mittel kaum unterschieden, jedoch die Respirationswerte der reifen Erdbeeren sehr weit schwanken. Im Vergleich dazu variierten die Werte der vollreifen Früchte kaum. Für die Sorte *Elsanta* galt auf allen Versuchspartzen, dass die vollreifen Erdbeeren im Durchschnitt eine höhere Respirationsrate aufwiesen. Der größte Unterschied in der Respiration zwischen reif und vollreif wurde am Standort Serbi-

en festgestellt. Weiters kann man feststellen, dass sich die Respirationswerte aller Standorte im Durchschnitt in etwa auf gleichem Niveau zwischen 480 und 640 mg CO₂/kg*h bewegten.

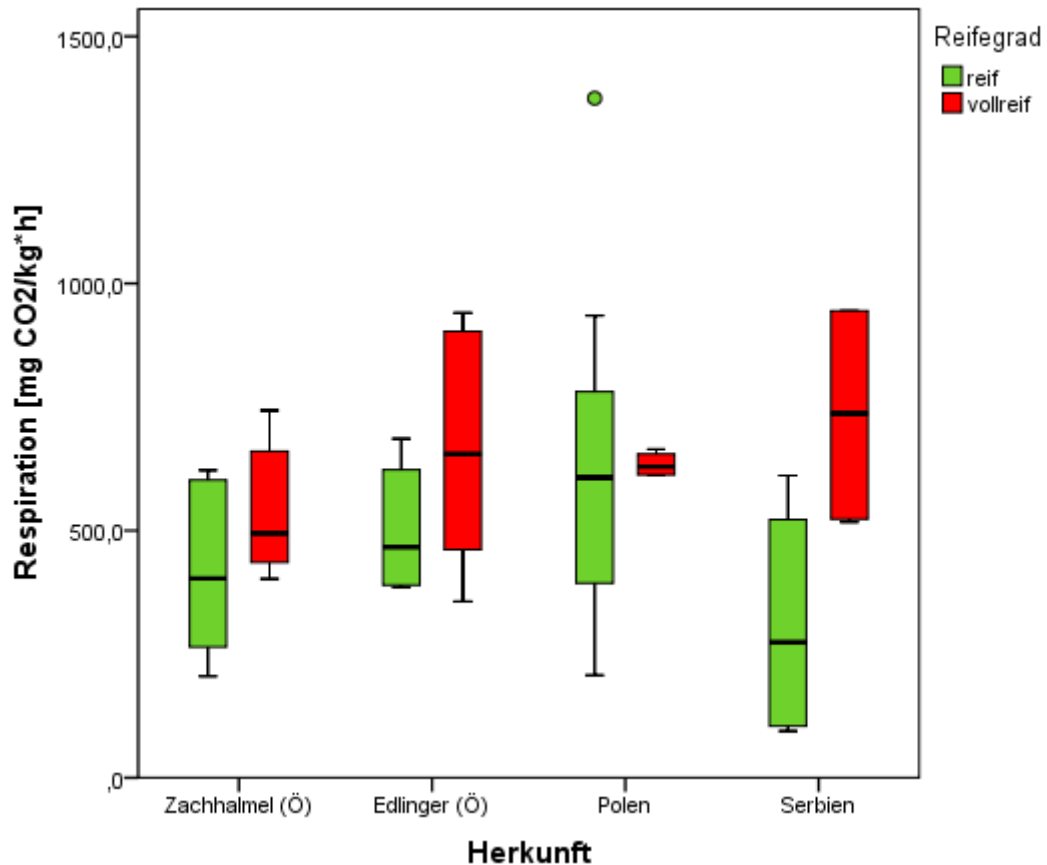


Abb. 66: Respiration [mg CO₂/kg*h] der Sorte *Elsa Santa* aus unterschiedlichen Herkünften

Betrachtet man die Respirationsraten der Sorte *Alba* wie in Abb. 67 für jeden Erntezeitpunkt, kann festgestellt werden, dass die Erdbeeren der mittleren Ernte die geringsten und die letzte Ernte die höchsten Respirationswerte aufwiesen. Wird das Wetter mit einbezogen, so erkennt man, dass die Früchte, welche bei regnerischem Wetter reiften und geerntet wurden (dritte Ernte) die höchsten Respirationsraten hatten.

Bei den Auswertungen der übrigen Sorten konnte jedoch dies nicht widergespiegelt werden, denn hier hatten teilweise die Früchte, welche viel Sonne abbekommen hatten, die höchsten Respirationsraten. Somit gibt es keinen signifikanten Einfluss des Wetters auf die Respirationsraten. Jedoch konnte festgestellt werden, dass es einen Trend zu höheren Respirationswerten beim letzten Erntetermin gab.

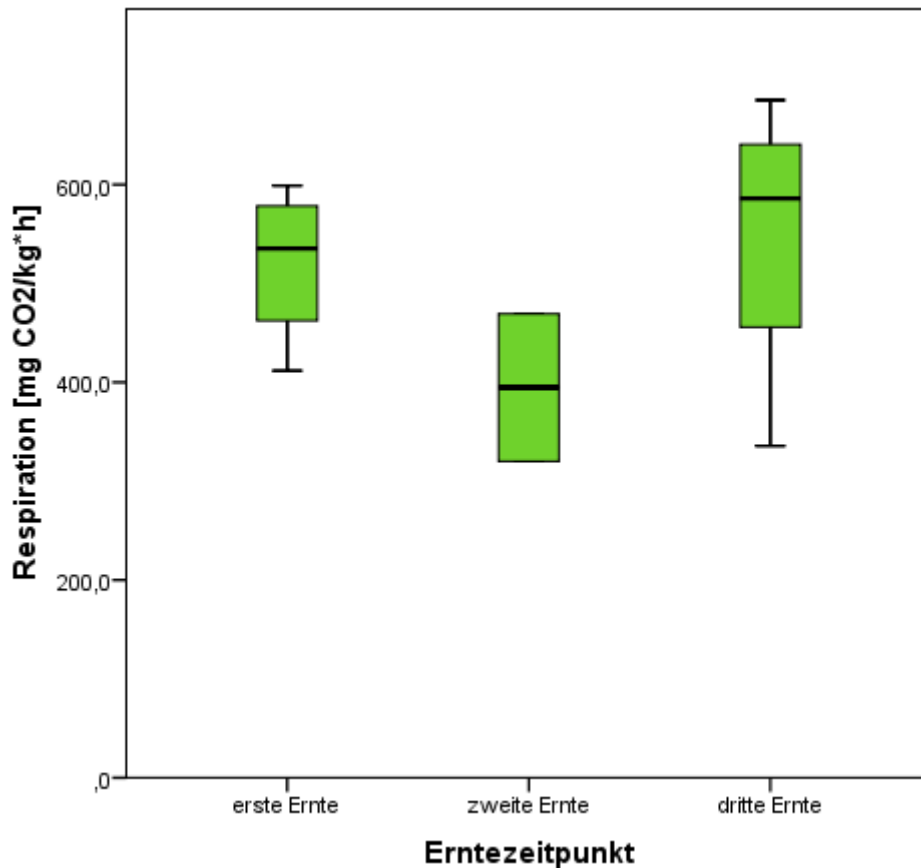


Abb. 67: Respiration [mg CO₂/kg*h] der Sorte *Alba* der einzelnen Erntezeitpunkte

Vergleicht man die Respiration nach dem Sortentyp (frühe, mittlere und späte Sorte) des Standortes Zachhalmel, wie dies in Abb. 68 durchgeführt wurde, ist ein klarer Respirationsanstieg vom frühen Sortentyp zum späten Sortentyp erkennbar. Im Durchschnitt lagen die Respirationsraten der frühen Sorten (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*) bei 447 mg CO₂/kg*h, der mittelreifenden Sorte (*Elsanta*) bei 478 mg CO₂/kg*h und der späten Sorte (*Symphony*) bei 625 mg CO₂/kg*h.

In Abb. 69 werden die Respirationsraten der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Verbindung mit den Wetterbedingungen dargestellt. Wie bereits bei Abb. 67 erwähnt wurde, kamen höhere Respirationsraten sowohl bei sonnigen als auch bei regnerischem Wetter vor. Dies ist auch bei dieser Grafik ersichtlich. Betrachtet man die Sorte *Symphony* genauer, so erkennt man, dass das Wetter nur einen mäßigen Einfluss auf die Respirationsraten hatte. Denn wird diese Sorte mit den Erntezeitpunkten verglichen, so spiegelt sich das gleiche Bild wie bei der Sorte *Alba* in Abb. 67 wider. Es zeigte sich ein Trend, dass der letzte Erntezeitpunkt höhere Respirationsraten aufwies. Die Respiration ist somit nicht signifikant vom Wetter abhängig.

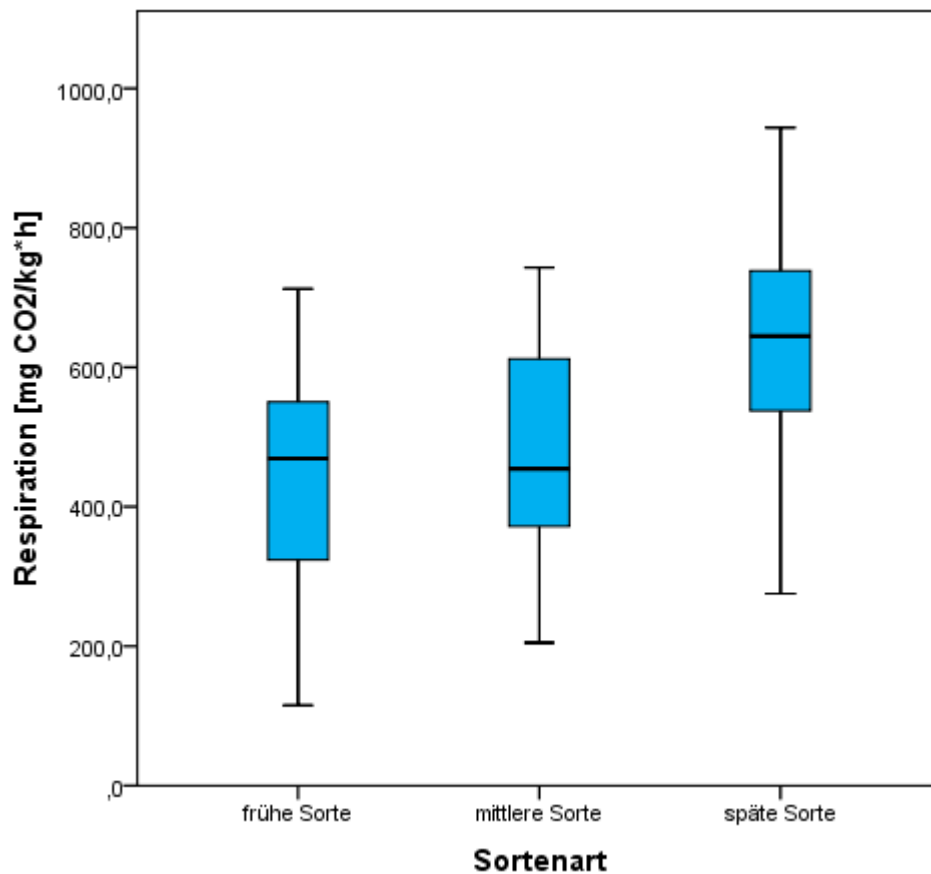


Abb. 68: Respiration [mg CO₂/kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

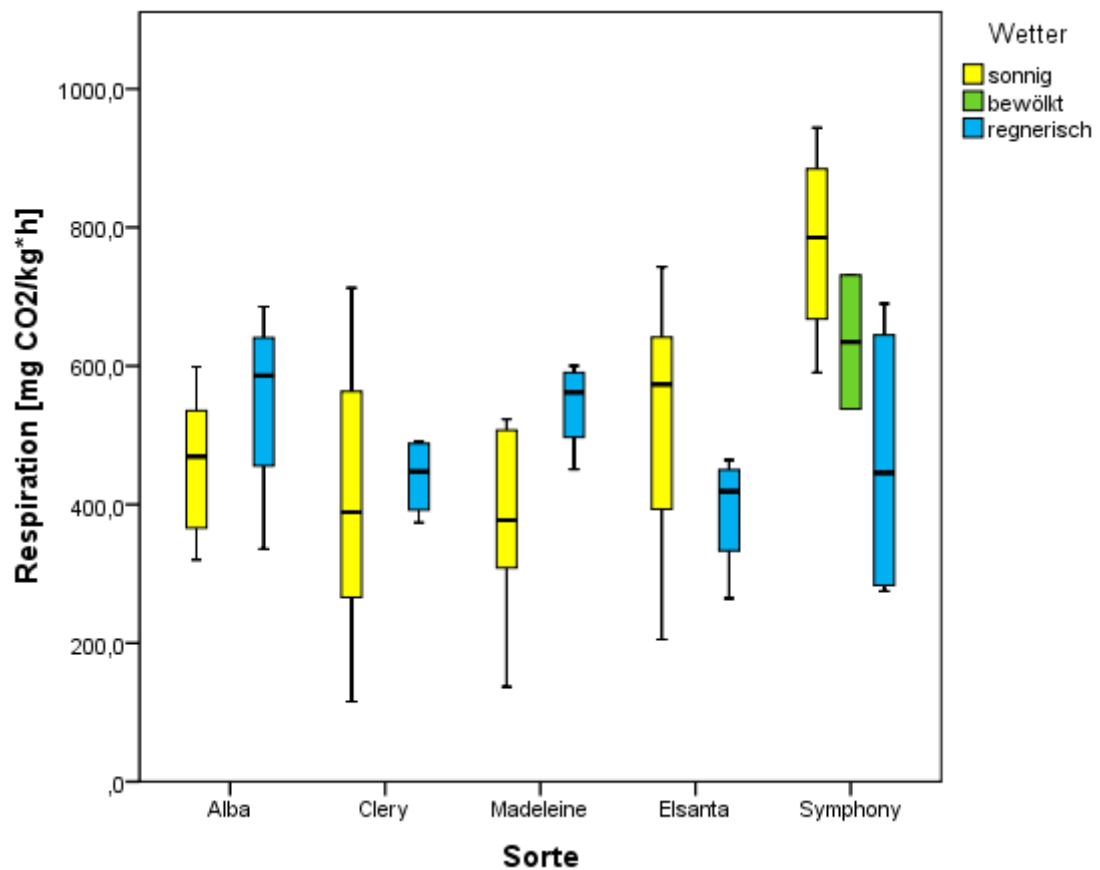


Abb. 69: Respiration [mg CO₂/kg*h] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.3 Festigkeit [kg/cm²]

In Abb. 70 wurden alle Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel bezüglich reifem und vollreifem Erntegrad auf ihre Festigkeit hin ausgewertet. Klar erkennbar ist, dass die reifen Erdbeeren im Vergleich zu vollreifen Erdbeeren bei allen Sorten eine höhere Festigkeit aufwiesen. Auch GÖSSINGER et al. (2009c) erzielten ähnliche Ergebnisse. Die höchste Streuung der Festigkeitswerte war bei den Sorten *Alba* und *Clery* zu vermerken. Der größte mittlere Unterschied zwischen den Festigkeiten von reifen und vollreifen Erdbeeren wurde mit 0,5 kg/cm² ebenfalls bei der Sorte *Alba* ermittelt. Der mittlere Unterschied zwischen reifen und vollreifen Früchten betrug 0,3 kg/cm². Weiters erkennt man, dass die Festigkeit von der Sortenart abhängig war. Die Festigkeit nahm vom frühen bis zum späten Sortentyp ab. Die durchschnittlichen Festigkeitswerte reichten von 1,0 bis 1,9 kg/cm². In der Literatur fand man Werte von 0,3 bis 0,8 kg/cm². Diese bezogen sich jedoch nur auf einen Reifegrad (GÖSSINGER et al., 2010a). Diese Literaturwerte waren jedoch um einiges niedriger als die der analysierten Erdbeeren.

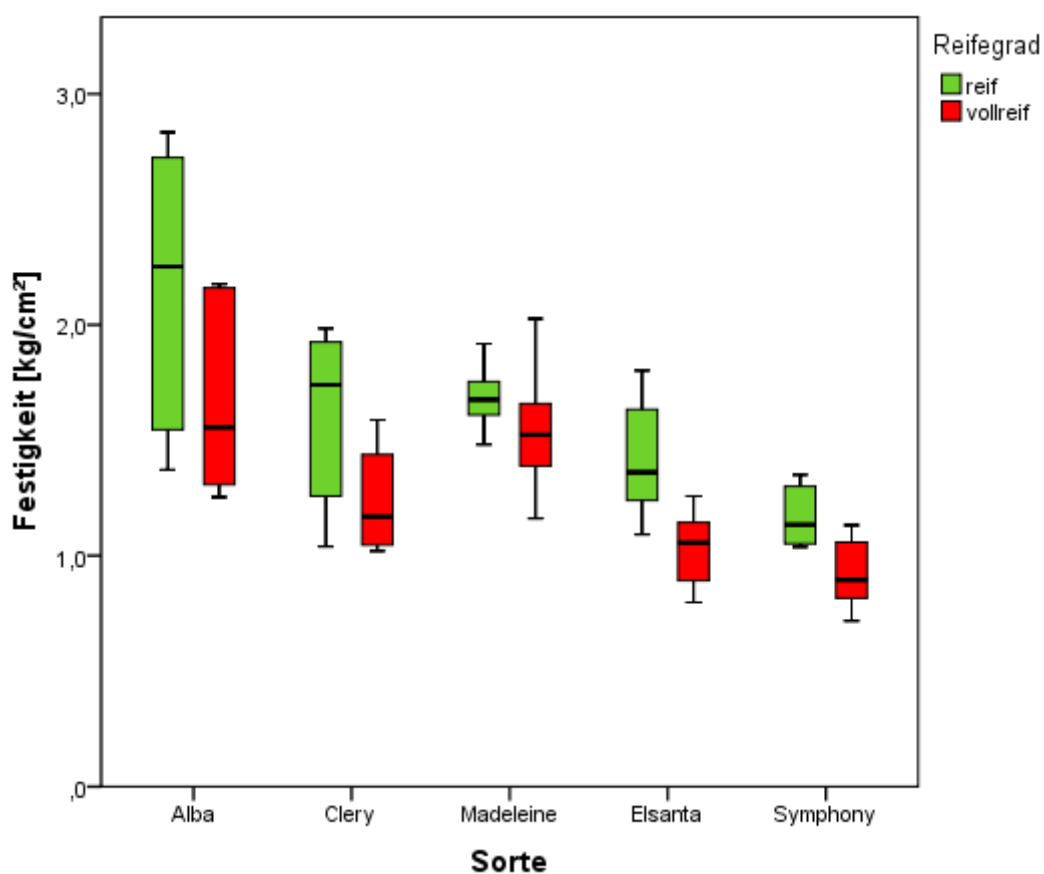


Abb. 70: Festigkeit [kg/cm²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

Vergleicht man die Sorte *Elsanta* mit der Sorte *Senga Sengana* aus den Herkunftsorten Polen und Serbien, wie dies in Abb. 71 durchgeführt wird, erkennt man, dass die Sorte *Senga Sengana* eine vergleichsweise weiche Sorte war, mit einer Festigkeit von nur 0,9 kg/cm² im Mittel, im Gegensatz zu *Elsanta* mit 1,3 kg/cm². Weiters ist ersichtlich, dass der Standort Serbien bei beiden Sorten Früchte mit der geringsten Festigkeit hervorgebracht hatte.

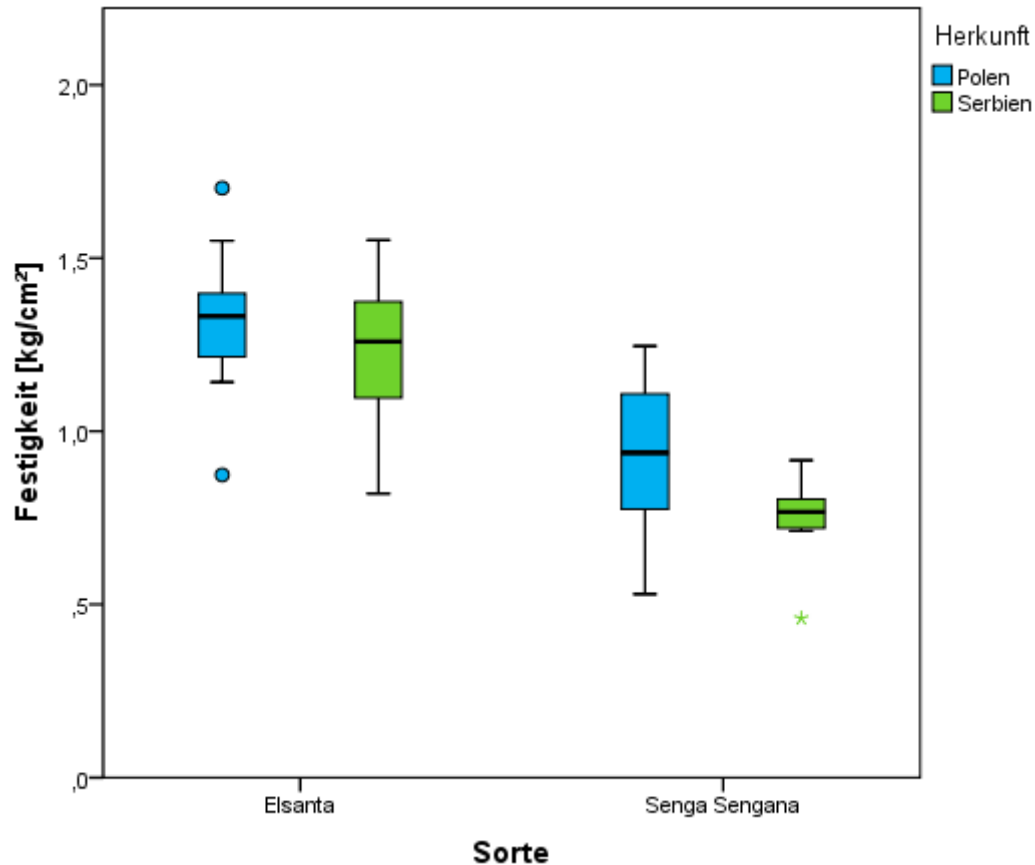


Abb. 71: Festigkeit [kg/cm²] der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

Werden die Festigkeitswerte der einzelnen Sorten unabhängig vom Reifegrad betrachtet, stellt man fest, dass ein Zusammenhang zwischen Festigkeit und Sorte besteht. Dies wurde auch durch den Homogenitätstest (Tab. 21) bestätigt. Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied ($\alpha = 0,05$) zwischen der Sorte *Senga Sengana* mit den Sorten *Elsanta*, *Clery*, *Madeleine* und *Alba*. Kein eindeutiger Unterschied war zwischen den Sorten *Senga Sengana* und *Symphony*, *Symphony* und *Elsanta*, *Elsanta* und *Clery*, *Clery* und *Madeleine* sowie *Madeleine* und *Alba* festzustellen. So zeichnete sich die Sorte *Senga Sengana* als besonders weiche Sorte mit einer Festigkeit von 0,9 kg/cm² aus, im Gegensatz zu der Sorte *Alba*, die die höchste Festigkeit mit 1,9 kg/cm² aufwies. *Madeleine* war die Sorte mit der

zweithöchsten Festigkeit (1,6 kg/cm²). *Clery*, *Elsanta* und *Symphony* folgten *Madeleine* mit je einer Differenz von rund 0,2 kg/cm² der vorhergehenden Sorte.

Tab. 21: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der Festigkeit [kg/cm²]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe				
		1	2	3	4	5
<i>Senga Sengana</i>	20	,9				
<i>Symphony</i>	12	1,0	1,0			
<i>Elsanta</i>	44		1,2	1,2		
<i>Clery</i>	12			1,4	1,4	
<i>Madeleine</i>	12				1,6	1,6
<i>Alba</i>	12					1,9
Sig.		,533	,637	,368	,507	,075

Beim Vergleich der Festigkeiten der Sorte *Elsanta* auf allen vier zur Verfügung stehenden Versuchsflächen kann man, wie in Abb. 72 ersichtlich, erkennen, dass die vollreifen Erdbeeren aus Polen und Serbien eine etwas höhere mittlere Festigkeit besaßen als vollreife Erdbeeren aus Österreich. Die geringste Festigkeit in reifen Erdbeeren wurde am Standort Edlinger festgestellt.

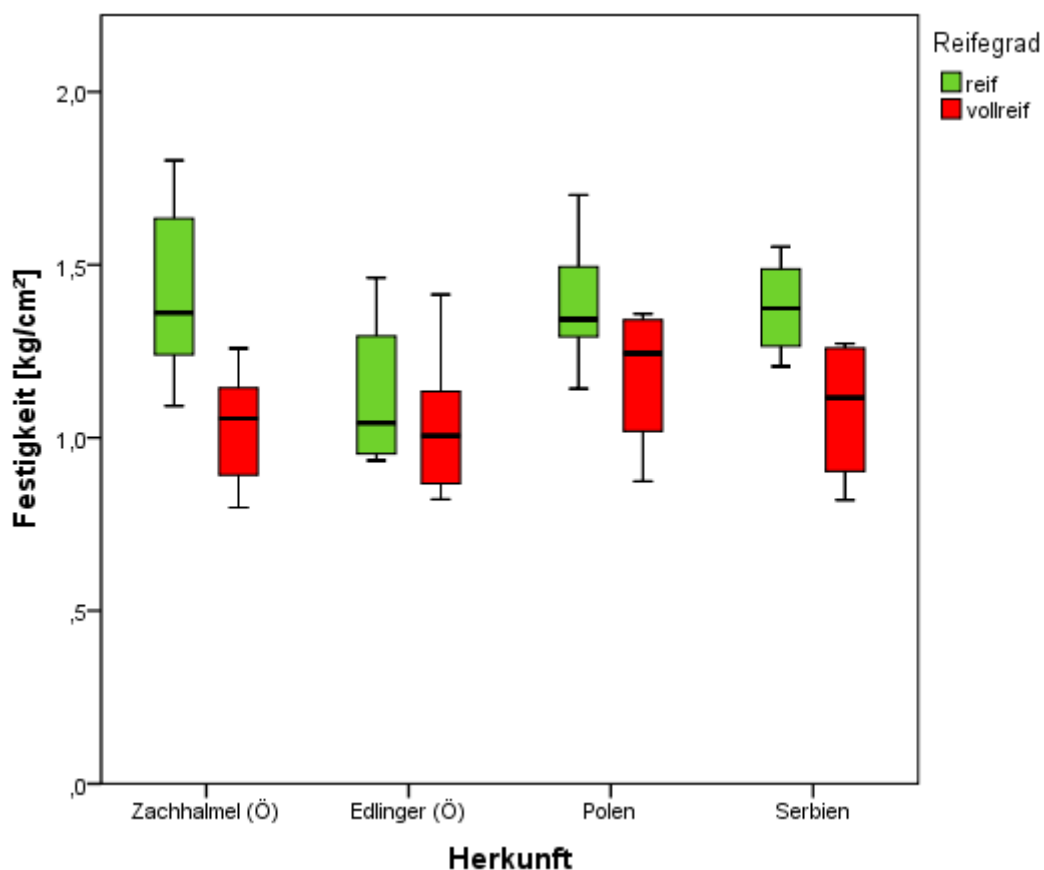


Abb. 72: Festigkeit [kg/cm²] der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

Eine statistische Auswertung der Messergebnisse bezüglich der Erntezeitpunkte, welche anhand der Sorte *Alba* durchgeführt wurde (Abb. 73), zeigte, dass Erdbeeren der ersten Ernte deutlich fester als Erdbeeren der zweiten und dritten Ernte waren. Weiters wurde festgestellt, dass die Festigkeit von der ersten Ernte bis zur dritten Ernte sank. Dies wurde auch von WEISSINGER et al. (2010) bei einigen Sorten beobachtet. Werden die Erntezeitpunkte mit dem Wetter verglichen, so erkennt man, dass die Erdbeeren der dritten Ernte einen deutlich größeren Festigkeitsunterschied zum zweiten Erntezeitpunkt aufwiesen als Erdbeeren von der ersten zur zweiten Ernte. Somit konnte ermittelt werden, dass bei regnerischem Wetter (dritter Erntezeitpunkt) die Festigkeit ein wenig sank, im Gegensatz zum ersten und zweiten Erntetermin (sonniges Wetter).

Das gleiche Bild ergab auch die Auswertung der Sortenart in Abhängigkeit der Festigkeit, des Standortes Zachhalmel (Abb. 74) wieder. Diese Grafik zeigt, dass die Festigkeit von der frühreifenden bis zur spätreifenden Sorte abnahm. Die frühen Sorten (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*) wiesen eine Festigkeit von 1,65 kg/cm² auf, die späte Sorte (*Symphony*) erreichte nur mehr einen Festigkeitswert von 1,04 kg/cm².

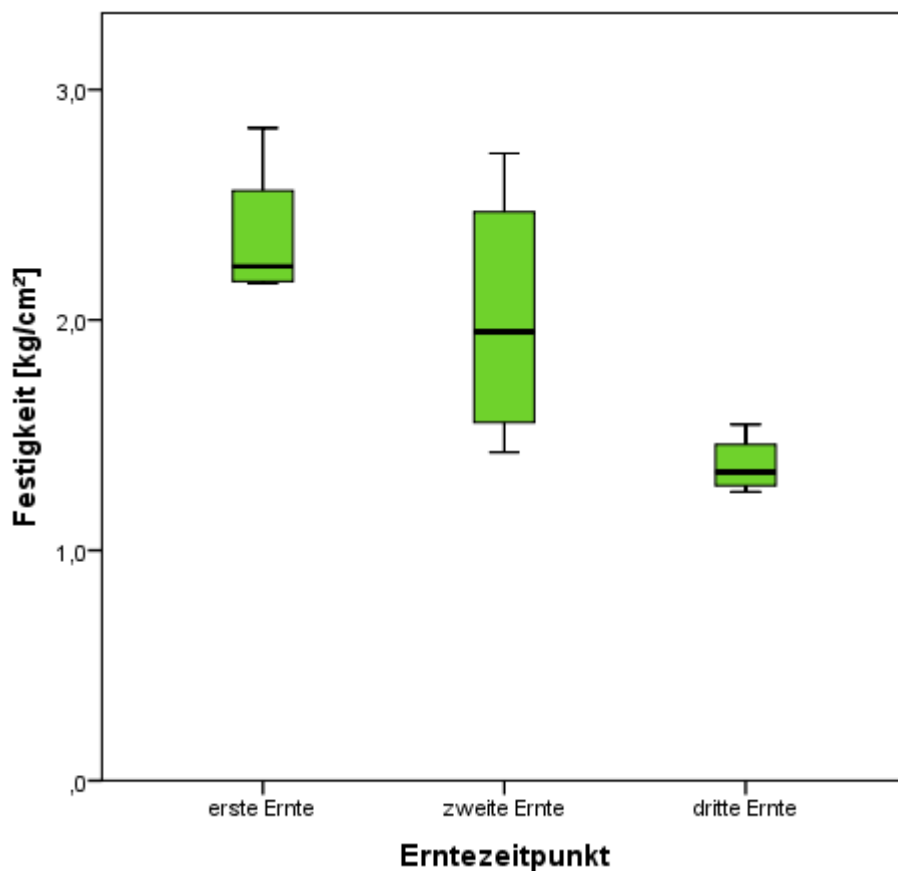


Abb. 73: Festigkeit [kg/cm²] der Sorte *Alba* der einzelnen Erntezeitpunkte

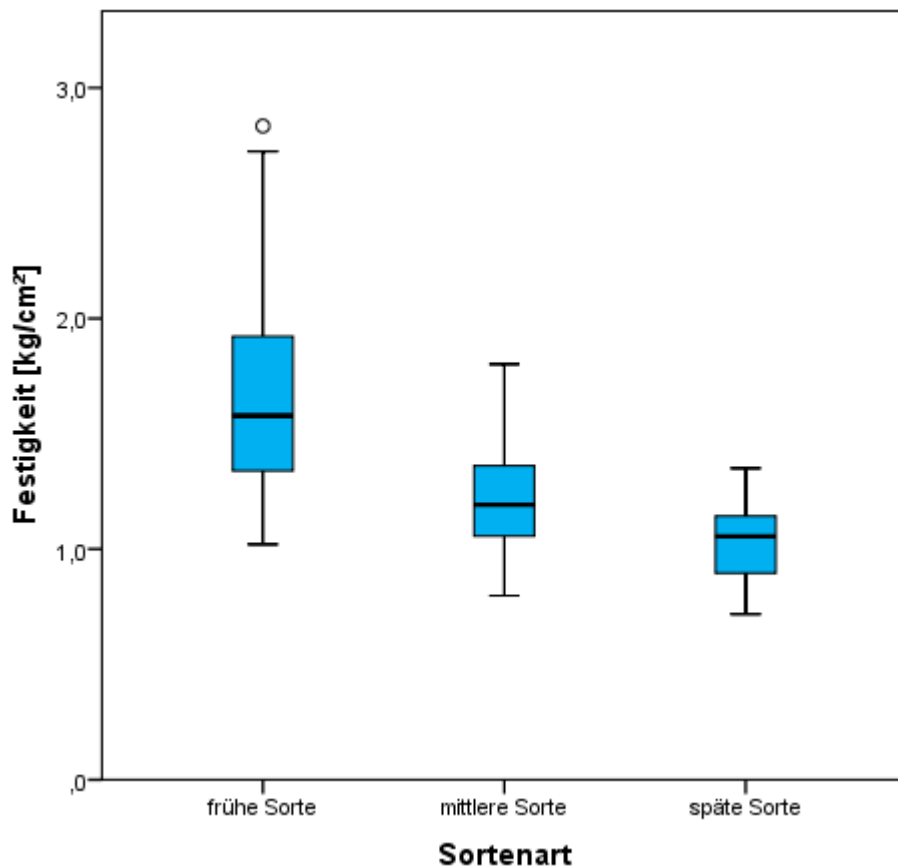


Abb. 74: Festigkeit [kg/cm²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

Betrachtet man die Festigkeit der Erdbeeren in Abhängigkeit des Wetters am Standort Zachhalmel (Abb. 75), so erkennt man, dass die Festigkeit bei sonnigem Wetter höher war als bei regnerischem Wetter. Jedoch darf dies nicht allzu hoch bewertet werden, denn auch hier spielten die Erntezeitpunkte eine bedeutende Rolle. Bei den Sorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Elsanta* handelt es sich bei den sonnigen Box-Plots um Erdbeeren des ersten und zweiten Erntetermins, die wie bereits in Abb. 73 erwähnt, die höchste Fruchtfleischfestigkeit aufwiesen. Betrachtet man die Sorte *Symphony*, so ist ersichtlich, dass der Einfluss des Wetters auf die Festigkeit der Erdbeeren im Vergleich zum Erntezeitpunkt eine kleinere Rolle spielt. Bei dieser Sorte wurde die höchste Festigkeit beim zweiten Erntezeitpunkt mit Früchten erzielt, welche unter regnerischen Bedingungen reiften und geerntet wurden. Die Beeren mit der geringsten Festigkeit wurden bei der Sorte *Symphony* beim dritten Erntezeitpunkt unter sonnigen Bedingungen geerntet. Wurden Erdbeeren der entsprechenden Erntegrade und nicht zu viele unreife Beeren geerntet, gilt die Aussage, dass der Einfluss des Erntezeitpunktes auf die Festigkeit der Erdbeeren entscheidender ist als die Witterung.

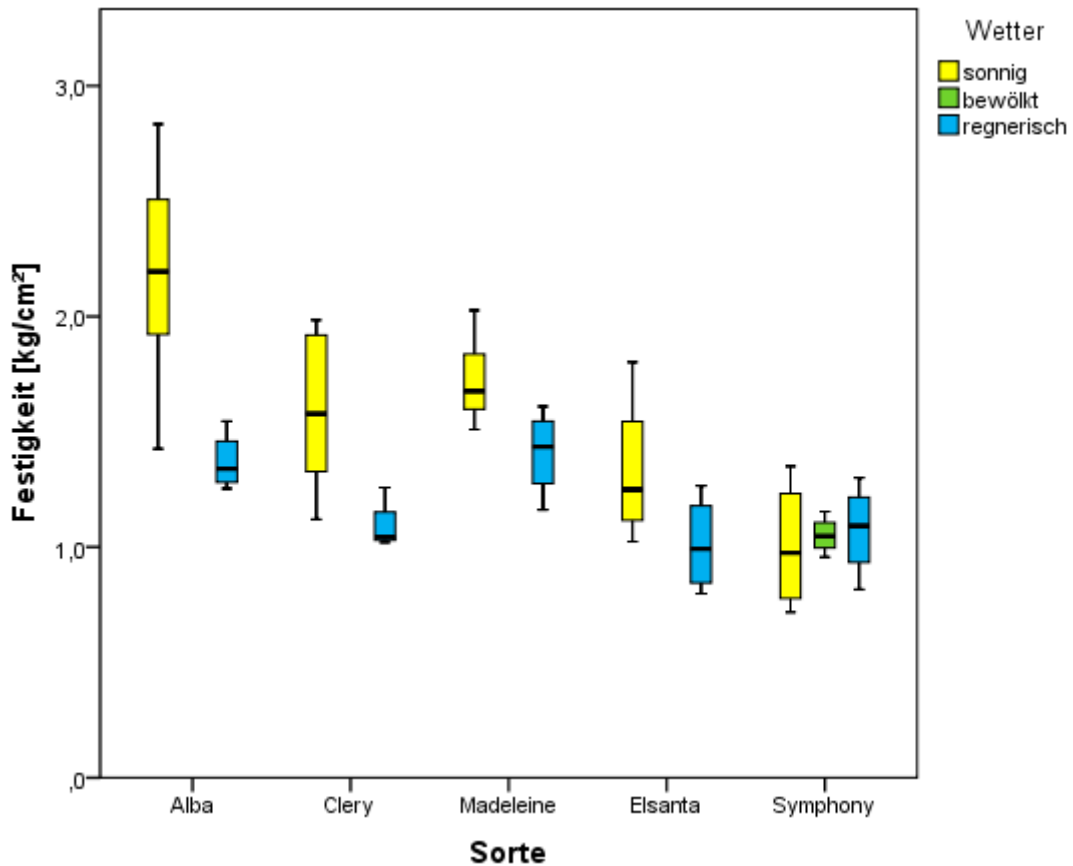


Abb. 75: Festigkeit [kg/cm²] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.4 °Brix

Beim Vergleich der reifen und vollreifen Erdbeeren der gesamten untersuchten Sorten des Standortes Zachhalmel (Abb. 76), ist klar erkennbar, dass die vollreif geernteten Erdbeeren im Mittel einen höheren Anteil an löslicher Trockensubstanz, ausgedrückt in °Brix, besaßen als die reifen Früchte. GÖSSINGER et al. (2009c) erzielten ebenfalls bei vollreifen Beeren höhere Brixwerte. Der höchste mittlere Brixwert wurde mit 7,8 bei den vollreifen Erdbeeren der frühen Sorte *Clery* festgestellt. Auch die reifen Beeren dieser Sorte hatten einen höheren Brixwert als alle weiteren Sorten. Weiters kann man erkennen, dass die Sorte *Alba*, ebenfalls eine frühe Sorte, ohne Berücksichtigung des Reifegrades, die niedrigsten Brixwerte hatte. Die Sorten *Madeleine* und *Elsanta* lagen im Mittelfeld, mit durchschnittlichen Werten zwischen 6,5 und 7,0 °Brix. Weiters lässt sich erkennen, dass die Werte der Sorte *Symphony* am weitesten streuten.

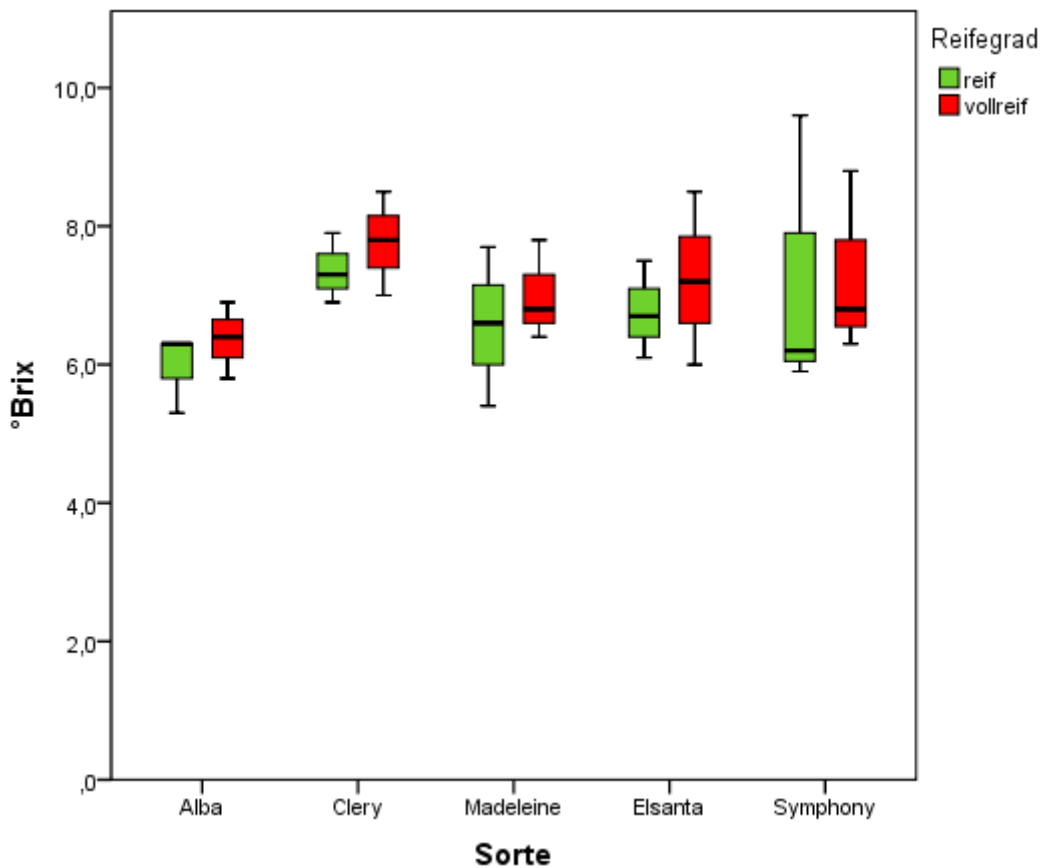


Abb. 76: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

In Abb. 77 werden die Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien verglichen. Hier kann man deutlich erkennen, dass die Erdbeeren aus Polen um einiges höhere Brixwerte aufwiesen als die serbischen Früchte. Die Werte lagen ungefähr zwischen 10,0 und 11,5 Brix. Dies könnte möglicherweise auf das etwas bessere Wetter in Polen zurückzuführen sein. Bei den polnischen Erdbeeren hatte die Sorte *Elsanta* etwas höhere Brixgehalte als die Sorte *Senga Sengana*. Genau umgekehrt verhielten sich die Erdbeeren aus Serbien. Hier enthielt die Sorte *Senga Sengana* etwas mehr Trockensubstanz als die Sorte *Elsanta*.

Werden die durchschnittlichen Brixwerte aller Sorten und Herkünfte miteinander verglichen (Tab. 22), ist deutlich zu erkennen, dass die Sorte *Senga Sengana* mit 9,0 °Brix die höchsten Brixwerte aufwies. Die nachfolgende Sorte *Elsanta* hatte bereits um 1,0 °Brix weniger. Am schlechtesten schnitt die Sorte *Alba* ab, die nur einen Brixwert von 6,2 hatte. Die Sorten *Clery*, *Symphony* und *Madeleine* lagen im Mittelfeld. Mit Hilfe des Homogenitätstests, wie ebenfalls Tab. 22 zeigt, kann man sehen, dass sich die Sorte *Alba* eindeutig von der Sorte *Senga Sengana* unterschied. Die restlichen Sorten konnten nicht signifikant unterschieden werden.

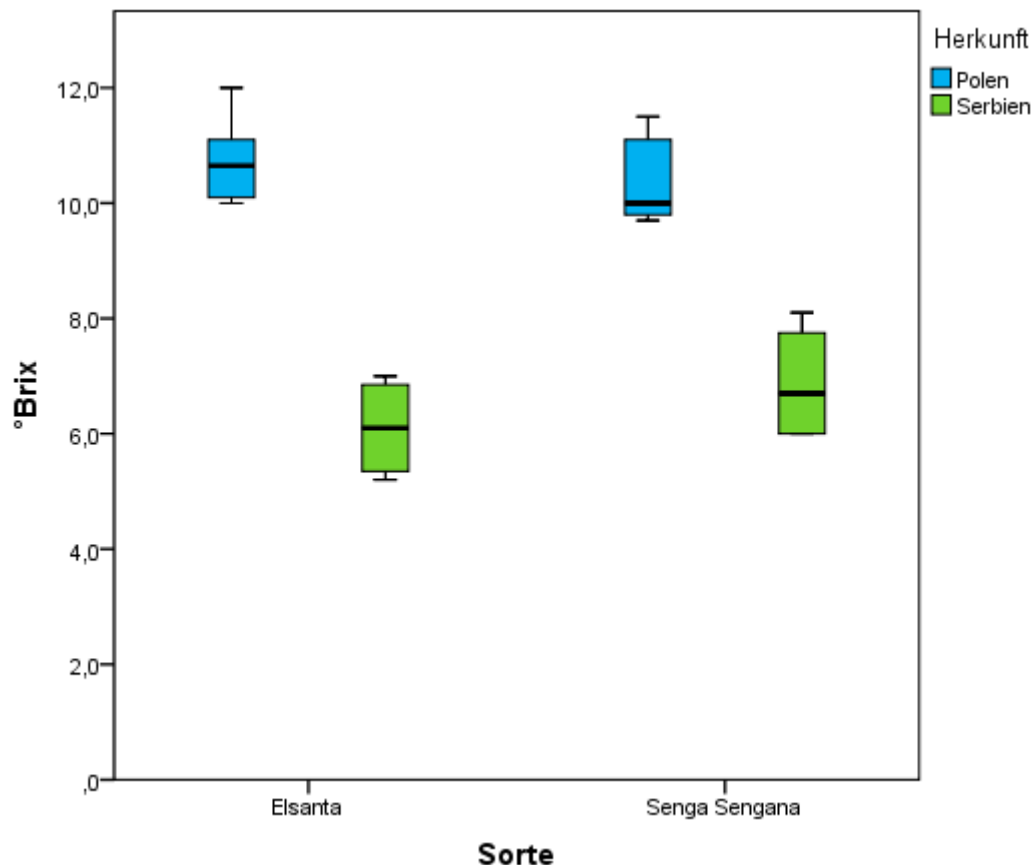


Abb. 77: °Brix-Gehalte der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

Tab. 22: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der Brixgrade [°Brix]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe	
		1	2
<i>Alba</i>	6	6,2	
<i>Madeleine</i>	6	6,8	6,8
<i>Symphony</i>	6	7,3	7,3
<i>Clery</i>	6	7,6	7,6
<i>Elsanta</i>	22	8,0	8,0
<i>Senga Sengana</i>	10		9,0
Sig.		,306	,127

Vergleicht man, wie in Abb. 78, die Brixwerte der Sorte *Elsanta* von allen vier Standorten, erkennt man, dass die Ware aus Polen unabhängig vom Reifegrad mit über 10 °Brix mit Abstand den höchsten Anteil an löslicher Trockensubstanz besaß. Die Erdbeeren der restlichen Standorte hatten nur Werte zwischen 5 und 8 °Brix. Die Früchte mit den niedrigsten Brixwerten wurden in Serbien geerntet. Es ist somit eindeutig ersichtlich, dass sich die Früchte aus Polen von den Erdbeeren der übrigen Herkünfte (Zachhalmel, Edlinger und Serbien) signifikant unterscheiden. WEISSINGER et al. (2010) konnten ebenfalls einen signifikanten Standortun-

terschied im Gehalt an löslicher Trockensubstanz feststellen. Wird das Wetter mit einbezogen, konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Das Wetter in Polen war zwar besser als in Serbien, jedoch schlechter wie in Österreich. Nicht bestätigt werden konnte, dass immer die vollreifen Erdbeeren einen höheren Wert an Brixgraden hatten.

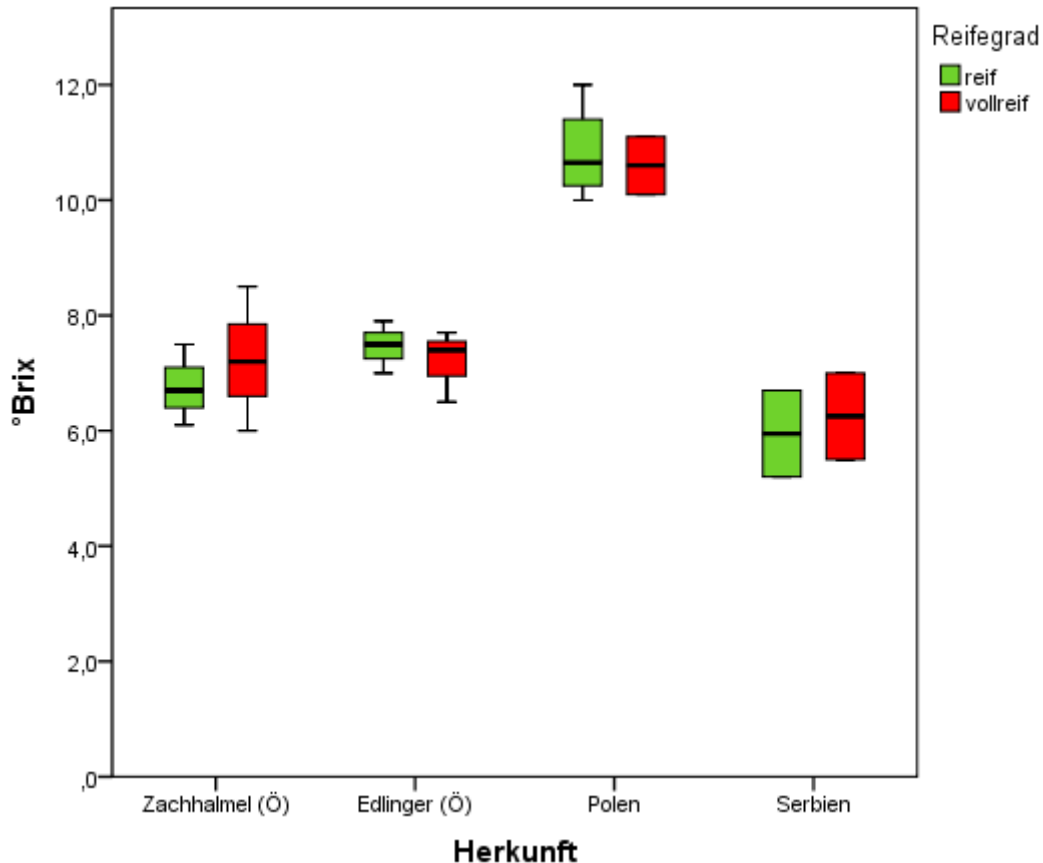


Abb. 78: °Brix-Gehalte der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

In einer weiteren Abbildung wurden die Brixwerte am Beispiel der Sorte *Alba* in Abhängigkeit des Erntezeitpunktes dargestellt. Abb. 79 zeigt, dass die Messwerte der Brixgrade während der Ernteperiode abnehmen. Ein drastischer Sprung war zwischen dem zweiten und dritten Erntezeitpunkt zu verzeichnen. Dies ist jedoch auf die Wetterbedingungen zurückzuführen, denn beim dritten Erntetermin reiften die Erdbeeren bei Regen. Dadurch nahmen die Früchte viel Wasser auf, welches den Brixgehalt stark verdünnte und somit zu einem niedrigeren Wert an Trockensubstanz führte. Wird die Sortenart in Abhängigkeit der Brixwerte des Standortes Zachhalmel (Abb. 80) ausgewertet, so zeigt sich, dass der Brixgehalt keinen signifikanten Zusammenhang mit der Sortenart hatte. Die Werte lagen im Mittel in etwa im gleichen Rahmen zwischen 6,8 und 7,3 Brix.

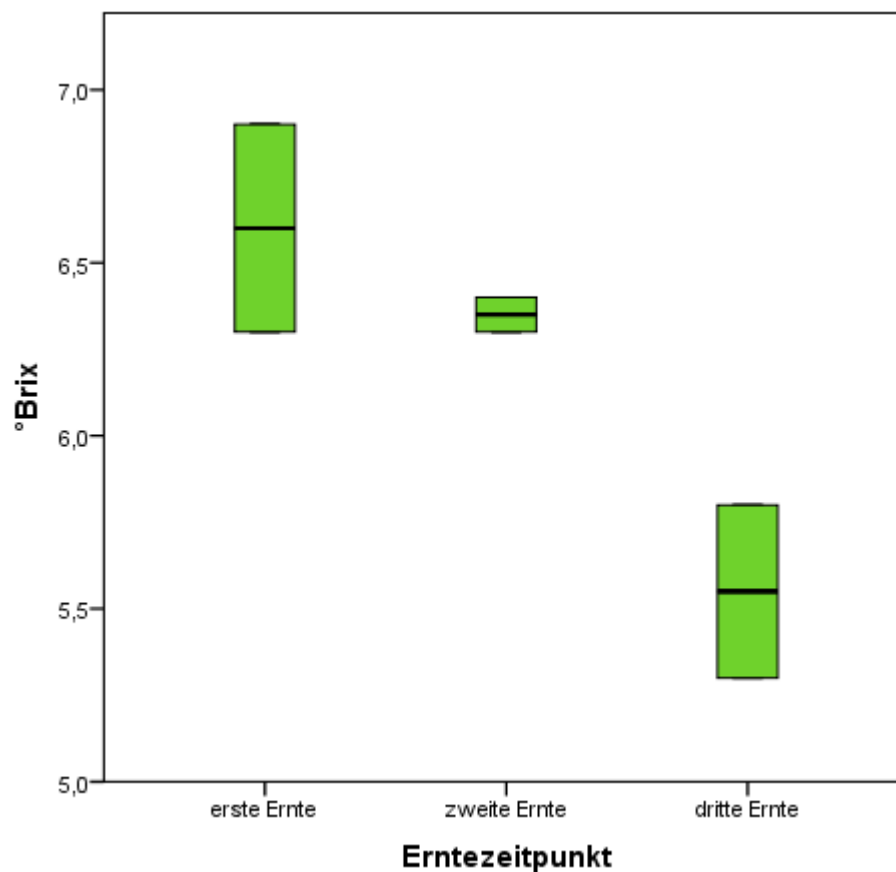


Abb. 79: °Brix-Gehalte der Sorte *Alba* der einzelnen Erntezeitpunkte

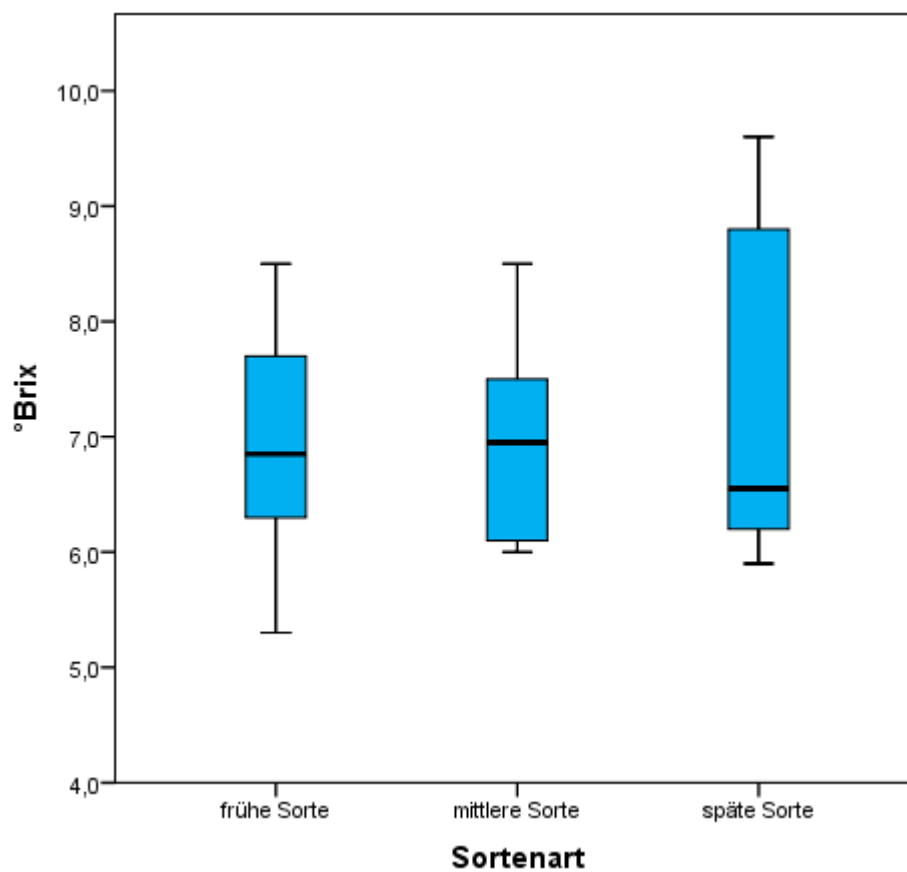


Abb. 80: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

Ein weiterer Einflussfaktor auf den Gehalt an löslicher Trockensubstanz in einer Frucht ist das Wetter. In Abb. 81 ist der Einfluss des Wetters auf den Gehalt an °Brix des Standortes Zachhalmel dargestellt. Wie zu erwarten war, besaßen Früchte, welche die letzten Tage vor der Ernte Sonnenstunden genossen hatten, einen signifikant höheren Anteil an löslicher Trockensubstanz als Erdbeeren, welche bei bewölktem Wetter oder gar regnerischem Wetter reiften. Erdbeeren, die bei regnerischem Wetter reiften, besaßen mindestens 0,5 °Brix weniger als die Beeren, die bei sonnigem Wetter reiften. Bei der Sorte *Symphony* machte der Einfluss des Wetters sogar mehr als 2,5 °Brix aus. Die Erdbeeren, die bei sonniger Witterung reiften und geerntet wurden, hatten einen durchschnittlichen Gehalt von 7,5 °Brix. Reiften dieselben Sorten im Gegensatz dazu bei regnerischem Wetter, wurde nur ein Gehalt von 6,1 °Brix erreicht.

Wird das Wetter mit den Erntezeitpunkten verglichen, so spielte das Wetter eine entscheidendere Rolle als die Erntezeitpunkte. Dies ist eindeutig an der Sorte *Symphony* ersichtlich. Denn der höchste Brixgehalt wurde bei sonnigem Wetter beim dritten Erntezeitpunkt festgestellt. Dieser sollte laut Erntezeitpunktauswertung (Abb. 79) den niedrigsten Gehalt an Trockensubstanz aufweisen.

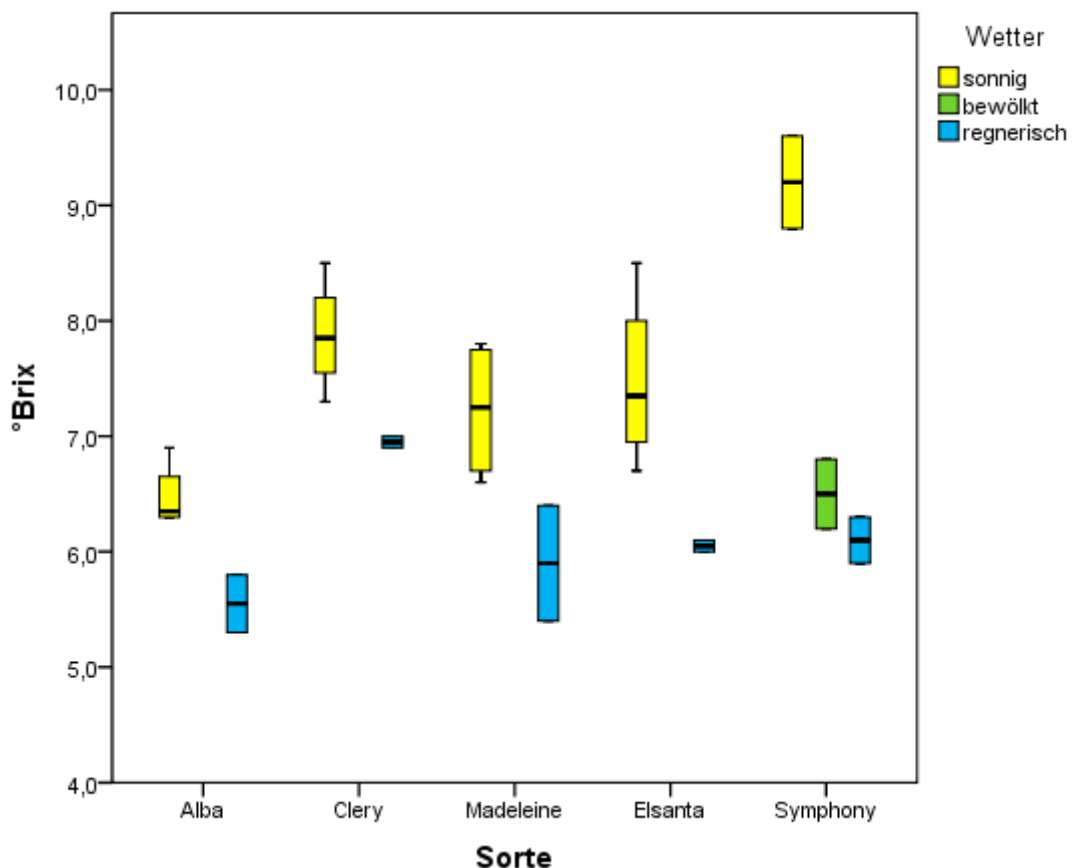


Abb. 81: °Brix-Gehalte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.5 Titrierbare Säure [g/kg]

Der Gehalt an titrierbarer Säure – ausgedrückt als Zitronensäure – ist neben den Brixwerten ein weiterer qualitätsbestimmender Faktor. In Abb. 82 ist der titrierbare Säuregehalt der unterschiedlichen Sorten pro Reifegrad des Standortes Zachhalmel dargestellt. Wie zu erwarten war, besaßen alle reif geernteten Erdbeeren einen höheren mittleren Gehalt an Säure als die vollreif geernteten Erdbeeren. GÖSSINGER et al. (2009c) stellten jedoch bei vollreifen Erdbeeren einen höheren Gehalt an Säure fest. Im Schnitt lag der Säuregehalt der reifen Erdbeeren um 0,8 g/kg höher als bei den vollreifen Früchten. Der Gehalt an Säure lag bei allen Sorten und Reifegraden zwischen 4,5 und 9,7 g/kg.

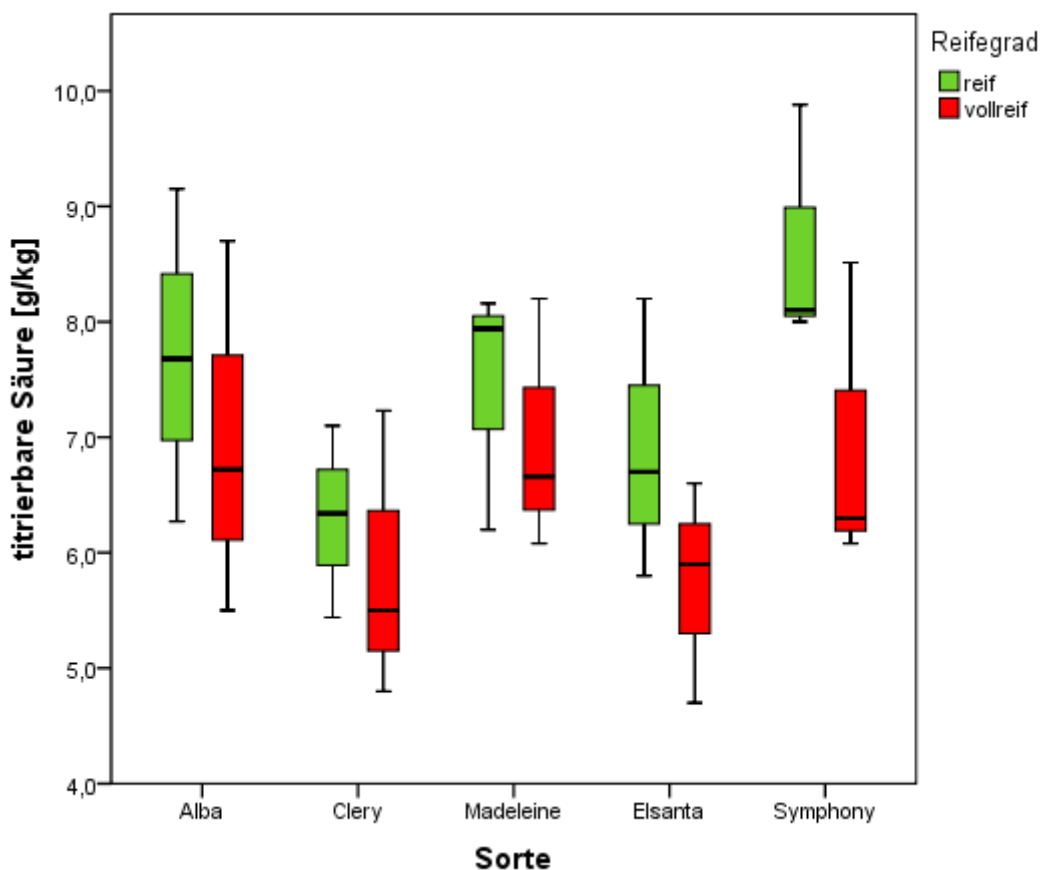


Abb. 82: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

Abb. 83 zeigt den Vergleich der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien anhand der titrierbaren Säure. Deutlich zu erkennen ist, dass die Erdbeeren aus Polen höhere Säurewerte aufwiesen als die serbischen Beeren. Weiters ist ersichtlich, dass die polnischen Früchte der Sorte *Elsanta* weniger Säure enthielten als die der Sorte *Senga Sengana*. Umgekehrt verhielten sich die Erdbeeren aus Serbien. Hier wies die Sorte *Elsanta* einen etwas höheren Gehalt

an titrierbarer Säure auf als die Sorte *Senga Sengana*. Im Allgemeinen kann man jedoch sagen, dass sich der Säuregehalt der serbischen Erdbeeren in etwa auf gleichem Niveau bewegte.

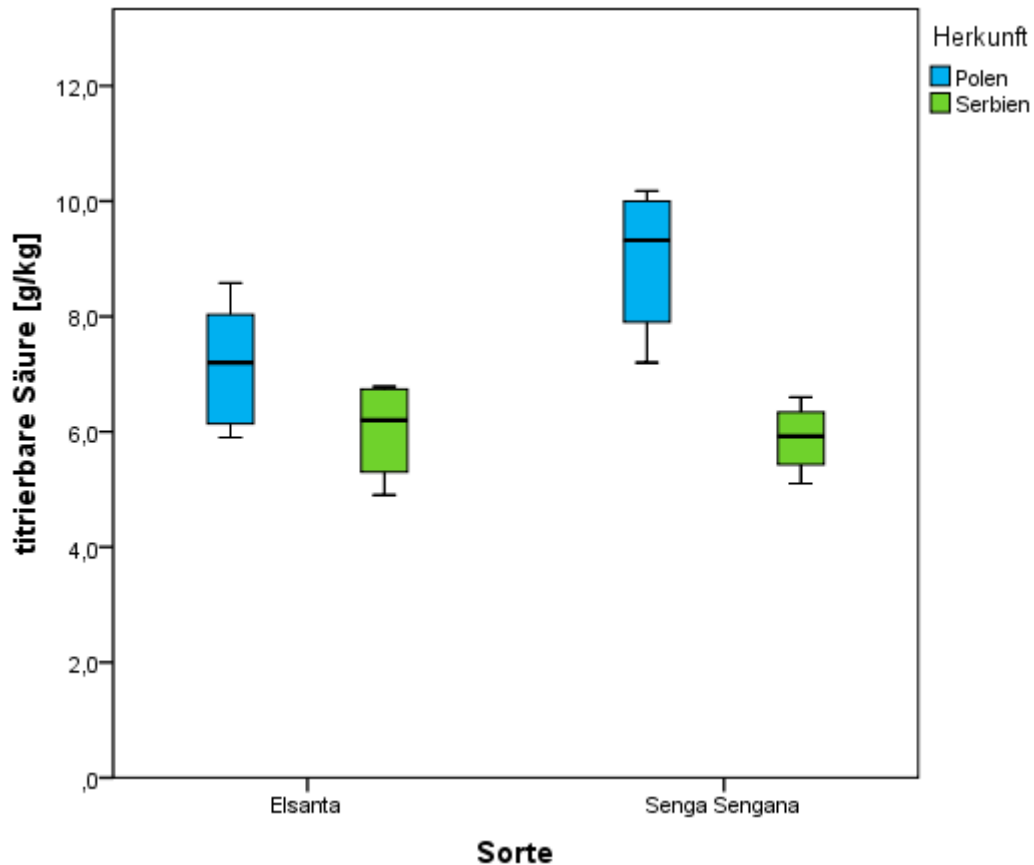


Abb. 83: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

In Tab. 23 sind, ohne Rücksicht auf den Reifegrad, die Mittelwerte der Säuregehalte für jede Sorte angeführt. Im Vergleich der einzelnen Sorten hatte die Sorte *Symphony* den höchsten durchschnittlichen Gehalt an titrierbarer Säure mit 7,8 g/kg. Der niedrigste mittlere Säuregehalt wurde mit 6,1 g/kg bei der Sorte *Clerly* festgestellt. Die restlichen Mittelwerte der anderen Sorten sind ebenfalls in dieser Tabelle ersichtlich und variierten geringfügig.

Wie bereits die Mittelwerte der titrierbaren Säure zeigten, gab es nur geringe Unterschiede zwischen den Sorten. Dies zeigte auch der Homogenitätstest, welcher ebenfalls in Tab. 23 zu sehen ist. Beim Säuregehalt der einzelnen Sorten konnte mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % kein signifikanter Unterschied ermittelt werden.

Tab. 23: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Säure [g/kg]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe
		1
<i>Clery</i>	6	6,1
<i>Elsanta</i>	22	6,8
<i>Madeleine</i>	6	7,2
<i>Alba</i>	6	7,3
<i>Senga Sengana</i>	10	7,7
<i>Symphony</i>	6	7,8
Sig.		,140

Betrachtet man den Säuregehalt der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften, wie dies in Abb. 84 durchgeführt wurde, ist ersichtlich, dass die Differenz der Säure zwischen reifen und vollreifen Erdbeeren an beiden Standorten in Österreich am größten war. Wie auch bereits oben erwähnt wurde, war die Säure, trotz der geringen Unterschiede zwischen reifen und vollreifen Früchten aus Polen und Serbien, in reifen Erdbeeren immer höher als in vollreifen Beeren. Diese geringe Differenz könnte auf schlechtere Wetterbedingungen als in Österreich zurückzuführen sein. Die Früchte mit dem niedrigsten Gehalt an Säure wurden als vollreife Früchte in Serbien geerntet, dicht gefolgt von vollreifen Beeren des Standortes Zachhalmel. Erdbeeren (reife) mit dem höchsten Gehalt an Säure wurden beim Erzeuger Edlinger aus Österreich geerntet.

Abb. 85 zeigt die titrierbare Säure über die drei Erntezeitpunkte des Standortes Zachhalmel am Beispiel der Sorte *Alba*, ohne Berücksichtigung der Reifegrade. Beim ersten Erntezeitpunkt wurde ein durchschnittlicher Säuregehalt von rund 8,9 g/kg festgestellt, dieser sank im Rahmen der nachfolgenden Ernten bis zum dritten Erntezeitpunkt auf etwa 5,9 g/kg. WEISSINGER et al. (2010) beobachteten jedoch einen Anstieg der titrierbaren Säure während der Ernteperiode.

Erfolgt die Auswertung der titrierbaren Säure in Abhängigkeit der Sortenart anhand des Standortes Zachhalmel (Abb. 86), ist ersichtlich, dass die späte Sorte (*Symphony*) einen höheren Gehalt an Säure aufwies als früh- (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*) und mittelreifende (*Elsanta*) Sorten. Jedoch hatte hier auch die Sorte einen entscheidenden Einfluss, denn die Sorte *Symphony* zeigte, wie bereits bei Abb. 82 erwähnt wurde, einen hohen Säuregehalt.

