



universität
wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Vergleich verschiedener Methoden zur Qualitätsbeschreibung beim Apfel der Sorte „Goldrush“ unter Berücksichtigung integrierter und biologischer Produktionsmethoden und radiästhetischer Belastung des Mikrostandortes

Verfasserin

Daniela Noll

angestrebter akademischer Grad

Magistra der Naturwissenschaften (Mag.rer.nat.)

Wien, 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 474

Studienrichtung lt. Studienblatt: Diplomstudium Ernährungswissenschaften UniStG

Betreuerin / Betreuer: Univ.Do. Dr. Herbert Keppel

Danksagung

Zu allererst möchte ich mich bei meinen Diplomarbeitsbetreuern Hr. Univ.Doiz. Dr. Keppel und Hr. Prof. Dr. Spornberger für die Bereitstellung des interessanten Themas und die fachliche Unterstützung zur Fertigstellung der Arbeit bedanken. Weiters gebührt mein Dank Lukas Gach, dem zu dieser Zeit zuständigen Labormitarbeiter des Instituts für Garten-, Obst- und Weinbau, für die Unterstützung bei der Durchführung der praktischen Arbeiten und Hr. DI Stumpf für die Durchführung und fachliche Unterstützung der Biophotonenanalyse. Außerdem möchte ich mich bedanken bei Hr. Dipl. Ing. Dr. Wurm des Versuchsguts Haschhof in Klosterneuburg, da er die Fläche und die Früchte zur Verfügung stellte, den Mitarbeitern des Versuchsguts für die gute Zusammenarbeit, Hr. Prof. DI Dr. Moder bei der Hilfestellung der statistischen Auswertung der Daten und dem russischen Austauschstudenten Andrew für die Mithilfe bei der Ernte. Zu guter Letzt bedanke ich mich bei meiner Familie, auf deren Unterstützung ich während meines ganzen Studiums zählen konnte.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	V
Abbildungsverzeichnis	XI
Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung und Fragestellung	1
2 Grundlagen und Begriffe	3
2.1 Der Apfel.....	3
2.2 Produktionsmethoden integriert und biologisch.....	5
2.3 Der Qualitätsbegriff.....	7
2.4 Methoden zur Qualitätsbeurteilung.....	10
2.4.1 Chemisch-analytische Methoden.....	10
2.4.2 Ganzheitliche Methoden.....	11
2.4.2.1 Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200).....	13
2.4.2.2 Nachernteverhalten/Gewichtsverluste während der Lagerung.....	14
2.4.2.3 Elektrochemische Messungen und P-Wert.....	14
2.4.2.4 Biophotonen.....	17
2.5 Radiästhesie.....	20
3 Material und Methoden	23
3.1 Untersuchungsmaterial.....	23
3.1.1 Standortbeschreibung des Versuchsguts (Lage, Klima, Boden).....	25
3.1.2 Probenauswahl.....	25
3.1.3 Ernte.....	28
3.1.4 Lagerung.....	28
3.1.5 Laboranalyse	28
3.2 Analytische Methoden/Erhebungsparameter.....	31
3.2.1 Einzelfruchtgewicht, Fruchtgröße, Fruchtformindex.....	31
3.2.2 Fruchtfarbe.....	31

3.2.3	Fruchtfleischfestigkeit.....	32
3.2.4	Stärkewertvergleiche und Reifeindex.....	33
3.2.5	Beurteilung der Kernentwicklung.....	34
3.2.6	Lösliche Trockensubstanz (°Brix-Wert).....	34
3.2.7	Titrationssacidität (Titrierbare Säure).....	35
3.2.8	Vitamin C-Gehalt.....	35
3.2.9	Elektrochemische Messungen und P-Wert.....	35
3.2.10	Biophotonenemission.....	36
3.2.11	P-Wertmessung (indirekt) der Apfelscheiben der Biophotonenemissionsmessung.....	38
3.2.12	Nachernteverhalten/Gewichtsverluste während der Lagerung.....	38
3.2.13	Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200).....	38
3.2.14	Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes.....	40
3.3	Statistische Auswertung.....	41
4	Ergebnisse und Diskussion	43
4.1	Analysenergebnisse.....	43
4.1.1	Einzelfruchtgewicht.....	43
4.1.2	Fruchtformindex.....	46
4.1.3	Fruchtfarbe.....	53
4.1.4	Fruchtfleischfestigkeit.....	68
4.1.5	Stärkewert und Reifeindex.....	74
4.1.6	Beurteilung der Kernentwicklung.....	77
4.1.7	Lösliche Trockensubstanz (°Brix-Wert).....	81
4.1.8	Titrationssacidität (titrierbare Säure).....	83
4.1.9	Vitamin C-Gehalt (Ascorbinsäuregehalt).....	85
4.1.10	Elektrochemische Messungen und P-Wert.....	88
4.1.11	Biophotonenemissionsmessung (Methode ohne Wertnormierung).....	97
4.1.12	P-Wertmessung (indirekt) der Apfelscheiben aus der Biophotonenemissionsmessung.....	100
4.1.13	Lagerverluste.....	103

4.1.14	Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200).....	105
4.1.15	Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes.....	114
4.2	Zusammenfassende Betrachtung der Werte im Lagerverlauf.....	129
4.3	Zusammenfassende Betrachtung der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich.....	131
4.4	Zusammenfassende Betrachtung der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	133
4.5	Zusammenfassende Betrachtung der Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes.....	134
5	Schlussbetrachtung	135
	Literaturverzeichnis	137
	Zusammenfassung	141
	Abstract	143
	Anhang	144
	Lebenslauf	147

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Pflanzplan-Biologische Produktion.....	24
Tabelle 2: Pflanzplan-Integrierte Produktion.....	24
Tabelle 3: Versuchvarianten.....	27
Tabelle 4: Untersuchungstermine.....	29
Tabelle 5: Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g) der Kombinationsvarianten.....	44
Tabelle 6: Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	45
Tabelle 7: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm) der Kombinationsvarianten.....	47
Tabelle 8: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	47
Tabelle 9: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm) der Kombinationsvarianten.....	48
Tabelle 10: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	49
Tabelle 11: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm) der Kombinationsvarianten.....	50
Tabelle 12: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	50
Tabelle 13: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI) der Kombinationsvarianten.....	51
Tabelle 14: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	52
Tabelle 15: Ergebnisse von Grundfarbe_L* der Kombinationsvarianten.....	54
Tabelle 16: Ergebnisse von Grundfarbe_L* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	55
Tabelle 17: Ergebnisse von Grundfarbe_a* der Kombinationsvarianten.....	56
Tabelle 18: Ergebnisse von Grundfarbe_a* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	56
Tabelle 19: Ergebnisse von Grundfarbe_b* der Kombinationsvarianten.....	57
Tabelle 20: Ergebnisse von Grundfarbe_b* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	58
Tabelle 21: Ergebnisse von Deckfarbe_L* der Kombinationsvarianten.....	59
Tabelle 22: Ergebnisse von Deckfarbe_L* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	59
Tabelle 23: Ergebnisse von Deckfarbe_a* der Kombinationsvarianten.....	60

Tabelle 24: Ergebnisse von Deckfarbe_a* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	61
Tabelle 25: Ergebnisse von Deckfarbe_b* der Kombinationsvarianten.....	62
Tabelle 26: Ergebnisse von Deckfarbe_b* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	62
Tabelle 27: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Grundfarbe der Kombinationsvarianten.....	63
Tabelle 28: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Grundfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	64
Tabelle 29: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe der Kombinationsvarianten.....	65
Tabelle 30: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	65
Tabelle 31: Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt der Deckfarbe der Kombinationsvarianten.....	66
Tabelle 32 : Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	67
Tabelle 33: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Grundfarbe der Kombinationsvarianten.....	69
Tabelle 34: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Grundfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	69
Tabelle 35: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Deckfarbe der Kombinationsvarianten.....	70
Tabelle 36: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Deckfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	71
Tabelle 37: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) im Durchschnitt der Kombinationsvarianten.....	72
Tabelle 38: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) im Durchschnitt der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	72
Tabelle 39: Ergebnisse von Stärkewert und Reifeindex der Kombinationsvarianten.....	75
Tabelle 40: Ergebnisse von Stärkewert und Reifeindex der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich	75
Tabelle 41: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen der Kombinationsvarianten.....	78
Tabelle 42: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	78

Tabelle 43: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen der Kombinationsvarianten.....	79
Tabelle 44: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	80
Tabelle 45: Ergebnisse des °Brix-Werts der Kombinationsvarianten.....	81
Tabelle 46: Ergebnisse des °Brix-Werts der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	82
Tabelle 47: Ergebnisse der titrierbaren Säure (ml Verbrauch NaOH) der Kombinationsvarianten.....	83
Tabelle 48: Ergebnisse der titrierbaren Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	84
Tabelle 49: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l) der Kombinationsvarianten.....	86
Tabelle 50: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	86
Tabelle 51: Ergebnisse des pH-Werts der Kombinationsvarianten.....	91
Tabelle 52: Ergebnisse des pH-Werts der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	91
Tabelle 53: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV) der Kombinationsvarianten.....	92
Tabelle 54: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	93
Tabelle 55: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm) der Kombinationsvarianten.....	94
Tabelle 56: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	94
Tabelle 57: Ergebnisse des P-Werts (in μ W) der Kombinationsvarianten.....	95
Tabelle 58: Ergebnisse des P-Werts (in μ W) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	96
Tabelle 59: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen) der Kombinationsvarianten (Methode ohne Wertnormierung).....	98
Tabelle 60: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich (Methode ohne Wertnormierung).....	98
Tabelle 61: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in μ W) der Kombinationsvarianten.....	101

Tabelle 62: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich....	101
Tabelle 63: Ergebnisse der Lagerverluste (in %) der Kombinationsvarianten.....	103
Tabelle 64: Ergebnisse der Lagerverluste (in %) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	104
Tabelle 65: Ergebnisse des Aussehens der Früchte der Kombinationsvarianten.....	107
Tabelle 66: Ergebnisse des Aussehens der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	107
Tabelle 67: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte der Kombinationsvarianten.....	108
Tabelle 68: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	109
Tabelle 69: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte der Kombinationsvarianten.....	110
Tabelle 70: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	110
Tabelle 71: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte der Kombinationsvarianten.....	111
Tabelle 72: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich....	112
Tabelle 73: Korrelationsanalyse der Degustationsparameter, Einzelfruchtgewicht, FFI und der Farbsättigung im Durchschnitt.....	113
Tabelle 74: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW) der Kombinationsvarianten.....	115
Tabelle 75: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich....	116
Tabelle 76: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW) der Kombinationsvarianten.....	117
Tabelle 77: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich....	117
Tabelle 78: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: °Brix-Wert der Kombinationsvarianten.....	118
Tabelle 79: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: °Brix-Wert der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich	119

Tabelle 80: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
°Brix-Wert der Kombinationsvarianten.....	120
Tabelle 81: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
°Brix-Wert der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	120
Tabelle 82: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:	
titrierbare Säure (ml Verbrauch NaOH) der Kombinationsvarianten.....	121
Tabelle 83: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:	
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	122
Tabelle 84: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
titrierbare Säure (ml Verbrauch NaOH) der Kombinationsvarianten.....	123
Tabelle 85: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	123
Tabelle 86: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:	
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Kombinationsvarianten.....	124
Tabelle 87: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:	
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	125
Tabelle 88: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Kombinationsvarianten.....	126
Tabelle 89: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:	
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich.....	126

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Bilder der IP-Äpfel (Reihe 1) und der Bio-Äpfel (Reihe 2).....	30
Abbildung 2: Bilder der Vorbereitung zum Gärprozess.....	30
Abbildung 3: CIELAB Farbraum (Quelle: TEIA AG).....	32
Abbildung 4: Bilder der Durchführung des Stärkewertvergleichs.....	34
Abbildung 5: Bilder der Vorbereitung zur Biophotonenemissionsmessung.....	37
Abbildung 6: Biophotonenemission einer Probe.....	37
Abbildung 7: Bewertungsbogen „unstrukturierte Skala“.....	39
Abbildung 8: Schimmelbildung des Presssaftes im Rahmen des Gärverlaufs.....	40
Abbildung 9: Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g).....	45
Abbildung 10: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm).....	48
Abbildung 11: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm).....	49
Abbildung 12: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm).....	51
Abbildung 13: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI).....	52
Abbildung 14: Ergebnisse des Farbmerkmals L* der Grundfarbe.....	55
Abbildung 15: Ergebnisse des Farbmerkmals a* der Grundfarbe.....	57
Abbildung 16: Ergebnisse des Farbmerkmals b* der Grundfarbe.....	58
Abbildung 17: Ergebnisse des Farbmerkmals L* der Deckfarbe.....	60
Abbildung 18: Ergebnisse des Farbmerkmals a* der Deckfarbe.....	61
Abbildung 19: Ergebnisse des Farbmerkmals b* der Deckfarbe.....	63
Abbildung 20: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Grundfarbe.....	64
Abbildung 21: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe.....	66
Abbildung 22: Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt.....	67
Abbildung 23: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Grundfarbe	70
Abbildung 24: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) der Deckfarbe	71
Abbildung 25: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm ²) im Durchschnitt.....	73
Abbildung 26: Ergebnisse des Stärkewerts.....	76
Abbildung 27: Ergebnisse des Reifeindex.....	76
Abbildung 28: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen.....	79
Abbildung 29: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen.....	80
Abbildung 30: Ergebnisse des °Brix-Werts.....	82
Abbildung 31: Ergebnisse der titrierbaren Säure (in ml Verbrauch NaOH).....	84
Abbildung 32: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l).....	87

Abbildung 33: Ergebnisse des pH-Werts.....	92
Abbildung 34: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV).....	93
Abbildung 35: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm).....	95
Abbildung 36: Ergebnisse des P-Werts (in μ W).....	96
Abbildung 37: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen) (Methode ohne Wertnormierung).....	99
Abbildung 38: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in μ W).....	102
Abbildung 39: Ergebnisse der Lagerverluste (in %).....	104
Abbildung 40: Ergebnisse des Aussehens der Früchte.....	108
Abbildung 41: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte.....	109
Abbildung 42: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte.....	111
Abbildung 43: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte.....	112
Abbildung 44: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: P-Wert (in μ W).....	116
Abbildung 45: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: P-Wert (in μ W).....	118
Abbildung 46: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: °Brix-Wert.....	119
Abbildung 47: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: °Brix-Wert.....	121
Abbildung 48: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH).....	122
Abbildung 49: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH).....	124
Abbildung 50: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: Vitamin C-Gehalt (in mg/l).....	125
Abbildung 51: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: Vitamin C-Gehalt (in mg/l).....	127

Abkürzungsverzeichnis

IP = Äpfel der integrierten Bewirtschaftungsvariante

Bio = Äpfel der biologischen Bewirtschaftungsvariante

S1 = hohes radiästhetisches Belastungsmaß am Standort

S2 = geringes radiästhetisches Belastungsmaß am Standort

RE = Reizeinheiten

T1 = Untersuchungstermin 1

T2 = Untersuchungstermin 2

T3 = Untersuchungstermin 3

T4 = Untersuchungstermin 4

1 Einleitung und Fragestellung

Die Qualität von Lebensmitteln steht ständig im Interesse von Konsumenten und Forschern.

Schließlich sind Lebensmittel unsere Mittel zum Leben und gehen uns alle an.

Besonders in Zeiten, wo der Nahrungsmittelmangel, zumindest in den Industrieländern, schon lange überwunden ist, gewinnt der Qualitätsaspekt immer mehr an Bedeutung.

Es gibt verschiedene Teilkriterien und auch verschiedene Methoden und Ansätze, um die Qualität eines Lebensmittels zu beurteilen. Lebensmittel sollen der Gesundheit zuträglich sein. Während die Chemoanalyse nur einzelne Inhaltsstoffe betrachtet, setzen ganzheitliche Methoden an relativ „ganzen“ Lebensmitteln an und untersuchen insbesondere die innere Struktur bzw. Ordnung eines Lebensmittels, die sich positiv auf die Gesundheit von Mensch und Tier auswirken sollen.

Qualitätsvergleiche von Lebensmitteln hinsichtlich biologischer und konventioneller bzw. integrierter Produktionsweisen wurden schon viele durchgeführt. Inwiefern sich jedoch die Platzqualität des Standortes aufgrund radiästhetischer Belastung auf die Qualität von Lebensmitteln und im weiteren Sinne auf die Vitalaktivität bzw. -qualität als Maß für die Zuträglichkeit eines Lebensmittels auf den Menschen auswirkt, dieser Frage wurde bisher noch wenig nachgegangen.

Im Rahmen dieser Arbeit sollen, am Beispiel Apfel, Untersuchungen verschiedener Parameter zur Qualitätsbeurteilung durchgeführt werden.

Die Untersuchungen sollen sowohl innere als auch äußere Qualitätsmerkmale umfassen, die mit herkömmlichen chemisch-analytischen und auch mit ganzheitlichen Methoden ermittelt werden.

Es soll untersucht werden, ob es Qualitätsunterschiede zwischen der integrierten und der biologischen Produktionsmethode gibt und weiters, ob auch die mit einem Sensor gemessene radiästhetische Belastung des Standorts Einfluss auf die Fruchtqualität nimmt und dadurch Qualitätsunterschiede zu erkennen sind.

Die Untersuchungen sollen je Variante im Rahmen einer Lagerzeitstaffelung (alle 4-6 Wochen) ab Ernte bis Lagerende und zusätzlich eine Messreihe vom Pressen der Früchte bis zum Gärungsbeginn (Dauer ~3 Tage) durchgeführt werden.

Im Zuge dieser Arbeit soll folgenden Fragen nachgegangen werden:

- Wie verhalten sich die verschiedenen Fruchtparameter der Fruchtqualität zum Erntezeitpunkt, im Laufe der Lagerung und während des Gärprozesses?
- Gibt es Unterschiede in der Fruchtqualität bei biologischer und integrierter Produktionsmethode und bei Standorten mit unterschiedlicher radiästhetischer Belastung?
- Gibt es charakteristische Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der unterschiedlichen Methoden zur Beurteilung der Qualität?

2 Grundlagen und Begriffe

2.1 Der Apfel

Der Apfel, *Malus domestica*, zählt schon lange nicht mehr zu den Genussmitteln, sondern zu den Grundnahrungsmitteln. Nach Citrusarten und Bananen ist er die drittwichtigste Obstart in der Welternährung. Gründe dafür sind einerseits die gute Handhabung bei Ernte, Lagerung, Transport und Vermarktung und andererseits der ernährungsphysiologische Wert aufgrund seines hohen Vitamin- und Mineralstoffgehalts. Außerdem enthält er alle wichtigen freien Aminosäuren in harmonischer Zusammensetzung. Die diätetische Wirkung des Apfels beruht auch auf dem hohen Gehalt an Fruchtzuckerarten und deren Zusammensetzung.

Seit etwa 10 000 Jahren ist der Apfel als Nahrungsmittel bekannt. Von seiner ursprünglichen Heimat Zentralasien verbreitete er sich über die historische Seidenstraße in den Vorderen Orient aus, von wo er durch die Griechen und Römer nach Europa gebracht wurde. Sein Verbreitungsweg verlief in östlicher Richtung über Südchina nach Ostasien und in nördlicher Richtung über Transkaukasien nach Russland. Im Zuge seiner Verbreitung wurde stets selektioniert, sodass schließlich großfrüchtige und wohlschmeckende Früchte vermehrt wurden. Bereits die Römer belegten viele Apfelsorten mit Namen. Die wissenschaftliche Beschäftigung mit Obstarten, die Pomologie, erfolgte erst im 18. Jahrhundert und die Obstzüchtung erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts.

Weltweit ist der Apfelanbau durch eine starke Konzentration auf wenige Sorten gekennzeichnet, die vor allem durch Anforderungen an die Vermarktung bestimmt werden: hohe Festigkeit, gute Lager- und Transportfähigkeit, saftiges Fruchtfleisch, süßer Geschmack, mittlere Größe und gutes Aussehen (gelbgrüne und rote Deckfarbe dominieren). Zu den Hauptsorten zählen: Golden Delicious, Red Delicious, Granny Smith, Jonagold, Elstar, Gala, Fuji, Braeburn und Pinova. Aufgrund der zunehmenden Ausweitung biologischer Anbauverfahren spielen resistente Sorten eine zunehmende Rolle. [FISCHER, 2002, 5-13]

In Österreich beträgt die Anbaufläche etwa 7200 ha mit einer Gesamtapfelproduktion zwischen 400 000 t und 500 000 t Äpfel (inklusive Streuobstbau). Die Hauptsorten mit einem Flächenanteil von mehr als 5% im Intensivanbau sind Golden Delicious, Gala, Jonagold, Idared, Braeburn und Elstar. Zu den Nebensorten mit einem Flächenanteil von 1-5% zählen Topaz, Arlet, Kronprinz Rudolf, Fuji und Rubinette. Die Erziehung erfolgt fast ausschließlich als schlanke Spindel auf der Unterlage M9. [WURM et al., 2010, 15-16]

Die Sorte „Goldrush“ ist die Kreuzung aus COOP 17 x Golden Delicious und zählt zu den schorfresistenten Sorten. Das durchschnittliche Fruchtgewicht beträgt etwa 170g und die Deckfarbe der Frucht ist gelb mit teilweise leichter roter Backe.

Die Reifezeit liegt etwa im Zeitraum von Mitte bis Ende Oktober. Als Probleme mit der Sorte werden eine starke Alternanz, die späte Reife und Regenflecken angegeben. [WURM et al., 2010, 202]

„Goldrush“ ist eine Sorte mit hohem Zucker- und Säuregehalt, hoher Fruchtfleischfestigkeit und geringem Festigkeitsverlust am Lager, jedoch auch hoher Welkeempfindlichkeit.

[JANICK, 2001; WURM, 2003; WURM et al., 2005]

Grundsätzlich gilt die Sorte als sehr fruchtbar mit hohem Blütenknospenansatz, bei der jedoch ohne Behangsregulierung die Blütenknospenentwicklung gehemmt wird und Alternanz auftreten kann. [WURM et al., 2004]

Zudem zeigten Erfahrungen im Versuchsanbau eine nur geringe Anfälligkeit dieser Sorte für die Mehligke Apfelblattlaus. [WURM et al., 2004; SPORNBERGER, 2003]

Ob der Befall durch die Apfelsägewespe in einer Ertragsdepression oder sogar in einem erwünschten Ausdünnungseffekt resultiert, ist abhängig vom Fruchtansatz. Pilzbefall hat bei dieser Sorte keine ertragsrelevante Bedeutung. [WURM et al., 2004]

Angesichts der hohen Fruchtbarkeit, des hohen Ertragspotentials und des Lagerverhaltens ist die Sorte für den biologischen Anbau geeignet. [JANICK, 2001; BUSCAROLI et al., 2002; SPORNBERGER, 2003; KEPPEL, 2003]

Das Risiko von Ertragsausfällen durch Schaderreger ist bei integrierter Produktion, aufgrund der effizienteren Bekämpfung geringer als bei biologischer Produktion.

Um eine Ertragssicherheit im biologischen Anbau zu gewährleisten, muss die Anfälligkeit für Schaderreger und die genetische Veranlagung zu Alternanz jedenfalls beachtet werden.

[WURM et al., 2004]

2.2 Produktionsmethoden integriert und biologisch

Bei der **biologischen Produktionsmethode** stehen natürliche Stoffkreisläufe im Vordergrund, wobei grundsätzlich auf mineralische Düngung und chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel einschließlich Herbizide verzichtet wird. Eine besonders wichtige Rolle spielen die Auswahl widerstandsfähiger Sorten, die standortgerechte Pflanzenwahl, Förderung der natürlichen Bodenfruchtbarkeit durch Aktivierung des Bodenlebens sowie vorbeugende Maßnahmen der Bodenbearbeitung und des Pflanzenbaus zur Vermeidung von Krankheiten. Die Baumstreifen werden mit mechanischen oder thermischen Methoden freigehalten. Die Düngung erfolgt möglichst über betriebseigene Dünger (aus Viehhaltung, Kompost) oder Gründüngung. Außerdem wird auf eine ständige Bodenbedeckung und sorgfältige Bodenbearbeitung zur Erhaltung des Bodenlebens geachtet. Im Bereich des Pflanzenschutzes setzt man auf ausreichende Pflanzenabstände, den Einsatz von natürlichen Antagonisten (Nützlinge werden durch die Aussaat stark blühender Pflanzen gefördert), und Pflanzenstärkungsmittel (z.B.: silikathaltige Extrakte aus Schachtelhalm), welche die Stabilität der Zellwände stärken.

In Notfällen ist auch die Anwendung von Netzschwefel und Kupfer zugelassen. [SCHEEWE, 1999, 26-41]

Aufgrund des Trends zu möglichst unbelasteten Nahrungsmitteln und zur Beachtung ökologischer Aspekte wurde von Seiten der konventionellen Landwirtschaft die **integrierte Produktionsmethode** entwickelt. Grundsätzlich gelten hier ähnliche Prinzipien wie für die biologische Produktionsmethode, jedoch ist der Einsatz mineralischer Dünger und chemischer und synthetischer Pflanzenschutzmittel möglich.

Ein wichtiger Begriff des integrierten Pflanzenschutzes ist die wirtschaftliche Schadensschwelle. Darunter versteht man die niedrigste Populationsdichte eines Schädlings, ab der wirtschaftliche Schäden auftreten können. Anhand dieser wird entschieden, ob eine Bekämpfung notwendig ist oder nicht.

Es werden wirtschaftlich, ökologisch und toxikologisch vertretbare Methoden eingesetzt: mechanische (z.B.: Entfernen pilzbefallener Triebe, Ausschneiden parasitärer Wunden), biotechnische (z.B.: Einsatz von Pheromonen), biologische (z.B.: Einsatz natürlicher Gegenspieler von Schaderregern) und chemische Bekämpfungsmaßnahmen.

Mittelempfehlungen und Menge an chemischen Pflanzenschutzmitteln sind in jeweiligen Richtlinien festgelegt.

Weitere wichtige Bestandteile sind eine geeignete Standort- und Sortenwahl, geeignete Bodenpflege zur Erhaltung oder Verbesserung der Bodenstruktur sowie der Schutz und die Förderung von Nützlingen. Das Freihalten der Baumsstreifen erfolgt mittels Bodenbedeckung mit organischem Material oder durch den Einsatz von Herbiziden. [SCHEEWE, 1999, 26-41]

2.3 Der Qualitätsbegriff

Im Allgemeinen versteht man unter der Qualität eines Lebensmittels die Gesamtheit aller wertbestimmenden Eigenschaften (Qualitätskriterien), diese umfasst Produkt- und Prozessqualität.

Die Produktqualität wird hauptsächlich bestimmt durch

- die gesetzlich vorgeschriebene Qualität (Lebensmittelsicherheit):
diese leitet sich von den gültigen Rechtsvorschriften ab (Qualitätsklassenvorschriften, lebensmittelrechtliche Vorschriften, nationale und EU- Vorschriften, Handelsbrauch)
- den gesundheitlichen Wert (ernährungsphysiologische Qualität):
dieser wird bestimmt durch den Energiegehalt, Nährstoffgehalt, physiologisch wirksame Inhaltsstoffe (sekundäre Pflanzenstoffe und Ballaststoffe) und durch Vorhandensein oder Abwesenheit unerwünschter Stoffe
- den Eignungswert (Gebrauchswert): dieser umfasst die Verarbeitungseignung und küchentechnische Eignung für Privat- und Großhaushalt, Handwerk und Industrie
- den Genusswert (sensorische Qualität): dieser ergibt sich aus Aussehen, Geruch Geschmack und Konsistenz der Produkte.
- die Vitalaktivität: bezeichnet strukturelle Faktoren eines Lebensmittels, die sich positiv auf die Gesundheit von Mensch und Tier bzw. den ernährten Organismus auswirken. Man geht davon aus, dass eine günstige Struktur bzw. Ordnung eines Lebensmittels mit einer hohen „Vitalaktivität“ einher gehen. Die Art der Anbaumethode und die weitere Verarbeitung wirken modifizierend auf die innere Struktur von Lebensmitteln und beeinflussen so möglicherweise auch die Qualität. Die Erfassung der Vitalaktivität soll mit Hilfe ganzheitlicher Methoden erreicht werden.
[TAUSCHER et al., 2003, 147-148]

Die Prozessqualität hingegen wird bestimmt durch die Art und Auswirkungen der Produktions- und Verarbeitungsverfahren (u.a. Ressourcenverbrauch, Auswirkungen auf die Umwelt). [TAUSCHER et al., 2003, 147-148]

Die Teilkriterien der Produktqualität lassen sich mithilfe naturwissenschaftlicher Methoden objektiv bestimmen.

Zusätzlich jedoch fließen in jede Bewertung der Qualität subjektive Elemente mit ein. Je nach persönlicher Wertung bzw. Zweckbestimmung (wie z.B.: einheitliche Rohwaren für die industrielle Verarbeitung, kontinuierliche Verfügbarkeit und zuverlässige Lieferung für den Handel, Verarbeitungseigenschaften und -eignung im Haushalt) finden Qualitätskriterien bei jedem Einzelnen unterschiedliche Beachtung und Bewertung. [PFANNHAUSER, 1996]

Außerdem ist die Bewertung der Lebensmittelqualität aufgrund geänderter soziologischer Bedingungen und medial aufbereitete und vermittelte Erkenntnisse der Wissenschaft, einem permanenten Wandel unterzogen. [PFANNHAUSER, 1996]

So war nach dem 2. Weltkrieg in erster Linie die Ernährungssicherung (ausreichende Versorgung der Bevölkerung mit Grundnahrungsmitteln) wichtig, wohingegen in den letzten Jahren, aufgrund auftretender Skandale (u.a. Rinderwahnsinn, Schweinepest, Dioxinrückstände in Lebensmitteln) die Erwartungen an die Lebensmittelsicherheit gestiegen sind. [TAUSCHER et al., 2003, 13]

Im Rahmen der österreichischen Ernährungsstudie 2010 gaben 59% der Konsumenten an, dass es ihnen „sehr wichtig“ ist, dass ein Lebensmittel der Gesundheit zuträglich ist und 35% dass es ihnen „eher wichtig“ ist.

Zu den wichtigsten Qualitätskriterien von Lebensmitteln zählen neben Frische und Geschmack, dass Lebensmittel nicht gentechnisch verändert sind, nicht durch Bestrahlung konserviert sind, keine Zusatzstoffe enthalten und aus artgerechter Tierhaltung stammen. [LEBENS MINISTERIUM, 2010]

Die Produktion von „gesunden“ Lebensmitteln ist auch das Ziel von biologischen Anbauweisen. Wobei mit dem Stichwort „gesund“ sowohl der Gesundheitszustand der landwirtschaftlich genutzten Böden, Pflanzen und Tiere, als auch die positive Wirkung auf den Konsumenten gemeint ist. (VELIMIROV und MÜLLER, 2003, 28)

Die Etablierung und die kontinuierliche Ausweitung der biologischen Erzeugung von Lebensmitteln haben auch gleichzeitig zu neuen Aktivitäten in Wissenschaft und Forschung geführt, die verschiedene Aspekte biologischer und konventioneller Produktionsweisen beschreiben und zu vergleichen versuchen. Es stellt sich die Frage, ob und inwieweit sich Lebensmittel aus ökologischem und aus konventionellem Landbau in ihrer Qualität und möglicherweise auch in ihrem gesundheitlichen Wert unterscheiden. [TAUSCHER et al., 2003, 10]

Der gesundheitliche Wert, im Sinne der Auswirkungen auf die Gesundheit und das Wohlbefinden der Verbraucher stellt aber eine große wissenschaftliche Herausforderung dar, da Langzeituntersuchungen in der Humanernährung aufgrund methodischer Probleme und ethischer Bedenken bislang nicht durchgeführt worden sind. Ganzheitliche Methoden der Lebensmittelqualitätsforschung könnten hier sehr hilfreich sein. Sie sollen die „Vitalaktivität“ bzw. die strukturellen Faktoren u.a. der Inhaltsstoffe eines Lebensmittels erfassen, die sich positiv auf die Gesundheit des Menschen auswirken. [TAUSCHER et al., 2003, 11, 147-148]

2.4 Methoden zur Qualitätsbeurteilung

Üblicherweise werden in der Qualitätsforschung chemisch-analytische Methoden eingesetzt, die vorwiegend die Analyse einzelner Inhaltsstoffe vorsehen und produktzerstörend sind. Mit dem zunehmenden Verständnis jedoch, dass „das Ganze mehr als die Summe seiner Teile“ ist und Einzelstoffe in biologischen Systemen additiven und synergistischen Effekten unterliegen, strebt die Wissenschaft heute ganzheitliche Methoden mit dynamischen Versuchsansätzen für die Qualitätsforschung an. [VELIMIROV, 2006, 82-88; VELIMIROV und MÜLLER, 2003, 6]

2.4.1 Chemisch-analytische Methoden

Die Chemoanalyse betrachtet rein stoffliche Aspekte eines Lebensmittels und hat damit außer Zweifel eine große Bedeutung bei der Feststellung von wertgebenden Inhaltsstoffen und toxischen Rückständen in Lebensmitteln.

Anfangs waren es nur die Makronährstoffe (energieliefernden Nahrungsbestandteile), später auch die Vitamine und Mineralstoffe, die zu den wertgebenden Inhaltsstoffen zählten. Heute weiß man auch, dass Ballaststoffe und sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe (Farb-, Aroma-, und Bitterstoffe) eine große Rolle in der menschlichen Ernährung spielen. [HOFFMANN et al., 2007, 32-36, 109]

Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe wirken u. a. antikanzerogen, antimikrobiell und immunmodulierend und haben aufgrund ihrer antioxidativen Wirkung eine große Bedeutung als Radikalfänger. Das heißt, sie sind in der Lage freie Radikale zu neutralisieren, die sonst körpereigenen gesundheitsrelevanten Verbindungen Elektronen rauben und sogenannte Radikalkrankheiten (vorzeitiges Altern, Arteriosklerose, Krebs,...) verursachen können. Die Chemoanalyse kann zwar einzelne dieser Stoffe bestimmen, jedoch sind viele noch unbekannt. Die Elektrochemie als ganzheitliche Methode kann hingegen über das Redoxpotential die Gesamtheit aller antioxidativ wirkenden Stoffe erfassen. [HOFFMANN et al., 2007, 69, 105-112]

Außerdem erweist sich die Chemoanalyse als ergänzungsbedürftig, da sie Produkte aus konventionellem und biologischem Anbau nicht immer sicher unterscheiden kann und die Gehalte üblicher, ernährungsphysiologisch bedeutsamer Inhaltsstoffe natürlichen Schwankungen (bedingt durch Sorte, Standort, Witterung,...) unterliegen. [TAUSCHER et al., 2003, 85, 159]

Mit Hilfe chemisch-analytischer Methoden konnten bislang nur wenige vom Produktionsverfahren bedingte Unterschiede eindeutig identifiziert werden. So zeigen Untersuchungen eindeutig niedrigere Nitratgehalte, höhere Trockenmassegehalte und höhere Gehalte an sekundären Inhaltsstoffen in pflanzlichen Erzeugnissen aus biologischer Erzeugung. [TAUSCHER et al., 2003, 103]

Zudem zeigten VELIMIROV und MÜLLER (2003, 3) anhand einer Ergebniszusammenfassung von 12 Jahren auf, dass bei biologisch produzierten Produkten tendenziell höhere Vitamin C-Gehalte, höhere Mineralstoffgehalte und deutlich geringere Pestizidrückstände im Vergleich zu konventionellen Produkten nachgewiesen werden konnten.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass die biologische Anbaumethode aufgrund bedarfsgerechter Ernährung des Bodens und dem Anwendungsverbot von leicht löslichen mineralischen Düngern die gesamte Reaktionslage der Pflanze beeinflusst. Eine zu hohe Stickstoffzufuhr (insbesondere durch Handelsdünger) fördert einseitig den N-Kreislauf und führt im Gegenzug zu mangelhafter Ausbildung von Kohlenstoffverbindungen, sowie von C-Kreislauf abhängigen Metaboliten, wie z.B.: Vitamin C. [VELIMIROV und MÜLLER, 2003, 4-5]

2.4.2 Ganzheitliche Methoden

Anders als bei chemisch-analytischen Methoden, bei denen nur einzelne Stoffe analysiert und betrachtet werden, setzen ganzheitliche Methoden nach relativ „ganzen“ (chemisch nicht zerlegten) Lebensmitteln an. [TAUSCHER et al., 2003, 71-72]

Synergistische und additive Wirkungen und Stoffwechselwege, die im organischen Verband eng verknüpft sind, können durch Inhaltsstoffangaben allein nicht transparent gemacht

werden. Deshalb sind ganzheitliche Methoden mit dynamischen Ansätzen, die das Verhalten und die Wirkung von lebendigen, ganzen Lebensmitteln erfassen, für die Qualitätsforschung unverzichtbar. [VELIMIROV und MÜLLER, 2003, 6]

Die eingesetzten Methoden untersuchen v.a. die Gestalt, Formation, Ordnung und Struktur der Lebensmittel und berücksichtigen nicht allein deren stoffliche Zusammensetzung. [TAUSCHER et al., 2003, 71-72]

Alle Lebewesen weisen einen bestimmten Grad an Ordnung auf und erhalten ihre Struktur im Laufe des Lebens. Die Struktur bzw. Ordnung der Lebensmittel wird für die Gesundheit des ernährten Organismus als bedeutsam angesehen, wonach Struktur- und Ordnungserhalt mit einer hohen Lebensmittelqualität verbunden sind. [TAUSCHER et al., 2003, 71-72]

Bereits viele Forscher und Wissenschaftler zitierten den Physiker Erwin Schrödinger, der als Pionier der Quantentheorie den Nobelpreis für Physik erhielt und 1945 in seinem Buch „What is Life“ schrieb:

„ Der Kunstgriff mittels dessen ein Organismus sich stationär auf einer ziemlich hohen Ordnungsstufe (einer ziemlich tiefen Entropiestufe) hält, besteht in Wirklichkeit aus einem fortwährenden Aufsaugen von Ordnung aus seiner Umwelt. ...

...Nach der Benutzung geben sie es in sehr stark abgebauter Form wieder von sich — jedoch nicht vollständig abgebaut, da Pflanzen noch immer Verwendung dafür haben (diese besitzen ihren stärksten Vorrat an negativer Entropie selbstverständlich im Sonnenlicht).“

Demnach ist die Lebensmittelqualität umso höher zu bewerten je mehr negative Entropie der Verbraucher dem Lebensmittel entziehen kann, d.h. die Aufgabe der Nahrung ist die extrem hohe Ordnung des Verbrauchers aufzubauen und zu stabilisieren.

Diese Auffassung der Lebensmittelqualität belegt, dass ein Lebensmittel mehr ist als die Summe seiner Teile und liefert den Ansatz für das Verständnis der synergistischen Wechselwirkungen aller stofflichen Komponenten. Ein Lebensmittel zeichnet sich daher nicht vorwiegend als Energieträger aus, sondern als Botschaft bzw. Information. [POPP, 2003]

Außerdem sollen ganzheitliche Methoden bei der Differenzierung von Produkten unterschiedlicher Anbauverfahren helfen, die durch anerkannte chemisch-analytische Methoden als unzureichend angesehen werden. [TAUSCHER et al., 2003, 71]

2.4.2.1 Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200)

Zum sensorischen Gesamtbild eines Lebensmittels gehören folgende Sinneswahrnehmungen:

- die optischen Eindrücke (das Sehen)
- die olfaktorischen Eindrücke (das Riechen)
- die haptischen Eindrücke (das Fühlen, Tasten)
- die gustatorischen Eindrücke (das Schmecken)

Je nach Fragestellung können unterschiedliche Prüfmethoden mit geschulten oder ungeschulten Prüfpersonen eingesetzt werden. Geschulte Prüfpersonen haben ein ausgebildetes sensorisches Gedächtnis bzw. getestete Sinne und die erhaltenen Ergebnisse gelten daher als objektiv, reproduzierbar und statistisch gesichert. Bei Verkostungen mit ungeschulten Prüfpersonen mit ungeschulten Sinnesorganen hingegen wird das Prüfergebnis subjektiv beeinflusst und gilt daher nicht als statistisch gesichert. [MEIER-PLOEGER, 1991, 236-237]

Bei mehrfachen sensorischen Vergleichen erhielten biologisch erzeugte Proben generell bessere Beurteilungen, so z.B.: wurden Karotten und Kartoffeln aus biologischem Anbau besser bewertet als konventionelle Vergleichsproben, da diese durch die Intensivierung der mineralischen Düngung im Geschmack und Geruch weniger aromatisch und einseitiger galten [ABELE 1987, MATHIES 1991, SCHULZ, 1997]. Auch bei Vergleichstests mit Äpfeln wurde die biologische Variante bevorzugt, wobei diese Ergebnisse auch mit einer signifikant höheren Fruchtfleischfestigkeit und einem besseren Zucker/Säure-Verhältnis korrelierten. [VELIMIROV et al., 2000]

Es muss aber berücksichtigt werden, dass die Anbaumethode allein nicht geschmacksgebend ist, auch Anbaugebiet, Sorte, Reifegrad und Lagerdauer spielen eine Rolle. [HOFFMANN et al., 2007, 36-40]

Daneben sind noch die Bodenart, der Nährstoffgehalt, die Inklination (Sonneneinstrahlungsverhältnisse) und die Vegetationsverhältnisse zu nennen. [KEPPEL, 2010]

2.4.2.2 Nachernteverhalten/Gewichtsverluste während der Lagerung

Nachernteverluste ergeben sich aus dem Schwund (Wasser- und Substanzverluste), aufgrund Anreicherung schädlicher Stoffe (z.B.: Nitrit, Amine, Nitrosamine, Mykotoxine), mikrobielle Infektionen sowie u.a. durch Abbau und Umbau von Inhaltsstoffen und struktureller Beschaffenheit (Festigkeit). [AHRENS, 1991, 113 und 139]

Nach AHRENS (1991, 115-116) wird die Lagerungsstabilität unter anderem durch eine hohe Gewebe- und Schalenfestigkeit, hohen Trockenmassegehalt und hohe Vitamin- und Gesamtzuckeranteile begünstigt. Wohingegen sich hohe Stickstoff- und Nitratgehalte ungünstig auswirken.

Eine Zusammenfassung verschiedener Untersuchungen von Gemüse in Abhängigkeit von der Düngung zeigte dementsprechend ein besseres Nachernteverhalten bei biologisch erzeugten Produkten. Große Unterschiede traten u. a. bei Parametern Verderbnis, Schrumpfung, Nitratanreicherung und Vitamin C-Abbau auf. [AHRENS, 1991, 139]

2.4.2.3 Elektrochemische Messungen und P-Wert

Elektrochemische Messungen gewinnen als Messmethoden in der Lebensmitteluntersuchung immer mehr an Bedeutung, da sie das Lebendige im Lebensmittel erfassen. Elektrochemische Prozesse spielen beim Stoffwechsel eine besonders wichtige Rolle. Dabei handelt es sich vor allem um Reduktions- oder Oxidationsreaktionen (Redoxreaktionen), bei denen ein Elektronentransfer stattfindet. Das gilt sowohl für den menschlichen Organismus als auch für den Stoffwechsel von Pflanzen bzw. Lebensmitteln. Da für den menschlichen Stoffwechsel ein Elektronentransfer notwendig ist, müssen bereits unsere Lebensmittel jene Verbindungen anbieten, die Elektronen abgeben bzw. aufnehmen können. Denn ohne Ordnung in diesen Prozessen gibt es keine Gesundheit.

Aus den Hauptsätzen der Thermodynamik lässt sich ableiten, dass Lebensmittel mit niedrigem Redoxpotential besser zum Aufbau von struktureller Ordnung im Körper geeignet sind und somit zum Erhalt seiner Gesundheit beitragen. [HOFFMANN et al., 2007, 56-67]

Je stressärmer das Wachstum der Pflanze, desto reduzierter ist das Produkt. Denn Organismen legen vorwiegend reduzierte Verbindungen für ihre Fortpflanzung, Gesundheits- und Überlebenssicherung an und je weniger diese durch Stresseinwirkung verbraucht werden,

umso mehr stehen sie dem Endverbraucher gesundheitsförderlich zur Verfügung.

[HOFFMANN und STALLER, 2004]

Gestresste bzw. oxidierte Lebensmittel sind elektronen-energetisch verarmt und damit weniger gesund als artgerecht erzeugte, vollreif geerntete und frisch oder nach optimaler Lagerung verzehrte Produkte. [HOFFMANN et al., 2007, 105f]

Gemessen werden die elektrochemischen Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit/elektrische Widerstand und das Redoxpotential, die zu einem Indexwert, dem P-Wert zusammengefasst werden [HOFFMANN et al., 2007, 139].

pH-Wert

Der pH-Wert ist die Maßzahl für die in einer Lösung enthaltene Konzentration an Wasserstoffionen.

In biologischen Systemen ist er von großer Bedeutung, da er Einfluss auf die Gleichgewichtslage von Stoffwechselprozessen hat und auch deren Geschwindigkeit beeinflusst, da diese Reaktionen katalytische Prozesse sind und die als Katalysatoren wirksamen Enzyme nur in bestimmten pH-Bereichen wirksam sein können.

Ein nicht arttypischer pH-Wert eines Lebensmittels kann einen krankhaften Zustand widerspiegeln, der durch artfremde Produktions- oder Verarbeitungsmethoden verursacht wurde. [HOFFMANN et al., 2007, 81-83 und 136-138]

Außerdem besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem pH- Wert und dem Redoxpotential. Zum einen sind die Redoxpotentiale pH-abhängig und zum anderen können Stoffwechselteilprozesse nur ablaufen, wenn die Redoxpotentiale passen. [WOLF und REY, 1997]

Als alleiniger wertbestimmender Parameter ist der mittels Einstich-pH-Wert-Elektrode ermittelte pH-Wert aufgrund zu starker Wertschwankungen ungeeignet [KEPPEL, mündlich, 2008]. Deswegen wird dieser aus dem Preßsaft als Mischfleischprobe erhoben.