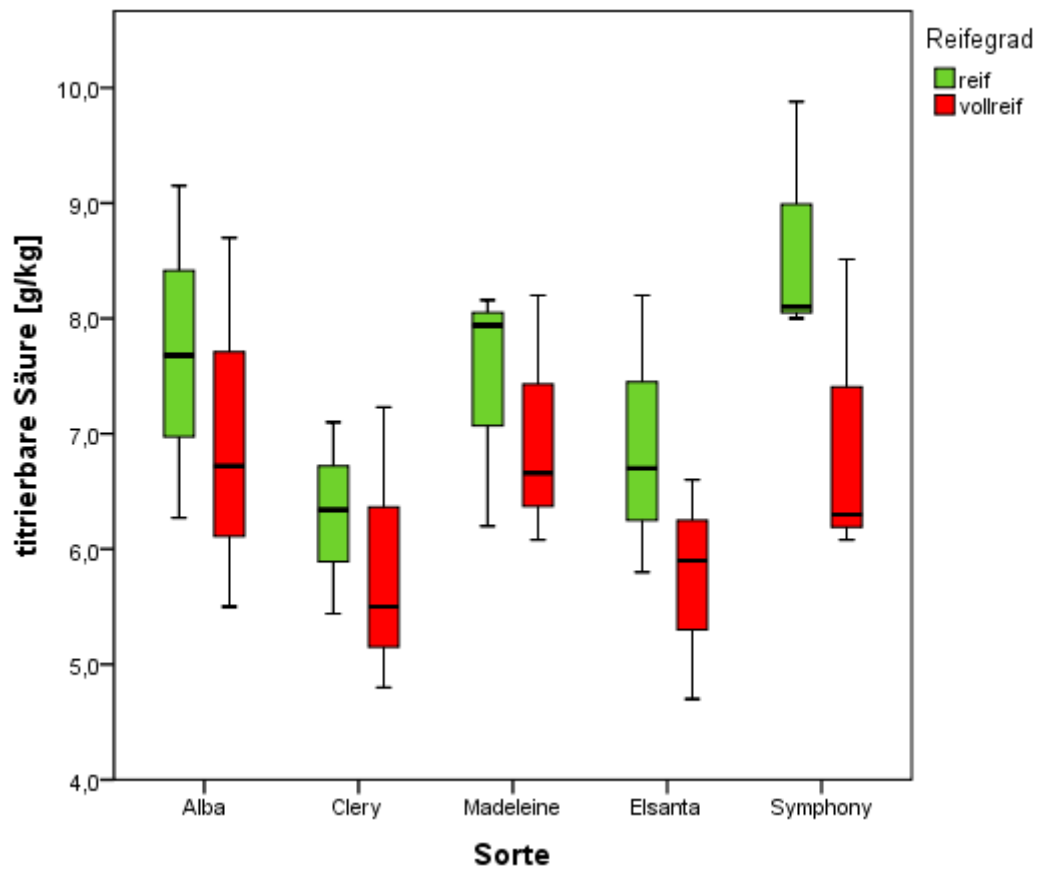


Abb. 84: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

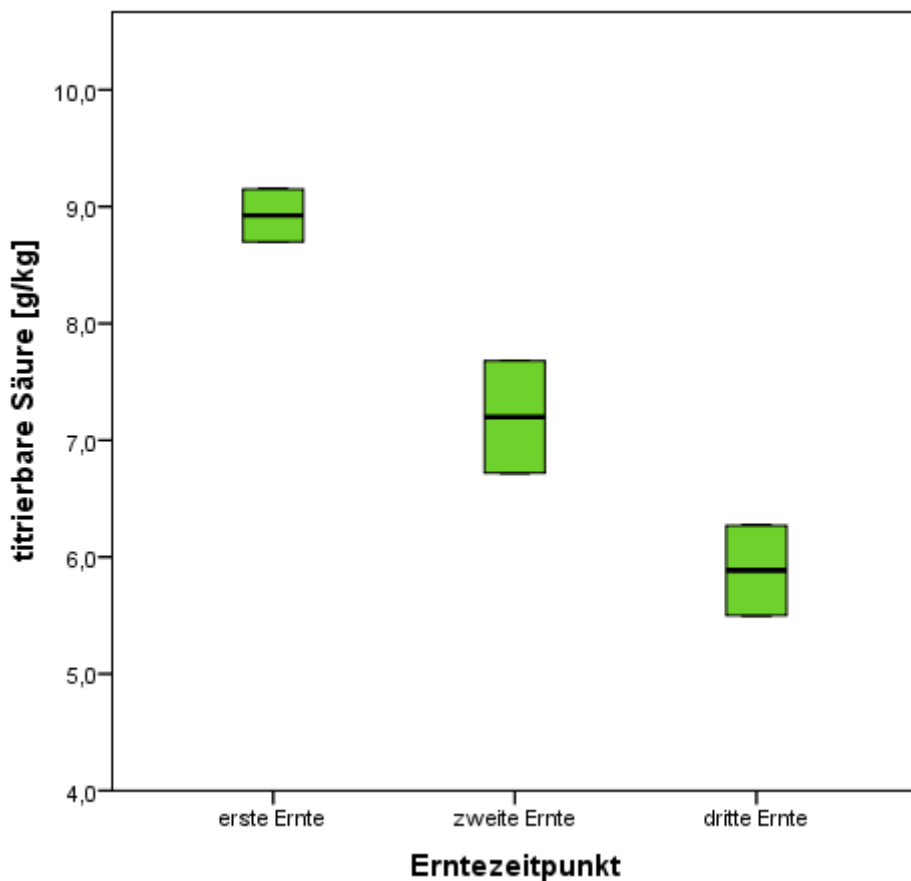


Abb. 85: Titrierbare Säure [g/kg] der Sorte *Alba* in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte

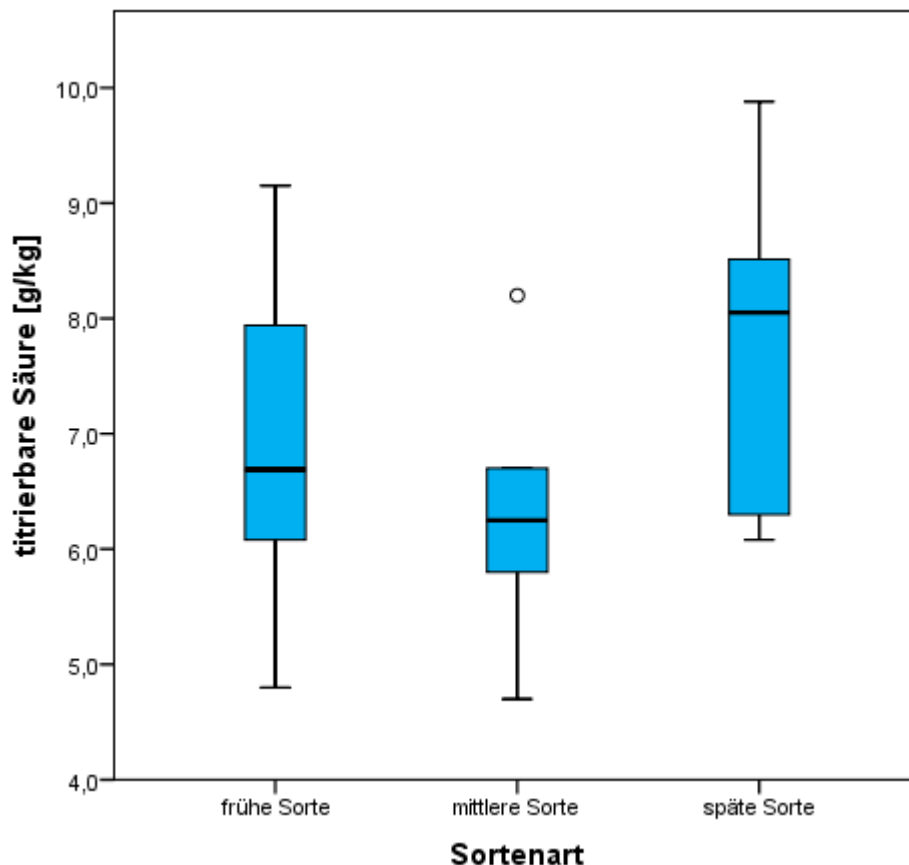


Abb. 86: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

Abb. 87 gibt den Zusammenhang zwischen Säuregehalt und den Wetterbedingungen wieder. Klar erkennbar ist, dass die höchsten Werte an titrierbarer Säure, durchgehend bei allen Sorten, bei sonnigem Wetter gefunden wurden. War das Wetter bewölkt, sank der Gehalt an Säure und erreichte seinen Tiefststand bei regnerischem Wetter. Der Unterschied zwischen sonnigem und regnerischem Reife- und Erntewetter betrug in allen Fällen mehr als 1,5 g/kg Säure.

Wird das Wetter wiederum mit den Erntezeitpunkten verglichen, zeigt sich, dass die Wetterbedingungen eine größere Rolle als die Erntezeitpunkte spielten. Dies ist eindeutig an der Sorte *Symphony* ersichtlich. Denn der höchste Säuregehalt wurde bei sonnigem Wetter beim dritten Erntezeitpunkt festgestellt. Dieser sollte laut Erntezeitpunktauswertung in Abb. 85 den niedrigsten Gehalt an titrierbarer Säure aufweisen. Anschließend folgte der erste Erntetermin (bewölktetes Wetter) und zum Schluss der zweite Erntezeitpunkt mit regnerischem Wetter.

Vergleicht man die Säurewerte mit den Brixgehalten, kann generell die Aussage getroffen werden, dass diese beiden Parameter positiv miteinander korrelieren und auch die Wetterbedingungen von großer Bedeutung waren.

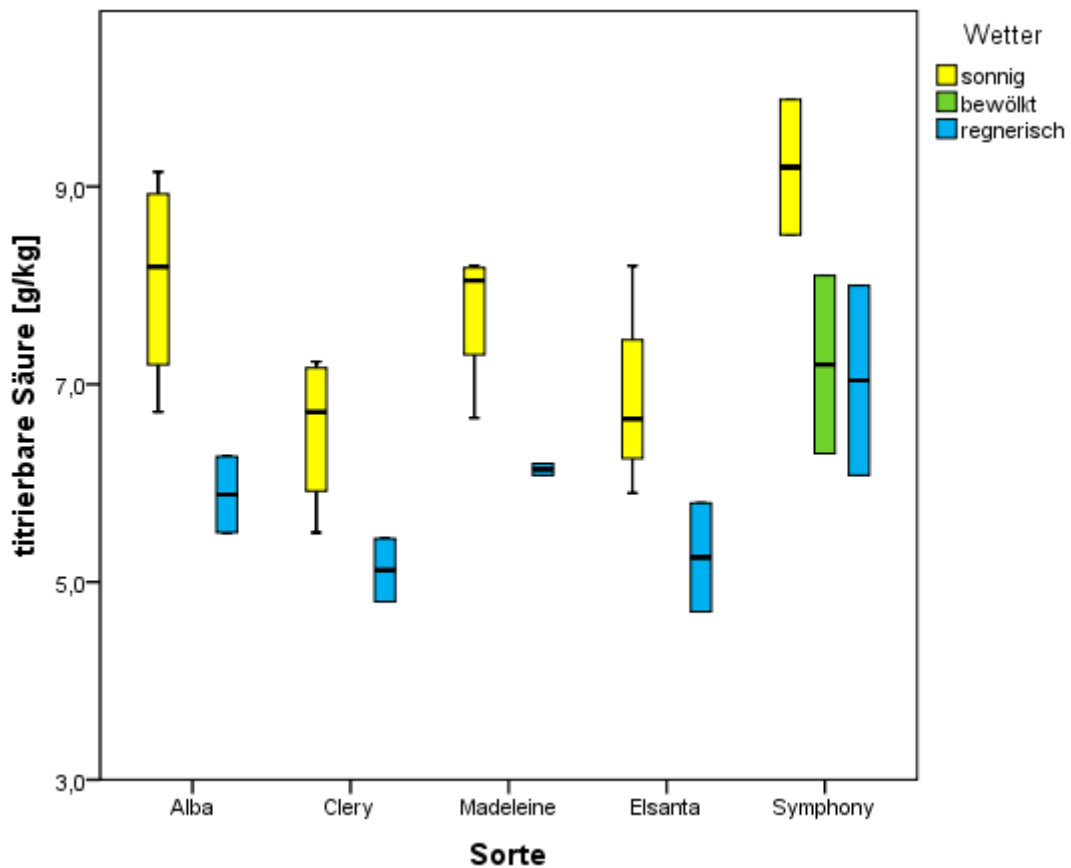


Abb. 87: Titrierbare Säure [g/kg] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.6 L-Ascorbinsäure [mg/L]

Abb. 88 zeigt den Gehalt der L-Ascorbinsäure der reifen und vollreifen Erdbeeren der verschiedenen Sorten des Standortes Zachhalmel. Der Gehalt an L-Ascorbinsäure streute sehr stark und lag bei allen Sorten zwischen 50 und 600 mg/L. WEISSINGER et al. (2010) erzielten L-Ascorbinsäuregehalte zwischen 170 und 530 mg/L. Mit Ausnahme der Sorte *Alba* war der mittlere L-Ascorbinsäuregehalt bei allen reif geernteten Früchten höher als bei vollreifen Erdbeeren. GÖSSINGER et al. (2009c) stellten jedoch fest, dass nicht die reifen Erdbeeren sondern die vollreifen Beeren einen höheren L-Ascorbinsäuregehalt besaßen. Der höchste mittlere L-Ascorbinsäuregehalt wurde bei der Sorte *Clery* reif mit rund 325 mg/L festgestellt, der niedrigste bei der Sorte *Elsanta* vollreif mit 115 mg/L.

In Abb. 89 werden die Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien anhand des L-Ascorbinsäuregehalts verglichen. Im Mittel war dieser bei den polnischen Früchten höher als bei den serbischen Beeren. Die Sorte *Senga Sengana* zeigte auf beiden Standorten vergleichbare L-Ascorbinsäuregehalte, im Gegensatz dazu unterschieden sich die Werte bei der Sorte *Elsanta* erheblich.

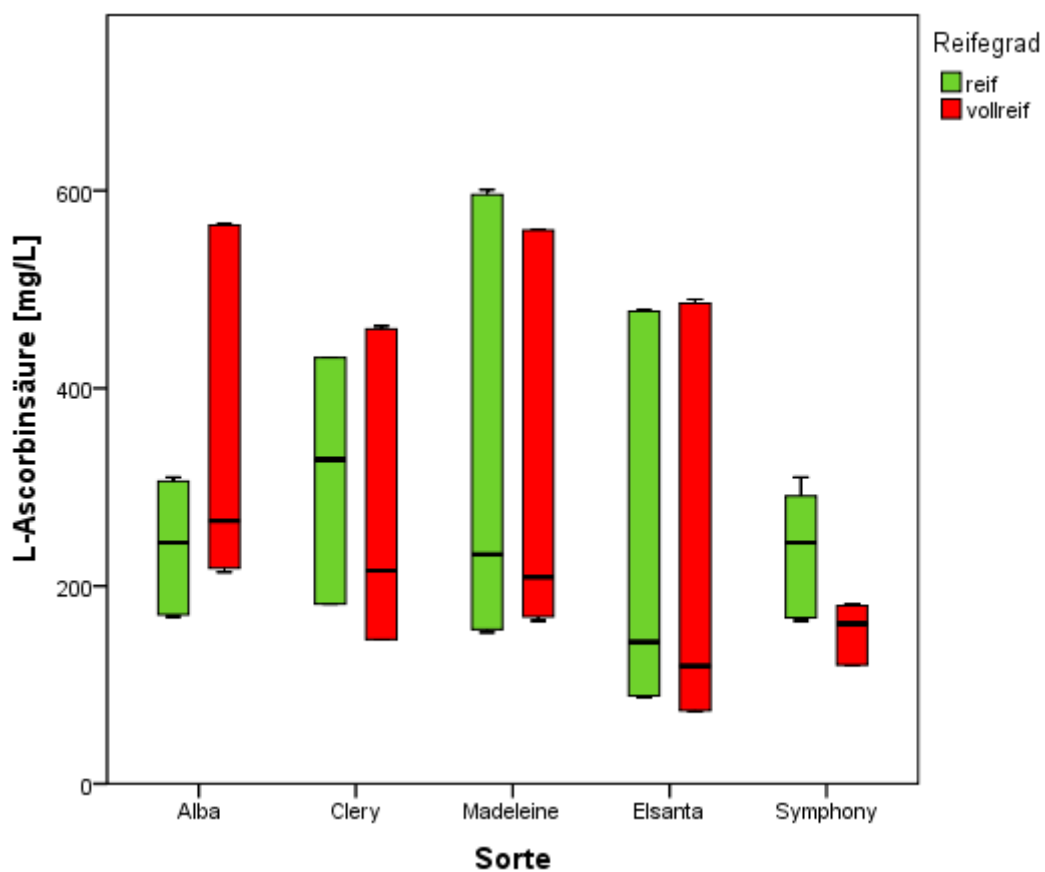


Abb. 88: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

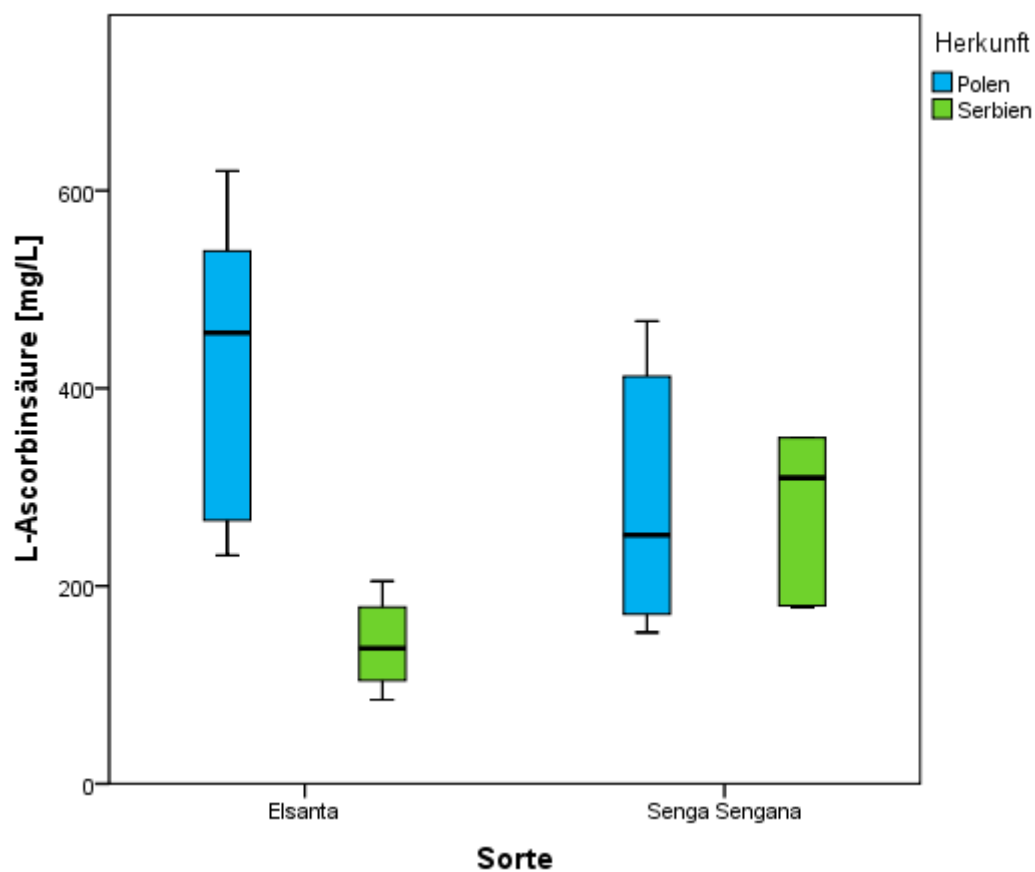


Abb. 89: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

Tab. 24 zeigt die Mittelwerte der L-Ascorbinsäuregehalte der einzelnen Sorten, unabhängig vom Reifegrad. Hier ist zu erkennen, dass die Sorte *Madeleine* den höchsten durchschnittlichen L-Ascorbinsäuregehalt mit 320 mg/L besaß. Der niedrigste mittlere L-Ascorbinsäurewert wurde mit 196 mg/L bei der Sorte *Symphony* ermittelt. Die restlichen Mittelwerte der anderen Sorten sind ebenfalls in dieser Tabelle ersichtlich und variieren geringfügig.

Wie bereits die Mittelwerte der L-Ascorbinsäuregehalte zeigten, gab es nur geringe Unterschiede zwischen den Sorten, jedoch streuten die einzelnen Messwerte (Abb. 88) sehr stark. Dies konnte durch den Homogenitätstest, welcher ebenfalls in Tab. 24 zu sehen ist, bestätigt werden. WEISSINGER et al. (2010) stellten jedoch signifikante sortenspezifische Unterschiede fest.

Tab. 24: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der L-Ascorbinsäure [mg/L]

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe
		1
<i>Symphony</i>	12	196
<i>Elsanta</i>	44	255
<i>Senga Sengana</i>	18	283
<i>Clery</i>	12	294
<i>Alba</i>	12	295
<i>Madeleine</i>	12	320
Sig.		,208

Der Vergleich der L-Ascorbinsäuregehalte der Sorte *Elsanta* aus verschiedenen Herkünften, wie in Abb. 90 dargestellt, bestätigte eine hohe Schwankungsbreite innerhalb einer Sorte, jedoch schwankten die Messwerte von den Standorten Edlinger und Serbien nicht so stark wie die Messwerte der Standorte Zachhalmel und Polen. Der mit Abstand höchste durchschnittliche L-Ascorbinsäuregehalt wurde, unabhängig vom Reifegrad, mit rund 450 mg/L am Standort Polen festgestellt. Die mittleren L-Ascorbinsäuregehalte der weiteren Standorte waren annähernd vergleichbar. Somit unterschied sich der Standort Polen signifikant im L-Ascorbinsäuregehalt von den übrigen Herkünften. WEISSINGER et al. (2010) konnten keinen standortspezifischen signifikanten Unterschied im Gehalt der L-Ascorbinsäure feststellen, jedoch wurden in dieser Versuchsserie nur Standorte aus Ost-Österreich mit annähernd ähnlicher Witterung untersucht.

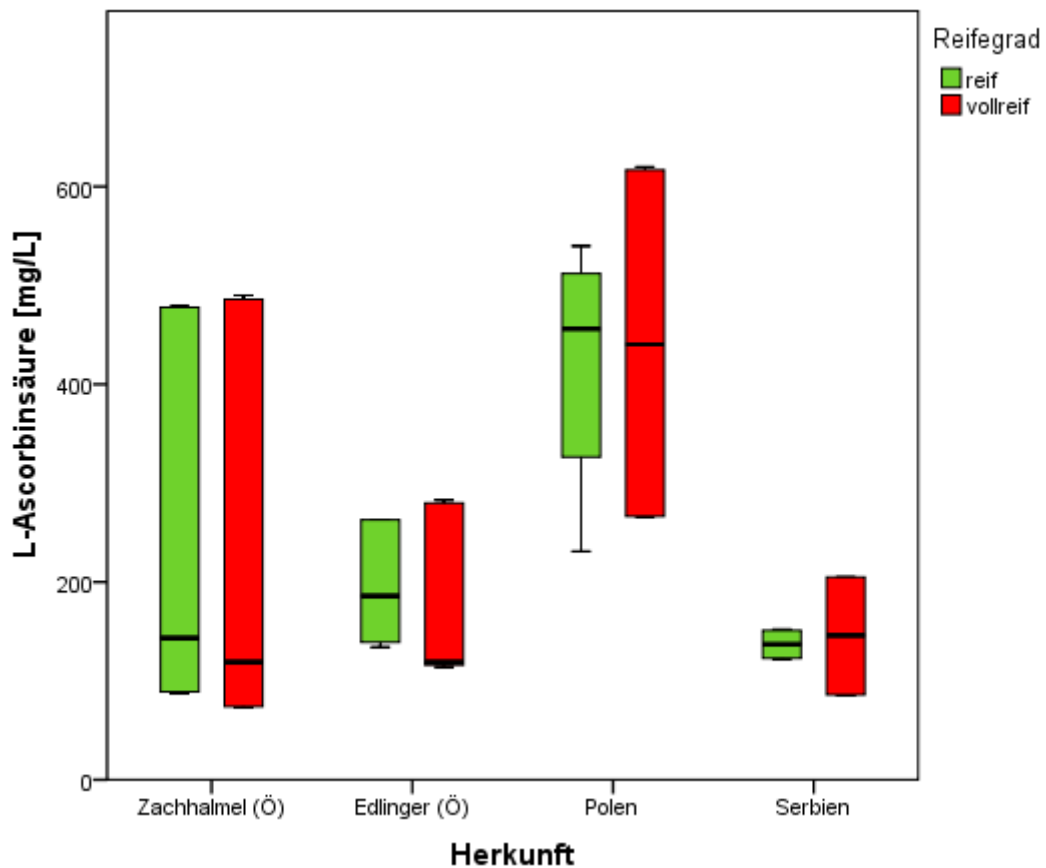


Abb. 90: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

In Abb. 91 ist der L-Ascorbinsäuregehalt der Sorte *Alba* abhängig vom Erntezeitpunkt zu sehen. Beim ersten Erntezeitpunkt wurde im Durchschnitt ein L-Ascorbinsäuregehalt von rund 430 mg/L ermittelt. Bei den weiteren Ernten sank der mittlere L-Ascorbinsäuregehalt in etwa um 200 mg/L. Auch WEISSINGER et al. (2010) stellten eine Abnahme des L-Ascorbinsäuregehalts während der Ernteperiode fest. Wird das Wetter mit einbezogen, kann man feststellen, dass die L-Ascorbinsäuregehalte der zweiten und dritten Ernte annähernd vergleichbar waren, obwohl die Erdbeeren der zweiten Ernte bei sonnigem und die dritte Ernte bei regnerischem Wetter geerntet wurden.

Wie Abb. 92 zeigt, wird der L-Ascorbinsäuregehalt nicht ausschlaggebend von der Sortenart beeinflusst. Der mittlere L-Ascorbinsäuregehalt lag bei frühen (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*), mittleren (*Elsanta*) und späten (*Symphony*) Sorten bei vergleichbaren 195 bis 300 mg/L.

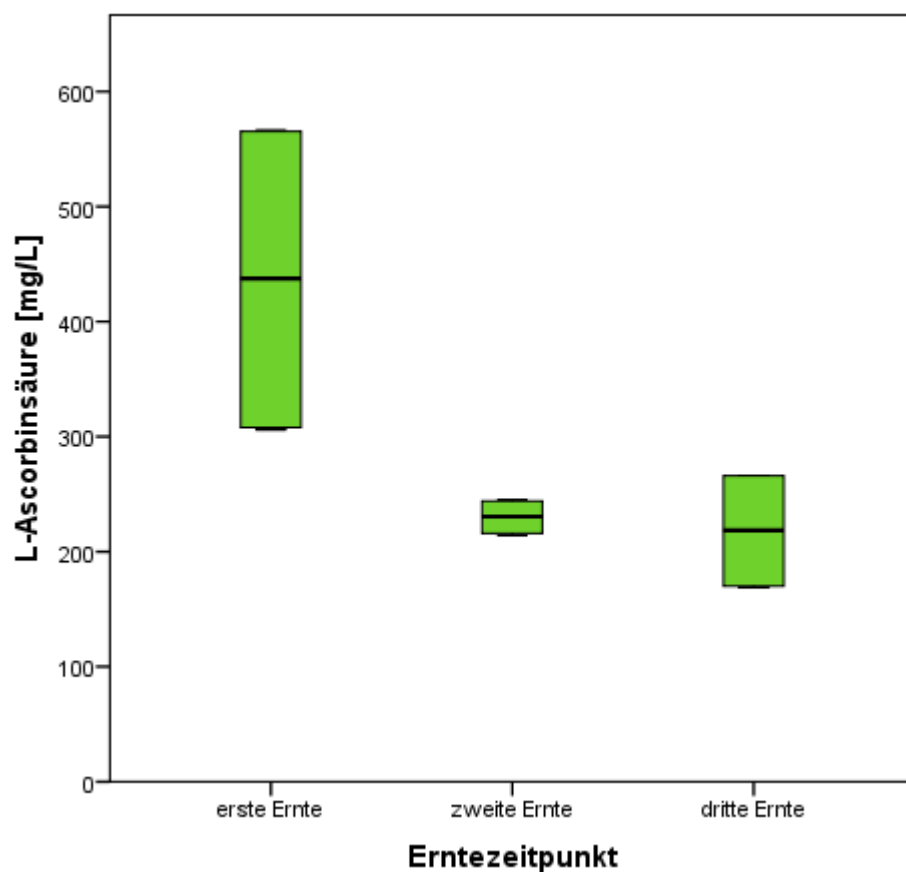


Abb. 91: L-Ascorbinsäure [mg/L] der Sorte *Alba* in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte

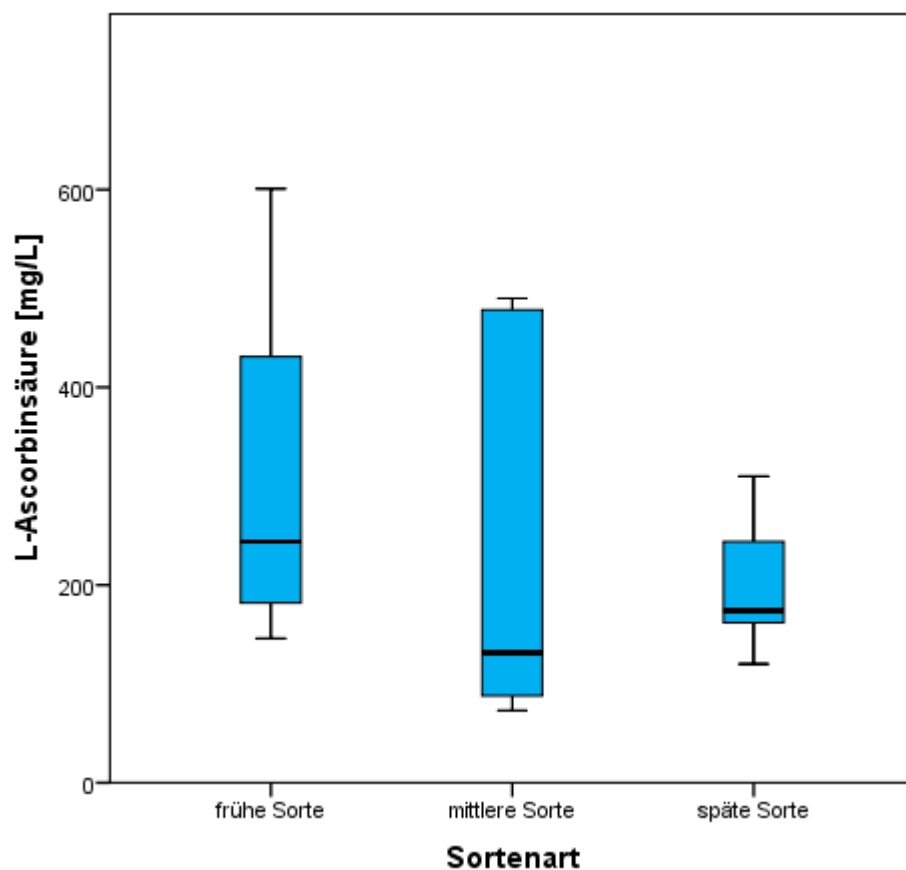


Abb. 92: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

Abb. 93 zeigt den Zusammenhang zwischen den L-Ascorbinsäuregehalten und den Witterungsbedingungen. Erdbeeren, welche bei sonnigem Wetter reiften und geerntet wurden, hatten deutlich höhere L-Ascorbinsäurewerte als Beeren, die bei regnerischem Wetter reiften und geerntet wurden. Dies ist vor allem bei den Sorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Elsanta* ersichtlich. Bei diesen Sorten wurden die Erdbeeren der ersten und zweiten Ernte bei sonnigem Wetter geerntet, im Gegensatz zur dritten Ernte, welche bei Regen gepflückt wurden. So schwankte zum Beispiel der L-Ascorbinsäuregehalt der Sorte *Madeleine* bei sonnigem Wetter zwischen 200 und 600 mg/L und lag im Mittel bei rund 400 mg/L. Bei regnerischem Wetter lagen die Messwerte nur zwischen 150 und 250 mg/L. Am geringsten schwankten die L-Ascorbinsäurewerte bei der Sorte *Symphony*. Bei dieser Sorte ist auch ersichtlich, dass der Gehalt an L-Ascorbinsäure nicht nur vom Wetter sondern auch zum Teil vom Erntezeitpunkt (Abb. 91) abhing. Die Erdbeeren der ersten Ernte wurden bei bewölktem Wetter geerntet und erzielten die höchsten L-Ascorbinsäuregehalte. Die zweite Ernte wurde bei Regen gepflückt und erreichte die niedrigsten Werte. Früchte die bei Sonnenschein reiften und geerntet wurden (dritte Ernte) lagen im Mittelfeld.

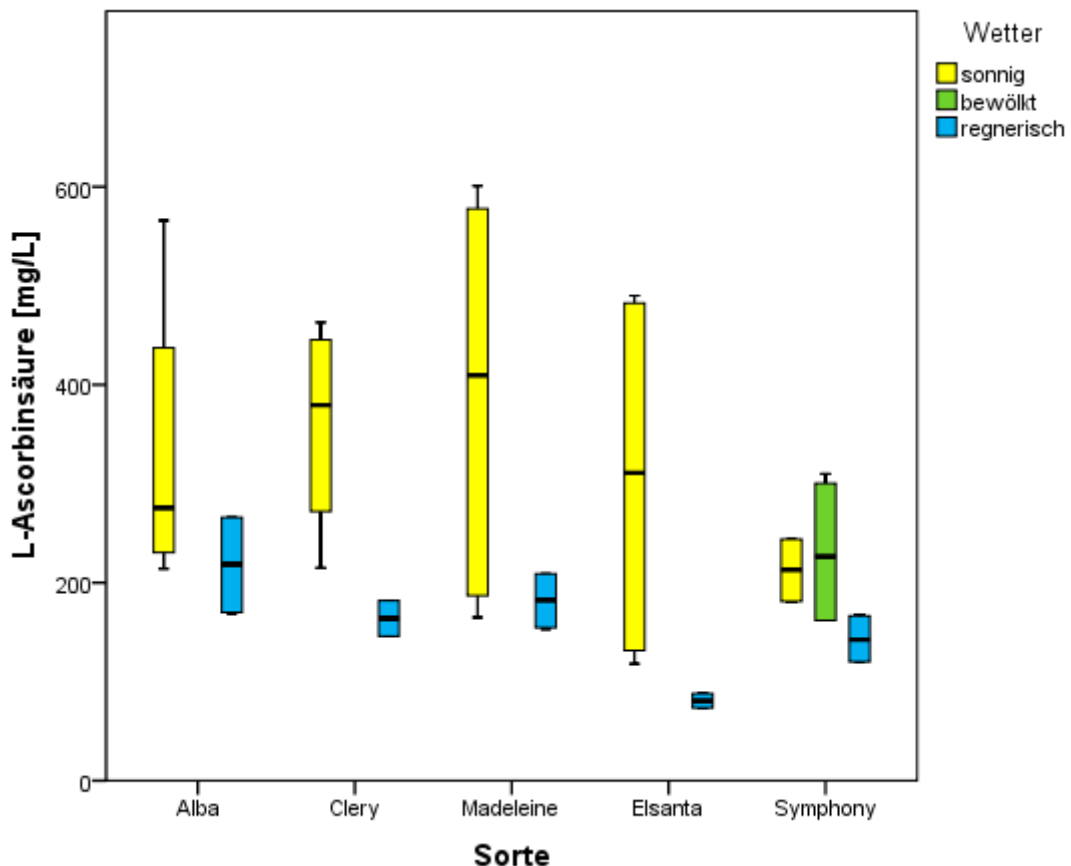


Abb. 93: L-Ascorbinsäure [mg/L] der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.7 pH-Wert

In Abb. 94 ist der pH-Wert der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel zu sehen. Der pH-Wert der Erdbeerproben lag, abhängig vom Reifegrad, zwischen 3,1 und 3,6. Der pH-Wert war in vollreifen Erdbeeren höher als in reifen Früchten. Dies verwundert nicht, da die vollreifen Erdbeeren einen niedrigeren Gehalt an titrierbarer Säure besaßen, welcher mit dem pH-Wert korreliert. Der niedrigste mittlere pH-Wert wurde mit rund 3,05 bei der Sorte *Symphony* reif festgestellt. Der höchste durchschnittliche pH-Wert wurde mit rund 3,55 bei der Sorte *Elsanta* vollreif gemessen.

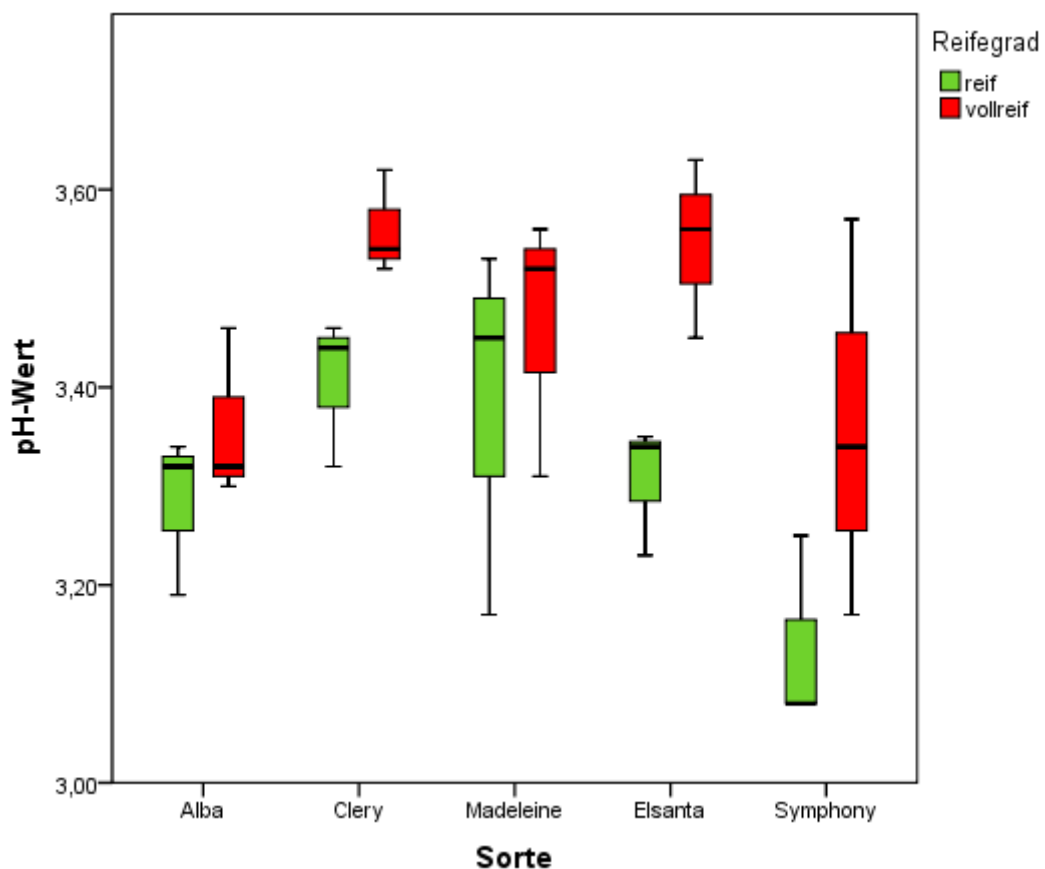


Abb. 94: pH-Werte der einzelnen Erdbeersorten des Standortes Zachhalmel

In Abb. 95 ist ein Vergleich des pH-Wertes zwischen den Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* in Abhängigkeit des Standortes dargestellt. Hier ist klar erkennbar, dass die serbischen Erdbeeren der beiden untersuchten Sorten in etwa die gleichen pH-Werte mit rund 3,35 aufwiesen. Bei den polnischen Erdbeeren war jedoch ein Unterschied zwischen den Sorten zu erkennen. Der durchschnittliche pH-Wert der Sorte *Elsanta* lag in etwa bei 3,45 und der mittlere pH-Wert der Sorte *Senga Sengana* lag mit 3,20 darunter.

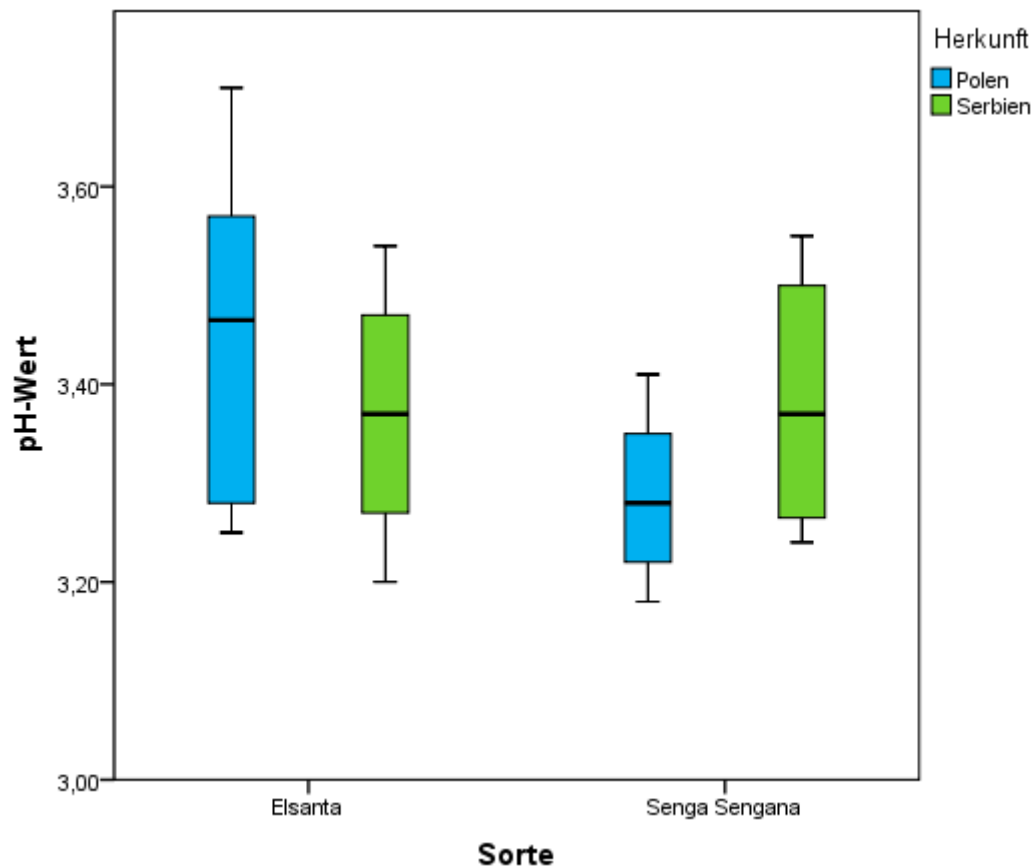


Abb. 95: pH-Werte der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* aus Polen und Serbien

Tab. 25 zeigt die Mittelwerte der pH-Werte der einzelnen Sorten unabhängig vom Reifegrad. Die Sorte *Symphony* wies den niedrigsten durchschnittlichen pH-Wert mit 3,25 auf. Der höchste mittlere pH-Wert wurde mit 3,48 bei der Sorte *Clery* ermittelt. Die Mittelwerte der anderen Sorten sind ebenfalls in dieser Tabelle ersichtlich. Um signifikante Unterschiede zu zeigen, wurde ein Homogenitätstest (Tab. 25) durchgeführt. Hier wurde ermittelt, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen den Sorten *Symphony* und *Clery* gab. Die übrigen Sorten lassen sich bezüglich des pH-Wertes zu einer homogenen Gruppe zusammenfassen.

Tab. 25: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Erdbeersorten in Abhängigkeit der pH-Werte

Tukey-HSD^{a,b,c}

Sorte	N	Untergruppe	
		1	2
<i>Symphony</i>	6	3,25	
<i>Alba</i>	6	3,32	3,32
<i>Senga Sengana</i>	10	3,33	3,33
<i>Madeleine</i>	6	3,42	3,42
<i>Elsanta</i>	22	3,43	3,43
<i>Clery</i>	6		3,48
Sig.		,129	,204

Betrachtet man die pH-Werte der Sorte *Elsanta* von verschiedenen Standorten (Abb. 96), so kann man erkennen, dass die Differenz der pH-Werte zwischen reifen und vollreifen Erdbeeren bei den Herkünften Zachhalmel und Serbien am größten war. Wie auch bereits oben erwähnt wurde, war der pH-Wert in vollreifen Erdbeeren immer höher als in reifen Früchten. Einzig bei den Früchten aus Polen unterschieden sich die durchschnittlichen pH-Werte der reifen und vollreifen Beeren kaum. Die Früchte mit dem niedrigsten pH-Werten wurden als reife Früchte in Serbien geerntet, dicht gefolgt von den reifen Beeren des Standortes Zachhalmel. Die Erdbeeren mit dem höchsten pH-Wert wurden ebenfalls beim Erzeuger Zachhalmel in Österreich als vollreife Früchte geerntet.

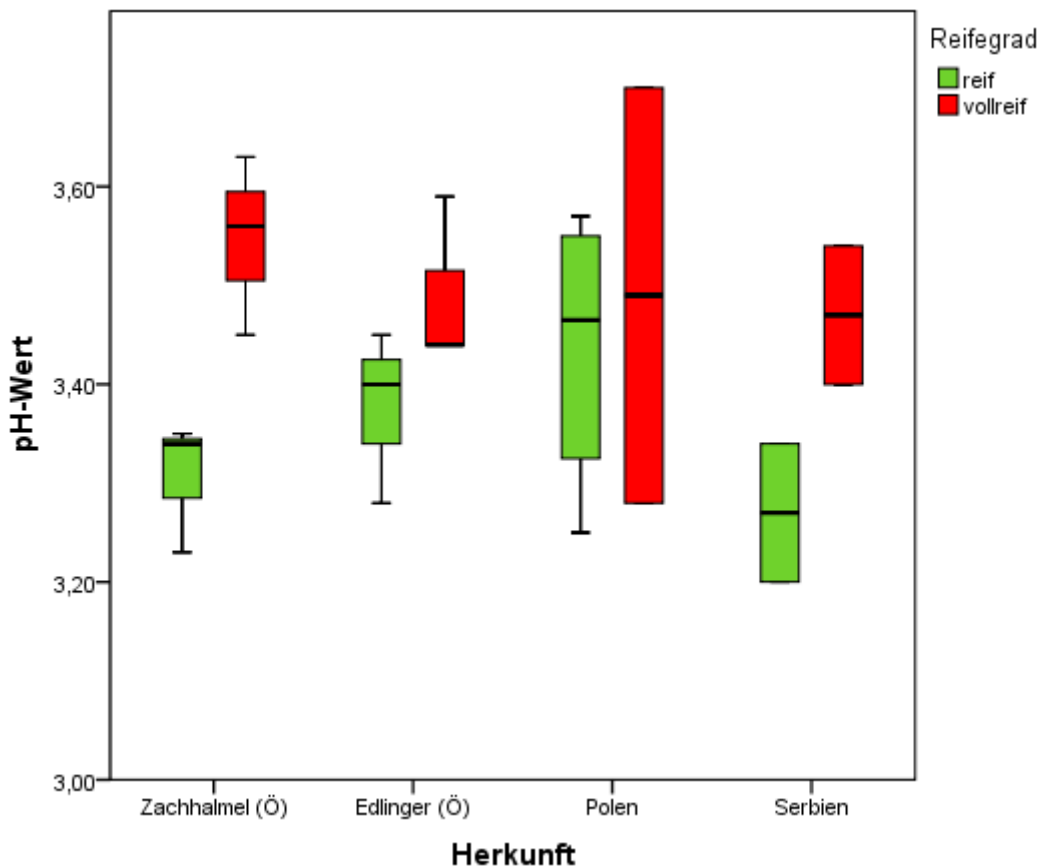


Abb. 96: pH-Werte der Sorte *Elsanta* aus unterschiedlichen Herkünften

Abb. 97 zeigt den pH-Wert über die drei Erntezeitpunkte des Standortes Zachhalmel am Beispiel der Sorte *Alba*, unabhängig der Reifegrade. Beim ersten Erntezeitpunkt wurde ein durchschnittlicher pH-Wert von rund 3,33 festgestellt, dieser sank im Rahmen der nachfolgenden Ernte auf 3,25 und stieg beim letzten Erntetermin auf beinahe 3,40. Da der pH-Wert mit der titrierbaren Säure korreliert, müsste der pH-Wert des ersten Erntezeitpunktes theoretisch niedriger als 3,2 sein.

Dies wurde jedoch nicht festgestellt und könnte an einer schlecht kalibrierten pH-Elektrode liegen. Die pH-Werte der beiden weiteren Erntezeitpunkte zeigten jedoch einen direkten Zusammenhang mit der Säure. Die Literaturwerte von WEISSINGER et al. (2010) entsprechen jedoch nicht dieser Aussage. WEISSINGER et al. (2010) stellten eine Zunahme der Säure und somit eine Abnahme der pH-Werte während der Ernteperiode fest.

In Abb. 98 wurde der pH-Wert in Abhängigkeit der Sortenart des Standortes Zachhalmel dargestellt. Hierbei erkennt man, dass früh- (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*) und mittelreifende (*Elsanta*) Sorten in etwa den gleichen durchschnittlichen pH-Wert aufwiesen. Ein deutlich niedrigerer pH-Wert konnte bei der spätreifenden Sorte (*Symphony*) festgestellt werden. Dieses Ergebnis korrelierte mit den Resultat der titrierbaren Säure (Abb. 86).

Analysiert man, wie in Abb. 99, den pH-Wert in Verbindung mit dem Wetter, erkennt man, dass Erdbeeren bei sonnigem Wetter niedrigere pH-Werte als bei Regen aufwiesen. Dies lag daran, dass bei sonniger Witterung mehr Säure gebildet wurde als bei bewölktem oder regnerischem Wetter. Der pH-Wert veränderte sich somit wetterabhängig um durchschnittlich 0,1 bis 0,2.

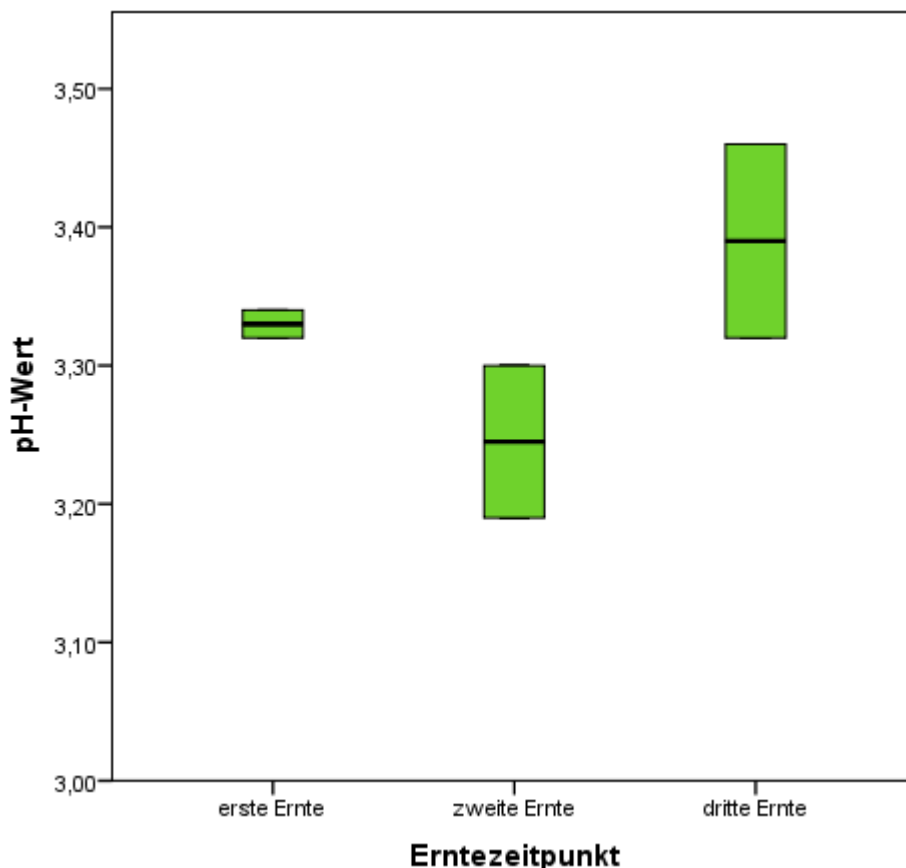


Abb. 97: pH-Werte der Sorte *Alba* in Abhängigkeit der Erntezeitpunkte

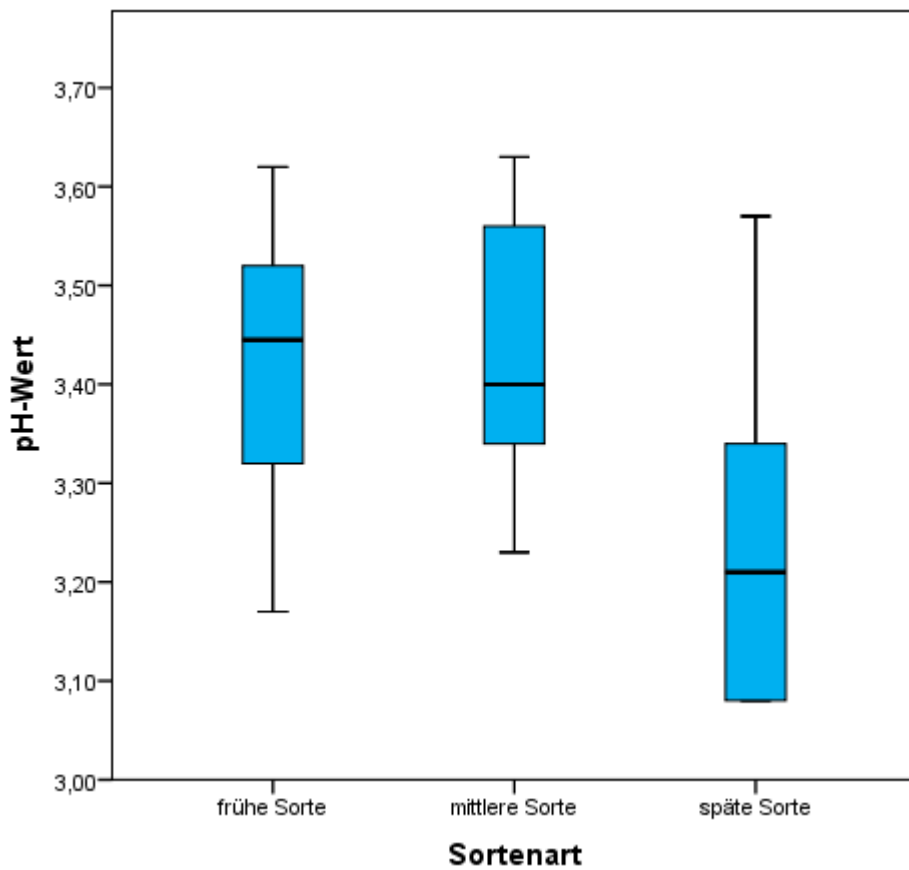


Abb. 98: pH-Wert der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit der Sortenart

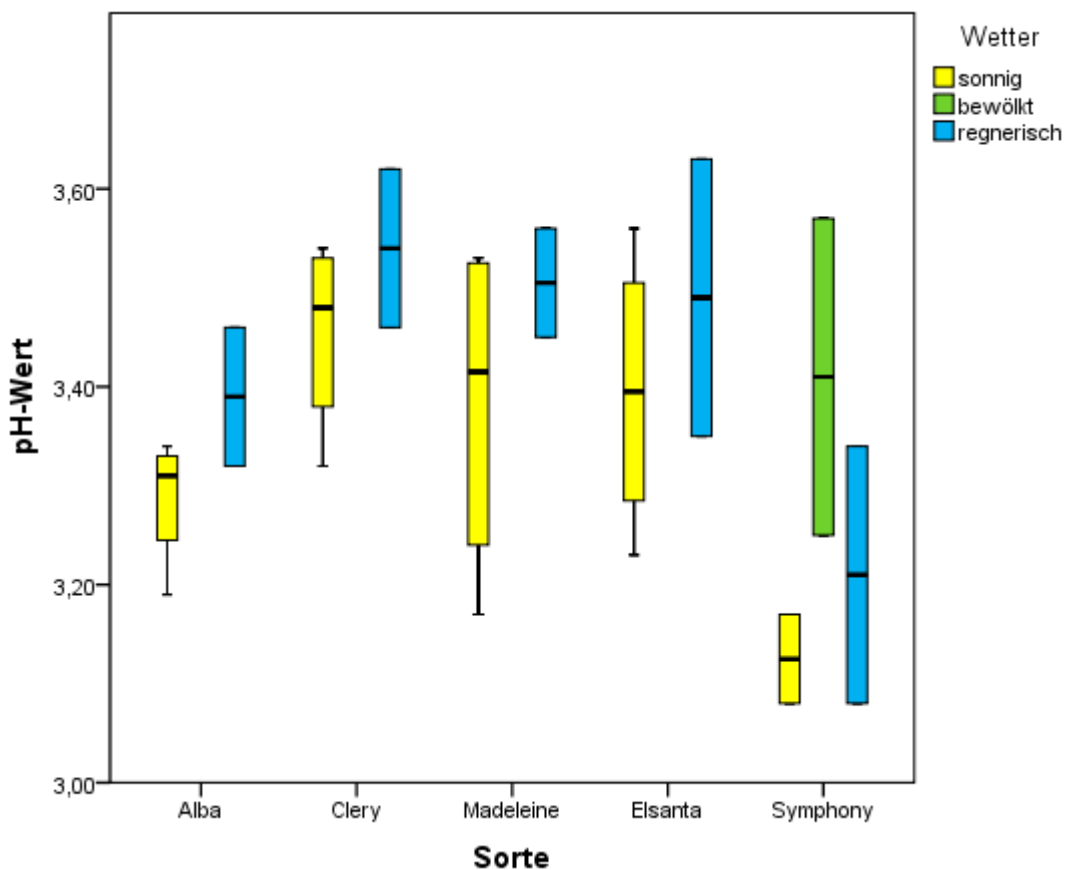


Abb. 99: pH-Werte der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel in Abhängigkeit des Wetters

6.2.8 Farbstabilität des Nektars

Die folgenden Abbildungen zeigen die zeitliche Veränderung des Akzeptanzfaktors von ausgewählten Sorten über eine Lagerperiode von 20 Wochen. Die rote Linie, bei einem Akzeptanzfaktor von 0,4, steht für einen Wert, bei dem der Erdbeernektar optisch nicht mehr ansprechend aussieht und somit vom Konsumenten nicht mehr erworben wird. Fällt der Akzeptanzfaktor unter 0,4 scheidet die Probe aus und es werden keine weiteren Messungen durchgeführt. Es wurde mit den Sorten *Madeleine*, *Senga Sengana* und *Symphony* für die Darstellungen je eine frühe, mittlere und späte Sortenart ausgewählt.

Bei der Sorte *Madeleine* in Abb. 100 schieden die reifen und vollreifen Proben des ersten Erntezeitpunktes trotz einem hohen Akzeptanzfaktor beim Start der Versuchsreihe nach einer Lagerperiode von zwölf und 16 Wochen aus. Die weiteren Proben zeigten bis zur zwanzigsten Lagerwoche für den Konsumenten akzeptable Messwerte. Einzig die reife Probe des zweiten Erntezeitpunktes wäre nach einer Lagerdauer von 20 Wochen aus der Versuchsserie ausgeschieden. Bei den Proben des ersten Erntezeitpunktes konnte nach dem Pasteurisieren ein Anstieg des Akzeptanzfaktors festgestellt werden. Nach weiteren nicht dargestellten Auswertungen wurde festgestellt, dass ein Anstieg des Akzeptanzfaktors nach dem Pasteurisieren bei allen Proben vorlag, die am 8. Juni 2010 verarbeitet und gemeinsam pasteurisiert wurden. Daher liegt der Schluss nahe, dass der Anstieg des Akzeptanzfaktors nach dem Pasteurisieren durch die Pasteurisationsbedingungen hervorgerufen wurde. Dieser Anstieg wurde möglicherweise aufgrund höherer Erdbeermarkanteile und somit höherer Anthocyangehalte durch unsachgemäße Befüllung der Flaschen hervorgerufen. Dies zeigten GÖSSINGER et al. (2009b), welche gezielt Versuche mit Erdbeernektar mit verschiedenen hohen Markanteilen durchgeführt hatten. Als Probe mit dem höchsten Akzeptanzfaktor und somit der größten Farbstabilität wurde in der Versuchsgruppe der Sorte *Madeleine* der dritte Erntezeitpunkt der vollreifen Früchte identifiziert, gefolgt von den vollreifen Früchten des zweiten Erntezeitpunktes. Eine weitere Darstellung wie in Abb. 101 wurde gewählt, um zusätzlich zu den im Liniendiagramm enthaltenen Informationen – unabhängig vom Reifegrad – noch weitere Ergebnisse betreffend der Streubreite der einzelnen Messzeitpunkte darzustellen. Wie bereits beschrieben, kam es nach dem Pasteurisieren bei den Erdbeernektaren des ersten Erntezeitpunktes zu einem Anstieg des Akzeptanzfaktors. Der Anstieg des Akzeptanzfak-

tors war jedoch mit einer sehr breiten Streuung der Messwerte verbunden. Kaum voneinander abweichend waren zum Beispiel die Messwerte des zweiten Erntetermins nach dem Pasteurisieren. Zusätzlich konnte festgestellt werden, dass der dritte Erntezeitpunkt in Summe aus reifen und vollreifen Früchten einen leicht höheren Akzeptanzfaktor besaß als die Summe des zweiten Erntezeitpunktes. Eine deutlich geringere Farbstabilität wies der erste Erntezeitpunkt auf.

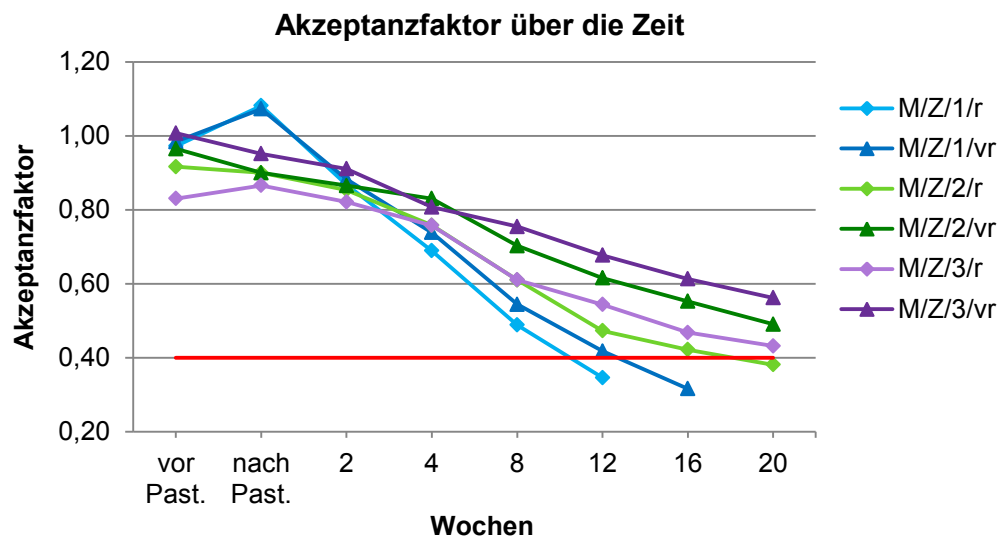


Abb. 100: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte *Madeleine* (frühe Sorte)

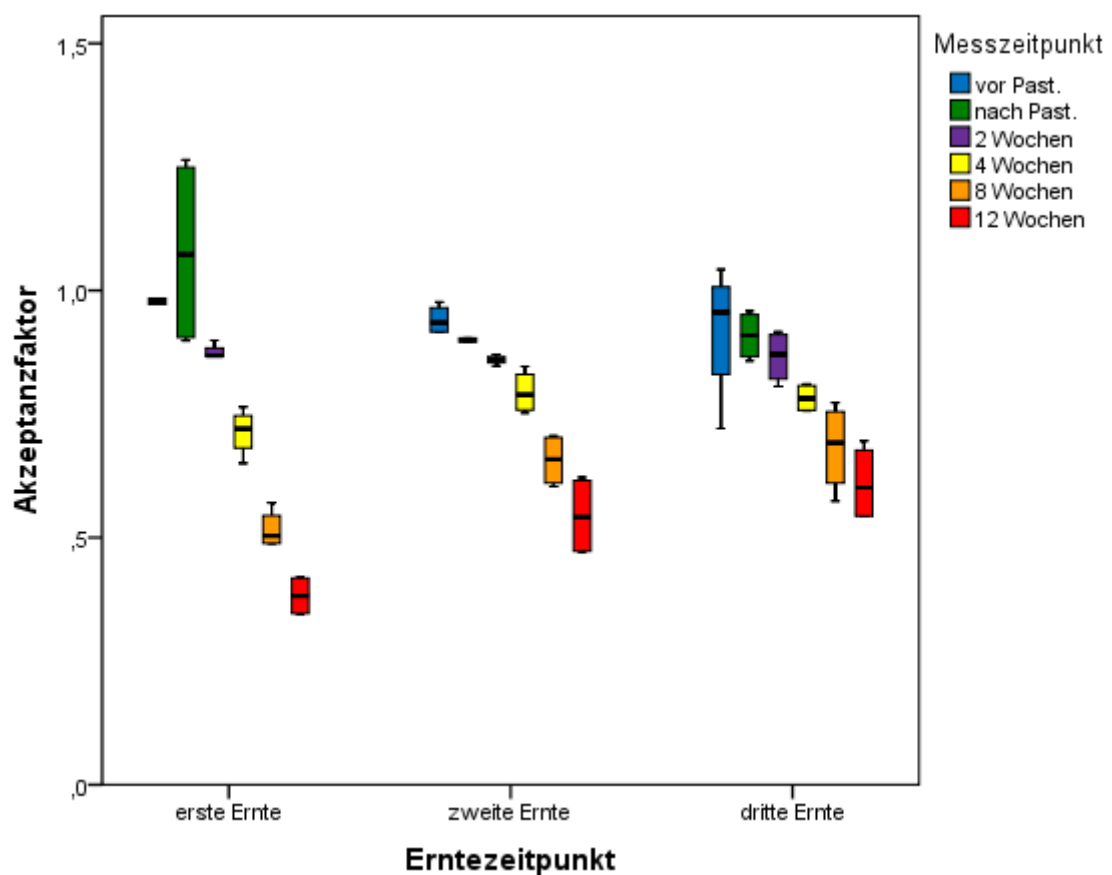


Abb. 101: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte *Madeleine* über die Zeit

Abb. 102 zeigt die Farbveränderung der Nektarflaschen, die aus der Sorte *Madeleine* hergestellt und zum mittleren Erntezeitpunkt geerntet wurden. Die schöne rote Farbe des Nektars (0 Wochen) verfärbte sich mit der Zeit zu einen bräunlichen Farbton.



0 Wochen: reif/vollreif



20 Wochen: reif/vollreif

Abb. 102: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte *Madeleine*

In Abb. 103 wird der Verlauf der Akzeptanzfaktoren der Sorte *Senga Sengana* der polnischen Versuchsfläche dargestellt. Hier erwiesen sich die Erdbeernektare, welche aus Früchten der zweiten Ernte produziert wurden, am farbstabilsten. Die höhere Farbstabilität des zweiten Erntetermins zeichnete sich aufgrund sehr eng zusammenliegender Akzeptanzfaktoren (1,0 bis 1,1) beim Start der Versuchsserie, erst vier Wochen nach Beginn der Messungen ab. Wenig stabil waren die Früchte der dritten Ernte, hier konnte bei den reif geernteten Früchten nach zwölf Wochen keine akzeptable Farbe gemessen werden, was sich in einem Akzeptanzfaktor von weniger als 0,4 niederschlägt.

Dass Erdbeeren der Sorte *Senga Sengana* des zweiten Erntezeitpunktes die stabilsten Erdbeernektar lieferten kann auch in Abb. 104 abgelesen werden. Diese Abbildung zeigt die Akzeptanzfaktoren der unterschiedlichen Erntezeitpunkte und Messzeitpunkte unabhängig vom Reifegrad in Form von Boxplots und macht somit die Streubreite bei den einzelnen Messzeitpunkten ersichtlich. Wie bereits beschrieben, konnte bei den ersten drei Messzeitpunkten noch keine Aussage über

die Farbstabilität getroffen werden, alle Boxplots zeigten annähernd idente Mediane. Beim Erntezeitpunkt mit der höchsten Farbstabilität konnte annähernd von einer linearen Abnahme des Akzeptanzfaktors gesprochen werden. Erntezeitpunkte mit geringer Farbstabilität zeigten teilweise überproportionale Abnahmen des Akzeptanzfaktors innerhalb weniger Wochen.

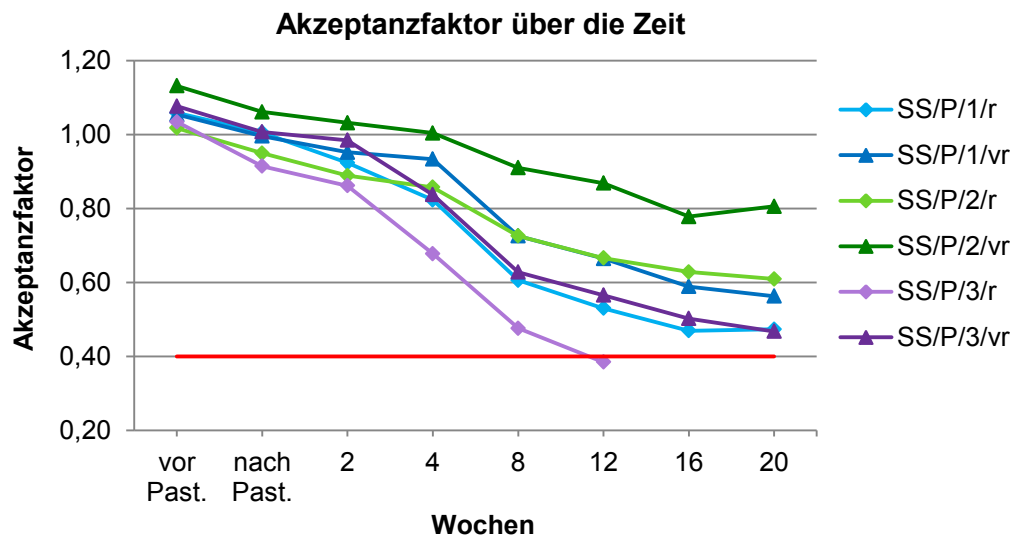


Abb. 103: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte *Senga Sengana* (mittlere Sorte)

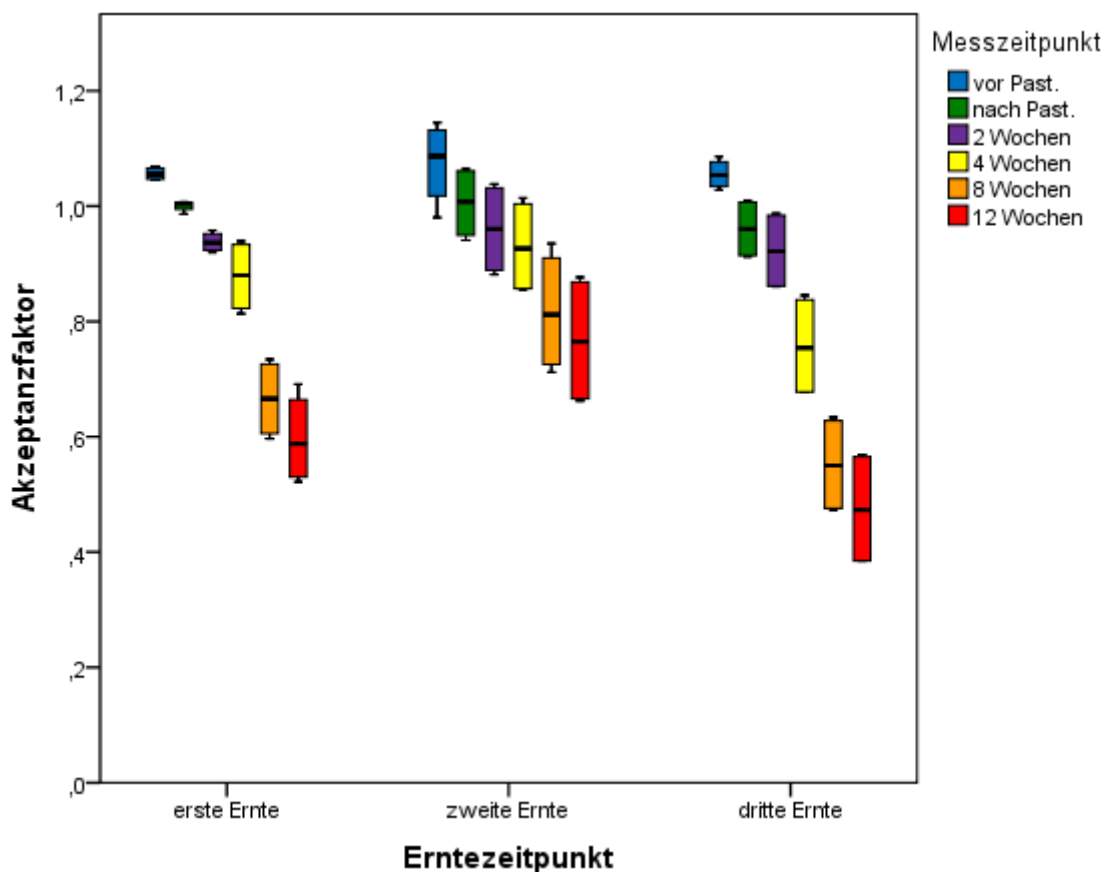


Abb. 104: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte *Senga Sengana* über die Zeit

Abb. 105 zeigt die Farbveränderung des Nektars, der aus der Sorte *Senga Sengana* aus Polen des ersten Erntezeitpunktes produziert wurde. Nach 20 Wochen erkannte man eine deutliche Braunverfärbung.



0 Wochen: reif/vollreif



20 Wochen: reif/vollreif

Abb. 105: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte Senga Sengana

Die Sorte *Symphony* (Abb. 106) zeigte aufgrund der Akzeptanzfaktoren der einzelnen Versuchsgruppen nach einer Lagerperiode von 20 Wochen, dass bei dieser Sorte ein Unterschied in den Akzeptanzfaktoren der reif und vollreif geernteten Beeren bestand und weniger der Erntezeitpunkt einen Einfluss auf die Farbstabilität besaß. Diese Versuchsgruppe zeigte zu Beginn der Analyse eine Streuung der Akzeptanzfaktoren zwischen etwa 0,8 und 1,0, welche bis zum Ende der Lagerperiode auf Werte zwischen 0,35 und 0,6 abnahm. Von den reif geernteten Früchten erreichte kein Erntezeitpunkt am Ende des Lagerversuchs einen Akzeptanzfaktor von mehr als 0,4. Die vollreif geernteten Erdbeeren zeigten jedoch mit Akzeptanzfaktorwerten zwischen 0,6 und 0,45 durchaus annehmbare Resultate. Der höchste Akzeptanzfaktor wurde am Ende der Lagerperiode bei den vollreif geernteten Früchten des zweiten Erntezeitpunktes festgestellt, knapp dahinter die vollreif geernteten Erdbeeren des dritten Erntezeitpunktes. Die schlechtesten Messergebnisse wurden bei den reif geernteten Früchten des ersten Erntezeitpunktes ermittelt. Als weitere Darstellungsform dieser Ergebnisse wurde Abb. 107 gewählt. In dieser Grafik sind die Akzeptanzfaktoren der einzelnen Messzeitpunkte, unabhängig vom Reifegrad, anhand der Erntezeitpunkte dargestellt. Betrachtet man diese

Abbildung ist kaum ein Unterschied in den Akzeptanzfaktoren beim letzten Messzeitpunkt feststellbar. Ein klarer Unterschied war jedoch bei den Messwerten am Anfang der Versuchsserie zu sehen. Der Akzeptanzfaktor des zweiten Erntezeitpunkts lag deutlich unterhalb der Akzeptanzfaktoren des ersten und dritten Erntezeitpunktes.

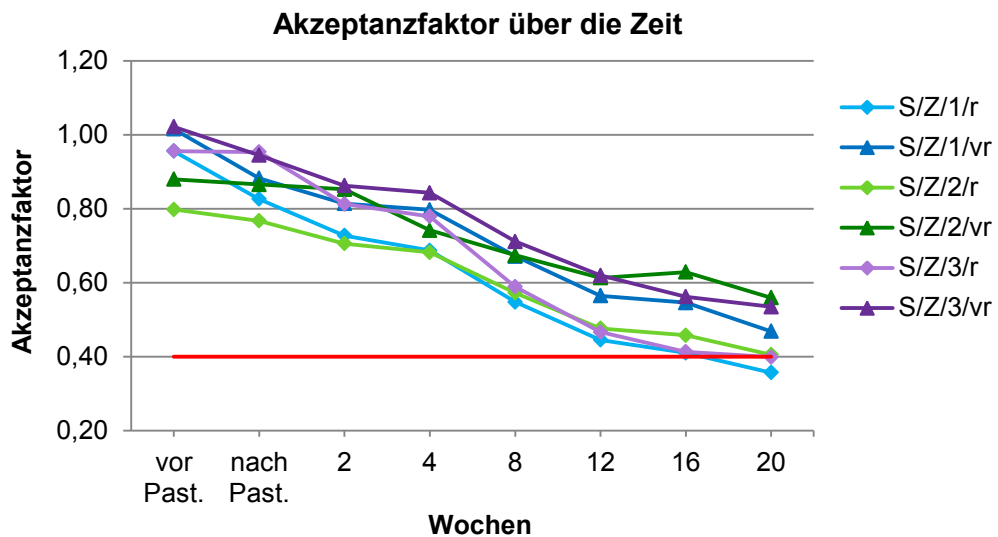


Abb. 106: Veränderung des Akzeptanzfaktors über die Zeit der Sorte *Symphony* (späte Sorte)

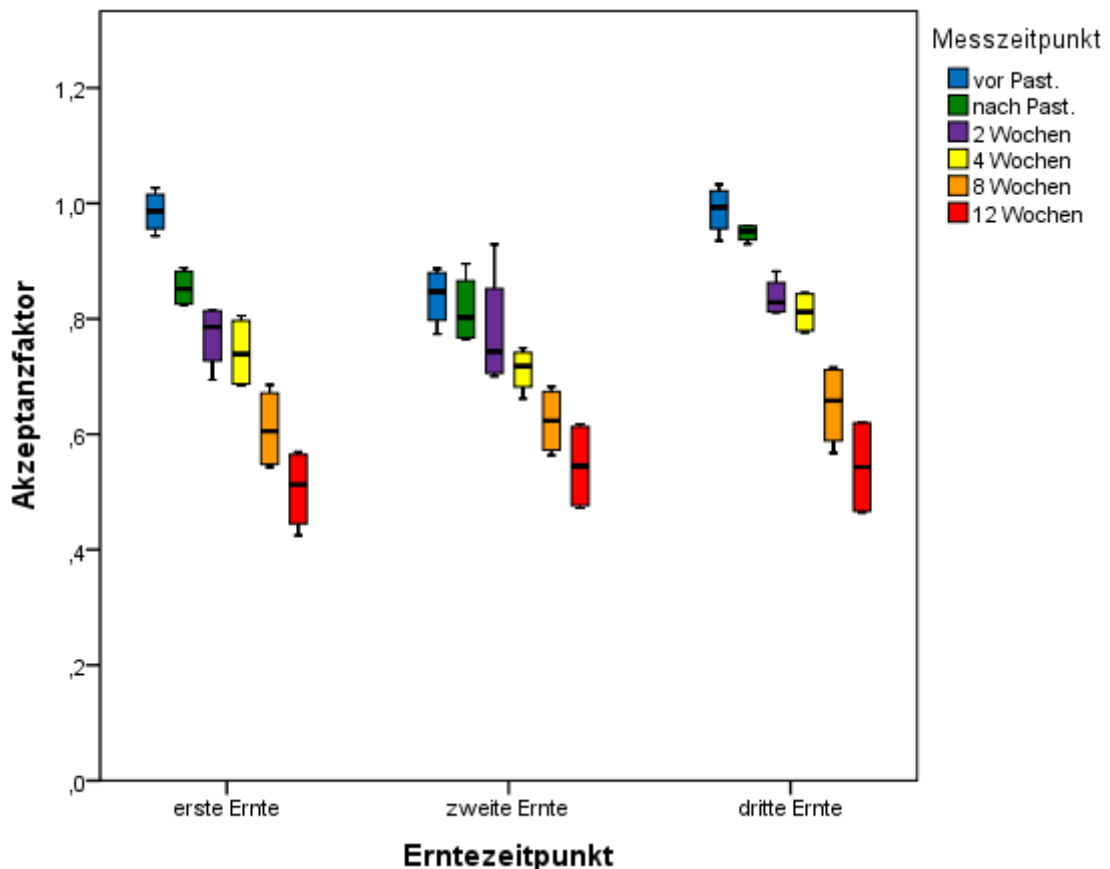


Abb. 107: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte der Sorte *Symphony* über die Zeit

Abb. 108 zeigt die Farbveränderung des Nektars, welcher aus der Sorte *Symphony* des ersten Erntezeitpunktes hergestellt wurde. Der Nektar wies nach 20 Wochen eine bräunliche Farbe auf.