Redoxpotential

Das Redoxpotential dient als Maß für die reduzierende bzw. oxidierende Wirkung einer Messprobe und wird in Millivolt (mV) angegeben.

Je niedriger die Messwerte, umso höher ist das Elektronenpotential und umso elektronenreicher und wertvoller ist das Lebensmittel aus elektrochemischer Sicht.

Einerseits bedeutet die Fähigkeit zur Elektronenabgabe die Fähigkeit des Lebensmittels zum Aufbau struktureller Ordnung, andererseits ist sie entscheidend für die antioxidative Wirkung auf den Konsumentenorganismus, d.h. zur Neutralisation von Radikalen. [HOFFMANN et al., 2007, 84-86, 107 und 120ff.]

Elektrische Leitfähigkeit (spezifischer Widerstand)

Anhand der elektrischen Leitfähigkeit bzw. des spezifischen Widerstands lässt sich die Anzahl der beweglichen Ladungsträger, genauer gesagt die Anzahl der Ionen (Wasserstoff-, Hydrogencarbonat-, Phosphat-, Kalium- und Natriumionen) in einer flüssigen Probe bestimmen.

Die Leitfähigkeit ist der reziproke Wert des spezifischen Widerstandes.

Je größer die Leitfähigkeit bzw. je kleiner der spezifische Widerstand, umso besser leitet eine Probe elektrischen Strom. Die Leitfähigkeit wird angegeben in Millisiemens pro Zentimeter (mS/cm). Anhand vieler Messungen konnte festgestellt werden, dass der spezifische Widerstand umso höher ist, je naturbelassener und gesünder die Lebensmittelprobe ist, da man annimmt, dass in qualitativ hochwertigen Lebensmitteln die Zellwände intakter sind, und deshalb Ionen schwieriger in die extrazelluläre Messflüssigkeit gelangen. Bei klaren Flüssigkeiten, wie z.B. Weine oder Essig, die frei von Zellbestandteilen sind, bedeuten die höheren Leitfähigkeiten bzw. die niedrigeren Widerstände jedoch einen größeren Ionenreichtum und somit die bessere Qualität. [HOFFMANN et al., 2007, 83-84 und 138ff.]

P-Wert

Aus dem Redoxpotential, der Leitfähigkeit und dem pH-Wert lässt sich aus elektrochemischer Sicht eine integrierende elektrische Leistungsgröße, der so genannte P-Wert ableiten. Er ist in Mikrowatt (μW) dimensioniert und dient als Orientierung zur Charakterisierung von Lebensmittelqualitäten. Bereits zahlreich durchgeführte Untersuchungen zeigen, dass der P-Wert für eine betriebliche Prozess- und Qualitätskontrolle geeignet ist, da eine hohe Produktqualität häufig mit einem niedrigeren P-Wert verbunden ist. [HOFFMANN et al., 2007, 139ff.]

Anhand des P-Werts kann eine Aussage über den „energetischen Zustandsbericht“ („biologische“ Qualität, im Sinne der „Vitalaktivität“) gemacht werden und somit daraus die Zuträglichkeit eines Lebensmittels beschrieben werden, da der Stress der Pflanze auch auf das Lebensmittel übertragen werden kann. Zunehmende P-Werte bedeuten steigenden Stress.

Zu den stressauslösenden Faktoren von Pflanzen zählen u.a. Nährstoffdisharmonien bzw. -mangel, Hitze, Wassermangel, Bewirtschaftungs- und Bearbeitungsmaßnahmen. [KEPPEL, 1998]

Bei Futterwahlversuchen mit biologisch und konventionell erzeugten Karotten und Roten Rüben ergaben sich gute Übereinstimmungen zwischen der Futterpräferenz der Tiere und dem elektrochemisch ermittelten optimalen Futter mit niedrigeren P- Werten. [VELIMIROV, 2002]

Anhand vieler Messungen von biologisch und konventionell produzierten Vergleichsproben konnte festgestellt werden, dass die biologische Variante in 85-95% der Fälle die qualitativ besseren Werte lieferte. [HOFFMANN et al., 2007, 44]

Auch die Qualitätsminderung während der Lagerung lässt sich mit elektrochemischen Methoden belegen. So zeigten z.B.: Messungen bei Äpfeln mit zunehmender Lagerdauer einen Zusammenhang zwischen sinkender Fruchtfleischfestigkeit und einem steigenden P-Wert. Außerdem gibt es auch einen Zusammenhang zwischen dem P-Wert und der Reife von Äpfeln, wonach der optimale physiologische Reifezustand mit einem niedrigen P-Wert einhergeht. [HOFFMANN et al., 2007, 98]

2.4.2.4 Biophotonen

Bei der Methode der Biophotonenmessung wird die Qualität von Lebensmitteln anhand der abgegeben Lichtemission bzw. der Lichtspeicherfähigkeit erfasst. Als Biophotonen bezeichnet man eine schwache Lichtemission aus allen lebenden Organismen. [POPP, 2003]

Wie bereits in Kapitel 2.4.2 (S.12) erwähnt, besteht nach SCHRÖDINGER (1945) die Aufgabe der Nahrung darin, die hohe Ordnung des Verbrauchers aufzubauen und zu stabilisieren. Weiters führt er an, dass es letztendlich das Sonnenlicht ist, das Ordnung schafft. Das Licht bzw. das Sonnenlicht ist also entscheidend, um geordnete Strukturen aufzubauen und sie zu stabilisieren. Demzufolge muss die Speicherfähigkeit für Licht bzw. der Biophotonengehalt ein Maß für die Qualität unserer Lebensmittel sein. [POPP, 2003]

Bei einem Versuch mit Batterie- und Freilandeiern von Hühnern, die bis auf den Unterschied des Auslaufs gleichen Bedingungen (gleiches Futter, Alter, Abstammung) unterworfen waren, konnten beide Sorten mit Hilfe der Biophotonenmessung klar unterschieden werden. Zunächst wurden die Bodenhaltungs- und Freilaufhühner 21 Tage zusammen im Stall gehalten, dann die Freilandhühner bei Tag ins Freie gelassen. Bereits 8 Tage nach Trennung der Hühner wurde bei den Freilandeiern eine signifikant höhere Lichtspeicherfähigkeit festgestellt. Stoffliche Unterschiede zwischen den Eiern konnten keine festgestellt werden, was Schrödingers Auffassung bestätigt, dass Energieinhalt und Inhaltsstoffe für die Qualität nicht maßgebend sind, sondern der Informationsgehalt, das Potential der negativen Entropie, die dem Verbraucher zugeführt werden kann, um deren Ordnung aufzubauen bzw. zu stabilisieren. [POPP, 2003]

In der Biophotonenforschung kann man einerseits die Eigenstrahlung einer Probe messen oder die Emission nach definierter Anregung. Im Allgemeinen wird die Probe mit einer Lichtquelle belichtet und anschließend die emittierte Photonenemission registriert und elektronisch festgehalten. [POPP, 2003]

Aus den Messungen lässt sich ableiten, dass die Qualität höher ist,

- je niedriger die Biophotonenintensität bei unverletzten (ganzen) Proben ist
- je höher die Intensität bei Homogenaten ausfällt
- je langsamer die Abklingkurven nach Anregung relaxieren [POPP, 1991, 103]

In seiner Dissertation hat TEUBNER (1983) eine Reihe von Heilkräutern, Gemüsepflanzen und Weizenkörner auf ihre Biophotonenstrahlung untersucht. Im Vergleich zu den mineralisch gedüngten Salbeipflanzen konnte er bei der biologischen Variante durchwegs höhere Lichtspeicherfähigkeiten feststellen. Die Unterschiede der Messungen zu verschiedenen Messterminen waren jedoch so unterschiedlich, dass die Ergebnisse als nicht eindeutig bewertet werden konnten. Eindeutige Ergebnisse konnte er hingegen bzgl. der Trocknungsmethode feststellen, wobei eine überhöhte Trocknungstemperatur eine Abnahme der Lichtspeicherfähigkeit bewirkte und mit dem Verlust von ätherischen Ölen einherging. Außerdem zeigte sich, dass bei zunehmender Lagerdauer die Speicherfähigkeit für Biophotonen sinkt.

Auch viele weitere Erfahrungen bestätigten eine Tendenz zur besseren Qualität bei Produkten biologischer Herkunft, wobei sich die Intensität der Biophotonenstrahlung teilweise signifikant und teilweise nur gering voneinander unterscheiden. [BISCHOF, 1995, 332]

Des Weiteren wurde aufgezeigt, dass neben der Düngung auch die Einflussgrößen Sonnenbestrahlung, Bodenbeschaffenheit, Wetter, Schadstoffbelastung, Lagerung und Reifezustand eine wichtige Rolle spielen. So zeigen überreife Tomaten geringere Speicherwerte, als noch nicht ganz ausgereifte, frische Tomaten zeigen die höchsten Speicherwerte, während nach Lagerung die Speicherfähigkeit sinkt [POPP, 1991, 101-112].

LADURNER (2003) konnte in ihrer Diplomarbeit, in der sie verschiedene Apfelsorten aus konventioneller und biologischer Produktion verglich, nur geringe Unterschiede der Biophotonenstrahlung der Produktionssysteme im Vergleich feststellen. Sie weist aber darauf hin, dass innerhalb der Produktionssysteme aber sogar bei Messungen derselben Sorte die Ergebnisse voneinander abweichen, was die Auffassung von POPP (1991, 101-112) bestätigt, dass neben Düngung auch Sortenwahl, Klima, Bodenbeschaffenheit und die Sonnenexposition eine große Rolle für die Qualität spielen.

BRUNMAYER (2004) untersuchte Erdbeeren unterschiedlicher Platzqualitäten (aufgrund radiästhetisch gemessener Belastung) und zeigte den Trend auf, dass sich eine zunehmende Reizstärke bis zu einem gewissen Grad positiv auf die Vitalqualität, gemessen an der Biophotonenstrahlung, auswirkt (Erdbeeren sind Strahlensucher) und nach Überschreitung dieser Schwelle wieder absinkt. Eine Variante mit hoher Belastung (PWL mit 43000 RE) über dieser Schwelle zeigte die geringste Vitalqualität in Zusammenhang mit der gemessenen Biophotonenstrahlung und eines hohen P-Werts.

2.5 Radiästhesie

Unter dem Begriff Radiästhesie versteht man die Gabe bzw. die Kunst der Strahlenfähigkeit und damit die Fähigkeit, messbare Strahlenimpulse, Zonen und Felder mit Hilfe der Wünschelrute, eines Pendels oder eines Sensors aufzuspüren. [WORSCH, 2001, 12]

Die Geschichte der Radiästhesie geht weit bis in die vorchristliche Zeit zurück. So gab es damals schon Brunnenanlagen und Metallbergwerke, die mit Hilfe der Rute gefunden wurden. Auch prähistorische Siedlungen wurden vorwiegend auf günstigen Bodenzonen errichtet. [WORSCH, 2001, 14-18]

Diese messbaren Strahlenimpulse, Zonen und Felder, auch Erdstrahlen oder Reizzonen genannt, ergeben sich aus der Strahlung des unterirdisch fließenden Wassers, der geobiologischen Störungen (Brüche, Verwerfungen, Hohlräume, Erz- und Kohlenlager,...) sowie der sogenannten Gitternetze (Vernetzungen von Erdstrahlen, z.B.: Currynetz, Hartmannnetz). [WORSCH, 2001, 12]

Ziel der radiästhetischen Untersuchung ist die Aufspürung von natürlichen aus der Erde oder dem Kosmos kommenden Strahlen, um die Energiesituation eines Platzes bzw. die Platzqualität hinsichtlich der Auswirkung auf die Befindlichkeit und das Gedeihen von Menschen, Tieren und Pflanzen zu erkennen [SCHWARZL, 2010].

Hr. Dr. Hartmann, Mediziner aus Waldkatzenbach (Odenwaldgebiet) bei Eberbach am Neckar, hat die messbaren Strahlenimpulse als Belastungsstärke in Reizeinheiten (RE) festgeschrieben. [KEPPEL, 2010]

Übereinstimmende Messungen von ausgebildeten Fachleuten gehen davon aus, dass eine Belastungsstärke von 400 - 700 RE angenehm zur Regeneration und Entspannung auf den menschlichen Organismus wirkt und nach LUTTERMANN (2003) maximal für den Schlafplatz vorhanden sein sollen. Reizeinheiten ab 900 schwächen das Wohlbefinden des Menschen und Reizeinheiten ab 1300 wirken intensiv belastend auf den Körper. [PRO OMNIA, 2010]

Der Mensch ist ein Strahlenflüchter. WORSCH (2001, 67) berichtet in seinem Buch, dass während seiner jahrzehntelangen radiästhetischen Wohnungsuntersuchungen, abgesehen von wenigen Fällen, eine eindeutige Beziehung zwischen verschiedenen Erkrankungen und dem

jeweiligen Standort, vorwiegend der Schlafstellen gegeben war. Nach Verlegung des Schlafplatzes konnten die meisten Betroffenen über erfolgte Besserung oder sogar Beseitigung der gegebenen Beschwerden berichten.

Auch Käthe Bachler berichtet in ihren Erfahrungen als Hauptschullehrerin und Radiästhetin über Zusammenhänge von Schulversagen von Schülern und einem strahlenmäßig schlechten Schulplatz und/oder schlechten Schlafplatz [BACHLER, 1986].

Nicht nur Menschen, sondern auch Pflanzen und Tiere reagieren auf Strahlen. Jedoch unterscheidet man hier zwischen Strahlensuchenden, jene, die Standorte bevorzugen, die für den Menschen ungünstig oder schädlich sind, und Strahlenflüchtenden, jene, die sich so verhalten wie wir.

Wächst ein Baum als Strahlenflüchter auf einer Störstrahlung, versucht er dieser auszuweichen und wächst daher häufig schief, bleibt manchmal auch in seinem Wachstum zurück oder bekommt Krebsgeschwülste (besonders bei Linden zu beobachten). Auch Schädlingsbefall und Kernfäule können unter anderem Auswirkungen negativer Erdstrahlung sein. [WORSCH, 2001, 56-58]

Wissenschaftliche Untersuchungen auf diesem Gebiet gibt es nur wenige. So führte BERGSMANN (1990, 36 ff., 145) z.B.: Studien über die Auswirkungen verschiedener Platzqualitäten auf medizinische Parameter (wie bioelektrische Untersuchungen der Haut, Kreislaufuntersuchungen, Flimmerverschmelzungsfrequenz) und verschiedene Blutparameter von Personen durch. Daneben wurde auch eine botanische Erhebung auf einer Wiese mit unterschiedlichen Platzqualitäten durchgeführt und stellte deutliche Unterschiede in der Zusammensetzung der Pflanzenarten und der Morphologie (Verwachsungen, Veränderungen der Stengelformen, verdrehter Wuchs) der Pflanzen an Störstellen und störungsfreien Plätzen fest.

Wie bereits in Kapitel 2.4.2.4 (S.19) erwähnt, führte BRUNMAYER (2004) einen Versuch mit Erdbeeren unterschiedlicher Platzqualitäten (aufgrund radiästhetisch gemessener Belastung) durch und konnte diesbezüglich einige unterschiedliche Tendenzen der Auswirkungen auf die Pflanzen und Früchte aufzeigen, die aber aufgrund des geringen Datenmaterials statistisch nicht gesichert werden konnten. Neben Unterschieden der Biophotonenstrahlung (siehe Kapitel 2.4.2.4, S.17-19) konnte sie auch die Tendenz beobachten, dass Pflanzen von wenig belasteten Standorten eine geringere Krankheitsanfälligkeit besitzen.

3 Material und Methoden

3.1 Untersuchungsmaterial

Als Untersuchungsmaterial in dieser Arbeit wurden Äpfel der Sorte „Goldrush“ aus dem Versuchsgut Haschhof des Bundesamtes für Obst- und Weinbau in Klosterneuburg herangezogen.

Die Versuchssorte wurde im Frühjahr 1998 mit 9 anderen Sorten im Rahmen eines Versuches des Haschhofs entsprechend eines „split-plot design“ angelegt (Tabelle 1 und 2). In insgesamt 6 Reihen des Bio-Versuchsquartiers und 5 Reihen des IP-Versuchsquartiers wurden abwechselnd 4 Bäume pro Sorte gepflanzt. Erzeugen wurden die Bäume auf der Unterlage M9 als schlanke Spindel mit einer Reihenweite von 3,8 m und einem Pflanzabstand von 1m in der Reihe.

Im Bio-Quartier gab es eine Aufteilung in 3 Reihen mit extensivem Pflanzenschutz und 3 Reihen intensiverem Pflanzenschutz. In jeweils eineinhalb Reihen eines Pflanzenschutzblocks wurde eine mechanische Baumstreifenpflege und in eineinhalb Reihen Kompostabdeckung des Baumstreifens durchgeführt.

Im IP-Quartier gab es eine Aufteilung in eineinhalb Reihen mechanische Baumstreifenpflege, eineinhalb Reihen mit Kompostbehandlung und eineinhalb Reihen mit Herbizidbehandlung. [WURM et al., 2005]

Tabelle 1: Pflanzplan-Biologische Produktion

Intensiver Pflanzenschutz			Extensiver Pflanzenschutz		
Reihe 6	Reihe 5	Reihe 4	Reihe 3	Reihe 2	Reihe 1
Pinova	Reanda	Rubinola	Idared	Pinova	Rubinola
Florina	Florina	Topaz	Reanda	Jonagold	Golden
Topaz	Pilot	Idared	Pinova	Florina	Topaz
Goldrush	Pinova	Jonagold	Rubinola	Reanda	Jonagold
Golden	Golden	Pilot	Topaz	Golden	Pilot
Idared	Idared	Goldrush	Golden	Pilot	Goldrush
Pilot	Topaz	Golden	Florina	Goldrush	Idared
Rubinola	Rubinola	Pinova	Goldrush	Idared	Pinova
Reanda	Jonagold	Reanda	Pilot	Rubinola	Reanda
Jonagold	Goldrush	Florina	Jonagold	Topaz	Florina
Topaz	Rubinola	Rubinola	Goldrush	Topaz	Goldrush
Pinova	Florina	Pilot	Idared	Pilot	Reanda
Jonagold	Idared	Florina	Golden	Rubinola	Topaz
Idared	Reanda	Goldrush	Topaz	Jonagold	Pinova
Rubinola	Pinova	Reanda	Pinova	Golden	Florina
Reanda	Golden	Topaz	Rubinola	Golden	Jonagold
Florina	Jonagold	Golden	Reanda	Reanda	Rubinola
Golden	Goldrush	Pinova	Jonagold	Pinova	Golden
Goldrush	Pilot	Jonagold	Pilot	Florina	Idared
Pilot	Topaz	Idared	Florina	Idared	Pilot

----- Kompostabdeckung

----- mechanische Baumstreifenpflege

Tabelle 2: Pflanzplan-Integrierte Produktion

Reihe 5	Reihe 4	Reihe 3	Reihe 2	Reihe 1
Florina	Topaz	Jonagold	Reanda	Rubinola
Topaz	Pinova	Pilot	Golden	Pilot
Jonagold	Reanda	Pinova	Jonagold	Goldrush
Golden	Pilot	Rubinola	Topaz	Reanda
Pilot	Goldrush	Golden	Pinova	Florina
Pinova	Idared	Goldrush	Idared	Topaz
Idared	Florina	Topaz	Pilot	Pinova
Reanda	Golden	Idared	Goldrush	Idared
Goldrush	Rubinola	Florina	Rubinola	Golden
Rubinola	Jonagold	Reanda	Florina	Jonagold
	Topaz	Golden	Pilot	Pinova
	Jonagold	Topaz	Rubinola	Topaz
	Pinova	Florina	Idared	Florina
	Golden	Rubinola	Florina	Reanda
	Pilot	Goldrush	Golden	Golden
	Reanda	Pinova	Topaz	Pilot
	Rubinola	Pilot	Pinova	Idared
	Idared	Jonagold	Jonagold	Goldrush
	Goldrush	Reanda	Goldrush	Rubinola
	Florina	Idared	Reanda	Jonagold

----- Herbizidbehandlung

----- mechanische Baumstreifenpflege

----- Kompostabdeckung

Pflege und Pflanzenschutz orientierten sich im Bioversuchsquartier an der EU-Verordnung 2092/91 (EU, 1991) für biologischen Anbau unter Berücksichtigung nationaler Besonderheiten (etwa in der Zulassung von Pflanzenschutzmitteln) und im IP-Versuchsquartier an den jeweiligen heimischen IP-Richtlinien. [WURM et al., 2005]
Der Pflanzenschutzplan 2008 der Quartiere ist im Anhang (S.144) dargestellt.

3.1.1 Standortbeschreibung des Versuchsguts (Lage, Klima, Boden)

Das Versuchgut Haschhof liegt etwa 11 km nördlich von Wien am rechten Flussufer der Donau. Es liegt auf 320 bis 390 m Seehöhe und die jährliche Niederschlagsmenge beträgt ca. 400 bis 740 mm. Die Obstanlagen des Versuchsguts befinden sich an den Hängen des Haschbergs und weisen vorwiegend eine Süd-Ost-Neigung auf.
Als Bodentypen herrschen Pararendsina und Felsbraunerde vor. [BUNDESAMT für Wein- und Obstbau Klosterneuburg, 2009]

3.1.2 Probenauswahl

Die Probenauswahl erfolgte am 31. Juli 2008 bei einem Rundgang mit den Diplomarbeitsbetreuern (Univ.Do. Dr. Keppel und Prof. Dr. Spornberger) und einem Mitarbeiter der Versuchsanlage.

Insgesamt wurden 24 Bäume von Univ.Do. Dr. Keppel mit Hilfe eines Sensors anhand der mental gemessenen Reizeinheiten (RE, als radiästhetisches Belastungsmaß des Standortes) ausgesucht, davon jeweils 12 Bäume aus dem Quartier der integrierten und 12 Bäume aus dem Quartier der biologischen Produktionsmethode. Innerhalb der Quartiere wurden wiederum jeweils 6 Bäume mit hoher Belastungsstärke und 6 Bäume mit geringer Belastungsstärke ausgewählt.

Im Speziellen wurde jeweils 1 Ast pro Baum für die Qualitätsuntersuchungen zum Erntezeitpunkt ausgewählt und mit einem Band für die Wiedererkennung zur Ernte gekennzeichnet.

Die Höhe der Reizeinheiten wurde von Hr. Univ.Do. Dr. Keppel notiert und mir erst nach Abschluss der Auswertungsarbeiten mitgeteilt, sodass bei der Auswertung meinerseits wertneutral gearbeitet wurde. Es handelt sich hiermit um eine neutrale „Blindarbeit“.

Die Auswahl der Bäume richtete sich nur nach der Bewirtschaftungsvariante und nach der radiästhetischen Belastungsstärke am Standort, jedoch nicht nach der unterschiedlichen Baumstreifenpflege oder des unterschiedlichen Pflanzenschutzes, deshalb wird in dieser Arbeit kein Bezug darauf genommen.

Entsprechend der Probenauswahl ergaben sich insgesamt 4 Versuchsvarianten zu je 6 Wiederholungen. Die wenig radiästhetisch belasteten bzw. unbelasteten Bäume zeigen ähnliche Werte der Ausschlagsstärke des Sensors, die belasteten Bäume hingegen sehr unterschiedliche. Die mit dem Sensor festgestellten Reizeinheiten wurden zu einem durchschnittlichen Belastungsmaß pro Versuchsvariante zusammengefasst (Tabelle 3). So zeigen die Varianten mit hoher radiästhetischer Belastungsstärke bei integrierter Produktion einen Wert von 43666 RE und bei biologischer Produktion 41166, die Varianten mit geringer radiästhetischer Belastungsstärke bei integrierter Produktion 683 RE und bei biologischer Produktion 700 RE.

Tabelle 3: Versuchsvarianten

Versuchsvariante	Wiederholung	Versuchsnummer	RE	durchschnittliches radiästhetisches Belastungsmaß
IP-S1	1	1	45000	43666
	2	4	42000	
	3	5	43000	
	4	7	42000	
	5	10	45000	
	6	11	45000	
IP-S2	1	2	600	683
	2	3	700	
	3	6	700	
	4	8	700	
	5	9	700	
	6	12	700	
Bio-S1	1	13	42000	41166
	2	15	37000	
	3	18	45000	
	4	20	38000	
	5	21	43000	
	6	23	42000	
Bio-S2	1	14	700	700
	2	16	700	
	3	17	700	
	4	19	700	
	5	22	700	
	6	24	700	

IP = Äpfel der integrierten Bewirtschaftungsvariante

Bio = Äpfel der biologischen Bewirtschaftungsvariante

S1 = hohes radiästhetisches Belastungsmaß am Standort

S2 = geringes radiästhetisches Belastungsmaß am Standort

RE = Reizeinheiten

3.1.3 Ernte

Die Ernte der Äpfel erfolgte am 22. Oktober 2008 mithilfe von Lukas Gach (Labortechniker des Instituts Garten-, Obst- und Weinbau) und Andrew, einem Austauschstudenten aus Russland. Geerntet wurde ein Baum nach dem anderen, zuerst im Bio- und dann im IP-Quartier. Zunächst wurden die Äpfel der markierten Äste (für die Laboranalyse zum Erntezeitpunkt) geerntet, mit einem Tuch trocken gewischt und in beschriftete Tiefkühlsackerl verstaут. Dann wurden die restlichen Äpfel (vorzugsweise die besonnten und schöneren Äpfel) in beschriftete Erntekisten aus Plastik für den Lagerversuch geerntet, bis diese voll waren. Bei den Bio-Äpfeln war die Ausbeute geringer, sodass meist die gesamte Erntemenge des Baumes benötigt wurde. Schadhafte Äpfel wurden von vornherein nicht genommen. Die vollen Kisten wurden freundlicherweise von Mitarbeitern des Haschhofs mit einem Traktor vom Gelände abgeführt.

3.1.4 Lagerung

Die Äpfel wurden im Kühllager des Instituts bei einer Temperatur von 4-6°C gelagert. Vor der Einlagerung in den Lagerkeller des Instituts wurden die Kisten nochmals mit Hilfe von Prof. Dr. Spornberger auf schadhafte Früchte und Verunreinigungen kontrolliert und diese beseitigt. Die Erntemengen wurden mit einer Waage im Keller erfasst und für die Beobachtung von Verlusten während der Lagerung dokumentiert.

Die Kisten wurden im Kühllager aufeinandergestapelt (6 Stapeln mit jeweils 4 Kisten) und mit einer Plastikfolie überdeckt, um Transpirationsverluste zu minimieren. Die Kisten mit den Äpfeln für die Untersuchungen zum Erntezeitpunkt (in Tiefkühlsackerl) wurden für eine leichtere Handhabung daneben gestapelt.

3.1.5 Laboranalyse

Die Laboranalyse zum Erntezeitpunkt wurde so rasch wie möglich nach Abschluss der Ernte durchgeführt. Die weiteren Untersuchungen im Rahmen der Lagerzeitstaffelung erfolgten im Abstand von etwa 1½ Monaten (Tabelle 4). Die Messreihe vom Pressen bis zum

Gärungsbeginn wurde nur zum Erntezeitpunkt (T1) und zum Zeitpunkt der Auslagerung (T4) durchgeführt.

Tabelle 4: Untersuchungstermine

Termine	Zeitraum
Termin 1 = Erntezeitpunkt	27. Oktober- 1. November 2008
Termin 2	15.-18. Dezember 2008
Termin 3	26.-29. Jänner 2009
Termin 4 = Zeitpunkt der Auslagerung	8.-13. März 2009

Bei den Analysemethoden wurde so vorgegangen, dass jeweils zuerst die nicht destruktiven Untersuchungen an jeweils 6 Früchten je Wiederholung einer Variante (Einzelfruchtgewicht, Größe, Farbmessung) durchgeführt wurden. In Abbildung 1 sind Bilder der noch unzerstörten Früchte dargestellt. Dann wurde an denselben Früchten die Fruchtfleischfestigkeit gemessen, der Stärkewert (nur an 2 Früchten je Wiederholung einer Variante) ermittelt und die Kernentwicklung beurteilt, wobei jeweils 1 Apfel je Wiederholung einer Variante für die Biophotonenemissionsmessung und die P-Wertmessung der Apfelscheiben zurückgehalten wurde (die Messung der Fruchtfleischfestigkeit und die Beurteilung der Kernentwicklung an diesen Früchten erfolgte erst unmittelbar vor der Biophotonenmessung).

Aus den zerstörten Früchten (jeweils 5 pro Variante) wurde ein Presssaft mit einem herkömmlichen Haushaltmixer (MP 80 Multipress automatic, Fa. Braun, Deutschland) hergestellt und in große Bechergläser überführt.

Vor den Messungen am Presssaft wurde aus den Bechergläsern jeweils ein Teil des Saftes in ein Zentrifugenröhrchen überführt (~50-70 ml), bis dieses voll war und für 10 Minuten bei 4000 Umdrehungen pro Minute zentrifugiert. Danach wurde der klare Saft in ein 50 ml Becherglas abpipettiert und die Messungen °Brix, Vitamin C-Gehalt, titrierbare Säure und P-Wert durchgeführt.

Zum Untersuchungstermin 1 und 4 wurden die übriggebliebenen Presssäfte in den großen Bechergläsern in eine Kiste gestellt, mit einer schwarzen Folie aus Plastik überdeckt, um die Proben vor Lichteinfluss zu schützen und für den vorgesehenen Gärprozess im Labor bei Raumtemperatur (~ +25° C) auf einem Tisch gelagert (Abbildung 2).



Abbildung 1: Bilder der IP-Äpfel (Reihe 1) und der Bio-Äpfel (Reihe 2)



Abbildung 2: Bilder der Vorbereitung zum Gärprozess

3.2 Analytische Methoden/Erhebungsparameter

3.2.1 Einzelfruchtgewicht, Fruchtgröße, Fruchtformindex

Die Ermittlung der Einzelfruchtgewichte erfolgte mit einer Analysenwaage (Söhnle, Deutschland) des Labors in g auf 2 Dezimalstellen. Fruchthöhe (= längster Abstand zwischen den Kelchbuchthöckern und dem Stielbuchtrand), -breite (= kleinster Fruchtquerdurchmesser) und -dicke (= größter Fruchtquerdurchmesser) als Parameter der Fruchtgröße wurden mit einer mechanischen Schublehre in mm auf 2 Dezimalstellen erfasst und anschließend daraus der Fruchtformindex berechnet.

$$\frac{\text{Höhe}^2 \text{ (mm)}}{\text{Dicke (mm)} * \text{Breite (mm)}}$$

Formel für Fruchtformindex (FFI) = [Dicke (mm) * Breite (mm)]

Der Fruchtformindex dient zur objektiven Darstellung einer Fruchtform. Ein Fruchtformindex von 1,0 bedeutet eine runde Form des Apfels, Werte kleiner als 1,0 entsprechen einer flachen und Werte größer als 1,0 einer länglichen Fruchtform. [KEPPEL, mündlich, 2008]

3.2.2 Fruchtfarbe

Die Ausfärbung der Früchte ist ein wichtiger Qualitätsfaktor von Obst und Gemüse und beeinflusst den Marktwert einer Sorte erheblich.

Die roten Farbpigmente des Apfels sind vor allem Anthocyane, deren Bildung zunächst genetisch fixiert ist, aber im Laufe der Fruchtentwicklung stark von äußeren Faktoren (insbesondere von direktem Sonnenlicht) beeinflusst wird. [FISCHER, 2002, 138]. Besonnte Früchte weisen einen höheren Deckfarbenanteil auf und zeichnen sich auch durch einen höheren Zuckergehalt und eine höhere Festigkeit aus als weniger besonnte Früchte [SCHUMACHER und STADLER, 1989; SAURE, 1990].

Die Fruchtfarbe wurde mit einem Minolta-Chroma-Meter CR 200b bestimmt, das Werte für die 3 Koordinaten L* a* und b* des Tristimulusfarbsystems liefert (Abbildung 3).

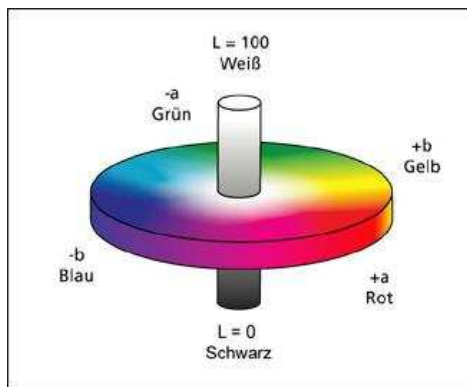


Abbildung 3: CIELAB Farbraum (Quelle: TEIA AG)

L^* bezeichnet den Helligkeitsfaktor: Skala von 0 (schwarz) bis 100 (weiss)

a^* bezeichnet den Rot-Grünanteil: Skala von -60 (grün) bis +60 (rot)

b^* bezeichnet den Blau-Gelbanteil: Skala von -60 (blau) bis +60 (gelb)

Aus diesen Werten lässt sich die Farbsättigung C^* errechnen: $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$

Gemessen wurde die Fruchtfarbe jeweils an einer Stelle der Deckfarbe (Sonnenseite) und der Grundfarbe (Schattenseite), weiters wurde jeweils die Farbsättigung berechnet und anschließend zu einem Durchschnittswert zusammengefasst.

3.2.3 Fruchtfleischfestigkeit

Die Fruchtfleischfestigkeit gilt als wichtiges Qualitäts- und Vermarktungskriterium und findet bei der Qualitätsbewertung und Ausbezahlung (Österreich, Frankreich, Schweiz etc.)

Berücksichtigung. Für qualitativ hochwertige Früchte wird ein unterster Grenzwert für die Festigkeit von $4,5 \text{ kg/cm}^2$ angenommen. Aufgrund von Wasserverlusten durch Verdunstung und der Umwandlung von Protopektin in lösliches Pektin während der Lagerung verlieren die Früchte an Festigkeit, das Fruchtfleisch wird weicher und später bei Überreife mehlig.

[WURM et al., 2010, 166-177]

Die Bestimmung der Fruchtfleischfestigkeit erfolgte mit einem Penetrometer (M1000E, Mecmesin, England) mit einem Stempeldurchmesser von 1,13 cm. Dabei wird der Widerstand der beim Eindringen des Stempels in die Frucht entsteht in kg/cm^2 gemessen.

Die Fruchtfleischfestigkeit wurde jeweils an Grund- (am grünsten Teil des Apfels) und Deckfarbe (am rötlichsten Teil des Apfels) gemessen, wobei zuvor die Fruchtschale an der zu messenden Stelle entfernt wurde.

Für die statistische Auswertung wurden nur die Messungen zum Erntezeitpunkt (T1) und zum Zeitpunkt der Auslagerung (T4) herangezogen, da zu T2 und T3 leider erst zu spät Messfehler entdeckt wurden (Schale wurde vergessen zu entfernen), welche die Daten unbrauchbar machten.

3.2.4 Stärkewertvergleiche und Reifeindex

Mithilfe einer Stärkewerttabelle kann der Grad der Umwandlung von Stärke in Zucker durch Anfärbung mit Lugol'scher Lösung (ergibt mit Stärke einen blauen Farbkomplex) ermittelt werden.

Für diesen Versuch wurde die französische Skala (Code de Regression de L'Amidon des Pommes, CTIFL - Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes, Paris) herangezogen, welche in 10 Stufen von 1–10 unterteilt ist (die Laimburger Skala des landwirtschaftlichen Versuchszentrums Laimburg in Auer, Südtirol, Italien ist in 10 Stufen von 1-5 unterteilt). Stufe 1 zeigt eine volle Anfärbung (die Stärke wurde noch nicht in Zucker umgewandelt) und bedeutet somit, dass der Apfel noch nicht reif ist. Mit zunehmender Reifestufe nimmt die Anfärbung ab, Stufe 10 zeigt keine Anfärbung mehr (die Stärke wurde vollständig in Zucker umgewandelt).

KELDERER (2003) gibt für die Sorte Goldrush für den Erntezeitpunkt einen Stärkewert von 3 nach der Laimburger Skala an, das entspricht dem Wert 6 in der französischen Skala.

Bei jeweils 2 Früchten pro Wiederholung wurde eine Apfelscheibe (mit ~1cm Dicke) des Querschnittes in Lugol'sche Lösung getaucht und nach einigen Minuten die Färbung mit der französischen Skala verglichen (Abbildung 4).

Die Ermittlung des Stärkewerts erfolgte nur zu T1 und T2, da bereits zu T2 die Stärke vollständig in Zucker umgewandelt war.

Der Reifeindex nach STREIF (Streifwert) ist ein weit verbreiteter Indexwert zur Ermittlung des Erntezeitpunktes und wird aus den 3 Werten Fruchtfleischfestigkeit (FFF), Stärkewert und dem °Brix-Wert berechnet. Niedrigere Werte entsprechen einer fortgeschritteneren Reife.

$$\text{Formel des Reifeindex} = \frac{\text{FFF}}{^{\circ}\text{Brix} * \text{Stärkewert}}$$

Der Reifeindex konnte nur zum Erntezeitpunkt berechnet werden, da zu T2 keine Werte der Fruchtfleischfestigkeit zur Verfügung standen.



Abbildung 4: Bilder der Durchführung des Stärkewertvergleichs

3.2.5 Beurteilung der Kernentwicklung

Für die Beurteilung der Kernentwicklung wurden jeweils alle Kerne eines Apfels herausgelöst und anschließend in normal ausgebildete (positiv beurteilte Kerne) und in verkümmerte bzw. runzelige Kerne (negativ beurteilte Kerne) unterteilt und gezählt. Normal ausgebildete Kerne weisen auf eine gute Befruchtung hin (SPORNBERGER, mündlich, 2008).

3.2.6 Lösliche Trockensubstanz (°Brix-Wert)

Über den °Brix-Wert wird die lösliche Trockensubstanz in einer wässrigen Lösung in Gewichts% (g/100g) ermittelt und kann indirekt auch als Maß für den Zuckergehalt herangezogen werden. Die Bestimmung des Werts erfolgte mit einem auf Saccharose geeichten Refraktometer (Palette PR-101, Atago). Dazu wurde etwas Presssaft auf die Prismafäche des Geräts aufgetragen und der Wert einfach abgelesen.

3.2.7 Titrationsacidität (Titrierbare Säure)

Die Ermittlung der titrierbaren Säure erfolgte mit einem Titrator mit Magnetrührer (TirtroLine, Schott, Deutschland). Dazu wurden 5 ml des Presssaftes in ein Becherglas pipettiert und ein Magnetrührstäbchen und 20 ml destilliertes Wasser zugegeben, da eine gewisse Menge an Flüssigkeit für die Messung mit der Elektrode notwendig ist (das Ergebnis selbst bleibt dadurch unbeeinflusst, da trotzdem nicht mehr Probe darin enthalten ist).

Anschließend wurde das Becherglas auf die Magnetrührerplatte gestellt und die Elektrode eingetaucht. Das Gerät tropfte solange 0,1 N NaOH in das Becherglas bis der eingestellte pH-Wert von 8,1 erreicht war.

Der Verbrauch von NaOH (in ml) wurde vom Gerät abgelesen und notiert.

Nach jeder Messung wurde die Elektrode mit destilliertem Wasser gespült.

3.2.8 Vitamin C-Gehalt

Der Vitamin C-Gehalt wurde mit einem Reflektquant (RQflex, Merck, Deutschland) und den entsprechenden Teststreifen bestimmt. Der Teststreifen wurde dazu etwa 2 sec. in den (unverdünnten) Presssaft getaucht, überschüssige Flüssigkeit am Becherrand abgestreift, in das Messgerät eingeschoben und nach etwa 15 Sekunden der Wert in mg/l abgelesen.

3.2.9 Elektrochemische Messungen und P-Wert

Die Messung der elektrochemischen Parameter erfolgte mit den Messgeräten WTW Multi 350 i (Leitfähigkeit, pH) und WTW pH Cond 340 i (Redoxpotential) und den entsprechenden Elektroden (WTW pH/Electrode SenTix 41, WTW SenTix ORP, WTW TetraCon 325).

Der Presssaft im Becherglas wurde auf die Stellplatte des Magnetrührers gestellt, die Elektroden eingetaucht und der Messvorgang am, mit den Geräten verbundenen Computer gestartet. Je Probe wurden die Messwerte von 5 Minuten festgehalten. Zwischen den Messungen der verschiedenen Proben wurden die Elektroden und das Magnetrührstäbchen mit destilliertem Wasser gespült.

Aus den Messwerten (pH-abhängig und temperaturkorrigiert) konnten dann mithilfe des Excelprogramms die P-Werte der jeweiligen Proben berechnet werden.

$$\text{Formel für P-Wert } [\mu\text{W}] = \frac{\text{Redoxpotential [mV]}^2}{\text{Widerstand [Ohm]}}$$

3.2.10 Biophotonenemission

Die Biophotonenemissionsmessung wurde mit je einem Apfel pro Baum, der vor dem Herstellen des Presssaftes zurückgehalten wurde, durchgeführt. Es waren also 6 Wiederholungen pro Variante zur Verfügung. Um die Proben für die Messung auf Raumtemperatur zu bringen, wurden sie jeweils 1 Tag zuvor aus dem Kühllager entnommen und bei Raumtemperatur ($\sim +25^\circ\text{C}$) gelagert.

Für die Messung wurde an jeder Apfelprobe eine Scheibe heruntergeschnitten. Um etwa gleich große und schwere Teile mit gleichem Durchmesser zu erhalten, wurde dazu ein Stahlrohr (mit 6 cm Durchmesser) an den Apfel angelegt und an der Berührungsstelle die vom Rohr umschlossene Scheibe abgeschnitten. Jede Apfelscheibe wurde abgewogen und bei großen Abweichungen vom Gewichtschnitt der Scheiben noch etwas an der Anschnittsstelle entfernt. Dann wurden die Apfelscheiben jeweils mit der Anschnittsstelle nach unten in eine Petrischale gelegt, beschriftet und nacheinander gemessen. Die Messung selbst wurde von Hr. DI Stumpf durchgeführt. Zunächst wurde die Probe 90 Sekunden mit Licht (OSRAM Quecksilber- Hochdrucklampe HQL-R de Lux mit 80 Watt) bestrahlt, unmittelbar danach in das Biophotonengerät eingeführt und die Biophotonenemission von insgesamt 500 Sekunden an einem mit der Messanlage verbundenen PC festgehalten. Das Prinzip der Messung besteht darin, die Lichtabstrahlung der Apfelscheibe nach definierter Anregung mithilfe eines elektronischen Lichtverstärkers (Photomultipliers) der Messanlage aufzuzeichnen. Bei allen Proben war zu beobachten, dass die Biophotonenemission anfangs sehr hoch war und im Laufe der 500 Sekunden stetig abnahm (Abbildung 5).



Abbildung 5: Bilder der Vorbereitung zur Biophotonenemissionsmessung

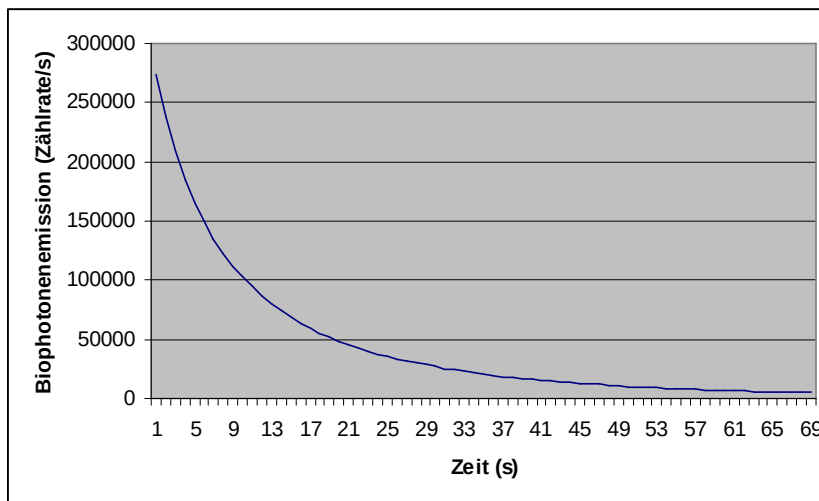


Abbildung 6: Biophotonenemission einer Probe

Die Messdaten wurden anschließend in das Programm Origin 7.5G überführt.

Danach wurden die Werte der jeweiligen Kurven normiert (Messwerte dividiert durch den höchsten Anfangswert), gefittet (exponentielle Trendlinie 2. Grades hinzugefügt) und anschließend integriert (Berechnung der Fläche unter der Kurve). Zusätzlich wurde auch eine Auswertung ohne Normierung der Daten durchgeführt. Hierfür wurden die Werte der jeweiligen Kurven nur gefittet und integriert. Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte durch die Werte der Integralrechnung angegeben als Integralsumme, die der Summe der Biophotonenemission des gemessenen Zeitraums (500s) entspricht. Da die Auswertung mit der Methode ohne Normierung der Werte schlüssigere Ergebnisse lieferte, wurde diese für die weitere Interpretation in dieser Arbeit herangezogen.

3.2.11 P-Wertmessung (indirekt) der Apfelscheiben der Biophotonenemissionsmessung

Unmittelbar nach der Biophotonenemissionsmessung wurden die jeweiligen Apfelscheiben in ein 500 ml Becherglas gelegt, mit einer definierten Menge an destilliertem Wasser (100 ml) aufgefüllt und anschließend der P-Wert des Wassers gemessen. Der Vorgang der Messung erfolgte wie die Messung des P-Werts des Presssaftes (siehe dazu S.35) beschrieben, nur ohne Zuhilfenahme des Magnetrührers. Da die feinstofflich-energetische Information der Apfelscheibe sofort an das Wasser abgegeben wird (Einwirkzeit daher nicht notwendig oder relevant), soll festgestellt werden, ob ein Zusammenhang mit den Ergebnissen der Biophotonenmessung besteht.

Diese Messung wurde erst spontan zu T2 mit durchgeführt, deshalb liegen zu T1 keine Ergebnisse vor.