0 Wochen: vollreif/reif



20 Wochen: reif/vollreif

Abb. 108: Farbveränderung der Erdbeernektare der Sorte *Symphony*

Die nachfolgenden Darstellungen (Abb. 109 und Abb. 110) geben einen Vergleich der Haltbarkeit der Erdbeernektare in Wochen beurteilt mit Hilfe des Akzeptanzfaktors. Es ist anhand der Balken klar erkennbar, dass vollreif geerntete Erdbeeren, zu einem späteren Erntetermin, eine höhere Farbstabilität aufwiesen als früh und reif geerntete Erdbeeren. Neben dieser Aussage ist weiters zu erkennen, dass bei allen Ernteterminen aus vollreifen Früchten der Sorte *Symphony* farbstabiler Nektar produziert werden konnte. Zusätzlich lieferte die Sorte *Symphony* im Vergleich zu den anderen Sorten selbst bei reifen Früchten akzeptable Haltbarkeitswerte. Diese hohe Farbstabilität trat gemeinsam mit Eigenschaften wie später Sortentyp, hoher Respirationsrate, geringer Fruchtfleischfestigkeit, geringer L-Ascorbinsäuregehalt, hoher Säuregehalt sowie daraus resultierenden niedrigem pH-Wert auf. Der niedrige pH-Wert stabilisierte die rote Farbe der Anthocyane. Erdbeeren mit der geringsten farbbedingten Haltbarkeit lieferte die Sorte *Elsanta*. Dies ist möglicherweise auf den hohen pH-Wert zurückzuführen. Weiters besaß die Sorte *Elsanta* eine höhere Festigkeit als die Sorte *Symphony*, welche ebenfalls ein Einflussfaktor der Farbstabilität sein könnte (Korrelation in Tab. 26).

Dies wird auch in Abb. 110 bestätigt, hier ist die Haltbarkeit der Sorten *Elsanta* und *Senga Sengana* von den unterschiedlichen Standorten dargestellt. Die Sorte *Elsanta* lieferte auf allen Standorten Erdbeernektare mit geringer Farbstabilität. Im Gegensatz dazu zeigte die Sorte *Senga Sengana* eindeutig bessere Ergebnisse. Auch hier trat die Farbstabilität mit den Eigenschaften wie geringer Fruchtfleischfestigkeit, hohem Säuregehalt, geringem L-Ascorbinsäuregehalt und geringem pH-Wert auf. Erdbeernektare aus dieser Sorte wiesen, unabhängig vom Reifegrad und Erntezeitpunkt, nach einer Lagerperiode von 20 Wochen einen Akzeptanzfaktor von mehr als 0,4 auf.

Abb. 111 zeigt die Veränderung der Akzeptanzfaktoren aller untersuchten Erdbeersorten über einen Messzeitraum von zwölf Wochen. Man erkennt, dass die Sorte *Senga Sengana* über alle Messzeitpunkte einen signifikant höheren Akzeptanzfaktor hatte. Somit zeigte diese Sorte die höchste Farbstabilität und lag nach einer Lagerdauer von zwölf Wochen noch deutlich über einen Akzeptanzfaktor von 0,5. Die Sorte *Elsanta* konnte als die Sorte mit der geringsten Farbstabilität identifiziert werden und lag bereits nach der achten Woche mit dem Median bei einem Akzeptanzfaktor von unter 0,5. Die Sorten *Alba* und *Clery* sowie *Madeleine* und *Symphony* zeigten jedoch vergleichbare Messergebnisse und lagen zwischen *Elsanta* und *Senga Sengana*.

Abb. 112 zeigt die Abnahme der Akzeptanzfaktoren von reifen und vollreifen Erdbeernektaren über eine Lagerdauer von zwölf Wochen. Es war bei jedem Messzeitpunkt ein signifikanter Unterschied zwischen den Akzeptanzfaktoren der reifen und vollreifen Nektare feststellbar. Die reifen Erdbeeren hatten bei allen Zeitpunkten im Mittel einen geringeren Akzeptanzfaktor und somit eine schlechtere Farbstabilität als vollreif geerntete Erdbeeren.

Abb. 113 zeigt den Zusammenhang zwischen Erntezeitpunkt und Akzeptanzfaktor über eine Lagerperiode von zwölf Wochen. Ab der vierten Lagerwoche war ein Unterschied zwischen den einzelnen Erntezeitpunkten erkennbar. Der erste Erntezeitpunkt besaß geringere Akzeptanzfaktoren als die beiden späteren Erntezeitpunkte. Die höchsten Akzeptanzfaktoren und somit die größte Farbstabilität wurde mit Erdbeeren des dritten Erntezeitpunktes erreicht.

Die eben beschriebenen Ergebnisse bestätigen die Resultate von GÖSSINGER et al. (2010a). Diese stellten ebenfalls fest, dass Erdbeernektare, welche aus vollreifen Erdbeeren von späteren Ernteterminen produziert wurden, die höchste Farbstabilität erzielten.

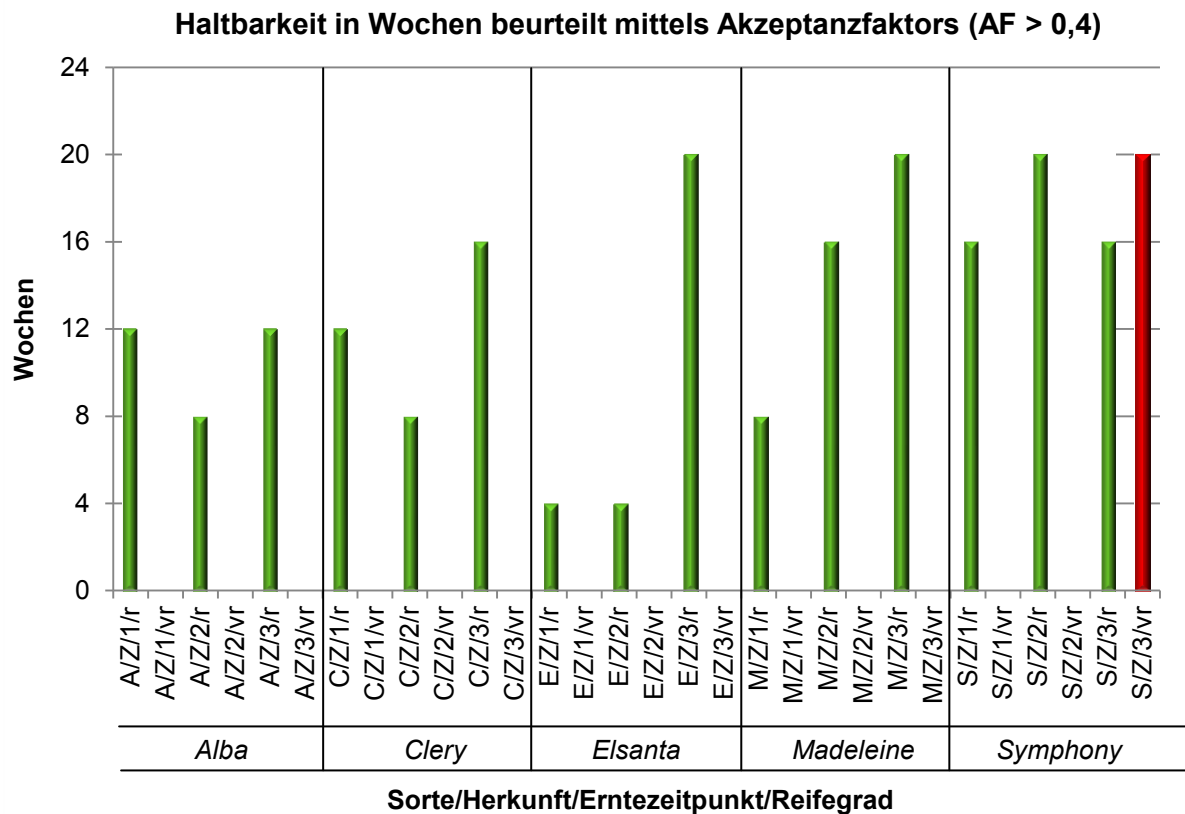


Abb. 109: Haltbarkeit (Farbstabilität) [Wochen] der Erdbeernektare des Standortes Zachhalmel beurteilt mittels Akzeptanzfaktors

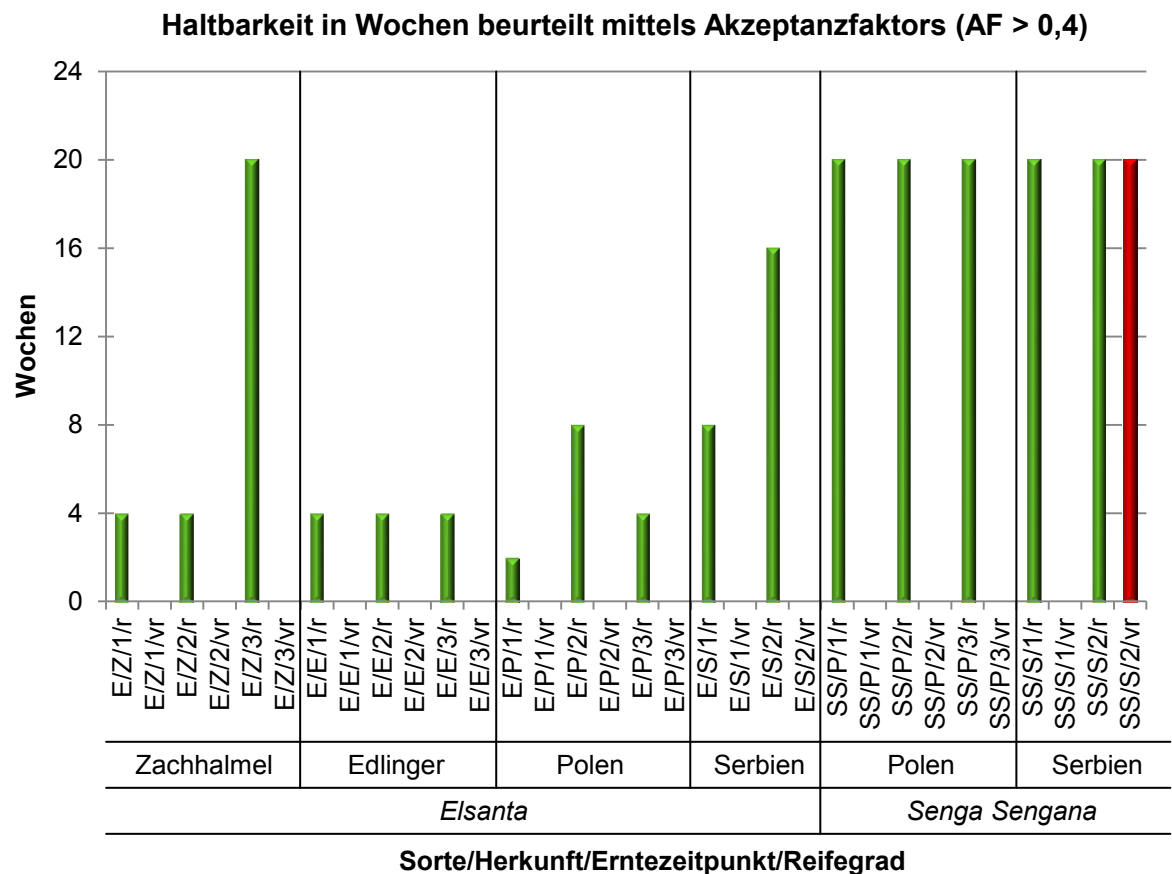


Abb. 110: Haltbarkeit (Farbstabilität) [Wochen] der Erdbeernektare der Sorte *Elsanta* beurteilt mittels Akzeptanzfaktor

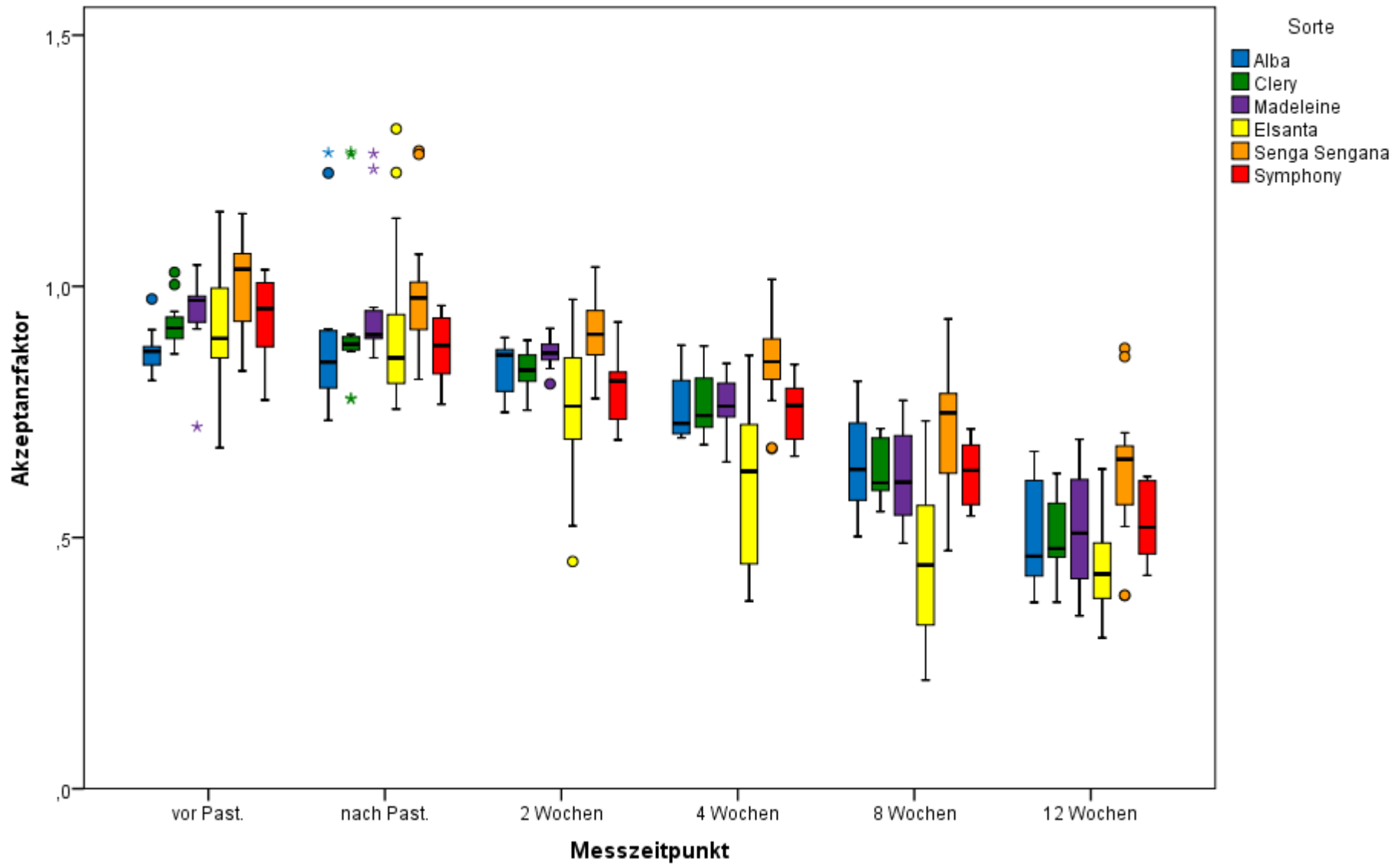


Abb. 111: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erdbeersorten über die Zeit

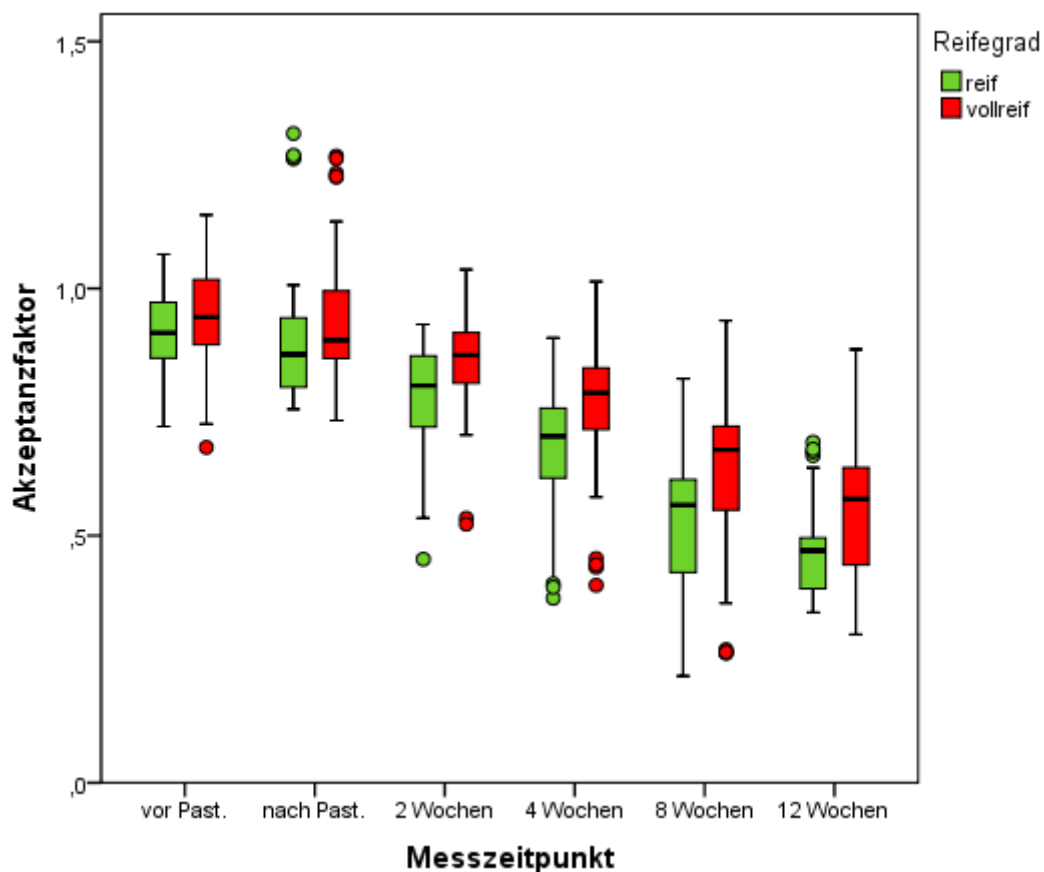


Abb. 112: Akzeptanzfaktor der gesamten Erdbeersorten über die Zeit

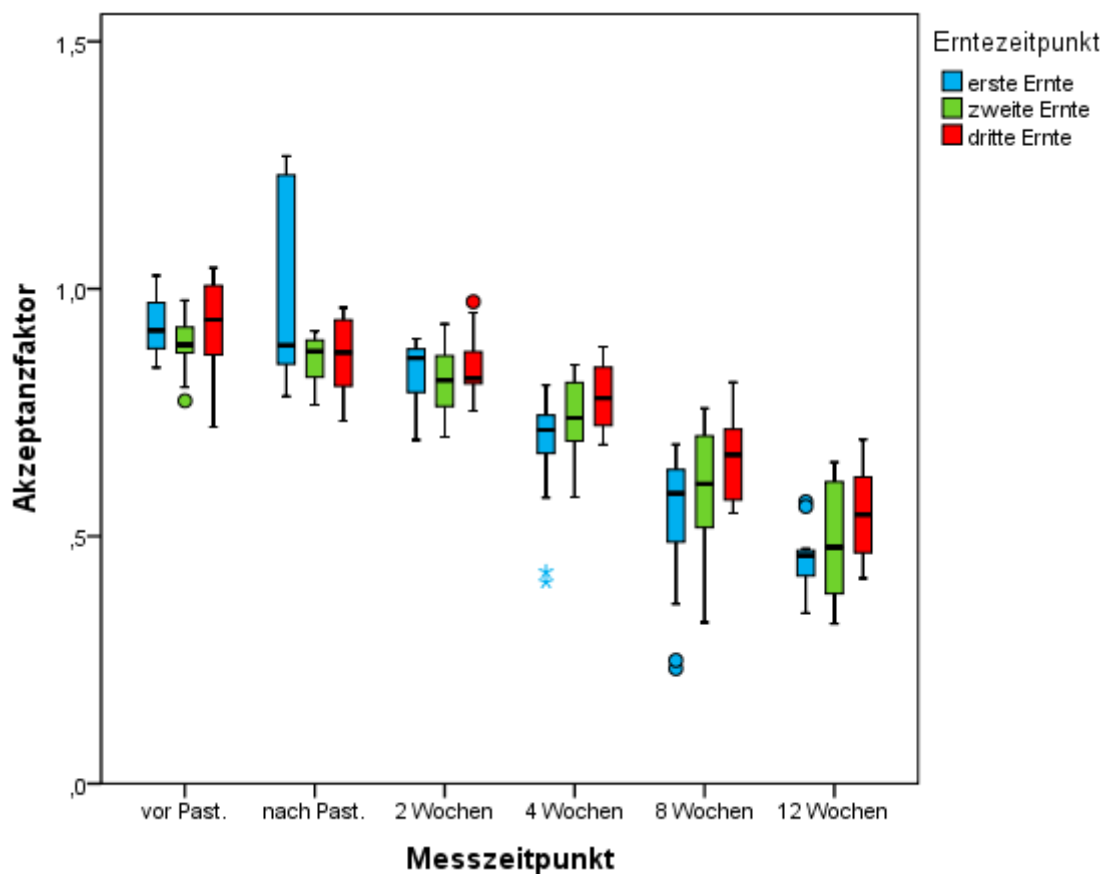


Abb. 113: Akzeptanzfaktor der einzelnen Erntezeitpunkte des Standortes Zachhalmel

Der Vergleich der Akzeptanzfaktoren der Sorte *Elsanta* von unterschiedlichen Standorten (Abb. 114) zeigte in der zwölften Woche, dass die Erdbeeren des Standortes Serbien den höchsten Akzeptanzfaktor besaßen, gefolgt von Erdbeeren der Standorte Zachhalmel, Polen und Edlinger. Diese Akzeptanzfaktorreihefolge konnte bereits nach acht Wochen Lagerdauer festgestellt werden. Nach der zweiten und vierten Lagerwoche zeigte der Erdbeernektar aus polnischen Erdbeeren die schlechtesten Akzeptanzfaktorwerte.

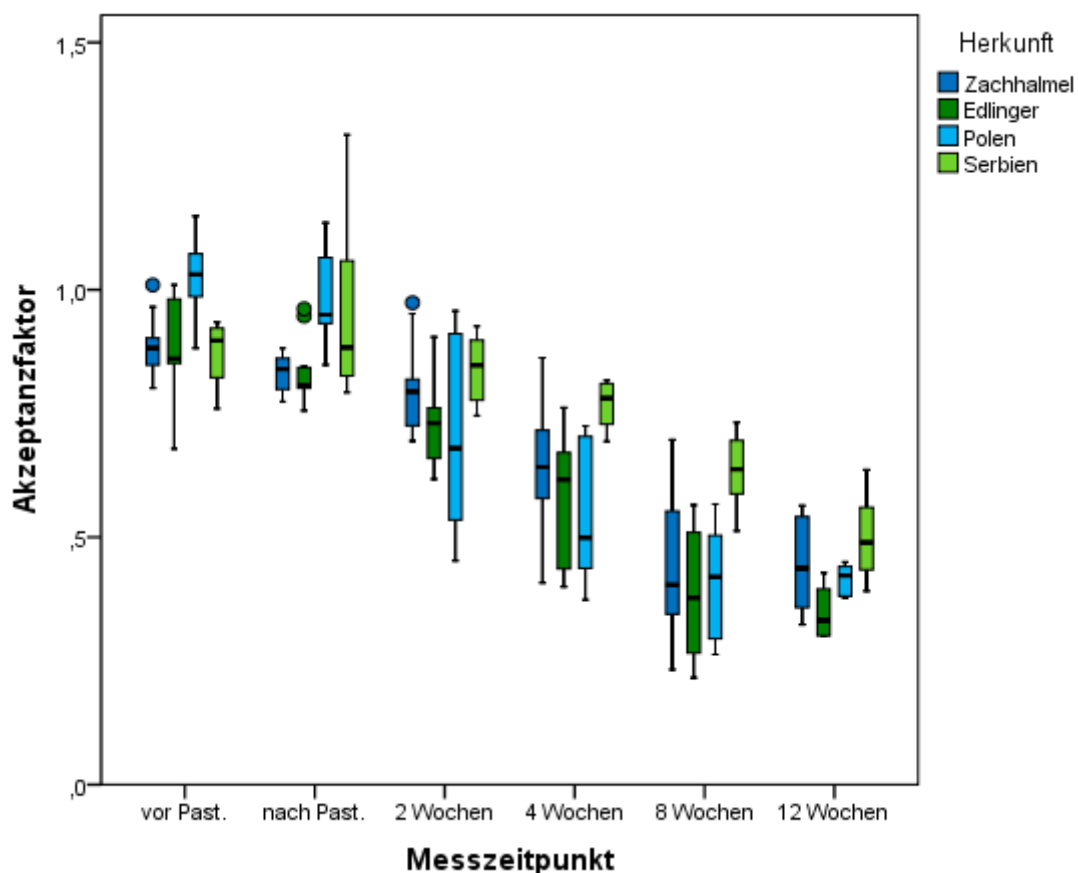


Abb. 114: Akzeptanzfaktor der Sorte *Elsanta* aus den verschiedenen Herkunft über die Zeit

Der Akzeptanzfaktor in Verbindung mit der Sortenart (Abb. 115) zeigte bereits vor dem Pasteurisieren einen Trend der sich bis zur zwölften Woche fortsetzte. Erdbeeren vom späten Sortentyp (*Symphony*) zeigten einen höheren Akzeptanzfaktor und somit höhere Farbstabilität als Erdbeeren von frühen Sorten (*Alba*, *Clery* und *Madeleine*). Der geringste mittlere Akzeptanzfaktor wurde bei den verwendeten Versuchssorten beim mittleren Sortentyp (*Elsanta*) festgestellt.

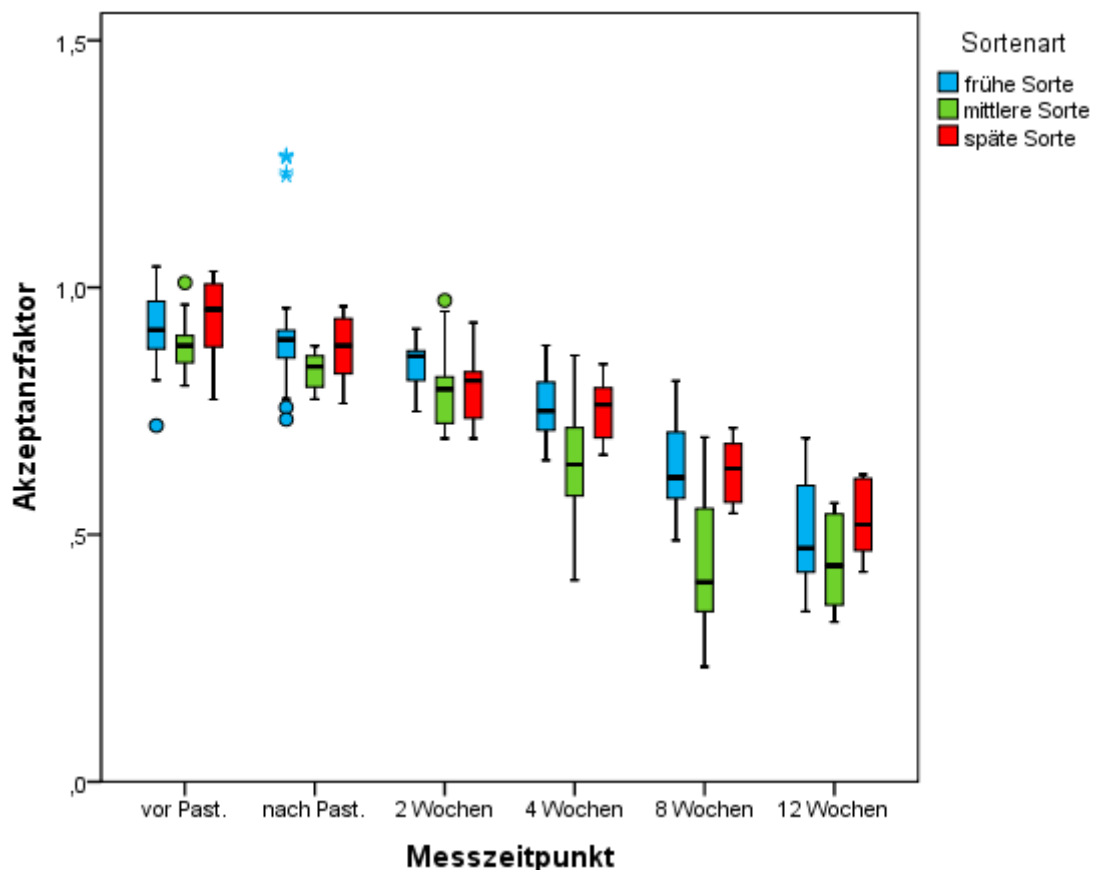


Abb. 115: Akzeptanzfaktor der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel anhand der Sortenart

Stellt man den Akzeptanzfaktor über einen Zeitraum von zwölf Wochen abhängig vom Erntewetter dar (Abb. 116), konnte man ab der vierten Woche einen Einfluss des Wetters erkennen. Erdbeeren, welche bei sonnigem Wetter reiften und geerntet wurden, zeigten einen etwas geringeren Akzeptanzfaktor als Erdbeeren, welche bei regnerischem Wetter reiften und geerntet wurden.

Dieser Zusammenhang widerspricht den Ergebnissen von GÖSSINGER et al. (2010a), da diese keinen signifikanten Einfluss der Witterung auf die Farbstabilität nachweisen konnten.

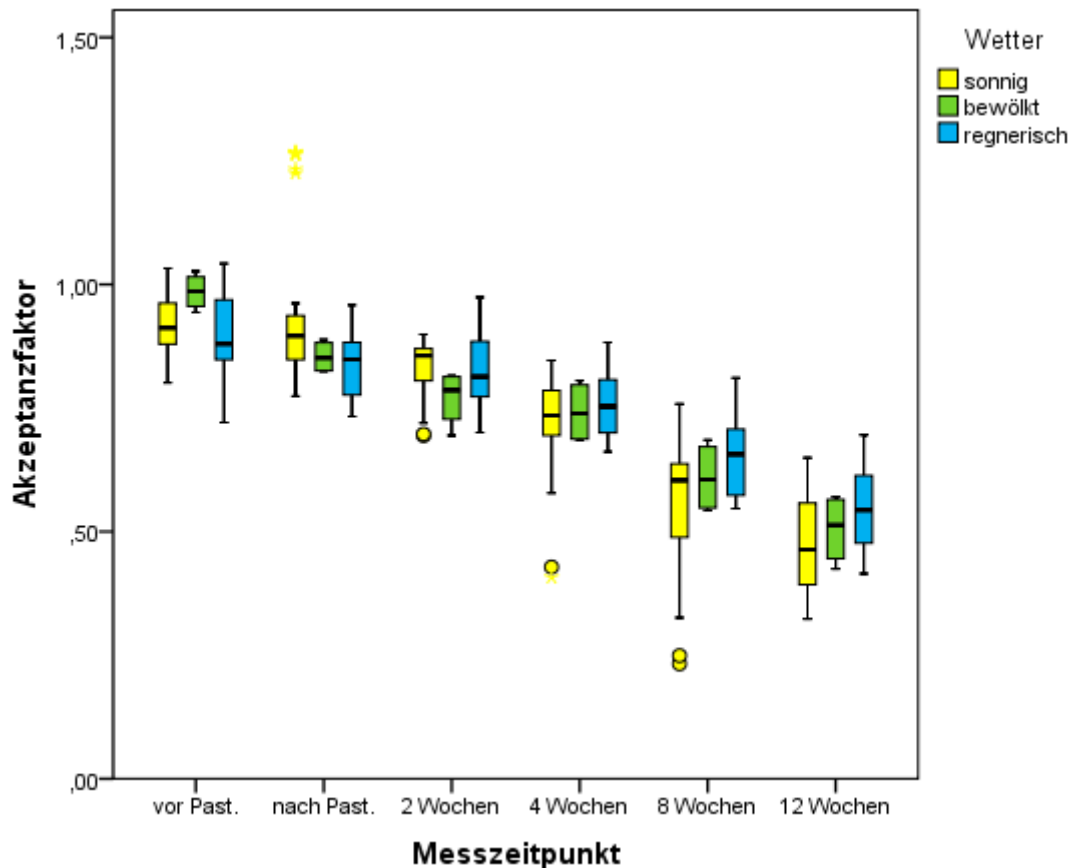


Abb. 116: Akzeptanzfaktor der einzelnen Sorten des Standortes Zachhalmel anhand des Wetters

6.2.9 Korrelationen

Dieses Kapitel zeigt anhand von durchgeführten Korrelationen ein positives oder negatives signifikantes Zusammenspiel der untersuchten Parameter wie Durchschnittsgewicht, Respiration, Festigkeit, L-Ascorbinsäure, °Brix, Säure, pH-Wert und Haltbarkeit. Diese Zusammenhänge werden in Tab. 26 zusammengefasst. Einige der ermittelten Korrelationen, wie zum Beispiel Säure und pH-Wert, sind aufgrund der chemischen Beziehungen leicht vorhersehbar. Es gibt jedoch auch Korrelationen, die ohne statistische Auswertung verborgen geblieben wären. Aufgrund der vorliegenden Messergebnisse konnte eine Korrelation zwischen Haltbarkeit und Parametern wie L-Ascorbinsäuregehalt und Festigkeit ermittelt werden, wobei der Parameter Festigkeit mit weiteren Faktoren wie Durchschnittsgewicht und L-Ascorbinsäuregehalt auf einem Signifikanzniveau von 0,01 und Respiration und Säuregehalt auf einem Signifikanzniveau von 0,05 zusammenhängen. Der L-Ascorbinsäuregehalt korrelierte mit dem °Brixgehalt, der Säure und der Festigkeit auf einem Signifikanzniveau von 0,01. Das Durchschnittsgewicht hingegen korrelierte mit dem L-Ascorbinsäuregehalt mit einem Wert von 0,203.

Die Haltbarkeit korrelierte mit beiden bereits aufgezählten Einflussfaktoren (Festigkeit und L-Ascorbinsäuregehalt) negativ, das heißt die Haltbarkeit ist bei geringer Festigkeit und geringem L-Ascorbinsäuregehalt größer. Somit konnte die Aussage getroffen werden, dass die Festigkeit ein wichtiger Parameter für den Frischmarkt und die verarbeitende Industrie ist. Für den Handel sind feste frische Erdbeeren von Bedeutung im Gegensatz zur Verarbeitungsindustrie, welche weiche farbstabile Früchte bevorzugt. GÖSSINGER et al. (2007) stellten ebenfalls fest, dass sich ein hoher L-Ascorbinsäuregehalt negativ auf die Farbstabilität auswirkt. Weitere untersuchte Parameter, die negativ korrelierten, sind °Brix und Gewicht sowie Säuregehalt und pH-Wert. Je höher der Gehalt an °Brix oder Säure, umso geringer war das Durchschnittsgewicht oder der pH-Wert der Erdbeeren.

Neben den bereits erwähnten negativen Korrelationen, die zum Teil die Haltbarkeit beeinflussten, konnten unterschiedlichste positive Korrelationen festgestellt werden. Es bestand zum Beispiel eine positive Korrelation zwischen Festigkeit und Durchschnittsgewicht als auch zwischen Festigkeit und L-Ascorbinsäuregehalt. Dies bedeutet, dass eine hohe Festigkeit zu hohen Gewichten und hohen L-Ascorbinsäuregehalten führt. Der Zusammenhang zwischen Festigkeit und L-Ascorbinsäure beruht auf der Tatsache, dass reife Erdbeeren im Vergleich zu vollreifen Früchten höhere Festigkeiten und auch höhere L-Ascorbinsäuregehalte besitzen (Abb. 70 und Abb. 80).

Weiters erkennt man positive Korrelationen zwischen L-Ascorbinsäurewerte und °Brix sowie Säuregehalten. Zudem besteht ein Zusammenhang zwischen Säure mit den Parametern °Brix und Respiration. Je höher der Säuregehalt, desto höher sind auch die °Brix- und Respirationswerte.

Tab. 26: Korrelationen des Versuchsplans 1

		Durchschnitts- gewicht [g]	Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Festigkeit [kg/cm ²]	L-Ascorbinsäure [mg/L]	°Brix	Säure [g/kg]	pH-Wert	Haltbarkeit [Wochen]
Durchschnitts- gewicht [g]	Korrelation nach Pearson	1	-,095	,352**	,203*	-,396**	-,164	,284*	-,174
	Signifikanz (2-seitig)		,317	,000	,033	,003	,226	,034	,066
	N	112	112	112	110	56	56	56	112
Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Korrelation nach Pearson	-,095	1	-,196*	,059	,333*	,371**	-,172	-,059
	Signifikanz (2-seitig)	,317		,038	,539	,012	,005	,206	,539
	N	112	112	112	110	56	56	56	112
Festigkeit [kg/cm ²]	Korrelation nach Pearson	,352**	-,196*	1	,365**	-,148	,291*	-,158	-,344**
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,038		,000	,277	,029	,245	,000
	N	112	112	112	110	56	56	56	112
L-Ascorbinsäure [mg/L]	Korrelation nach Pearson	,203*	,059	,365**	1	,416**	,453**	-,065	-,309**
	Signifikanz (2-seitig)	,033	,539	,000		,002	,001	,638	,001
	N	110	110	110	110	55	55	55	110
°Brix	Korrelation nach Pearson	-,396**	,333*	-,148	,416**	1	,476**	,051	-,138
	Signifikanz (2-seitig)	,003	,012	,277	,002		,000	,711	,312
	N	56	56	56	55	56	56	56	56
Säure [g/kg]	Korrelation nach Pearson	-,164	,371**	,291*	,453**	,476**	1	-,582**	-,129
	Signifikanz (2-seitig)	,226	,005	,029	,001	,000		,000	,344
	N	56	56	56	55	56	56	56	56
pH-Wert	Korrelation nach Pearson	,284*	-,172	-,158	-,065	,051	-,582**	1	-,063
	Signifikanz (2-seitig)	,034	,206	,245	,638	,711	,000		,643
	N	56	56	56	55	56	56	56	56
Haltbarkeit [Wochen]	Korrelation nach Pearson	-,174	-,059	-,344**	-,309**	-,138	-,129	-,063	1
	Signifikanz (2-seitig)	,066	,539	,000	,001	,312	,344	,643	
	N	112	112	112	110	56	56	56	112

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

6.3 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchungen der Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase dargestellt, mit dem Proteingehalt verknüpft und aus beiden Werten die spezifische Enzymaktivität berechnet.

6.3.1 Vorversuche

Zu Beginn wurden Vergleiche der Enzymaktivitäten und Proteingehalte gemacht, um zu ermitteln, welche Probenart (Erdbeeren und Mark) und Gefriertemperatur (-18 °C und -80 °C) sich am besten für die Analysen eignen.

6.3.1.1 Vergleich der Enzymaktivitäten

Zunächst wurde ein Vergleich der Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase zwischen den verschiedenen Probenarten und den Gefriertemperaturen vorgenommen. Wie man anhand der Abb. 117 erkennen kann, wiesen Erdbeeren und Mark, welche bei -18 °C tiefgefroren wurden, geringere Enzymaktivitäten auf als die bei -80 °C schockgefrorenen Proben. Weiters ist zu sehen, dass sich die Erdbeeren bei -80 °C deutlich von jenen bei -18 °C unterschieden, mit Ausnahme von den Proben A/Z/3/vr und S/Z/2/r. Jedoch waren auch bei diesen Proben die Erdbeeren bei -80 °C höher als bei -18 °C. Auch bei den Markproben waren die Enzymaktivitäten bei den -80 °C schockgefrorenen höher als bei den -18 °C gelagerten Proben.

Wie Tab. 27 zeigt, lag die durchschnittliche Enzymaktivität der Polyphenoloxidase bei Erdbeeren -80 °C bei 0,0054 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ und schwankte zwischen 0,0029 und 0,0076 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Die Enzymaktivität von Mark -18 °C lag im Mittel bei 0,0022 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ und schwankte zwischen 0,0017 und 0,0028 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Weiters können in Tab. 27 die Werte für die restlichen Proben abgelesen werden.

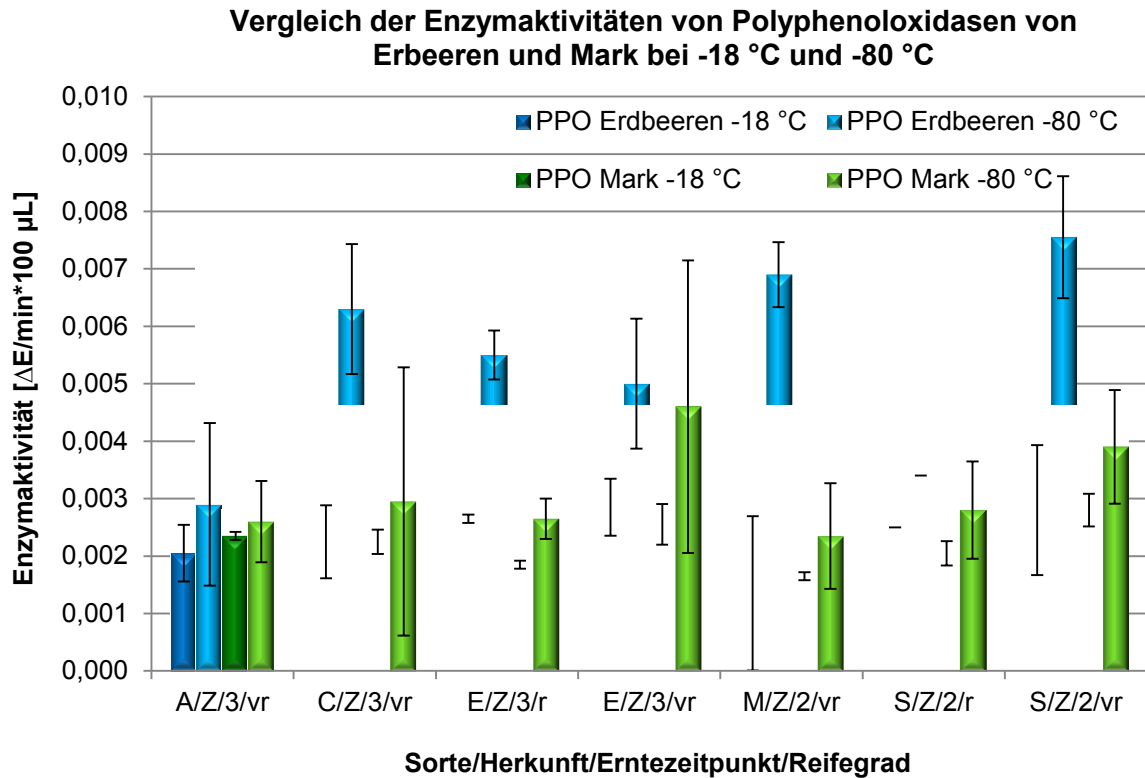


Abb. 117: Vergleich der Enzymaktivitäten [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

Tab. 27: Enzymaktivitäten und Standardabweichungen [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] der Polyphenoloxidase (PPO) von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

Probenart/Gefriertemperatur	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Erdbeeren -18°C	0,0024	0,0014	0,0029	0,0006
Erdbeeren -80°C	0,0054	0,0029	0,0076	0,0008
Mark -18°C	0,0022	0,0017	0,0028	0,0002
Mark -80°C	0,0031	0,0023	0,0046	0,0012

Beim Vergleich der Enzymaktivitäten der Peroxidase von allen Probenarten und Gefriertemperaturen (Abb. 118), erkennt man ein identes Verlaufsschema der Proben. Erdbeeren und Mark, die bei -18 °C tiefgefroren wurden, wiesen geringere Enzymaktivitäten auf als Erdbeeren und Mark, die bei -80 °C schockgefroren wurden. Auch zu erwähnen ist, dass Mark bei -18 °C und bei -80 °C höhere Wertunterschiede aufwiesen als bei der Polyphenoloxidase.

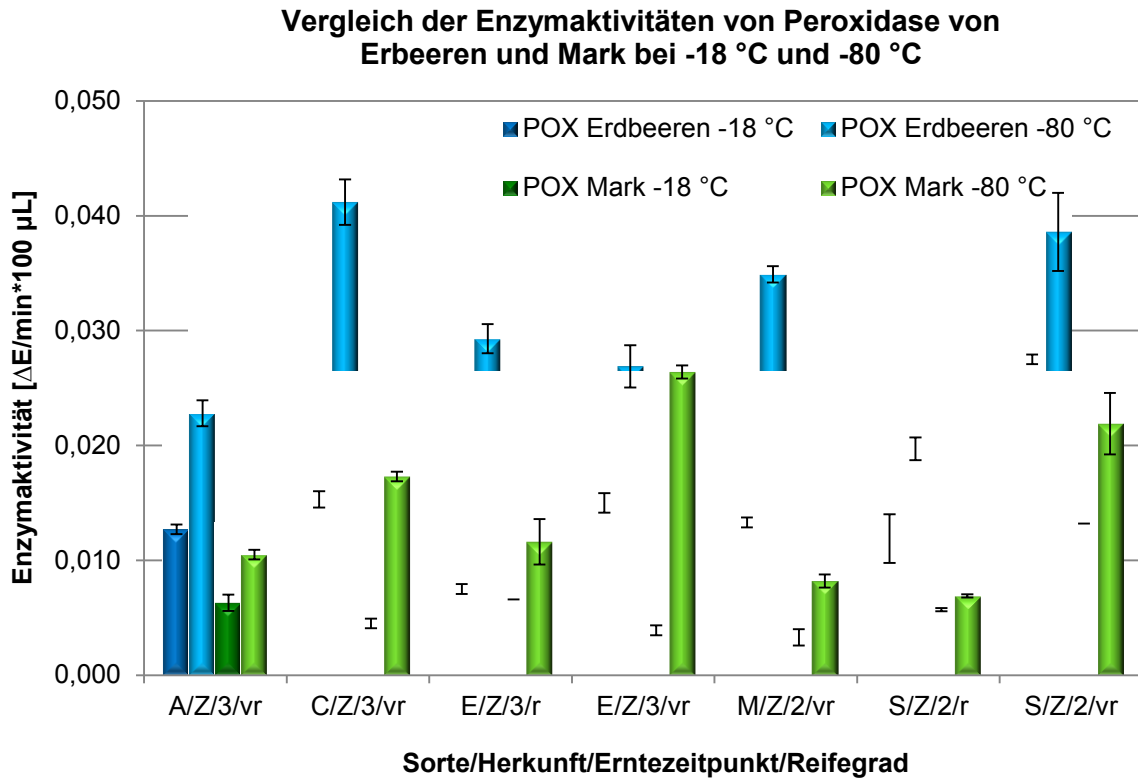


Abb. 118: Vergleich der Enzymaktivitäten [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

Tab. 28 zeigt, dass Erdbeeren bei -80 °C eine durchschnittliche Peroxidase-Enzymaktivität von $0,0305 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ aufwiesen, welche zwischen $0,0197$ und $0,0412 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ schwankte. Bei Mark -18 °C lag der Durchschnittswert der Enzymaktivität bei $0,0062 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ und schwankte zwischen $0,0033$ und $0,0132 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Die Enzymaktivitäten der weiteren Proben sind ebenfalls in Tab. 28 angeführt.

Tab. 28: Enzymaktivitäten und Standardabweichungen [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] der Peroxidase (POX) von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

Probenart/Gefriertemperatur	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Erdbeeren -18 °C	0,0147	0,0075	0,0275	0,0008
Erdbeeren -80 °C	0,0305	0,0197	0,0412	0,0016
Mark -18 °C	0,0062	0,0033	0,0132	0,0003
Mark -80 °C	0,0147	0,0069	0,0264	0,0010

Vergleicht man die mittleren Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase der gesamten Proben, so erkennt man, dass die Aktivität der Polyphenoloxidase bei allen Proben deutlich niedriger war als die Aktivität der Peroxidase. Im Schnitt war die Enzymaktivität der Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80 °C

um 5,6 Mal niedriger als die der Peroxidase. Der geringste Unterschied der Enzymaktivitäten konnte bei den Markproben bei -18 °C festgestellt werden. Hier war die Polyphenoloxidase-Aktivität nur 2,8 Mal niedriger als die Peroxidase-Aktivität.

6.3.1.2 Vergleich der Proteingehalte

Ein weiterer Vergleich wurde anhand des Proteingehalts aus der Probenaufbereitung von Polyphenoloxidase und Peroxidase vorgenommen, welche sich ebenfalls durch die Probenart und Gefriertemperatur unterschied. Grundsätzlich sollten annähernd die gleichen Proteingehalte aus den beiden Aufbereitungen ermittelt werden. In den nachfolgenden Darstellungen (Abb. 119 – Polyphenoloxidase und Abb. 120 – Peroxidase) ist das gleiche Probenschema wie auch schon bei der Enzymaktivität zu erkennen. Erdbeer- und Markproben, welche bei -80 °C schockgefroren wurden, hatten einen höheren Proteingehalt als Erdbeeren und Mark, die bei -18 °C tiefgefroren wurden. Aus Erdbeerproben bei -80 °C konnte der höchste Proteingehalt ermittelt werden.

In Tab. 29 sind die Durchschnitts-, Minimal- und die Maximalproteingehalte aus der Probenaufbereitung von Polyphenoloxidase und Peroxidase ersichtlich. Den höchsten Proteingehalt zeigten Erdbeeren bei -80 °C. Dieser lag bei der Polyphenoloxidase-Aufbereitung bei 15,58 µg/100 µL und schwankte zwischen 9,64 und 20,41 µg/100 µL. Bei der Peroxidase war der Gehalt etwas höher, lag im Mittel bei 15,83 µg/100 µL und bewegte sich zwischen 9,47 und 20,33 µg/100 µL. Die niedrigsten Proteingehalte wiesen bei beiden Methoden die Markproben bei -18 °C auf, welche ebenfalls in Tab. 29 ersichtlich sind.

Des Weiteren sind die Proteingehalte der weiteren Proben angeführt. Im Vergleich der durchschnittlichen Standardabweichungen der beiden Methoden wurde festgestellt, dass die Bestimmung des Proteingehalts aus der Probenaufarbeitung für Polyphenoloxidase eine geringere Standardabweichung aufwies und somit die genaueren Ergebnisse lieferte. Dies konnte durchgehend über alle Probengruppen (Erdbeeren -18°C, Erdbeeren -80°C, Mark -18 °C, Mark -80 °C) festgestellt werden. Die durchschnittlichen Standardabweichungen der Proteingehalte aus Polyphenoloxidase und Peroxidase der einzelnen Probengruppen werden ebenfalls in der Tab. 29 angeführt.

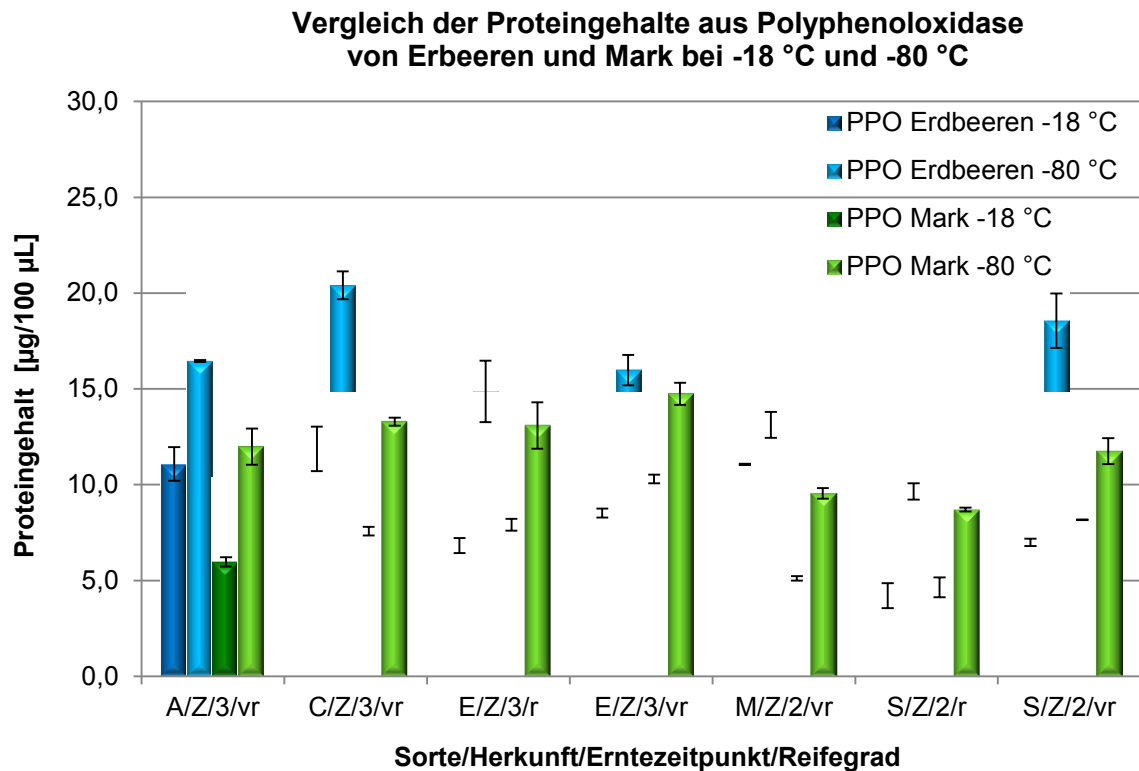


Abb. 119: Vergleich der Proteingehalte [µg/100 µL] aus Polyphenoloxidase von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

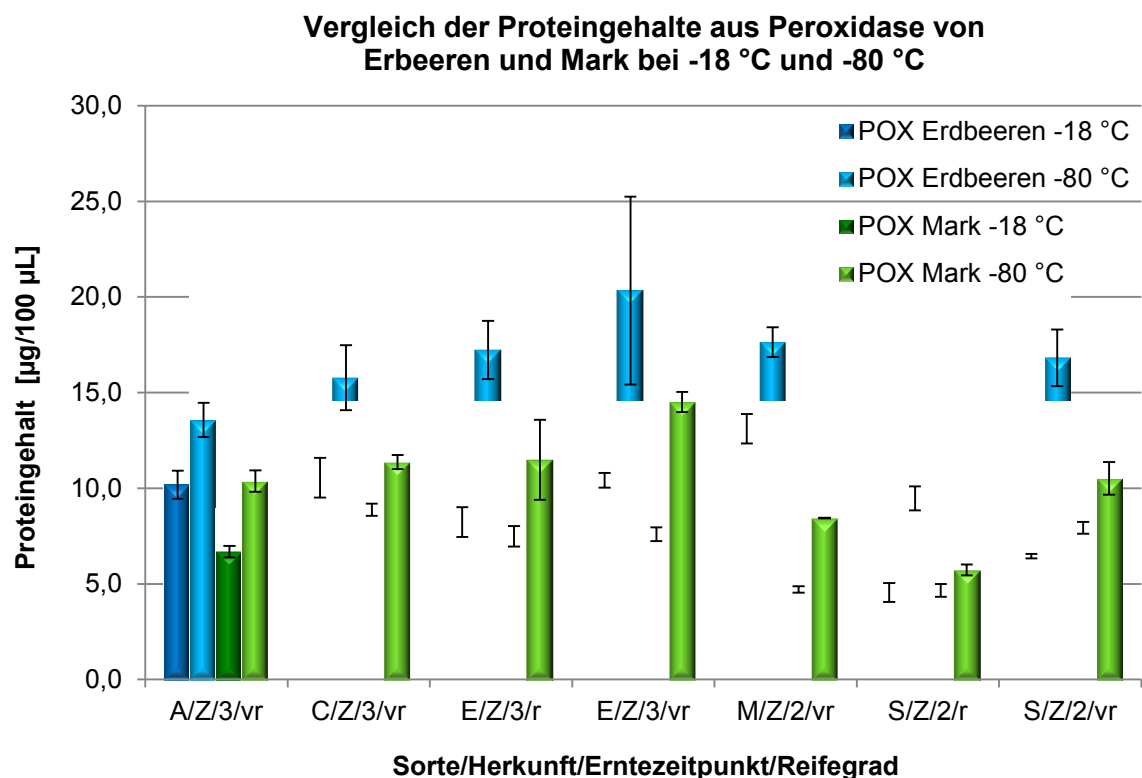


Abb. 120: Vergleich der Proteingehalte [µg/100 µL] aus Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18 °C und -80 °C

Tab. 29: Proteingehalte und Standardabweichungen [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] aus Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren und Mark bei -18°C und -80°C

Polyphenoloxidase (PPO)				
Probenart/Gefriertemperatur	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Erdbeeren -18°C	8,65	4,21	11,86	0,51
Erdbeeren -80°C	15,58	9,64	20,41	0,811
Mark -18°C	7,10	4,65	10,30	0,24
Mark -80°C	11,87	8,70	14,75	0,57
Peroxidase (POX)				
Probenart/Gefriertemperatur	Mittelwert	Minimum	Maximum	Standardabweichung
Erdbeeren -18°C	9,07	4,55	13,11	0,62
Erdbeeren -80°C	15,83	9,47	20,33	1,70
Mark -18°C	6,85	4,65	8,87	0,33
Mark -80°C	10,35	5,73	14,51	0,67

6.3.2 Ergebnisse des Versuchsplans 2

Um aussagekräftige Enzymaktivitäten und Proteingehalte von Erdbeeren nach einer bestimmten Zeit zu erhalten, müssten Erdbeeren bei -80°C gelagert werden. Bei Lagerung bei -18°C , egal ob Erdbeeren oder Mark, kam es zu erheblichen Verlusten der Enzymaktivitäten und Proteingehalte. Auch durch die Verarbeitungsstufe von Erdbeeren zu Mark wurden die Enzymaktivität und der Proteingehalt abgebaut. Dies wurde auch durch STICH et al. (2009) und GÖSSINGER et al. (2009d) bestätigt. Eine mögliche Ursache für dieses Phänomen liegt in der höheren Stabilität der Enzyme bei tieferen Temperaturen. Zusätzlich kam es beim langsamen Gefrieren bei -18°C zur Bildung von größeren Eiskristallen und somit zur Zerstörung der Enzyme (GÖSSINGER et al., 2009d). Die tatsächliche Auswertung des Versuchsplans 2 wurde daher mit -80°C gelagerten Erdbeeren durchgeführt.

6.3.2.1 Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase

In der folgenden Abb. 121 sieht man den Vergleich der Enzymaktivitäten zwischen Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren, die bei -80°C schockgefroren wurden. Wie bereits in Kapitel 6.3.2.1 erwähnt, wies die Polyphenoloxidase-Aktivität durchgehend einen deutlich niedrigeren Wert auf als die Peroxidase-Aktivität. Dies bestätigen auch STICH et al. (2009). Die durchschnittliche Enzymaktivität der Polyphenoloxidase lag bei $0,0053 \Delta\text{E}/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ und

schwankte zwischen 0,0023 und 0,0117 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Die Peroxidase-Aktivität betrug im Mittel 0,0288 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ und lag zwischen 0,0175 und 0,0535 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Ebenfalls zu erkennen ist, dass die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die Enzymaktivitäten hatten. Dies wird jedoch in den nachfolgenden Grafiken näher erläutert.

Abb. 122 zeigt den Unterschied der Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase anhand der untersuchten Sorten. Grundsätzlich ist erkennbar, dass der Median der Enzymaktivität bei den vollreif geernteten Erdbeeren, mit Ausnahme der Sorte *Elsanta*, höher war als bei den reif geernteten Früchten. Die höchste mittlere Enzymaktivität konnte bei den vollreifen Erdbeeren der Sorte *Symphony* festgestellt werden. Sie lag bei 0,0078 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Die Sorte *Alba* erreichte bei beiden Reifegraden den niedrigsten Wert, im Gegensatz zu den anderen Sorten.

In Tab. 30 sind die durchschnittlichen Polyphenoloxidase-Enzymaktivitäten der einzelnen Sorten unabhängig von den Reifegraden angeführt. Die Sorte *Alba* hatte die geringste mittlere Enzymaktivität mit 0,0027 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Trotz der hohen Enzymaktivität der Sorte *Symphony* vollreif, hatte die Sorte *Elsanta* die höchste durchschnittliche Enzymaktivität mit 0,0067 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$, jedoch dicht gefolgt von *Symphony*. Im Mittelfeld lagen die Sorten *Madeleine* und *Clery*. Bereits in Abb. 122 ist deutlich zu erkennen, dass sich die Sorte *Alba* von den weiteren Erdbeersorten unterschied. Dies wurde auch durch den Test auf Homogenität bestätigt (Tab. 30). Die Sorte *Alba* unterschied sich somit signifikant von den Sorten *Madeleine*, *Symphony* und *Elsanta*, jedoch nicht von der Sorte *Clery*. Aus diesem Grund kann angenommen werden, dass die Enzymaktivität teilweise von der Sorte abhängig war.

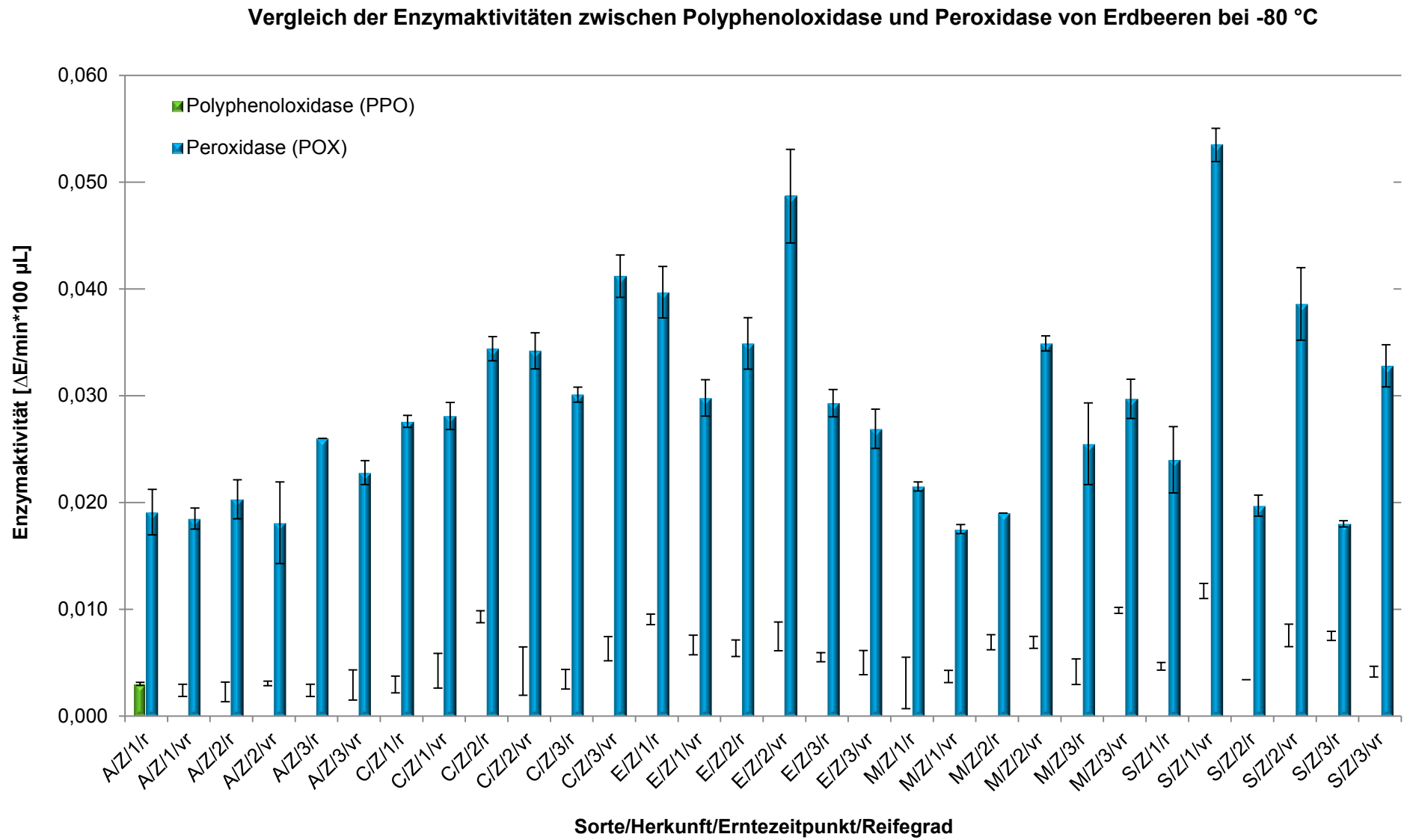


Abb. 121: Vergleich der Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] zwischen Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeeren bei -80 °C

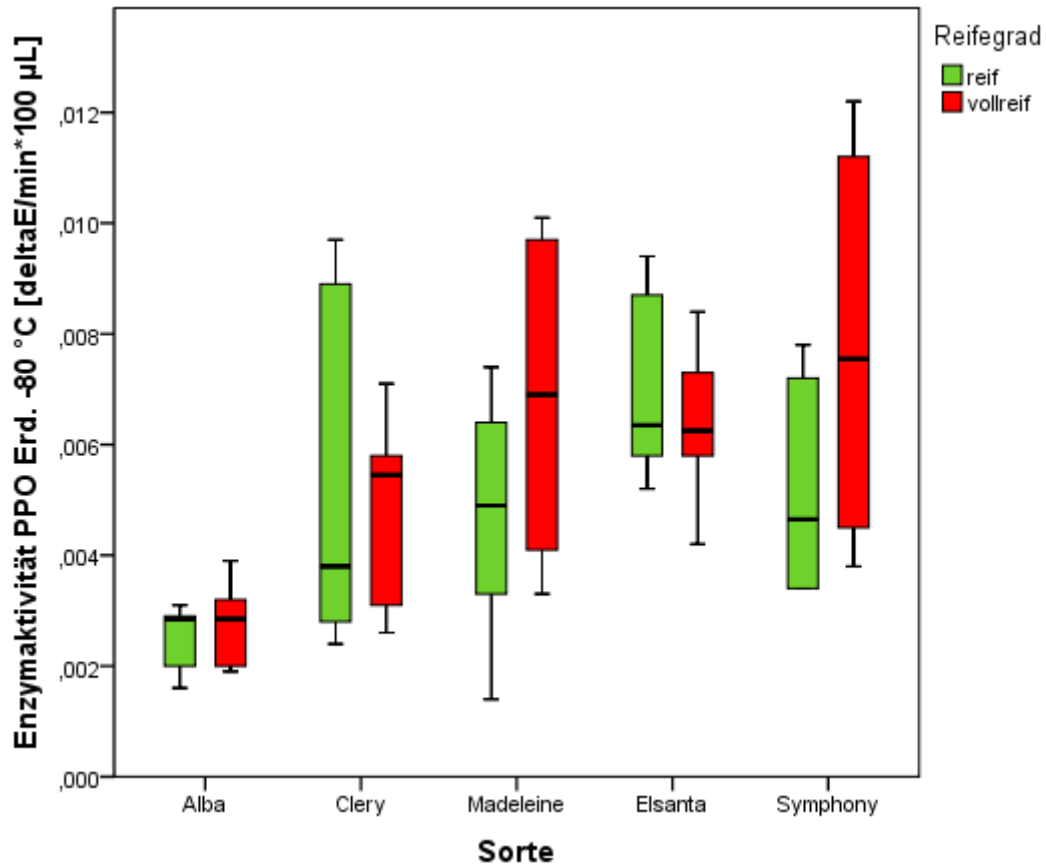


Abb. 122: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten

Tab. 30: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Polyphenoloxidase-Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe	
		1	2
<i>Alba</i>	12	,0027	
<i>Clery</i>	12	,0051	,0051
<i>Madeleine</i>	12		,0058
<i>Symphony</i>	12		,0065
<i>Elsanta</i>	12		,0067
Sig.		,074	,409

In Abb. 123 werden die Enzymaktivitäten der Peroxidase anhand der verschiedenen Sorten gezeigt. Die Aussage, dass die Enzymaktivität bei vollreifen Erdbeeren höher ist, konnte hier nicht eindeutig getroffen werden, da sie bei den Sorten *Alba* und *Elsanta* niedriger war. Der höchste mittlere Enzymaktivitätsunterschied zwischen reifen und vollreifen Früchten wurde bei der Sorte *Symphony* festgestellt. Er betrug $0,0211 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Generell war die Enzymaktivität der Peroxidase deutlich höher als die der Polyphenoloxidase. Dies wurde bereits in Kapitel 6.3.1.1 erwähnt. In Tab. 31 sind die Peroxidase-

Enzymaktivitäten der einzelnen Sorten unabhängig von den Reifegraden ersichtlich. Die Sorte *Alba* wies wie bei der Polyphenoloxidasase im Gegensatz zu den anderen Sorten die niedrigste Enzymaktivität mit $0,0208 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ auf. Die Sorte *Elsanta* hatte die höchste Enzymaktivität mit $0,0349 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Im Mittelfeld bewegten sich die Erdbeersorten *Madeleine*, *Clery* und *Symphony*.

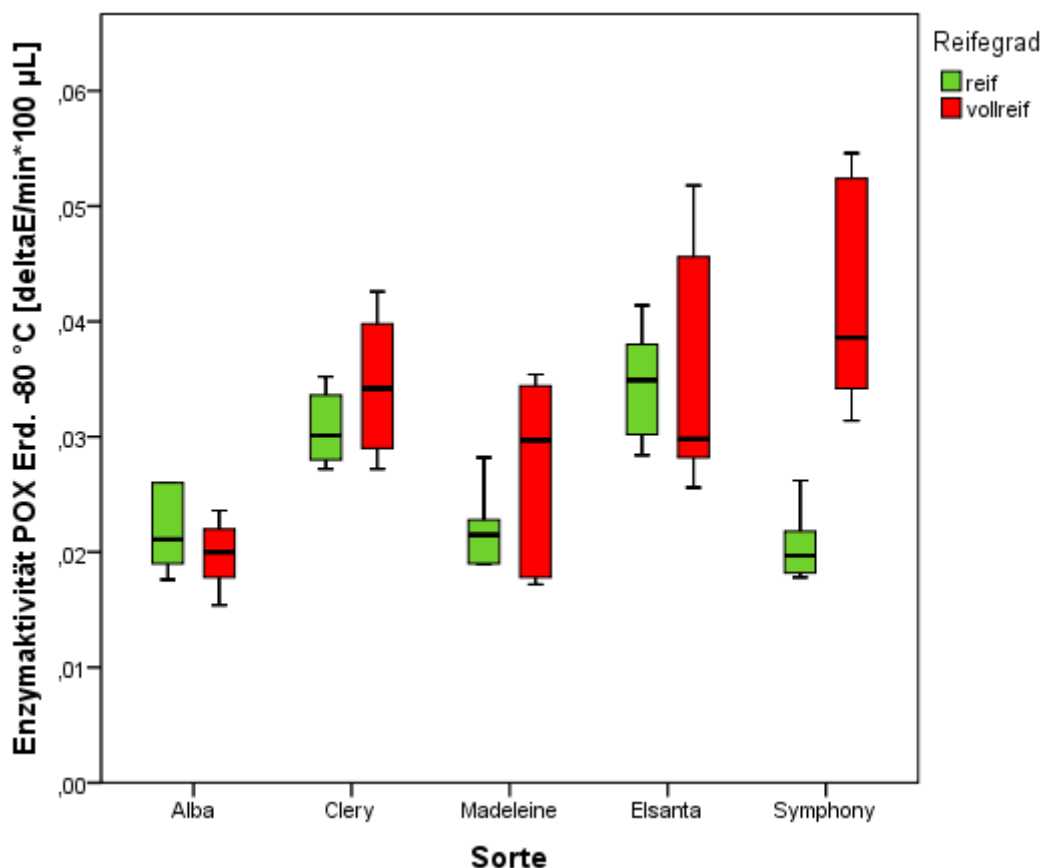


Abb. 123: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten

Um einen genauen Unterschied zwischen den Sorten herauszufinden, wurde ein Homogenitätstest durchgeführt (Tab. 31). Dabei wurden drei homogene Gruppen ermittelt. Die Sorte *Alba* unterschied sich auf einem Signifikanzniveau von 0,05 eindeutig von den Sorten *Symphony*, *Clery* und *Elsanta*, jedoch nicht von der Sorte *Madeleine*. *Madeleine* unterschied sich weiters von *Elsanta*. Nicht signifikant unterschieden sich die Sorten *Madeleine*, *Symphony* und *Clery* (Untergruppe 2). Auch hier bestätigt sich die Aussage, dass die Enzymaktivität teilweise von der Sorte abhängig ist.

Tab. 31: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit der Peroxidase-Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe		
		1	2	3
<i>Alba</i>	12	,0208		
<i>Madeleine</i>	12	,0247	,0247	
<i>Symphony</i>	12		,0311	,0311
<i>Clery</i>	12		,0326	,0326
<i>Elsanta</i>	12			,0349
Sig.		,748	,115	,765

Werden die Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidase anhand der Erntezeitpunkte verglichen (Abb. 124), sieht man, dass die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die Enzymaktivitäten hatten. Teilweise streuten die Werte relativ stark, wie bei den Sorten *Clery*, *Madeleine* und *Symphony* ersichtlich ist.

Ein ähnliches Bild ergab sich, wenn man die Enzymaktivitäten der Peroxidase verglich (Abb. 125). Auch hier hatten die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die Enzymaktivitäten. Die Sorte *Symphony* zeigte im Vergleich mit den anderen Sorten eine erhöhte Streuung der Werte. Aufgrund dieser beiden Diagramme konnte keine Korrelation zwischen der Polyphenoloxidase-Aktivität und der Peroxidase-Aktivität festgestellt werden, da sich beinahe bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorte *Madeleine*, kein einheitliches Muster zeigte.

Auch das Wetter hatte, wie in Abb. 126 und Abb. 127 ersichtlich, keinen bedeutenden Einfluss auf die Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidase und Peroxidase. Die Streuung der Werte war wie auch schon bei den Erntezeitpunkten bei der Polyphenoloxidase-Aktivität höher als bei der Peroxidase-Aktivität. Weiters konnte kein Zusammenhang zwischen den beiden Enzymaktivitäten festgestellt werden.