Diese Art der P-Wertmessung erfolgt aus der Mess- bzw. Aufbewahrungsflüssigkeit (destilliertes Wasser) der Apfelscheiben und gilt deswegen als indirekt.

3.2.12 Nachernteverhalten/Gewichtsverluste während der Lagerung

Zur Erfassung der Gewichtsverluste während der Lagerung wurde das Erntegewicht in kg je Baum vor der Einlagerung in das Kühllager festgehalten, zu jedem weiteren Untersuchungstermin erneut abgewogen, jeweils die Differenz ermittelt und die Lagerverluste in % des Fruchtgewichts berechnet.

3.2.13 Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200)

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 2 Verkostungen mit ungeschulten Prüfpersonen (Studenten) durchgeführt. Die erste erfolgte am 2. Dezember 2008 (kurze Zeit nach der Ernte) im Rahmen der Vorlesung „Obstproduktion und Obstproduktion Übungen“ und die zweite erfolgte am 26. März 2009 (zum Zeitpunkt der Auslagerung) im Rahmen der Lehrveranstaltung „Vermehrung und Schnitt im Obstbau“. An beiden Verkostungsterminen haben so viele Studenten teilgenommen, sodass für jede Apfelprobe 15–20 Beurteilungen abgegeben werden konnten. Die Gruppe der Studenten war jedoch zu den beiden Terminen nicht die gleiche.

Damit die Äpfel zur Verkostung Raumtemperatur annehmen konnten, wurden sie bereits einen Tag zuvor aus dem Lagerkeller entnommen. Insgesamt wurden jeweils 3 Äpfel pro Baum mit annähernd gleicher Ausfärbung mithilfe des Chroma-Meters ausgewählt unter der Annahme, dass die Ausfärbung der Früchte in Zusammenhang mit dem Geschmack steht (KEPPEL mündlich, 2008).

Jeder Verkostungsteilnehmer erhielt einen Bewertungsbogen (Abbildung 7), mithilfe dessen die subjektiven Qualitätsparameter Optisches Aussehen, Saftigkeit, Knackigkeit und Aroma/Geschmack zu beurteilen waren.

<u>Verkostung</u>		
gefällt mir <u>nicht</u>	Optisches Aussehen	gefällt mir <u>sehr gut</u>
wenig <u>knackig</u>	Knackigkeit	<u>sehr</u> knackig
sehr <u>trocken</u>	Saftigkeit	<u>sehr</u> saftig
leer und <u>geschmacklos</u>	Aroma und Geschmack	<u>sehr</u> geschmackvoll

Abbildung 7: Bewertungsbogen „unstrukturierte Skala“

Zu Beginn wurden die jeweiligen ganzen Apfelproben auf ihr Aussehen bewertet, dazu kamen die Verkostungsteilnehmer nahe zum Vorbereitungstisch, um die jeweiligen Äpfel auch von allen Seiten betrachten und nach Bedarf angreifen und drehen zu können. Danach wurden die Äpfel mit einem 10er-Apfelspalter in 10 Stücke gespalten und an die Verkostungsteilnehmer zum tatsächlichen Kosten ausgeteilt.

Je nach persönlichem Eindruck wurde auf der 20 cm langen (maximale Punkteanzahl 200) unskalierten Linie auf der unstrukturierten Skala markiert ob z.B. der jeweilige Apfel sehr gut gefällt oder nicht gefällt. Danach wurde mithilfe eines Lineals der Abstand vom linken Startpunkt (= negative Eigenschaft) bis hin zur Markierung in mm abgemessen und darüber notiert. Höhere mm-Angaben entsprechen einer positiveren Beurteilung.

3.2.14 Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes

Die Messungen des Presssaftes bis zur Gärung wurden nur zum 1. und zum 4. Untersuchungstermin durchgeführt. Dazu wurden, wie in Kapitel 3.1.5 (S.28-30) beschrieben, die übriggebliebenen Presssäfte mit schwarzer Folie abgedeckt, bei Raumtemperatur ($\sim 25^{\circ}\text{C}$) gelagert und die Messungen (Brix°-Wert, Titrationsacidität, Vitamin C-Gehalt, P-Wert) in 1-Tagesabständen bis hin zur Gärung durchgeführt. Der Gärprozess dauerte etwa 3 Tage, sodass insgesamt Messergebnisse von 4 Tagen vorhanden waren. Am 4. Tag war die Gärung deutlich durch Geruch und Schimmelbildung zu erkennen (Abbildung 8). Vor den jeweiligen Messungen wurde, wie in Kapitel 3.1.5 (S.28-30) beschrieben, wieder jeweils ein Teil des Saftes zentrifugiert und der klare Saft abpipettiert. Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde darauf geachtet, dass die Messungen annähernd zur gleichen Tageszeit durchgeführt wurden.

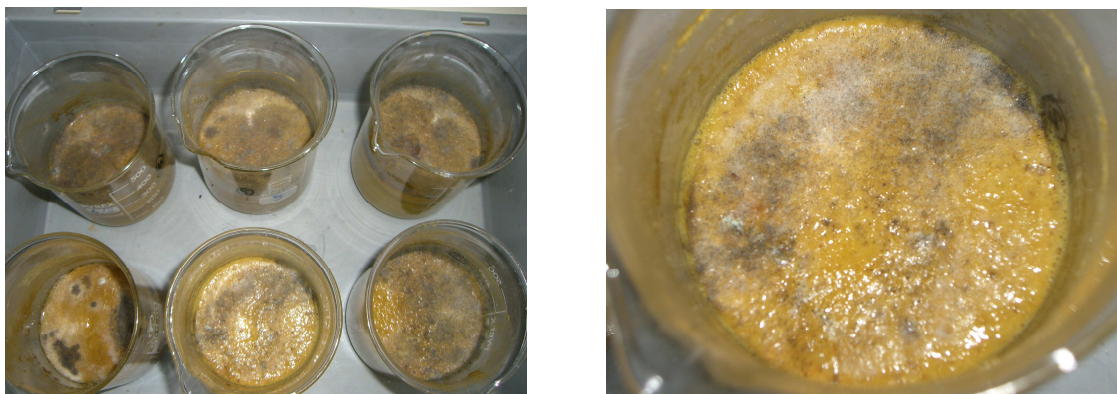


Abbildung 8: Schimmelbildung des Presssaftes im Rahmen des Gärverlaufs

3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte mit dem Statistikprogramm SAS (Statistical Analysis System) Enterprise Guide 4. Durchgeführt wurden Varianzanalysen (ANOVA, analysis of variance) für gemischte Modelle mit nachfolgendem Post-hoc-Test der kleinsten Quadrate ($p < 0,05$) und Korrelationen ausgewählter Parameter nach Pearson ($p < 0,05$).

4 Ergebnisse und Diskussion

4.1 Analysenergebnisse

4.1.1 Einzelfruchtgewicht

Die Abbildung 9 zeigt deutlich größere **Einzelfruchtgewichte** der IP-Äpfel zu allen Terminen. Bereits bei der Ernte waren die Größenunterschiede der beiden Bewirtschaftungsvarianten visuell deutlich zu erkennen. Die Auswertung der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich in Tabelle 6 ergibt zu allen Terminen und bei den Mittelwerten aller Termine signifikante (***) Unterschiede.

Der Zusammenhang der größeren Einzelfruchtgewichte der IP-Äpfel kann auf den intensiveren Düngeraufwand (besonders mit dem Wachstumsmotor-Nährstoff Stickstoff und anderen Nährstoffen) und dem damit verbundenen höheren Nährstoffreservoir im Humus und im Anlagenboden zurückgeführt werden. Die intensivere Düngung dieser Früchte könnte auch für den erhöhten Fruchtstress, erkenntlich anhand des P-Werts (siehe dazu S.88-96), verantwortlich sein.

Im Laufe der Lagerung unterscheiden sich die Werte der Untersuchungsergebnisse zwischen den Terminen bei den Kombinationsvarianten (außer bei IP-S1) und bei den Mittelwerten aller Varianten signifikant voneinander (Tabelle 5). Die abnehmende Tendenz der Einzelfruchtgewichtswerte im Lagerverlauf kann durch den Lagerschwund erklärt werden. Möglicherweise gibt es auch einen Zusammenhang mit der Probenauswahl, da für die Laboranalyse visuell immer annähernd einheitliche Früchte ausgewählt wurden und zu den späteren Terminen keine so einheitlichen Früchte mehr zur Verfügung waren.

Dass die Bio-S1-Variante zu T1 einen wesentlich niedrigeren durchschnittlichen Fruchtgewichtswert aufweist als die anderen Varianten, kann auf einen Stichprobenzufall zurückgeführt werden. Von T2 bis T4 sind die Fruchtgewichtsabnahmen im Trend der Ergebnisse und bestätigen die bisherigen Erfahrungen in der Praxis [KEPPEL, mündlich, 2010].

Vergleicht man die Varianten der radiästhetischen Belastung ergeben sich signifikant höhere Fruchtgewichtswerte der S2-Variante zu T1 (***), T3 (*) und bei den Mittelwerten aller Termine (*) (Tabelle 6). Demnach zeigen die Mikrostandorte mit geringer radiästhetischer Belastung höhere durchschnittliche Einzelfruchtgewichte als die belasteten Pflanzstellen.

Die höheren Einzelfruchtgewichte der S2-Variante zu T1, T2 und T3 kann möglicherweise auf eine Reaktion der Bäume auf den belasteten Mikrostandorten zurückgeführt werden, da die radiästhetisch unbelasteten Bäume eine vitalere Wachstumsperiode aufweisen und damit eine höhere Nährstoffaufnahme ausgelöst wird. Damit ist auch die trendmäßige Erhöhung des P-Wertes der S2-Variante und damit ein leicht erhöhter, aber nicht signifikanter Fruchtstress (siehe dazu S.88-96) erklärbar. Aus mündlichen und schriftlichen Berichten (KEPPEL, mündlich, 2010; BERGSMANN, 1990, 36 ff., 145;) sind verstärkte anormale Wuchsreaktionen von Pflanzen auf radiästhetisch belasteten Standorten berichtet. Elektrochemische Untersuchungen dazu sind bisher nur von BRUNMAYER (2004) bekannt, brachten jedoch keine eindeutigen Zusammenhänge zwischen der Höhe des P-Werts und der radiästhetischen Belastung des Standorts hervor, da das vorhandene Datenmaterial zu gering war.

Tabelle 5: Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	*
	1	*	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	186,67 a	A	189,19 a	A	183,67 a	A	180,15 a	A	184,92	A
IP-S2 *	204,87 a	B	197,72 ab	A	192,01 b	A	172,63 c	A	191,81	B
Bio-S1 *	123,03 a	C	146,85 b	B	136,2 bc	B	129,64 abc	B	133,93	C
Bio-S2 *	137,83 a	D	148,26 ab	B	146,16 ab	B	129,61 ab	B	140,46	D
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	163,1 a		170,5 b		164,51 ab		153,01 c			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 6 : Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	195,77	193,45	187,84	176,39	188,36
Bio	130,43	147,55	141,18	129,62	137,2
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	154,85	168,02	159,93	154,89	159,42
S2	171,35	172,99	169,08	151,12	166,14
Varianzanalyse	*** p=0,0002	n.s. p=0,261	* p=0,0385	n.s. p=0,3927	* p=0,025

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

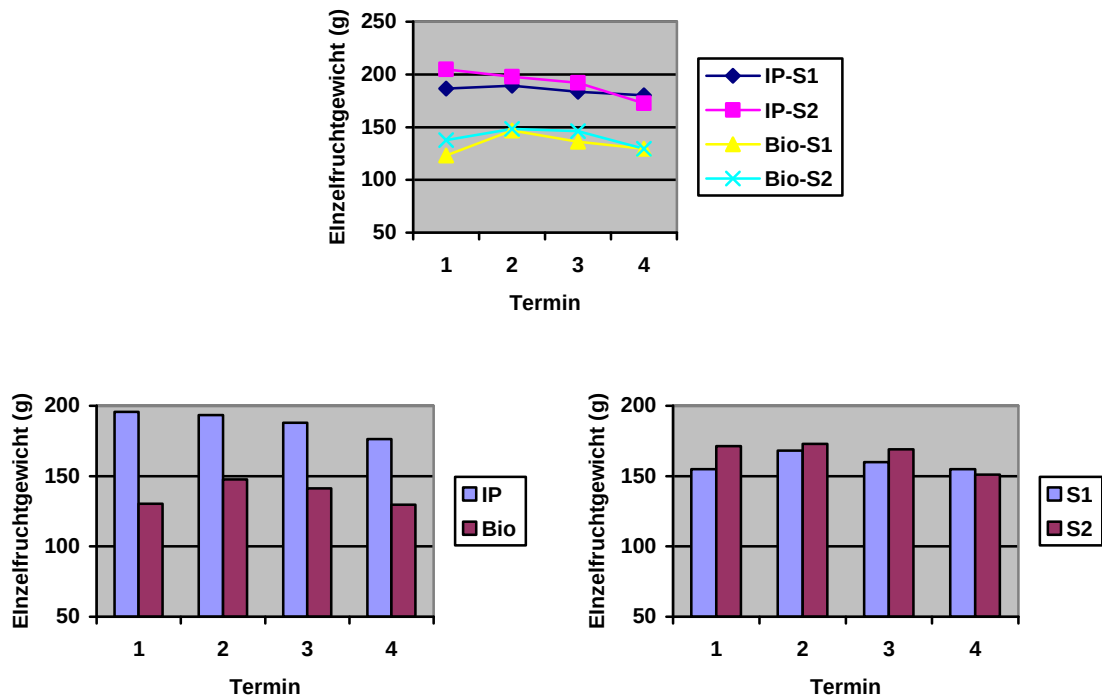


Abbildung 9: Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts (in g)

4.1.2 Fruchtformindex

Die Ergebnisse des Einzelfruchtgewichts spiegeln sich zum Großteil auch in den Einzelfruchtgrößenparametern wider. Sowohl bei **Fruchtdicke**, **Fruchthöhe** und **Fruchtbreite** ergeben sich zu allen Terminen und bei den Mittelwerten aller Termine signifikant (***) höhere Ergebniswerte der IP-Äpfel (Tabellen 7- 12), diese sind demnach signifikant größer als die Bio-Äpfel.

So wie beim Einzelfruchtgewicht ergeben sich bei allen Fruchtformparametern höhere Werte der S2-Variante zu allen Terminen außer zu T4 (Abbildungen 10-12), signifikante Unterschiede zur S1-Variante gibt es zu T1 und bei den Mittelwerten aller Termine (*, **, ***) (Tabellen 8,10,12), beim Parameter Fruchtdicke zusätzlich ein signifikanter (*) Unterschied zu T3 (Tabelle 8). Trendmäßig zeigen die radiästhetisch höher belasteten Mikrostandorte (S1) geringere Ergebniswerte bei allen Fruchtformparametern als die radiästhetisch Unbelasteten (S2).

Außer zu T4 sind die Werte des Fruchtformindex **FFI** der IP-Äpfel zu allen Terminen höher (Abbildung 13), signifikante Unterschiede zu den Bio-Äpfeln gibt es zu T1 (*), T3 (**) und bei den Mittelwerten aller Termine (**) (Tabellen 13,14). Gesamt betrachtet liegen die FFI-Werte der IP-Äpfel näher beim Wert 1, was bedeutet, dass diese eine gleichmäßigere runde bis länglichere Form haben als die Bio-Äpfel.

Sortentypisch sind für die beobachtete Sorte Goldrush längliche, Golden Delicious-ähnliche Früchte. Aus diesem Ergebnis kann abgeleitet werden, dass die Bio-Varianten trendmäßig flachere und damit weniger sortentypischere Früchte erbringen als die IP-Varianten.

Ob diese FFI-Verringerung auch visuell vom Konsumenten erkennbar ist, wurde nicht getestet und ist auch nicht anzunehmen. Selbst Sortenkenner erkannten keinen merkbaren Sortengestaltsunterschied der Bio-Varianten [KEPPEL, mündlich, 2010].

Der auffällig niedere Wert der IP-Äpfel zu T4 ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass zu diesem Termin keine so schönen Früchte mehr für die Untersuchung zur Verfügung standen. Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt keine signifikanten Unterschiede, trendmäßig zeigt die radiästhetisch unbelastete Variante (S2) bis auf T4 (vermutlich Probenzufall) länglichere und somit sortentypischere Früchte als die radiästhetisch belastete Variante (S1) (Tabelle 14, Abbildung13).

Tabelle 7: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *	
	1	*	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	70,4 a	A	69,8 a	A	68,42 a	A	68,68 a	A	69,32	A
IP-S2 *	72,76 a	B	70,5 b	A	69,66 b	A	67,11 c	A	70,01	A
Bio-S1 *	60 a	C	63 b	B	62,11 bc	B	60,32 ac	B	61,36	B
Bio-S2 *	63,2 a	D	63,73 a	B	63,93 a	B	60,8 b	B	62,92	C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	66,59 a		66,76 a		66,03 a		64,23 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 8: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	71,58	70,15	69,04	67,9	69,67
Bio	61,6	63,37	63,02	60,56	62,14
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$
S1	65,2	66,4	65,26	64,5	65,34
S2	67,98	67,12	66,79	63,96	66,46
Varianzanalyse	*** $p = 0,0001$	n.s. $p = 0,3166$	* $p = 0,0326$	n.s. $p = 0,4470$	** $p = 0,0018$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

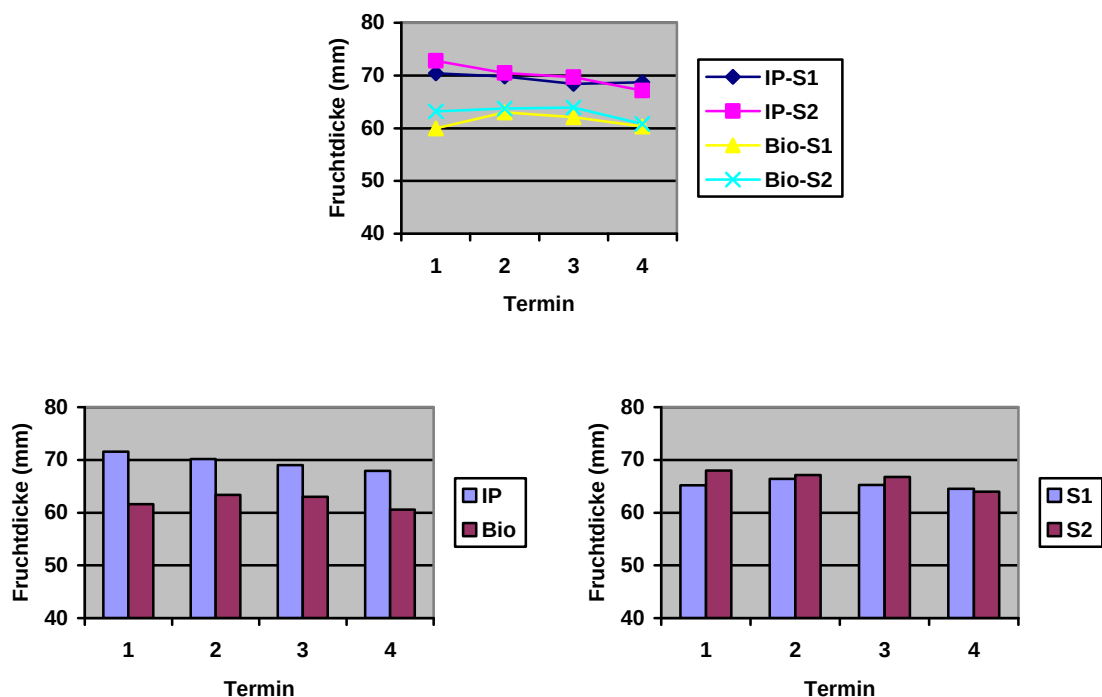


Abbildung 10: Ergebnisse der Fruchtdicke (in mm)

Tabelle 9: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	68,17 a	A	66,8 ab	A	66,84 ab	A	65,26 b	A	66,77	A
IP-S2 *	70,34 a	A	68,49 ab	A	67,67 b	A	63,33 c	A	67,46	A
Bio-S1 *	57,13 a	B	60,71 b	B	58,44 ab	B	57,16 ac	B	58,36	B
Bio-S2 *	59,99 a	C	60,78 a	B	60,76 a	C	57,35 b	B	59,72	C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	63,91 a		64,20 a		63,43 a		60,77 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 10: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	69,26	67,65	67,25	64,3	67,11
Bio	58,56	60,74	59,6	57,25	59,04
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	62,65	63,75	62,64	61,21	62,56
S2	65,165	64,635	64,215	60,34	63,59
Varianzanalyse	** p=0,0024	n.s. p=0,2876	n.s. p=0,0564	n.s. p=0,2888	* p=0,0133

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

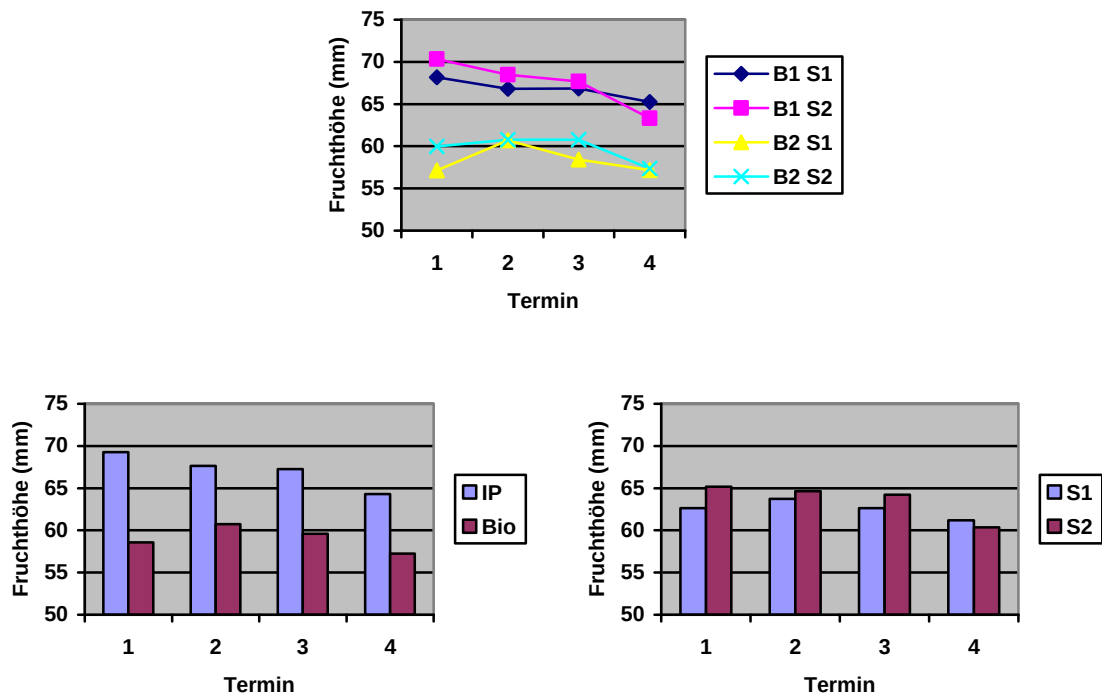


Abbildung 11: Ergebnisse der Fruchthöhe (in mm)