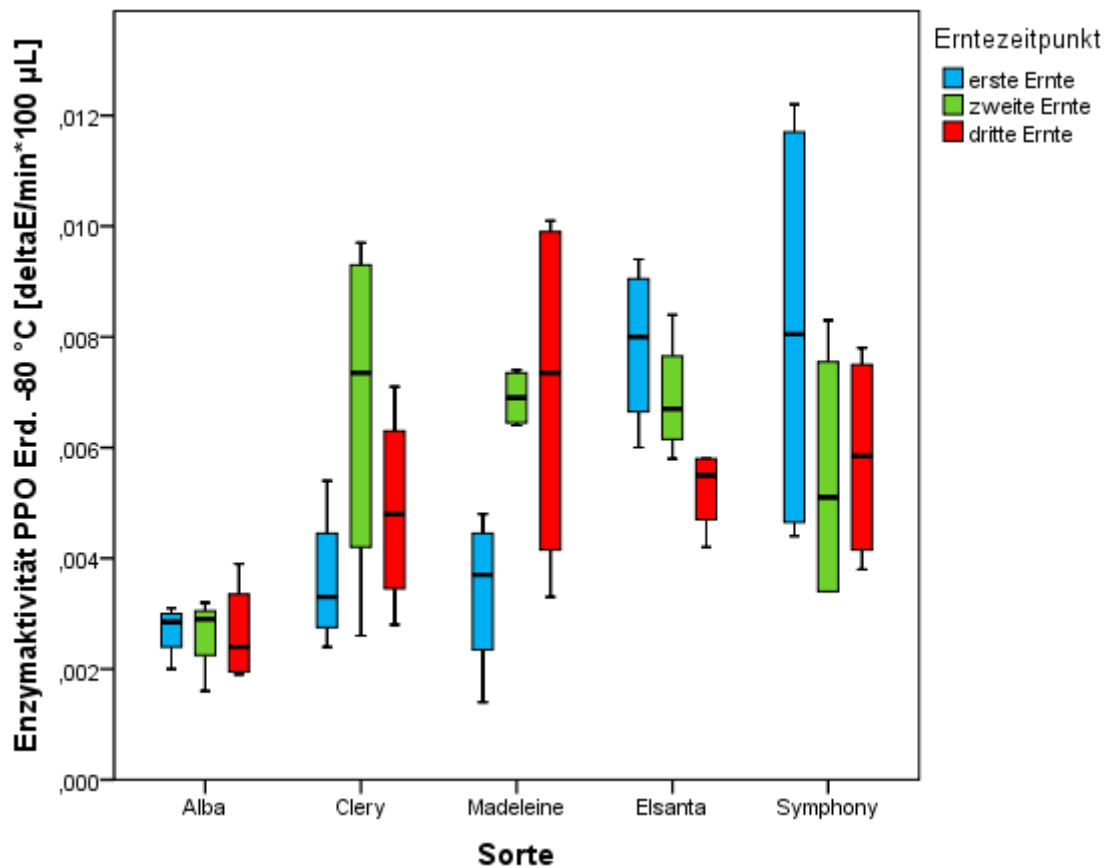


Abb. 124: Enzymaktivität [$\Delta E/min \cdot 100 \mu L$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkte

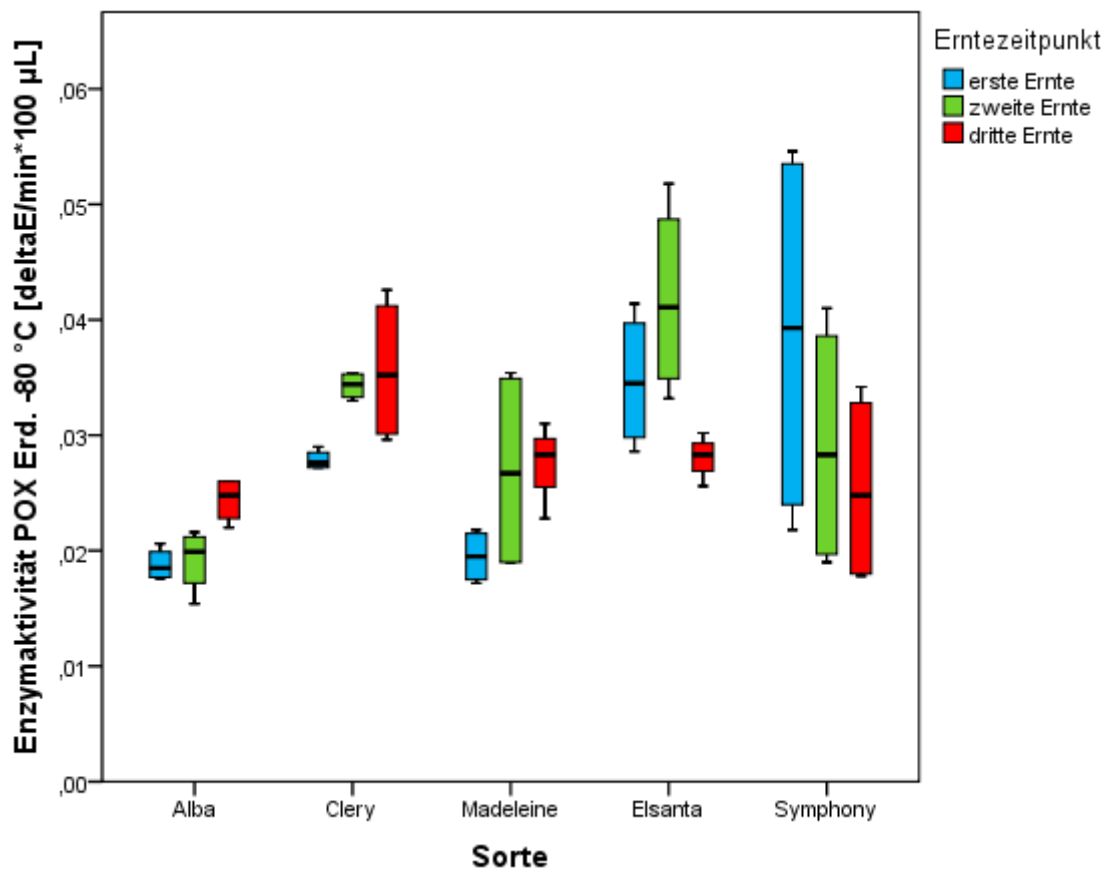


Abb. 125: Enzymaktivität [$\Delta E/min \cdot 100 \mu L$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkte

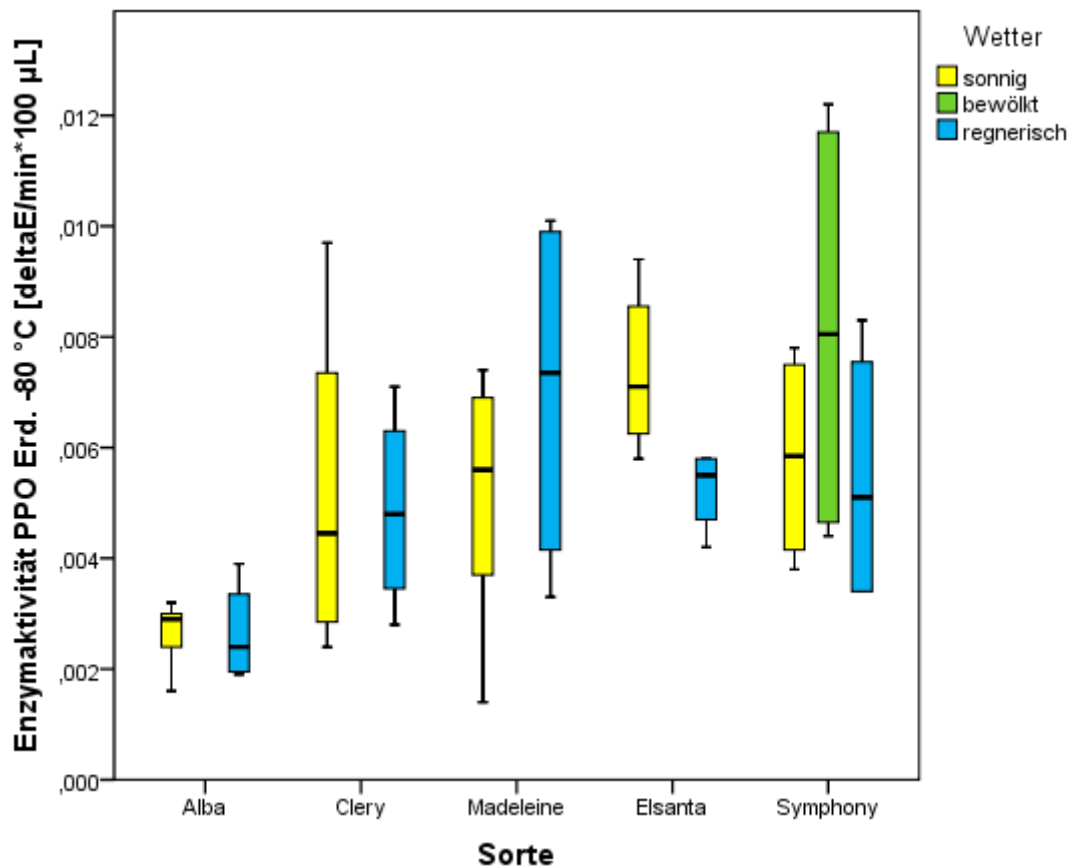


Abb. 126: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

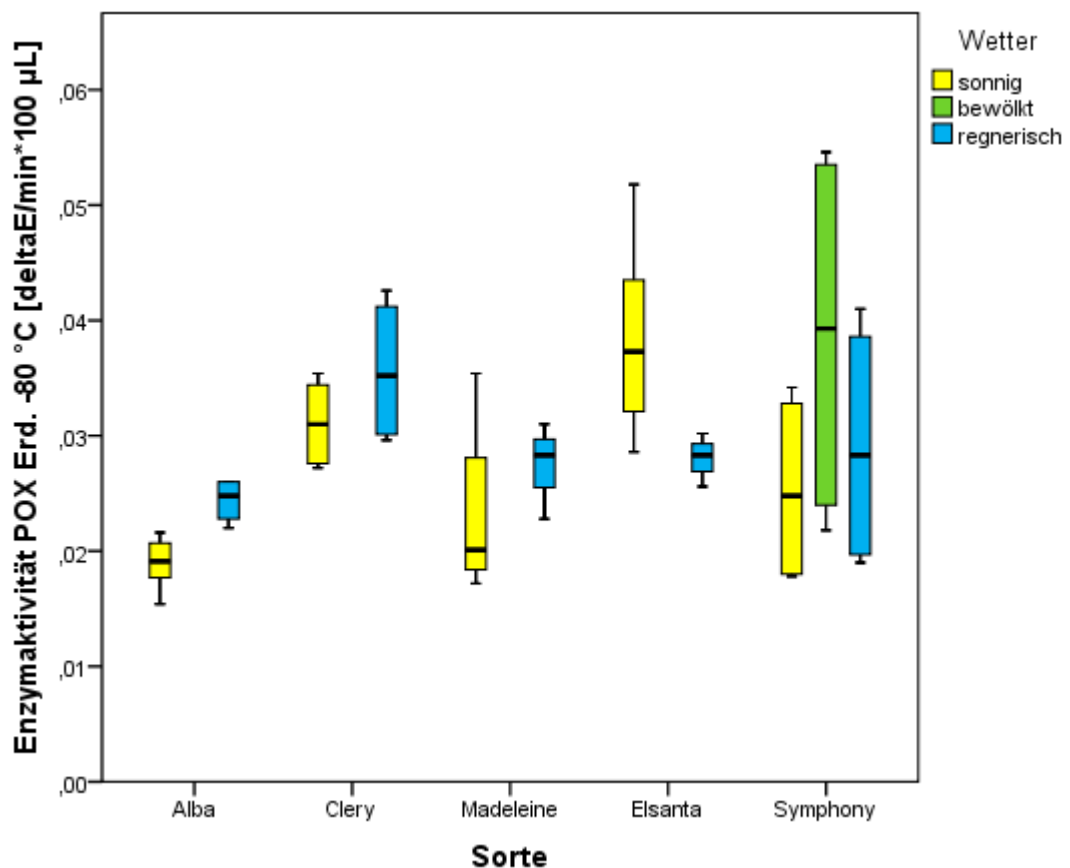


Abb. 127: Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

6.3.2.2 Proteingehalt aus Polyphenoloxidase und Peroxidase

Abb. 128 zeigt den Vergleich der Proteingehalte aus Polyphenoloxidase und Peroxidase von Erdbeerenproben, welche bei -80 °C schockgefroren wurden. Wie bereits in Kapitel 6.3.2.2 erwähnt wurde, sollten die Proteingehalte aus den verschiedenen Probenaufbereitungen (aus Polyphenoloxidase und Peroxidase) annähernd gleich sein. Der durchschnittliche Proteingehalt aus Polyphenoloxidase lag bei 14,40 µg/100 µL und schwankte zwischen 4,25 und 22,12 µg/100 µL. Der Proteingehalt aus der Peroxidase-Aufbereitung betrug im Mittel 14,45 µg/100 µL und streute zwischen 4,57 und 21,76 µg/100 µL Rohextrakt. Die beiden Analysen waren in etwa gleichzusetzen. Dies zeigten auch die mittleren Standardabweichungen der Polyphenoloxidase-Aufbereitung mit 0,93 µg/100 µL und der Peroxidase-Aufbereitung mit 1,09 µg/100 µL. Somit war die Methode aus der Polyphenoloxidase etwas besser als die Peroxidase-Analyse. Jedoch waren bei beiden Methoden im Vergleich zu den Literaturwerten die Messwerte etwas erhöht. GÖSSINGER et al. (2010a) ermittelten deutlich niedrigere Werte, welche zwischen 0,5 und 10,0 µg/100 µL lagen.

Wie auch bei den Enzymaktivitäten streuten jedoch die Werte der gesamten Versuchsproben in Abhängigkeit von Sorte, Reifegrad und Erntezeitpunkt relativ stark. Dies wird in den nachfolgenden Grafiken noch näher erläutert.

In Abb. 129 sieht man den Unterschied der Proteingehalte aus der Polyphenoloxidase-Aufbereitung und der einzelnen Sorten. Grundsätzlich ist zu erkennen, dass der Proteingehalt, mit Ausnahme der Sorte *Alba*, bei den vollreif geernteten Erdbeeren höher war als bei den reif geernteten Früchten. Der höchste durchschnittliche Proteingehalt konnte bei den vollreifen Erdbeeren der Sorte *Clerj* mit 19,18 µg/100 µL festgestellt werden. Dies bestätigt die Aussage von STICH et al. (2009), welche besagten, dass der Proteingehalt abhängig vom Reifestadium ist. Der klare Trend, je später die Erdbeeren geerntet wurden, desto geringer ist ihr Proteingehalt (GÖSSINGER et al., 2010a), konnte durch die Ergebnisse der Proteingehalte aus Polyphenoloxidase und Peroxidase in dieser Arbeit nicht verifiziert werden. Den niedrigsten mittleren Proteingehalt, ohne Berücksichtigung des Reifegrades, erreichte die Sorte *Alba*. Weiters sieht man bei den Sorten *Alba* und *Symphony* eine hohe Streuung der Proteingehalte.

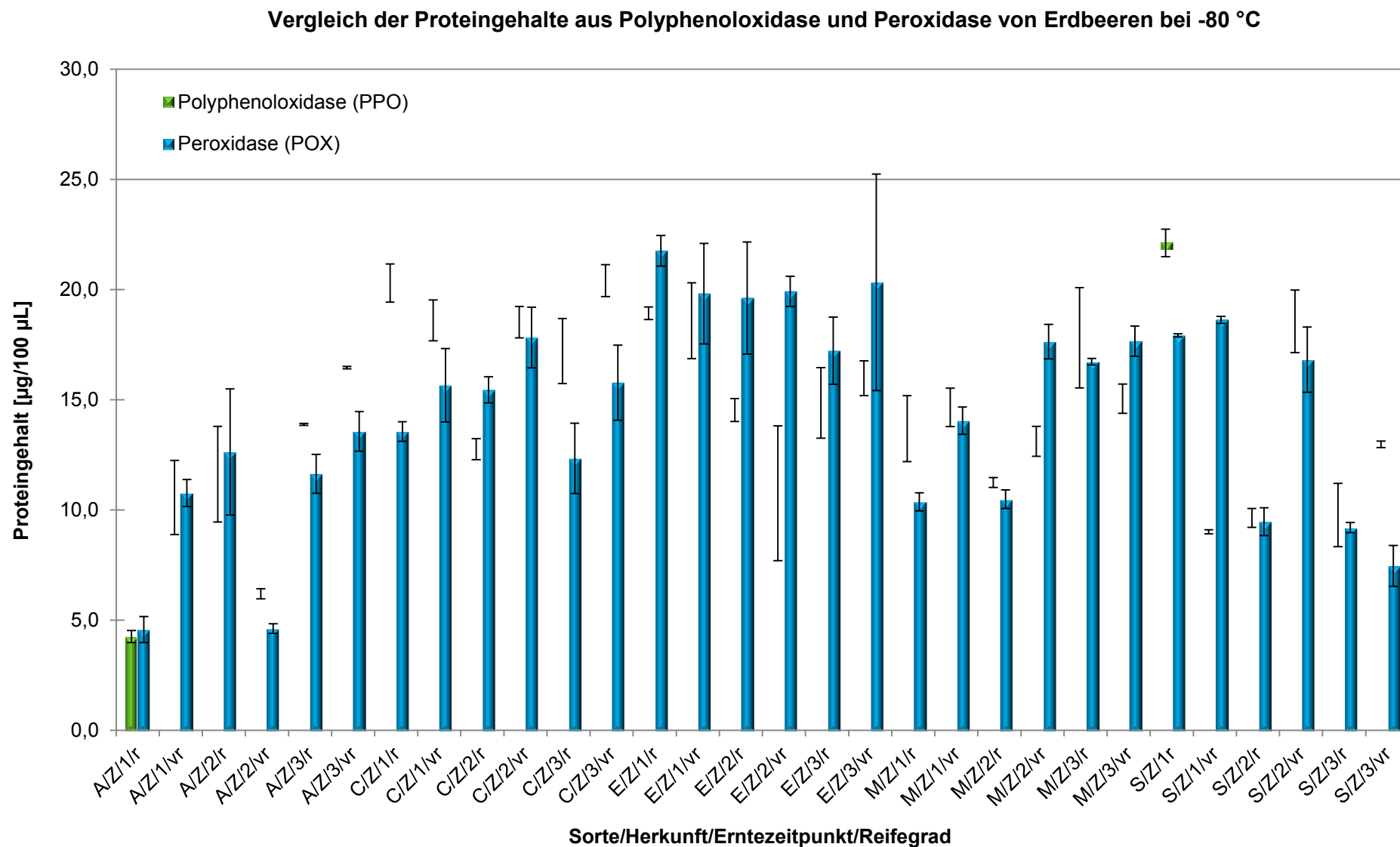


Abb. 128: Vergleich der Proteingehalte [µg/100 µL] aus Polyphenoloxidasen und Peroxidasen von Erdbeeren bei -80 °C

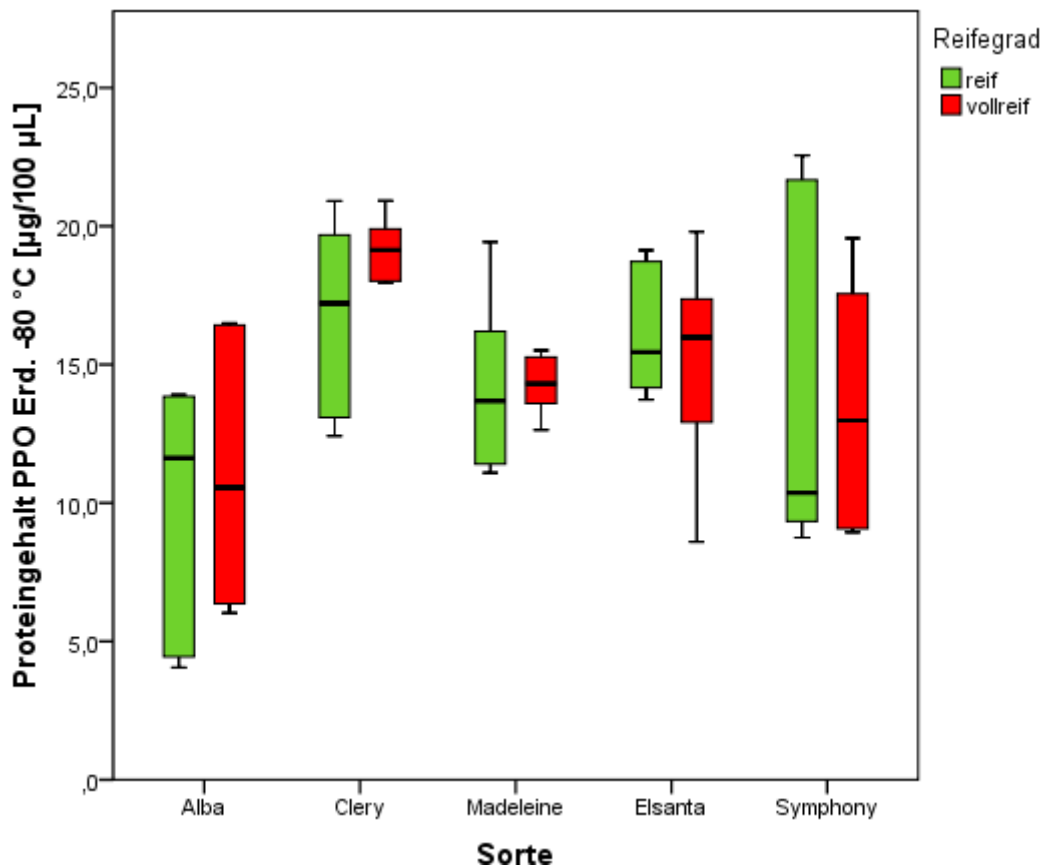


Abb. 129: Proteingehalt (PPO) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei $-80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ der verschiedenen Sorten

Tab. 32 zeigt die durchschnittlichen Proteingehalte aus der Polyphenoloxidas-Aufbereitung der einzelnen Sorten unabhängig von den Reifegraden. Hier lässt sich eindeutig erkennen, dass die Sorte *Alba* den geringsten Proteingehalt mit $10,50 \mu\text{g}/100 \mu\text{L}$ und die Sorte *Clery* mit $17,97 \mu\text{g}/100 \mu\text{L}$ den höchsten Gehalt aufwies. Die Sorten *Clery*, *Madeleine* und *Symphony* lagen im Durchschnitt von rund $14,50 \mu\text{g}/100 \mu\text{L}$ im Mittelfeld.

Bereits in der Abb. 129 ist zu erkennen, dass sich die Sorte *Alba* von der Sorte *Clery* unterscheidet. Um dies zu überprüfen wurde ein Homogenitätstest (Tab. 32) durchgeführt. Hier wurde festgestellt, dass sich die Sorte *Alba* nicht nur von der Sorte *Clery* sondern auch von der Sorte *Elsanta*, mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 %, signifikant unterschied. *Alba* unterschied sich jedoch nicht von der Sorte *Symphony* und *Madeleine*. Auch nicht unterschieden werden konnten die Sorten *Symphony*, *Madeleine*, *Elsanta* und *Clery*. Aus diesem Grund konnte angenommen werden, dass der Proteingehalt aus der Polyphenoloxidas-Aufbereitung nur teilweise von der Sorte abhängig war.

Tab. 32: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit des Proteingehalts (PPO)
[µg/100 µL]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe	
		1	2
<i>Alba</i>	12	10,50	
<i>Symphony</i>	12	13,68	13,68
<i>Madeleine</i>	12	14,268	14,26
<i>Elsanta</i>	12		15,61
<i>Clery</i>	12		17,97
Sig.		,114	,052

In der nachfolgenden Darstellung (Abb. 130) werden die Proteingehalte aus der Peroxidase-Aufbereitung anhand der verschiedenen Sorten gezeigt. Wie man sieht, war der Proteingehalt bei allen vollreifen Erdbeeren höher als bei den reifen Früchten. Nur bei der Sorte *Alba* war der Median des Proteingehalts der reifen und vollreifen Erdbeeren in etwa gleich. Der höchste Medianunterschied zwischen reifen und vollreifen Früchten wurde bei der Sorte *Symphony* festgestellt. Die höchsten Streuungen der Werte fand man bei den Sorten *Alba* und *Symphony*. Sowohl bei reifen als auch bei vollreifen Erdbeeren der Sorte *Elsanta* konnte der höchste Median und somit auch die höchsten Proteingehalte festgestellt werden.

Tab. 33 zeigt die durchschnittlichen Proteingehalte aus der Peroxidase-Aufbereitung der einzelnen Sorten unabhängig von den Reifegraden. Die Sorte *Alba* hatte wie auch bei der Polyphenoloxidase-Aufbereitung den niedrigsten mittleren Proteingehalt mit 9,63 µg/100 µL im Gegensatz zu den anderen Sorten. Die Sorte *Elsanta* hatte den höchsten durchschnittlichen Proteingehalt von 19,78 µg/100 µL. Im Mittelfeld bewegten sich die Erdbeersorten *Clery*, *Madeleine* und *Symphony*, die mindestens um rund 4,50 µg/100 µL weniger Proteingehalt aufwiesen, als die Sorte *Elsanta*.

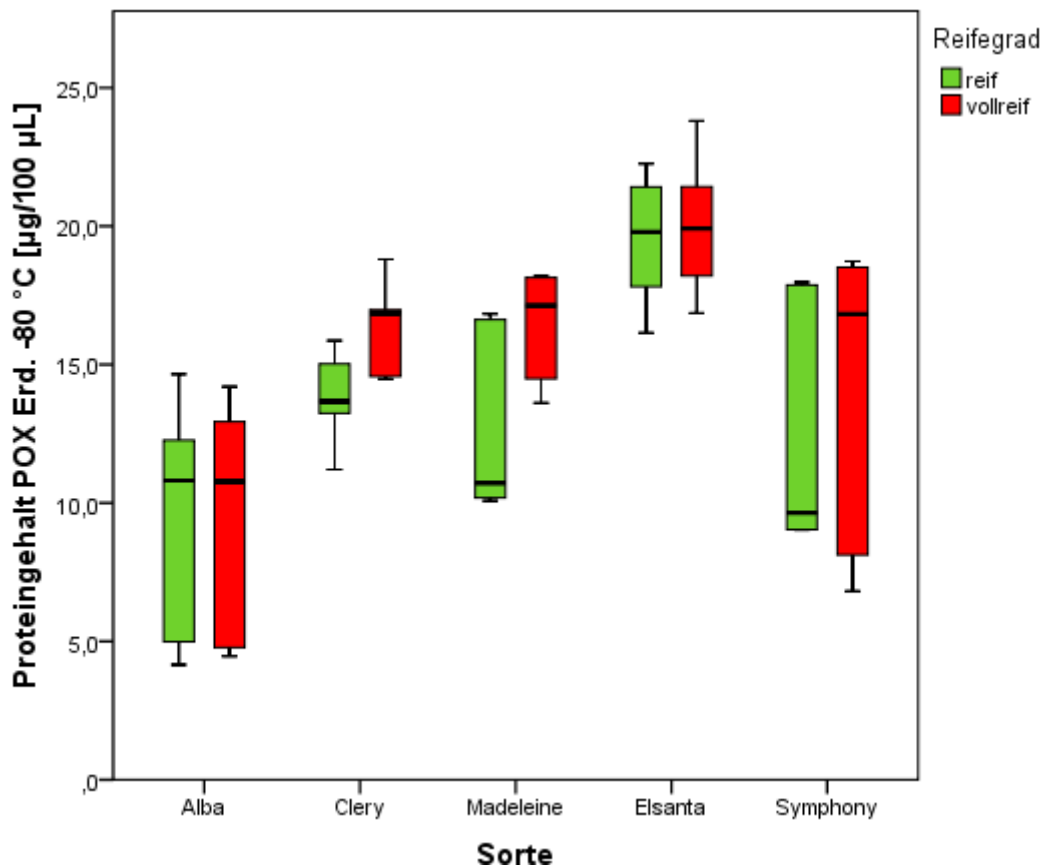


Abb. 130: Proteingehalt (POX) [$\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$] von Erdbeeren bei $-80 \text{ }^{\circ}\text{C}$ der verschiedenen Sorten

Um Unterschiede zwischen den Sorten anhand des Proteingehalts aus der Peroxidase-Aufarbeitung herauszufinden, wurde ein Homogenitätstest durchgeführt (Tab. 33). Dabei wurden drei homogene Gruppen ermittelt. *Alba* unterschied sich auf einem Signifikanzniveau von 0,05 eindeutig von den Sorten *Madeleine*, *Clery* und *Elsanta*, jedoch nicht von der Sorte *Symphony*. Weiters unterschieden sich die Sorten *Symphony*, *Madeleine* und *Clery* signifikant von *Elsanta*. Kein Unterschied zeigte sich bei den Sorten *Alba* und *Symphony* (Untergruppe 1) und auch bei *Symphony*, *Madeleine* und *Clery* (Untergruppe 2). Auch hier bestätigte sich die Aussage, dass der Proteingehalt aus der Peroxidase-Aufbereitung teilweise von der Sorte abhängig ist.

Jedoch bestand kein Zusammenhang zwischen dem Proteingehalt aus der Polyphenoloxidas- und Peroxidase-Aufbereitung, da die beiden kein einheitliches Muster aufwiesen (Abb. 129 und Abb. 130).

Tab. 33: Homogenitätstest der einzelnen Sorten in Abhängigkeit des Proteingehalts (POX)
[µg/100 µL]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe		
		1	2	3
<i>Alba</i>	12	9,63		
<i>Symphony</i>	12	13,25	13,25	
<i>Madeleine</i>	12		14,49	
<i>Clery</i>	12		15,10	
<i>Elsanta</i>	12			19,78
Sig.		,091	,685	1,000

In Abb. 131 werden die Proteingehalte der Polyphenoloxidase-Aufbereitung anhand der Erntezeitpunkte verglichen. Bereits auf den ersten Blick sieht man, dass die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf den Proteingehalt hatten. Die Sorte *Symphony* zeigte eine hohe Streuung der Werte, im Gegensatz zu den anderen Sorten. Aber auch die Werte der Sorte *Alba* streuten relativ weit.

Vergleicht man den Proteingehalt aus der Peroxidase-Aufbereitung anhand der Erntezeitpunkte (Abb. 132), stellte man ebenfalls fest, dass die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf den Proteingehalt hatten. Hier streuten die Werte besonders bei der mittleren Ernte. Die beiden Methoden zeigten hinsichtlich des Proteingehalts anhand der einzelnen Sorten und Erntezeitpunkten keinen signifikanten Zusammenhang, da sich beinahe bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorten *Alba* und *Symphony*, kein einheitliches Verteilungsmuster der Messwerte zeigte.

Anhand der Wetterdiagramme, wie in Abb. 133 und Abb. 134 ersichtlich, war der Proteingehalt der Polyphenoloxidase- und Peroxidase-Aufbereitung zum Teil von den Wetterbedingungen abhängig. Zum größten Teil war der Gehalt an Proteinen bei regnerischem Wetter höher als bei sonniger Witterung. Eine hohe Streuung der Werte bei der Polyphenoloxidase-Aufbereitung war besonders bei der Sorte *Symphony* zu beobachten.

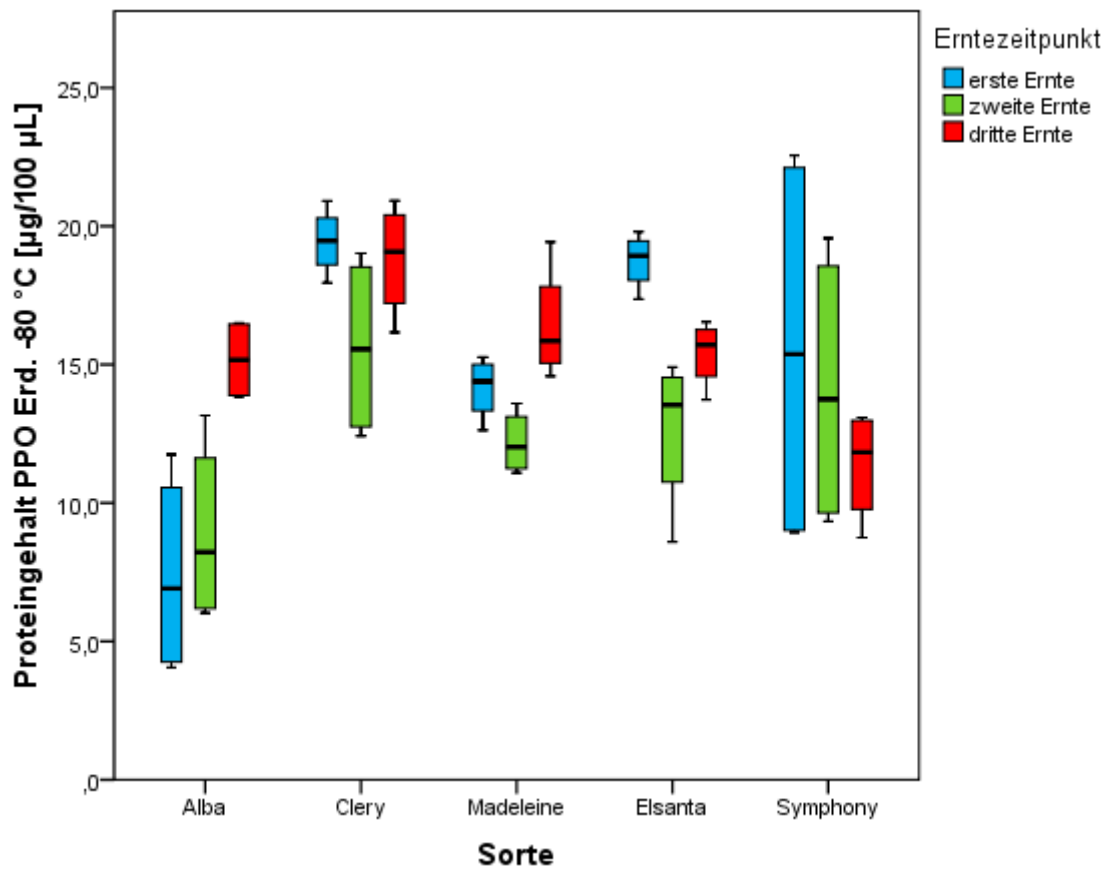


Abb. 131: Proteingehalt [µg/100 µL] aus Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten

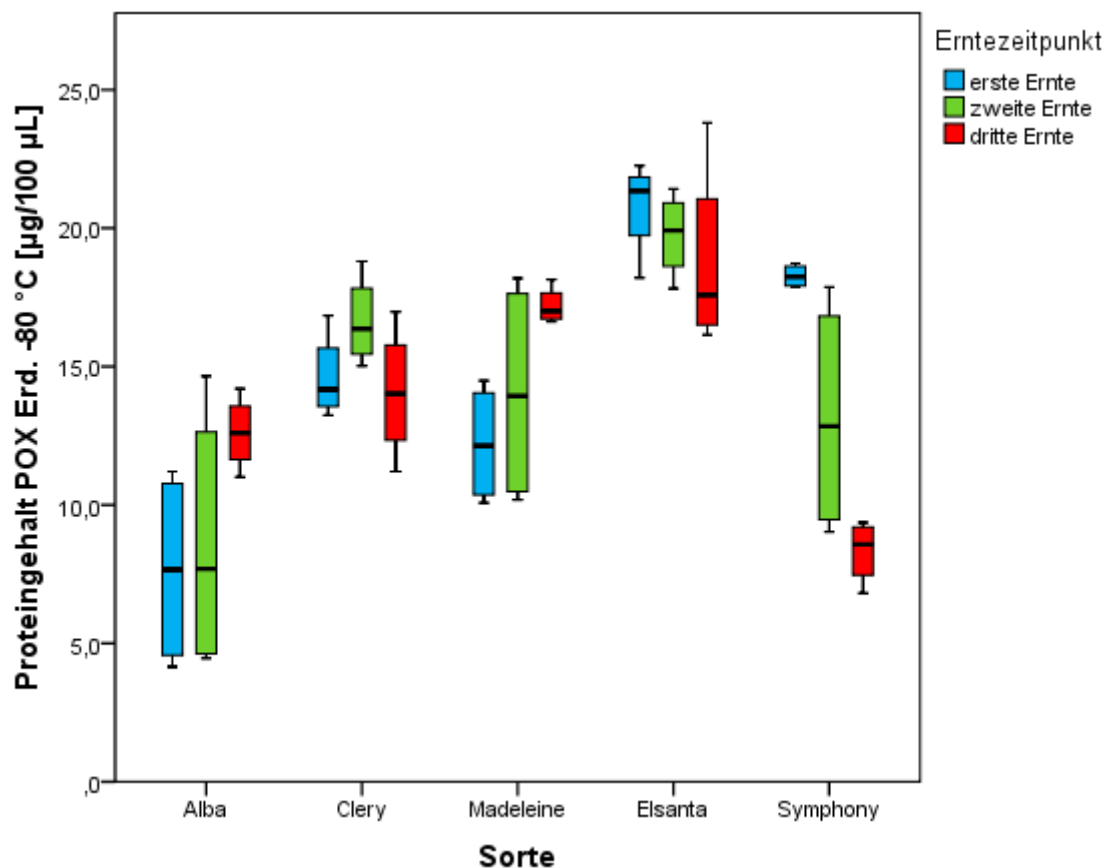


Abb. 132: Proteingehalt [µg/100 µL] aus Peroxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten

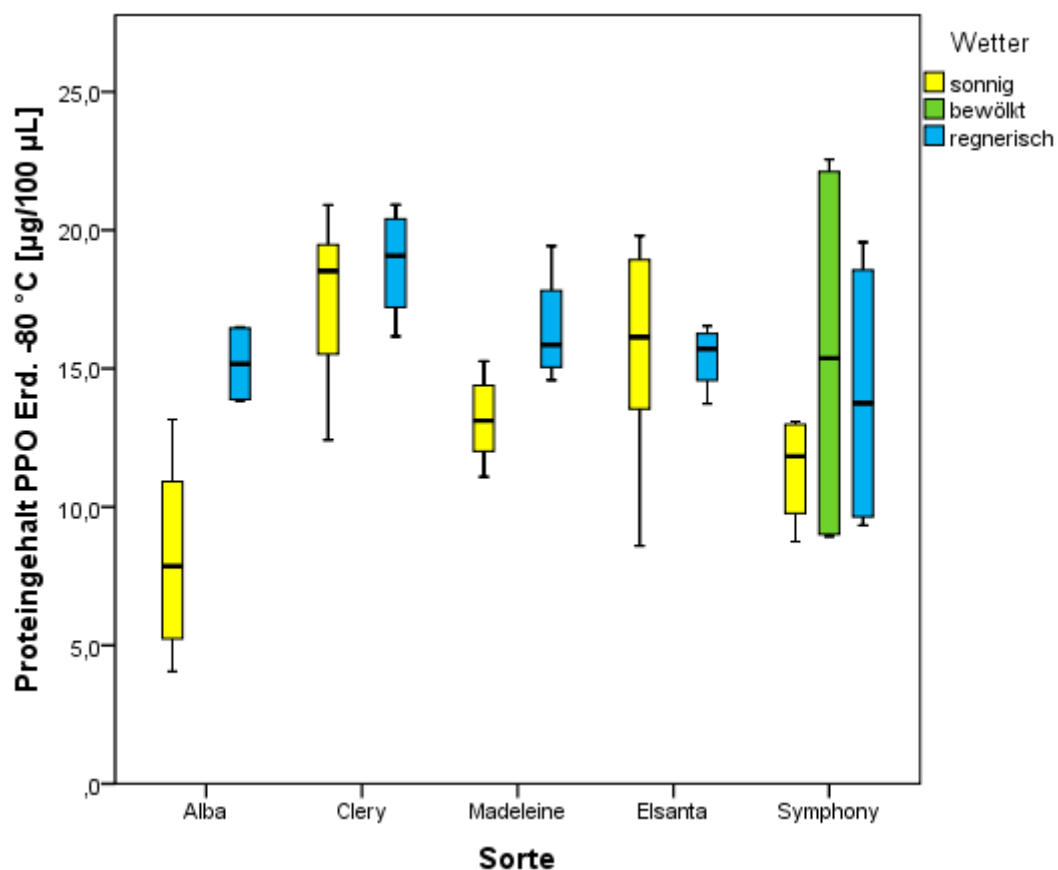


Abb. 133: Proteingehalt (PPO) [µg/100 µL] von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

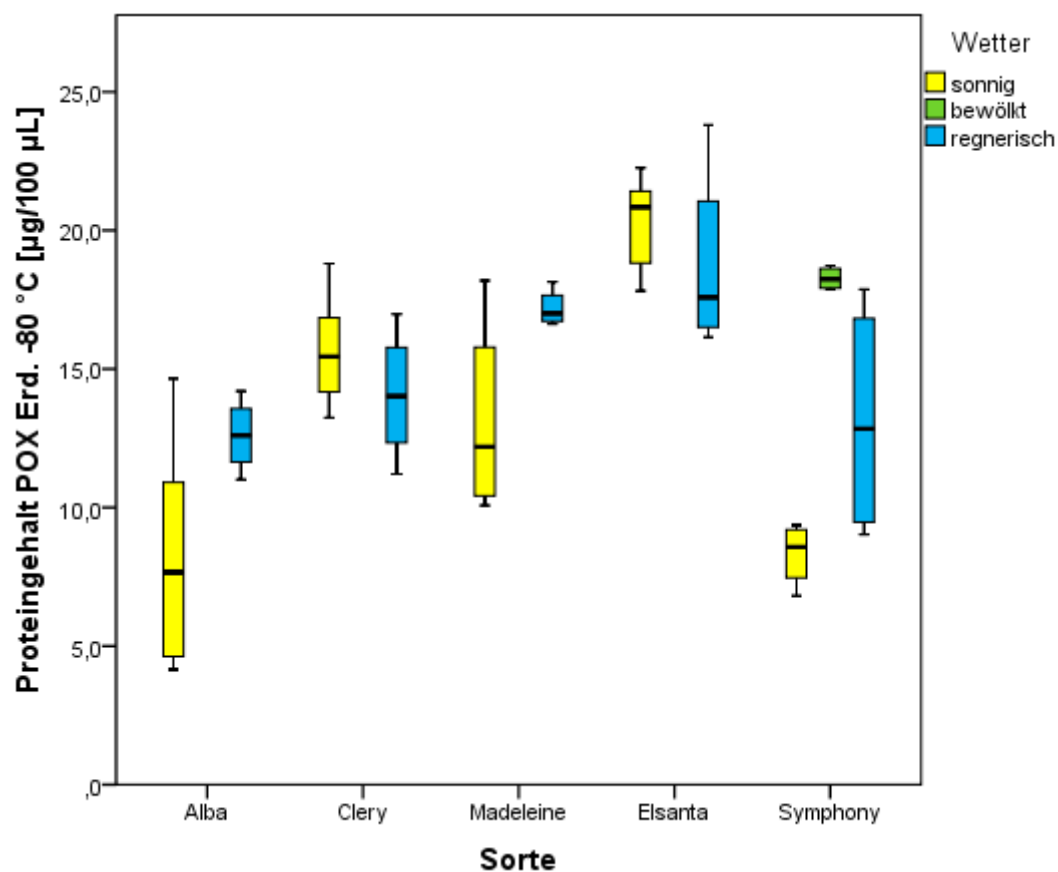


Abb. 134: Proteingehalt (POX) [µg/100 µL] von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

6.3.2.3 Spezifische Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase

Aus den Enzymaktivitäten und dem Proteingehalten wurde die spezifische Aktivität errechnet. Ein deutlicher Unterschied der spezifischen Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase ist anhand der nachfolgenden Abb. 135 feststellbar. Für die Auswertung wurden Erdbeeren herangezogen, die bei -80 °C gelagert wurden.

Wie zu erwarten war, wies die spezifische Polyphenoloxidase-Aktivität bei allen Proben durchgehend einen deutlich niedrigeren Wert auf als die spezifische Peroxidase-Aktivität. Die durchschnittliche spezifische Enzymaktivität der Polyphenoloxidase lag bei 0,41 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ und schwankte zwischen 0,15 und 1,30 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Die spezifische Peroxidase-Aktivität betrug im Mittel 2,15 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ und lag zwischen 1,25 und 4,45 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Die spezifische Polyphenoloxidase-Aktivität war in etwa fünf Mal niedriger als die spezifische Peroxidase-Aktivität. Wie bei der Enzymaktivität als auch beim Proteingehalt hatten hier ebenfalls die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die spezifischen Aktivitäten.

Die Abb. 136 zeigt den Unterschied der spezifischen Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidase anhand der untersuchten Sorten. Hier ist erkennbar, dass der Median der spezifischen Enzymaktivität bei vollreif geernteten Erdbeeren, mit Ausnahme der Sorte *Elsanta*, höher war als bei reif geernteten Früchten. SER-RADELL et al. (2000) stellten jedoch fest, dass die spezifische Aktivität der Polyphenoloxidase in reifen Früchten höher ist als in vollreifen Beeren. Somit konnte dies nicht bestätigt werden. Der höchste Median wurde bei der Sorte *Madeleine* vollreif mit rund 0,50 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ ermittelt. Die höchste mittlere Enzymaktivität konnte jedoch bei den vollreifen Erdbeeren der Sorte *Symphony* festgestellt werden. Sie lag bei 0,67 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Weiters ist zu erkennen, dass die Werte der einzelnen Sorten relativ weit streuten, besonders bei der Sorte *Symphony*.

Die Sorte *Clery* erreichte, ohne Berücksichtigung der Reifegrade, die niedrigste mittlere spezifische Enzymaktivität der Polyphenoloxidase mit 0,31 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$, jedoch dicht gefolgt von der Sorte *Alba* (Tab. 34). Wie erwartet, hatte die Sorte *Symphony* die höchste durchschnittliche Enzymaktivität mit 0,55 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Im Mittelfeld lagen die Sorten *Elsanta* und *Madeleine*.

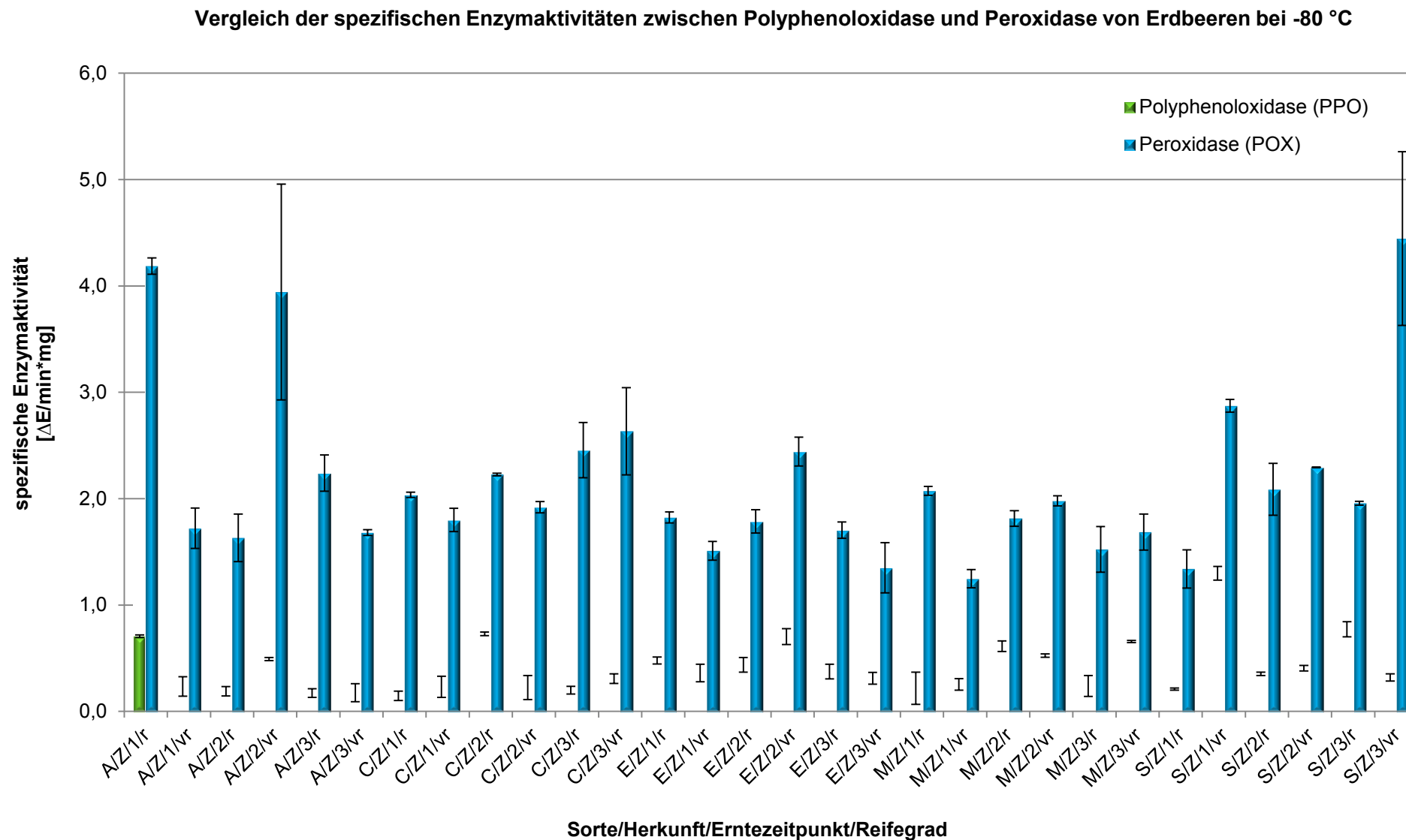


Abb. 135: Vergleich der spezifischen Enzymaktivitäten [ΔE/min*mg] zwischen Polyphenoloxidasen und Peroxidasen von Erdbeeren bei -80 °C

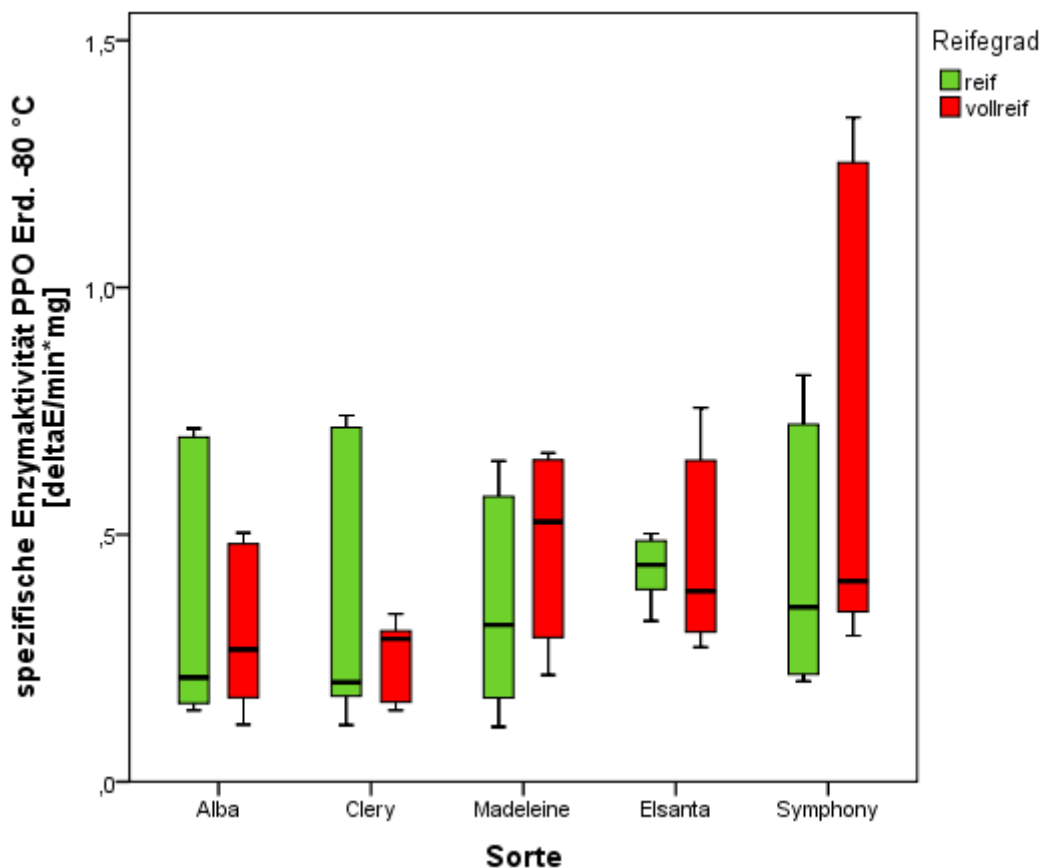


Abb. 136: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten

Tab. 34 zeigt einen Homogenitätstest der einzelnen untersuchten Sorten (*Alba*, *Clery*, *Madeleine*, *Elsanta* und *Symphony*) anhand der spezifischen Polyphenoloxidase-Aktivität. Bei diesem Test wurde ersichtlich, dass die einzelnen Sorten nicht von einander aufgrund der spezifischen Enzymaktivitäten unterschieden werden können. Die Mittelwerte stehen in einer gemeinsamen homogenen Gruppe.

Tab. 34: Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der spezifischen Enzymaktivität der Polyphenoloxidase [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe
		1
<i>Clery</i>	12	,31
<i>Alba</i>	12	,33
<i>Madeleine</i>	12	,42
<i>Elsanta</i>	12	,44
<i>Symphony</i>	12	,56
Sig.		,101

In Abb. 137 werden die spezifischen Enzymaktivitäten der Peroxidase anhand der verschiedenen Sorten gezeigt. Die Aussage, wie bei der spezifischen Polyphenoloxidase-Aktivität, dass der Median der spezifischen Enzymaktivitäten bei vollreifen Erdbeeren höher ist, kann hier nicht getroffen werden. Denn bei der spezifischen Peroxidase-Aktivität besaßen alle Sorten, mit Ausnahme der Sorte *Symphony*, einen niedrigeren Median bei der spezifischen Enzymaktivität. Dies zeigte auch CIVELLO et al. (1995), welche feststellten, dass die spezifische Aktivität der Peroxidase in reifen Erdbeeren höher ist. Der höchste mittlere spezifische Enzymaktivitätsunterschied zwischen reifen und vollreifen Früchten wurde bei der Sorte *Symphony* festgestellt. Er betrug $1,40 \Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$.

In Tab. 35 sind die mittleren spezifischen Peroxidase-Aktivitäten der einzelnen Sorten unabhängig von den Reifegraden angegeben. Hier sieht man, dass die Sorte *Madeleine* die niedrigste mittlere spezifische Enzymaktivität mit $1,72 \Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ hatte, dicht gefolgt von der Sorte *Elsanta*. Die Sorte *Alba* besaß die höchste mittlere spezifische Enzymaktivität mit $2,57 \Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$, knapp dahinter lag die Sorte *Symphony*. Im Mittelfeld platzierte sich die Sorte *Clery*.

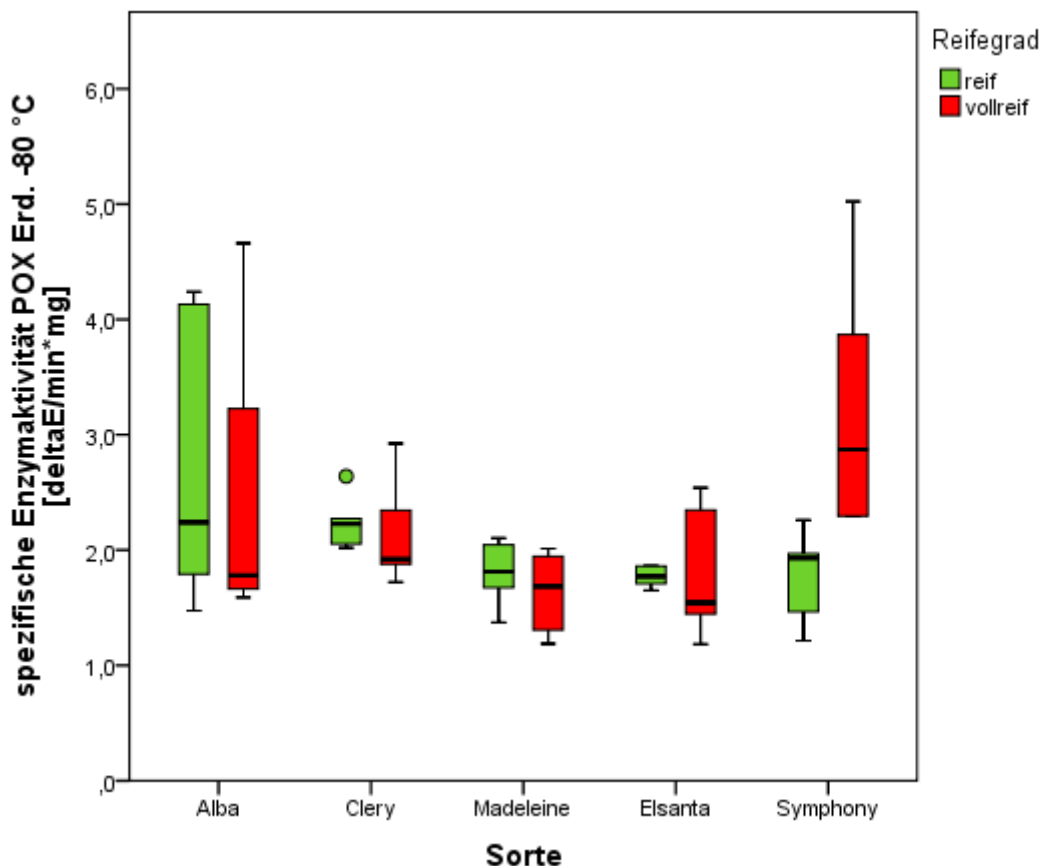


Abb. 137: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten

Um auch bei der spezifischen Peroxidase-Aktivität einen genauen Unterschied zwischen den Sorten herauszufinden, wurde ebenfalls ein Homogenitätstest durchgeführt (Tab. 35). Dabei wurde ebenfalls nur eine homogene Gruppe ermittelt. Es gab somit keine Unterscheidung der einzelnen Sorten auf einem Signifikanzniveau von 0,05.

Tab. 35: Homogenitätstest der einzelnen Sorten anhand der spezifischen Enzymaktivität der Peroxidase [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$]

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe
		1
<i>Madeleine</i>	12	1,72
<i>Elsanta</i>	12	1,77
<i>Clery</i>	12	2,18
<i>Symphony</i>	12	2,50
<i>Alba</i>	12	2,57
Sig.		,059

Vergleicht man die spezifischen Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidase anhand der Erntezeitpunkte (Abb. 138), so sieht man eindeutig, dass die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die spezifischen Enzymaktivitäten hatten. Bei jeder Sorte streuten die Werte eines Erntezeitpunktes besonders stark, vor allem bei der ersten Ernte der Sorte *Symphony*.

Ein ähnliches Bild zeigte sich beim Vergleich der spezifischen Enzymaktivitäten der Peroxidase (Abb. 139). Auch hier hatten die Erntezeitpunkte keinen Einfluss auf die spezifischen Enzymaktivitäten. Eine, im Vergleich zu den anderen Sorten, erhöhte Streuung der Werte, zeigten die Sorten *Alba* und *Symphony*. Aufgrund der beiden Diagramme konnte keine signifikante Korrelation zwischen der spezifischen Polyphenoloxidase-Aktivität und der spezifischen Peroxidase-Aktivität festgestellt werden, da sich beinahe bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorten *Alba* und *Elsanta*, kein einheitliches Muster zeigte.

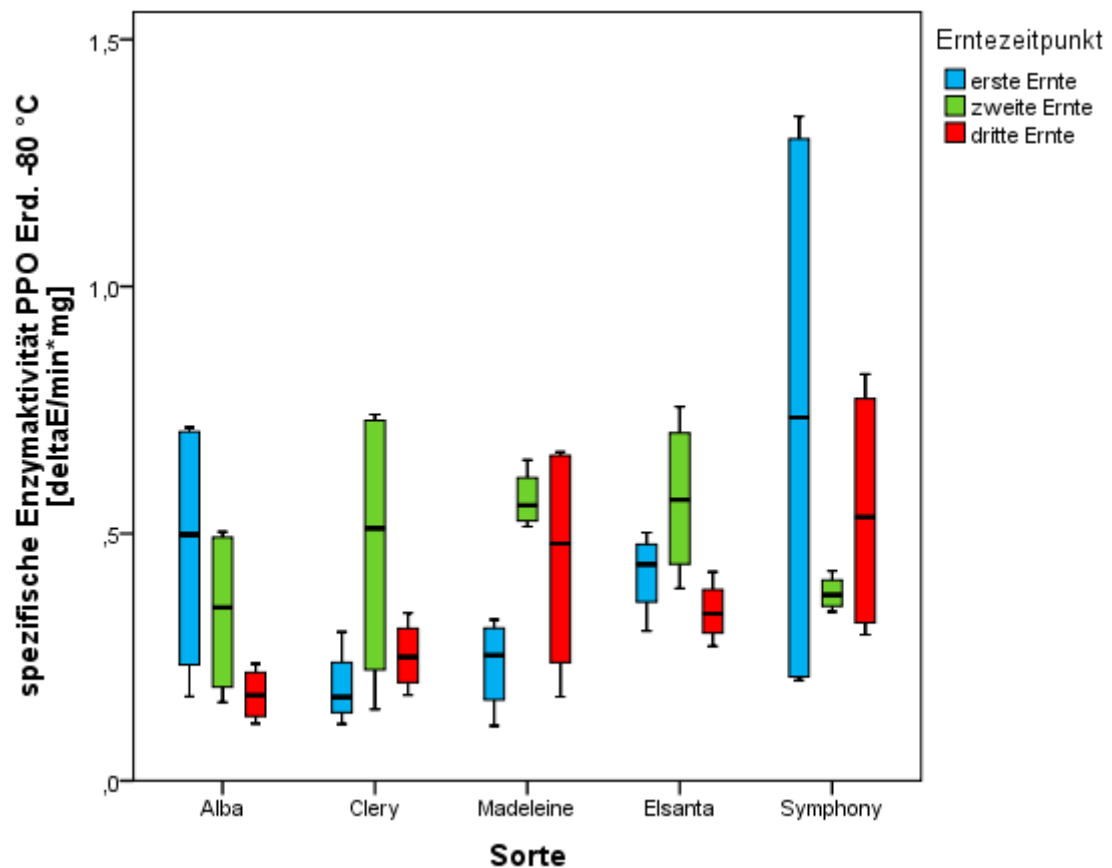


Abb. 138: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten

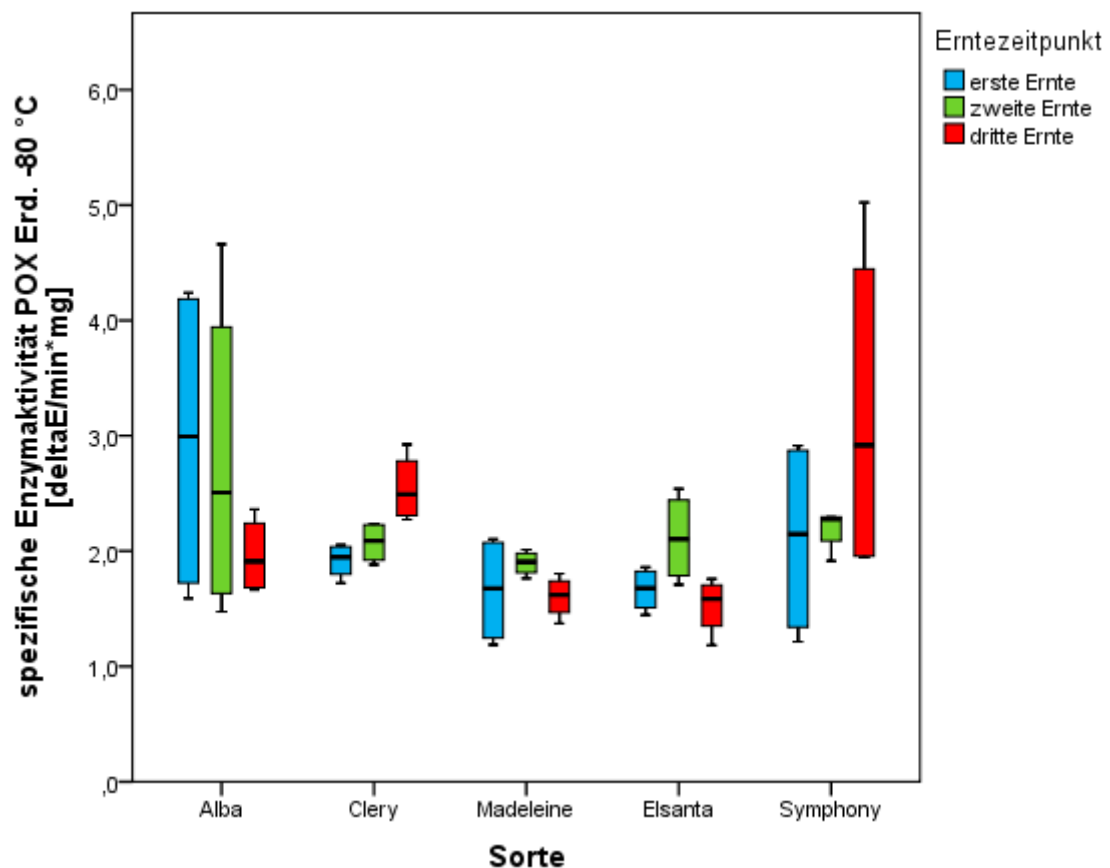


Abb. 139: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80 °C der verschiedenen Sorten und Erntezeitpunkten

In Abb. 140 und Abb. 141 werden die Sorten in Abhängigkeit des Wetters dargestellt. Es ist ersichtlich, dass die Wetterbedingung keinen eindeutigen Einfluss auf die spezifischen Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidasen und Peroxidasen hatte. Teilweise waren die spezifischen Enzymaktivitäten bei sonnigen Bedingungen höher als bei regnerischem Wetter. Aber auch umgekehrt, wie zum Beispiel bei der Sorte *Clery*, konnte es beobachtet werden. Die Streuung der Werte war insgesamt, wie auch schon bei den Erntezeitpunkten, bei der spezifischen Polyphenoloxidase-Aktivität höher als bei der spezifischen Peroxidase-Aktivität. Weiters konnte kein Zusammenhang zwischen den beiden spezifischen Enzymaktivitäten anhand des Wetters festgestellt werden.

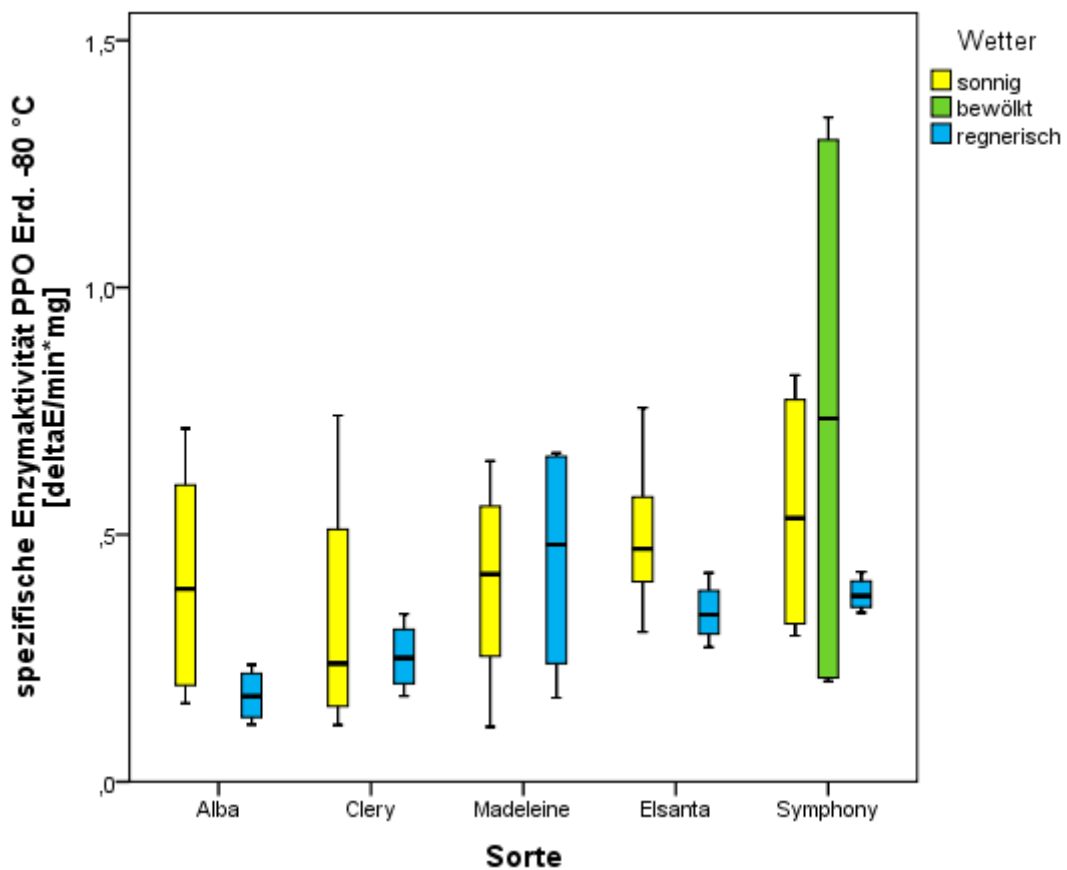


Abb. 140: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Polyphenoloxidase von Erdbeeren bei $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

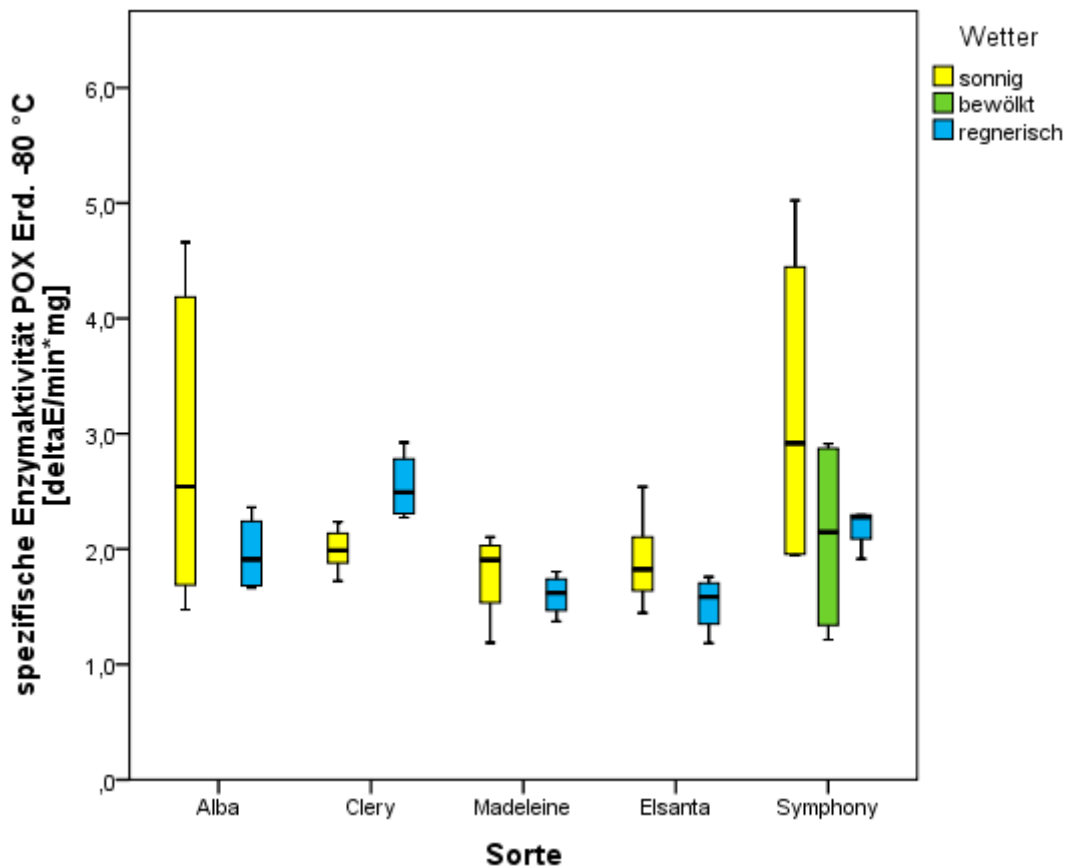


Abb. 141: Spezifische Enzymaktivität [$\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$] von Peroxidase von Erdbeeren bei -80°C der verschiedenen Sorten und Wetterbedingungen

6.3.3 Korrelationen

Tab. 36 zeigt den Zusammenhang von unterschiedlichen Faktoren wie Anthocyane, Flavonole, Haltbarkeit, Proteingehalt, Enzymaktivität und spezifische Enzymaktivität. Die Messwerte der Anthocyane und Flavonole sind nicht Teil dieser Masterarbeit, sondern wurden von GRÜNEWALD (2012) übernommen, welche die gleichen Proben analysierte. Die Korrelationen zwischen Anthocyane, Flavonole und Haltbarkeit werden somit in GRÜNEWALD (2012) behandelt. Wie man anhand der Tab. 36 sieht, zeigen Anthocyane und Haltbarkeit keine Korrelationen mit dem Proteingehalt, der Enzymaktivität und der spezifischen Enzymaktivität. Jedoch konnte ein positiver Zusammenhang auf einem Signifikanzniveau von 0,05 zwischen Flavonole und spezifischer Aktivität der Peroxidase festgestellt werden. Dies bedeutet, je höher der Gehalt an Flavonolen, desto höher ist die spezifische Enzymaktivität der Peroxidase. Wie zu erwarten, korrelierte ein Großteil der Proteingehalte mit den Enzymaktivitäten und in weiterer Folge mit der spezifischen Enzymaktivität. Um einige interessante Korrelationen zu nennen, gab es zum Beispiel eine positive Beziehung zwischen der Enzymaktivitäten der Poly-

phenoloxidase und Peroxidase auf einem Signifikanzniveau von 0,01. Betrachtet man jedoch die spezifischen Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidasen und Peroxidasen, bestand nur mehr mit 95%iger Wahrscheinlichkeit ein positiver Zusammenhang.

In Tab. 37 und Tab. 38 werden der Proteingehalt, die Enzymaktivität und die spezifische Enzymaktivität mit den Parametern des ersten Versuchsplans miteinander korreliert, um etwaige Zusammenhänge zu ermitteln. Es konnte eine Verknüpfung zwischen dem Proteingehalt aus Polyphenoloxidase und Peroxidase mit der Festigkeit und dem Säuregehalt festgestellt werden. Die Festigkeit und der Säuregehalt korrelierten jeweils negativ mit dem Proteingehalt aus Polyphenoloxidase und Peroxidase. Bei hohen Festigkeits- und Säurewerten sank somit der Proteingehalt. Betrachtet man die Enzymaktivitäten der Polyphenoloxidase und Peroxidase, konnte bei beiden Parametern eine negative Korrelation mit der Festigkeit festgestellt werden. Zusätzlich zur Festigkeit gab es zwischen der Enzymaktivität der Peroxidase einen Zusammenhang mit dem Gehalt an L-Ascorbinsäure, Säure und pH-Wert. Zwischen den spezifischen Enzymaktivitäten und den Parametern des ersten Versuchsplans konnte kein Zusammenhang ermittelt werden.

Tab. 36: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80 °C, Teil 1

		Anthocyane [mg/L]	Flavonole [mg/L]	Halt- barkeit [Wochen]	Protein- gehalt PPO [µg/100 µL]	Protein- gehalt POX [µg/100 µL]	Enzym- aktivität PPO [ΔE/min* 100 µL]	Enzym- aktivität POX [ΔE/min* 100 µL]	spezifische Enzymaktivität PPO [ΔE/min*mg]	spezifische Enzymaktivität POX [ΔE/min*mg]
Anthocyane [mg/L]	Korrelation nach Pearson	1	,655**	,589**	-,083	-,120	,200	,138	,244	,227
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,001	,664	,529	,289	,466	,195	,227
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Flavonole [mg/L]	Korrelation nach Pearson	,655**	1	,310	-,136	-,180	,259	,230	,305	,409*
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,096	,474	,342	,167	,221	,101	,025
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Haltbarkeit [Wochen]	Korrelation nach Pearson	,589**	,310	1	-,019	-,166	-,009	-,012	,051	,185
	Signifikanz (2-seitig)	,001	,096		,887	,206	,944	,930	,699	,156
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
Proteingehalt PPO [µg/100 µL]	Korrelation nach Pearson	-,083	-,136	-,019	1	,579**	,035	,223	-,537**	-,498**
	Signifikanz (2-seitig)	,664	,474	,887		,000	,789	,086	,000	,000
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
Proteingehalt POX [µg/100 µL]	Korrelation nach Pearson	-,120	-,180	-,166	,579**	1	,504**	,632**	,064	-,592**
	Signifikanz (2-seitig)	,529	,342	,206	,000		,000	,000	,628	,000
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
Enzymaktivität PPO [ΔE/min*100 µL]	Korrelation nach Pearson	,200	,259	-,009	,035	,504**	1	,629**	,774**	-,057
	Signifikanz (2-seitig)	,289	,167	,944	,789	,000		,000	,000	,664
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
Enzymaktivität POX [ΔE/min*100 µL]	Korrelation nach Pearson	,138	,230	-,012	,223	,632**	,629**	1	,431**	,146
	Signifikanz (2-seitig)	,466	,221	,930	,086	,000	,000		,001	,266
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
spezifische Enzymaktivität PPO [ΔE/min*mg]	Korrelation nach Pearson	,244	,305	,051	-,537**	,064	,774**	,431**	1	,302*
	Signifikanz (2-seitig)	,195	,101	,699	,000	,628	,000	,001		,019
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60
spezifische Enzymaktivität POX [ΔE/min*mg]	Korrelation nach Pearson	,227	,409*	,185	-,498**	-,592**	-,057	,146	,302*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,227	,025	,156	,000	,000	,664	,266	,019	
	N	30	30	60	60	60	60	60	60	60

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

Tab. 37: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80 °C, Teil 2

		Protein- gehalt PPO [µg/100 µL]	Protein- gehalt POX [µg/100 µL]	Enzym- aktivität PPO [ΔE/min* 100 µL]	Enzym- aktivität POX [ΔE/min* 100 µL]	spezifische Enzym- aktivität PPO [ΔE/min*mg]	spezifische Enzym- aktivität POX [ΔE/min*mg]	Durch- schnitts- gewicht [g]	Res- piration [mg CO ₂ / kg*h]	Festig- keit [kg/cm²]	Ascorbin- säure [mg/L]	Säure [g/kg]	°Brix	pH-Wert
Proteingehalt PPO [µg/100 µL]	Korrelation nach Pearson	1	,579**	,035	,223	-,537**	-,498**	,001	,035	-,358**	,106	-,410*	,105	,349
	Signifikanz (2-seitig)		,000	,789	,086	,000	,000	,994	,792	,005	,422	,025	,582	,059
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Proteingehalt POX [µg/100 µL]	Korrelation nach Pearson	,579**	1	,504**	,632**	,064	-,592**	,027	,022	-,358**	-,124	-,464**	-,005	,408*
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,000	,000	,628	,000	,839	,865	,005	,346	,010	,979	,025
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Enzymaktivität PPO [ΔE/min* 100 µL]	Korrelation nach Pearson	,035	,504**	1	,629**	,774**	-,057	-,079	,144	-,325*	-,208	-,136	,234	,121
	Signifikanz (2-seitig)	,789	,000		,000	,000	,664	,547	,271	,011	,110	,473	,212	,525
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Enzymaktivität POX [ΔE/min* 100 µL]	Korrelation nach Pearson	,223	,632**	,629**	1	,431**	,146	-,022	,251	-,459**	-,346**	-,477**	,079	,380*
	Signifikanz (2-seitig)	,086	,000	,000		,001	,266	,867	,053	,000	,007	,008	,680	,038
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
spezifische Enzymaktivität PPO [ΔE/min*mg]	Korrelation nach Pearson	-,537**	,064	,774**	,431**	1	,302*	-,050	,161	-,071	-,237	,134	,116	-,040
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,628	,000	,001		,019	,702	,220	,591	,069	,481	,541	,833
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
spezifische Enzymaktivität POX [ΔE/min*mg]	Korrelation nach Pearson	-,498**	-,592**	-,057	,146	,302*	1	-,041	,205	,003	-,204	,166	,142	-,144
	Signifikanz (2-seitig)	,000	,000	,664	,266	,019		,753	,116	,983	,119	,380	,453	,448
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Durchschnitts- gewicht [g]	Korrelation nach Pearson	,001	,027	-,079	-,022	-,050	-,041	1	,050	,171	,458**	-,043	,066	,465**
	Signifikanz (2-seitig)	,994	,839	,547	,867	,702	,753		,706	,192	,000	,821	,729	,010
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Korrelation nach Pearson	,035	,022	,144	,251	,161	,205	,050	1	-,185	-,060	,204	,251	-,160
	Signifikanz (2-seitig)	,792	,865	,271	,053	,220	,116	,706		,158	,651	,280	,181	,399
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Festigkeit [kg/cm²]	Korrelation nach Pearson	-,358**	-,358**	-,325*	-,459**	-,071	,003	,171	-,185	1	,489**	,523**	,042	-,182
	Signifikanz (2-seitig)	,005	,005	,011	,000	,591	,983	,192	,158		,000	,003	,825	,337
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30

Tab. 38: Korrelationen des Versuchsplans 2 – Erdbeeren bei -80 °C, Teil 3

		Protein- gehalt PPO [µg/100 µL]	Protein- gehalt POX [µg/100 µL]	Enzym- aktivität PPO [ΔE/min* 100 µL]	Enzym- aktivität POX [ΔE/min* 100 µL]	spezifische Enzym- aktivität PPO [ΔE/min*mg]	spezifische Enzym- aktivität POX [ΔE/min*mg]	Durch- schnitts- gewicht [g]	Res- piration [mg CO ₂ / kg*h]	Festig- keit [kg/cm²]	Ascorbin- säure [mg/L]	Säure [g/kg]	°Brix	pH-Wert
L-Ascorbinsäure [mg/L]	Korrelation nach Pearson	,106	-,124	-,208	-,346**	-,237	-,204	,458**	-,060	,489**	1	,525**	,460*	,039
	Signifikanz (2-seitig)	,422	,346	,110	,007	,069	,119	,000	,651	,000		,003	,011	,840
	N	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	30	30	30
Säure [g/kg]	Korrelation nach Pearson	-,410*	-,464**	-,136	-,477**	,134	,166	-,043	,204	,523**	,525**	1	,404*	-,650**
	Signifikanz (2-seitig)	,025	,010	,473	,008	,481	,380	,821	,280	,003	,003		,027	,000
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
°Brix	Korrelation nach Pearson	,105	-,005	,234	,079	,116	,142	,066	,251	,042	,460*	,404*	1	-,039
	Signifikanz (2-seitig)	,582	,979	,212	,680	,541	,453	,729	,181	,825	,011	,027		,837
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
pH-Wert	Korrelation nach Pearson	,349	,408*	,121	,380*	-,040	-,144	,465**	-,160	-,182	,039	-,650**	-,039	1
	Signifikanz (2-seitig)	,059	,025	,525	,038	,833	,448	,010	,399	,337	,840	,000	,837	
	N	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

* . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

6.4 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat

Dieses Kapitel umfasst die Ergebnisse des dritten Versuchsplans, bei welchem der Einfluss des Enzymsystems auf die Farbstabilität untersucht wurde. Dazu wurden mittels Ultrafiltration die Proteine im Erdbeersaft abgetrennt und durch BSA und Protease-Inhibitor ersetzt.

6.4.1 Akzeptanzfaktor

Abb. 142 zeigt die Veränderung des Akzeptanzfaktors der ultrafiltrierten Proben und den entsprechenden nicht ultrafiltrierten Vergleichen über eine Lagerperiode von 18 Wochen. Auf den ersten Blick ist erkennbar, dass die vier ultrafiltrierten Proben im rechten unteren Teil der Grafik geringere Akzeptanzfaktorwerte erzielten als die vier nicht ultrafiltrierten Proben im linken oberen Teil der Grafik. Dies kam dadurch zustande, dass bei den ultrafiltrierten Proben durch den Prozessschritt der Filtration ein Teil der farbhältigen Pigmente abgeschieden wurden. Zusätzlich kann man die Streubreite der Messergebnisse der einzelnen Proben erkennen.

Betrachtet man die Proben anhand der Zusätze, erkennt man sowohl bei den ultrafiltrierten Proben als auch bei den nicht ultrafiltrierten Proben eine Reihung anhand der Akzeptanzfaktoren. Ein hoher und über die Lagerperiode sehr stabiler Akzeptanzfaktor wurde durch Zugabe des Enzyminhibitors (N-Ethylmaleimid) erreicht. Dadurch konnte eine stabilere Farbe des Erdbeersaftes erreicht werden. Der Enzyminhibitor reagiert spezifisch mit den Schwefelgruppen der Enzyme und deaktiviert alle anthocyanabbauenden Enzyme (GÖSSINGER et al., 2009c).

Bei der Ultrafiltration kommt es zur Abtrennung der anthocyanabbauenden Enzyme (Peroxidase und Polyphenoloxidase). Es verbleichen jedoch Proteine kleiner als 8.000 Dalton in der Probe, welche mit dem Enzyminhibitor reagieren und dadurch farbstabilisierend auf den Erdbeersaft wirken. Zusätzlich kommt es durch den Inhibitor zu einer Farbverschiebung nach violett und blau. Diese wird ausgelöst durch Co-Pigmentierung (GÖSSINGER et al., 2009b).

Vergleicht man aber die Mittelwerte aus Tab. 39, so lieferten die Proben ohne Zusätze (UF 4 und UF 8), bessere Ergebnisse als die Proben mit dem Zusatz BSA und Inhibitor (UF 1 und UF 5). Es gilt daher für die Probe mit der Kombination aus BSA und Inhibitor, dass die Vorteile des Inhibitors die Nachteile von BSA nicht vollständig aufheben. Die negativen Aspekte von BSA beruhen auf einer Niederschlagsbildung von BSA und Farbpigmenten sowie einem Verbrauch des Enzyminhibitors aufgrund des hohen Schwefelgehaltes in BSA. Der Inhibitor, welcher von BSA verbraucht wird, steht somit nicht mehr zur Stabilisierung der Schwefelgruppen zur Verfügung. Deshalb wären höhere Enzyminhibitordosierungen notwendig um die negativen Aspekte von BSA zu neutralisieren. Aus diesem Grund wirkte sich der Zusatz von BSA (UF 2 und UF 6) eindeutig negativ auf den Akzeptanzfaktor und somit auf die Farbstabilität aus. Die mittleren Akzeptanzfaktoren lagen zwischen 0,49 (UF 6) und 1,48 (UF 3). Grundsätzlich ist erkennbar, dass die ultrafiltrierten Proben mit den unterschiedlichen Zusätzen einen höheren Akzeptanzfaktor erreichten. Weiters zeigt Tab. 39 anhand der Messwerte des Akzeptanzfaktors die homogenen Gruppen der Proben. Es konnten fünf unterschiedliche Gruppen festgestellt werden, welche sich somit signifikant mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % voneinander unterschieden. Alle Proben, die sich gemeinsam in einer homogenen Gruppe befinden können nicht signifikant unterschieden werden.

Tab. 39: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Proben des Versuchsplans 3 anhand des Akzeptanzfaktors

Tukey-HSD^{a,b}

Codierung	N	Untergruppe				
		1	2	3	4	5
UF 6 (nUF_BSA)	10	,4978	,7531 ,8084	,9431 ,9655	1,2593 1,2728	1,4821
UF 5 (nUF_BSA + Inh.)	10					
UF 8 (nUF)	10					
UF 7 (nUF_Inh.)	10		,859	,999	1,000	1,000
UF 2 (UF_BSA)	10					
UF 1 (UF_BSA + Inh.)	10	1,000	,859	,999	1,000	1,000
UF 4 (UF)	10					
UF 3 (UF_Inh.)	10					
Sig.		1,000	,859	,999	1,000	1,000

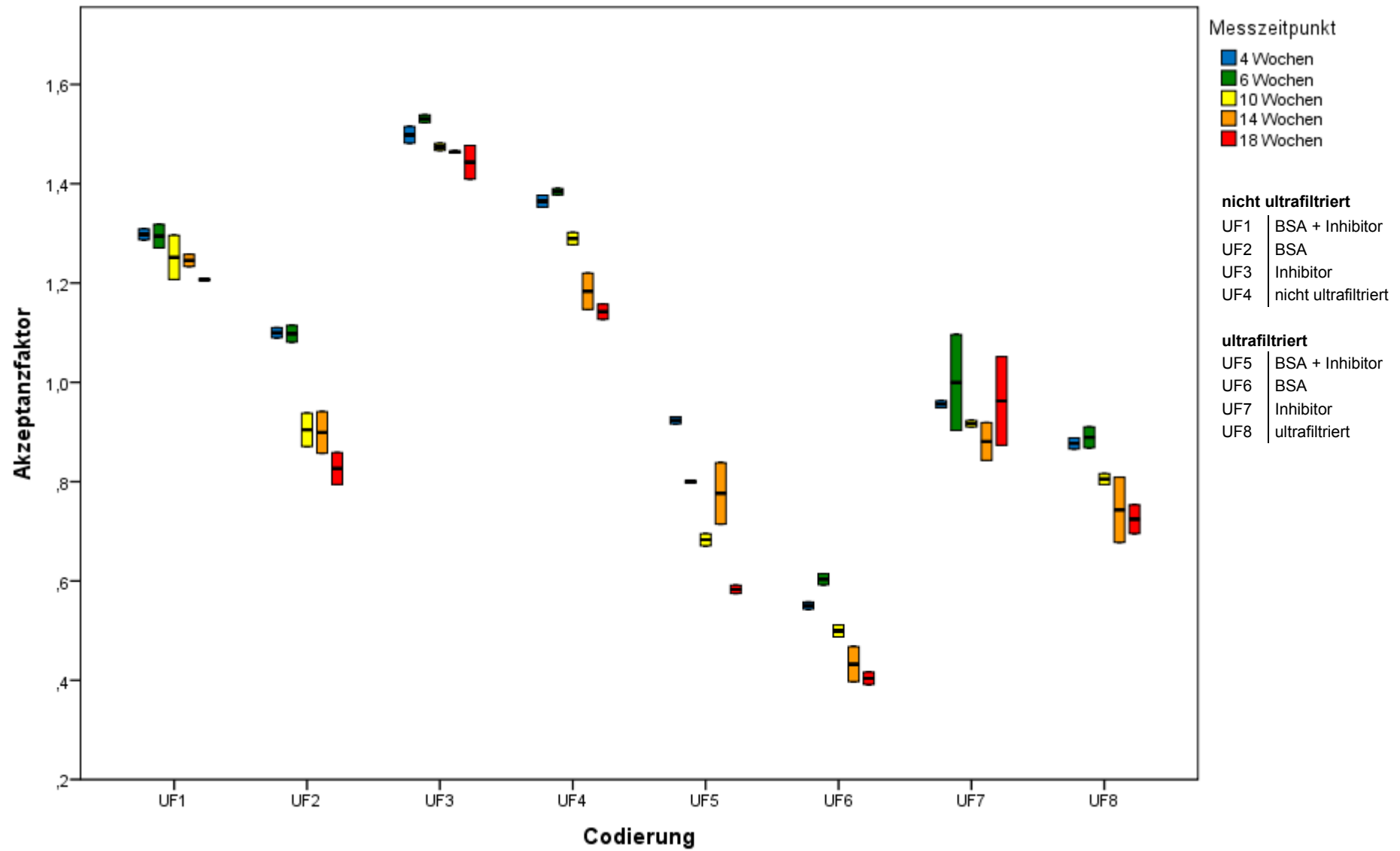


Abb. 142: Vergleich des Akzeptanzfaktors der verschiedenen Proben des Versuchsplans 3 über die Zeit

Die nachfolgenden Tabellen (Tab. 40 und Tab. 41) zeigen die statistische Auswertung eines 2^3 Versuchsplans. Hierzu wurden die Differenzen der Akzeptanzfaktoren der 18. und vierten Woche ermittelt, um den Einfluss der verschiedenen Zusätze der Proben unabhängig der Start-Akzeptanzfaktoren zu zeigen. Zusätzlich wurden Vertrauensniveaus mit 95, 99 und 99,9 % (Tab. 40) ermittelt. In Tab. 41 sieht man, dass es keinen signifikanten Unterschied zwischen nicht ultrafiltrierten und ultrafiltrierten Proben gab (Spalte A). In Spalte B wurde der Einfluss der Zugabe von BSA errechnet. Dabei wurde ermittelt, dass sich der Zusatz von BSA mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % signifikant negativ auf die Farbstabilität der Erdbeersäfte auswirkte. Der Inhibitor (Spalte C) wirkte sich mit einem Signifikanzniveau von 0,05 positiv auf den Akzeptanzfaktor aus. Werden die einzelnen Parameter unterschiedlich kombiniert, so zeigte sich bei der Wechselwirkung von Ultrafiltration und BSA (Spalte AB) eine leichte negative Tendenz betreffend des Akzeptanzfaktors. Diese Tendenz ist jedoch nicht signifikant, denn der Wert betrug nur -0,061. Auf einem Signifikanzniveau von 0,01 wurde der Akzeptanzfaktor durch die Wechselwirkungen von Ultrafiltration und Inhibitor (Spalte AC) negativ beeinflusst. Bei BSA und Inhibitor (Spalte BC) sowie Ultrafiltration, BSA und Inhibitor (Spalte ABC) ergab sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % eine signifikant negative Wechselwirkung zwischen den Variablen.

Tab. 40: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Akzeptanzfaktor, Teil 1

Varianz		Messung 1	Messung 1 Wiederholung
0,000		-0,08	-0,10
0,004		-0,23	-0,32
0,001		-0,03	-0,07
0,002		-0,25	-0,19
0,000		-0,34	-0,35
0,000		-0,15	-0,14
0,018		-0,09	0,10
0,000		-0,17	-0,14
Standardabweichung für Differenzen der Mittelwerte			
0,0282			
Stufe	t-Werte	S_d^*	für Wert 1
95 %	2,31	0,0282	0,065
99 %	3,36	–	0,095
99,90 %	5,04	–	0,142

* Standardabweichung für die Differenzen der Mittelwerte

Tab. 41: Statistische Versuchsplanung eines 2³ Plans – Akzeptanzfaktor, Teil 2

Differenz zwischen Woche 18 und Woche 4												
Planmatrix				Matrix der unabhängigen Variablen								Antwortmatrix
Variable Ver- suchspr.	A	B	C	T	A	B		C				Ø
	UF	BSA	INH.				AB		AC	BC		
											ABC	
UF 1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-0,1
UF 2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-0,3
UF 3	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-0,1
UF 4	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-0,2
UF 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,3
UF 6	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-0,1
UF 7	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	0,0
UF 8	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-0,2
Effektmatrix Y				-0,142	-0,001	-0,109	-0,061	0,079	-0,099	-0,086	-0,094	
Signifikanzergebnis					--	++	-	+	++	+	+	

"---"	kein Einfluss	"+"	zu 95 % signifikant
"--"	kaum Abhängigkeiten	"++"	zu 99 % signifikant
"-"	leichte Tendenzen vorhanden	"+++"	zu 99,9 % signifikant

6.4.2 Braunindex

Abb. 143 zeigt die Veränderung des Braunindexes der ultrafiltrierten Proben und den entsprechenden nicht ultrafiltrierten Vergleichen über eine Lagerperiode von 18 Wochen. Es ist erkennbar, dass die vier Proben im unteren Teil der Grafik geringere Brauninduxe erzielten. Es handelte sich bei diesen Proben um UF 1, UF 3, UF 5 und UF 7, also um ultrafiltrierte und nicht ultrafiltrierte Proben mit Zusätzen von BSA und Inhibitor oder nur Inhibitor. Die restlichen Proben mit höheren Braunindexen befinden sich im oberen Teil der Abbildung. Zusätzlich kann man die Streubreite der Messergebnisse der einzelnen Proben erkennen.

Betrachtet man die Proben anhand der einzelnen Zusätze (Tab. 42), erkennt man sowohl bei den ultrafiltrierten Proben als auch bei den nicht ultrafiltrierten Proben eine Reihung anhand des Braunindexes. Ein geringer Braunindex wurde durch Zugabe des Enzyminhibitors in Kombination mit BSA (UF 1 und UF 5) erreicht. Diese Versuchsvariante erwies sich als geeignet, um die Farbstabilität, gemessen als Braunindex, zu verbessern. Nach den Proben, welche mit BSA und Inhibitor versetzt wurden, zeigten die Proben, welche nur mit Inhibitor (UF 3 und UF 7) behandelt wurden die zweitbesten Ergebnisse. Ebenfalls gut, verglichen mit den Proben ohne Zusätze, schnitten die Proben ab, welche mit BSA (UF 2 und UF 6) versetzt wurden. Wurden keine Zusätze (UF 4 und UF 8) hinzugefügt, schnitten die Proben vergleichsweise schlecht ab. Weiters wurde festgestellt, dass der Ultrafiltrationsschritt zu schlechteren Ergebnissen hinsichtlich des Braunindexes führte. Somit gilt betreffend dem Braunindex die Aussage, dass der Zusatz von BSA und Inhibitor gut geeignet war, den Anstieg des Braunindexes zu verringern. Eine weitere Möglichkeit den Anstieg des Braunindexes zu minimieren, waren die getrennte Zugabe von Inhibitor und BSA, wobei durch die reine Zugabe des Inhibitors bessere Ergebnisse erzielt wurden als durch die Zugabe von BSA. Eine Ursache für den positiven Einfluss des BSA auf den Braunindex war die Adsorption der braunen Farbpartikel an das in der Probe ausgefallene BSA. Dieser Niederschlag wurde bei der Probenaufarbeitung durch Zentrifugation abgetrennt, wodurch ein Teil der braunen Pigmente entfernt wurde. Dadurch kam es zu einer Aufbesserung des Braunindexes.

Dieses Ergebnis spiegelt auch Tab. 42 wider. Hier ist der mittlere Braunindex dargestellt, welcher zwischen 1,05 (UF 1) und 1,76 (UF 8) liegt. Weiters zeigt Tab. 42 aufgrund der Messwerte des Braunindexes die homogenen Gruppen der Proben. Es können vier unterschiedliche Gruppen festgestellt werden, welche sich somit signifikant mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % voneinander unterscheiden. Alle Proben die sich gemeinsam in einer homogenen Gruppe befinden, können nicht signifikant unterschieden werden.

Tab. 42: Mittelwerte und Homogenitätstest der einzelnen Proben des Versuchsplans 3 in Abhängigkeit des Braunindexes

Tukey-HSD^{a,b}

Codierung	N	Untergruppe			
		1	2	3	4
UF 1 (nUF_BSA + Inh.)	10	1,05			
UF 3 (nUF_Inh.)	10	1,14	1,14		
UF 5 (UF_BSA + Inh.)	10	1,17	1,17		
UF 7 (UF_Inh.)	10		1,38	1,38	
UF 2 (nUF_BSA)	10			1,57	1,57
UF 6 (UF_BSA)	10				1,64
UF 4 (nUF)	10				1,67
UF 8 (UF)	10				1,76
Sig.		,815	,056	,291	,226

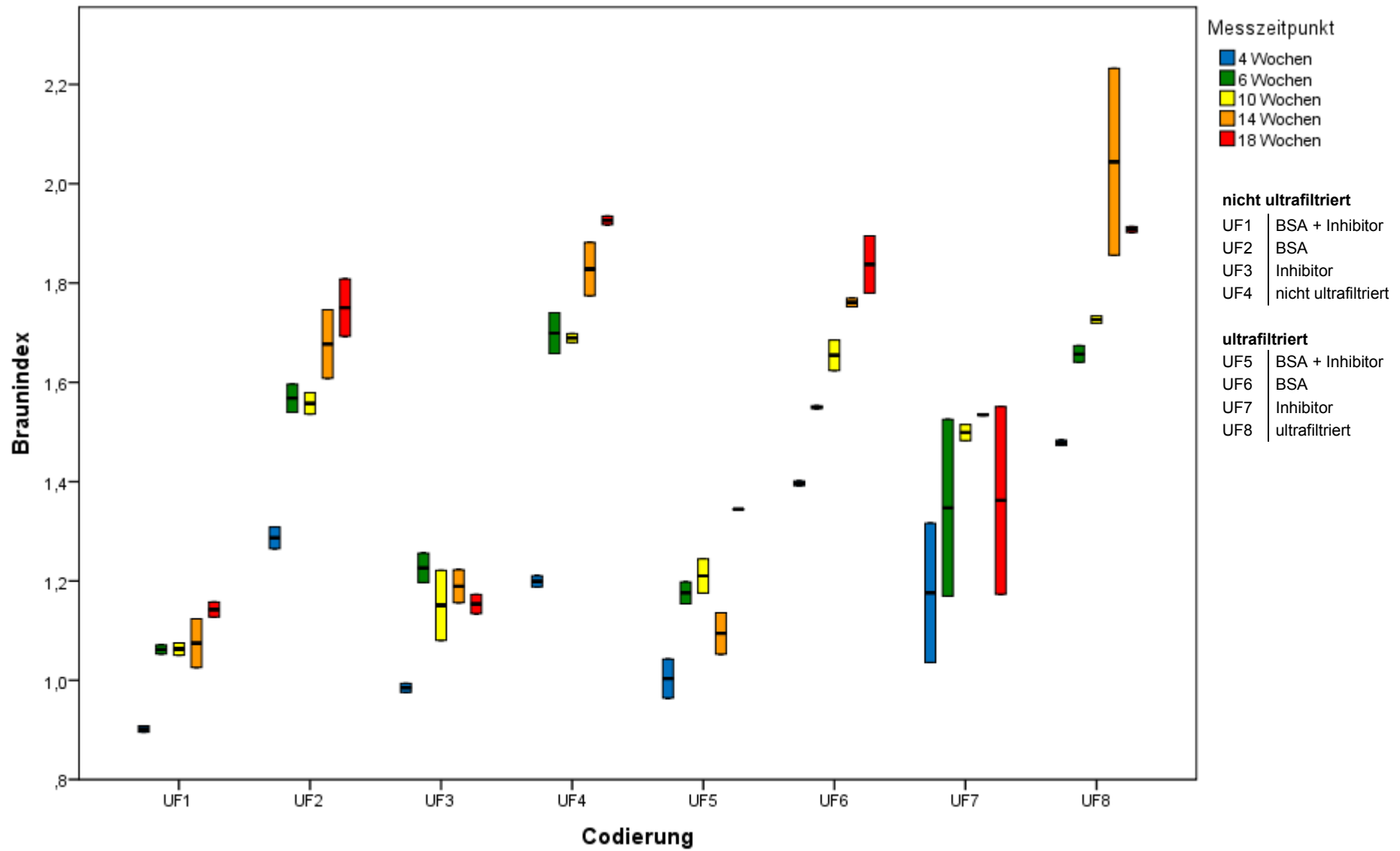


Abb. 143: Vergleich des Braunindexes der verschiedenen Proben des Versuchsplans 3 über die Zeit

VERSUCHSERGEBNISSE UND DISKUSSION

Tab. 43 und Tab. 44 zeigen die statistische Auswertung eines 2^3 Versuchsplans. Hierzu wurden die Differenzen der Braunindexe der vierten und 18. Woche ermittelt, um den Einfluss der unterschiedlichen Zusätze der Proben unabhängig der Start-Braunindexe zu zeigen. Zusätzlich wurden Vertrauensniveaus mit 95, 99 und 99,9 % (Tab. 43) ermittelt. In Tab. 44 ist ersichtlich, dass es mit einem Wert von 0,051 keinen signifikanten Unterschied zwischen nicht ultrafiltrierten und ultrafiltrierten Proben gab (Spalte A). In Spalte B wurde der Einfluss der Zugabe von BSA errechnet. Dabei wurde ermittelt, dass dieser Zusatz keinen signifikanten Einfluss auf die Farbstabilität der Erdbeersäfte hat. Der Enzyminhibitor (Spalte C) wirkte sich mit einem Signifikanzniveau von 0,001 positiv auf den Braunindex aus. Werden die einzelnen Parameter verschieden kombiniert, so zeigte sich bei der Wechselwirkung von Ultrafiltration und BSA (Spalte AB) ein signifikant negativer Einfluss auf den Braunindex. Bei den Kombinationen von Ultrafiltration und Inhibitor (Spalte AC) sowie BSA und Inhibitor (Spalte BC) ergab sich mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % ein negativer Effekt auf die Farbstabilität. Keinen signifikanten Einfluss auf den Braunindex hatten die Wechselwirkungen zwischen Ultrafiltration, BSA und Inhibitor (Spalte ABC).

Tab. 43: Statistische Versuchsplanung eines 2^3 Plans – Braunindex, Teil 1

Varianz		Messung 1	Messung 1 Wiederholung
0,000		-0,2319	-0,2495
0,013		-0,3844	-0,5427
0,000		-0,1793	-0,1587
0,000		-0,7295	-0,7244
0,003		-0,3792	-0,3031
0,006		-0,4938	-0,3879
0,005		-0,2349	-0,1375
0,000		-0,4403	-0,4187
Standardabweichung für Differenzen der Mittelwerte			
0,0287			
Stufe	t-Werte	S_d^*	für Wert 1
95 %	2,31	0,0287	0,066
99 %	3,36	–	0,096
99,90 %	5,04	–	0,145

* Standardabweichung für die Differenzen der Mittelwerte

Tab. 44: Statistische Versuchsplanung eines 2³ Plans – Braunindex, Teil 2

Differenz zwischen Woche 4 und Woche 18												
Planmatrix				Matrix der unabhängigen Variablen								Antwortmatrix
Variable Ver- suchspr.	A	B	C	T	A	B		C				Ø
	UF	BSA	INH.				AB		AC	BC		
											ABC	
UF 1	-1	1	1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-0,2
UF 2	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-0,5
UF 3	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-0,2
UF 4	-1	-1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-0,7
UF 5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-0,3
UF 6	1	1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-0,4
UF 7	1	-1	1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-0,2
UF 8	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-0,4
Effektmatrix Y				-0,333	0,051	0,006	-0,090	0,281	-0,109	-0,120	0,048	
Signifikanzergebnis					--	--	+	+++	++	++	-	

"---"	kein Einfluss	"+"	zu 95 % signifikant
"--"	kaum Abhängigkeiten	"++"	zu 99 % signifikant
"-"	leichte Tendenzen vorhanden	"+++"	zu 99,9 % signifikant

6.4.3 Korrelationen

Um einen Zusammenhang zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex zu ermitteln, wurde eine Korrelation über alle Messzeitpunkte auf einem Signifikanzniveau von 0,01 durchgeführt (Tab. 45). Hier lässt sich erkennen, dass zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex eine negative Beziehung mit -0,459 besteht. Je höher der Akzeptanzfaktor ist, desto niedriger ist der Braunindex.

Tab. 45: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex

		Akzeptanzfaktor	Braunindex
Akzeptanzfaktor	Korrelation nach Pearson	1	-,459**
	Signifikanz (2-seitig)		,000
	N	80	80
Braunindex	Korrelation nach Pearson	-,459**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000	
	N	80	80

** . Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Werden die einzelnen Proben korreliert, so wirken sich die Zusätze unterschiedlich auf Akzeptanzfaktor und Braunindex aus. Vergleicht man die nicht ultrafiltrierten Proben mit den ultrafiltrierten Proben (Tab. 46 und Tab. 47), so sieht man, dass die ultrafiltrierten Proben insgesamt stärker miteinander korrelierten als die nicht ultrafiltrierten Proben. Am stärksten korrelierte die Probe UF 5, welche BSA und Inhibitor als Zusätze hatte. Dies konnte bei der nicht ultrafiltrierten Probe mit den gleichen Zusätzen (UF 1) nicht behauptet werden, denn hier konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden. Starke Zusammenhänge wiesen auch die Proben UF 6 und UF 8 auf. Weiters wurden Beziehungen von UF 2 und UF 4 ermittelt. Wie bereits bei der Gesamtverknüpfung des Akzeptanzfaktors und Braunindexes erläutert wurde, verhalten sich alle Korrelationen negativ. Keine signifikanten Zusammenhänge zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex wiesen weiters die Proben UF 3 und UF 7 auf. Die Korrelationen hingen somit nur teilweise von der Behandlung (nicht ultrafiltriert und ultrafiltriert) und den Zusätzen (BSA und Enzyminhibitor) ab.

Tab. 46: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex, nicht ultrafiltrierte Proben

		Akzeptanzfaktor UF 1	Braunindex UF 1	Akzeptanzfaktor UF 2	Braunindex UF 2
Akzeptanzfaktor	Korrelation nach Pear-	1	-,608	1	-,774**
	Signifikanz (2-seitig)		,062		,009
	N	10	10	10	10
Braunindex	Korrelation nach Pear-	-,608	1	-,774**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,062		,009	
	N	10	10	10	10
		Akzeptanzfaktor UF 3	Braunindex UF 3	Akzeptanzfaktor UF 4	Braunindex UF 4
Akzeptanzfaktor	Korrelation nach Pearson	1	,101	1	-,688*
	Signifikanz (2-seitig)		,782		,028
	N	10	10	10	10
Braunindex	Korrelation nach Pearson	,101	1	-,688*	1
	Signifikanz (2-seitig)	,782		,028	
	N	10	10	10	10

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

Tab. 47: Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex, ultrafiltrierte Proben

		Akzeptanzfaktor UF 5	Braunindex UF 5	Akzeptanzfaktor UF 6	Braunindex UF 6
Akzeptanzfaktor	Korrelation nach Pearson	1	-,938**	1	-,813**
	Signifikanz (2-seitig)		,000		,004
	N	10	10	10	10
Braunindex	Korrelation nach Pearson	-,938**	1	-,813**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,000		,004	
	N	10	10	10	10
		Akzeptanzfaktor UF 7	Braunindex UF 7	Akzeptanzfaktor UF 8	Braunindex UF 8
Akzeptanzfaktor	Korrelation nach Pearson	1	-,241	1	-,889**
	Signifikanz (2-seitig)		,503		,001
	N	10	10	10	10
Braunindex	Korrelation nach Pearson	-,241	1	-,889**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,503		,001	
	N	10	10	10	10

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

6.5 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der sensorischen Untersuchung des Erdbeernektars näher beschrieben. Zunächst wurden von den zwei unterschiedlich verwendeten Methoden die Beliebtheitstests und im Anschluss die Dreieckstests ausgewertet.

6.5.1 Beliebtheitstests

Vor jedem Beliebtheitstest wurde ein Einstimmungstest durchgeführt, damit die Testpersonen mit den Erdbeernektar vertraut gemacht wurden.

6.5.1.1 Einstimmungstest

Für den Einstimmungstest wurden insgesamt 100 Testpersonen befragt, davon waren 48 weiblich und 52 männlich. In der nachfolgenden Abb. 144 ist ersichtlich, dass der vollreife Erdbeernektar der Sorte *Elsanta* aus Serbien, des mittleren Erntezeitpunktes, von beiden Geschlechtern als beliebter eingestuft wurde.

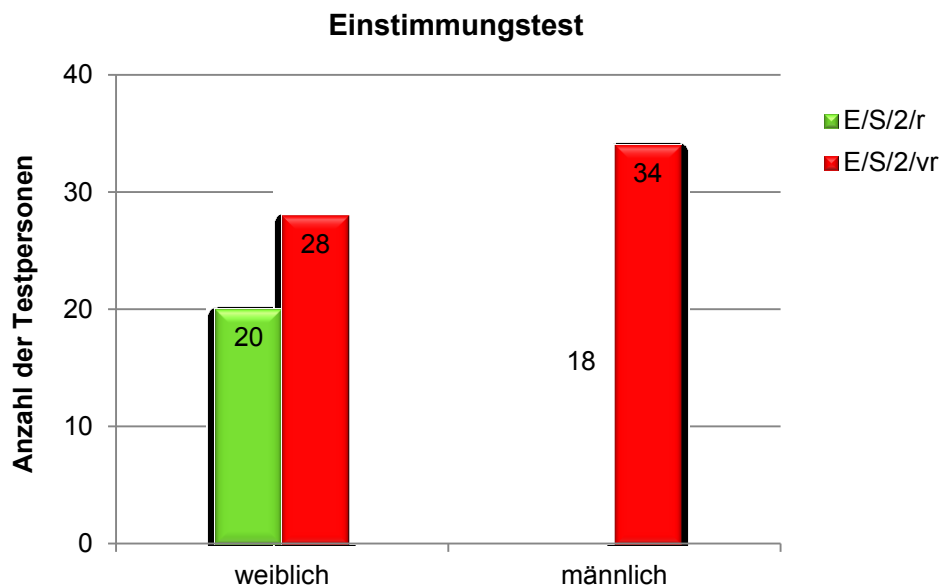


Abb. 144: Einstimmungstest der Sorte *Elsanta* aus Serbien, des mittleren Erntezeitpunktes

6.5.1.2 Beliebtheitstest – Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade

Anhand Abb. 145 kann man die Beliebtheit der vier Erdbeersorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Symphony* des Standortes Zachhalmel der unterschiedlichen Erntezeitpunkte und Reifegrade sehen. Bei den Sorten *Alba* und *Clery* war jeweils der Nektar aus vollreifen Erdbeeren beliebter. Genau umgekehrt verhielt es sich bei der Sorte *Madeleine*, hier wurde Nektar aus reifen Erdbeeren bevorzugt. Bei der Sorte *Symphony* ließ sich kein einheitlicher Trend, ob vollreifer oder reifer Nektar beliebter war, feststellen. Weiters kann man sagen, dass im Allgemeinen die Sorte *Madeleine* nicht so beliebt war, wie die anderen Sorten.

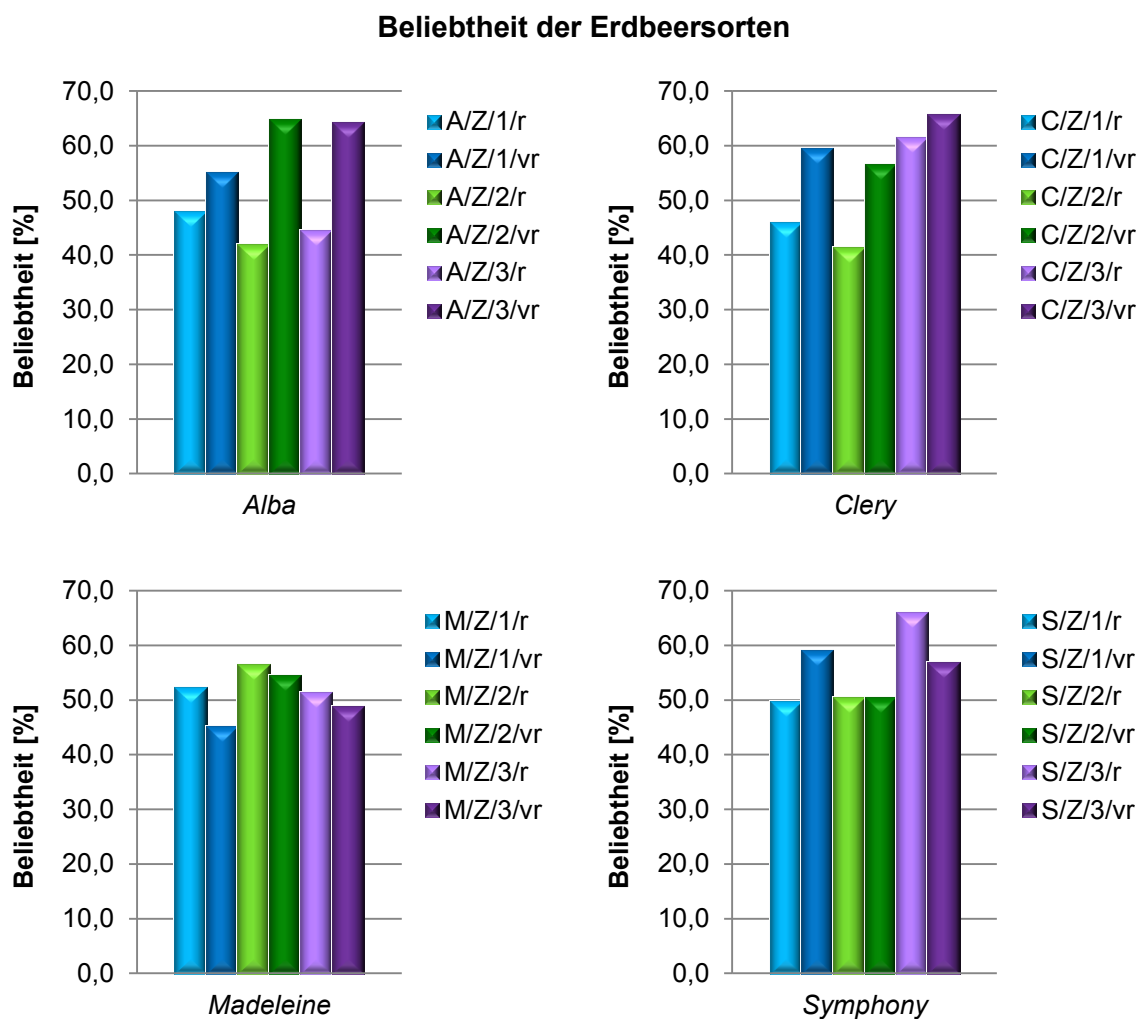


Abb. 145: Beliebtheit [%] der Erdbeersorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Symphony* einschließlich des Erntezeitpunktes und Reifegrades

Werden die einzelnen Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade mit Hilfe von Homogenitätstests (Tab. 48 und Tab. 49) untersucht, so konnten bei der Sorte *Alba* zwei Gruppen festgestellt werden, die sich signifikant voneinander unter-

schieden. Bei der Sorte *Clery* konnten sogar drei homogene Gruppen ermittelt werden. Innerhalb der Sorten *Madeleine* und *Symphony* konnten betreffend der Beliebtheit, hinsichtlich der Erntezeitpunkte und Reifegrade keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Sieht man sich weiters die Mittelwerte der einzelnen Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade in Tab. 48 und Tab. 49 an, so war ein Trend zu Erdbeernektaren aus vollreifen Erdbeersorten des dritten Erntezeitpunktes erkennbar.

Tab. 48: Homogenitätstest der Sorten *Alba* und *Clery*

Tukey-HSD^{a,b}

Bezeichnung	N	Untergruppe	
		1	2
A/Z/2/r	30	41,883	
A/Z/3/r	30	44,550	
A/Z/1/r	30	48,067	48,067
A/Z/1/vr	30	55,067	55,067
A/Z/3/vr	30		64,367
A/Z/2/vr	30		64,867
Sig.		,374	,133

Tukey-HSD^{a,b}

Bezeichnung	N	Untergruppe		
		1	2	3
C/Z/2/r	30	41,417		
C/Z/1/r	30	45,967	45,967	
C/Z/2/vr	30	56,633	56,633	56,633
C/Z/1/vr	30		59,500	59,500
C/Z/3/r	30		61,567	61,567
C/Z/3/vr	30			65,783
Sig.		,148	,129	,686

Tab. 49: Homogenitätstest der Sorten *Madeleine* und *Symphony*

Tukey-HSD^{a,b}

Bezeichnung	N	Untergruppe
		1
M/Z/1/vr	30	45,150
M/Z/3/vr	30	48,833
M/Z/3/r	30	51,433
M/Z/1/r	30	52,233
M/Z/2/vr	30	54,400
M/Z/2/r	30	56,583
Sig.		,458

Tukey-HSD^{a,b}

Bezeichnung	N	Untergruppe
		1
S/Z/1/r	30	49,650
S/Z/2/vr	30	50,550
S/Z/2/r	30	50,550
S/Z/3/vr	30	56,917
S/Z/1/vr	30	59,017
S/Z/3/r	30	65,983
Sig.		,121

In Tab. 50 wurden somit die beliebtesten und unbeliebtesten Erdbeersorten sowie Erntezeitpunkte und Reifegrade des Standortes ZACHHalmel zusammengefasst. Weiters sind die Akzeptanzfaktoren der Erdbeernektare nach vier Wochen angegeben um zu sehen, ob sich die Konsumenten bei der Beurteilung der Beliebtheit der Erdbeernektare stark vom Aussehen (Farbe) des Nektars beeinflussen ließen. Eindeutig zu erkennen ist, dass die beliebtesten Erdbeernektare höhere Akzeptanzfaktoren und somit eine längere Haltbarkeit aufwiesen als die unbeliebtesten Nektare.

Tab. 50: Beliebtesten und unbeliebtesten Erdbeernektare

Beliebteste Erdbeersorte, Erntezeitpunkt und Reifegrad	Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen	Unbeliebteste Erdbeersorte, Erntezeitpunkt und Reifegrad	Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen
A/Z/2/vr	0,84	A/Z/2/r	0,71
C/Z/3/vr	0,86	C/Z/2/r	0,74
M/Z/2/r	0,76	M/Z/1/vr	0,74
S/Z/3/r	0,78	S/Z/1/r	0,69

Werden die beliebtesten und unbeliebtesten Erdbeernektare auf deren Homogenität (Tab. 51) überprüft, so lassen sich zwei Gruppen feststellen, die sich signifikant unterscheiden. Jene Nektare, die sich gemeinsam in einer Gruppe befanden, waren nicht signifikant voneinander unterscheidbar.

Tab. 51: Mittelwerte und Homogenitätstest der beliebtesten und unbeliebtesten Nektare

Tukey-HSD^{a,b}

Bezeichnung	N	Untergruppe	
		1	2
C/Z/2/r	30	41,417	
A/Z/2/r	30	41,883	
M/Z/1/vr	30	45,150	
S/Z/1/r	30	49,650	49,650
M/Z/2/r	30	56,583	56,583
A/Z/2/vr	30		64,867
C/Z/3/vr	30		65,783
S/Z/3/r	30		65,983
Sig.		,258	,177

In den nachfolgenden Spinnennetzdiagrammen (Abb. 146 und Abb. 147) werden die Attribute Aussehen, Geruch, Geschmack, Mundgefühl und Gesamturteil der vier beliebtesten und unbeliebtesten Sorten, einschließlich Erntezeitpunkte und Reifegrade, dargestellt. Bei den beliebtesten Sorten lässt sich erkennen, dass die Sorten *Alba* (A/Z/2/vr), *Clery* (C/Z/3/vr) und *Symphony* (S/Z/3/r) in etwa das gleiche Gesamturteil aufwiesen. Bei der Sorte *Clery* standen das Aussehen und der Geruch im Vordergrund. Geschmack und Mundgefühl wurden schlechter bewertet. Bei der Sorte *Symphony* schnitt das Aussehen am schlechtesten ab, jedoch konnten der Geschmack und das Mundgefühl die beste Bewertung erreichen. Die Sorte *Madeleine* (M/Z/2/r) wurde am schlechtesten bewertet und war somit die unbeliebteste untersuchte Sorte.

Beliebtesten Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade

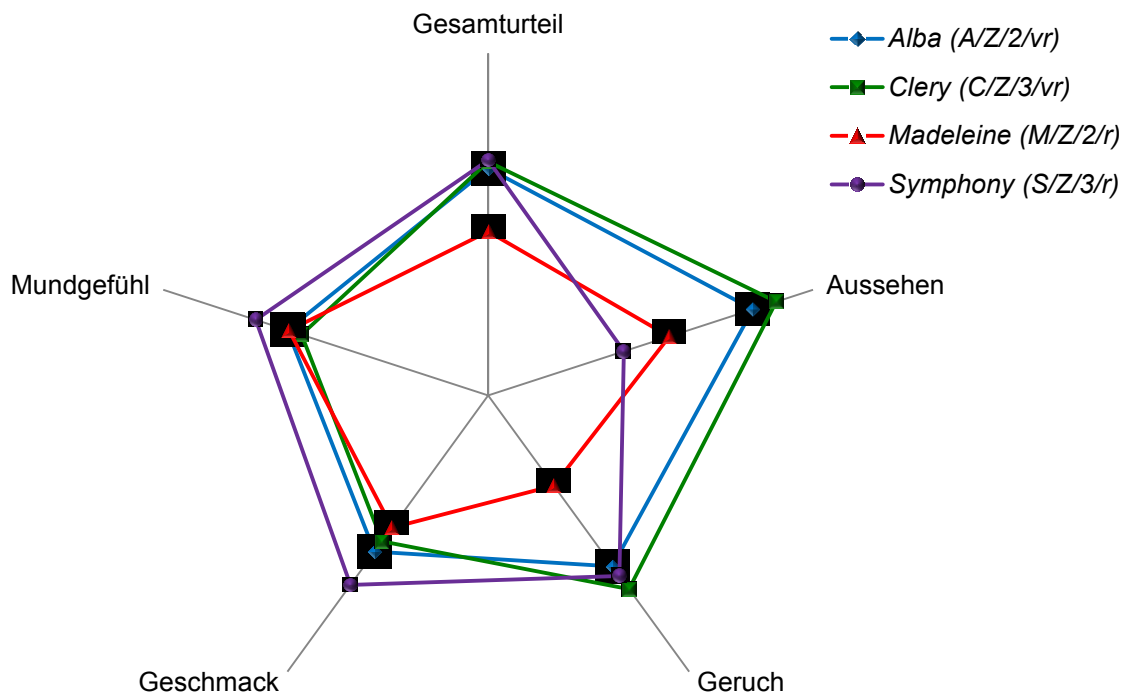


Abb. 146: Beliebteste Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade der Sorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Symphony*

Bei den unbeliebtesten Sorten wurde *Madeleine* (M/Z/1/vr) in den Attributen Aussehen, Geruch, Geschmack und Mundgefühl am besten beurteilt. Jedoch spiegelte sich diese Bewertung im Gesamturteil nicht wider. Die Sorte *Alba* (A/Z/2/r) schnitt am schlechtesten ab und erreichte beim Geruch die niedrigste Beliebtheit. Das beste Gesamturteil der unbeliebtesten Sorten erhielt die Sorte *Symphony* (S/Z/1/r). Bei den anderen Attributen lag *Symphony* im Mittelfeld. Die Sorte *Clery* (C/Z/2/r) wurde, wie auch bei den beliebtesten Erdbeersorten, Erntezeitpunkten und Reifegraden, beim Aussehen relativ gut bewertet. Eindeutig ersichtlich ist, dass die vollreifen Erdbeernektare beliebter waren als die reifen Nektare.

Unbeliebtesten Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade

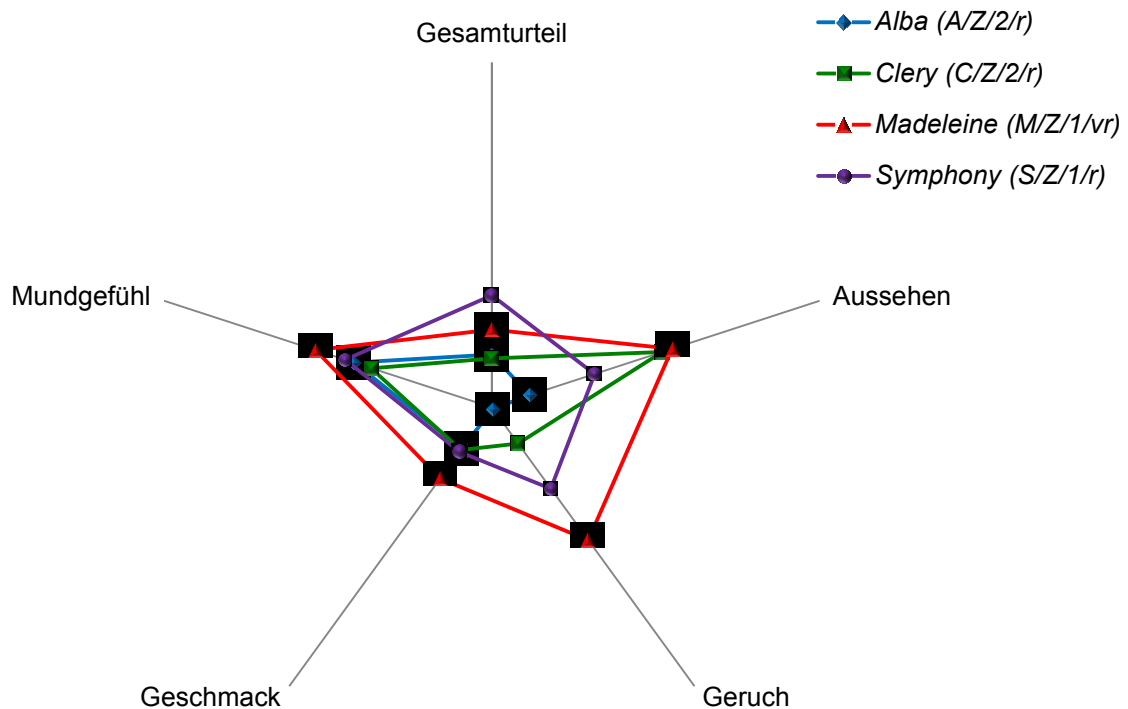


Abb. 147: Unbeliebteste Erdbeersorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade der Sorten *Alba*, *Clery*, *Madeleine* und *Symphony*

In Tab. 52 wird die Beliebtheit, unabhängig der Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade mit den Parametern des ersten Versuchsplans verknüpft. Hierbei ist ersichtlich, dass die Beliebtheit auf einem Signifikanzniveau von 0,05 mit der Festigkeit negativ korrelierte. Eine hohe Festigkeit der Erdbeeren führte daher zu einer geringen Beliebtheit. Somit wurde auch bestätigt, dass Erdbeernektar aus reifen Erdbeeren unbeliebter war, denn diese Beeren besaßen eine höhere Fruchtfleischfestigkeit als vollreife Früchte. Weitere Korrelationen bestanden zwischen Beliebtheit und Akzeptanzfaktor nach vier Wochen sowie Haltbarkeit in Wochen, jedoch bereits auf einen Signifikanzniveau von 0,01. Diese Zusammenhänge waren jeweils positiv mit der Beliebtheit verknüpft. Je höher die Beliebtheit war, desto höher waren der Akzeptanzfaktor und auch die Haltbarkeit.

Tab. 52: Korrelationen des Versuchsplans 4, Beliebtheitstest 1

		Beliebtheit [%]	Durchschnittsgewicht [g]	Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Festigkeit [kg/cm ²]	°Brix	Säure [g/kg]	pH-Wert	L-Ascorbinsäure [mg/L]	Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen	Haltbarkeit [Wochen]
Beliebtheit [%]	Korrelation nach Pearson	1	,053	,124	-,488*	,277	-,160	,117	-,224	,545**	,556**
	Signifikanz (2-seitig)		,806	,564	,016	,191	,454	,585	,292	,006	,005
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Durchschnittsgewicht [g]	Korrelation nach Pearson	,053	1	-,127	,203	,009	-,070	,554**	,524**	,221	,003
	Signifikanz (2-seitig)	,806		,554	,343	,966	,746	,005	,009	,300	,987
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Korrelation nach Pearson	,124	-,127	1	-,297	,191	,187	-,117	-,231	,161	,253
	Signifikanz (2-seitig)	,564	,554		,158	,371	,381	,586	,278	,451	,233
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Festigkeit [kg/cm ²]	Korrelation nach Pearson	-,488*	,203	-,297	1	-,126	,401	-,102	,523**	-,337	-,715**
	Signifikanz (2-seitig)	,016	,343	,158		,559	,052	,635	,009	,108	,000
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
°Brix	Korrelation nach Pearson	,277	,009	,191	-,126	1	,394	-,013	,372	,182	-,180
	Signifikanz (2-seitig)	,191	,966	,371	,559		,057	,950	,074	,395	,399
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Säure [g/kg]	Korrelation nach Pearson	-,160	-,070	,187	,401	,394	1	-,603**	,455*	-,324	-,398
	Signifikanz (2-seitig)	,454	,746	,381	,052	,057		,002	,026	,122	,054
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
pH-Wert	Korrelation nach Pearson	,117	,554**	-,117	-,102	-,013	-,603**	1	,220	,213	,046
	Signifikanz (2-seitig)	,585	,005	,586	,635	,950	,002		,301	,317	,830
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
L-Ascorbinsäure [mg/L]	Korrelation nach Pearson	-,224	,524**	-,231	,523**	,372	,455*	,220	1	-,355	-,694**
	Signifikanz (2-seitig)	,292	,009	,278	,009	,074	,026	,301		,088	,000
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen	Korrelation nach Pearson	,545**	,221	,161	-,337	,182	-,324	,213	-,355	1	,629**
	Signifikanz (2-seitig)	,006	,300	,451	,108	,395	,122	,317	,088		,001
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Haltbarkeit in Wochen	Korrelation nach Pearson	,556**	,003	,253	-,715**	-,180	-,398	,046	-,694**	,629**	1
	Signifikanz (2-seitig)	,005	,987	,233	,000	,399	,054	,830	,000	,001	
	N	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24

*. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,05 (2-seitig) signifikant.

**.. Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

6.5.1.3 Beliebtheitstest – Sortenvergleich

Bei diesem Test wurden vollreife Erdbeernektare der dritten Ernte des Standortes Zachhalmel verwendet und anhand des Gesamturteils ausgewertet. Wie man in der Abb. 148 sieht, so zeigte sich bei allen Sorten eine relativ breite Streuung der Bewertungspunkte, mit welchen die Testkonsumenten die einzelnen Sorten beurteilten. Die höchste Abweichung wurde bei den Sorten *Alba* und *Clery* festgestellt, jedoch dicht gefolgt von den Sorten *Elsanta* und *Madeleine*. Die geringste Streuung der Bewertungspunkte wurde bei der Sorte *Symphony* ermittelt.

Wie man anhand der Abb. 148 und in Tab. 53 sehen kann, wurde die Sorte *Symphony*, im Durchschnitt mit 70 %, als beliebteste Sorte beurteilt. Im Gegensatz dazu erreichte *Madeleine* nur in etwa die Hälfte von *Symphony* und ist somit die unbeliebteste Sorte. Die Sorten *Alba* und *Elsanta* wiesen in etwa mit 54 % die gleiche Beliebtheit auf. Die Sorte *Clery* lag mit einer Beliebtheit von 46 % im Mittelfeld. Um signifikante Unterschiede zwischen den Erdbeersorten festzustellen, wurde ein Homogenitätstest (Tab. 53) durchgeführt. Es konnten zwei homogene Gruppen ermittelt werden. So unterschieden sich die Sorten *Madeleine* und *Clery* signifikant von der Sorte *Symphony*.

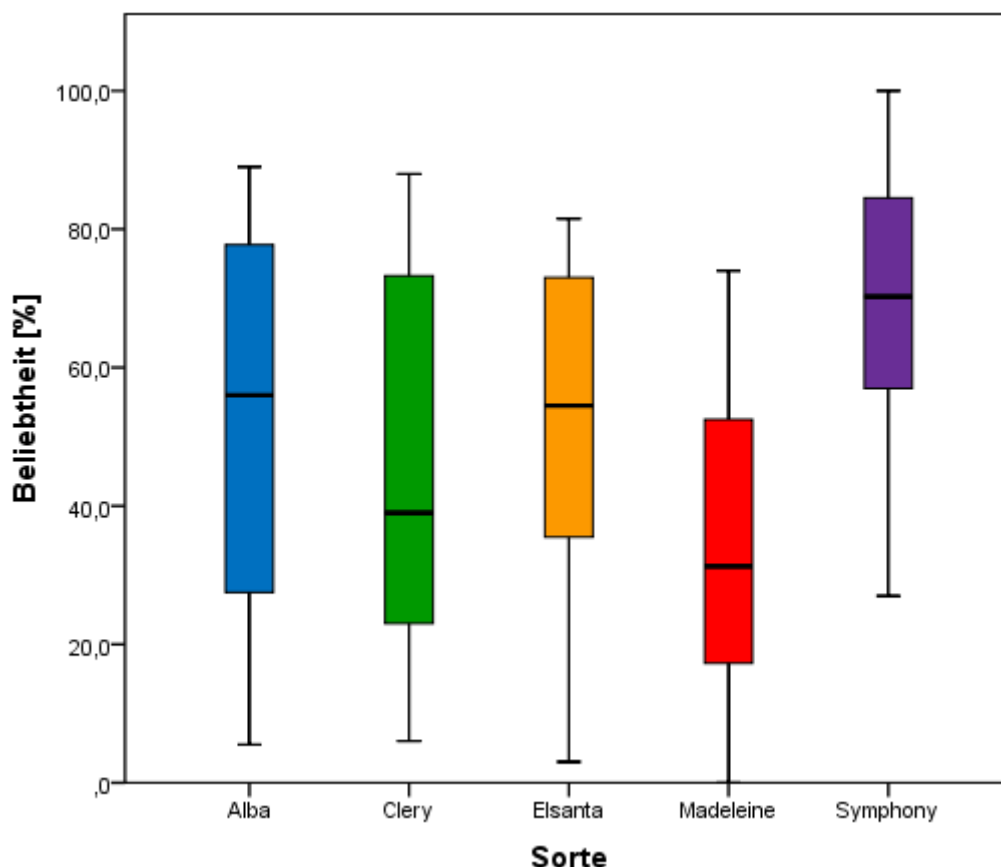


Abb. 148: Sortenvergleich des Standortes Zachhalmel – letzte Ernte, vollreif, Teil 1

Tab. 53: Mittelwerte und Homogenitätstest des Sortenvergleichs

Tukey-HSD^{a,b}

Sorte	N	Untergruppe	
		1	2
<i>Madeleine</i>	20	36	
<i>Clery</i>	20	46	
<i>Elsanta</i>	20	53	53
<i>Alba</i>	20	54	54
<i>Symphony</i>	20		70
Sig.		,137	,191

In Abb. 149 wird ersichtlich, dass die Sorte *Symphony* bei allen Parametern am besten abgeschnitten hat. Eine Ausnahme stellte das Aussehen dar, hier lag die Sorte *Clery* deutlich vorne. *Madeleine* erreichte bei fast allen Attributen die schlechteste Bewertung und war somit die unbeliebteste Sorte. Somit konnte die Behauptung des ersten Beliebtheitstests (Kapitel 6.5.1.2) bestätigt werden.

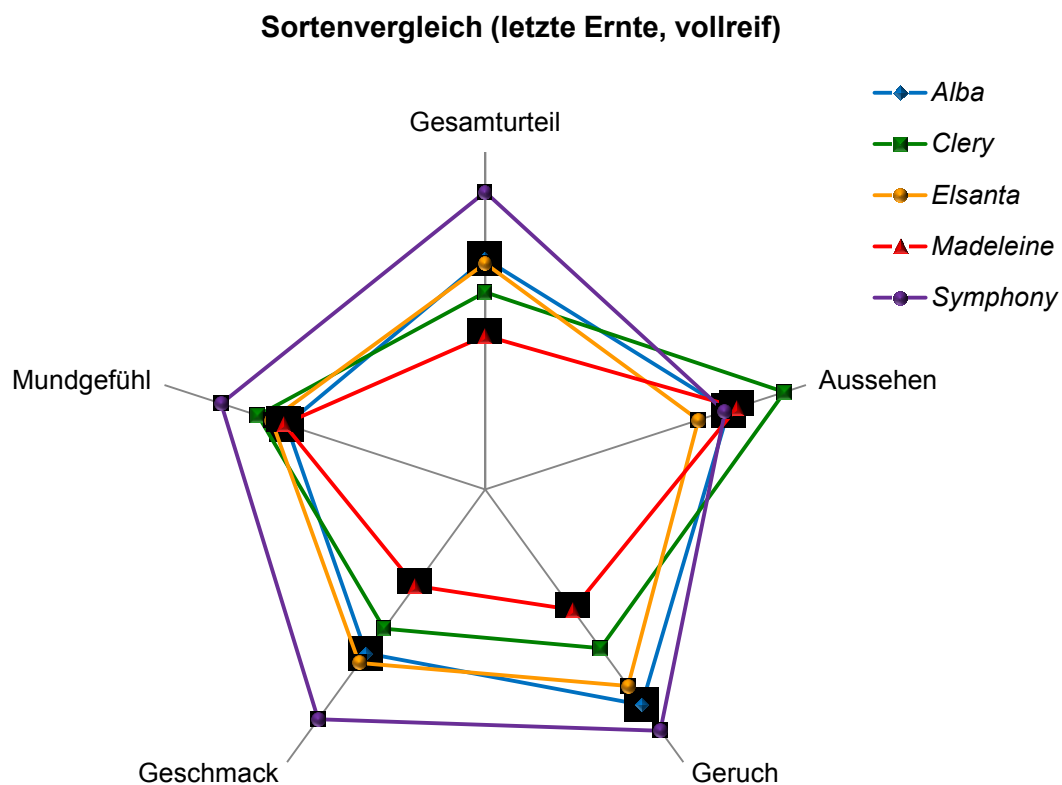


Abb. 149: Sortenvergleich des Standortes Zachhalmel – letzte Ernte, vollreif, Teil 2

In Tab. 54 wird die Beurteilung des Aussehens der einzelnen untersuchten Sorten mit dem Akzeptanzfaktor verglichen. Hierbei ist zu sehen, dass die Sorte *Clery* den höchsten Akzeptanzfaktor mit 0,86 besaß. Dies spiegelte auch die Beurteilung des Aussehen in Abb. 149 wider. Die Sorte *Madeleine* zeigte den niedrigsten Akzeptanzfaktor, wurde jedoch von den Testpersonen als zweitbeste Sorte eingestuft. Vergleicht man die anderen Werte, so zeigte sich ein Trend, dass das beste Aussehen auch einen hohen Akzeptanzfaktor besaß.

Tab. 54: Sortenvergleich der vollreifen Erdbeersorten der letzten Ernte

Sortenvergleich (letzte Ernte, vollreif)	Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen
<i>Clery</i>	0,86
<i>Symphony</i>	0,84
<i>Elsanta</i>	0,83
<i>Alba</i>	0,82
<i>Madeleine</i>	0,81

6.5.1.4 Beliebtheitstest – Herkunftsvergleich

Für den Herkunftsvergleich wurde die Sorte *Elsanta* des ersten Erntezeitpunktes vollreif verwendet und anhand des Gesamturteils ausgewertet. Wie Abb. 150 zeigt, wiesen alle Erdbeeren aus den verschiedenen Herkunftten, aus denen Nektar hergestellt wurde, in etwa die gleiche Streuung der Bewertungspunkte, mit welchen die Testpersonen die einzelnen Standorte beurteilten, auf.

Wie man anhand der Abb. 150 und in Tab. 55 sehen kann, wurde der Standort Polen, obwohl diese Früchte eine lange Anreise hatten, im Durchschnitt mit 76 % bewertet und so als beliebteste Herkunft eingestuft. Gefolgt von dem Erdbeerproduzenten Zachhalmel aus Österreich mit 66 %. Am schlechtesten schnitten die Nektare vom Erzeuger Edlinger (Österreich) mit 62 % und aus Serbien mit 61 % ab. Um signifikante Unterschiede zwischen den Standorten festzustellen, wurde ein Homogenitätstest (Tab. 55) durchgeführt. Es konnte nur eine homogene Gruppe ermittelt werden. Die einzelnen Herkunftten waren daher nicht voneinander signifikant unterscheidbar.

Abb. 151 zeigt ebenfalls, dass die Sorte *Elsanta* aus Polen bei fast allen Parametern am besten abschnitt. Obwohl die serbischen Früchte bei Geruch und Geschmack am schlechtesten bewertet wurden, sind die österreichischen *Elsanta* vom Erzeuger Edlinger als unbeliebteste Erdbeeren eingestuft worden.

In Tab. 56 wird die Beurteilung des Aussehens der einzelnen untersuchten Herkünfte mit dem Akzeptanzfaktor verglichen. Hierbei ist zu sehen, dass die Erdbeeren aus Serbien den höchsten Akzeptanzfaktor mit 0,78 besaßen. Dies spiegelte auch die Beurteilung des Aussehen in Abb. 151 wider. Der niedrigste Akzeptanzfaktor wurde beim Erzeuger Edlinger aus Österreich festgestellt. Dieser wurde jedoch beim Aussehen von den Testpersonen als der zweitschönste Nektar eingestuft.

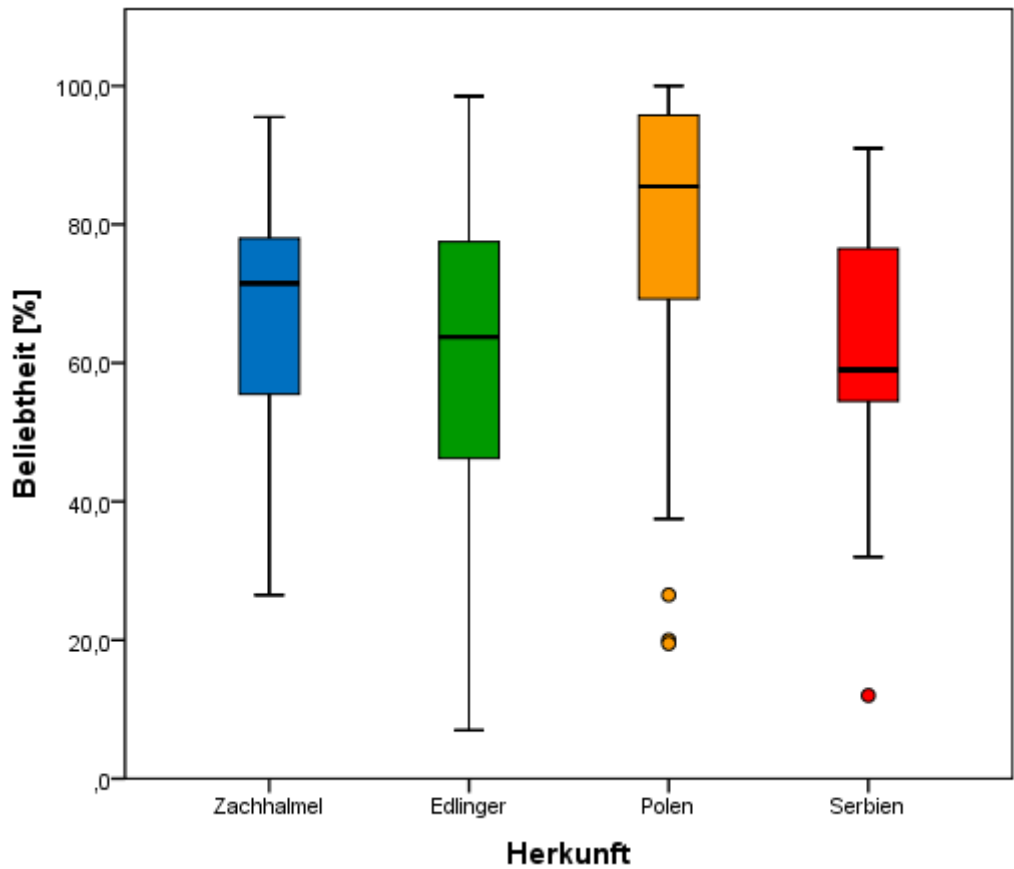


Abb. 150: Herkunftsvergleich der Sorte *Elsanta* – erste Ernte, vollreif, Teil 1

Tab. 55: Mittelwerte und Homogenitätstest des Herkunftsvergleichs

Tukey-HSD^{a,b}

Herkunft	N	Untergruppe
		1
Edlinger	20	61
Serbien	20	62
Zachhalmel	20	66
Polen	20	76
Sig.		,181

Herkunftsvergleich der Sorte Elsanta (erste Ernte, vollreif)

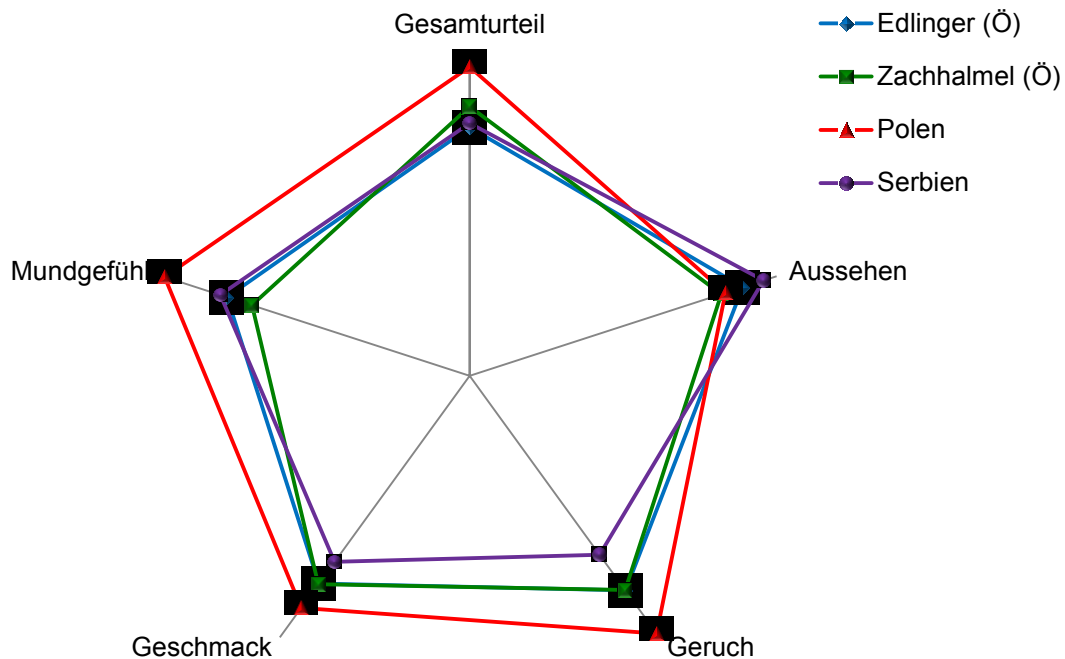


Abb. 151: Herkunftsvergleich der Sorte *Elsanta* – erste Ernte, vollreif, Teil 2

Tab. 56: Herkunftsvergleich der vollreifen Erdbeersorte *Elsanta* der ersten Ernte

Herkunftsvergleich (erste Ernte, vollreif)	Akzeptanzfaktor nach 4 Wochen
Serbien	0,78
Zachhalmel (Ö)	0,58
Polen	0,44
Edlinger (Ö)	0,43

6.5.2 Dreieckstests

Es wurden zwei Dreieckstests durchgeführt. Bei beiden wurde zunächst der Farbunterschied nach vier Wochen zwischen den zu prüfenden Proben berechnet (Tab. 57). Aufgrund der hohen ΔE -Werte wurden schwarze Verkostungsgläser verwendet. Bei zu hohen ΔE -Werten (> 1) kann der Farbunterschied problemlos mit dem Auge erfasst werden. In weiterer Folge wurden die Tests auf einem Signifikanzniveau von 99 % ausgewertet.

Tab. 57: Farbunterschied nach vier Wochen

SS/P/2/vr und SS/S/2/vr	SS/P/2/vr und SS/S/2/vr
1) $\Delta E_{P/S} = 8,63$	1) $\Delta E_{r/vr} = 8,49$
2) $\Delta E_{P/S} = 8,50$	2) $\Delta E_{r/vr} = 8,16$

Im ersten Test wurde untersucht, ob sich bei der Sorte *Senga Sengana* vollreif des mittleren Erntezeitpunktes aus Polen oder Serbien ein Unterschied feststellen lässt. Wie in Tab. 58 ersichtlich, wurden 16 der insgesamt 18 Proben von den Experten richtig erkannt. Laut Signifikanztabelle (Anhang, Tab. 25) kann ein signifikanter Unterschied zwischen der polnischen und serbischen *Senga Sengana* festgestellt werden. Weiters zeigt die Tab. 58 an, ob eine der zwei Proben bevorzugt wurde. Es konnte jedoch keine signifikante Bevorzugung (Anhang, Tab. 25) eines Erdbeernektars ermittelt werden.