Tabelle 11: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	70,28 a	A	70,45 a	A	69,2 a	A	68,96 a	A	69,72	A
IP-S2 *	71,92 a	A	71,36 ab	A	69,71 bc	A	67,86 c	A	70,21	A
Bio-S1 *	60,11 a	B	63,74 b	B	62,16 bc	B	60,72 ac	B	61,68	B
Bio-S2 *	63,15 a	C	63,87 a	B	63,88 a	B	60,6 b	B	62,88	C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	66,37 ab		67,35 b		66,24 ac		64,53 d			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 12: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	71,10	70,9	69,45	68,41	69,97
Bio	61,63	63,8	63,02	60,66	62,28
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$
S1	65,195	67,095	65,66	64,84	65,7
S2	67,535	67,61	66,795	64,23	66,54
Varianzanalyse	** $p = 0,0014$	n.s. $p = 0,4715$	n.s. $p = 0,1274$	n.s. $p = 0,4033$	* $p = 0,0217$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

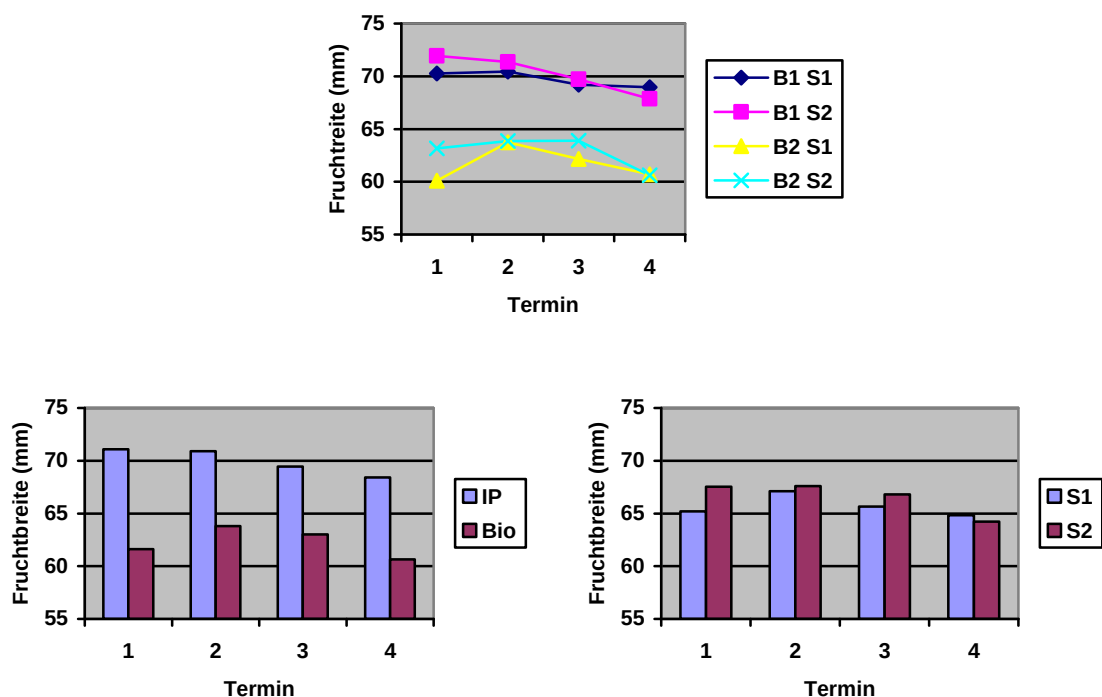


Abbildung 12: Ergebnisse der Fruchtbreite (in mm)

Tabelle 13: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	0,942 a	A	0,911 a	A	0,947 a	A	0,902 a	A	0,926	AB
IP-S2 *	0,948 a	A	0,936 a	A	0,946 a	A	0,885 b	A	0,929	A
Bio-S1 *	0,909 a	A	0,924 a	A	0,890 a	B	0,900 a	A	0,906	AB
Bio-S2 *	0,905 a	A	0,909 a	A	0,905 a	AB	0,895 a	A	0,903	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	0,926 a		0,920 a		0,922 a		0,896 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 14: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	0,945	0,923	0,947	0,894	0,927
Bio	0,907	0,916	0,897	0,898	0,905
Varianzanalyse	* p=0,0258	n.s. p<0,6944	** p=0,0041	n.s. p<0,8199	** p=0,0086
S1	0,925	0,917	0,919	0,901	0,916
S2	0,926	0,922	0,926	0,890	0,916
Varianzanalyse	n.s. p=0,9576	n.s. p=0,7606	n.s. p=0,6909	n.s. p=0,5214	n.s. p=0,9545

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

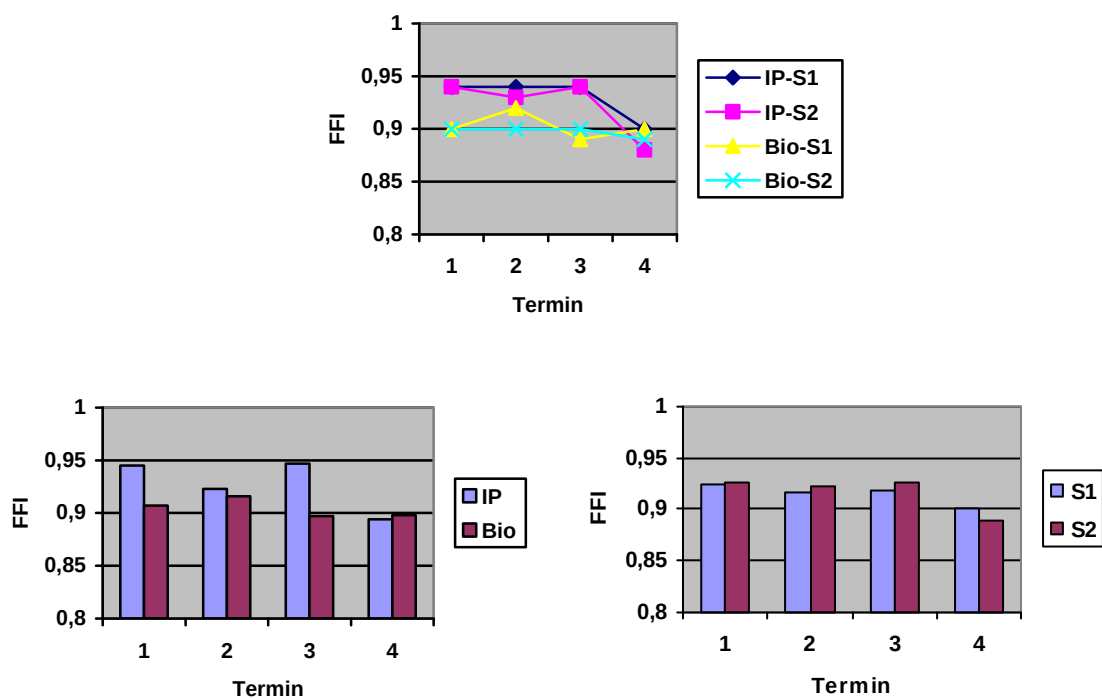


Abbildung 13: Ergebnisse des Fruchtformindex (FFI)

4.1.3 Fruchtfarbe

Zum Erntezeitpunkt und auch zu den weiteren Terminen weisen die Bio-Äpfel signifikant (***) höhere Werte der Farbmerkmale L^* , a^* , b^* der **Grundfarbe** und somit eine hellere Ausfärbung mit höheren Rot- und Gelbanteilen auf als die IP-Äpfel (Tabellen 16, 18, 20). Bei allen 3 Farbmerkmalen der Grundfarbe gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Terminen (Tabellen 15, 17, 19). Die Kurven der Grundfarbe L^* sinken zu T2 und T3 etwas ab und sind zu T4 wieder etwas höher (Abbildung 14), die Werte der Grundfarbenparameter a^* und b^* steigen stetig an (Abbildungen 15, 16).

Auch bei der **Deckfarbe** weisen die Bio-Äpfel bei allen 3 Farbmerkmalen höhere Werte auf als die IP-Äpfel. Die Auswertung der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich ergibt bei den Merkmalen L^* und b^* signifikante (**, ***) Unterschiede zu allen Terminen (außer zu T4) und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabellen 22, 26), bei Merkmal a^* signifikante (*, ***) Unterschiede zu allen Terminen (außer zu T3) und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabelle 24). Dies bedeutet, dass auch bei der Deckfarbe die Bio-Varianten eine hellere Ausfärbung und höhere Rot- und Gelbanteile aufweisen als die IP-Äpfel. Im Lagerverlauf steigen die Kurven von den Merkmalen L^* und b^* kontinuierlich an (Abbildungen 17, 19), bei Merkmal a^* ist keine einheitliche Tendenz zu erkennen (Abbildung 18). Bei allen 3 Merkmalen der Deckfarbe gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Terminen bei den Kombinationsvarianten und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabellen 21, 23, 25).

Die Berechnung der **Farbsättigung der Grundfarbe** ergibt signifikant (*, **, ***) höhere Werte der Bio-Äpfel zu allen Terminen und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabelle 28). Die Werte steigen im Lagerverlauf und dem damit verbundenen Reifefortschritt kontinuierlich an. Bei allen Kombinationsvarianten und bei den Mittelwerten aller Termine gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Terminen (Tabelle 27, Abbildung 20).

Die Berechnung der **Farbsättigung der Deckfarbe** ergibt nur zum Erntezeitpunkt, zu T2 und bei den Mittelwerten aller Termine signifikant (**, ***) höhere Werte der Bio-Äpfel, zu T3 und T4 hingegen liegen die Werte nahe beieinander (Tabelle 30).

Die Werte sinken bei allen Kombinationsvarianten von T1 zu T2 ab, bei den Mittelwerten aller Varianten ergibt sich zum Erntezeitpunkt im Vergleich zu den weiteren Terminen ein signifikant höherer Wert (Tabelle 29).

Während die Werte der IP-Varianten von T2 bis T4 auf etwa gleicher Höhe bleiben, sinken die Werte der Bio-Äpfel bis zu T3 ab und steigen zu T4 wieder etwas an (Abbildung 21).

Die **Farbsättigung im Durchschnitt** ergibt zu allen Terminen (außer zu T3) signifikant (**, ***) höhere Werte der Bio-Äpfel (Tabelle 32). Während sich die Werte der Bio-Varianten zu den ersten 3 Terminen auf etwa selber Höhe bewegen und zu T4 signifikant ansteigen, steigen die Werte der IP-Varianten kontinuierlich an mit signifikanten Unterschieden zwischen den Terminen ab T2 (Tabelle 31, Abbildung 22).

Bzgl. der radiästhetischen Belastung konnten weder bei den einzelnen Farbmerkmalen der Grund- und Deckfarbe, noch bei den Berechnungen der Farbsättigung signifikante Unterschiede festgestellt werden (Tabellen 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32).

Tabelle 15: Ergebnisse von Grundfarbe_L* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	*
	1	*	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	70,44 ab	A	69,04 a	A	69,63 ab	A	70,63 b	A	69,93	A
IP-S2 *	71,25 a	A	68,83 b	A	68,44 b	A	69,59 b	A	69,53	A
Bio-S1 *	73,74 a	B	70,80 b	B	71,34 b	B	73,47 a	B	72,34	B
Bio-S2 *	74,07 a	B	71,42 b	B	72,07 b	B	74,72 a	B	72,99	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	72,37 a		70,02 b		70,37 b		72,03 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 16: Ergebnisse von Grundfarbe_L* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	70,85	68,93	69,03	70,11	69,73
Bio	73,90	71,11	71,71	73,95	72,67
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	72,09	69,92	70,48	72,05	71,14
S2	72,66	70,12	70,26	72,00	71,26
Varianzanalyse	n.s. p=0,2745	n.s. p=0,6958	n.s. p=0,6646	n.s. p=0,9237	n.s. p=0,6328

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

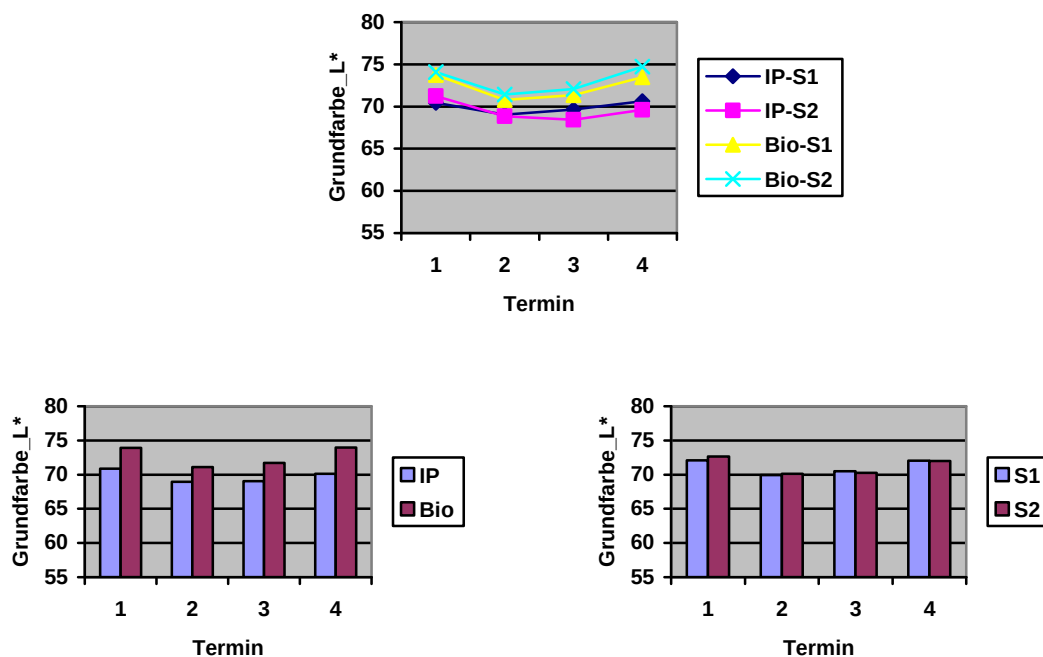


Abbildung 14: Ergebnisse des Farbmerkmals L* der Grundfarbe

Tabelle 17: Ergebnisse von Grundfarbe_a* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	-15,85 a	A	-12,86 b	A	-13,17 b	A	-12,09 b	A	-13,49 A
IP-S2 *	-15,93 a	A	-13,94 b	A	-13,56 b	A	-12,75 b	A	-14,05 A
Bio-S1 *	-12,32 a	B	-10,18 b	B	-10,39 b	B	-9,25 b	B	-10,53 B
Bio-S2 *	-13,01 a	B	-10,26 b	B	-10,15 b	B	-8,64 c	B	-10,52 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	-14,27 a		-11,81 b		-11,82 b		-10,68 c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 18: Ergebnisse von Grundfarbe_a* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	-15,89	-13,40	-13,37	-12,42	-13,77
Bio	-12,66	-10,22	-10,27	-8,94	-10,52
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$
S1	-14,08	-11,52	-11,78	-10,67	-12,01
S2	-14,47	-12,10	-11,86	-10,70	-12,28
Varianzanalyse	n.s. $p = 0,4385$	n.s. $p = 0,2380$	n.s. $p = 0,8799$	n.s. $p = 0,9603$	n.s. $p = 0,2815$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

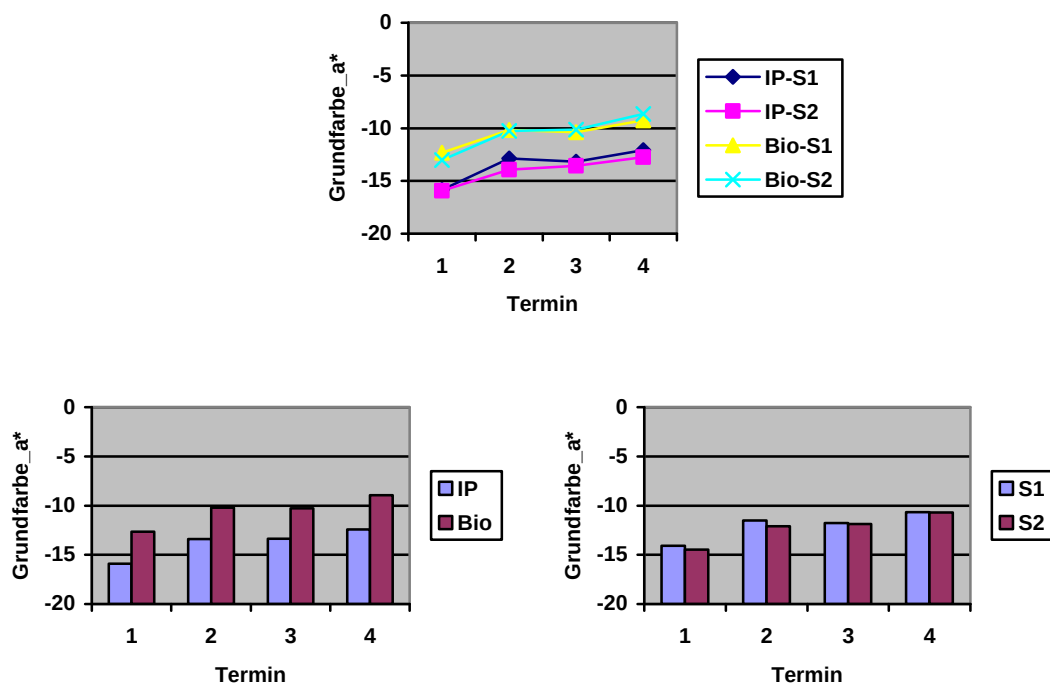


Abbildung 15: Ergebnisse des Farbmerkmals a^* der Grundfarbe

Tabelle 19: Ergebnisse von Grundfarbe_b* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	41,33 a	A	44,34 b	A	47,02 c	A	51,20 d	A	45,97 A
IP-S2 *	41,10 a	A	44,03 b	A	46,41 c	A	51,15 d	A	45,67 A
Bio-S1 *	44,91 a	B	47,13 b	B	48,15 b	B	52,78 c	B	48,24 B
Bio-S2 *	45,52 a	B	47,17 b	B	48,12 b	B	52,99 c	B	48,45 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	43,21 a		45,67 b		47,42 c		52,03 d		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 20: Ergebnisse von Grundfarbe_b* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	41,21	44,18	46,71	51,18	45,82
Bio	45,21	47,15	48,14	52,88	48,35
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p=0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	43,12	45,73	47,58	51,99	47,11
S2	43,31	45,60	47,26	52,07	47,06
Varianzanalyse	n.s. p=0,6096	n.s. p=0,7204	n.s. p=0,3913	n.s. p=0,8352	n.s. p=0,8044

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

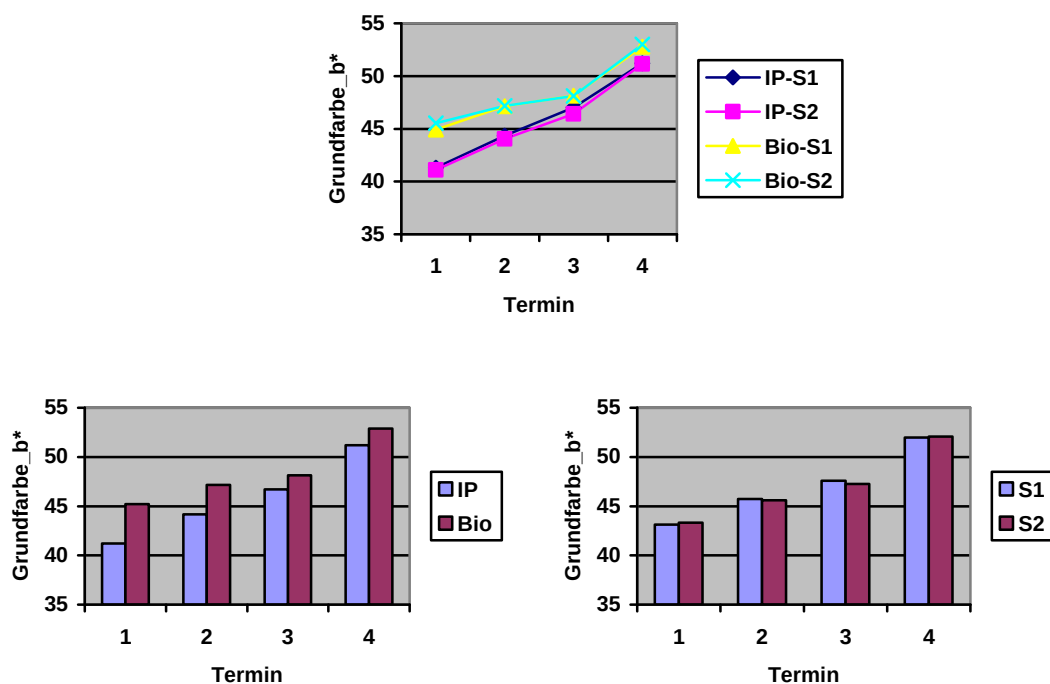


Abbildung 16: Ergebnisse des Farbmerkmals b^* der Grundfarbe

Tabelle 21: Ergebnisse von Deckfarbe_L* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *	
	1	*	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	60,07 ab	A	58,10 a	A	62,33 b	A	64,84 c	A	61,33	A
IP-S2 *	57,57 a	B	59,01 a	A	61,72 b	A	66,21 c	AB	61,13	A
Bio-S1 *	61,52 a	AC	64,36 b	B	68,49 c	B	66,07 b	AB	65,11	B
Bio-S2 *	62,51 a	C	64,91 b	B	69,21 c	B	67,67 c	B	66,08	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	60,42 a		61,59 a		65,44 b		66,20 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 22: Ergebnisse von Deckfarbe_L* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	58,82	58,55	62,03	65,52	61,23
Bio	62,02	64,63	68,85	66,87	65,59
Varianzanalyse	*** p=0,0002	*** p<0,0001	*** p=0,0001	n.s. p=0,1155	*** p<0,0001
S1	60,80	61,23	65,41	65,45	63,22
S2	60,04	61,96	65,47	66,94	63,60
Varianzanalyse	n.s. p=0,3797	n.s. p=0,3930	n.s. p=0,9457	n.s. p=0,0843	n.s. p=0,3757