Tab. 58: Auswertung des ersten Dreieckstests, SS/P/2/vr und SS/S/2/vr

Experte	richtig	falsch	Bevorzugung der Probe		
1	3	0	P	P	P
2	3	0	S	S	S
3	2	1	–	P	P
4	3	0	S	S	P
5	3	0	P	P	P
6	2	1	P	–	S
Summe	16	2	6 Mal Serbien / 10 Mal Polen		

Im zweiten Dreieckstest wurde untersucht, ob der Reifegrad (reif und vollreif) der polnischen Sorte *Senga Sengana* des mittleren Erntezeitpunktes unterschieden werden kann. Tab. 59 zeigt, dass 13 von insgesamt 18 Proben als richtig erkannt wurden. Laut Signifikanztabelle (Anhang, Tab. 25) konnte ein signifikanter Unterschied zwischen reif und vollreif festgestellt werden. Ebenfalls ersichtlich war, dass es eine signifikante Bevorzugung (Anhang, Tab. 25) der vollreifen Erdbeeren gab.

Tab. 59: Auswertung des zweiten Dreieckstests, SS/P/2/r und SS/P/2/vr

Experte	richtig	falsch	Bevorzugung der Probe		
1	3	0	vr	vr	vr
2	3	0	vr	vr	vr
3	1	2	–	r	–
4	2	1	r	vr	–
5	2	1	vr	–	vr
6	2	1	vr	–	vr
Summe	13	5	2 Mal reif / 11 Mal vollreif		

7 Schlussfolgerungen

Nachfolgend werden die wichtigsten Aussagen der einzelnen Versuchspläne zusammengefasst und erläutert.

7.1 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad

Die Ergebnisse des ersten Versuchsplans zeigten, dass die Wahl der Erdbeersorte, Anbaustandortes, Erntezeitpunktes sowie Reifegrades der Erdbeeren erheblich zur Farbstabilisierung eines Nektars beitrugen. Anschließend werden die Resultate der einzelnen Parameter des Versuchsplans 1 näher beschrieben.

Witterungsbedingungen

Die Witterungsbedingungen für das Erntejahr 2010 waren für die Durchführung dieser Arbeit nicht optimal. Das sehr wechselhafte Wetter gestaltete einen Vergleich der unterschiedlichen Sorten, Standorten und Erntezeitpunkten relativ schwierig.

Durchschnittsgewicht

Wurden die untersuchten Erdbeeren nach ihrem Durchschnittsgewicht charakterisiert, konnten Unterschiede zwischen den Sorten identifiziert werden. Das geringste mittlere Durchschnittsgewicht mit 9,7 g wurde bei der Sorte *Senga Sengana* festgestellt. Die Sorte *Madeleine* erreichte mit 22,7 g das höchste mittlere Durchschnittsgewicht, dicht gefolgt von der Sorte *Alba*. Die restlichen Sorten wie *Clery*, *Elsanta* und *Symphony* lagen im Mittelfeld der genannten Sorten. Weiters wurde ermittelt, dass vollreife Erdbeeren im Schnitt um 6,3 g schwerer waren als reife Früchte. Zusätzlich konnte eine Abnahme des Durchschnittsgewichtes während der Ernteperiode gezeigt werden. Neben Sorte, Reifegrad und Erntezeitpunkt hatte der Standort und auch die Witterung einen nicht zu vernachlässigenden Einfluss auf das Durchschnittsgewicht. Bei regnerischem Wetter waren die Erdbeeren schwerer. Weiters konnte festgestellt werden, dass spätreifende Sortentypen ein geringeres Durchschnittsgewicht als frühreifende Sortenarten aufwiesen. Um die

Größe der Erdbeeren zu beschreiben, wurde das Durchschnittsgewicht herangezogen. In Polen wurden mit Abstand die kleinsten Erdbeeren vorgefunden. Das Durchschnittsgewicht korrelierte positiv mit der Festigkeit und negativ mit dem Trockensubstanzwert.

Respiration

Die Respirationswerte schwankten zwischen 254 und 824 mg CO₂/kg*h, jedoch konnten keine Sortenunterschiede festgestellt werden. Allerdings konnten Abweichungen innerhalb der Standorte und Erntezeitpunkte beobachtet werden. An dem Standort Polen wurden die höchsten Respirationswerte ermittelt. Bei den Erntezeitpunkten waren die Respirationswerte des mittleren Zeitpunktes deutlich niedriger als die des ersten und dritten Erntezeitpunktes. Jedoch konnte ein Trend zu höheren Respirationswerten bei späteren Ernteterminen festgestellt werden. Weiters konnte gezeigt werden, dass es einen Respirationsanstieg von der frühreifenden bis zu spätreifende Sortenart gab. Zusätzlich wurde festgestellt, dass es eine Tendenz zu höheren Respirationsraten in vollreifen Früchten gab. Weiters wurde ermittelt, dass das Wetter keinen signifikanten Einfluss auf die Respiration hatte. Aufgrund der Korrelationsanalyse wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Respiration und Säuregehalt ermittelt.

Festigkeit

Im Zuge der Festigkeitsauswertung wurde ermittelt, dass es große Differenzen zwischen den untersuchten Sorten gab. Die Sorte *Senga Sengana* besaß einen mittleren Festigkeitswert von 0,86 kg/cm² und war somit die weichste Sorte. Im Gegensatz dazu erreichte die Sorte *Alba* den höchsten mittleren Festigkeitswert mit 1,92 kg/cm². Eindeutig festgestellt wurde, dass reife Erdbeeren im Vergleich zu vollreifen Früchten um 0,28 kg/cm² eine höhere Festigkeit aufwiesen. Weiters waren Unterschiede hinsichtlich der Standorte und Erntezeitpunkte ersichtlich. Polnische und serbische Erdbeeren besaßen eine höhere Festigkeit als die der österreichischen Herkünfte. Bezüglich der Ernteperiode nahm die Fruchtfleischfestigkeit von der ersten bis zur letzten Ernte ab. Auch der Sortentyp war entscheidend. Frühreifende Sorten waren fester als spätreifende Sortenarten. Weiters wurde festgestellt, dass bei regnerischem Wetter die Festigkeit der Früchte abnahm. Dieser Einfluss war im Vergleich zur Festigkeitsabnahme während der Ernteperio-

de vernachlässigbar. Anhand der durchgeführten Korrelationen ergab sich zwischen Festigkeit und Durchschnittsgewicht sowie L-Ascorbinsäure ein positiver Zusammenhang. Eine negative Korrelation wurde zur Haltbarkeit festgestellt.

°Brix

Bei der Bestimmung der Trockensubstanz (°Brix) konnte eindeutig festgestellt werden, dass die vollreifen Erdbeeren höhere Brixgrade besaßen als die reifen Beeren. Teilweise konnte auch ein Sortenunterschied ermittelt werden. Die Sorte *Alba* hatte einen mittleren Brixwert von nur 6,2 im Vergleich zur Sorte *Senga Sengana*, welche im Durchschnitt auf einen Brixwert von 9,0 kam. Die Brixgrade waren weiters vom Standort und vom Erntezeitpunkt abhängig. So wurden in Polen die höchsten Brixwerte festgestellt. Weiters kam es während der Ernteperiode zu einer Abnahme der Trockensubstanz. Zusätzlich waren die Brixgrade stark witterungsabhängig. Erdbeeren, die bei sonnigem Wetter reiften und geerntet wurden, hatten höhere Brixwerte als Früchte die bei Regen reiften und gepflückt wurden. Die Trockensubstanz korrelierte positiv mit dem Säure- und L-Ascorbinsäuregehalt. Weiters gab es eine negative Korrelation zum Durchschnittsgewicht.

Titrierbare Säure

Beim titrierbaren Säuregehalt der Erdbeeren, welcher als Zitronensäure berechnet wurde, konnte kein Unterschied innerhalb der Sorten ermittelt werden. Die Sorte *Symphony* erlangte die höchste mittlere Säure mit 7,81 g/kg. Der niedrigste mittlere Säuregehalt wurde bei der Sorte *Clery* mit 6,07 g/kg festgestellt. Reife Erdbeeren hatten im Durchschnitt um 0,83 g/kg mehr Säure als vollreife Früchte. Weiters wurde ermittelt, dass der Säuregehalt standort- und erntezeitpunktabhängig war. Polnische Erdbeeren erreichten die höchsten Säuregehalte, serbisch hingegen die niedrigsten. Wie auch bei den Brixwerten kam es während der Ernteperiode zu einer tendenziellen Abnahme der Säure. Erdbeeren, die bei Sonnenschein reiften und geerntet wurden, enthielten einen höheren Säuregehalt. Die Wetterbedingungen hatten einen bedeutenderen Einfluss auf den Säuregehalt als die Abnahme der Säure während der Ernteperiode. Weiters konnte ermittelt werden, dass ein später Sortentyp zu höheren Säuregehalten neigte. Die Korrelationsanalyse zeigte, dass die Säure positiv mit Respiration, Brix und L-Ascorbinsäure zusammenhing. Weiters gab es eine negative Korrelation zum pH-Wert.

L-Ascorbinsäure

Die Auswertung des L-Ascorbinsäuregehalts zeigte eine breite Streuung innerhalb der Sorten. Es wurden Werte zwischen 50 und 600 mg/L ermittelt, somit konnten keine signifikanten Sortenunterschiede festgestellt werden. Fast bei jeder Sorte, mit Ausnahme der Sorte *Alba*, wurde bei vollreifen Erdbeeren ein niedriger Vitamin C-Gehalt festgestellt als bei reifen Früchten. Die L-Ascorbinsäuregehalte waren teilweise von der Herkunft abhängig. Die polnischen Erdbeeren erzielten eindeutig höhere Werte als die restlichen Standorte. Weiters konnte ermittelt werden, dass der Vitamin C-Gehalt während der Ernteperiode abnahm. Die Abhängigkeit der Sortenart war nicht so entscheidend. Auch die Wetterbedingungen spielten eine Rolle. So enthielten Erdbeeren, die bei sonnigem Wetter reiften und gepflückt wurden mehr L-Ascorbinsäure als bei Regen. Der L-Ascorbinsäuregehalt korrelierte positiv mit Festigkeit, Brixwert und Säuregehalt und negativ mit der Haltbarkeit.

pH-Wert

Bei der Ermittlung des pH-Wertes wurde festgestellt, dass vollreife Erdbeeren einen höheren pH-Wert erlangten als reife Früchte. Der niedrigste mittlere pH-Wert wurde bei der Sorte *Symphony* mit 3,25 festgestellt. Bei der Sorte *Clery* wurde der höchste durchschnittliche pH-Wert mit 3,48 ermittelt. Somit war der pH-Wert zum Teil sortenabhängig. Weiters wurde festgestellt, dass der pH-Wert im Verlauf der Ernteperiode leicht anstieg. Zudem wurde ermittelt, dass der pH-Wert bei späten Sortenarten abnahm. Außerdem war der pH-Wert witterungsabhängig. So wurde bei regnerischem Wetter ein höherer pH-Wert im Erdbeermark festgestellt als bei sonnigem Wetter. Beim pH-Wert bestand ein Zusammenhang zum Säuregehalt.

Farbstabilität

Eindeutig festgestellt werden konnte, dass der Akzeptanzfaktor und somit die Farbstabilität der Erdbeernektare während der Lagerung fiel. Weiters wurde ermittelt, dass die Farbstabilität sowohl vom Reifegrad als auch vom Erntezeitpunkt abhing. Die Erdbeernektare, die aus vollreifen Früchten, welche bei späteren Ernteterminen gepflückt wurden, produziert wurden, erzielten die höchste Farbstabilität. Zusätzlich konnten eindeutige Sortenunterschiede festgestellt werden. Die

Sorte *Senga Sengana* war jene Sorte, die von allen untersuchten Sorten die beste Farbstabilität erreichte. Die Farbe konnte nach über 20 Wochen noch überzeugen. Die Sorte *Elsanta* hingegen lieferte die schlechtesten Ergebnisse, denn die Erdbeernektare waren teilweise bereits nach vier Wochen braun. Jedoch konnten Sorten wie *Madeleine* und *Symphony* auch gute Farbergebnisse liefern. Weiters war die Farbstabilität der Erdbeernektare von den Standorten abhängig. So erreichten Erdbeernektare aus serbischen Früchten die beste Farbe. Auch festgestellt werden konnte, dass spätreifende Sortenarten höhere Akzeptanzfaktoren besaßen. Erdbeeren die bei sonnigem Wetter reiften und geerntet wurden, wiesen nach einer Lagerperiode von zwölf Wochen geringere Akzeptanzfaktoren auf als welche die bei Regen reiften und gepflückt wurden.

7.2 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung

Sowohl bei der Bestimmung der Enzymaktivitäten von Polyphenoloxidase und Peroxidase als auch bei den Proteingehalten aus Polyphenoloxidase und Peroxidase wurde festgestellt, dass die besten Ergebnisse aus Erdbeeren, die bei -80 °C schockgefroren und gelagert wurden, ermittelt werden konnten. Danach folgten mengenmäßig die Ergebnisse der Markproben bei -80 °C, Erdbeerenproben bei -18 °C und zum Schluss die Markproben bei -18 °C. Für die nachfolgenden Auswertungen wurden deshalb nur Erdbeeren herangezogen, die bei -80 °C gelagert wurden.

Enzymaktivitäten

Bei den Enzymaktivitäten wurde ersichtlich, dass die durchschnittliche Enzymaktivität der Polyphenoloxidase deutlich geringer mit $0,0053 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$ war als die Peroxidase-Aktivität mit $0,0288 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Auffällig war, dass die Enzymaktivitäten in vollreifen Erdbeeren meistens höher waren als die der reifen Beeren, mit Ausnahme von den Sorten *Alba* und *Elsanta*. Teilweise konnten Sortenunterschiede wahrgenommen werden. Die Sorte *Alba* hatte bei beiden Enzymen die niedrigsten mittleren Aktivitäten und die Sorte *Elsanta* die höchsten mittleren Enzymaktivitäten. Die durchschnittliche Polyphenoloxidase-Aktivität schwankte zwischen $0,0027$ und $0,0067 \Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Bei der Peroxidase-Enzymaktivität

streuten die mittleren Werte zwischen 0,0208 und 0,0349 $\Delta E/\text{min} \cdot 100 \mu\text{L}$. Weiters wurde festgestellt, dass die Erntezeitpunkte und Wetterbedingungen keinen Einfluss auf die Enzymaktivitäten hatten.

Proteingehalte

Die Bestimmung der Proteingehalte aus Polyphenoloxidase war etwas genauer als die aus Peroxidase. Jedoch wurden im Durchschnitt in etwa die gleichen Proteingehalte ermittelt. Der Proteingehalt aus Polyphenoloxidase betrug 14,40 $\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$ und aus Peroxidase 14,45 $\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$. Auch bei den Proteinen fiel auf, dass die Gehalte in vollreifen Erdbeeren meistens höher waren als die der reifen Früchte, mit Ausnahme der Sorte *Alba*. Ebenfalls wie bei den Enzymaktivitäten konnten teilweise Sortenunterschiede festgestellt werden. Die mittleren Proteingehalte aus Polyphenoloxidase variierten zwischen 10,50 und 17,97 $\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$. Bei dem Proteingehalt aus Peroxidase schwankten die mittleren Werte zwischen 9,63 und 19,78 $\mu\text{g}/100 \mu\text{L}$. Zusätzlich wurde ermittelt, dass die Erntezeitpunkte und Wetterbedingungen keinen Einfluss auf die Proteingehalte hatten.

Spezifische Enzymaktivitäten

Die spezifischen Enzymaktivitäten wurden aus den Enzymaktivitäten und dem Proteingehalten errechnet. Die spezifische Aktivität der Polyphenoloxidase lag im Mittel bei 0,41 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ und schwankte zwischen 0,15 und 1,30 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Die spezifische Aktivität von Peroxidase betrug durchschnittlich 2,15 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$ und streute zwischen 1,25 und 4,45 $\Delta E/\text{min} \cdot \text{mg}$. Hier sah man eindeutig, dass die spezifische Enzymaktivität der Polyphenoloxidase niedriger war als die der Peroxidase. Bei beiden spezifischen Enzymaktivitäten konnte kein Sortenunterschied festgestellt werden. Jedoch war ersichtlich, dass die spezifische Aktivität der Polyphenoloxidase bei den vollreifen Erdbeeren, mit Ausnahme der Sorte *Elsanta*, höher war als bei den reifen Früchten. Genau umgekehrt sah es bei der spezifischen Aktivität der Peroxidase aus. Hier konnte bei allen Sorten, mit Ausnahme der Sorte *Symphony*, bei den reifen Beeren eine höhere spezifische Enzymaktivität festgestellt werden. Wie auch bei den Enzymaktivitäten und Proteingehalten hatten die Erntezeitpunkte und Wetterbedingungen keinen Einfluss auf die spezifischen Enzymaktivitäten.

Korrelationen

Anhand der durchgeführten Korrelationsanalysen ergab sich, dass kein Zusammenhang zwischen Enzymaktivitäten, Proteingehalte sowie spezifischen Enzymaktivitäten mit Anthocyanen, Flavonolen und Haltbarkeit bestand. Ein Großteil der Enzymaktivitäten korrelierte mit den Proteingehalten und in weiterer Folge mit den spezifischen Enzymaktivitäten.

Die Proteingehalte besaßen einen negativen Zusammenhang mit der Festigkeit und dem Säuregehalt. Weiters bestanden erwähnenswerte negative Korrelationen zwischen der Peroxidase-Aktivität und Festigkeit, Säuregehalt sowie L-Ascorbinsäure. Die spezifischen Enzymaktivitäten wiesen keinen Zusammenhang mit den Parametern des ersten Versuchsplans auf.

7.3 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat

Beim dritten Versuchsplan wurde Erdbeersaft auf zwei Arten behandelt. In weiterer Folge wurden diesen Zusätze beigemischt um höhere Farbstabilitäten zu erreichen.

Akzeptanzfaktor

Bei der Auswertung wurde festgestellt, dass die nicht ultrafiltrierten Proben einen höheren Akzeptanzfaktor als die ultrafiltrierten Proben aufwiesen und somit eine höhere Farbstabilität erreichten. Um diesen Einfluss auszuschließen, wurden die Differenzen der Akzeptanzfaktoren der 18. und vierten Woche errechnet. Somit zeigte die Zugabe des Protease-Inhibitors N-Ethylmaleimid die höchste Farbstabilisierung, welche sich signifikant auswirkte. Negativ hingegen wirkte sich der Zusatz BSA aus, welcher ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Erdbeersaftprobe hatte. Der Probenzusatz BSA und Inhibitor, welcher sich ebenso signifikant auswirkte, war in etwa vergleichbar mit den Proben ohne Zusatz. Bei diesen unbehandelten Proben konnte kein signifikanter Einfluss ermittelt werden.

Braunindex

Bei der Bestimmung des Braunindex wurde festgestellt, dass ebenfalls die nicht ultrafiltrierten Proben farbstabiler waren und deshalb einen niedrigen Braunindex aufwiesen. Jedoch war der Abstand zwischen nicht ultrafiltrierten und ultrafiltrierten Proben relativ klein. Um diesen geringen Einfluss auszuschließen, wurden die Differenzen der Akzeptanzfaktoren der vierten und 18. Woche errechnet. So wies die Probe mit BSA und Protease-Inhibitor (N-Ethylmaleimid) den niedrigsten Braunindex auf, welcher auch einen signifikanten Einfluss hatte. Dicht gefolgt von der Probe mit Inhibitor-Zusatz. Auch bei diesem Zusatz konnte ein signifikanter Einfluss beobachtet werden. Negativ auf die Farbstabilität der Erdbeersäfte wirkte sich der Zusatz von BSA aus, jedoch konnte die Probe mit BSA eine etwas bessere Farbe aufweisen als die Probe ohne Zusatz. Bei diesen beiden Probenvarianten konnte kein signifikanter Einfluss ermittelt werden.

Korrelationen

Mit Hilfe der Korrelationsanalyse wurde ermittelt, dass es einen negativen Zusammenhang zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex gab. Werden jedoch die einzelnen Proben miteinander korrelierte, so ergaben sich verschieden starke Zusammenhänge. Bei drei Proben konnte keine signifikante Korrelation festgestellt werden.

7.4 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars

Bevor die eigentlichen sensorischen Untersuchungen der Erdbeernektare vorgenommen wurden, wurde ein Einstimmungstest durchgeführt. Die Auswertung ergab, dass die Testpersonen Nektare, welchen aus vollreifen Erdbeeren hergestellt wurden, bevorzugten.

Beliebtheitstest – Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade

Bei diesem Beliebtheitstest zeigte sich ein Trend zu Erdbeernektaren, welche aus vollreifen Erdbeeren hergestellt wurden. Die einzige Ausnahme war die Sorte *Madeleine*, bei der die reifen Erdbeernektare bevorzugt wurden. Jedoch wurde

diese Sorte gegenüber allen anderen Sorten, als die unbeliebteste eingestuft. Ebenso erkennbar war, dass spätere Erntezeitpunkte der Erdbeeren beliebter waren. Die Sorten *Alba*, *Clery* und *Symphony* schnitten am besten ab. Wurden die einzelnen Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade auf Homogenität geprüft, so konnten bei den Sorten *Alba* und *Clery* signifikante Unterschiede festgestellt werden. Bei den Sorten *Madeleine* und *Symphony* konnte jedoch kein signifikanter Einfluss ermittelt werden. Beim Vergleich des Aussehens mit dem Akzeptanzfaktor nach vier Wochen wurde festgestellt, dass die beliebtesten Sorten, Erntezeitpunkte und Reifegrade höhere Akzeptanzfaktoren und somit eine längere Haltbarkeit aufwiesen als die unbeliebtesten. Dies erlaubte den Schluss, dass der Akzeptanzfaktor und somit die Farbe der Erdbeernektare eine entscheidende Rolle bei der Beurteilung der Beliebtheit für den Konsumenten spielen. Aufgrund der Korrelationsanalyse auf einem Signifikanzniveau von 0,01 wurde ein positiver Zusammenhang zwischen Beliebtheit und Akzeptanzfaktor nach vier Wochen sowie Haltbarkeit ersichtlich. Nur mehr auf einem Signifikanzniveau von 0,05 korrelierte die Beliebtheit negativ mit der Festigkeit.

Beliebtheitstest – Sortenvergleich

Mit diesem Test wurde das Ergebnis des ersten Beliebtheitstests bestätigt. Es wurde eindeutig festgestellt, dass die Sorte *Symphony* mit durchschnittlich 70 % die beliebteste und die Sorte *Madeleine* mit nur 36 % die unbeliebteste Sorte waren. Die Sorten *Alba* und *Elsanta* bewegten sich in etwa auf gleichem Niveau mit rund 54 %. Die Sorte *Clery* lag etwas unter diesen beiden Sorten. Weiters konnte eine hohe Streuung der Bewertungspunkte festgestellt werden. Der Homogenitätstest der einzelnen Sorten zeigte, dass sich die Sorten *Clery* und *Madeleine* signifikant von der Sorte *Symphony* unterschieden. Ebenfalls wurde ermittelt, dass die Bewertung des Aussehens der Erdbeernektare positiv mit dem Akzeptanzfaktor nach vier Wochen korrelierte.

Beliebtheitstest – Herkunftsvergleich

Beim Herkunftsvergleich wurden die Erdbeernektare, welche aus polnischen Erdbeeren produziert wurden, mit durchschnittlich 76 % als die besten eingestuft. Die anderen Herkünfte erreichten in etwa mit 64 % die gleiche Beliebtheit. Die Streuung der Bewertungspunkte war bei allen Standorten ungefähr gleich. Der

Homogenitätstest zeigte keine signifikanten Unterschiede zwischen den Herkünften. Beim Vergleich des Aussehens mit dem Akzeptanzfaktor nach vier Wochen konnte kein Trend zu höheren Akzeptanzfaktoren bei gutem Aussehen ermittelt werden.

Dreieckstests

Die beiden Dreieckstests wurden auf einen Signifikanzniveau von 99 % ausgewertet. Vor den beiden Tests wurde der Farbunterschied zwischen den zu prüfenden Proben ermittelt. Dabei kam heraus, dass aufgrund der sehr hohen ΔE -Werte bei beiden Tests schwarze Verkostungsgläser verwendet werden mussten.

Beim ersten Test wurde festgestellt, dass die Erdbeernektare, welche aus polnischen oder serbischen Erdbeeren der Sorte *Elsanta* hergestellt wurden, eindeutig unterschieden werden konnten. Jedoch konnte keine signifikante Bevorzugung der Erdbeernektare aus polnischen und serbischen Früchten ermittelt werden.

Beim zweiten Dreieckstest wurde hinsichtlich des Reifegrades der Sorte *Elsanta* geprüft. Auch hier konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den reifen und vollreifen Beeren festgestellt werden. Weiters wurde eindeutig ermittelt, dass Erdbeernektar aus vollreifen Früchten bevorzugt wird.

8 Zusammenfassung

Im Zuge dieser Arbeit wurde anhand verschiedener Erdbeerprodukte aus unterschiedlichen Erdbeersorten des Erntejahres 2010 versucht, den Einfluss einzelner Erdbeereinhaltsstoffe und Parameter auf die Farbstabilität zu ermitteln.

Dazu wurden sechs Erdbeersorten (*Alba*, *Clery*, *Madeleine*, *Senga Sengana*, *Symphony* und *Elsanta*) analysiert, die von vier Standorten aus drei Ländern (Österreich, Polen und Serbien) bezogen wurden. Die Ernteperiode wurde in drei Erntezeitpunkte unterteilt, wobei bei jedem Erntetermin sowohl reife als auch vollreife Erdbeeren gepflückt wurden. Aus den Erdbeeren wurde zunächst Nektar (14 °Brix, 6 g/kg Säure berechnet als Zitronensäure, 40 % Fruchtanteil) hergestellt, um die Farbstabilität über eine Lagerperiode von mehr als 20 Wochen zu bestimmen. Die Veränderung der Farbe des Erdbeernektars, welcher im Dunkeln bei Raumtemperatur (20 °C) gelagert wurde, erfolgte mittels Spectrophotometer im $L^*a^*b^*$ -Farbraum. Anhand der $L^*a^*b^*$ -Werte wurde ein Akzeptanzfaktor errechnet, welcher zur Beurteilung der Farbe diente und die Kundenpräferenz in Hinblick auf die Erdbeernektarfarbe zeigte. Weiters wurden die Enzyme Polyphenoloxidase und Peroxidase untersucht, die Aufschluss über die Farbstabilität des Erdbeernektars geben sollen. Um zu sehen, ob die Laborergebnisse der Farbstabilitäten mit den Geschmacksempfindungen der Testpersonen zusammenpassen, wurden sensorische Untersuchungen der Erdbeernektare durchgeführt. Neben diesen Aspekten wurden weiters Erdbeersaft und ultrafiltrierten Erdbeersaft verschiedene Zusätze wie Bovine Serum Albumin (BSA) und Enzyminhibitor (N-Ethylmaleimid) beigegeben, um herauszufinden wie die Farbqualität erhöht werden kann. Auch die Erdbeersaftfarbe wurde mit dem Spectrophotometer ermittelt. Die Saftfarbe wurde durch eine weitere Methode bestimmt, welche auf einer IFU-Methode der International Federation of Fruit Juice Producers basiert. Hier wurde ein Braunindex errechnet, der mit dem Akzeptanzfaktor verglichen wurde.

Die Ergebnisse zeigten, dass die Farbstabilität vom Reifegrad und dem Erntezeitpunkt abhing. Die Erdbeernektare aus vollreifen Früchten, welche bei späteren Ernteterminen gepflückt wurden, erzielten die beste Farbe. Die höchste Farbstabilität erreichte jener Nektar, welcher aus der Sorte *Senga Sengana* produziert wurde. Dieser Erdbeernektar wies nach über 20 Wochen noch eine annehmbare rote Farbe auf. Die Sorte *Elsanta* hingegen lieferte die schlechtesten Ergebnisse, denn

die Erdbeernektare waren teilweise bereits nach vier Wochen braun. Gute Farbergebnisse erreichten auch Sorten wie *Madeleine* und *Symphony*.

Weiters war die Farbstabilität der Erdbeernektare von den Standorten abhängig. So stellte sich heraus, dass Erdbeernektare aus serbischen Früchten farbstabiler waren. Es wurde auch festgestellt, dass spätreifende Sortenarten höhere Akzeptanzfaktoren besaßen. Außerdem zeigten die Ergebnisse, dass Durchschnittsgewicht, Respiration, Brix, Säure und pH-Wert keinen Einfluss auf die Haltbarkeit und somit auf die Farbstabilität hatten. Hingegen gab es einen negativen Zusammenhang zwischen Farbstabilität und Festigkeit sowie L-Ascorbinsäure. Zudem wurde ermittelt, dass Nektare, welche aus sonnengereiften Erdbeeren hergestellt wurden, zu Beginn der Lagerperiode keinen Unterschied zeigten und erst nach der vierten Woche einen geringeren Farbwert aufwiesen.

Sowohl bei der Bestimmung der Enzymaktivitäten als auch bei den Proteingehalten wurde festgestellt, dass die besten Ergebnisse aus Erdbeeren, die bei -80 °C schockgefroren und gelagert wurden, ermittelt wurden. Dies zeigte auch, dass es keinen Zusammenhang zwischen Enzymaktivitäten, Proteingehalte sowie spezifischen Enzymaktivitäten mit Anthocyanen, Flavonolen und Haltbarkeit (Farbstabilität) gab.

Bei den sensorischen Untersuchungen bestätigten sich die vorher erwähnten Ergebnisse. Auch hier zeigte sich ein Trend zu Erdbeernektaren, welche aus vollreifen Erdbeeren hergestellt wurden. Ebenso erkennbar war, dass Erdbeeren von späteren Erntezeitpunkten beliebter waren. Beim Sortenvergleich überzeugte die Sorte *Symphony*. Der Herkunftsvergleich zeigte, dass die Erdbeernektare, welche aus polnischen Früchten hergestellt wurden, am besten abschnitten. Zudem bestand ein positiver Zusammenhang zwischen der Beliebtheit der Sorten und der Farbstabilität.

Die Ergebnisse der Ultrafiltration zeigten, dass mittels Ultrafiltration die Stabilität des Erdbeersaftes nicht signifikant verbessert werden konnte. Beim Akzeptanzfaktor bewirkte die Zugabe von Enzyminhibitor, bei der Braunindexanalyse die Zugabe von BSA und Inhibitor die höchste Farbstabilisierung. Weiters konnte eine negative Korrelation zwischen Akzeptanzfaktor und Braunindex ermittelt werden.

9 Summary

The attempt of this master thesis was the determination of the influence of individual strawberry substances and parameters on the colour stability of strawberry products. Therefore, various strawberry products from different strawberry varieties of the crop year 2010 were analyzed.

Six strawberry varieties (*Alba*, *Clery*, *Madeleine*, *Senga Sengana*, *Symphony* and *Elsanta*) from four locations in three countries (Austria, Poland and Serbia) were harvested three times during the harvest period and divided into ripe and fully ripe berries. First of all, strawberries were produced to nectar (14 °dry substance, 6 g/kg acidity calculated as citric acid, 40 % fruit) to determine the colour stability over a storage period of more than 20 weeks. The change in colour of the strawberry nectar, stored in a dark room at a temperature of 20 °C, was defined by using a spectrophotometer ($L^*a^*b^*$ colour space). Based on the results of the $L^*a^*b^*$ system an acceptance factor was calculated, which was not only used to assess the colour but it also reflected the customer preference regarding the strawberry nectar colour. Furthermore, the enzyme activity of polyphenol oxidase and peroxidase was analyzed to give information about the influence on the colour stability of the nectar. In order to see if the laboratory results of the colour stability agree with the taste sensations of the testers, a sensory evaluation of various strawberry nectars were carried out. Moreover, to find out how the colour quality of strawberry juice and ultra filtrated strawberry juice could be increased, additives such as bovine serum albumin (BSA) and an enzyme inhibitor (N-ethylmaleimide) were added. The strawberry juice colour was also determined by using the spectrophotometer. In addition, the strawberry juice colour was defined by another method, which is based on an IFU method of the International Federation of Fruit Juice Producers. Hereby, a brown index was calculated and then compared with the acceptance factor.

The results showed that the colour stability depended on ripeness and harvest time of the fruit. The strawberry nectar from fully ripe fruit, which was harvested at later harvest dates achieved the best colour. The highest colour stability was reached by the nectar produced from *Senga Sengana*. This strawberry nectar still had an acceptable red colour after 20 weeks, whereas the variety *Elsanta* achieved the worst results as it had already partly turned brown after only four

weeks of storage. Also *Madeleine* and *Symphony* achieved acceptable colour results. Besides harvest time and ripeness, the colour stability of strawberry nectar depended on the locations. It not only turned out that strawberry nectar from different Serbian fruit varieties was more colour stable than fruit from other locations but also that late ripeness variety types had higher acceptance factors. Moreover, the results showed that the average weight, respiration, dry substance, acidity and pH-value had no influence on the durability and consequently on the colour stability. However, there was a negative correlation between colour stability and consistency as well as ascorbic acid. Besides it was determined that nectar produced from sun-ripened strawberries had the same colour values as other samples at the beginning of the storage period, yet after a storage period of four weeks or longer the colour faded faster. Both in the determination of enzyme activities as well as in the protein levels, it was found that the best results were from strawberries, which were snap-frozen and stored at minus 80 °C. The results also showed that there was no correlation between enzyme activity, protein levels, and specific enzyme activities of anthocyanins, flavonols, and durability (colour stability). The sensory tests confirmed the previously described results. Even here was a tendency for strawberry nectar, which was made from fully ripe strawberries. It was clearly noticeable that strawberries harvested later were more popular. When comparing the different varieties, *Symphony* convinced most. The comparison of the production country showed that the Polish strawberry nectar scored highest. In addition, a positive correlation between the popularity of the species and the colour stability existed. The results of the strawberry juice demonstrated that ultrafiltration had no significant influence on the acceptance factors respectively the brown indexes during storage. Adding an enzyme inhibitor resulted in the highest colour stability when determining the acceptance factor. For the brown index analysis, the addition of BSA and inhibitor brought about the highest colour stability. Finally, it could be determined that there was a negative correlation between the acceptance factor and the brown index.

10 Literaturverzeichnis

10.1 Bücher und Fachartikel

AABY, K., WROLSTAD R. E., EKEBERG D. und SKREDE G.: Polyphenol Composition and Antioxidant Activity in Strawberry Purees; Impact of Achene Level and Storage. J. Agric. Food Chem. 55 (2007) 5156–5166.

ANONYM: Measurement of the Colour of Clear and Hazy Juices (Spectrophotometric Method) – Nr. 80. International Federation of Fruit Juice Producers (IFU), Frankreich. (2010).

ANONYM: Erdbeeren süß, aber gesund!. Agrarmarkt Austria Marketing GesmbH, Wien. (2009a).

ANDERSON, G. und SOYKA K.: Lebensmitteltabelle für die Praxis – Der kleine Souci, Fachmann, Kraut. 5 Auflage, Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart. ISBN: 978-3-8047-2679-6 (2011).

BAKER, R. W.: Membrane technology and applications. 2. Auflage, John Wiley & Sons Ltd, Chichester. ISBN: 0-470-85445-6 (2004).

BAKOWSKA, A., KUCHARSKA A. Z., OSZMIANŃSKI J.: The Effects of Heating, UV Irradiation, and Storage on Stability of the Anthocyanin-polyphenol Copigment Complex. Food Chem. 81 (2003) 349-355.

BELITZ, H.-D., GROSCH W. und SCHIEBERLE P.: Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 6. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-540-73201-3 (2008).

BGBI. II Nr. 83/2004: 83. Verordnung: Fruchtsaftverordnung. Bundesministerium für Gesundheit und Frauen, Wien (2004).

BGBI. II Nr. 383/1998 zuletzt geändert durch BGBI. II Nr. 157/2011 – Anlage 2: 383. Verordnung: Andere Zusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel. Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz, Wien (1998/2011).

BONERZ, D., WÜRTH K., WILL F., PATZ C., QUAST P., HILLEBRAND S., WINTERHALTER P., und DIETRICH H.: Alterungsvorgänge in Säften und Konzentraten der Erdbeere: Abbaukinetik der monomeren Anthocyane und Neubildung von Alterungspigmenten: Deuts. Lebensm. Rundsch. 107 (2011) 24-32

BOULTON, R.: The Copigmentation of Anthocyanins and Its Role in the Color of Red Wine: A Critical Review. Am. J. Enol. Vitic. 52:2 (2001) 67–87.

BUCHECKER, K.: Fragen & Antworten Sensorik. 1. Auflage, B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg. ISBN: 978-3-89947-466-4 (2008).

BUCHTER-WEISBRODT, H.: Genuss-Frucht Erdbeere. 1. Auflage, Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf. ISBN: 3-7040-2010-9 (2004).

CAO, X., ZHANG Y., ZHANG F., WANG Y., YI J. und LIAO X.: Effects of High Hydrostatic Pressure on Enzymes, Phenolic Compounds, Anthocyanins, Polymeric Color and Color of Strawberry Pulps. J. Sci. Food Agric. 91 (2011) 877–885.

CHISARI, M., BARBAGALLO R. N., SPAGNA G.: Characterization of Polyphenol Oxidase and Peroxidase and Influence on Browning of Cold Stored Strawberry Fruit. J. Agric. Food Chem. 55 (2007) 3469–3476.

CIVELLO, P. M., MARTÍNEZ G. A., CHAVES A. R. und AÑÓN M. C.: Peroxidase from Strawberry Fruit (*Fragaria ananassa* Duch.): Partial Purification and Determination of Some Properties. J. Agric. Food Chem. 43 (1995) 2596-2601.

DA SILVA, F. L., ESCRIBANO-BAILÓN M. T., ALONSO J. J. P., RIVAS-GONZALO J. C., SANTOS-BUELGA C.: Anthocyanin Pigments in Strawberry. Lebensm. Wiss. Technol. 40 (2007) 374–382.

DERNDORFER, E.: Lebensmittelsensorik. 3. Auflage, Facultas Verlags- und Buchhandels AG, Wien. ISBN: 978-3-7089-0588-4 (2010).

DÜRRSCHMID, K.: Unterlagen zur Übungseinheit „Sensorische Prüfmethoden“. Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Wien. (2006).

EBERMANN, R. und ELMADFA I.: Lehrbuch Lebensmittelchemie und Ernährung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Wien. ISBN 978-3-7091-0210-7 (2011).

FIGURA, L. O.: Lebensmittelphysik – Physikalische Kenngrößen - Messung und Anwendung. Springer-Verlag, Berlin. ISBN: 3-540-20337-0 (2004).

FLIEDNER, I. und WILHELMI F.: Grundlagen und Prüfverfahren der Lebensmittelsensorik. 2. Auflage, Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-121-3 brosch. (1993).

FOX, L., HINRICHSSEN T., LANGLEY J., SCHRÖDER W. und WOBBE R.: Die Erdbeere: Verführung in Rot. Husum Druck- und Verlagsgesellschaft, Husum. ISBN: 3-89876-002-2 (2001).

FRANZKE, C.: Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie. 3. Auflage, B. Behr's Verlag, Hamburg. ISBN: 3-86022-234-1 (1996).

GARZÓN, G. A. und WROLSTAD R. E.: Comparison of the Stability of Pelargonidin-based Anthocyanins in Strawberry Juice and Concentrate. J. Food Sci. 67 (2002) 1288–1299.

GOIFFON, J.-P., MOULY P. P. und GAYDOU E. M.: Anthocyanic Pigment Determination in Red Fruit Juices, Concentrated Juices and Syrups Using Liquid Chromatography. Anal. Chim. Acta 382 (1999) 39–50.

GÖSSINGER, M., MAYER F., RADOCHA N., HÖFLER M., BONER A., GROLL E., NOSKO E., BAUER R. und BERGHOFER E.: Consumer's Color Acceptance of Strawberry Nectars from Puree. J. Sens. Stud. 24 (2009a) 78–92.

GÖSSINGER, M., ULLRAM T., HERMES M., WENDELIN S., BERGHOLD S., HALBWIRTH H., STICH K. und BERGHOFER E.: Effects of pre-freezing, puree content and Pasteurization Regime on Colour Stability of Strawberry Nectar Made from Puree. J. Sci. Food Agric. 89 (2009b) 144–149.

GÖSSINGER, M., HERMES M., ULLRAM T., WENDELIN S., HALBWIRTH H., STICH K. und BERGHOFER E.: Einfluss der Herstellungsbedingungen auf die Farbstabilität von fruchtfleischhaltigem Erdbeernektar. Mitteilungen Klosterneuburg 59 (2009c) 37–46.

GÖSSINGER, M., MORITZ S., HERMES M., WENDELIN S., SCHERBICHLER H., HALBWIRTH H., STICH K. und BERGHOFER E.: Effects of Processing Parameters on Colour Stability of Strawberry Nectar from Puree. J. Food Eng. 90 (2009d) 171–178.

GÖSSINGER, M., KOCH C., WENDELIN S., KICKENWEIZ M., STICH K. und VOGL K.: Einfluss der Sorte, des Reifegrades und des Erntezeitpunktes auf die Farbstabilität von fruchtfleischhaltigem Erdbeernektar. Tagungsband 150 Jahr Feier, Mitteilungen Klosterneuburg 60 (2010a) 127–133.

GRÜNEWALD, J.: Die Ermittlung der Farbstabilität von Erdbeerprodukten anhand eines Kundenakzeptanzfaktors in Abhängigkeit der Sorte, der Sortenherkunft, des Reifegrades, des Erntezeitpunktes, des Anthocyan- und Flavonolgehaltes sowie der Verarbeitungsart. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur, Wien (2012).

HERNANZ, D., RECAMALES Á. F., MELÉNDEZ-MARTÍNEZ A. J., GONZÁLEZ-MIRET M. L. und HEREDIA F. J.: Assessment of the Differences in the Phenolic Composition of Five Strawberry Cultivars (*Fragaria x ananassa* Duch.) Grown in Two Different Soilless Systems. J. Agric. Food Chem. 55 (2007) 1846–1852.

HERRMANN, K.: Inhaltsstoffe von Obst und Gemüse: 50 Tabellen und Übersichten. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-3139-0 (2001).

HERRMANN, K.: Über die Gehalte der hauptsächlichen Pflanzenphenole im Obst. Flüss. Obst 59 (1992), 66–70.

INNERHOFER, G.: Das große Buch der Obstverarbeitung, Handbuch für Praktiker. avBUCH im Österreichischen Agrarverlag, Leopoldsdorf bei Wien. ISBN: 3-7040-1972-0 (2005a).

INNERHOFER, G.: Sirup und Nektar aus Früchten, Kräutern, Blüten. Leopold Stocker Verlag, Graz. ISBN: 3-7020-1082-3 (2005b).

JANTRA, H.: Gartenbuch, Obst Gemüse Blumen. Falken-Verlag, Niedernhausen/Ts. ISBN: 3-8068-4522-0 (1991).

JIN, P., WANG S. Y., WANG C. Y. und ZHENG Y.: Effect of Cultural System and Storage Temperature on Antioxidant Capacity and Phenolic Compounds in Strawberries. J. Food Chem. xxx (2010) xxx–xxx (Article in Press).

KÄHKÖNEN, M. P. und HEINONEN M.: Antioxidant Activity of Anthocyanins and Their Aglycons. J. Agric. Food Chem. 51 (2003) 628–633.

KLEPPMANN, W.: Taschenbuch Versuchsplanung. 5. Auflage, Carl Hanser Verlag, München. ISBN: 978-3-446-41595-9 (2008).

KLOPOTEK, Y., OTTO K. und BÖHM V.: Processing Strawberries to Different Products Alters Contents of Vitamin C, Total Phenolics, Total Anthocyanins, and Antioxidant Capacity. J. Agric. Food Chem. 53 (2005) 5640–5646.

LAWLESS, H. T. und HEYMANN H.: Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices. 2. Auflage, Springer Science+Business Media, New York. ISBN 978-1-4419-6487-8 (2010).

LEHARI, G.: Erdbeeren. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-3822-0 (2002).

LINNEMANNSTÖNS, L.: Auf der Suche nach den Besten – Bewertung von Sorten in der Versuchsarbeit - am Beispiel Erdbeere. Besseres Obst 2 (2011) 10–14.

LOWRY, O.H., ROSEBROUGH N. J., LEWIS FARR A. und RANDALL R. J.: Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent. J. Biol. Chem. 193 (1951) 265–275.

MANDL, L. und LIEBETREU G.: Linder Biologie mit Geologie – Teil 1. 20. Auflage, Verlag Gustav Swoboda & Bruder, Wien. (2002).

MARUNA, H.: Die Erdbeere: Von der Heilpflanze zur Königin der Beeren. Verlag Graphische Werkstatt, Eisenstadt. ISBN: 3-9501983-0-X (2005).

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V. und CARR, B. T.: Sensory Evaluation Techniques. 3. Auflage, CRC Press, Boca Raton. (1999).

MELIN, T. und RAUTENBACH R.: Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung. 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. ISBN: 3-540-00071-2, 978-3-540-34327-1 (2007).

MULDER, M.: Basic principles of membrane technology. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. ISBN: 0-7923-0978-2 (1991).

NAUMANN, W.-D. und SEIPP D.: Erdbeeren: Grundlagen für Anbau und Vermarktung. Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-5531-1 (1989).

NEUMANN, R., MOLNÁR P. und ARNOLD S.: Sensorische Lebensmitteluntersuchung – Eine Einführung. 2. Auflage, Fachbuchverlag, Leipzig. ISBN: 3-343-00537-1 (1991).

NGO, T., WROLSTAD R. E. und ZHAO Y.: Color Quality of Oregon Strawberries – Impact of Genotype, Composition and Processing. J.Food Sci. 72 (2007) 25-32.

NIESSEN, M. und THÖLKING S.: Sensorische Prüfverfahren – Anpassung für mittelständische Betriebe. 1. Auflage, B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg. ISBN: 978-3-89947-400-8 (2007).

OSZMIAŃSKI, J. und WOJDYŁO A.: Comparative Study of Phenolic Content and Antioxidant Activity of Strawberry puree, clear, and cloudy juices. Eur. Food Res. Technol. 228 (2009) 623–631.

OTTO, M.: Analytische Chemie. 3. Auflage, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim. ISBN-13: 978-3-527-31416-4 (2006).

ÖZKAN, M., YEMENICIOGLU A. und CEMEROGLU B.: Degradation of Various Fruit Juice Anthocyanins by Hydrogen Peroxide. J Food Res. 38 (2005) 1015–1021.

RICHTER, G.: Stoffwechselphysiologie der Pflanzen – Physiologie und Biochemie des Primär- und Sekundärstoffwechsels. 6. Auflage, Georg Thieme Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-13-442006-6 (1998).

SAMAPPITO, S. und BUTKHUP L.: Analysis of Anthocyanin, Flavonoids, and Phenolic Acid Contents of Ten Fruits and Antioxidant Activity. Int. J. Fruit Sci. 10 (2010) S 264–280.

SANDERMANN, H. Jr. und STROMINGER J. L.: Purification and Properties of C₅₅-Isoprenoid Alcohol Phosphokinase from *Staphylococcus aureus*. J. Biol. Chem. 247 (1972) 5123–5131.

SCHLEINING, G.: Vorlesungsunterlagen Lebensmittelphysik. Universität für Bodenkultur, Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie, Wien. (2004).

SCHOBINGER, U. (HRSG.): Frucht- und Gemüsesäfte: Technologie, Chemie, Mikrobiologie, Analytik, Bedeutung, Recht. 3. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-5821-3 (2001).

SERRADELL, M. A., ROZENFELD P. A., MARTÍNEZ G. A., CIVELLO P. M., CHAVES A. R. und AÑON M. C.: Polyphenoloxidase Activity from Strawberry Fruit (*Fragaria x ananassa*, Duch., cv Selva): Characterisation and Partial Purification. J. Sci. Food Agric. 80 (2000) S 1421–1427.

SILBEREISEN, R., GÖTZ G. und HARTMANN W.: Obstsorten-Atlas – Kernobst, Steinobst, Beerenobst, Schalenobst. 2. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-8001-5537-0 (1996).

STAUDE, E.: Membranen und Membranprozesse. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim. ISBN 3-527-28041-3 (1992).

STICH, K., HALBWIRTH H., GOSCH C., JEZIK K., SPORNBERGER A., SCHEIBLAUER J., WEISSINGER H., STEFFEK R., ALTENBURGER J. und HOFFELNER A.: Zwischenbericht des Forschungsprojekts: „Entwicklung verschiedener Strategien zur Lösung von Problemen mit bodenbürtigen Schaderregern im Gartenbau am Beispiel der Modellkultur Erdbeere“ – Forschungsprojekt Nr. 100042, GZ LE. 1.3.2/0019-II/1/2006. Technische Universität – Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften, Wien. (2009).

TERNES, W.: Naturwissenschaftliche Grundlage der Lebensmittelzubereitung. 3. Auflage, B. Behr's Verlag GmbH & Co. KG, Hamburg. ISBN: 978-3-89947-423-7 (2008).

TOMÁS-BARBERÁN, F. A. und ESPÍN J. C.: Phenolic Compounds and Related Enzymes as Determinants of Quality in Fruits and Vegetables. J. Sci. Food Agric. 81 (2001) 853–876.

TÖRRÖNEN, R. und MÄÄTTÄ K.: Bioactive Substances and Health Benefits of Strawberries. Acta Hort. 567 (2002) 797–803.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, AGRICULTURE AND NATURAL RESOURCES: Integrated Pest Management For Strawberries, Publication 3351. 2. Auflage, The Regents of the University of California, California. ISBN-13: 978-1-60107-489-8 (2008).

WATZL, B., BRIVIBA K. und RECHKEMMER G.: Anthocyane. Ernährungs-Umschau, 49, Heft 4. 148–150 (2002).

WATZL, B. und LEITZMANN C.: Bioaktive Substanzen in Lebensmitteln. 2. Auflage, Hippokrates Verlag, Stuttgart. ISBN: 3-7773-1301-7 (1999).

WEISS, H., GOSCH C. und FISCHERAUER A.: Beerenobst – Sorten, Pflanzung, Pflege, Verarbeitung; mit Rezepten. Leopold Stocker Verlag, Graz. ISBN: 3-7020-0906-X (2001).

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

10.2 Internetquellen/persönliche Mitteilungen

ANONYM: Land- und Forstwirtschaftliche Erzeugerpreise 2004 bis 2010. Statistik Austria, Wien (2011a). Online unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/preise_preisindex/index.html, 10.09.2011.

ANONYM: *Alba* (NF 311)*. Geoplant vivai s.r.l., Savarna (2011b). Online unter: http://www.geoplantvivai.com/prodotti.php?id_product=45, 25.08.2011.

ANONYM: Wissensgrundlagen. ATAGO CO.,LTD, Japan (2011c). Online unter: <http://www.atago.net/deutsch/mame.html>, 03.11.2011.

ANONYM: Bedienungsanleitung Spektrophotometer CM-3500d. Konica Minolta Sensing Europe, B.V., Nieuwegein (2011d). Online unter: http://www.konicaminolta.eu/fileadmin/CONTENT/Measurement_Instruments/Download/NEU_Owners_Manuals/CM-3500d_GBA_Deutsch.pdf, 10.11.2011.

ANONYM: „Pocket“ Digital Handrefraktometer PAL. ATAGO CO.,LTD, Japan (2011e). Online unter: http://www.atago.net/deutsch/products_pal.php, 03.11.2011.

ANONYM: 116981 – Reflectoquant Ascorbinsäure-Test. MERCK KGaA, Darmstadt (2010a). Online unter: http://www.merck-chemicals.com/germany/ascorbinsaure-test/MDA_CHEM-116981/p_626b.s1LvAAAAEWm.lfVhTI?attachments=PI, 05.11.2011.

ANONYM: RQflex 10 – Bedienungsanleitung. MERCK KGaA, Darmstadt (o. J.). Online unter: http://www.merck-chemicals.com/germany/reflektometer/MDA_CHEM-116970/p_BDGB.s1Lvs8AAAAEWm.lfVhTI?attachments=brochure, 05.11.2011

ANONYM: Die Verpackungslösung für frisches Obst und Gemüse – Hält länger frisch, reduziert die Verpackungskosten. Multivac Sepp Haggenmüller GmbH & Co. KG, Deutschland (2009b). Online unter: <http://www.multivac.de/fileadmin/multivac/de/emag/verpackungsloesungen/produkte-technologien/verpackungs-technologien/emap/fresh-safe/pdf/fresh-safe.pdf>, 05.11.2011.

ANONYM: Exakte Farbkommunikation, Teil I – Vorstellung der wichtigsten Farbsysteme. Konica Minolta Sensing, Inc., Nieuwegein (2003). Online unter: <http://www2.konicaminolta.eu/eu/Measuring/pcc/de/part1/07.html>, 10.11.2011.

ANONYM: L*a*b-System. Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen, Esslingen (o. J. a). Online unter: <http://lehrerfortbildung-bw.de/kompetenzen/gestaltung/farbe/systeme/pc/lab/index.html>, 10.11.2011.

BADER, R. und KRIESEL M.: Obsternte 2010 – Endgültige Ergebnisse. Statistik Austria, Wien (2010). Online unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/obst/index.html#reiter_further_information, 10.09.2011.

BADER, R. und KRIESEL M.: Obsternte 2009 – Endgültige Ergebnisse. Statistik Austria, Wien (2009). Online unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/agrarstruktur_flaechen_ertraege/obst/index.html#reiter_further_information, 10.09.2011.

BOOS, R., DAMBERGER B., HUTTER H.-P., KUNDI M., MOSHAMMER H., TAPPLER P., TWRDIK F. und WALLNER P.: Bewertung der Innenraumluft – Physikalische Faktoren, Kohlenstoffdioxid als Lüftungsparameter. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien (2011). Online unter: http://www.lebensministerium.at/umwelt/luft-laerm-verkehr/luft/innenraumluft/richtlinie_innenraum.html, 05.11.2011.

DÖRSAM, E.: Vorlesungsunterlagen – Praktische Farbmessung: Farbmessung; Farbmetrik. Technische Universität, Darmstadt (2011). Online unter: http://www.idd.tu-darmstadt.de/studium_lehre/vorlesungen_2/prfm/prfmss2011/prfa_ss_2011.en.jsp, 10.11.2011.

FUNK, G.: Beschreibung und Ordnung von Farben, Farbmetrik, Farbmodelle. Digital Media for Artists, Linz (2009). Online unter: <http://www.dma.ufg.ac.at/app/link/Grundlagen%3AAllgemeine/module/16579?step=6>, 10.11.2011.

GALL, L.: Messen – Kontrollieren – Rezeptieren, CIELAB. Ludwig Gall, Frankenthal (o. J.). Online unter: <http://www.farbmetrik-gall.de/cielab/index.html>, 22.03.2012

GOSCH, T. Anlagenschema der Ultrafiltration. Thomas Gosch, Wien (2011). Persönliches E-Mail, thomas.gosch@boku.ac.at, 13.12.2011.

GÖSSINGER, M., MORITZ S., HERMES M., ULLRAM T., MAYER F., WENDELIN S. und BERGHOFER E.: Farbstabilisierung bei Erdbeerprodukten. Bericht ALVA – Jahrestagung 2007 „Gute Herstellungspraxis für pflanzliche Produkte“, Wien (2007). Online unter: <http://www.alva.at/images/Publikationen/Tagungsband/ALVATagungsband2007.pdf>, 13.09.2011.

HOFFELNER, A.: Sorteninformationen. Andreas Hoffelner, Kremsmünster. (2011a). Persönliches E-Mail, a.hoffelner@erdbeer.com, 24.08.2011.

HOFFELNER, A.: Unser Sortiment an Erdbeerpflanzen 2011. Andreas Hoffelner, Kremsmünster (2011b). Online unter: <http://www.erdbeer.com/content/landesprodukte/erdbeerp.htm#clery>, 08.08.2011.

NABER, G., DUKEN U., MAST E. W. und SCHIEDER U.-P.: Containerhandbuch Fachinformationen der Deutschen Transportversicherer. Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), Berlin (2010). Online unter: <http://www.containerhandbuch.de/chb/index.html>, 05.11.2011.

WILDLING E.: Versorgungsbilanzen für pflanzliche Produkte 2009/10 – Schnellbericht 1.27. Statistik Austria, Wien (2011). Online unter: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html#reiter_further_information, 10.09.2011.

WORTHINGTON, K. und WORTHINGTON, V.: Worthington Enzyme Manual – Polyphenol Oxidase. Worthington Biochemical Corporation, USA (2011). Online unter: <http://www.worthington-biochem.com/TY/default.html>, 12.12.2011.

11 Anhang

Im Anhang werden die gesamten Daten, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind angeführt.

11.1 Witterung

Tab. 1: Wetterdaten Langenlebar (Zachhalmel)

Datum			Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Sonnenscheindauer [h]
Jahr	Monat	Tag	Tagesmittel	Tagessumme	Tagessumme
2010	6	1	12,7	21,5	0,0
2010	6	2	11,6	19,7	0,0
2010	6	3	14,8	5,5	2,6
2010	6	4	17,6		5,6
2010	6	5	17,4		14,3
2010	6	6	18,7		14,5
2010	6	7	21,9		10,6
2010	6	8	23,4		10,1
2010	6	9	24,1		13,0
2010	6	10	24,0		10,8
2010	6	11	24,5		12,8
2010	6	12	26,2	21,2	11,5
2010	6	13	21,9	6,8	2,2
2010	6	14	19,4		5,3
2010	6	15	17,3	8,5	5,4
2010	6	16	15,6	24,2	0,0
2010	6	17	17,1		0,0
2010	6	18	20,6	19,4	4,9
2010	6	19	16,3	5,7	1,1
2010	6	20	14,5	5,0	0,9
2010	6	21	13,2	2,4	0,0
2010	6	22	17,2		6,6
2010	6	23	17,6		11,5
2010	6	24	19,3		8,5
2010	6	25	21,8		5,9
2010	6	26	20,2		7,9
2010	6	27	21,4		14,2
2010	6	28	20,1		12,1
2010	6	29	22,5		13,9
2010	6	30	23,1	2,0	13,6

Tab. 2: Wetterdaten Großenzersdorf (Edlinger)

Datum			Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]	Sonnenscheindauer [h]
Jahr	Monat	Tag	Tagesmittel	Tagessumme	Tagessumme
2010	6	1	13,4	20,0	0,5
2010	6	2	11,8	6,5	0,0
2010	6	3	15,3	0,6	1,9
2010	6	4	18,0		7,1
2010	6	5	17,6		15,0
2010	6	6	18,0		15,1
2010	6	7	21,6	0,4	10,6
2010	6	8	23,1		10,5
2010	6	9	24,2		14,7
2010	6	10	23,9		14,3
2010	6	11	24,3		14,1
2010	6	12	25,2	4,4	11,8
2010	6	13	23,0	4,6	8,6
2010	6	14	18,5		6,2
2010	6	15	17,1	5,0	7,9
2010	6	16	15,5	35,5	0,0
2010	6	17	18,0		1,0
2010	6	18	19,1	5,6	3,4
2010	6	19	16,7	0,6	4,5
2010	6	20	15,4	1,4	1,2
2010	6	21	14,2	0,9	0,0
2010	6	22	17,4		4,2
2010	6	23	17,8		12,5
2010	6	24	18,1		10,7
2010	6	25	20,9		6,9
2010	6	26	19,2		11,3
2010	6	27	21,5		14,9
2010	6	28	21,4		13,6
2010	6	29	22,7		13,5
2010	6	30	22,9		14,4

Tab. 3: Wetterdaten Polen, Koszalin

Datum			Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]
Jahr	Monat	Tag	Tagesmittel	Tagessumme
2010	6	1	10,1	5,0
2010	6	2	9,5	3,0
2010	6	3	12,3	0,0
2010	6	4	13,2	0,0
2010	6	5	15,2	0,0

2010	6	6	15,8	0,0
2010	6	7	16,8	8,0
2010	6	8	15,1	0,0
2010	6	9	19,1	3,9
2010	6	10	19,7	14,0
2010	6	11	20,6	15,0
2010	6	12	15,5	0,0
2010	6	13	12,1	1,0
2010	6	14	12,0	0,0
2010	6	15	11,4	0,3
2010	6	16	12,7	0,0
2010	6	17	13,7	0,0
2010	6	18	13,9	0,0
2010	6	19	12,5	0,0
2010	6	20	13,0	1,0
2010	6	21	13,2	0,0
2010	6	22	13,3	0,0
2010	6	23	14,0	0,0
2010	6	24	14,8	0,0
2010	6	25	15,8	0,0
2010	6	26	14,5	0,0
2010	6	27	15,4	0,0
2010	6	28	19,9	0,0
2010	6	29	21,3	0,0
2010	6	30	18,7	0,0

Tab. 4: Wetterdaten Serbien, Valjevo

Datum			Lufttemperatur [°C]	Niederschlag [mm]
Jahr	Monat	Tag	Tagesmittel	Tagessumme
2010	5	25	20,6	0,0
2010	5	26	13,5	0,0
2010	5	27	22,4	0,0
2010	5	28	20,5	0,0
2010	5	29	20,0	4,0
2010	5	30	18,9	20,0
2010	5	31	14,5	12,3
2010	6	1	12,0	12,3
2010	6	2	13,1	1,3
2010	6	3	14,1	3,0
2010	6	4	16,8	0,0
2010	6	5	16,4	6,0
2010	6	6	19,8	3,0
2010	6	7	21,9	0,0

2010	6	8	23,1	0,0
2010	6	9	23,9	0,0
2010	6	10	24,0	0,0
2010	6	11	26,1	0,0
2010	6	12	28,0	0,0
2010	6	13	27,9	0,0
2010	6	14	27,7	0,0
2010	6	15	25,1	0,0
2010	6	16	24,6	7,0
2010	6	17	23,0	0,0
2010	6	18	23,0	2,0
2010	6	19	18,3	44,0
2010	6	20	18,4	12,0
2010	6	21	17,3	11,0
2010	6	22	14,4	18,0
2010	6	23	14,7	40,0
2010	6	24	17,9	0,0
2010	6	25	18,0	2,0
2010	6	26	17,5	0,0
2010	6	27	16,5	15,0
2010	6	28	19,5	2,0
2010	6	29	22,7	0,0
2010	6	30	22,0	37,0

11.2 Versuchsplan 1: Sorte, Herkunft, Erntezeitpunkt und Reifegrad

Tab. 5: Daten des Versuchsplans 1, Teil 1

Codierung	Sortenart	Wetter	Haltbarkeit in Wochen	Durchschnittsgewicht [g]
A/Z/1/r	frühe	sonnig	12	21,01
				24,01
A/Z/1/vr	frühe	sonnig	12	27,08
				31,20
A/Z/2/r	frühe	sonnig	8	15,34
				9,65
A/Z/2/vr	frühe	sonnig	20	24,84
				26,02
A/Z/3/r	frühe	regnerisch	12	14,71
				14,59
A/Z/3/vr	frühe	regnerisch	20	24,19
				28,34
C/Z/1/r	frühe	sonnig	12	19,38
				21,48

ANHANG

C/Z/1/vr	frühe	sonnig	12	22,35
				25,47
C/Z/2/r	frühe	sonnig	8	10,94
				13,29
C/Z/2/vr	frühe	sonnig	20	23,22
				20,19
C/Z/3/r	frühe	regnerisch	16	14,91
				13,44
C/Z/3/vr	frühe	regnerisch	20	20,72
				18,89
E/Z/1/r	mittlere	sonnig	4	17,70
				18,06
E/Z/1/vr	mittlere	sonnig	4	20,68
				21,85
E/Z/2/r	mittlere	sonnig	4	12,18
				12,63
E/Z/2/vr	mittlere	sonnig	8	24,78
				28,61
E/Z/3/r	mittlere	regnerisch	20	13,64
				11,49
E/Z/3/vr	mittlere	regnerisch	20	13,63
				17,98
M/Z/1/r	frühe	sonnig	8	23,18
				23,20
M/Z/1/vr	frühe	sonnig	12	32,32
				38,61
M/Z/2/r	frühe	sonnig	16	15,22
				12,09
M/Z/2/vr	frühe	sonnig	20	26,97
				21,30
M/Z/3/r	frühe	regnerisch	20	14,05
				12,80
M/Z/3/vr	frühe	regnerisch	20	23,10
				29,51
S/Z/1/r	späte	bewölkt	16	17,22
				16,21
S/Z/1/vr	späte	bewölkt	20	19,13
				18,78
S/Z/2/r	späte	regnerisch	20	11,51
				12,75
S/Z/2/vr	späte	regnerisch	20	23,34
				21,97
S/Z/3/r	späte	sonnig	16	10,96
				11,55
S/Z/3/vr	späte	sonnig	20	11,53
				12,01
E/E/1/r	mittlere	sonnig	4	18,96
				19,24

ANHANG

E/E/1/vr	mittlere	sonnig	4	28,60
				32,32
E/E/2/r	mittlere	sonnig	4	18,30
				14,88
E/E/2/vr	mittlere	sonnig	8	31,17
				21,76
E/E/3/r	mittlere	bewölkt	4	13,71
				11,45
E/E/3/vr	mittlere	bewölkt	8	15,36
				13,63
E/P/1/r	mittlere	bewölkt	2	15,20
				13,91
E/P/1/vr	mittlere	bewölkt	4	19,22
				17,90
E/P/2/r	mittlere	sonnig	8	7,85
				9,81
E/P/2/vr	mittlere	sonnig	12	19,22
				17,90
E/P/3/r	mittlere	bewölkt	4	7,18
				7,39
E/P/3/vr	mittlere	bewölkt	12	7,03
				5,70
SS/P/1/r	mittlere	bewölkt	20	10,91
				9,67
SS/P/1/vr	mittlere	bewölkt	20	13,42
				12,07
SS/P/2/r	mittlere	sonnig	20	7,65
				5,73
SS/P/2/vr	mittlere	sonnig	20	7,91
				8,21
SS/P/3/r	mittlere	bewölkt	20	6,48
				5,82
SS/P/3/vr	mittlere	bewölkt	20	6,39
				6,85
E/S/1/r	mittlere	bewölkt	8	17,86
				23,33
E/S/1/vr	mittlere	bewölkt	12	16,26
				18,72
E/S/2/r	mittlere	bewölkt	16	14,84
				14,09
E/S/2/vr	mittlere	bewölkt	20	18,47
				13,75
SS/S/1/r	mittlere	bewölkt	20	9,31
				12,17
SS/S/1/vr	mittlere	bewölkt	20	13,36
				13,33
SS/S/2/r	mittlere	bewölkt	20	12,13
				12,09

SS/S/2/vr	mittlere	bewölkt	20	10,67
				9,91

Tab. 6: Daten des Versuchsplans 1, Teil 2

Codierung	Respiration [mg CO ₂ /kg*h]	Festigkeit [kg/cm ²]	L-Ascorbinsäure [mg/L]	°Brix	Säure [g/kg]	pH-Wert
A/Z/1/r	411,91	2,29	306	6,3	9,15	3,34
	557,69	2,83	310			
A/Z/1/vr	598,93	2,18	566	6,9	8,70	3,32
	512,91	2,16	565			
A/Z/2/r	469,34	2,21	243	6,3	7,68	3,19
	469,34	2,72	245			
A/Z/2/vr	320,10	1,43	214	6,4	6,72	3,30
	320,10	1,68	218			
A/Z/3/r	685,41	1,37	171	5,3	6,27	3,32
	575,81	1,55	169			
A/Z/3/vr	335,69	1,25	266	5,8	5,50	3,46
	596,08	1,31	266			
C/Z/1/r	712,76	1,91	431	7,9	7,10	3,44
	518,87	1,93	431			
C/Z/1/vr	608,12	1,59	460	8,5	7,23	3,54
	459,88	1,44	463			
C/Z/2/r	115,34	1,57	328	7,3	6,34	3,32
	213,56	1,98	328			
C/Z/2/vr	318,31	1,22	216	7,8	5,50	3,52
	318,31	1,12	215			
C/Z/3/r	490,70	1,26	182	6,9	5,44	3,46
	485,16	1,04	182			
C/Z/3/vr	410,30	1,02	146	7,0	4,80	3,62
	373,81	1,05	146			
E/Z/1/r	621,99	1,80	478	7,5	8,20	3,23
	602,46	1,46	479			
E/Z/1/vr	444,36	1,02	486	8,5	6,60	3,45
	660,77	1,26	490			
E/Z/2/r	342,02	1,63	143	6,7	6,70	3,34
	205,09	1,24	144			
E/Z/2/vr	544,40	1,09	118	7,2	5,90	3,56
	743,00	1,14	120			
E/Z/3/r	464,29	1,09	87	6,1	5,80	3,35
	264,57	1,27	89			
E/Z/3/vr	402,05	0,89	73	6,0	4,70	3,63
	435,69	0,80	74			
M/Z/1/r	137,01	1,68	596	7,7	8,16	3,53
	305,83	1,75	601			
M/Z/1/vr	327,73	2,03	560	7,8	8,20	3,52
	523,30	1,66	560			
M/Z/2/r	426,83	1,67	259	6,6	7,94	3,17
	499,31	1,92	205			

M/Z/2/vr	515,25	1,54	165	6,8	6,66	3,31
	311,25	1,51	169			
M/Z/3/r	450,69	1,48	156	5,4	6,20	3,45
	543,21	1,61	153			
M/Z/3/vr	580,68	1,16	209	6,4	6,08	3,56
	600,12	1,39	209			
S/Z/1/r	537,94	1,04	291	6,2	8,10	3,25
	537,94	1,15	310			
S/Z/1/vr	731,28	0,96	162	6,8	6,30	3,57
	731,28	1,06	162			
S/Z/2/r	275,20	1,05	168	5,9	8,00	3,08
	291,61	1,30	165			
S/Z/2/vr	599,68	0,82	120	6,3	6,08	3,34
	690,00	1,13	120			
S/Z/3/r	745,49	1,35	244	9,6	9,88	3,08
	590,32	1,11	244			
S/Z/3/vr	825,20	0,84	180	8,8	8,51	3,17
	943,76	0,72	182			
E/E/1/r	385,52	1,46	186	7,9	8,40	3,40
	623,22	1,29	186			
E/E/1/vr	903,19	1,13	283	7,7	8,10	3,44
	653,00	1,41	280			
E/E/2/r	389,58	1,01	139	7,0	6,34	3,45
	517,88	0,95	134			
E/E/2/vr	461,31	1,05	116	7,4	5,76	3,59
	356,80	0,82	114			
E/E/3/r	685,62	0,93	263	7,5	8,40	3,28
	414,76	1,08	263			
E/E/3/vr	940,45	0,87	119	6,5	6,40	3,44
	657,29	0,96	119			
E/P/1/r	1374,77	1,70	422	10,0	8,58	3,25
	935,27	1,27	426			
E/P/1/vr	664,78	1,32	614	10,1	8,03	3,28
	644,91	1,36	620			
E/P/2/r	624,69	1,55	486	10,5	7,30	3,40
	497,84	1,34	486			
E/P/2/vr	289,87	1,44	540	10,8	6,14	3,53
	207,24	1,34	538			
E/P/3/r	627,19	1,14	231	12,0	7,10	3,57
	590,27	1,32	231			
E/P/3/vr	613,05	0,87	266	11,1	5,90	3,70
	613,05	1,16	267			
SS/P/1/r	942,23	1,25	468	10,0	10,18	3,18
	841,65	1,03	465			
SS/P/1/vr	672,56	0,85	411	9,8	9,44	3,22
	650,89	0,84	413			
SS/P/2/r	314,22	1,18	293	9,7	9,20	3,29
	491,73	1,25	276			

SS/P/2/vr	323,41	0,77	227	10,0	7,20	3,35
	386,91	0,78	220			
SS/P/3/r	1039,56	1,02	159	11,1	10,00	3,27
	955,70	1,03	156			
SS/P/3/vr	607,32	0,53	153	11,5	7,90	3,41
	546,64	0,67	184			
E/S/1/r	433,44	1,21	124	5,2	5,70	3,20
	611,47	1,32	122			
E/S/1/vr	517,24	1,27	87	5,5	4,90	3,54
	529,19	1,25	85			
E/S/2/r	94,16	1,42	152	6,7	6,78	3,34
	114,77	1,55	150			
E/S/2/vr	944,51	0,99	205	7,0	6,70	3,40
	944,51	0,82	205			
SS/S/1/r	398,40	0,78	178	6,0	5,76	3,29
	455,04	0,78	180			
SS/S/1/vr	425,85	0,92	–	6,0	5,10	3,24
	563,62	0,73	–			
SS/S/2/r	336,82	0,83	309	7,4	6,08	3,55
	336,82	0,76	310			
SS/S/2/vr	620,50	0,71	350	8,1	6,60	3,45
	954,47	0,46	350			

L*a*b*-Farbwerte

Tab. 7: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Alba* (Zachhalmel)

A/Z/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	30,05	45,17	35,39	38,08	1,19
		30,05	45,17	35,39	38,08	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	25,20	34,98	31,07	41,61	0,84
		25,20	34,98	31,07	41,61	0,84
Nektar nach Pasteurisation	0	26,65	35,15	31,44	41,81	0,84
		29,05	44,07	30,63	34,80	1,27
Nektar	2	28,87	33,15	26,21	38,33	0,86
		28,77	33,12	26,24	38,39	0,86
Nektar	4	27,56	26,05	19,15	36,33	0,72
		27,42	27,19	20,41	36,89	0,74
Nektar	8	27,73	24,43	19,45	38,54	0,63
		28,25	24,66	19,82	38,79	0,64
Nektar	12	31,52	20,12	18,37	42,39	0,47
		28,04	19,91	18,07	42,23	0,47
Nektar	16	30,51	15,80	13,25	39,98	0,40
		29,80	17,18	17,00	44,70	0,38
A/Z/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	26,25	43,13	31,90	36,48	1,18
		26,25	43,13	31,90	36,48	1,18

Nektar vor Pasteurisation	0	23,24	35,85	30,90	40,76	0,88
		23,24	35,85	30,90	40,76	0,88
Nektar nach Pasteurisation	0	25,73	36,18	31,47	41,01	0,88
		29,67	35,03	19,08	28,58	1,23
Nektar	2	26,31	33,76	26,00	37,60	0,90
		26,40	33,40	25,70	37,58	0,89
Nektar	4	24,78	28,92	21,53	36,67	0,79
		26,05	24,46	16,88	34,62	0,71
Nektar	8	26,15	23,88	18,23	37,36	0,64
		25,59	23,97	18,55	37,74	0,64
Nektar	12	26,59	17,74	16,14	42,30	0,42
		27,40	18,05	16,38	42,21	0,43
Nektar	16	26,44	17,28	16,78	44,16	0,39
		25,66	17,52	16,74	43,70	0,40
A/Z/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,17	39,64	27,47	34,73	1,14
		28,10	39,98	28,00	35,06	1,14
Nektar vor Pasteurisation	0	25,69	34,96	29,57	40,23	0,87
		26,65	35,70	30,54	40,54	0,88
Nektar nach Pasteurisation	0	24,60	31,24	25,52	39,24	0,80
		26,06	32,00	26,05	39,14	0,82
Nektar	2	24,97	28,83	20,94	35,99	0,80
		24,16	25,11	16,63	33,52	0,75
Nektar	4	24,93	24,35	16,72	34,49	0,71
		25,15	24,39	16,76	34,50	0,71
Nektar	8	26,21	18,32	12,53	34,36	0,53
		26,33	17,22	11,74	34,30	0,50
Nektar	12	25,55	13,73	9,61	34,99	0,39
		25,44	13,58	10,10	36,62	0,37
A/Z/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	23,90	41,66	28,72	34,59	1,20
		24,05	41,78	29,13	34,88	1,20
Nektar vor Pasteurisation	0	24,90	39,24	33,21	40,25	0,97
		21,29	36,12	29,82	39,54	0,91
Nektar nach Pasteurisation	0	22,42	36,62	30,76	40,03	0,91
		22,28	36,31	30,42	39,96	0,91
Nektar	2	22,64	31,41	22,82	35,99	0,87
		22,62	32,05	23,83	36,63	0,87
Nektar	4	21,87	30,97	23,36	37,03	0,84
		22,10	30,84	23,11	36,85	0,84
Nektar	8	24,62	23,97	15,76	33,32	0,72
		23,25	27,62	20,38	36,43	0,76
Nektar	12	22,97	24,27	18,53	37,36	0,65
		21,30	23,65	17,88	37,09	0,64
Nektar	16	25,28	21,79	16,62	37,34	0,58
		23,56	21,96	17,26	38,17	0,58