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

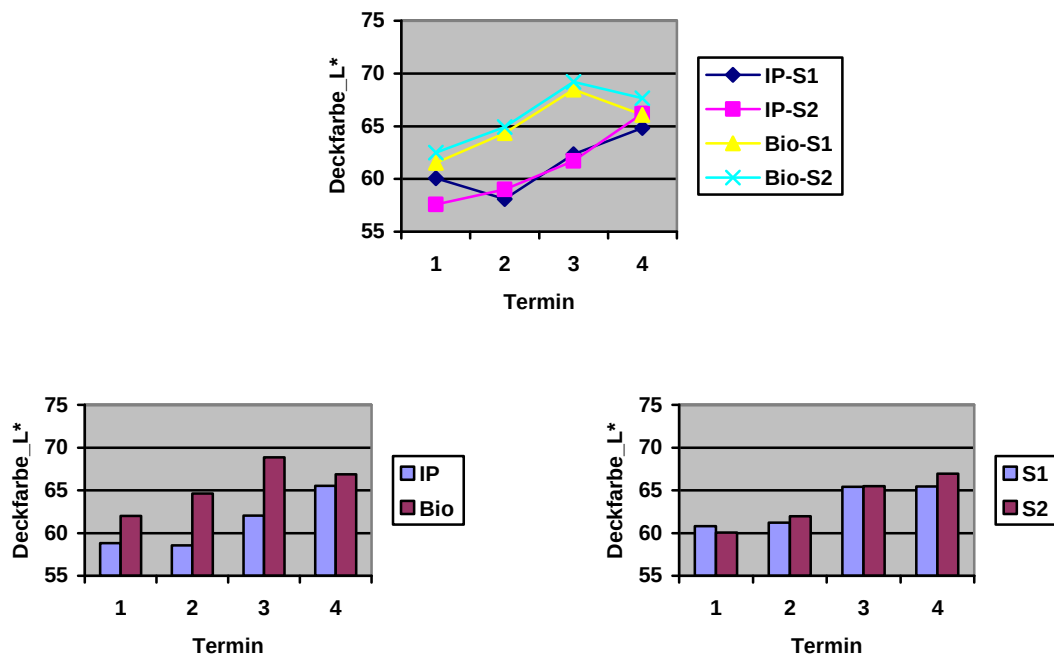


Abbildung 17: Ergebnisse des Farbmerkmals L* der Deckfarbe

Tabelle 23: Ergebnisse von Deckfarbe_a* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1	-0,11	A	5,66	A	2,13	A	1,54	A	2,30	A
*	a		b		ab		a			
IP-S2	3,51	A	2,67	A	-0,01	A	-1,33	A	1,20	A
*	a		a		ab		b			
Bio-S1	10,80	B	6,65	B	2,26	A	5,23	B	6,23	B
*	a		b		c		bc			
Bio-S2	7,84	B	7,74	B	0,56	A	3,94	B	5,02	B
*	a		a		b		b			
Mittelwerte aller Varianten je Termin	5,51		5,68		1,23		2,34			
*	a		a		b		b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 24: Ergebnisse von Deckfarbe_a* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	1,70	4,16	1,05	0,10	1,75
Bio	9,32	7,20	1,41	4,58	5,63
Varianzanalyse	*** p<0,0001	* p=0,0263	n.s. p=0,7880	*** p=0,0009	*** p<0,0001
S1	5,34	6,15	2,20	3,38	4,27
S2	5,67	5,20	0,27	1,30	3,11
Varianzanalyse	n.s. p=0,8032	n.s. p=0,4776	n.s. p=0,1513	n.s. p=0,1193	n.s. p=0,0827

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

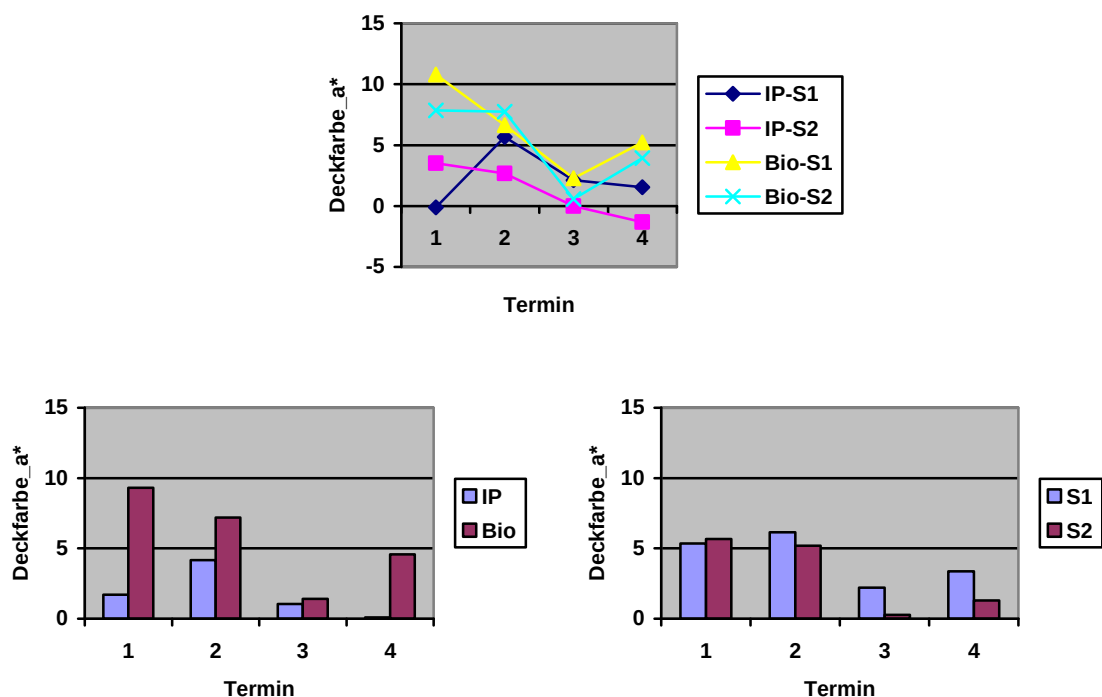


Abbildung 18: Ergebnisse des Farbmerkmals a^* der Deckfarbe

Tabelle 25: Ergebnisse von Deckfarbe_b* der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	35,52 a	A	36,40 a	A	41,58 b	A	47,90 c	A	40,35 A
IP-S2 *	33,69 a	A	36,66 b	A	40,22 c	A	47,85 d	A	39,60 A
Bio-S1 *	37,04 a	B	42,49 b	B	46,41 c	B	49,25 d	A	43,80 B
Bio-S2 *	36,78 a	B	41,58 b	B	46,85 c	B	49,29 d	A	43,63 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	35,76 a		39,28 b		43,76 c		48,57 d		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 26: Ergebnisse von Deckfarbe_b* der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	34,60	36,53	40,90	47,87	39,98
Bio	36,91	42,04	46,63	49,27	43,71
Varianzanalyse	** p=0,0072	*** p<0,0001	*** p<0,0001	n.s. p<0,1027	*** p<0,0001
S1	36,28	39,45	43,99	48,57	42,07
S2	35,24	39,12	43,54	48,57	41,61
Varianzanalyse	n.s. p=0,2224	n.s. p=0,7000	n.s. p=0,5917	n.s. p=0,9944	n.s. p=0,2831

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

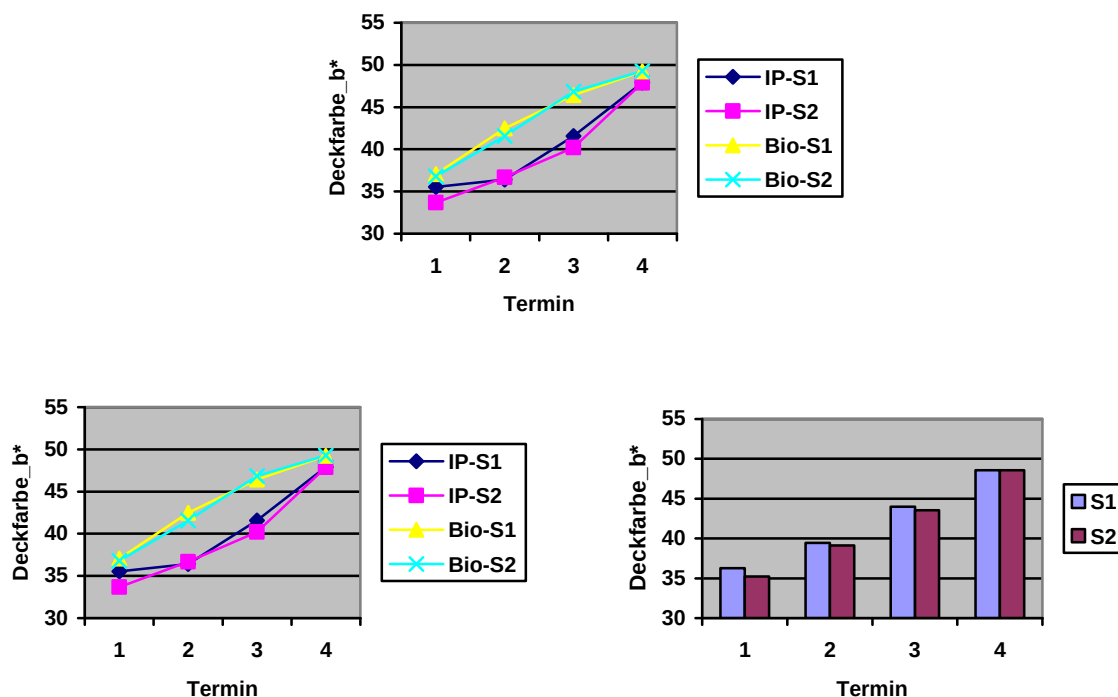


Abbildung 19: Ergebnisse des Farbmerkmals b^* der Deckfarbe

Tabelle 27: Ergebnisse der Farbsättigung C^* der Grundfarbe der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1	44,29	A	46,41	A	48,87	AB	52,66	A	48,06	A
*	a		b		c		d			
IP-S2	44,09	A	46,20	A	48,38	A	52,76	A	47,86	A
*	a		b		c		d			
Bio-S1	46,68	B	48,55	B	49,38	B	53,73	B	49,58	B
*	a		b		b		c			
Bio-S2	47,44	B	48,38	B	49,27	AB	53,79	B	49,72	B
*	a		b		b		c			
Mittelwerte aller Varianten je Termin	45,62		47,39		48,97		53,24			
*	a		b		c		d			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 28: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Grundfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	44,19	46,31	48,63	52,71	47,96
Bio	47,06	48,47	49,32	53,76	49,65
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	* p=0,0358	** p=0,0015	*** p<0,0001
S1	45,48	47,48	49,12	53,20	48,82
S2	45,77	47,29	48,83	53,28	48,79
Varianzanalyse	n.s. p=0,3936	n.s. p=0,5634	n.s. p=0,3732	n.s. p=0,8104	n.s. p=0,8514

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

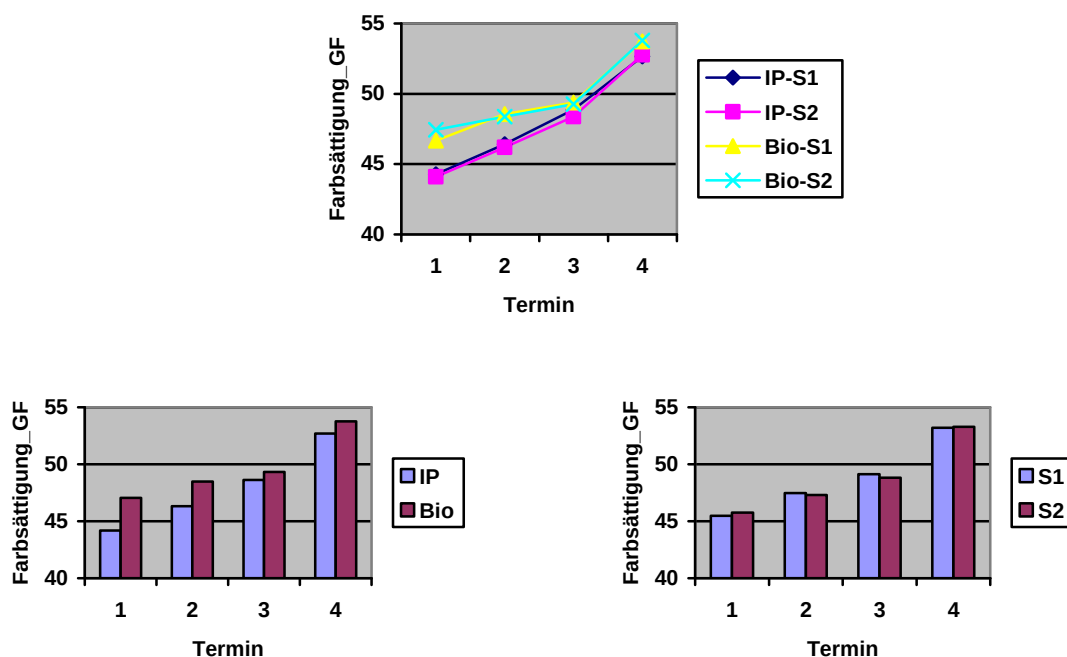


Abbildung 20: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Grundfarbe

Tabelle 29: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	10,36 a	A	9,41 a	A	9,86 a	A	9,05 a	A	9,67	A
IP-S2 *	10,53 a	A	8,67 a	A	9,16 a	A	9,23 a	A	9,40	A
Bio-S1 *	13,77 a	B	10,37 b	AB	9,11 b	A	10,55 b	A	10,95	B
Bio-S2 *	13,15 a	B	12,07 ac	B	9,15 b	A	10,01 c	A	11,09	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	11,95 a		10,13 b		9,32 b		9,71 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 30: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	10,44	9,04	9,51	9,14	9,53
Bio	13,46	11,22	9,13	10,28	11,02
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	** $p = 0,0045$	n.s. $p = 0,6190$	n.s. $p = 0,1360$	*** $p < 0,0001$
S1	12,06	9,89	9,48	9,80	10,31
S2	11,84	10,37	9,15	9,62	10,25
Varianzanalyse	n.s. $p = 0,7651$	n.s. $p = 0,5276$	n.s. $p = 0,6643$	n.s. $p = 0,8176$	n.s. $p = 0,8683$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

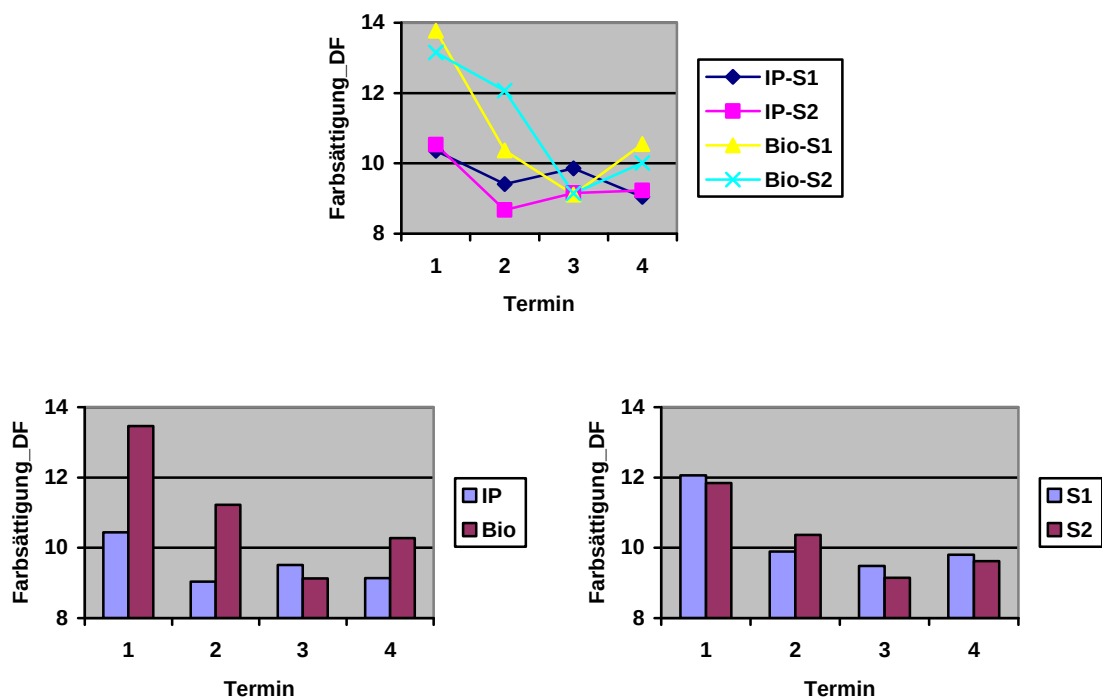


Abbildung 21: Ergebnisse der Farbsättigung C* der Deckfarbe

Tabelle 31: Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt der Deckfarbe der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1	27,32	A	27,91	A	29,36	A	30,85	A	28,86	A
*	a		a		b		c			
IP-S2	27,31	A	27,44	A	28,71	A	31,00	AB	28,63	A
*	a		a		b		c			
Bio-S1	30,22	B	29,46	B	29,24	A	32,14	B	30,27	B
*	a		a		a		b			
Bio-S2	30,29	B	30,23	B	29,21	A	31,90	AB	30,41	B
*	a		a		a		b			
Mittelwerte aller Varianten je Termin	28,79		28,76		29,15		31,47			
*	a		a		a		b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 32 : Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	27,32	27,68	29,07	30,92	28,75
Bio	30,26	29,84	29,23	32,02	30,34
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	n.s. p=0,7076	** p=0,0096	*** p<0,0001
S1	28,77	28,69	29,30	31,50	29,57
S2	28,80	28,83	28,99	31,45	29,52
Varianzanalyse	n.s. p=0,9471	n.s. p=0,7322	n.s. p=0,4594	n.s. p=0,9087	n.s. p=0,8637

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

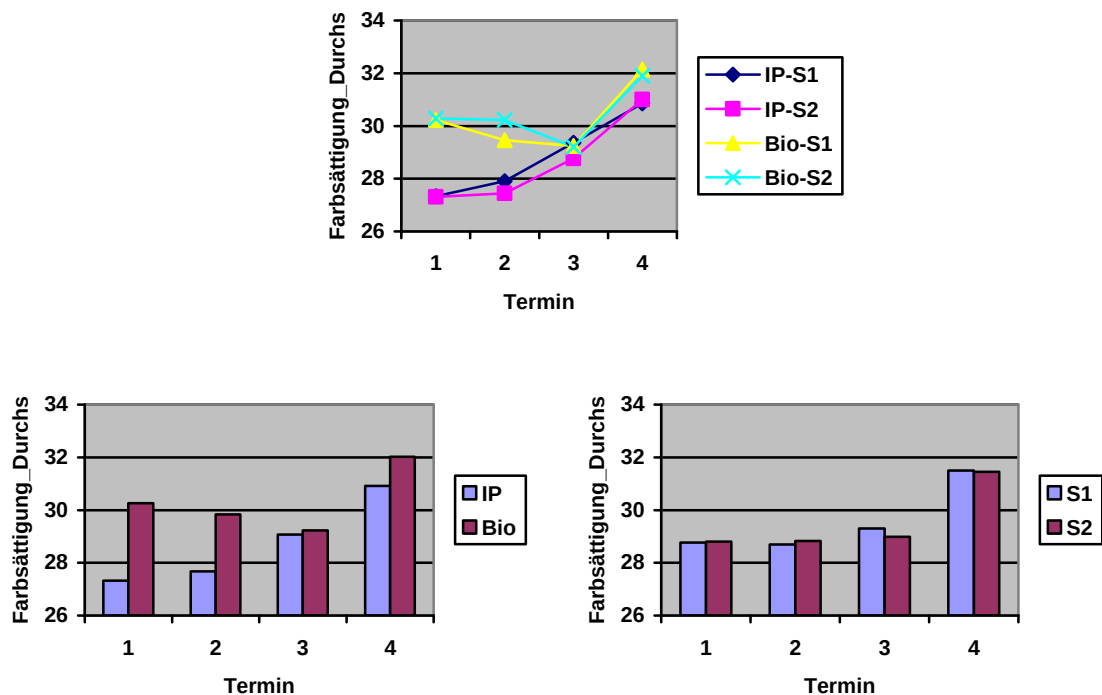


Abbildung 22: Ergebnisse der Farbsättigung C* im Durchschnitt

4.1.4 Fruchtfleischfestigkeit

Die **Fruchtfleischfestigkeit** ist bei Grund-, Deckfarbe und im Durchschnitt bei den Bio-Äpfeln höher (Abbildungen 23-25). Bei Grundfarbe und im Durchschnitt der Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit unterscheiden sich die Bewirtschaftungsvarianten zu beiden Untersuchungsterminen (***) und bei den Mittelwerten (***) signifikant voneinander (Tabellen 34, 38), an der Deckfarbe nur zum Erntezeitpunkt und bei den Mittelwerten (Tabelle 36).

Dies kann auf den geringeren mineralischen Düngungsgrad, insbesondere mit dem Wachstumsmotor-Nährstoff Stickstoff in der Bio-Variante zurückgeführt werden, wodurch mehr Kalzium aufgenommen werden kann. Ein zu hohes Stickstoff-Angebot würde die Aufnahme von Kalzium durch die gegenseitige Nährstoffbeeinflussung (Antagonismus) vermindern. Kalzium wird in Form von Kalziumpektinat in der Zellwand des Fruchtfleisches eingebaut und ist für die Zellwandstabilität und damit auch für eine höhere Fruchtfleischfestigkeit verantwortlich, in weiterer Folge wäre bei den Bio-Äpfeln auch ein höherer spezifischer Widerstand (= geringere Leitfähigkeit) im Rahmen der elektrochemischen Untersuchungen zu erwarten [KEPPEL, mündlich, 2010].

Im Laufe der Lagerung sinkt aufgrund chemischer und physikalischer Veränderungen die Fruchtfleischfestigkeit der Äpfel aller Kombinationsvarianten und bei den Mittelwerten an Grund-, Deckfarbe und im Durchschnitt signifikant ab (Tabelle 33, 35, 37; Abbildungen 23-25). Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt bei Grund-, Deckfarbe und im Durchschnitt zu allen Terminen und bei den Mittelwerten höhere Werte der S1-Variante. An der Deckfarbenseite der Früchte gibt es signifikante Unterschiede zu beiden Terminen (*,**) und bei den Mittelwerten (***) (Tabelle 36), an der Grundfarbe und im Durchschnitt nur zum Erntezeitpunkt (**) und bei den Mittelwerten (*,**) (Tabellen 34, 38).