Nektar	20	23,82	20,32	16,58	39,21	0,52
		23,50	20,23	16,20	38,68	0,52
A/Z/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,79	41,62	30,26	36,02	1,16
		29,49	42,06	30,68	36,11	1,16
Nektar vor Pasteurisation	0	24,70	32,47	27,20	39,96	0,81
		26,59	35,52	30,58	40,73	0,87
Nektar nach Pasteurisation	0	26,84	33,23	29,46	41,56	0,80
		25,39	32,10	29,29	42,38	0,76
Nektar	2	25,96	29,34	23,00	38,09	0,77
		28,82	27,40	19,27	35,11	0,78
Nektar	4	28,31	25,77	19,06	36,48	0,71
		27,71	25,54	18,95	36,57	0,70
Nektar	8	28,05	21,88	17,12	38,03	0,58
		27,57	22,00	17,43	38,38	0,57
Nektar	12	27,58	17,66	14,87	40,10	0,44
		28,20	18,78	16,52	41,34	0,45
Nektar	16	28,32	16,31	14,75	42,13	0,39
		29,34	14,55	11,38	38,03	0,38
A/Z/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	21,88	42,07	29,62	35,15	1,20
		22,19	42,44	29,85	35,12	1,21
Nektar vor Pasteurisation	0	17,97	32,90	25,62	37,92	0,87
		17,37	31,61	24,13	37,36	0,85
Nektar nach Pasteurisation	0	17,67	33,17	26,57	38,69	0,86
		14,67	26,75	19,79	36,49	0,73
Nektar	2	19,19	32,55	25,14	37,68	0,86
		18,75	32,28	24,74	37,47	0,86
Nektar	4	19,27	28,24	21,34	37,07	0,76
		23,52	33,09	25,39	37,49	0,88
Nektar	8	24,92	26,49	19,24	35,99	0,74
		29,12	28,51	20,08	35,16	0,81
Nektar	12	20,19	22,73	18,12	38,57	0,59
		20,25	25,16	19,29	37,48	0,67
Nektar	16	28,00	28,38	22,56	38,49	0,74
		24,38	23,74	18,10	37,32	0,64
Nektar	20	25,73	22,75	17,72	37,91	0,60
		25,91	22,25	17,49	38,17	0,58

Tab. 8: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, C/ery (Zachhalmel)

C/Z/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,39	43,19	31,86	36,42	1,19
		28,39	43,19	31,86	36,42	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	26,99	37,65	32,50	40,80	0,92
		26,99	37,65	32,50	40,80	0,92

Nektar nach Pasteurisation	0	27,29	36,48	30,97	40,33	0,90
		29,92	44,24	31,02	35,04	1,26
Nektar	2	27,44	32,95	24,90	37,07	0,89
		27,41	33,19	25,18	37,18	0,89
Nektar	4	26,88	26,40	18,69	35,29	0,75
		26,90	26,48	19,04	35,72	0,74
Nektar	8	27,41	23,76	19,24	39,00	0,61
		27,04	23,99	19,51	39,12	0,61
Nektar	12	27,61	19,96	18,68	43,10	0,46
		27,93	20,23	18,86	43,00	0,47
Nektar	16	27,78	16,60	17,31	46,19	0,36
		27,26	17,33	18,35	46,64	0,37
C/Z/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	30,90	44,87	32,71	36,09	1,24
		30,90	44,87	32,71	36,09	1,24
Nektar vor Pasteurisation	0	26,73	36,71	31,87	40,96	0,90
		26,73	36,71	31,87	40,96	0,90
Nektar nach Pasteurisation	0	26,72	34,31	27,61	38,82	0,88
		29,55	42,80	28,60	33,75	1,27
Nektar	2	26,36	31,82	24,18	37,24	0,85
		26,77	31,14	22,91	36,33	0,86
Nektar	4	25,22	25,12	17,84	35,39	0,71
		26,36	25,37	17,63	34,79	0,73
Nektar	8	26,48	23,03	18,13	38,20	0,60
		26,72	22,73	17,50	37,59	0,60
Nektar	12	26,39	19,26	17,21	41,78	0,46
		26,32	19,36	17,45	42,02	0,46
Nektar	16	27,17	16,49	17,18	46,16	0,36
		26,67	17,39	17,50	45,18	0,38
C/Z/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,36	42,76	30,72	35,70	1,20
		28,44	42,54	30,63	35,76	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	28,14	38,93	35,96	42,73	0,91
		26,75	36,38	31,95	41,29	0,88
Nektar nach Pasteurisation	0	27,89	35,97	31,63	41,33	0,87
		28,19	35,71	30,72	40,71	0,88
Nektar	2	26,44	29,22	21,24	36,01	0,81
		26,67	29,12	20,82	35,56	0,82
Nektar	4	22,62	27,41	20,96	37,40	0,73
		23,73	27,73	21,09	37,26	0,74
Nektar	8	28,60	19,92	14,54	36,12	0,55
		28,72	23,53	18,81	38,65	0,61
Nektar	12	24,79	16,35	15,80	44,02	0,37
		25,90	16,21	14,71	42,22	0,38

C/Z/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	23,86	41,02	27,92	34,25	1,20
		23,81	40,77	27,75	34,24	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	21,37	36,95	29,82	38,90	0,95
		20,39	35,22	27,48	37,96	0,93
Nektar nach Pasteurisation	0	21,65	34,28	27,47	38,71	0,89
		21,38	34,60	27,70	38,68	0,89
Nektar	2	19,70	30,04	21,40	35,46	0,85
		19,88	31,74	23,50	36,51	0,87
Nektar	4	19,72	28,46	20,14	35,28	0,81
		20,15	29,35	20,90	35,46	0,83
Nektar	8	17,94	25,32	18,21	35,72	0,71
		20,76	25,42	18,30	35,74	0,71
Nektar	12	19,44	21,82	15,73	35,78	0,61
		20,72	19,81	14,13	35,51	0,56
Nektar	16	21,57	19,91	14,91	36,82	0,54
		22,19	19,65	14,34	36,13	0,54
Nektar	20	20,20	19,70	15,68	38,52	0,51
		20,37	19,28	15,20	38,26	0,50
C/Z/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,88	41,68	30,39	36,10	1,15
		28,99	42,36	31,12	36,30	1,17
Nektar vor Pasteurisation	0	29,99	38,20	35,12	42,60	0,90
		27,67	36,94	34,06	42,68	0,87
Nektar nach Pasteurisation	0	23,22	31,68	27,29	40,75	0,78
		22,57	31,76	27,58	40,97	0,78
Nektar	2	21,98	28,75	22,09	37,53	0,77
		22,10	28,28	21,73	37,54	0,75
Nektar	4	22,71	24,93	17,98	35,81	0,70
		21,54	24,90	18,34	36,37	0,68
Nektar	8	25,51	20,95	15,14	35,85	0,58
		23,72	20,75	15,40	36,58	0,57
Nektar	12	22,11	18,77	14,71	38,10	0,49
		21,91	18,48	14,48	38,08	0,49
Nektar	16	27,73	22,19	20,27	42,41	0,52
		23,32	16,81	13,77	39,31	0,43
Nektar	20	26,40	14,71	12,10	39,45	0,37
		26,49	15,06	12,41	39,49	0,38
C/Z/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	24,71	41,70	28,73	34,57	1,21
		23,76	41,14	28,73	34,93	1,18
Nektar vor Pasteurisation	0	29,21	42,05	36,43	40,91	1,03
		28,54	42,55	38,86	42,40	1,00
Nektar nach Pasteurisation	0	17,30	33,57	26,22	37,99	0,88
		24,42	34,56	27,62	38,63	0,89

Nektar	2	15,93	29,00	20,89	35,77	0,81
		18,16	28,60	20,16	35,18	0,81
Nektar	4	23,98	27,97	18,33	33,24	0,84
		25,04	29,06	18,86	32,98	0,88
Nektar	8	18,26	25,96	19,00	36,21	0,72
		20,17	23,44	15,87	34,10	0,69
Nektar	12	24,77	21,36	14,43	34,04	0,63
		18,99	20,89	15,25	36,14	0,58
Nektar	16	25,20	24,79	19,75	38,55	0,64
		23,00	24,34	19,49	38,69	0,63
Nektar	20	25,60	22,80	18,27	38,70	0,59
		25,32	23,41	17,95	37,47	0,62

Tab. 9: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Elsanta* (Zachhalmel)

E/Z/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	36,24	39,15	27,56	35,14	1,11
		37,08	38,84	26,93	34,74	1,12
Nektar vor Pasteurisation	0	37,89	36,20	32,81	42,19	0,86
		35,88	34,44	29,78	40,85	0,84
Nektar nach Pasteurisation	0	35,54	32,33	28,03	40,92	0,79
		35,13	31,55	26,76	40,31	0,78
Nektar	2	38,21	27,14	22,03	39,08	0,69
		36,76	26,74	21,16	38,35	0,70
Nektar	4	36,42	16,07	13,20	39,41	0,41
		34,84	16,97	14,05	39,62	0,43
Nektar	8	34,94	11,98	15,07	51,50	0,23
		36,02	12,60	15,33	50,58	0,25
E/Z/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	35,65	40,40	25,97	32,73	1,23
		35,74	39,92	25,17	32,23	1,24
Nektar vor Pasteurisation	0	35,88	38,43	34,93	42,28	0,91
		33,96	36,98	32,76	41,54	0,89
Nektar nach Pasteurisation	0	34,13	34,77	29,23	40,05	0,87
		32,99	34,40	29,08	40,21	0,86
Nektar	2	34,22	30,64	23,97	38,03	0,81
		34,77	29,03	22,22	37,43	0,78
Nektar	4	34,91	22,97	18,97	39,56	0,58
		34,91	22,87	18,89	39,56	0,58
Nektar	8	33,55	17,84	19,13	47,01	0,38
		33,15	16,98	18,05	46,73	0,36
E/Z/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	36,87	42,72	29,48	34,61	1,23
		36,77	43,10	30,48	35,26	1,22
Nektar vor Pasteurisation	0	28,55	33,33	29,58	41,59	0,80
		32,71	34,92	30,63	41,26	0,85

Nektar nach Pasteurisation	0	31,57	34,85	30,81	41,48	0,84
		31,97	32,30	28,81	41,73	0,77
Nektar	2	32,35	26,76	19,88	36,61	0,73
		33,08	26,49	19,83	36,81	0,72
Nektar	4	31,26	22,81	18,73	39,39	0,58
		30,13	23,98	19,79	39,53	0,61
Nektar	8	34,74	17,47	16,44	43,26	0,40
		34,05	15,42	16,71	47,31	0,33
E/Z/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	33,60	41,22	25,55	31,79	1,30
		32,57	40,49	25,07	31,76	1,27
Nektar vor Pasteurisation	0	27,78	35,50	30,28	40,46	0,88
		28,86	36,13	31,12	40,74	0,89
Nektar nach Pasteurisation	0	27,38	33,10	27,16	39,37	0,84
		25,95	33,43	28,55	40,49	0,83
Nektar	2	29,49	27,59	18,81	34,28	0,80
		28,97	27,06	18,62	34,54	0,78
Nektar	4	30,77	24,93	18,46	36,52	0,68
		28,34	25,16	19,08	37,18	0,68
Nektar	8	28,63	17,70	16,97	43,79	0,40
		30,22	19,88	18,37	42,74	0,47
Nektar	12	29,03	16,69	17,66	46,63	0,36
		30,80	15,58	17,43	48,21	0,32
E/Z/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,45	43,68	32,30	36,48	1,20
		31,09	43,70	32,40	36,55	1,20
Nektar vor Pasteurisation	0	36,86	40,68	36,81	42,14	0,97
		27,64	35,85	32,50	42,19	0,85
Nektar nach Pasteurisation	0	31,04	34,85	29,38	40,14	0,87
		27,57	33,25	29,10	41,19	0,81
Nektar	2	29,49	30,48	22,98	37,01	0,82
		27,80	30,85	24,00	37,89	0,81
Nektar	4	28,61	24,77	17,89	35,83	0,69
		31,50	26,59	19,23	35,87	0,74
Nektar	8	25,65	21,64	17,39	38,78	0,56
		26,72	21,38	17,37	39,10	0,55
Nektar	12	21,51	17,19	15,16	41,41	0,42
		25,53	18,60	15,89	40,50	0,46
Nektar	16	31,82	18,25	15,79	40,86	0,45
		23,62	16,69	16,48	44,65	0,37
Nektar	20	24,74	18,92	17,59	42,91	0,44
		31,97	17,28	16,22	43,19	0,40
E/Z/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,64	42,70	28,11	33,36	1,28
		28,69	42,32	27,21	32,73	1,29

Nektar vor Pasteurisation	0	31,78	41,91	37,08	41,50	1,01
		25,26	37,32	33,17	41,63	0,90
Nektar nach Pasteurisation	0	25,59	36,19	31,51	41,05	0,88
		21,98	34,03	29,11	40,55	0,84
Nektar	2	31,90	34,57	24,66	35,50	0,97
		30,36	34,45	25,21	36,19	0,95
Nektar	4	26,73	27,87	19,77	35,34	0,79
		30,99	30,09	20,98	34,89	0,86
Nektar	8	30,39	25,50	18,93	36,59	0,70
		28,09	25,47	19,43	37,34	0,68
Nektar	12	23,76	22,65	19,13	40,18	0,56
		26,31	21,45	17,75	39,60	0,54
Nektar	16	25,82	21,15	18,57	41,28	0,51
		27,83	21,07	16,92	38,76	0,54
Nektar	20	23,94	19,98	18,75	43,18	0,46
		28,86	20,88	17,00	39,14	0,53

Tab. 10: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Madeleine* (Zachhalmel)

M/Z/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	32,76	44,42	33,99	37,42	1,19
		32,76	44,42	33,99	37,42	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	32,98	41,37	37,99	42,56	0,97
		32,98	41,37	37,99	42,56	0,97
Nektar nach Pasteurisation	0	30,39	36,84	32,03	41,00	0,90
		33,62	39,17	23,52	30,98	1,26
Nektar	2	29,97	32,92	25,66	37,94	0,87
		31,04	32,81	25,43	37,79	0,87
Nektar	4	29,73	27,18	20,72	37,32	0,73
		30,13	23,62	17,36	36,31	0,65
Nektar	8	31,81	20,51	18,45	41,98	0,49
		29,22	20,52	18,47	42,00	0,49
Nektar	12	30,07	16,14	17,24	46,88	0,34
		30,26	16,25	17,21	46,64	0,35
M/Z/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,11	44,08	33,01	36,83	1,20
		28,11	44,08	33,01	36,83	1,20
Nektar vor Pasteurisation	0	29,38	40,80	36,05	41,46	0,98
		29,38	40,80	36,05	41,46	0,98
Nektar nach Pasteurisation	0	26,40	37,64	33,06	41,29	0,91
		27,61	43,17	30,23	35,00	1,23
Nektar	2	28,06	33,64	25,74	37,42	0,90
		25,29	33,36	26,53	38,50	0,87
Nektar	4	22,96	26,12	19,45	36,67	0,71
		29,88	26,79	18,79	35,04	0,76
Nektar	8	28,53	19,98	15,91	38,54	0,52
		27,64	22,47	18,46	39,40	0,57

ANHANG

Nektar	12	28,46	18,20	17,43	43,76	0,42
		28,66	18,30	17,39	43,54	0,42
Nektar	16	25,47	15,32	19,28	51,54	0,30
		27,50	15,93	17,42	47,55	0,34
M/Z/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,50	43,46	32,29	36,61	1,19
		29,10	42,82	31,21	36,09	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	28,34	38,07	33,69	41,50	0,92
		27,78	37,95	33,53	41,46	0,92
Nektar nach Pasteurisation	0	24,00	35,79	29,97	39,94	0,90
		24,62	36,36	30,77	40,24	0,90
Nektar	2	26,88	30,14	21,55	35,56	0,85
		27,09	30,88	22,36	35,91	0,86
Nektar	4	27,43	26,83	18,86	35,10	0,76
		27,41	26,80	19,21	35,64	0,75
Nektar	8	28,10	22,14	16,51	36,71	0,60
		28,07	23,58	18,56	38,20	0,62
Nektar	12	27,06	19,22	16,44	40,55	0,47
		26,80	19,00	16,09	40,27	0,47
Nektar	16	28,32	17,90	15,91	41,62	0,43
		28,22	17,51	15,97	42,37	0,41
Nektar	20	28,70	16,35	14,93	42,40	0,39
		28,85	16,37	15,51	43,46	0,38
M/Z/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	25,84	43,20	32,08	36,60	1,18
		24,69	42,16	31,05	36,38	1,16
Nektar vor Pasteurisation	0	25,90	41,13	37,18	42,11	0,98
		22,64	38,67	33,11	40,57	0,95
Nektar nach Pasteurisation	0	24,00	35,79	29,97	39,94	0,90
		24,62	36,36	30,77	40,24	0,90
Nektar	2	23,36	30,75	22,12	35,74	0,86
		23,39	31,63	23,26	36,33	0,87
Nektar	4	22,73	28,66	20,22	35,20	0,81
		24,77	29,86	21,13	35,28	0,85
Nektar	8	21,41	25,57	18,74	36,24	0,71
		24,26	23,42	15,49	33,48	0,70
Nektar	12	24,59	20,71	13,61	33,32	0,62
		21,85	22,74	17,33	37,31	0,61
Nektar	16	23,84	21,15	16,85	38,55	0,55
		25,21	21,04	16,33	37,81	0,56
Nektar	20	21,18	19,51	16,34	39,94	0,49
		23,12	19,70	16,51	39,97	0,49
M/Z/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	32,19	42,56	31,60	36,59	1,16
		31,56	42,05	30,93	36,34	1,16

Nektar vor Pasteurisation	0	33,88	38,86	34,19	41,35	0,94
		20,01	30,46	27,69	42,27	0,72
Nektar nach Pasteurisation	0	30,91	34,07	28,31	39,72	0,86
		32,81	33,84	27,12	38,71	0,87
Nektar	2	28,27	30,72	24,10	38,12	0,81
		30,48	30,64	22,79	36,64	0,84
Nektar	4	30,03	25,76	17,34	33,95	0,76
		30,24	25,71	17,32	33,97	0,76
Nektar	8	29,12	22,89	16,25	35,37	0,65
		30,90	21,08	15,73	36,73	0,57
Nektar	12	27,21	19,24	13,68	35,41	0,54
		30,99	19,84	14,66	36,46	0,54
Nektar	16	32,34	18,84	15,03	38,58	0,49
		25,43	18,06	15,32	40,31	0,45
Nektar	20	28,13	16,54	15,48	43,11	0,38
		32,53	18,38	14,52	38,30	0,48
M/Z/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	25,12	43,01	31,38	36,11	1,19
		24,72	42,98	31,05	35,85	1,20
Nektar vor Pasteurisation	0	24,33	40,19	35,36	41,34	0,97
		27,42	44,15	40,24	42,35	1,04
Nektar nach Pasteurisation	0	24,56	38,26	32,70	40,52	0,94
		21,93	38,41	32,32	40,08	0,96
Nektar	2	22,34	34,93	27,41	38,12	0,92
		22,22	34,62	27,27	38,23	0,91
Nektar	4	21,03	28,82	20,61	35,57	0,81
		21,03	28,80	20,77	35,80	0,80
Nektar	8	21,78	25,77	18,04	34,98	0,74
		21,37	28,39	21,20	36,74	0,77
Nektar	12	23,88	23,42	15,60	33,67	0,70
		20,87	24,43	18,48	37,11	0,66
Nektar	16	21,21	22,92	17,72	37,71	0,61
		21,10	23,27	17,95	37,64	0,62
Nektar	20	21,77	21,45	16,87	38,19	0,56
		21,41	21,58	17,08	38,36	0,56

Tab. 11: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Symphony* (Zachhalmel)

S/Z/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	36,05	45,45	36,79	38,99	1,17
		36,20	45,78	37,10	39,02	1,17
Nektar vor Pasteurisation	0	38,12	41,11	37,64	42,47	0,97
		36,71	40,31	37,22	42,72	0,94
Nektar nach Pasteurisation	0	27,37	34,68	31,14	41,93	0,83
		29,11	34,35	30,56	41,66	0,82
Nektar	2	21,64	26,26	20,38	37,82	0,69
		26,46	27,59	20,27	36,30	0,76

Nektar	4	25,18	24,19	17,14	35,33	0,68
		22,65	25,78	19,69	37,37	0,69
Nektar	8	24,16	19,83	14,68	36,52	0,54
		25,93	20,43	15,37	36,95	0,55
Nektar	12	26,00	18,54	15,44	39,79	0,47
		23,58	16,19	12,71	38,14	0,42
Nektar	16	28,52	16,85	14,69	41,08	0,41
		26,99	16,86	14,72	41,12	0,41
Nektar	20	27,79	15,02	13,71	42,39	0,35
		28,14	15,33	14,12	42,64	0,36
S/Z/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,80	44,35	32,25	36,02	1,23
		29,72	43,83	32,10	36,22	1,21
Nektar vor Pasteurisation	0	29,16	39,41	32,18	39,24	1,00
		33,56	43,26	39,14	42,14	1,03
Nektar nach Pasteurisation	0	26,63	36,04	30,86	40,57	0,89
		26,39	35,02	29,35	39,97	0,88
Nektar	2	23,29	29,53	21,75	36,38	0,81
		23,58	29,47	21,52	36,13	0,82
Nektar	4	24,16	29,76	22,39	36,95	0,81
		25,39	26,58	17,74	33,72	0,79
Nektar	8	24,65	23,14	16,33	35,20	0,66
		23,57	24,56	17,73	35,83	0,69
Nektar	12	24,44	20,81	15,42	36,53	0,57
		25,72	20,55	15,32	36,70	0,56
Nektar	16	29,13	19,64	14,19	35,85	0,55
		29,16	19,16	13,52	35,22	0,54
Nektar	20	23,48	18,56	15,50	39,86	0,47
		23,25	18,80	15,71	39,88	0,47
S/Z/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	34,74	45,27	36,39	38,80	1,17
		34,55	45,86	37,49	39,27	1,17
Nektar vor Pasteurisation	0	26,06	33,73	32,12	43,60	0,77
		28,96	36,07	34,70	43,89	0,82
Nektar nach Pasteurisation	0	26,13	32,32	29,14	42,04	0,77
		25,73	32,03	28,70	41,86	0,77
Nektar	2	23,73	25,89	19,48	36,96	0,70
		24,15	26,46	20,09	37,21	0,71
Nektar	4	25,17	23,95	17,52	36,19	0,66
		28,90	25,08	18,04	35,73	0,70
Nektar	8	24,77	20,90	15,80	37,09	0,56
		28,62	21,73	16,59	37,37	0,58
Nektar	12	24,26	18,51	15,10	39,21	0,47
		25,70	18,76	15,19	39,00	0,48
Nektar	16	25,41	17,81	15,32	40,70	0,44
		30,84	18,61	15,06	38,97	0,48

Nektar	20	25,29	16,42	13,05	38,48	0,43
		25,45	16,35	15,04	42,59	0,38
S/Z/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	32,62	46,88	34,46	36,31	1,29
		31,71	47,06	35,29	36,86	1,28
Nektar vor Pasteurisation	0	23,20	36,10	31,80	41,38	0,87
		23,17	37,28	33,61	42,04	0,89
Nektar nach Pasteurisation	0	25,86	37,63	33,92	42,03	0,90
		20,76	34,13	29,50	40,84	0,84
Nektar	2	20,19	29,07	22,30	37,48	0,78
		28,43	33,87	25,03	36,46	0,93
Nektar	4	22,20	26,98	19,61	36,01	0,75
		21,25	26,60	19,50	36,24	0,73
Nektar	8	22,43	24,30	17,40	35,61	0,68
		20,66	23,63	16,86	35,51	0,67
Nektar	12	19,69	23,36	18,14	37,83	0,62
		19,53	22,95	17,73	37,69	0,61
Nektar	16	21,58	22,67	17,62	37,86	0,60
		27,28	23,92	17,59	36,33	0,66
Nektar	20	21,75	21,07	16,00	37,21	0,57
		21,35	21,08	16,55	38,14	0,55
S/Z/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	34,54	46,00	34,02	36,49	1,26
		34,66	45,42	33,51	36,42	1,25
Nektar vor Pasteurisation	0	31,24	37,08	30,74	39,66	0,93
		32,21	39,55	33,76	40,48	0,98
Nektar nach Pasteurisation	0	34,60	38,05	31,43	39,56	0,96
		33,06	37,45	31,05	39,66	0,94
Nektar	2	31,14	28,96	20,72	35,59	0,81
		31,09	28,78	20,51	35,48	0,81
Nektar	4	31,68	28,18	20,71	36,31	0,78
		32,49	28,85	21,64	36,87	0,78
Nektar	8	32,97	22,25	18,15	39,20	0,57
		33,65	24,35	20,38	39,93	0,61
Nektar	12	31,00	19,67	17,95	42,39	0,46
		31,40	19,88	18,14	42,38	0,47
Nektar	16	32,01	18,33	17,46	43,60	0,42
		34,78	17,34	16,02	42,73	0,41
Nektar	20	32,47	17,59	16,25	42,73	0,41
		31,88	17,23	16,99	44,59	0,39
S/Z/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,53	45,46	33,75	36,60	1,24
		31,28	45,08	33,85	36,91	1,22
Nektar vor Pasteurisation	0	32,18	40,43	33,97	40,04	1,01
		32,93	40,73	33,50	39,43	1,03

Nektar nach Pasteurisation	0	28,57	36,49	29,82	39,26	0,93
		29,51	37,77	30,98	39,37	0,96
Nektar	2	25,90	29,83	21,19	35,39	0,84
		26,96	31,24	22,22	35,42	0,88
Nektar	4	26,25	29,80	21,08	35,28	0,84
		26,25	29,63	20,92	35,22	0,84
Nektar	8	26,67	26,06	19,54	36,86	0,71
		27,13	26,41	19,82	36,89	0,72
Nektar	12	26,78	22,94	17,38	37,15	0,62
		28,21	22,15	15,88	35,65	0,62
Nektar	16	26,77	22,01	17,30	38,17	0,58
		28,58	21,06	16,72	38,45	0,55
Nektar	20	29,18	20,65	16,41	38,46	0,54
		29,56	20,46	16,24	38,43	0,53

Tab. 12: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Elsanta* (Edlinger)

E/E/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	41,37	39,69	26,67	33,90	1,17
		40,94	39,63	26,47	33,73	1,17
Nektar vor Pasteurisation	0	40,74	34,60	29,26	40,22	0,86
		41,63	35,12	30,25	40,74	0,86
Nektar nach Pasteurisation	0	39,60	32,84	28,19	40,65	0,81
		40,45	32,61	28,05	40,71	0,80
Nektar	2	41,81	24,34	20,00	39,41	0,62
		41,24	24,44	20,03	39,34	0,62
Nektar	4	38,85	18,77	18,64	44,80	0,42
		41,90	18,67	19,61	46,40	0,40
Nektar	8	41,46	12,42	19,21	57,12	0,22
		40,58	12,26	18,74	56,80	0,22
E/E/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	38,48	39,36	25,50	32,94	1,19
		38,19	38,22	23,80	31,91	1,20
Nektar vor Pasteurisation	0	37,11	34,44	29,10	40,19	0,86
		36,07	35,11	30,68	41,15	0,85
Nektar nach Pasteurisation	0	33,99	32,32	27,41	40,30	0,80
		35,15	32,67	28,08	40,68	0,80
Nektar	2	35,54	27,10	21,37	38,25	0,71
		34,27	26,36	20,20	37,47	0,70
Nektar	4	35,98	18,85	16,71	41,55	0,45
		35,30	16,51	14,51	41,32	0,40
Nektar	8	35,66	13,03	15,34	49,64	0,26
		34,82	13,81	17,25	51,32	0,27
E/E/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,39	45,10	30,21	33,82	1,33
		30,99	45,57	30,71	33,98	1,34

Nektar vor Pasteurisation	0	37,33	42,84	39,37	42,58	1,01
		35,66	42,93	40,13	43,07	1,00
Nektar nach Pasteurisation	0	32,69	32,63	26,04	38,59	0,85
		30,96	36,90	29,86	38,97	0,95
Nektar	2	32,22	26,54	18,43	34,78	0,76
		31,88	26,58	18,61	34,99	0,76
Nektar	4	30,04	24,13	19,02	38,25	0,63
		31,19	23,46	18,26	37,89	0,62
Nektar	8	26,71	17,12	16,88	44,59	0,38
		27,61	18,50	17,75	43,81	0,42
E/E/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	32,73	43,29	27,35	32,28	1,34
		32,53	42,92	27,19	32,35	1,33
Nektar vor Pasteurisation	0	23,27	30,01	26,40	41,33	0,73
		21,21	28,17	24,93	41,51	0,68
Nektar nach Pasteurisation	0	31,79	32,65	26,29	38,84	0,84
		31,56	37,36	30,10	38,86	0,96
Nektar	2	33,97	31,64	22,13	34,98	0,90
		29,60	30,67	22,25	35,96	0,85
Nektar	4	33,71	29,30	23,26	38,45	0,76
		28,25	27,56	21,54	38,01	0,73
Nektar	8	28,24	21,40	19,66	42,57	0,50
		26,41	22,03	20,30	42,65	0,52
Nektar	12	27,65	15,37	19,11	51,20	0,30
		25,96	15,28	18,58	50,57	0,30
E/E/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	39,93	45,19	34,22	37,14	1,22
		39,91	45,18	34,28	37,19	1,21
Nektar vor Pasteurisation	0	36,86	40,68	36,81	42,14	0,97
		27,64	35,85	32,50	42,19	0,85
Nektar nach Pasteurisation	0	28,21	31,20	27,19	41,06	0,76
		28,46	31,50	28,05	41,69	0,76
Nektar	2	31,21	24,76	19,08	37,62	0,66
		29,99	24,93	19,27	37,71	0,66
Nektar	4	31,73	20,36	16,16	38,44	0,53
		40,42	23,45	18,45	38,20	0,61
Nektar	8	30,04	17,00	17,48	45,81	0,37
		30,78	16,50	16,81	45,54	0,36
E/E/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	33,83	43,96	30,60	34,84	1,26
		32,41	44,04	31,24	35,35	1,25
Nektar vor Pasteurisation	0	31,78	41,91	37,08	41,50	1,01
		25,26	37,32	33,17	41,63	0,90
Nektar nach Pasteurisation	0	23,69	33,14	28,71	40,90	0,81
		23,80	32,86	28,32	40,76	0,81

Nektar	2	25,82	27,31	20,07	36,32	0,75
		26,61	27,49	20,12	36,20	0,76
Nektar	4	25,20	23,45	17,71	37,06	0,63
		33,12	25,52	18,53	35,99	0,71
Nektar	8	25,18	22,95	19,75	40,71	0,56
		25,02	22,99	19,77	40,69	0,57
Nektar	12	27,30	16,63	17,19	45,96	0,36
		32,34	17,57	15,29	41,02	0,43

Tab. 13: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Elsanta* (Polen)

E/P/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	41,55	39,40	25,12	32,52	1,21
		41,48	39,50	25,16	32,49	1,22
Nektar vor Pasteurisation	0	41,40	34,24	27,22	38,48	0,89
		42,03	34,58	28,22	39,22	0,88
Nektar nach Pasteurisation	0	44,44	33,03	26,68	38,93	0,85
		41,83	33,12	26,16	38,30	0,86
Nektar	2	42,00	21,44	18,03	40,06	0,54
		43,22	19,15	17,46	42,35	0,45
Nektar	4	44,87	17,62	19,03	47,19	0,37
		43,65	18,37	19,32	46,45	0,40
E/P/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	38,43	42,21	25,79	31,42	1,34
		38,38	41,58	25,59	31,61	1,32
Nektar vor Pasteurisation	0	39,88	37,83	30,01	38,43	0,98
		40,09	38,14	30,10	38,28	1,00
Nektar nach Pasteurisation	0	38,74	35,57	27,32	37,52	0,95
		38,49	35,58	27,19	37,38	0,95
Nektar	2	40,41	21,24	17,64	39,71	0,53
		40,13	21,09	17,89	40,31	0,52
Nektar	4	43,97	20,29	21,42	46,56	0,44
		41,08	19,87	19,88	45,01	0,44
Nektar	8	41,34	14,43	20,51	54,87	0,26
		41,87	14,61	21,10	55,30	0,26
E/P/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	35,88	40,57	23,00	29,55	1,37
		35,87	40,37	22,83	29,49	1,37
Nektar vor Pasteurisation	0	38,45	38,20	27,47	35,72	1,07
		36,31	37,73	27,60	36,19	1,04
Nektar nach Pasteurisation	0	38,71	34,00	24,38	35,65	0,95
		38,64	32,59	23,07	35,29	0,92
Nektar	2	38,10	25,15	17,57	34,93	0,72
		35,95	26,54	17,80	33,86	0,78
Nektar	4	39,19	21,46	17,11	38,58	0,56
		38,93	21,19	15,48	36,15	0,59

Nektar	8	40,86	19,20	19,28	45,12	0,43
		39,71	18,75	18,92	45,25	0,41
Nektar	12	38,18	17,78	19,17	47,16	0,38
		37,92	17,40	17,82	45,69	0,38
E/P/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,56	39,01	20,47	27,69	1,41
		32,02	39,43	20,67	27,66	1,43
Nektar vor Pasteurisation	0	31,27	37,98	27,33	35,74	1,06
		31,42	38,37	27,52	35,65	1,08
Nektar nach Pasteurisation	0	32,56	37,12	25,67	34,67	1,07
		32,79	36,75	25,42	34,68	1,06
Nektar	2	32,74	28,12	17,29	31,59	0,89
		31,43	29,35	17,97	31,48	0,93
Nektar	4	32,90	24,28	16,10	33,54	0,72
		32,00	23,85	15,43	32,91	0,72
Nektar	8	33,74	21,22	17,37	39,30	0,54
		33,13	22,14	17,97	39,07	0,57
Nektar	12	33,73	18,35	17,60	43,80	0,42
		33,52	18,64	17,84	43,74	0,43
Nektar	16	33,65	18,66	19,46	46,21	0,40
		32,48	17,29	15,93	42,66	0,41
E/P/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	33,57	36,66	18,59	26,89	1,36
		33,79	36,41	18,56	27,02	1,35
Nektar vor Pasteurisation	0	36,58	36,55	26,39	35,83	1,02
		31,83	35,12	25,09	35,54	0,99
Nektar nach Pasteurisation	0	34,69	31,69	21,12	33,69	0,94
		35,11	31,31	20,56	33,29	0,94
Nektar	2	37,62	22,83	16,40	35,69	0,64
		37,13	21,74	15,22	35,00	0,62
Nektar	4	37,04	18,77	17,39	42,81	0,44
		36,66	18,72	17,12	42,44	0,44
Nektar	8	36,39	15,11	18,60	50,91	0,30
		35,84	15,16	18,99	51,40	0,29
E/P/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	32,61	40,06	19,61	26,08	1,54
		32,29	40,68	20,04	26,22	1,55
Nektar vor Pasteurisation	0	31,17	39,98	28,04	35,04	1,14
		31,61	40,21	28,17	35,01	1,15
Nektar nach Pasteurisation	0	31,02	39,04	27,12	34,79	1,12
		32,04	37,50	24,37	33,02	1,14
Nektar	2	36,26	30,69	19,67	32,65	0,94
		36,07	31,45	20,31	32,85	0,96
Nektar	4	34,28	25,38	18,97	36,78	0,69
		33,21	26,35	19,66	36,73	0,72

Nektar	8	34,16	20,66	19,79	43,78	0,47
		35,26	21,85	20,67	43,41	0,50
Nektar	12	34,85	20,48	21,54	46,45	0,44
		34,00	20,37	20,58	45,29	0,45
Nektar	16	34,78	19,48	21,23	47,46	0,41
		33,24	19,31	21,70	48,33	0,40

Tab. 14: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, Senga Sengana (Polen)

SS/P/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,32	43,23	29,82	34,59	1,25
		31,25	43,15	29,01	33,92	1,27
Nektar vor Pasteurisation	0	32,03	39,16	29,91	37,37	1,05
		33,15	40,27	31,09	37,67	1,07
Nektar nach Pasteurisation	0	31,44	36,82	27,45	36,71	1,00
		31,81	36,97	27,57	36,71	1,01
Nektar	2	29,91	29,64	18,50	31,96	0,93
		30,45	29,85	18,99	32,46	0,92
Nektar	4	30,44	26,44	16,85	32,50	0,81
		30,24	26,86	16,97	32,28	0,83
Nektar	8	30,00	21,23	14,61	34,53	0,61
		28,93	22,05	16,58	36,95	0,60
Nektar	12	28,64	19,67	15,19	37,68	0,52
		29,57	19,61	14,48	36,44	0,54
Nektar	16	29,32	18,70	15,60	39,82	0,47
		29,92	18,24	14,71	38,89	0,47
Nektar	20	29,54	18,03	13,44	36,70	0,49
		29,33	17,94	14,73	39,40	0,46
SS/P/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	27,82	43,07	29,97	34,84	1,24
		27,97	43,40	29,67	34,36	1,26
Nektar vor Pasteurisation	0	27,47	39,74	31,06	38,01	1,05
		28,18	40,42	31,63	38,04	1,06
Nektar nach Pasteurisation	0	26,83	36,30	27,16	36,80	0,99
		26,71	36,96	27,62	36,77	1,01
Nektar	2	24,38	29,52	17,61	30,81	0,96
		24,35	29,22	17,49	30,90	0,95
Nektar	4	26,81	29,83	18,47	31,77	0,94
		25,46	28,84	17,38	31,08	0,93
Nektar	8	25,16	23,63	15,30	32,93	0,72
		24,61	24,28	15,82	33,08	0,73
Nektar	12	24,21	21,65	14,57	33,94	0,64
		26,54	19,93	10,97	28,84	0,69
Nektar	16	23,59	20,56	14,23	34,69	0,59
		25,06	20,24	13,94	34,57	0,59
Nektar	20	24,56	19,43	14,36	36,48	0,53
		24,73	19,48	12,58	32,86	0,59

SS/P/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,81	38,79	23,70	31,42	1,23
		29,14	39,40	24,60	31,98	1,23
Nektar vor Pasteurisation	0	30,78	37,61	26,99	35,67	1,05
		26,56	35,19	25,46	35,89	0,98
Nektar nach Pasteurisation	0	28,14	32,53	21,92	33,97	0,96
		27,44	31,41	20,69	33,38	0,94
Nektar	2	26,06	25,85	14,25	28,86	0,90
		24,78	25,64	14,26	29,09	0,88
Nektar	4	24,17	24,35	13,13	28,33	0,86
		23,71	24,24	13,09	28,37	0,85
Nektar	8	23,97	22,09	12,70	29,89	0,74
		26,27	21,54	12,57	30,26	0,71
Nektar	12	23,21	20,38	12,15	30,79	0,66
		23,97	20,01	11,49	29,87	0,67
Nektar	16	24,25	19,56	12,30	32,17	0,61
		24,97	19,54	11,35	30,14	0,65
Nektar	20	24,21	18,68	11,11	30,73	0,61
		25,54	19,20	11,74	31,44	0,61
SS/P/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	22,65	39,67	24,09	31,28	1,27
		22,64	39,74	24,38	31,53	1,26
Nektar vor Pasteurisation	0	22,76	40,03	28,86	35,79	1,12
		23,60	40,42	28,62	35,31	1,14
Nektar nach Pasteurisation	0	22,00	36,24	24,69	34,26	1,06
		21,84	36,68	25,18	34,47	1,06
Nektar	2	21,82	31,30	18,17	30,14	1,04
		21,65	30,81	17,83	30,06	1,02
Nektar	4	19,58	30,02	17,48	30,21	0,99
		20,23	30,26	17,36	29,84	1,01
Nektar	8	21,22	28,54	16,82	30,52	0,94
		19,50	27,10	16,06	30,64	0,88
Nektar	12	21,11	26,59	15,56	30,33	0,88
		19,20	25,93	15,06	30,15	0,86
Nektar	16	19,37	25,36	15,96	32,19	0,79
		19,32	25,03	15,99	32,58	0,77
Nektar	20	21,10	24,95	14,31	29,84	0,84
		19,51	23,62	13,90	30,47	0,78
SS/P/3/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,89	40,90	26,32	32,77	1,25
		30,49	41,26	25,92	32,14	1,28
Nektar vor Pasteurisation	0	31,72	37,75	27,72	36,29	1,04
		31,50	37,44	27,62	36,42	1,03
Nektar nach Pasteurisation	0	28,79	31,94	22,24	34,86	0,92
		28,37	31,78	22,12	34,84	0,91

Nektar	2	30,21	28,14	18,07	32,70	0,86
		29,30	27,77	17,50	32,21	0,86
Nektar	4	28,13	22,04	14,07	32,56	0,68
		28,88	22,54	14,76	33,22	0,68
Nektar	8	29,13	18,71	15,42	39,49	0,47
		28,48	18,89	15,59	39,53	0,48
Nektar	12	29,74	16,63	15,65	43,25	0,38
		29,51	16,88	16,21	43,83	0,39
SS/P/3/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	27,96	42,50	26,59	32,03	1,33
		27,50	42,67	26,67	32,00	1,33
Nektar vor Pasteurisation	0	27,82	37,32	25,53	34,37	1,09
		27,06	37,62	26,58	35,25	1,07
Nektar nach Pasteurisation	0	26,08	35,40	25,01	35,25	1,00
		26,70	34,24	23,03	33,92	1,01
Nektar	2	26,13	30,81	18,81	31,40	0,98
		26,10	32,08	20,44	32,50	0,99
Nektar	4	25,53	26,47	16,48	31,91	0,83
		25,58	27,40	17,40	32,42	0,85
Nektar	8	25,31	21,89	15,07	34,55	0,63
		24,74	22,45	16,36	36,08	0,62
Nektar	12	25,78	21,45	16,57	37,68	0,57
		25,06	21,33	16,65	37,97	0,56
Nektar	16	25,60	20,05	16,44	39,36	0,51
		25,49	19,91	16,81	40,19	0,50
Nektar	20	25,23	19,01	16,25	40,53	0,47
		25,06	18,98	16,34	40,73	0,47

Tab. 15: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, *Elsanta* (Serbien)

E/S/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	34,00	41,96	30,88	36,35	1,15
		34,00	41,96	30,88	36,35	1,15
Nektar vor Pasteurisation	0	26,04	32,17	29,32	42,34	0,76
		26,04	32,17	29,32	42,34	0,76
Nektar nach Pasteurisation	0	26,03	32,33	27,89	40,78	0,79
		26,03	32,33	27,89	40,78	0,79
Nektar	2	28,37	28,66	22,75	38,44	0,75
		26,90	28,86	22,99	38,54	0,75
Nektar	4	28,41	26,42	20,45	37,74	0,70
		28,42	25,98	19,91	37,46	0,69
Nektar	8	29,11	22,22	18,44	39,68	0,56
		29,75	20,63	17,45	40,23	0,51
Nektar	12	29,24	17,34	16,82	44,13	0,39
		28,87	17,24	16,68	44,06	0,39

E/S/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,96	40,85	27,89	34,32	1,19
		29,96	40,85	27,89	34,32	1,19
Nektar vor Pasteurisation	0	29,26	36,42	31,79	41,12	0,89
		29,26	36,42	31,79	41,12	0,89
Nektar nach Pasteurisation	0	28,82	36,27	31,60	41,06	0,88
		28,82	36,27	31,60	41,06	0,88
Nektar	2	27,32	30,30	22,31	36,36	0,83
		25,80	29,31	21,59	36,38	0,81
Nektar	4	30,12	26,69	17,83	33,75	0,79
		25,10	27,08	19,53	35,80	0,76
Nektar	8	30,77	22,65	16,63	36,29	0,62
		29,55	22,40	16,53	36,43	0,61
Nektar	12	29,62	18,70	15,35	39,37	0,47
		26,09	19,08	15,65	39,36	0,48
Nektar	16	20,97	16,07	14,74	42,52	0,38
		28,12	16,84	14,93	41,58	0,41
E/S/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	34,60	44,91	35,13	38,04	1,18
		34,60	44,91	35,13	38,04	1,18
Nektar vor Pasteurisation	0	30,70	39,32	36,95	43,22	0,91
		30,70	39,32	36,95	43,22	0,91
Nektar nach Pasteurisation	0	31,27	37,80	34,54	42,42	0,89
		34,19	41,65	25,73	31,71	1,31
Nektar	2	31,28	35,62	28,88	39,03	0,91
		34,09	34,85	26,85	37,62	0,93
Nektar	4	30,36	27,69	20,03	35,88	0,77
		32,40	28,93	21,00	35,97	0,80
Nektar	8	30,71	25,59	20,25	38,36	0,67
		31,37	24,92	19,71	38,34	0,65
Nektar	12	32,07	20,66	18,41	41,69	0,50
		32,20	20,99	19,24	42,52	0,49
Nektar	16	31,94	19,88	19,87	44,98	0,44
		31,39	17,83	18,01	45,28	0,39
Nektar	20	31,13	17,70	19,16	47,27	0,37
		31,23	17,81	18,51	46,11	0,39
E/S/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,30	43,78	33,46	37,40	1,17
		31,30	43,78	33,46	37,40	1,17
Nektar vor Pasteurisation	0	29,10	39,81	36,59	42,59	0,93
		29,10	39,81	36,59	42,59	0,93
Nektar nach Pasteurisation	0	25,25	35,79	31,80	41,62	0,86
		30,25	43,17	30,46	35,20	1,23
Nektar	2	25,49	33,21	25,56	37,58	0,88
		23,55	32,91	25,88	38,18	0,86

Nektar	4	25,45	29,47	21,47	36,08	0,82
		25,96	28,65	20,12	35,08	0,82
Nektar	8	24,66	25,85	18,60	35,73	0,72
		23,79	26,32	19,10	35,96	0,73
Nektar	12	24,23	23,41	17,93	37,45	0,63
		23,85	23,91	18,40	37,58	0,64
Nektar	16	25,02	21,06	16,67	38,36	0,55
		23,68	21,89	17,42	38,51	0,57
Nektar	20	25,30	19,33	17,34	41,89	0,46
		24,33	18,68	16,41	41,29	0,45

Tab. 16: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 1, Senga Sengana (Serbien)

SS/S/1/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,34	43,79	34,88	38,54	1,14
		31,34	43,79	34,88	38,54	1,14
Nektar vor Pasteurisation	0	25,87	36,78	32,82	41,74	0,88
		25,87	36,78	32,82	41,74	0,88
Nektar nach Pasteurisation	0	24,00	36,01	32,59	42,14	0,85
		24,00	36,01	32,59	42,14	0,85
Nektar	2	23,30	32,19	24,12	36,85	0,87
		21,01	31,63	24,08	37,28	0,85
Nektar	4	22,78	30,53	21,59	35,27	0,87
		20,34	29,43	21,42	36,05	0,82
Nektar	8	24,52	27,51	18,31	33,65	0,82
		22,92	27,34	18,39	33,93	0,81
Nektar	12	21,78	24,03	16,75	34,87	0,69
		19,76	23,65	16,59	35,04	0,67
Nektar	16	21,99	22,67	14,91	33,34	0,68
		22,01	22,33	14,89	33,70	0,66
Nektar	20	22,65	21,62	14,41	33,69	0,64
		22,22	21,39	14,23	33,63	0,64
SS/S/1/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	28,39	41,91	31,96	37,33	1,12
		28,39	41,91	31,96	37,33	1,12
Nektar vor Pasteurisation	0	22,71	36,02	33,96	43,31	0,83
		22,71	36,02	33,96	43,31	0,83
Nektar nach Pasteurisation	0	21,81	33,46	29,15	41,07	0,81
		21,81	33,46	29,15	41,07	0,81
Nektar	2	17,56	28,82	21,67	36,94	0,78
		17,49	28,92	21,98	37,24	0,78
Nektar	4	19,18	27,42	19,56	35,50	0,77
		20,77	27,87	19,65	35,19	0,79
Nektar	8	20,35	26,22	17,44	33,62	0,78
		18,86	25,41	16,86	33,57	0,76
Nektar	12	11,40	20,38	12,33	31,17	0,65
		16,88	22,44	15,20	34,10	0,66

ANHANG

Nektar	16	20,11	21,64	13,49	31,93	0,68
		18,38	21,81	14,18	33,03	0,66
Nektar	20	16,82	21,12	13,29	32,17	0,66
		16,26	20,20	12,81	32,39	0,62
SS/S/2/r						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	29,32	42,11	30,11	35,57	1,18
		29,32	42,11	30,11	35,57	1,18
Nektar vor Pasteurisation	0	26,27	38,49	33,53	41,06	0,94
		26,27	38,49	33,53	41,06	0,94
Nektar nach Pasteurisation	0	27,09	38,59	33,27	40,76	0,95
		28,59	42,94	28,76	33,82	1,27
Nektar	2	26,44	32,72	23,63	35,84	0,91
		23,46	31,14	22,63	36,00	0,87
Nektar	4	29,10	30,62	20,66	34,01	0,90
		24,47	28,72	20,14	35,03	0,82
Nektar	8	25,67	27,21	19,02	34,96	0,78
		24,33	27,43	20,02	36,13	0,76
Nektar	12	25,84	24,16	18,82	37,91	0,64
		24,40	24,43	19,31	38,33	0,64
Nektar	16	28,31	21,69	17,92	39,57	0,55
		23,88	21,37	18,12	40,29	0,53
Nektar	20	26,37	20,07	19,98	44,86	0,45
		24,59	20,56	18,73	42,33	0,49
SS/S/2/vr						
Produkt	Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
Mark	0	31,76	45,59	34,26	36,92	1,23
		31,76	45,59	34,26	36,92	1,23
Nektar vor Pasteurisation	0	25,26	38,33	33,54	41,19	0,93
		25,26	38,33	33,54	41,19	0,93
Nektar nach Pasteurisation	0	27,83	39,65	34,45	40,99	0,97
		28,78	44,26	31,05	35,05	1,26
Nektar	2	24,45	35,07	27,21	37,81	0,93
		22,64	32,90	25,14	37,39	0,88
Nektar	4	24,28	32,34	24,33	36,96	0,88
		24,00	32,78	24,55	36,83	0,89
Nektar	8	22,32	28,17	20,77	36,41	0,77
		23,43	28,36	20,42	35,76	0,79
Nektar	12	22,38	25,22	19,55	37,78	0,67
		27,71	26,36	20,02	37,21	0,71
Nektar	16	25,19	21,37	19,16	41,87	0,51
		25,49	21,28	17,83	39,96	0,53
Nektar	20	24,28	21,75	18,79	40,83	0,53
		24,69	23,34	20,42	41,18	0,57

11.3 Versuchsplan 2: Enzymaktivitäts- und Proteinbestimmung

Tab. 17: Daten des Versuchsplans 2, Erdbeeren -18 °C

Codierung	Enzymaktivität [ΔE/min*100 μL]		Proteingehalt [μg/100 μL]		spezifische Enzymaktivität [ΔE/min*mg]	
	PPO	POX	PPO	POX	PPO	POX
A/Z/3/vr	0,0024	0,0130	10,4586	9,6537	0,2295	1,3466
	0,0017	0,0124	11,7078	10,6950	0,1452	1,1594
C/Z/3/vr	0,0027	0,0148	12,6837	9,8102	0,2129	1,5086
	0,0018	0,0158	11,0451	11,2837	0,1630	1,4002
E/Z/3/r	0,0026	0,0072	6,5425	7,6753	0,3829	0,9381
	0,0027	0,0078	7,1032	8,7737	0,2620	0,8890
E/Z/3/vr	0,0032	0,0144	8,6863	10,6920	0,3974	1,3468
	0,0035	0,0156	8,3572	10,1502	0,3801	1,5369
M/Z/2/vr	0,0023	0,0130	11,0786	13,6512	0,2076	0,9523
	0,0004	0,0136	11,0333	12,5679	0,0363	1,0821
S/Z/2/r	0,0025	0,0104	3,7463	4,2063	0,6673	2,4725
	0,0025	0,0134	4,6718	4,8960	0,5351	2,7369
S/Z/2/vr	0,0036	0,0272	7,1227	6,5345	0,5054	4,1625
	0,0020	0,0278	6,8567	6,3610	0,2917	4,3704

Tab. 18: Daten des Versuchsplans 2, Erdbeeren -80 °C

Codierung	Enzymaktivität [ΔE/min*100 μL]		Proteingehalt [μg/100 μL]		spezifische Enzymaktivität [ΔE/min*mg]	
	PPO	POX	PPO	POX	PPO	POX
A/Z/1/r	0,0031	0,0176	4,4472	4,1506	0,6971	4,2403
	0,0029	0,0206	4,0563	4,9858	0,7149	4,1317
A/Z/1/vr	0,0028	0,0178	9,3700	11,2053	0,2988	1,5885
	0,0020	0,0192	11,7502	10,3373	0,1702	1,8574
A/Z/2/r	0,0029	0,0190	13,1613	10,6111	0,2203	1,7906
	0,0016	0,0216	10,0900	14,6563	0,1586	1,4738
A/Z/2/vr	0,0032	0,0154	6,3567	4,7754	0,5034	3,2249
	0,0029	0,0208	6,0277	4,4633	0,4811	4,6602
A/Z/3/r	0,0020	0,0260	13,8516	12,2650	0,1444	2,1199
	0,0028	0,0260	13,9099	11,0118	0,2013	2,3611
A/Z/3/vr	0,0039	0,0220	16,4972	12,9307	0,2364	1,7014
	0,0019	0,0236	16,4230	14,1993	0,1157	1,6621
C/Z/1/r	0,0035	0,0272	19,6828	13,2437	0,1778	2,0538
	0,0024	0,0280	20,9102	13,8681	0,1148	2,0190
C/Z/1/vr	0,0031	0,0290	19,2605	16,8394	0,1610	1,7222
	0,0054	0,0272	17,9493	14,4840	0,3008	1,8779
C/Z/2/r	0,0089	0,0336	12,4177	15,0277	0,7167	2,2359
	0,0097	0,0352	13,0913	15,8637	0,7410	2,2189
C/Z/2/vr	0,0058	0,0330	19,0221	16,8535	0,3049	1,9581
	0,0026	0,0354	18,0160	18,7998	0,1443	1,8830

C/Z/3/r	0,0041	0,0306	18,2525	13,4675	0,2246	2,2721
	0,0028	0,0296	16,1633	11,2115	0,1732	2,6401
C/Z/3/vr	0,0071	0,0426	20,9192	14,5712	0,3394	2,9236
	0,0055	0,0398	19,8946	16,9789	0,2765	2,3441
E/Z/1/r	0,0094	0,0414	18,7251	22,2578	0,5020	1,8600
	0,0087	0,0380	19,1306	21,2707	0,4548	1,7865
E/Z/1/vr	0,0060	0,0310	19,7984	21,4274	0,3031	1,4467
	0,0073	0,0286	17,3640	18,2027	0,4204	1,5712
E/Z/2/r	0,0069	0,0366	14,1645	21,4142	0,4871	1,7091
	0,0058	0,0332	14,9036	17,8190	0,3892	1,8632
E/Z/2/vr	0,0084	0,0456	12,9205	19,4357	0,6501	2,3462
	0,0065	0,0518	8,5906	20,4017	0,7566	2,5390
E/Z/3/r	0,0052	0,0284	15,9945	16,1485	0,3251	1,7587
	0,0058	0,0302	13,7261	18,3029	0,4226	1,6500
E/Z/3/vr	0,0042	0,0256	15,4223	16,8591	0,2723	1,5185
	0,0058	0,0282	16,5391	23,8084	0,3507	1,1845
M/Z/1/r	0,0048	0,0212	14,7439	10,0773	0,3256	2,1037
	0,0014	0,0218	12,6264	10,6620	0,1109	2,0446
M/Z/1/vr	0,0041	0,0172	14,0417	14,4863	0,2920	1,1873
	0,0033	0,0178	15,2678	13,6115	0,2161	1,3077
M/Z/2/r	0,0074	0,0190	11,4065	10,1859	0,6488	1,8653
	0,0064	0,0190	11,0885	10,7823	0,5772	1,7621
M/Z/2/vr	0,0065	0,0344	12,6373	17,0857	0,5144	2,0134
	0,0073	0,0354	13,5972	18,1905	0,5369	1,9461
M/Z/3/r	0,0033	0,0282	19,4246	16,8346	0,1699	1,6751
	0,0050	0,0228	16,2032	16,6203	0,3086	1,3718
M/Z/3/vr	0,0097	0,0310	14,5811	17,1761	0,6652	1,8048
	0,0101	0,0284	15,5157	18,1418	0,6510	1,5654
S/Z/1/r	0,0049	0,0262	22,5595	17,8698	0,2172	1,4662
	0,0044	0,0218	21,6723	17,9716	0,2030	1,2130
S/Z/1/vr	0,0112	0,0546	8,9403	18,7348	1,2528	2,9144
	0,0122	0,0524	9,0763	18,5162	1,3442	2,8300
S/Z/2/r	0,0034	0,0190	9,3382	9,9169	0,3641	1,9159
	0,0034	0,0204	9,9436	9,0240	0,3419	2,2606
S/Z/2/vr	0,0068	0,0410	17,5575	17,8698	0,3873	2,2944
	0,0083	0,0362	19,5632	15,7738	0,4243	2,2949
S/Z/3/r	0,0078	0,0178	10,7887	9,0358	0,7230	1,9699
	0,0072	0,0182	8,7519	9,3643	0,8227	1,9436
S/Z/3/vr	0,0045	0,0342	13,0858	6,8091	0,3439	5,0227
	0,0038	0,0314	12,8692	8,1191	0,2953	3,8674

Tab. 19: Daten des Versuchsplans 2, Mark -18 °C

Codierung	Enzymaktivität [ΔE/min*100 μL]		Proteingehalt [μg/100 μL]		spezifische Enzymaktivität [ΔE/min*mg]	
	PPO	POX	PPO	POX	PPO	POX
A/Z/3/vr	0,0024	0,0058	5,8038	6,9026	0,4135	0,8403
	0,0023	0,0068	6,1362	6,4738	0,3748	1,0504

C/Z/3/vr	0,0024	0,0042	7,4133	9,0972	0,3237	0,4617
	0,0021	0,0048	7,7338	8,6469	0,2715	0,5551
E/Z/3/r	0,0019	0,0066	7,6941	7,1099	0,2469	0,9283
	0,0018	0,0066	8,1281	7,8721	0,2215	0,8384
E/Z/3/vr	0,0028	0,0036	10,4619	7,8533	0,2676	0,4584
	0,0023	0,0042	10,1355	7,3397	0,2269	0,5722
M/Z/2/vr	0,0016	0,0028	5,1878	4,8225	0,3084	0,5806
	0,0017	0,0038	5,0277	4,5834	0,3381	0,8291
S/Z/2/r	0,0022	0,0056	4,2765	4,4169	0,5144	1,2679
	0,0019	0,0058	5,0150	4,8895	0,3789	1,1862
S/Z/2/vr	0,0030	0,0132	8,1738	7,7039	0,3670	1,7134
	0,0026	0,0132	8,1543	8,1459	0,3189	1,6204

Tab. 20: Daten des Versuchsplans 2, Mark -80 °C

Codierung	Enzymaktivität [ΔE/min*100 μL]		Proteingehalt [μg/100 μL]		spezifische Enzymaktivität [ΔE/min*mg]	
	PPO	POX	PPO	POX	PPO	POX
A/Z/2/r	0,0022	0,0076	5,0685	4,6067	0,4341	1,6498
	0,0017	0,0082	4,8790	4,1760	0,3484	1,9636
A/Z/2/vr	0,0025	0,0074	7,1524	4,3895	0,3495	1,6858
	0,0013	0,0088	7,2093	3,5339	0,1803	2,4902
A/Z/3/r	0,0025	0,0100	5,7258	7,3292	0,4366	1,3644
	0,0021	0,0110	4,0872	7,5459	0,5138	1,4577
A/Z/3/vr	0,0031	0,0102	11,3185	10,7673	0,2739	0,9473
	0,0021	0,0108	12,6492	9,9761	0,1660	1,0826
C/Z/2/r	0,0032	0,0128	9,4205	11,2101	0,3397	1,1418
	0,0028	0,0110	8,9300	10,6258	0,3135	1,0352
C/Z/2/vr	0,0018	0,0166	14,6277	14,2696	0,1231	1,1633
	0,0014	0,0164	12,9687	12,7058	0,1080	1,2907
C/Z/3/r	0,0022	0,0150	10,9684	10,0235	0,2006	1,4965
	0,0020	0,0164	10,1310	9,0744	0,1974	1,8073
C/Z/3/vr	0,0046	0,0170	13,4306	11,1147	0,3425	1,5295
	0,0013	0,0176	13,1406	11,6364	0,0989	1,5125
E/Z/2/r	0,0024	0,0090	8,0011	8,0809	0,3000	1,1137
	0,0020	0,0078	7,7092	8,7833	0,2594	0,8881
E/Z/2/vr	0,0020	0,0268	14,9560	14,0155	0,1337	1,9122
	0,0016	0,0254	14,9851	13,9828	0,1068	1,8165
E/Z/3/r	0,0029	0,0130	12,2362	10,0105	0,2370	1,2986
	0,0024	0,0102	13,9432	12,9720	0,1721	0,7863
E/Z/3/vr	0,0064	0,0260	15,1524	14,1301	0,4224	1,8400
	0,0028	0,0268	14,3383	14,8849	0,1953	1,8005
M/Z/2/r	0,0023	0,0046	11,2801	7,5228	0,2039	0,6115
	0,0029	0,0046	10,5466	7,7191	0,2750	0,5959
M/Z/2/vr	0,0030	0,0078	9,7419	8,4297	0,3079	0,9253
	0,0017	0,0086	9,3478	8,4475	0,1819	1,0181
M/Z/3/r	0,0029	0,0078	8,8192	9,6005	0,3288	0,8125
	0,0026	0,0094	8,2211	10,7616	0,3163	0,8735

M/Z/3/vr	0,0028	0,0092	12,1350	13,0878	0,2307	0,7029
	0,0019	0,0124	12,7206	13,6229	0,1494	0,9102
S/Z/2/r	0,0034	0,0068	8,7689	5,9326	0,3877	1,1462
	0,0022	0,0070	8,6350	5,5289	0,2548	1,2661
S/Z/2/vr	0,0046	0,0238	12,2254	9,9104	0,3763	2,4015
	0,0032	0,0200	11,2780	11,1147	0,2837	1,7994
S/Z/3/r	0,0032	0,0152	11,3292	7,4058	0,2825	2,0524
	0,0020	0,0144	11,5830	7,9729	0,1727	1,8061
S/Z/3/vr	0,0043	0,0140	7,8029	6,8843	0,5511	2,0336
	0,0030	0,0146	7,6388	6,4008	0,3927	2,2810

11.4 Versuchsplan 3: Ultrafiltration von Erdbeersaft aus Erdbeersaftkonzentrat

Tab. 21: L*a*b*-Farbwerte des Versuchsplans 3, Akzeptanzfaktor

UF1 (nUF+BSA+Inh.)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	46,46	64,89	78,46	50,41	1,29
	46,03	65,48	77,98	50,03	1,31
6	47,90	63,47	75,47	49,94	1,27
	42,86	64,18	73,04	48,70	1,32
10	43,52	63,73	73,74	49,17	1,30
	47,71	61,89	77,14	51,26	1,21
14	44,55	61,92	74,32	50,20	1,23
	45,65	62,93	75,09	50,04	1,26
18	46,39	61,56	75,88	50,95	1,21
	45,70	61,25	75,17	50,82	1,21
UF2 (nUF+BSA)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	51,00	59,29	82,8	54,4	1,09
	51,65	59,89	82,32	53,96	1,11
6	45,89	57,60	77,19	53,27	1,08
	45,38	58,62	76,67	52,60	1,11
10	52,82	53,56	82,85	57,12	0,94
	55,11	50,00	78,18	57,40	0,87
14	52,11	53,82	83,56	57,21	0,94
	52,23	50,13	81,73	58,47	0,86
18	53,82	50,46	83,26	58,78	0,86
	55,19	47,58	82,05	59,89	0,79
UF3 (nUF+Inh.)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	30,92	61,72	53,16	40,74	1,51
	32,06	60,95	53,75	41,13	1,48
6	27,86	59,31	47,90	38,93	1,52
	27,65	59,50	47,63	38,67	1,54

10	32,50	61,83	55,94	42,14	1,47
	30,03	60,22	51,72	40,66	1,48
14	32,43	61,64	55,84	42,17	1,46
	33,56	62,52	57,60	42,65	1,47
18	29,68	59,80	51,05	40,49	1,48
	32,28	60,16	55,47	42,68	1,41
UF4 (nUF)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	35,02	61,25	60,18	44,49	1,38
	35,72	60,79	60,89	44,93	1,35
6	27,83	55,88	47,82	40,56	1,38
	27,74	56,12	47,71	40,37	1,39
10	34,24	57,99	58,80	45,40	1,28
	32,06	57,19	55,12	43,94	1,30
14	35,92	57,36	61,57	47,03	1,22
	37,14	55,88	63,65	48,72	1,15
18	36,30	54,81	62,25	48,63	1,13
	36,03	55,59	61,80	48,03	1,16
UF5 (UF+BSA+Inh.)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	65,70	49,4	65,75	53,09	0,93
	64,87	50,24	65,12	54,81	0,92
6	67,88	44,49	65,40	55,77	0,80
	67,82	44,74	65,81	55,79	0,80
10	70,54	39,12	58,63	56,29	0,69
	68,99	38,43	59,82	57,28	0,67
14	68,17	44,01	57,39	52,52	0,84
	71,15	38,95	54,61	54,50	0,71
18	71,89	34,55	56,24	58,44	0,59
	73,33	33,77	55,64	58,75	0,57
UF6 (UF+BSA)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	74,15	33,52	62,25	61,7	0,54
	73,74	34,13	61,85	61,21	0,56
6	71,15	36,34	66,48	61,34	0,59
	69,02	37,40	67,13	60,88	0,61
10	71,90	32,71	66,99	63,98	0,51
	73,44	31,19	63,96	64,00	0,49
14	72,70	30,45	65,77	65,16	0,47
	76,32	26,38	60,40	66,41	0,40
18	76,02	25,97	59,32	66,35	0,39
	73,91	27,87	65,57	66,97	0,42
UF7 (UF+Inh.)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	54,29	54,28	81,61	56,37	0,96
	55,87	53,86	81,96	56,76	0,95
6	53,82	52,14	82,55	57,72	0,90
	49,45	57,81	76,02	52,75	1,10

10	52,59	52,55	80,73	56,94	0,92
	52,45	52,16	81,21	57,29	0,91
14	52,12	52,17	79,68	56,79	0,92
	56,44	49,07	79,21	58,22	0,84
18	54,28	50,12	78,35	57,39	0,87
	53,04	54,51	69,35	51,84	1,05
UF8_(UF)					
Woche	L*	a*	b*	h	AF = a*/h
4	57,48	49,84	78,37	57,54	0,87
	55,98	50,75	77,97	57,14	0,89
6	51,60	50,14	79,45	57,75	0,87
	50,34	51,58	78,43	56,67	0,91
10	54,11	48,15	80,20	59,02	0,82
	55,04	46,95	78,44	59,10	0,79
14	54,02	42,80	84,58	63,16	0,68
	49,57	47,21	76,72	58,39	0,81
18	56,66	42,42	76,44	60,97	0,70
	53,30	45,24	78,58	60,07	0,75

Tab. 22: Photometerwerte des Versuchsplans 3, Braunindex

UF1 (nUF+BSA+Inh.)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	2,1015	2,3224	0,0064	2,0950	2,3159	0,9049	0,9046
	2,1788	2,4030	0,0192	2,1596	2,3838	0,9067	0,9059
2	1,9922	2,2596	0,0280	1,9642	2,2317	0,8816	0,8801
	2,2917	2,4871	0,0542	2,2376	2,4330	0,9214	0,9197
4	1,6025	1,7831	0,0544	1,5481	1,7287	0,8987	0,8955
	1,5458	1,6985	0,0409	1,5049	1,6575	0,9101	0,9079
6	1,3588	1,2866	-0,0733	1,4320	1,3599	1,0561	1,0531
	1,5757	1,4672	-0,0643	1,6400	1,5316	1,0739	1,0708
10	1,3613	1,2707	0,0664	1,2949	1,2043	1,0713	1,0752
	1,5937	1,5219	0,0972	1,4966	1,4248	1,0472	1,0504
14	1,3643	1,2256	0,1056	1,2587	1,1201	1,1131	1,1238
	1,3589	1,3267	0,0844	1,2745	1,2423	1,0243	1,0259
18	1,3465	1,2023	0,0708	1,2757	1,1315	1,1199	1,1274
	1,4167	1,2353	0,0826	1,3341	1,1527	1,1469	1,1574
UF2 (nUF+BSA)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	2,3052	2,5063	0,0412	2,2639	2,4651	0,9197	0,9184
	2,1978	2,4209	-0,0020	2,1998	2,4229	0,9078	0,9079
2	2,3122	2,1736	0,0804	2,2319	2,0932	1,0638	1,0662
	2,5161	2,2924	0,2333	2,2828	2,0590	1,0976	1,1087
4	1,4034	1,0919	0,0823	1,3211	1,0096	1,2852	1,3085
	1,3778	1,1094	0,0974	1,2804	1,0120	1,2419	1,2652
6	1,6263	1,0500	-0,0175	1,6438	1,0676	1,5488	1,5398
	1,5883	0,9810	-0,0375	1,6257	1,0185	1,6190	1,5962

10	1,1843	0,7695	0,0530	1,1313	0,7165	1,5391	1,5789
	1,2962	0,8654	0,0622	1,2340	0,8032	1,4978	1,5364
14	0,2408	0,1551	0,0142	0,2266	0,1409	1,5525	1,6082
	0,2452	0,1490	0,0201	0,2251	0,1289	1,6457	1,7461
18	0,2304	0,1414	0,0130	0,2174	0,1284	1,6294	1,6929
	0,2207	0,1272	0,0114	0,2093	0,1158	1,7355	1,8079
UF3 (nUF+Inh.)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	2,5135	2,5945	0,0177	2,4958	2,5768	0,9688	0,9686
	2,6004	2,7391	0,1539	2,4465	2,5852	0,9493	0,9463
2	2,4779	2,5715	0,0759	2,4020	2,4956	0,9636	0,9625
	2,9818	2,9995	0,1320	2,8498	2,8674	0,9941	0,9938
4	1,8157	1,8272	0,0859	1,7298	1,7413	0,9937	0,9934
	1,9796	2,0264	0,0987	1,8810	1,9277	0,9769	0,9757
6	2,5591	2,1163	-0,1330	2,6922	2,2494	1,2092	1,1969
	2,7481	2,1776	-0,0535	2,8016	2,2311	1,2620	1,2557
10	2,2705	2,1122	0,1437	2,1268	1,9685	1,0750	1,0804
	2,5649	2,1308	0,1697	2,3952	1,9610	1,2037	1,2214
14	2,2049	1,8311	0,1498	2,0551	1,6813	1,2041	1,2223
	2,1919	1,9153	0,1436	2,0484	1,7717	1,1444	1,1561
18	2,2069	1,9028	0,1416	2,0653	1,7612	1,1598	1,1727
	2,0463	1,8176	0,1152	1,9312	1,7024	1,1259	1,1344
UF4 (nUF)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	2,6410	2,7536	0,0584	2,5826	2,6951	0,9591	0,9582
	2,5579	2,6749	0,0321	2,5258	2,6428	0,9562	0,9557
2	3,1198	2,5818	0,2359	2,8839	2,3459	1,2084	1,2294
	3,1477	2,6296	0,1986	2,9490	2,4309	1,1970	1,2131
4	1,4888	1,2595	0,0403	1,4485	1,2192	1,1821	1,1881
	1,6069	1,3385	0,0611	1,5458	1,2774	1,2005	1,2101
6	2,6651	1,5620	-0,1147	2,7798	1,6767	1,7062	1,6579
	2,8280	1,6016	-0,0557	2,8837	1,6574	1,7657	1,7399
10	2,6018	1,6112	0,1549	2,4469	1,4563	1,6148	1,6802
	2,5697	1,5775	0,1560	2,4137	1,4215	1,6290	1,6980
14	2,2422	1,2604	0,1467	2,0955	1,1137	1,7790	1,8815
	2,4012	1,4211	0,1560	2,2452	1,2651	1,6897	1,7747
18	2,2512	1,1941	0,0422	2,2090	1,1519	1,8852	1,9176
	2,1964	1,1560	0,0427	2,1537	1,1133	1,9001	1,9345
UF5 (UF+BSA+Inh.)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	1,1841	1,3019	0,0389	1,1452	1,2630	0,9096	0,9068
	1,2503	1,3665	0,0687	1,1815	1,2977	0,9150	0,9105
2	0,9678	1,0660	0,0056	0,9622	1,0603	0,9079	0,9074
	1,0507	1,1196	0,0212	1,0295	1,0984	0,9385	0,9373

4	0,7337	0,7593	0,0419	0,6918	0,7174	0,9663	0,9643
	0,7596	0,7302	0,0348	0,7248	0,6954	1,0403	1,0423
6	0,6003	0,4938	-0,0444	0,6447	0,5382	1,2155	1,1978
	0,6404	0,5595	0,0340	0,6064	0,5254	1,1447	1,1541
10	0,5332	0,4566	0,0210	0,5122	0,4356	1,1677	1,1758
	0,6067	0,4995	0,0608	0,5459	0,4387	1,2146	1,2444
14	0,5409	0,5146	0,0172	0,5237	0,4974	1,0510	1,0528
	0,4900	0,4332	0,0158	0,4742	0,4175	1,1310	1,1360
18	0,4729	0,3520	-0,0002	0,4731	0,3522	1,3437	1,3435
	0,5217	0,3945	0,0262	0,4955	0,3683	1,3225	1,3454
UF6 (UF+BSA)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	1,0716	1,1385	-0,0364	1,1079	1,1749	0,9412	0,9430
	1,1120	1,1814	-0,0071	1,1190	1,1884	0,9413	0,9416
2	1,0262	0,9567	-0,0034	1,0295	0,9600	1,0726	1,0724
	1,0363	0,9532	-0,0112	1,0475	0,9644	1,0872	1,0861
4	0,6170	0,4552	0,0518	0,5652	0,4034	1,3554	1,4011
	0,6214	0,4628	0,0582	0,5632	0,4046	1,3427	1,3920
6	0,5929	0,3662	-0,0479	0,6408	0,4141	1,6190	1,5474
	0,6430	0,4051	-0,0252	0,6682	0,4304	1,5870	1,5526
10	0,6222	0,3755	0,0155	0,6067	0,3600	1,6568	1,6851
	0,5656	0,3518	0,0091	0,5565	0,3427	1,6076	1,6238
14	0,6026	0,3492	0,0199	0,5826	0,3293	1,7254	1,7693
	0,5083	0,2942	0,0096	0,4987	0,2846	1,7276	1,7521
18	0,5816	0,3105	0,0075	0,5741	0,3030	1,8732	1,8949
	0,4977	0,2807	0,0025	0,4952	0,2782	1,7730	1,7799
UF7 (UF+Inh.)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A₄₃₀/A₅₂₀)	Braunindex corr. (A₄₃₀/A₅₂₀)
0	1,7488	1,8439	0,3916	1,3572	1,4523	0,9484	0,9345
	1,6689	1,7366	0,0612	1,6077	1,6754	0,9610	0,9596
2	1,0020	0,9550	0,0037	0,9983	0,9513	1,0492	1,0494
	1,2634	1,2593	0,0318	1,2316	1,2275	1,0032	1,0033
4	1,1929	0,9359	0,1230	1,0699	0,8128	1,2747	1,3162
	1,1368	1,1022	0,1446	0,9922	0,9576	1,0314	1,0361
6	0,1990	0,1693	-0,0058	0,2048	0,1751	1,1753	1,1695
	0,2113	0,1371	-0,0041	0,2153	0,1412	1,5408	1,5251
10	0,2191	0,1491	0,0132	0,2059	0,1359	1,4693	1,5149
	0,2184	0,1515	0,0129	0,2055	0,1386	1,4418	1,4828
14	0,1960	0,1320	0,0120	0,1840	0,1200	1,4850	1,5333
	0,2266	0,1538	0,0179	0,2086	0,1358	1,4732	1,5358
18	0,2025	0,1346	0,0113	0,1912	0,1233	1,5047	1,5511
	0,1818	0,1565	0,0108	0,1711	0,1458	1,1616	1,1736

UF8_(UF)							
Wochen	430 nm	520 nm	620 nm	430 nm corr.	520 nm corr.	Braunindex (A_{430}/A_{520})	Braunindex corr. (A_{430}/A_{520})
0	1,5129	1,7032	-0,0032	1,5161	1,7064	0,8883	0,8885
	1,6305	1,7672	0,0112	1,6193	1,7560	0,9227	0,9222
2	1,3634	1,1314	0,0283	1,3351	1,1031	1,2050	1,2103
	1,3819	1,0666	0,0513	1,3306	1,0154	1,2956	1,3105
4	1,0635	0,7423	0,0637	0,9997	0,6786	1,4327	1,4733
	1,0474	0,7282	0,0680	0,9794	0,6602	1,4383	1,4835
6	0,2262	0,1358	0,0017	0,2245	0,1341	1,6651	1,6735
	0,2320	0,1424	0,0025	0,2295	0,1399	1,6291	1,6405
10	0,2053	0,1251	0,0135	0,1918	0,1116	1,6415	1,7192
	0,2214	0,1337	0,0140	0,2075	0,1197	1,6568	1,7336
14	0,2540	0,1247	0,0197	0,2343	0,1050	2,0373	2,2322
	0,2430	0,1428	0,0257	0,2173	0,1171	1,7020	1,8561
18	1,2080	0,6791	0,1002	1,1079	0,5789	1,7789	1,9136
	1,0720	0,6044	0,0862	0,9858	0,5183	1,7736	1,9022

11.5 Versuchsplan 4: Sensorische Untersuchung des Erdbeernektars

Dreieckstest

Serie Nr.:

Koster Nr.:

KOSTFRAGE:

- 1.) Welche zwei Proben sind gleich?
- 2.) Welche Probe ist besser?

316*

470*

567*

- (1.) Die **gleichen** Proben sind **einzukreisen**
- (2.) Die **bessere** Probe ist mit einem **+** zu versehen

* Bei Dreieckstest 2 wurden die Codierungen 257, 941 und 386 verwendet.

Abb. 1: Erweiterter Dreieckstest 1 und 2

Tab. 23: Dreieckstest 1, SS/P/2/vr und SS/S/2/vr

Aufstellung der Probenserien pro Experte									
Position 316		Position 470		Position 567		abweichende Probe			
S		P		P		1			
P		P		S		3			
P		S		P		2			
Auswertung									
Experte		richtig		falsch		bessere Probe			
1		3		0		P		P	P
2		3		0		S		S	S
3		2		1		P		P	P
4		3		0		S		S	P
5		3		0		S		S	P
6		2		1		P		P	S
Summe		16		2		8 mal Serbien / 10 mal Polen			

Tab. 24: Dreieckstest 2, SS/P/2/r und SS/P/2/vr

Aufstellung der Probenserien pro Experte											
Position 257		Position 941		Position 386		abweichende Probe					
r		vr		r		2					
r		vr		r		2					
vr		r		r		1					
Auswertung											
Experte		richtig		falsch		bessere Probe					
1		3		0		vr		vr		vr	
2		3		0		vr		vr		vr	
3		1		2		vr		r		r	
4		2		1		r		vr		vr	
5		2		1		vr		r		vr	
6		2		1		vr		r		vr	
Summe		13		5		5 mal reif / 13 mal vollreif					

Tab. 25: Signifikanztabelle – Paarweise Unterschiedsprüfung und erweiterte Dreiecksprüfung
(MEILGAARD et al., 1999)

Anzahl Prüfer oder Prüfungen	einseitig (one-tailed) (bekannte Unterschiede)			zweiseitig (two-tailed) (unbekannte Unterschiede und Bevorzugungen)		
	Mindestanzahl richtiger Urteile bei einem Signifikanzniveau von			Mindestanzahl bevorzugter Urteile bei einem Signifikanzniveau von		
	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.001$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$	$\alpha = 0.001$
7	7	7	–	7	–	–
8	7	8	–	8	8	–
9	8	9	–	9	9	–
10	9	10	10	9	10	–
11	9	10	11	10	11	11
12	10	11	12	10	11	12
13	10	12	13	11	12	13
14	11	12	13	12	13	14
15	12	13	14	12	13	14
16	12	14	15	13	14	15
17	13	14	16	13	15	16
18	13	15	16	14	15	17
19	14	15	17	15	16	17
20	15	16	18	15	17	18
21	15	17	18	16	17	19
22	16	17	19	17	18	19
23	16	18	20	17	19	20
24	17	19	20	18	19	21
25	18	19	21	18	20	21
26	18	20	22	19	20	22
27	19	20	22	20	21	23
28	19	21	23	20	22	23
29	20	22	24	21	22	24
30	20	22	24	21	23	25
31	20	23	25	22	24	25
32	22	24	26	23	24	26
33	22	24	26	23	25	27
34	23	25	27	24	25	27
35	23	25	27	24	26	28
36	24	26	28	25	27	29
37	24	27	29	25	27	29
38	25	27	29	26	28	30
39	26	28	30	27	28	31
40	26	28	31	27	29	31
41	27	29	31	28	30	32
42	27	29	32	28	30	32
43	28	30	32	29	31	33
44	28	31	33	29	31	34
45	29	31	34	30	32	34
46	30	32	34	31	33	35
47	30	32	35	31	33	36
48	31	33	36	32	34	36
49	31	34	36	32	34	37
50	32	34	37	33	36	38
51	32	35	37	33	36	38
52	33	35	38	34	36	39



BELIEBTHEITSTEST Erdbeernektar

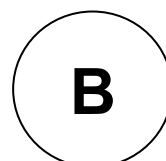
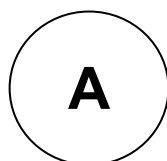
Beim folgenden Test soll die Beliebtheit von verschiedenen Erdbeernektaren ermittelt werden. Der Test gliedert sich in zwei Teile. In **Teil A** erhalten Sie zwei Nektarproben, bei denen jener ausgewählt werden soll, der einer höheren Beliebtheit entspricht. In **Teil B** erhalten Sie (...) in codierter Form, wobei jeweils eine dreistellige Zahl für eine Probe steht. Bitte prüfen Sie die Proben und beurteilen Sie hinsichtlich Aussehen, Geruch, Geschmack, Mundgefühl und Gesamteindruck. Machen Sie sich zuerst ein Bild, welche Proben Ihnen am besten und welche Proben Ihnen am wenigsten zusagen. **Prüfen Sie alle Proben und tragen Sie für jede Probe einen Strich, den Sie mit dem Zahlencode versehen, auf der Skala auf** – je nachdem wie sehr Ihnen die jeweilige Probe zusagt. Wenn Sie fertig sind drücken Sie bitte den Signalschalter.

- (...) zweimalig sechs Proben
- (...) fünf Proben
- (...) vier Proben

TEIL A

A) Welcher Nektar entspricht eher Ihrem Geschmack?

Bitte kreuzen Sie die entsprechende Probe an.



TEIL B – 1

B1) Wie sagt Ihnen das Aussehen der einzelnen Erdbeernektare zu?

Bitte den Code der Probe über den kennzeichnenden Strich schreiben!

sagt mir gar nicht zu | | | | | | | | sagt mir sehr zu



B2) Wie sagt Ihnen der Geruch der sechs Erdbeernektare zu?

Bitte den Code der Probe über den kennzeichnenden Strich schreiben!

sagt mir gar nicht zu | | | | | | | | sagt mir sehr zu



B3) Wie sagt Ihnen der Geschmack der sechs Erdbeernektare zu?

Bitte den Code der Probe über den kennzeichnenden Strich schreiben!

sagt mir gar nicht zu | | | | | | | | sagt mir sehr zu



B4) Wie sagt Ihnen das Mundgefühl der sechs Erdbeernektars zu?

Bitte den Code der Probe über den kennzeichnenden Strich schreiben!

sagt mir gar nicht zu | | | | | | | | sagt mir sehr zu



B5) Wie ist Ihr Gesamturteil über die sechs Erdbeernektars?

Bitte den Code der Probe über den kennzeichnenden Strich schreiben!

sagt mir gar nicht zu | | | | | | | | sagt mir sehr zu



TEIL B – 2

Beim ersten Beliebtheitstest wurde zusätzlich zum Prüfblatt TEIL B – 1, Prüfblatt TEIL B – 2 gereicht, welches ident mit dem Prüfblatt TEIL B – 1 war.

Abb. 2: Beliebtheitstest

(eigene Quelle, 2010)

Tab. 26: Codierung – Einstimmungstest und Beliebtheitstests

Einstimmungstest – TEIL A							
Code				Probe			
A				E/S/2/r			
B				E/S/2/vr			
Beliebtheitstest 1 – Erntezeitpunkt und Reifegrad, TEIL B – 1 und 2							
Teil B – 1		Teil B – 2		Teil B – 1		Teil B – 2	
Code	Probe	Code	Probe	Code	Probe	Code	Probe
315	C/1/r	725	M/3/vr	212	A/1/r	572	S/2/r
647	C/2/vr	120	M/1/vr	391	A/2/vr	918	S/3/r
189	C/3/r	254	M/3/r	438	A/3/vr	580	S/1/vr
499	C/3/vr	932	M/1/r	102	A/3/r	291	S/3/vr
805	C/1/vr	481	M/2/vr	746	A/1/vr	148	S/2/vr
538	C/2/r	377	M/2/r	425	A/2/r	773	S/1/r
Beliebtheitstest 2 – Sorte, TEIL B – 1				Beliebtheitstest 3 – Herkunft, TEIL B – 1			
Code		Probe		Code		Probe	
234		S/Z/3/vr		455		E/Z/1/vr	
847		E/Z/3/vr		375		E/E/1/vr	
625		C/Z/3/vr		993		E/P/1/vr	
903		M/Z/3/vr		711		E/S/1/vr	
122		A/Z/3/vr					

Tab. 27: Einstimmungstest – TEIL A

Testart	Tester	Geschlecht	A/B	Testart	Tester	Geschlecht	A/B
Beliebtheitstest 1 <i>Clery, Madeleine</i> Zachhalmel	1	weiblich	A	Beliebtheitstest 1 <i>Alba, Symphony</i> Zachhalmel	1	männlich	A
	2	weiblich	B		2	männlich	A
	3	männlich	B		3	männlich	A
	4	weiblich	B		4	männlich	A
	5	weiblich	B		5	männlich	A
	6	weiblich	B		6	weiblich	A
	7	männlich	A		7	weiblich	A
	8	weiblich	B		8	männlich	A
	9	männlich	A		9	weiblich	A
	10	männlich	B		10	männlich	A
	11	männlich	A		11	weiblich	A
	12	weiblich	A		12	weiblich	A
	13	weiblich	A		13	männlich	B
	14	weiblich	B		14	weiblich	B
	15	männlich	A		15	männlich	B
	16	weiblich	A		16	männlich	B
	17	weiblich	B		17	weiblich	B
	18	weiblich	B		18	männlich	B
	19	weiblich	A		19	weiblich	B
	20	männlich	B		20	männlich	B
	21	männlich	B		21	weiblich	B
	22	weiblich	A		22	männlich	B
	23	weiblich	A		23	weiblich	B
	24	männlich	A		24	männlich	B

	25	männlich	B		25	männlich	B
	26	weiblich	B		26	männlich	B
	27	weiblich	B		27	männlich	B
	28	männlich	B		28	weiblich	B
	29	weiblich	A		29	männlich	B
	30	weiblich	A		30	männlich	B
Testart	Tester	Geschlecht	A/B	Testart	Tester	Geschlecht	A/B
Beliebtheitstest 2 Sorte Zachhalmel	1	männlich	B	Beliebtheitstest 3 Herkunft <i>Elsanta</i> , erster Ernte	1	männlich	A
	2	weiblich	B		2	weiblich	A
	3	männlich	B		3	männlich	B
	4	weiblich	B		4	weiblich	B
	5	männlich	B		5	männlich	B
	6	männlich	B		6	männlich	B
	7	weiblich	A		7	männlich	B
	8	männlich	A		8	weiblich	B
	9	weiblich	B		9	männlich	B
	10	männlich	B		10	männlich	B
	11	männlich	A		11	weiblich	A
	12	männlich	B		12	männlich	B
	13	weiblich	A		13	weiblich	B
	14	männlich	A		14	weiblich	A
	15	weiblich	B		15	männlich	A
	16	männlich	A		16	männlich	B
	17	männlich	B		17	weiblich	B
	18	weiblich	B		18	weiblich	A
	19	weiblich	B		19	weiblich	B
	20	weiblich	B		20	männlich	B

Tab. 28: Beliebtheitstest 1 – Erntezeitpunkt und Reifegrad, TEIL B – 1 und 2

<i>Clery</i>								
Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
C/Z/1/r	315	1	weiblich	57,5	58,0	13,0	44,0	25,5
		2	weiblich	33,5	71,5	41,5	71,5	21,0
		3	männlich	21,5	75,0	88,0	71,0	65,0
		4	weiblich	24,5	82,5	75,5	49,0	58,0
		5	weiblich	56,0	75,5	57,0	47,5	47,5
		6	weiblich	0,0	15,0	11,5	16,5	11,5
		7	männlich	30,0	17,5	40,5	75,5	40,5
		8	weiblich	0,0	58,0	28,5	58,0	29,0
		9	männlich	46,5	43,0	23,5	25,5	26,5
		10	männlich	88,0	36,5	28,0	20,0	39,5
		11	männlich	11,0	25,0	47,5	78,0	47,5
		12	weiblich	49,0	31,5	74,0	61,0	57,0
		13	weiblich	13,0	26,5	0,0	12,0	22,0
		14	weiblich	90,5	20,5	22,0	67,5	37,0
		15	männlich	74,0	64,5	96,5	45,5	21,0
		16	weiblich	39,5	100,0	75,5	65,0	78,0

		17	weiblich	45,5	43,5	36,0	66,5	49,0
		18	weiblich	15,5	10,0	8,0	6,0	7,0
		19	weiblich	55,0	85,5	64,0	62,0	65,0
		20	männlich	56,5	58,5	43,5	57,0	44,0
		21	männlich	63,0	71,5	87,0	64,0	71,0
		22	weiblich	61,5	38,5	58,0	70,0	80,0
		23	weiblich	66,5	88,5	21,5	75,5	61,5
		24	männlich	43,0	26,5	87,0	58,0	50,0
		25	männlich	74,5	54,5	57,0	72,0	42,0
		26	weiblich	57,0	51,5	73,5	87,0	70,0
		27	weiblich	21,0	89,5	40,5	56,0	78,0
		28	männlich	0,0	46,5	15,0	0,0	47,5
		29	weiblich	0,0	17,5	61,5	73,5	28,0
		30	weiblich	100,0	36,0	65,0	95,5	59,5
C/Z/2/vr	647	1	weiblich	42,5	43,0	43,0	44,0	25,5
		2	weiblich	87,0	88,5	88,5	85,0	88,5
		3	männlich	85,0	89,0	93,5	88,0	86,0
		4	weiblich	11,5	53,5	46,0	38,0	43,0
		5	weiblich	82,0	65,0	32,5	38,5	39,5
		6	weiblich	100,0	96,5	92,0	90,0	81,5
		7	männlich	83,0	83,0	47,5	35,5	29,0
		8	weiblich	72,5	43,5	43,0	64,0	37,0
		9	männlich	77,5	58,5	78,0	53,5	80,0
		10	männlich	31,0	79,0	77,5	54,5	75,5
		11	männlich	58,5	8,5	16,5	67,5	65,0
		12	weiblich	100,0	89,0	39,5	81,5	83,5
		13	weiblich	100,0	87,0	88,0	86,0	88,5
		14	weiblich	82,5	81,0	82,0	81,5	83,5
		15	männlich	88,5	73,5	28,0	89,5	56,0
		16	weiblich	75,5	46,5	8,0	86,0	44,0
		17	weiblich	75,0	23,5	29,5	93,0	39,5
		18	weiblich	3,5	81,0	29,5	37,0	16,5
		19	weiblich	85,0	49,5	28,0	51,0	72,0
		20	männlich	56,5	42,5	28,0	70,5	57,0
		21	männlich	83,5	20,0	6,0	17,5	22,0
		22	weiblich	34,5	13,0	22,0	17,0	52,5
		23	weiblich	38,5	50,0	13,0	48,5	32,5
		24	männlich	70,0	82,5	28,0	73,5	73,5
		25	männlich	100,0	87,0	100,0	89,5	100,0
		26	weiblich	76,5	51,5	39,5	71,0	49,0
		27	weiblich	88,5	75,5	86,0	80,0	67,5
		28	männlich	13,0	46,5	0,0	59,5	23,5
		29	weiblich	89,5	17,5	13,0	9,5	28,0
		30	weiblich	67,5	59,5	61,5	75,5	59,5

C/Z/3/r	189	1	weiblich	26,5	26,5	26,5	72,0	42,0
		2	weiblich	19,0	9,5	11,5	4,5	40,5
		3	männlich	67,0	81,0	18,5	54,0	57,0
		4	weiblich	6,0	83,5	33,0	68,5	46,5
		5	weiblich	73,5	21,0	53,5	61,5	56,0
		6	weiblich	7,0	62,0	42,0	31,5	44,0
		7	männlich	80,0	80,0	80,0	13,0	76,5
		8	weiblich	58,0	66,5	79,0	88,5	87,0
		9	männlich	63,0	51,5	53,0	35,0	37,0
		10	männlich	66,5	47,5	36,0	14,5	45,5
		11	männlich	22,0	17,0	31,5	32,5	14,0
		12	weiblich	68,5	71,5	32,5	47,5	32,5
		13	weiblich	72,0	71,5	71,5	100,0	72,0
		14	weiblich	85,5	73,5	73,5	74,5	79,0
		15	männlich	85,0	83,0	31,0	100,0	94,0
		16	weiblich	64,0	76,5	43,0	40,5	60,5
		17	weiblich	65,0	94,0	65,0	58,0	73,5
		18	weiblich	89,5	53,5	80,0	93,0	93,0
		19	weiblich	85,0	25,5	35,5	76,5	57,0
		20	männlich	87,0	89,5	72,0	100,0	87,0
		21	männlich	56,0	56,0	43,0	72,0	70,0
		22	weiblich	53,5	67,5	46,5	24,0	46,5
		23	weiblich	86,0	70,5	100,0	83,5	93,0
		24	männlich	54,5	71,0	56,0	58,0	58,0
		25	männlich	26,0	57,0	43,0	43,0	71,0
		26	weiblich	65,0	72,5	78,0	65,0	57,0
		27	weiblich	88,5	89,5	70,0	56,0	67,5
		28	männlich	25,5	46,5	33,5	9,5	47,5
		29	weiblich	14,0	45,0	43,0	28,0	57,0
		30	weiblich	93,0	85,0	79,0	58,0	85,0
C/Z/3/vr	499	1	weiblich	71,0	100,0	76,5	86,5	87,0
		2	weiblich	78,0	3,5	26,5	13,0	6,0
		3	männlich	75,5	55,0	72,0	38,5	74,5
		4	weiblich	49,0	61,5	22,5	8,0	30,0
		5	weiblich	46,5	60,5	46,5	71,0	43,0
		6	weiblich	91,5	88,0	100,0	100,0	100,0
		7	männlich	88,5	88,5	90,5	87,0	95,5
		8	weiblich	88,5	74,5	69,0	75,5	76,5
		9	männlich	82,5	67,5	72,0	30,0	73,5
		10	männlich	36,5	70,0	82,5	47,5	70,0
		11	männlich	33,0	45,5	70,0	22,5	87,0
		12	weiblich	83,5	57,5	13,0	20,5	18,5
		13	weiblich	88,0	100,0	42,5	71,0	100,0
		14	weiblich	75,5	86,0	66,5	63,0	81,5
		15	männlich	91,5	100,0	91,5	97,5	90,5
		16	weiblich	86,0	17,5	8,0	21,0	20,0
		17	weiblich	95,5	43,5	25,0	78,0	28,0
		18	weiblich	78,0	92,0	92,0	83,5	96,5

		19	weiblich	85,0	72,5	81,5	96,0	75,5
		20	männlich	87,0	42,5	28,0	70,5	44,0
		21	männlich	76,5	78,0	72,0	91,5	81,5
		22	weiblich	39,5	29,0	40,0	41,5	28,0
		23	weiblich	76,5	60,0	74,5	39,0	66,5
		24	männlich	54,5	44,0	28,0	43,0	29,0
		25	männlich	86,0	73,5	87,0	93,0	88,5
		26	weiblich	73,5	56,0	43,0	75,5	50,0
		27	weiblich	79,0	75,5	54,5	66,5	78,0
		28	männlich	100,0	80,0	100,0	100,0	100,0
		29	weiblich	72,0	74,5	13,0	0,0	57,0
		30	weiblich	79,0	100,0	75,5	95,5	97,5
C/Z/1/v	805	1	weiblich	57,5	87,0	100,0	86,5	100,0
		2	weiblich	25,5	17,0	56,0	76,5	75,5
		3	männlich	29,5	15,5	32,5	22,0	79,0
		4	weiblich	67,5	56,0	83,5	72,0	51,0
		5	weiblich	65,0	82,5	70,0	67,5	72,0
		6	weiblich	29,5	6,0	0,0	7,5	22,0
		7	männlich	37,0	37,0	18,0	27,5	86,0
		8	weiblich	29,0	14,5	13,0	14,0	14,0
		9	männlich	67,5	33,5	61,0	39,0	66,5
		10	männlich	46,5	59,5	61,5	38,0	60,5
		11	männlich	82,0	35,0	56,0	57,0	28,0
		12	weiblich	10,5	44,0	90,5	89,5	67,5
		13	weiblich	26,5	0,0	11,5	43,0	14,0
		14	weiblich	77,5	26,0	13,5	57,0	18,5
		15	männlich	74,0	94,0	94,0	75,5	39,5
		16	weiblich	52,5	88,5	87,0	54,5	78,0
		17	weiblich	61,0	51,0	75,0	71,5	68,5
		18	weiblich	24,0	25,5	67,0	46,5	25,5
		19	weiblich	55,0	96,5	89,5	90,0	46,5
		20	männlich	43,0	73,5	58,0	70,5	57,0
		21	männlich	83,5	88,0	12,0	58,5	56,0
		22	weiblich	86,5	57,0	97,0	63,5	97,5
		23	weiblich	60,0	78,0	79,0	28,5	74,5
		24	männlich	49,0	82,5	87,0	88,5	73,5
		25	männlich	71,0	60,5	25,5	56,0	74,5
		26	weiblich	60,0	51,5	73,5	87,0	80,0
		27	weiblich	39,5	82,5	54,5	66,5	57,0
		28	männlich	0,0	46,5	70,0	59,5	82,5
		29	weiblich	0,0	45,0	43,0	9,5	42,0
		30	weiblich	100,0	64,0	57,0	95,5	78,0
C/Z/2/r	538	1	weiblich	57,5	87,0	13,0	72,0	42,0
		2	weiblich	14,0	27,5	32,0	25,5	46,5
		3	männlich	40,5	24,5	58,0	82,0	40,5
		4	weiblich	80,0	86,0	87,0	65,5	66,5
		5	weiblich	29,0	56,0	37,0	25,5	14,0
		6	weiblich	57,5	26,5	20,5	36,0	22,0

		7	männlich	22,5	22,5	8,0	20,5	46,5		
		8	weiblich	15,0	0,0	0,0	6,5	0,0		
		9	männlich	56,0	26,5	32,5	46,5	44,0		
		10	männlich	80,0	26,0	21,0	27,5	33,5		
		11	männlich	46,0	64,0	83,0	45,5	54,5		
		12	weiblich	29,0	19,0	63,5	31,5	43,0		
		13	weiblich	42,0	13,5	26,0	58,0	0,0		
		14	weiblich	70,0	35,5	8,0	50,5	25,5		
		15	männlich	74,0	64,5	45,5	75,5	26,5		
		16	weiblich	93,0	6,0	53,5	81,0	68,5		
		17	weiblich	39,5	65,0	96,0	46,5	63,0		
		18	weiblich	31,5	17,0	20,0	21,5	3,5		
		19	weiblich	55,0	38,5	75,5	43,0	61,5		
		20	männlich	100,0	89,5	72,0	100,0	87,0		
		21	männlich	81,5	14,0	1,0	81,5	11,5		
		22	weiblich	76,5	49,5	35,0	35,5	37,0		
		23	weiblich	95,5	13,0	91,5	89,5	86,0		
		24	männlich	70,0	44,0	42,0	73,5	58,0		
		25	männlich	56,0	75,5	30,0	61,5	28,0		
		26	weiblich	67,5	51,5	61,5	63,0	52,5		
		27	weiblich	26,5	82,5	24,5	10,5	30,0		
		28	männlich	81,5	46,5	0,0	82,5	0,0		
		29	weiblich	72,0	17,5	30,0	57,0	57,0		
		30	weiblich	93,0	36,0	88,5	31,5	94,0		
		Madeleine								
		Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
		M/Z/3/vr	725	1	weiblich	88,5	71,5	42,5	13,5	25,5
				2	weiblich	75,0	45,0	10,0	10,0	21,0
				3	männlich	54,5	40,5	32,0	39,5	46,5
				4	weiblich	75,5	84,5	69,0	13,5	76,5
5	weiblich			86,0	30,0	75,0	56,0	82,5		
6	weiblich			8,5	82,5	35,5	31,0	39,5		
7	männlich			76,5	92,5	85,5	86,0	70,0		
8	weiblich			71,5	59,5	28,0	43,5	44,0		
9	männlich			63,0	81,5	51,0	60,0	60,5		
10	männlich			67,0	68,5	17,5	71,0	43,0		
11	männlich			64,0	52,5	86,0	33,0	83,5		
12	weiblich			100,0	71,5	0,0	71,5	36,0		
13	weiblich			73,5	88,0	43,0	43,5	43,0		
14	weiblich			78,0	71,0	38,0	33,5	29,0		
15	männlich			86,5	100,0	26,0	90,5	26,5		
16	weiblich			82,5	90,5	82,5	76,5	89,5		
17	weiblich			29,0	64,5	16,5	49,5	22,0		
18	weiblich			92,0	93,5	95,0	77,5	95,5		
19	weiblich			54,5	74,5	72,0	40,0	40,5		
20	männlich			88,0	88,5	72,0	71,0	88,5		
21	männlich			26,5	29,0	0,5	54,5	33,5		

M/Z/1/vr	120	22	weiblich	46,5	23,5	27,5	59,5	17,5
		23	weiblich	74,0	15,0	6,0	23,5	14,0
		24	männlich	57,0	72,0	72,0	58,0	57,0
		25	männlich	87,0	43,0	72,0	42,0	56,0
		26	weiblich	61,5	49,5	80,0	66,5	72,0
		27	weiblich	79,0	85,0	15,0	23,5	11,5
		28	männlich	100,0	75,5	75,5	79,0	100,0
		29	weiblich	0,0	11,5	0,0	13,0	0,0
		30	weiblich	74,5	64,0	42,0	77,5	40,5
	120	1	weiblich	57,0	71,5	72,0	58,0	25,5
		2	weiblich	60,5	37,0	66,5	39,5	24,5
		3	männlich	17,5	47,5	54,5	65,5	24,5
		4	weiblich	30,0	18,5	11,0	4,0	9,5
		5	weiblich	35,0	80,0	43,0	71,5	60,5
		6	weiblich	73,5	31,5	20,5	36,5	47,5
		7	männlich	71,0	86,0	89,5	91,5	35,0
		8	weiblich	93,0	72,0	44,0	72,0	57,0
		9	männlich	54,5	75,5	32,5	65,0	49,0
		10	männlich	53,5	76,5	59,5	21,0	46,5
		11	männlich	46,0	35,0	61,5	81,5	65,0
		12	weiblich	83,5	45,0	46,5	63,0	32,5
		13	weiblich	89,0	42,5	57,0	58,5	71,0
		14	weiblich	72,0	60,5	25,0	26,0	36,0
		15	männlich	91,5	35,0	21,0	95,5	20,0
		16	weiblich	46,5	40,5	66,5	88,5	39,5
		17	weiblich	35,0	56,0	71,0	58,5	44,0
		18	weiblich	43,0	83,0	42,0	40,0	49,0
		19	weiblich	31,0	59,5	67,0	55,0	35,0
		20	männlich	88,0	71,5	44,0	88,0	72,0
		21	männlich	40,5	54,5	55,0	76,5	59,5
		22	weiblich	73,5	40,5	66,5	51,0	79,0
		23	weiblich	83,5	83,5	11,5	10,5	33,5
		24	männlich	57,0	43,0	28,0	72,0	57,0
		25	männlich	71,0	71,0	57,0	86,0	57,0
		26	weiblich	74,5	49,5	50,0	57,0	60,5
		27	weiblich	64,0	54,5	33,5	57,0	26,5
		28	männlich	28,0	26,5	9,5	79,0	33,5
		29	weiblich	72,0	45,0	0,0	13,0	28,0
		30	weiblich	58,0	100,0	88,5	95,5	76,5
M/Z/3/r	254	1	weiblich	72,0	88,5	88,0	87,0	72,0
		2	weiblich	17,5	14,5	72,0	49,5	30,0
		3	männlich	35,0	24,5	70,5	21,0	14,0
		4	weiblich	36,5	28,5	17,0	26,0	17,5
		5	weiblich	47,0	56,0	62,0	65,0	65,0
		6	weiblich	87,0	0,0	65,5	71,0	10,5
		7	männlich	13,0	11,0	11,5	11,5	7,0
		8	weiblich	28,0	50,0	12,0	28,5	29,0
		9	männlich	49,0	58,0	67,5	30,0	64,0

		10	männlich	38,0	23,5	13,0	32,5	23,5
		11	männlich	16,5	67,5	74,5	10,5	71,0
		12	weiblich	50,0	100,0	77,5	100,0	82,5
		13	weiblich	11,5	0,0	72,5	13,0	57,0
		14	weiblich	52,5	28,0	30,0	30,0	35,0
		15	männlich	79,5	84,5	100,0	35,0	100,0
		16	weiblich	58,0	30,0	92,0	93,0	78,0
		17	weiblich	46,5	92,0	93,0	83,5	82,5
		18	weiblich	11,5	36,5	32,5	26,5	39,5
		19	weiblich	39,5	74,5	43,0	73,5	50,0
		20	männlich	88,0	71,5	44,0	88,0	72,0
		21	männlich	53,5	81,5	74,5	87,0	79,0
		22	weiblich	75,5	36,0	36,5	70,0	60,5
		23	weiblich	15,0	100,0	90,5	90,5	88,5
		24	männlich	71,0	14,0	57,0	88,5	73,5
		25	männlich	26,5	26,0	43,0	46,5	26,5
		26	weiblich	68,5	49,5	63,0	29,0	50,0
		27	weiblich	40,5	54,5	33,5	35,0	66,5
		28	männlich	0,0	26,5	43,0	49,0	0,0
		29	weiblich	11,5	28,0	0,0	13,0	11,5
		30	weiblich	58,0	85,0	70,0	95,5	87,0
M/Z/1/r	932	1	weiblich	57,0	44,0	26,5	72,0	44,0
		2	weiblich	42,5	25,0	95,5	82,5	74,5
		3	männlich	67,0	88,5	86,0	57,5	58,0
		4	weiblich	20,5	66,5	22,0	32,0	39,5
		5	weiblich	57,0	45,5	56,0	36,5	73,5
		6	weiblich	4,0	86,5	29,0	34,5	52,5
		7	männlich	9,5	65,0	20,5	17,0	11,5
		8	weiblich	58,0	83,0	58,0	86,0	70,0
		9	männlich	33,5	66,5	44,0	38,5	43,0
		10	männlich	59,5	79,0	68,5	28,0	66,5
		11	männlich	86,0	14,5	35,0	48,5	36,0
		12	weiblich	25,0	58,0	34,5	28,5	24,5
		13	weiblich	28,5	28,0	11,5	0,0	0,0
		14	weiblich	43,5	24,5	88,0	70,5	85,0
		15	männlich	79,5	71,5	33,5	82,5	36,0
		16	weiblich	32,5	65,0	14,0	33,5	46,5
		17	weiblich	58,5	80,0	60,5	36,0	66,5
		18	weiblich	6,0	74,0	17,0	49,5	33,5
		19	weiblich	43,0	74,5	96,5	92,5	75,5
		20	männlich	88,0	44,0	29,0	57,0	57,0
		21	männlich	77,5	92,0	45,0	60,5	83,5
		22	weiblich	88,5	46,5	63,5	72,5	85,0
		23	weiblich	38,5	68,5	78,5	100,0	67,5
		24	männlich	71,0	72,0	42,0	88,5	73,5
		25	männlich	40,5	58,0	61,5	88,5	39,5
		26	weiblich	71,5	49,5	60,5	42,0	52,5
		27	weiblich	23,5	89,5	61,5	67,5	66,5

M/Z/2/vr	481	28	männlich	0,0	26,5	0,0	49,0	11,5
		29	weiblich	0,0	11,5	0,0	0,0	0,0
		30	weiblich	90,5	93,0	95,5	95,5	94,0
		1	weiblich	27,5	44,0	26,5	72,0	44,0
		2	weiblich	86,0	67,5	58,5	74,5	89,5
		3	männlich	79,5	77,5	40,5	78,5	70,0
		4	weiblich	64,0	74,5	73,5	20,0	64,0
		5	weiblich	67,5	70,0	80,0	30,0	49,0
		6	weiblich	100,0	92,0	60,5	28,0	59,5
		7	männlich	90,5	24,0	64,0	31,5	42,0
		8	weiblich	82,0	66,5	50,5	57,0	51,0
		9	männlich	71,5	58,0	57,0	53,5	51,0
		10	männlich	74,0	83,5	52,5	61,0	68,5
		11	männlich	33,0	78,5	14,5	62,0	15,0
		12	weiblich	70,0	17,5	100,0	54,0	52,5
		13	weiblich	44,0	71,5	0,0	71,0	26,5
		14	weiblich	85,5	21,0	28,0	29,0	87,0
		15	männlich	100,0	93,0	94,0	100,0	92,0
		16	weiblich	65,0	72,0	37,0	22,0	52,5
		17	weiblich	88,0	49,0	33,5	78,5	52,5
		18	weiblich	82,5	68,5	85,5	85,0	87,0
		19	weiblich	92,0	74,5	85,5	64,5	63,0
		20	männlich	100,0	28,0	57,5	71,0	57,0
		21	männlich	87,0	12,0	29,0	42,5	49,0
		22	weiblich	53,0	54,5	14,5	45,0	26,5
		23	weiblich	90,0	61,0	53,0	53,5	53,5
		24	männlich	71,0	57,0	57,0	72,0	88,5
		25	männlich	100,0	46,5	47,5	71,0	45,5
		26	weiblich	60,5	49,5	75,5	68,5	73,5
		27	weiblich	79,0	89,5	74,5	67,5	36,0
		28	männlich	70,0	26,5	43,0	49,0	33,5
		29	weiblich	0,0	11,5	0,0	13,0	0,0
		30	weiblich	86,0	57,0	42,0	57,0	52,5
M/Z/2/r	377	1	weiblich	88,5	88,5	42,5	87,0	88,5
		2	weiblich	6,5	56,0	81,0	92,0	80,0
		3	männlich	88,5	60,0	97,5	88,5	86,0
		4	weiblich	67,5	43,0	79,0	52,5	58,0
		5	weiblich	19,0	80,0	70,0	24,5	39,5
		6	weiblich	79,5	0,0	73,5	64,0	63,0
		7	männlich	40,5	21,0	58,0	45,5	82,5
		8	weiblich	44,0	78,0	68,5	65,0	64,0
		9	männlich	40,5	58,0	64,5	46,0	54,5
		10	männlich	42,5	35,5	20,0	54,0	29,0
		11	männlich	74,5	88,0	49,0	78,0	49,0
		12	weiblich	36,0	86,0	89,5	38,5	42,0
		13	weiblich	100,0	11,5	28,0	28,0	14,0
		14	weiblich	79,0	18,5	17,5	33,5	25,5
		15	männlich	79,5	42,0	39,5	64,0	43,0

		16	weiblich	20,0	17,5	71,0	69,0	18,5
		17	weiblich	72,0	40,5	47,5	67,0	71,0
		18	weiblich	51,5	28,0	67,5	61,5	32,5
		19	weiblich	82,5	74,5	77,5	80,0	70,0
		20	männlich	100,0	56,5	72,0	100,0	88,5
		21	männlich	58,0	86,5	26,5	70,5	70,0
		22	weiblich	95,0	63,0	66,5	78,5	95,5
		23	weiblich	53,0	29,0	58,0	82,5	61,5
		24	männlich	57,0	72,0	72,0	58,0	73,5
		25	männlich	46,5	45,5	76,5	100,0	70,0
		26	weiblich	64,0	49,5	56,0	44,0	47,5
		27	weiblich	23,5	85,0	42,0	57,0	36,0
		28	männlich	82,5	26,5	43,0	79,0	70,0
		29	weiblich	44,0	11,5	0,0	0,0	28,0
		30	weiblich	66,5	39,5	42,0	70,0	46,5
Alba								
Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
A/Z/1/r	212	1	männlich	64,0	67,5	56,0	46,5	53,5
		2	männlich	43,0	43,0	85,0	71,0	58,0
		3	männlich	20,0	23,5	32,5	40,5	20,0
		4	männlich	24,5	44,0	73,5	42,0	44,0
		5	männlich	13,0	64,0	94,0	93,0	28,0
		6	weiblich	21,0	52,5	40,5	40,5	46,5
		7	weiblich	28,0	70,0	94,0	100,0	86,0
		8	männlich	22,0	64,0	88,5	43,0	58,0
		9	weiblich	37,0	79,0	85,0	30,0	64,0
		10	männlich	13,0	13,0	38,5	60,5	65,0
		11	weiblich	21,0	3,5	46,5	40,5	54,5
		12	weiblich	26,5	15,0	83,5	28,0	59,5
		13	männlich	22,0	29,0	20,0	0,0	17,5
		14	weiblich	36,0	57,0	50,0	53,5	42,0
		15	männlich	50,0	82,5	57,0	66,5	87,0
		16	männlich	15,0	78,0	83,5	58,0	46,5
		17	weiblich	11,5	42,0	23,5	23,5	33,5
		18	männlich	26,5	26,5	43,0	43,0	13,0
		19	weiblich	46,5	88,5	36,0	79,0	54,5
		20	männlich	87,0	72,0	100,0	100,0	88,5
		21	weiblich	43,0	72,0	42,0	56,0	24,5
		22	männlich	72,0	26,5	60,5	44,0	43,0
		23	weiblich	15,0	15,0	9,5	7,0	13,0
		24	männlich	25,5	52,5	56,0	47,5	22,0
		25	männlich	79,0	26,5	50,0	59,5	31,5
		26	männlich	54,5	26,5	86,0	68,5	38,5
		27	männlich	92,0	83,5	65,0	81,5	80,0
		28	weiblich	30,0	58,0	31,5	46,5	45,5
		29	männlich	64,0	43,0	72,0	88,5	88,5
		30	männlich	40,5	35,0	46,5	31,5	36,0

A/Z/2/vr	391	1	männlich	72,0	58,0	60,5	46,5	71,0
		2	männlich	87,0	58,0	72,0	45,5	71,0
		3	männlich	79,0	39,5	73,5	64,0	79,0
		4	männlich	100,0	97,5	95,5	95,5	97,5
		5	männlich	96,5	25,5	71,0	93,0	90,5
		6	weiblich	46,5	31,5	24,5	47,5	39,5
		7	weiblich	96,5	96,5	97,5	87,0	97,5
		8	männlich	95,5	56,0	78,0	81,5	93,0
		9	weiblich	76,5	39,5	53,5	65,0	46,5
		10	männlich	44,0	79,0	15,0	26,5	26,5
		11	weiblich	13,0	7,0	43,0	30,0	16,5
		12	weiblich	66,5	75,5	63,0	30,0	74,5
		13	männlich	0,0	37,0	35,0	25,5	10,5
		14	weiblich	88,5	68,5	35,0	76,5	78,0
		15	männlich	73,5	76,5	33,5	37,0	67,5
		16	männlich	94,0	83,5	92,0	88,5	93,0
		17	weiblich	90,5	57,0	61,5	76,5	76,5
		18	männlich	83,5	87,0	88,5	86,0	87,0
		19	weiblich	95,5	82,5	63,0	72,0	87,0
		20	männlich	43,0	72,0	57,0	70,0	28,0
		21	weiblich	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		22	männlich	78,0	80,0	47,5	51,0	50,0
		23	weiblich	81,5	38,5	29,0	73,5	56,0
		24	männlich	46,5	80,0	44,0	38,5	42,0
		25	männlich	50,0	72,0	82,5	74,5	75,5
		26	männlich	63,0	57,0	52,5	37,0	26,5
		27	männlich	65,0	33,5	95,5	70,0	58,0
		28	weiblich	72,0	58,0	51,0	61,5	64,0
		29	männlich	100,0	67,5	43,0	78,0	73,5
		30	männlich	52,5	71,0	56,0	56,0	70,0
A/Z/3/vr	438	1	männlich	72,0	58,0	70,0	56,0	71,0
		2	männlich	59,5	73,5	42,0	59,5	29,0
		3	männlich	83,5	78,0	70,0	57,0	83,5
		4	männlich	81,5	87,0	56,0	74,5	87,0
		5	männlich	80,0	89,5	54,5	75,5	81,5
		6	weiblich	43,0	58,0	36,0	35,0	35,0
		7	weiblich	96,5	89,5	66,5	92,0	92,0
		8	männlich	83,5	89,5	66,5	90,5	81,5
		9	weiblich	90,5	51,0	94,0	89,5	87,0
		10	männlich	88,5	75,5	49,0	75,5	88,5
		11	weiblich	49,0	51,0	2,5	17,5	8,0
		12	weiblich	32,5	61,5	37,0	32,5	38,5
		13	männlich	65,0	89,5	87,0	52,5	65,0
		14	weiblich	79,0	68,5	65,0	83,5	88,5
		15	männlich	65,0	64,0	44,0	16,5	40,5
		16	männlich	99,0	90,5	96,5	92,0	96,5
		17	weiblich	63,0	74,5	70,0	70,0	71,0
		18	männlich	13,0	87,0	58,0	71,0	87,0

		19	weiblich	99,0	96,5	88,5	63,0	96,5
		20	männlich	70,0	100,0	25,5	40,5	15,0
		21	weiblich	87,0	86,0	87,0	100,0	89,5
		22	männlich	85,0	74,5	80,0	61,5	65,0
		23	weiblich	70,0	73,5	61,5	83,5	75,5
		24	männlich	66,5	63,0	50,0	86,0	57,0
		25	männlich	29,0	67,5	44,0	37,0	49,0
		26	männlich	45,5	66,5	26,5	37,0	52,5
		27	männlich	24,5	45,5	99,0	33,5	25,5
		28	weiblich	51,0	29,0	18,5	46,5	45,5
		29	männlich	100,0	100,0	100,0	97,5	100,0
		30	männlich	56,0	64,0	26,5	43,0	29,0
A/Z/3/r	102	1	männlich	64,0	64,0	64,0	51,0	64,0
		2	männlich	43,0	73,5	57,0	71,0	71,0
		3	männlich	59,5	31,5	52,5	57,0	59,5
		4	männlich	18,5	50,0	35,0	6,0	50,0
		5	männlich	3,5	75,5	2,5	2,5	3,5
		6	weiblich	17,5	64,0	46,5	54,5	23,5
		7	weiblich	28,0	70,0	90,5	96,5	86,0
		8	männlich	16,5	36,0	96,5	23,5	58,0
		9	weiblich	29,0	87,0	17,5	18,5	25,5
		10	männlich	4,5	72,0	26,5	44,0	35,0
		11	weiblich	17,5	45,5	50,0	21,0	51,0
		12	weiblich	26,5	35,0	75,5	29,0	38,5
		13	männlich	52,5	70,0	58,0	65,0	43,0
		14	weiblich	36,0	63,0	18,5	46,5	24,5
		15	männlich	8,0	87,0	26,5	31,5	52,5
		16	männlich	57,0	43,0	72,0	39,5	64,0
		17	weiblich	7,0	42,0	18,5	20,0	25,5
		18	männlich	26,5	43,0	28,0	26,5	13,0
		19	weiblich	47,5	79,0	49,0	54,5	73,5
		20	männlich	58,0	57,0	72,0	56,0	57,0
		21	weiblich	0,0	0,0	25,5	25,5	0,0
		22	männlich	37,0	68,5	81,5	67,5	53,5
		23	weiblich	22,0	23,5	4,5	20,0	6,0
		24	männlich	39,5	35,0	39,5	66,5	31,5
		25	männlich	61,5	32,5	44,0	53,5	25,5
		26	männlich	46,5	26,5	39,5	18,5	38,5
		27	männlich	87,0	71,0	90,5	90,5	86,0
		28	weiblich	30,0	58,0	31,5	46,5	45,5
		29	männlich	83,5	93,0	35,0	88,5	57,0
		30	männlich	74,5	81,5	78,0	67,5	74,5
A/Z/1/vr	746	1	männlich	72,0	58,0	9,5	56,0	38,5
		2	männlich	72,0	86,0	72,0	28,0	43,0
		3	männlich	16,5	6,0	42,0	40,5	16,5
		4	männlich	49,0	11,5	20,0	61,5	11,5
		5	männlich	33,5	15,0	40,5	58,0	16,5
		6	weiblich	60,5	68,5	21,0	59,5	56,0

		7	weiblich	57,0	82,5	57,0	79,0	72,0
		8	männlich	52,5	71,0	43,0	31,5	38,5
		9	weiblich	66,5	60,5	31,5	58,0	54,5
		10	männlich	33,5	22,0	32,5	–	74,5
		11	weiblich	7,0	13,0	39,5	44,0	4,5
		12	weiblich	53,5	75,5	53,5	37,0	85,0
		13	männlich	90,5	11,5	75,5	81,5	100,0
		14	weiblich	70,0	59,5	57,0	92,0	63,0
		15	männlich	56,0	56,0	14,0	23,5	25,5
		16	männlich	71,0	32,5	58,0	68,5	75,5
		17	weiblich	54,5	87,0	65,0	82,5	83,5
		18	männlich	58,0	87,0	88,5	86,0	87,0
		19	weiblich	36,0	97,5	7,0	43,0	22,0
		20	männlich	46,5	43,0	43,0	58,0	44,0
		21	weiblich	72,0	57,0	72,0	70,0	79,0
		22	männlich	49,0	65,0	74,5	51,0	68,5
		23	weiblich	37,0	85,0	83,5	95,5	85,0
		24	männlich	88,5	75,5	83,5	73,5	86,0
		25	männlich	70,0	82,5	76,5	82,5	86,0
		26	männlich	54,5	44,0	39,5	18,5	26,5
		27	männlich	52,5	57,0	21,0	50,0	40,5
		28	weiblich	72,0	58,0	31,5	61,5	64,0
		29	männlich	100,0	73,5	58,0	97,5	99,0
		30	männlich	11,5	13,0	1,0	11,5	6,0
A/Z/2/r	425	1	männlich	45,5	73,5	13,0	51,0	23,5
		2	männlich	17,5	43,0	85,0	45,5	86,0
		3	männlich	64,0	23,5	28,0	29,0	64,0
		4	männlich	7,0	2,5	3,5	21,0	2,5
		5	männlich	46,5	7,0	46,5	58,0	37,0
		6	weiblich	29,0	43,0	16,5	37,0	28,0
		7	weiblich	70,0	15,0	57,0	75,5	57,0
		8	männlich	13,0	28,0	22,0	59,5	6,0
		9	weiblich	56,0	28,0	65,0	75,5	36,0
		10	männlich	57,0	37,0	49,0	90,5	68,5
		11	weiblich	4,5	9,5	3,5	35,0	2,5
		12	weiblich	15,0	11,5	3,5	35,0	32,5
		13	männlich	73,5	51,0	94,0	100,0	78,0
		14	weiblich	56,0	66,5	43,0	87,0	52,5
		15	männlich	18,5	11,5	2,5	20,0	13,0
		16	männlich	76,5	66,5	76,5	78,0	83,5
		17	weiblich	59,5	71,0	78,0	64,0	71,0
		18	männlich	83,5	13,0	58,0	71,0	87,0
		19	weiblich	28,0	63,0	52,5	25,5	31,5
		20	männlich	28,0	26,5	60,5	73,5	60,5
		21	weiblich	58,0	42,0	57,0	85,0	11,5
		22	männlich	61,5	30,0	68,5	56,0	60,5
		23	weiblich	6,0	31,5	53,5	89,5	65,0
		24	männlich	79,0	86,0	63,0	78,0	68,5

		25	männlich	22,0	57,0	60,5	43,0	39,5
		26	männlich	32,5	49,0	64,0	49,0	38,5
		27	männlich	26,5	58,0	7,0	20,0	6,0
		28	weiblich	72,0	14,0	18,5	61,5	45,5
		29	männlich	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		30	männlich	0,0	0,0	0,0	3,5	1,0
Symphony								
Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
S/Z/2/r	572	1	männlich	56,0	47,5	53,5	72,0	79,0
		2	männlich	40,5	58,0	71,0	30,0	29,0
		3	männlich	78,0	35,0	14,0	47,5	37,0
		4	männlich	28,0	66,5	70,0	52,5	23,5
		5	männlich	9,5	4,5	76,5	75,5	32,5
		6	weiblich	51,0	26,5	32,5	35,0	40,5
		7	weiblich	71,0	67,5	95,5	85,0	96,5
		8	männlich	31,5	95,5	94,0	57,0	92,0
		9	weiblich	29,0	37,0	56,0	79,0	42,0
		10	männlich	17,5	38,5	38,5	76,5	72,0
		11	weiblich	33,5	32,5	67,5	82,5	79,0
		12	weiblich	8,0	51,0	15,0	58,0	10,5
		13	männlich	9,5	36,0	61,5	68,5	42,0
		14	weiblich	39,5	54,5	43,0	71,0	39,5
		15	männlich	54,5	39,5	37,0	22,0	40,5
		16	männlich	43,0	94,0	89,5	80,0	76,5
		17	weiblich	71,0	60,5	24,5	15,0	29,0
		18	männlich	26,5	28,0	56,0	56,0	57,0
		19	weiblich	40,5	90,5	80,0	75,5	86,0
		20	männlich	59,5	71,0	74,5	59,5	73,5
		21	weiblich	40,5	57,0	42,0	23,5	56,0
		22	männlich	45,5	59,5	47,5	49,0	50,0
		23	weiblich	18,5	71,0	6,0	42,0	21,0
		24	männlich	76,5	61,5	40,5	63,0	71,0
		25	männlich	76,5	43,0	43,0	65,0	31,5
		26	männlich	40,5	45,5	50,0	53,5	42,0
		27	männlich	79,0	24,5	31,5	57,0	88,5
		28	weiblich	72,0	32,5	31,5	31,5	47,5
		29	männlich	10,5	6,0	0,0	0,0	11,5
		30	männlich	9,5	10,5	16,5	23,5	20,0
S/Z/3/r	918	1	männlich	72,0	76,5	57,0	72,0	74,5
		2	männlich	40,5	72,0	44,0	46,5	44,0
		3	männlich	23,5	53,5	67,5	85,0	23,5
		4	männlich	78,0	74,5	70,0	87,0	64,0
		5	männlich	6,0	67,5	92,0	93,0	67,5
		6	weiblich	23,5	35,0	46,5	24,5	29,0
		7	weiblich	82,5	95,5	95,5	85,0	96,5
		8	männlich	51,0	75,5	64,0	76,5	72,0
		9	weiblich	73,5	54,5	90,5	90,5	78,0

		10	männlich	26,5	20,0	20,0	31,5	44,0
		11	weiblich	2,5	79,0	79,0	85,0	87,0
		12	weiblich	79,0	88,5	72,0	88,5	83,5
		13	männlich	32,5	96,5	82,5	81,5	80,0
		14	weiblich	31,5	79,0	43,0	52,5	51,0
		15	männlich	22,0	30,0	15,0	13,0	14,0
		16	männlich	81,5	89,5	92,0	94,0	81,5
		17	weiblich	71,0	56,0	93,0	92,0	94,0
		18	männlich	44,0	70,0	100,0	100,0	88,5
		19	weiblich	53,5	43,0	71,0	68,5	80,0
		20	männlich	59,5	71,0	74,5	59,5	73,5
		21	weiblich	96,5	87,0	87,0	68,5	86,0
		22	männlich	59,5	59,5	40,5	49,0	54,5
		23	weiblich	13,0	59,5	26,5	57,0	47,5
		24	männlich	39,5	43,0	29,0	31,5	35,0
		25	männlich	72,0	51,0	49,0	70,0	42,0
		26	männlich	67,5	45,5	56,0	53,5	56,0
		27	männlich	52,5	37,0	81,5	16,5	81,5
		28	weiblich	72,0	46,5	47,5	64,0	61,5
		29	männlich	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		30	männlich	87,0	75,5	90,5	79,0	89,5
S/Z/1/vr	580	1	männlich	31,5	65,0	35,0	72,0	25,5
		2	männlich	74,5	72,0	58,0	59,5	58,0
		3	männlich	78,0	49,0	30,0	29,0	78,0
		4	männlich	45,5	88,5	93,0	58,0	51,0
		5	männlich	94,0	21,0	24,5	23,5	80,0
		6	weiblich	32,5	72,0	35,0	37,0	35,0
		7	weiblich	95,5	95,5	83,5	85,0	87,0
		8	männlich	64,0	53,5	11,5	49,0	17,5
		9	weiblich	85,0	88,5	40,5	56,0	89,5
		10	männlich	93,0	88,5	88,5	90,5	72,0
		11	weiblich	66,5	29,0	39,5	78,0	25,5
		12	weiblich	70,0	75,5	8,0	24,5	59,5
		13	männlich	87,0	82,5	90,5	93,0	87,0
		14	weiblich	81,5	46,5	82,5	80,0	78,0
		15	männlich	40,5	83,5	32,5	31,5	50,0
		16	männlich	78,0	73,5	83,5	89,5	72,0
		17	weiblich	90,5	88,5	93,0	92,0	94,0
		18	männlich	58,0	57,0	71,0	87,0	88,5
		19	weiblich	82,5	96,5	96,5	80,0	95,5
		20	männlich	59,5	71,0	59,5	74,5	73,5
		21	weiblich	11,5	76,5	72,0	86,0	100,0
		22	männlich	47,5	49,0	35,0	61,5	38,5
		23	weiblich	22,0	20,0	44,0	26,5	36,0
		24	männlich	87,0	79,0	75,5	86,0	86,0
		25	männlich	47,5	85,0	73,5	61,5	74,5
		26	männlich	52,5	58,0	50,0	61,5	49,0
		27	männlich	30,0	81,5	75,5	24,5	17,5

		28	weiblich	72,0	46,5	17,5	31,5	47,5
		29	männlich	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		30	männlich	3,5	2,5	2,5	2,5	4,5
S/Z/3/vr	291	1	männlich	66,5	53,5	72,0	72,0	74,5
		2	männlich	58,0	58,0	71,0	46,5	44,0
		3	männlich	46,5	49,0	58,0	54,5	46,5
		4	männlich	35,0	90,5	44,0	46,5	31,5
		5	männlich	18,5	44,0	65,0	10,5	18,5
		6	weiblich	43,0	65,0	53,5	43,0	24,5
		7	weiblich	82,5	95,5	83,5	85,0	87,0
		8	männlich	75,5	21,0	52,5	52,5	50,0
		9	weiblich	45,5	33,5	32,5	31,5	60,5
		10	männlich	20,0	71,0	71,0	88,5	81,5
		11	weiblich	21,0	73,5	29,0	49,0	11,5
		12	weiblich	92,0	64,0	87,0	75,5	94,0
		13	männlich	81,5	72,0	75,5	21,0	74,5
		14	weiblich	63,0	79,0	54,5	60,5	64,0
		15	männlich	63,0	74,5	51,0	78,0	70,0
		16	männlich	51,0	64,0	79,0	87,0	67,5
		17	weiblich	71,0	60,5	70,0	68,5	65,0
		18	männlich	87,0	88,5	25,5	26,5	44,0
		19	weiblich	97,5	71,0	93,0	83,5	97,5
		20	männlich	14,0	71,0	87,0	45,5	59,5
		21	weiblich	26,5	71,0	57,0	100,0	43,0
		22	männlich	50,0	67,5	30,0	61,5	46,5
		23	weiblich	81,5	35,0	35,0	78,0	54,5
		24	männlich	56,0	52,5	58,0	53,5	40,5
		25	männlich	64,0	67,5	66,5	56,0	66,5
		26	männlich	40,5	58,0	56,0	45,5	49,0
		27	männlich	70,0	88,5	92,0	85,0	96,5
		28	weiblich	72,0	61,5	31,5	64,0	61,5
		29	männlich	81,5	65,0	76,5	71,0	57,0
		30	männlich	11,5	9,5	26,5	15,0	26,5
S/Z/2/vr	148	1	männlich	72,0	44,0	61,5	72,0	74,5
		2	männlich	58,0	45,5	85,0	73,5	72,0
		3	männlich	30,0	78,0	71,0	68,5	30,0
		4	männlich	87,0	81,5	86,0	70,0	80,0
		5	männlich	56,0	93,0	16,5	3,5	58,0
		6	weiblich	29,0	51,0	40,5	47,5	32,5
		7	weiblich	82,5	89,5	78,0	95,5	87,0
		8	männlich	85,0	13,0	47,5	71,0	50,0
		9	weiblich	58,0	78,0	68,5	21,0	53,5
		10	männlich	73,5	79,0	79,0	82,5	81,5
		11	weiblich	8,0	15,0	3,5	3,5	3,5
		12	weiblich	15,0	30,0	38,5	15,0	13,0
		13	männlich	50,0	53,5	16,5	13,0	11,5
		14	weiblich	72,0	39,5	49,0	47,5	45,5
		15	männlich	73,5	67,5	74,5	63,0	86,0

		16	männlich	20,0	29,0	30,0	47,5	35,0
		17	weiblich	13,0	56,0	24,5	15,0	29,0
		18	männlich	87,0	42,0	89,5	71,0	72,0
		19	weiblich	93,0	53,5	61,5	76,5	57,0
		20	männlich	59,5	71,0	59,5	74,5	73,5
		21	weiblich	72,0	0,0	0,0	10,5	0,0
		22	männlich	64,0	73,5	63,0	66,5	75,5
		23	weiblich	65,0	42,0	14,0	87,0	31,5
		24	männlich	26,5	47,5	18,5	11,5	15,0
		25	männlich	83,5	76,5	61,5	36,0	70,0
		26	männlich	67,5	52,5	38,5	61,5	56,0
		27	männlich	88,5	53,5	87,0	67,5	71,0
		28	weiblich	72,0	32,5	31,5	31,5	31,5
		29	männlich	64,0	52,5	66,5	80,0	63,0
		30	männlich	42,0	54,5	58,0	68,5	58,0
S/Z/1/r	773	1	männlich	31,5	40,5	66,5	72,0	70,0
		2	männlich	74,5	29,0	58,0	59,5	58,0
		3	männlich	68,5	70,0	25,5	75,5	68,5
		4	männlich	18,5	56,0	35,0	33,5	72,0
		5	männlich	67,5	81,5	3,5	61,5	90,5
		6	weiblich	36,0	59,5	26,5	29,0	46,5
		7	weiblich	71,0	67,5	78,0	95,5	87,0
		8	männlich	11,5	87,0	23,5	60,5	39,5
		9	weiblich	20,0	61,5	24,5	43,0	32,5
		10	männlich	78,0	64,0	64,0	94,0	26,5
		11	weiblich	13,0	68,5	15,0	7,0	7,0
		12	weiblich	25,5	10,5	28,0	9,5	20,0
		13	männlich	74,5	11,5	44,0	56,0	59,5
		14	weiblich	49,0	54,5	22,0	42,0	36,0
		15	männlich	31,5	47,5	24,5	49,0	33,5
		16	männlich	72,0	85,0	58,0	72,0	59,5
		17	weiblich	90,5	83,5	85,0	81,5	83,5
		18	männlich	58,0	42,0	89,5	100,0	88,5
		19	weiblich	70,0	29,0	57,0	72,0	53,5
		20	männlich	59,5	71,0	59,5	87,0	73,5
		21	weiblich	87,0	42,0	11,5	0,0	13,0
		22	männlich	50,0	44,0	54,5	61,5	43,0
		23	weiblich	4,5	4,5	80,0	94,0	70,0
		24	männlich	70,0	72,0	70,0	75,5	64,0
		25	männlich	39,5	35,0	32,5	42,0	23,5
		26	männlich	42,0	45,5	38,5	37,0	42,0
		27	männlich	18,5	10,5	17,5	31,5	32,5
		28	weiblich	72,0	32,5	31,5	31,5	47,5
		29	männlich	51,0	22,0	31,5	45,5	37,0
		30	männlich	18,5	16,5	9,5	35,0	11,5

Tab. 29: Beliebtheitstest 2 – Sorte, TEIL B – 1

Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
E/Z/3/vr	847	1	männlich	56,0	19,0	26,5	42,0	37,5
		2	weiblich	43,0	42,5	42,5	12,5	43,0
		3	männlich	89,0	60,0	40,0	82,0	79,0
		4	weiblich	7,5	35,0	13,0	5,5	3,0
		5	männlich	14,0	72,0	26,0	40,0	18,7
		6	männlich	57,5	64,5	49,0	46,0	71,5
		7	weiblich	73,0	74,0	71,5	77,5	74,0
		8	männlich	21,0	59,0	46,5	12,5	40,5
		9	weiblich	63,5	51,5	65,0	56,0	81,5
		10	männlich	70,0	74,0	85,0	61,0	80,0
		11	männlich	43,0	58,0	57,0	75,0	49,0
		12	männlich	58,0	73,5	25,0	34,0	33,0
		13	weiblich	40,0	71,5	74,0	55,0	76,0
		14	männlich	32,0	35,0	25,0	22,0	31,5
		15	weiblich	48,0	59,5	50,0	49,0	33,5
		16	männlich	60,0	71,5	74,0	93,5	60,0
		17	männlich	83,5	45,0	45,0	70,0	63,5
		18	weiblich	87,0	13,5	30,0	72,0	72,0
		19	weiblich	53,0	71,0	83,0	78,5	43,5
		20	weiblich	52,0	88,5	76,0	69,0	68,5
S/Z/3/vr	234	1	männlich	48,5	65,0	49,0	66,5	60,5
		2	weiblich	13,0	60,0	60,0	56,0	27,0
		3	männlich	100,0	96,5	100,0	92,0	100,0
		4	weiblich	80,5	93,5	86,5	84,0	89,0
		5	männlich	79,0	93,0	93,5	83,0	91,0
		6	männlich	65,0	68,0	82,0	80,5	68,5
		7	weiblich	60,0	91,5	86,0	83,0	85,0
		8	männlich	40,0	77,0	84,5	40,5	72,0
		9	weiblich	70,0	27,0	38,0	46,0	54,0
		10	männlich	32,0	70,0	66,5	9,0	62,5
		11	männlich	28,0	87,5	63,5	58,5	60,0
		12	männlich	47,5	46,5	35,5	47,0	51,0
		13	weiblich	83,0	91,0	83,0	49,0	84,0
		14	männlich	82,0	82,0	81,0	85,0	91,5
		15	weiblich	60,5	70,0	77,0	55,5	53,5
		16	männlich	69,5	28,0	52,0	60,0	49,0
		17	männlich	47,0	32,0	32,0	89,0	74,5
		18	weiblich	87,0	87,0	14,0	72,0	72,0
		19	weiblich	46,5	43,0	75,0	68,0	80,0
		20	weiblich	42,0	88,5	71,5	75,5	68,5
C/Z/3/vr	625	1	männlich	82,0	58,5	35,5	77,0	85,5
		2	weiblich	77,0	13,5	13,5	47,0	12,0
		3	männlich	52,0	16,0	22,0	41,0	34,5
		4	weiblich	90,0	73,5	63,5	33,0	26,0
		5	männlich	55,0	17,0	60,5	63,0	67,0
		6	männlich	74,0	71,5	69,5	71,0	85,0

		7	weiblich	44,0	66,0	52,0	66,0	24,0
		8	männlich	71,0	5,0	9,0	73,5	13,5
		9	weiblich	83,5	74,5	46,0	27,5	61,5
		10	männlich	93,5	27,0	23,0	54,0	6,0
		11	männlich	55,0	32,5	16,5	15,0	9,5
		12	männlich	79,5	55,0	80,5	79,0	78,0
		13	weiblich	93,0	55,0	19,0	82,5	58,5
		14	männlich	82,0	39,5	31,0	18,0	31,5
		15	weiblich	73,0	50,5	29,0	27,0	43,5
		16	männlich	84,0	89,0	78,5	85,0	83,5
		17	männlich	25,0	12,0	26,0	26,5	22,0
		18	weiblich	100,0	87,0	71,0	88,0	88,0
		19	weiblich	90,0	30,0	46,0	61,0	68,5
		20	weiblich	70,5	47,0	14,0	84,5	26,0
M/Z/3/vr	903	1	männlich	65,5	87,0	78,0	53,0	73,5
		2	weiblich	66,0	3,0	3,0	27,0	0,0
		3	männlich	43,5	21,0	8,5	62,5	43,5
		4	weiblich	57,0	83,5	72,0	57,0	42,0
		5	männlich	47,0	8,0	69,5	71,0	74,0
		6	männlich	74,0	33,5	12,5	26,5	13,0
		7	weiblich	89,0	69,0	22,5	55,5	36,5
		8	männlich	30,0	5,0	9,0	54,5	13,5
		9	weiblich	79,0	5,0	0,0	39,0	26,0
		10	männlich	12,0	22,0	12,5	41,0	17,0
		11	männlich	64,0	7,5	5,0	24,0	17,5
		12	männlich	34,0	81,0	70,5	59,0	66,0
		13	weiblich	48,5	25,0	48,0	69,0	67,0
		14	männlich	60,0	39,5	7,0	45,0	47,0
		15	weiblich	89,0	23,0	13,0	15,0	26,0
		16	männlich	93,0	14,0	21,5	46,0	25,0
		17	männlich	11,0	71,0	42,5	11,5	42,0
		18	weiblich	100,0	43,0	43,0	72,0	58,0
		19	weiblich	99,0	12,0	6,5	88,0	7,0
		20	weiblich	79,0	43,0	14,0	75,5	26,0
A/Z/3/vr	122	1	männlich	52,0	74,5	18,0	7,5	27,0
		2	weiblich	88,5	73,0	73,0	71,0	88,5
		3	männlich	17,0	7,0	4,5	62,5	17,0
		4	weiblich	70,5	63,0	29,0	19,0	61,5
		5	männlich	36,0	47,5	7,0	31,0	5,5
		6	männlich	74,0	36,0	17,0	30,0	26,0
		7	weiblich	84,0	44,0	75,5	71,0	64,5
		8	männlich	52,5	34,5	68,5	22,0	51,5
		9	weiblich	74,0	43,0	53,5	6,5	75,5
		10	männlich	21,5	89,5	48,0	78,0	42,0
		11	männlich	35,5	73,0	41,0	38,0	54,0
		12	männlich	65,0	63,0	46,5	64,5	28,0
		13	weiblich	65,0	48,0	58,5	43,0	79,0
		14	männlich	68,0	45,5	48,5	67,0	47,0

		15	weiblich	82,0	76,0	63,5	69,0	76,5
		16	männlich	49,0	89,0	78,0	77,5	83,5
		17	männlich	61,0	86,5	72,5	54,0	89,0
		18	weiblich	43,0	71,5	43,0	43,0	58,0
		19	weiblich	71,0	95,0	17,0	56,0	18,5
		20	weiblich	88,5	88,5	87,0	69,0	87,0

Tab. 30: Beliebtheitstest 3 – Herkunft, TEIL B – 1

Probe	Code	Tester	Geschlecht	Aussehen	Geruch	Geschmack	Mund- gefühl	Gesamt- urteil
E/Z/1/vr	455	1	männlich	62,0	72,5	53,0	55,5	66,5
		2	weiblich	83,5	82,0	72,5	70,0	78,0
		3	männlich	25,5	71,5	52,5	50,0	71,0
		4	weiblich	44,0	44,0	43,5	28,5	26,5
		5	männlich	62,0	88,5	11,5	37,0	29,0
		6	männlich	22,5	59,0	55,0	31,0	55,0
		7	männlich	50,5	76,0	40,0	33,0	87,0
		8	weiblich	68,0	84,5	91,0	88,0	86,5
		9	männlich	85,8	53,0	67,3	56,5	76,0
		10	männlich	89,5	57,0	85,0	43,5	84,0
		11	weiblich	63,5	84,5	89,0	61,0	78,0
		12	männlich	53,0	64,0	55,0	65,0	70,0
		13	weiblich	84,0	64,5	95,5	79,0	95,5
		14	weiblich	92,0	42,5	93,0	95,5	77,0
		15	männlich	54,0	24,0	39,0	27,0	43,0
		16	männlich	73,5	32,0	50,5	31,0	56,0
		17	weiblich	71,0	75,0	38,0	51,5	32,0
		18	weiblich	81,0	72,0	81,0	65,5	63,5
		19	weiblich	71,5	60,5	60,5	53,5	72,0
		20	männlich	58,0	88,0	87,0	98,5	72,0
E/E/1/vr	375	1	männlich	62,0	72,5	53,0	55,5	66,5
		2	weiblich	76,0	57,5	45,0	81,5	68,0
		3	männlich	39,5	58,0	40,0	81,5	37,0
		4	weiblich	37,0	76,5	73,0	73,0	71,5
		5	männlich	70,5	68,0	44,0	52,0	61,0
		6	männlich	91,5	77,5	83,0	72,0	86,5
		7	männlich	82,0	90,0	83,0	86,5	7,0
		8	weiblich	74,5	74,0	87,0	84,0	79,5
		9	männlich	71,5	77,5	45,0	30,5	49,0
		10	männlich	85,0	72,0	15,5	21,0	75,5
		11	weiblich	59,0	65,0	83,0	79,5	83,0
		12	männlich	66,0	26,0	66,0	60,0	60,0
		13	weiblich	84,0	37,0	50,0	35,0	31,0
		14	weiblich	84,0	88,0	93,0	95,5	87,0
		15	männlich	67,0	9,0	17,5	45,5	30,0
		16	männlich	73,5	66,0	73,5	31,0	72,0
		17	weiblich	80,5	75,0	66,5	61,0	43,5
		18	weiblich	58,5	57,0	78,0	72,0	57,0

E/P/1/vr	993	19	weiblich	45,5	78,0	72,5	46,5	52,0
		20	männlich	98,0	72,5	87,0	85,0	98,5
		1	männlich	62,0	72,5	53,0	55,5	66,5
		2	weiblich	80,0	91,5	92,5	66,0	93,0
		3	männlich	53,0	36,5	34,5	70,5	26,5
		4	weiblich	89,0	88,0	92,0	95,0	100,0
		5	männlich	27,0	15,0	22,0	56,0	37,5
		6	männlich	79,0	88,5	41,5	89,5	20,0
		7	männlich	10,0	81,0	24,5	72,0	76,0
		8	weiblich	84,0	96,0	97,0	93,0	98,0
		9	männlich	56,5	32,0	26,0	40,0	19,5
		10	männlich	94,0	81,0	93,5	100,0	94,5
		11	weiblich	67,5	82,0	71,0	77,0	72,0
		12	männlich	41,0	84,0	88,0	76,0	81,0
		13	weiblich	84,0	89,5	95,5	95,5	95,5
		14	weiblich	57,0	96,0	100,0	91,0	96,0
		15	männlich	35,0	85,0	56,0	58,0	75,5
		16	männlich	79,0	88,0	94,0	73,0	91,5
		17	weiblich	71,0	82,5	44,0	83,5	85,0
		18	weiblich	85,5	88,0	85,5	87,5	86,0
E/S/1/vr	711	19	weiblich	63,0	84,0	93,0	91,5	99,5
		20	männlich	98,0	96,5	99,0	98,5	98,5
		1	männlich	76,5	54,0	41,0	38,5	43,5
		2	weiblich	91,5	43,0	62,0	88,0	55,5
		3	männlich	78,5	81,5	78,0	59,5	83,0
		4	weiblich	75,0	35,5	58,5	86,0	57,5
		5	männlich	87,5	55,0	40,0	54,0	54,0
		6	männlich	39,0	44,0	65,0	56,5	66,0
		7	männlich	86,0	10,0	10,5	12,0	68,0
		8	weiblich	82,0	60,0	33,0	40,0	32,0
		9	männlich	92,0	91,0	82,0	78,0	90,0
		10	männlich	29,0	66,5	47,5	86,0	57,0
		11	weiblich	83,0	76,0	79,0	85,0	89,0
		12	männlich	80,0	44,0	80,0	89,0	91,0
		13	weiblich	84,0	34,0	13,0	35,0	12,0
		14	weiblich	100,0	79,0	43,0	47,0	55,0
		15	männlich	84,0	71,0	77,0	72,0	88,0
		16	männlich	73,5	21,5	29,5	70,0	39,0
		17	weiblich	88,0	82,5	72,5	70,0	68,0
		18	weiblich	71,5	45,0	73,5	56,5	70,0
		19	weiblich	53,0	29,5	68,0	87,0	59,0
		20	männlich	58,0	58,0	71,0	72,0	59,0

Persönliche Daten

Name	Claudia Kampl
Akademischer Grad	Bakk. techn.
Adresse	Ahornstraße 4, 4702 Wallern
Telefon	0660 / 40 90 255
Geburtsdatum	17.03.1986
Staatsbürgerschaft	Österreich
E-Mail Adresse	claudia.kampl@gmx.at



Schulbildung

1992 – 1996	4 Klassen Volksschule Wallern an der Trattnach
1996 – 2000	4 Klassen Realgymnasium Brucknerstraße Wels
2000 – 2005	5 Jahrgänge Handelsakademie II Wels mit erfolgreich abgeschlossener Matura
2005 – 2009	Bachelorstudium für Lebensmittel- und Biotechnologie an der Universität für Bodenkultur in Wien, Abschluss mit Bakk. techn.
seit November 2009	Masterstudium für Lebensmittelwissenschaft und -technologie an der Universität für Bodenkultur in Wien

Berufsbildung

2001 – 2003	Ferialpraktika jeweils in den Sommerferien beim Elektrizitätswerk Wels in den Abteilungen Elektroinstallation, Buchhaltung und Direktion
31.07.06 – 15.09.06	Ferialpraktikum, FHK Technisches Büro GmbH, Ansfelden
02.07.07 – 31.08.07	Ferialpraktikum, efko Frischfrucht & Delikatessen GmbH, Eferding
07.07.08 – 29.08.08	Ferialpraktikum, DSM Fine Chemicals Austria Nfg GmbH & Co KG, Linz
02.06.09 – 30.06.09	Ferialpraktikum, Josef Manner & Comp AG, Wien
01.07.09 – 31.07.09	Ferialpraktikum, Brau Union Österreich AG, Linz
31.08.09 – 25.09.09	Ferialpraktikum, efko Frischfrucht & Delikatessen GmbH, Eferding
01.09.10 – 30.09.10	Ferialpraktikum, Brau Union Österreich AG, Linz

Zusatzqualifikationen

Sprachkenntnisse	Englisch Französisch-Grundkenntnisse
IKT-Kenntnisse	MS-Office-Programme (Word, Excel, Outlook, Powerpoint etc.) SPSS SAP-Grundkenntnisse
Führerschein	Klasse B