Tabelle 33: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Grundfarbe der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	4	*	
IP-S1 *	10,16 a	AC	7,40 b	A	8,78 A
IP-S2 *	9,92 a	A	7,74 b	A	8,83 A
Bio-S1 *	11,70 a	B	8,92 b	B	10,31 B
Bio-S2 *	10,68 a	C	8,53 b	B	9,61 C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	10,62 a		8,15 b		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 34: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Grundfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	10,04	7,57	8,80
Bio	11,19	8,73	9,96
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	10,93	8,16	9,55
S2	10,30	8,14	9,22
Varianzanalyse	** p=0,0014	n.s. p=0,1839	* p=0,0300

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

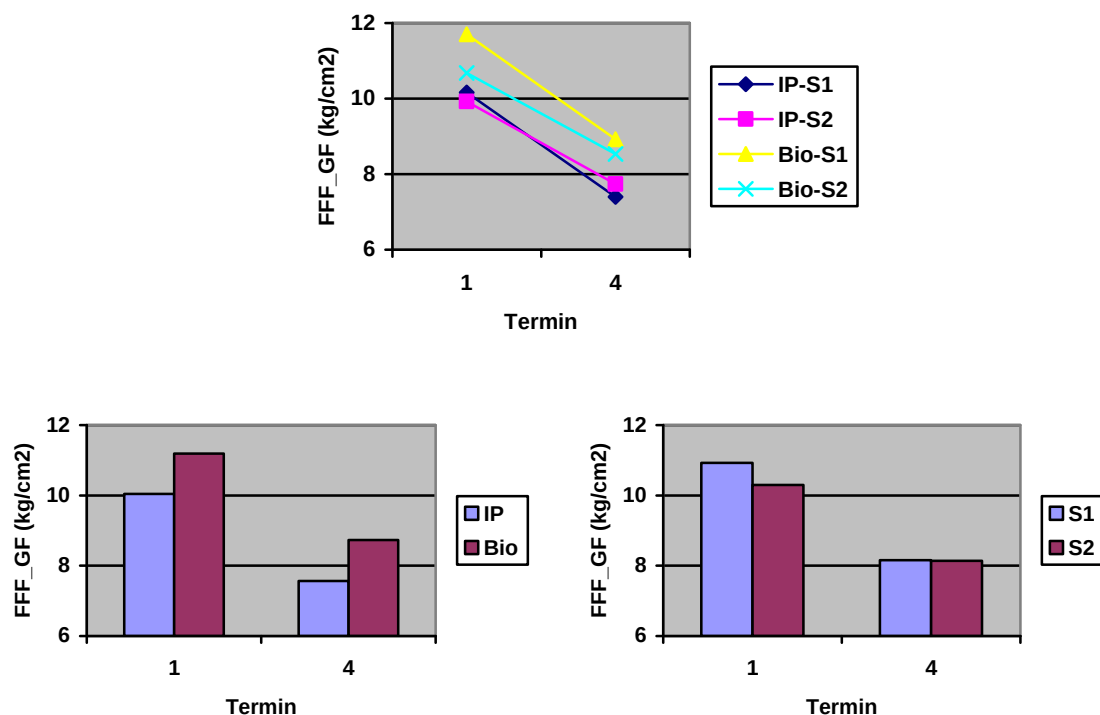


Abbildung 23: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Grundfarbe

Tabelle 35: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Deckfarbe der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	4	*	
IP-S1 *	9,70 a	A	8,25 b	A	8,98 A
IP-S2 *	9,95 a	AC	8,17 b	A	9,06 A
Bio-S1 *	11,52 a	B	8,86 b	B	10,19 B
Bio-S2 *	10,25 a	C	8,05 b	B	9,15 AC
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	10,36 a		8,33 b		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 36: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Deckfarbe der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	9,83	8,21	9,02
Bio	10,88	8,46	9,67
Varianzanalyse	*** p<0,0001	n.s. p=0,1967	*** p<0,0001
S1	10,61	8,56	9,58
S2	10,10	8,11	9,11
Varianzanalyse	** p=0,0072	* p=0,0193	*** p=0,0004

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei p<0,05;

** = hochsignifikantes Ergebnis (p<0,01);

*** = sicheres Ergebnis (p<0,001);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei p<0,05

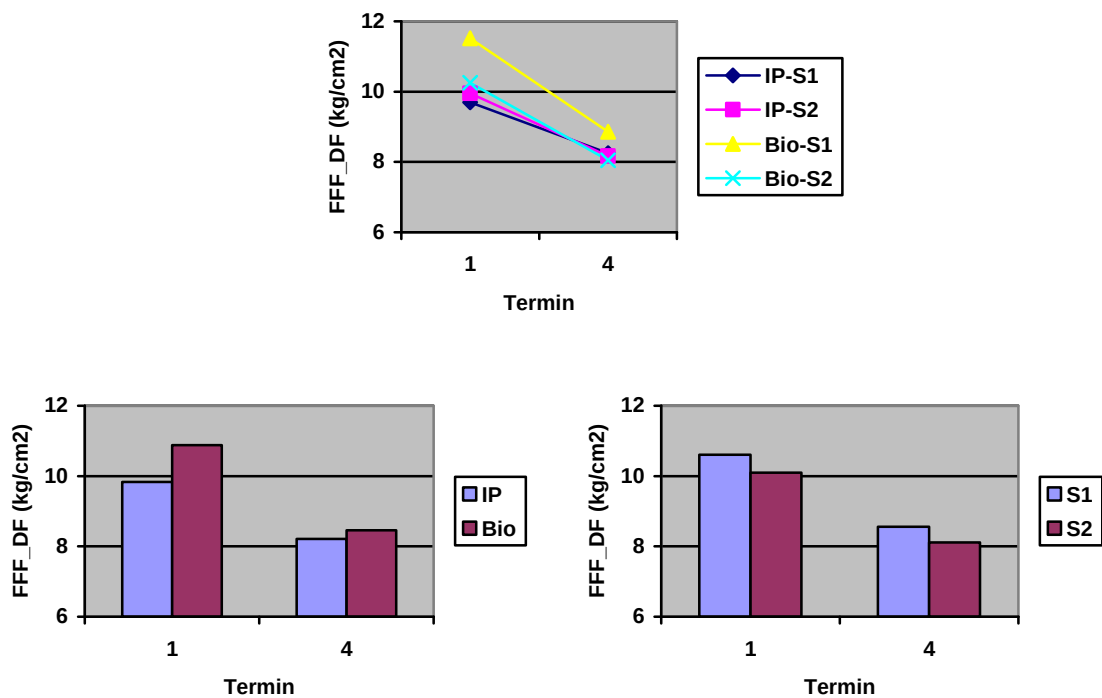


Abbildung 24: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) der Deckfarbe

Tabelle 37: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) im Durchschnitt der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	4	*	
IP-S1 *	9,93 a	A	7,83 b	A	8,88 A
IP-S2 *	9,93 a	A	7,95 b	A	8,94 A
Bio-S1 *	11,61 a	B	8,89 b	B	10,25 B
Bio-S2 *	10,46 a	C	8,29 b	AC	9,38 C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	10,49 a		8,24 b		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 38: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) im Durchschnitt der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	9,93	7,89	8,91
Bio	11,04	8,59	9,81
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$
S1	10,77	8,36	9,57
S2	10,20	8,12	9,16
Varianzanalyse	** $p = 0,0014$	n.s. $p < 0,1839$	** $p = 0,0014$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

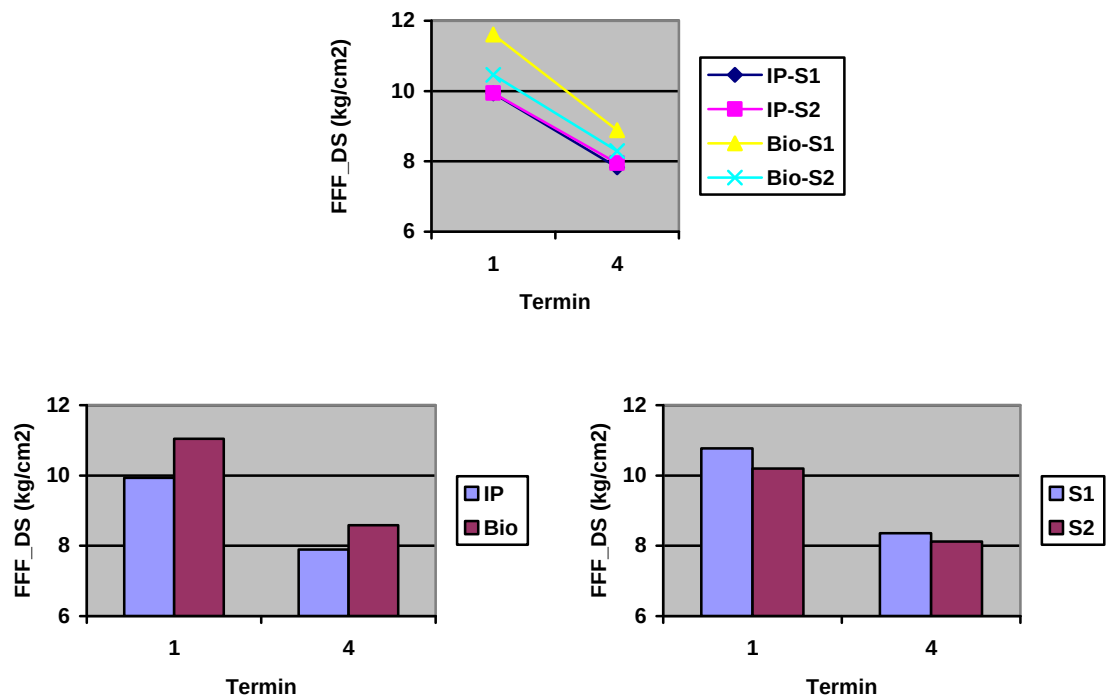


Abbildung 25: Ergebnisse der Fruchtfleischfestigkeit (FFF in kg/cm²) im Durchschnitt

4.1.5 Stärkewert und Reifeindex

Die Ermittlung des **Stärkewerts** ergab zum Erntezeitpunkt Werte von 6-7 (nach der CTIFL-Skala), was nach Kelderer (2003) dem Wert des optimalen Erntezeitpunkts für Äpfel der Sorte Goldrush entspricht. Aufgrund des fortschreitenden Abbaus der Stärke in Zucker steigt der Stärkewert bis zu T2 bei allen Kombinationsvarianten und bei den Mittelwerten signifikant auf 9-10 an (Tabelle 39, Abbildung 26).

Der Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung ergibt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 40).

Offensichtlich hat bei dieser spätreifenden Sorte die Witterung des Wachstumsjahres mehr Einfluss auf die Ausreifung der Früchte und damit des Stärkeabbaus als die Bewirtschaftungsform und die radiästhetische Belastung des Standortes.

Die Berechnung des **Reifeindex** (der die Fruchtfleischfestigkeit, den °Brix- Wert und den Stärkewert miteinschließt) ergibt signifikant (***) niedrigere Werte und dementsprechend eine fortgeschrittenere Reife der Bio- Äpfel im Vergleich zu den IP-Äpfeln (Tabelle 40), auch die einzelnen Kombinationsvarianten unterscheiden sich signifikant voneinander (Tabelle 39). Diese leicht vorverlegte Fruchtreifephase der Bio-Äpfel im Vergleich zu den IP-Äpfeln kann durch den im Bioanbau nicht verwendeten Nährstoff Stickstoff in synthetischer Form und seiner reifeverzögernden Wirkung begründet werden.

Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 40). Auffällig ist jedoch der besonders niedere Wert der unbelasteten Bio-Variante (Bio-S2), was auf eine beschleunigtere Reife auf unbelasteten Standorten in Zusammenhang mit dieser Produktionsform hinweist.

Tabelle 39: Ergebnisse von Stärkewert und Reifeindex der Kombinationsvarianten

	Stärkewert				Mittelwerte aller Termine je Variante	Reifeindex
	Termin 1 *		Termin 2 *			
IP-S1 *	6,66 a	A	9,75 b	A	8,20 A	0,1117 AC
IP-S2 *	6,08 a	A	9,83 b	A	7,95 A	0,1264 B
Bio-S1 *	6,33 a	A	9,66 b	A	8,00 A	0,1125 C
Bio-S2 *	6,75 a	A	9,83 b	A	8,29 A	0,0958 D
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	6,45 a		9,77 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 40: Ergebnisse von Stärkewert und Reifeindex der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Stärkewert			Reifeindex
	Termin 1	Termin 2	Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung	
IP	6,37	9,79	8,08	0,1190
Bio	6,54	9,75	8,14	0,1042
Varianzanalyse	n.s. p=0,4944	n.s. p=0,8642	n.s. p=0,7156	*** p<0,0001
S1	6,50	9,70	8,10	0,1121
S2	6,41	9,83	8,12	0,1111
Varianzanalyse	n.s. p=0,7323	n.s. p=0,6081	n.s. p=0,9033	n.s. p=0,7493

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

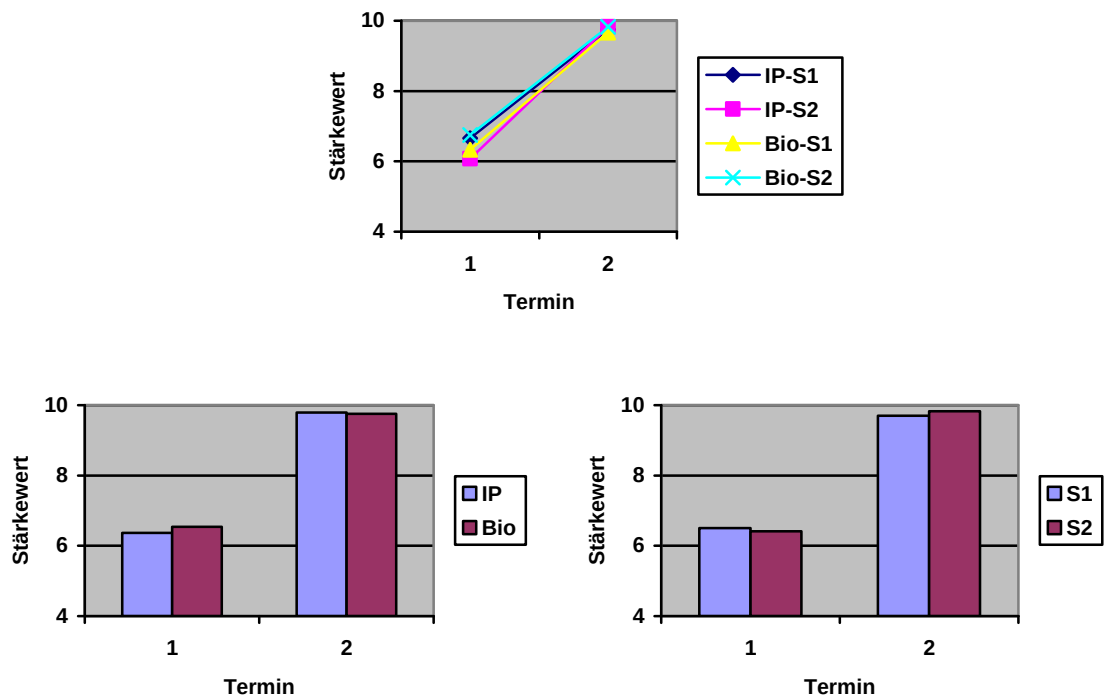


Abbildung 26: Ergebnisse des Stärkewerts

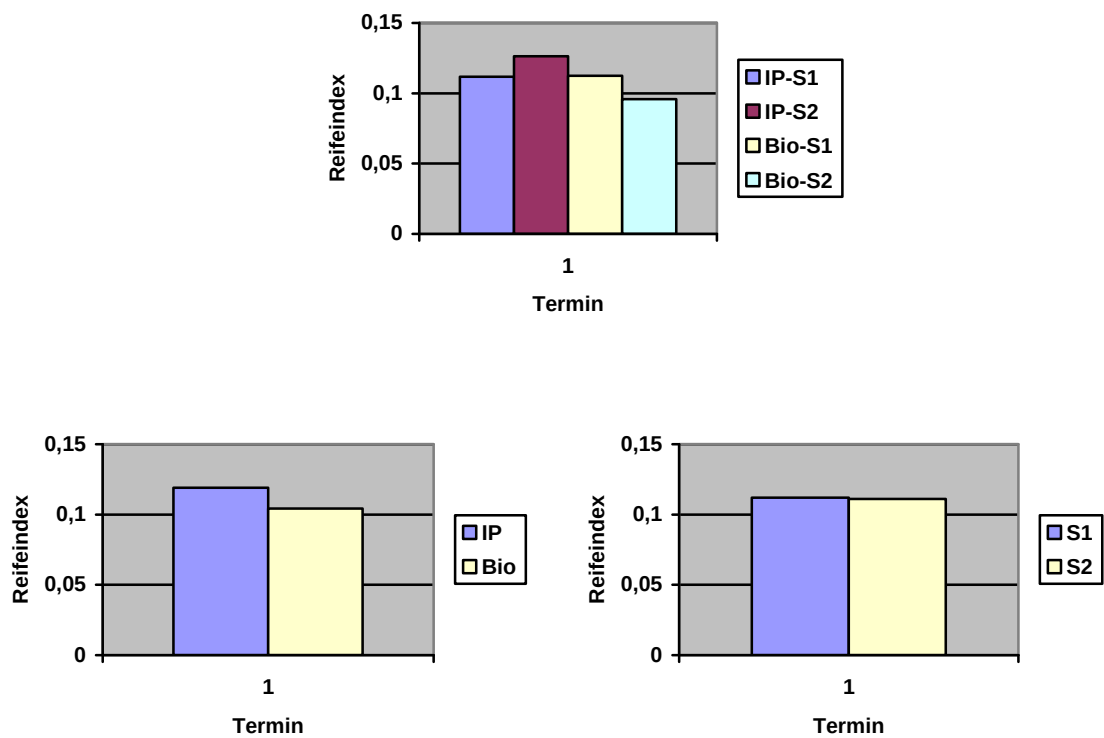


Abbildung 27: Ergebnisse des Reifeindex

4.1.6 Beurteilung der Kernentwicklung

Zu allen Terminen wurde bei den IP-Äpfeln eine höhere Zahl an gut entwickelten **Kernen als positiv beurteilt**. Signifikante Unterschiede zu den Bio-Äpfeln gibt es zu T2 (*), T4 (**) und bei den Mittelwerten (**) aller Termine (Tabelle 42).

Mit Ausnahme der Bio-S1-Variante mit signifikantem Unterschied der Werte zwischen T3 und T4, gibt es bei den anderen Kombinationsvarianten und bei den Mittelwerten aller Varianten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Terminen im Lagerverlauf (Tabelle 41; Abbildung 28).

Die Auswertung der Anzahl an schlecht entwickelten, also **negativ beurteilten Kernen** ergibt im Vergleich zum Erntezeitpunkt eine signifikante Steigerung bei den Kombinationsvarianten (außer bei Bio-S2) und bei den Mittelwerten aller Varianten (Tabelle 43; Abbildung 29).

Zwischen den Bewirtschaftungsvarianten konnten keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Kernentwicklung festgestellt werden (Tabelle 44).

Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergab weder bei den positiv noch bei den negativ beurteilten Kernen signifikante Unterschiede (Tabellen 42, 44).

Dieses Ergebnis lässt auf eher befruchtungstechnische (bestäubungsinsektenabhängige) und eventuell spurenelementbedingte (z.B. beim Spurenelement Bor) Unterschiede der Kernanzahl schließen. Da beim Bioanbau kaum eine geregelte und auf Spurenelementversorgung aufgebaute mineralische Düngung verwendet wird, kann ein partieller und eventuell auf vegetationsbedingten Nährstoffdisharmonien basierender Nährstoffmangel solche Kernanzahlunterschiede und damit auch Ertragsminderungen induzieren [KEPPEL, mündlich, 2010]. Hinsichtlich dieses Parameters wären weiterführende befruchtungsphysiologische Untersuchungen angezeigt.

Tabelle 41: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	9,11 a	A	10,02 a	A	9,58 a	A	10,02 a	A	9,68	A
IP-S2 *	9,36 a	A	9,80 a	A	9,50 a	A	9,83 a	A	9,62	A
Bio-S1 *	9,41 ab	A	9,52 ab	A	9,69 a	A	8,25 b	B	9,22	AB
Bio-S2 *	8,91 a	A	8,36 a	B	9,22 a	A	9,30 a	AB	8,95	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	9,20 a		9,43 a		9,50 a		9,35 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 42: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	9,23	9,91	9,54	9,93	9,65
Bio	9,16	8,94	9,45	8,77	9,08
Varianzanalyse	n.s. p=0,8680	* p=0,0203	n.s. p=0,8419	** p=0,0060	** p<0,0065
S1	9,26	9,77	9,63	9,13	9,45
S2	9,13	9,08	9,36	9,56	9,28
Varianzanalyse	n.s. p=0,7648	n.s. p=0,0969	n.s. p=0,5062	n.s. p=0,3029	n.s. p=0,4245

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

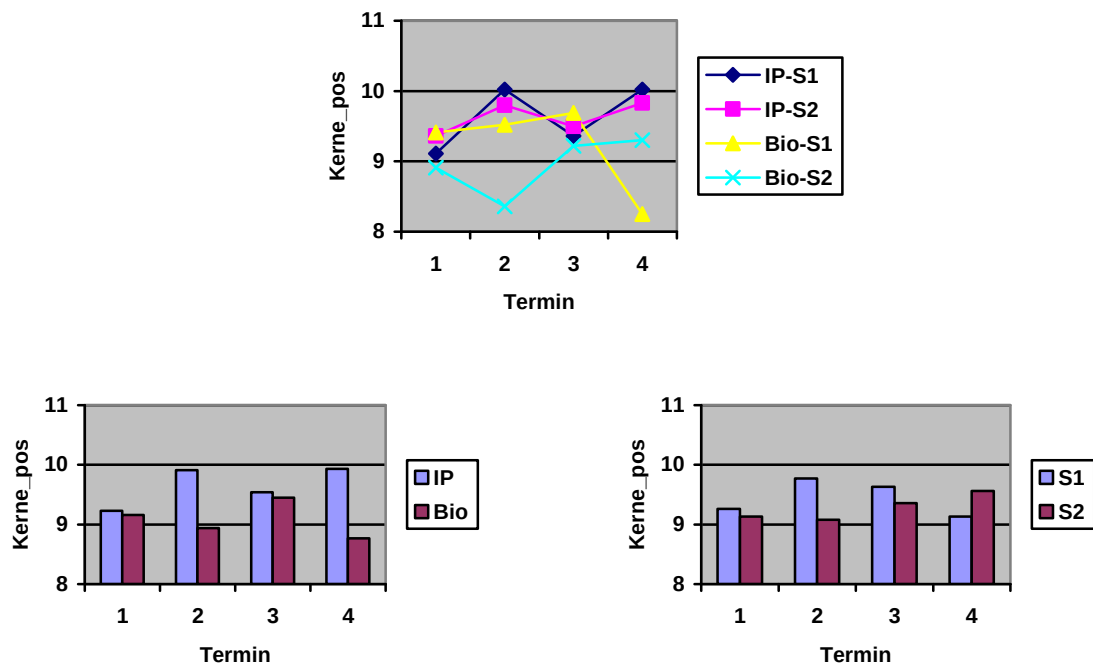


Abbildung 28: Ergebnisse der Anzahl an positiv beurteilten Kernen

Tabelle 43: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *	
	1	*	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	0,86 a	A	1,69 ab	A	2,05 b	A	1,97 b	A	1,64	A
IP-S2 *	0,83 a	A	2,44 b	A	1,77 b	A	1,88 b	A	1,73	A
Bio-S1 *	1,19 a	A	2,50 b	A	1,83 ab	A	2,69 b	A	2,05	A
Bio-S2 *	1,44 a	A	2,27 a	A	1,69 a	A	2,05 a	A	1,86	A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	1,08 a		2,22 b		1,83 b		2,15 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 44: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	0,84	2,06	1,91	1,93	1,69
Bio	1,31	2,38	1,76	2,37	1,96
Varianzanalyse	n.s. p=0,1372	n.s. p=0,3144	n.s. p=0,6380	n.s. p=0,1618	n.s. p=0,0883
S1	1,02	2,09	1,94	2,33	1,85
S2	1,13	2,36	1,73	1,97	1,80
Varianzanalyse	n.s. p=0,7263	n.s. p=0,4059	n.s. p=0,5126	n.s. p=0,2555	n.s. p=0,7551

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

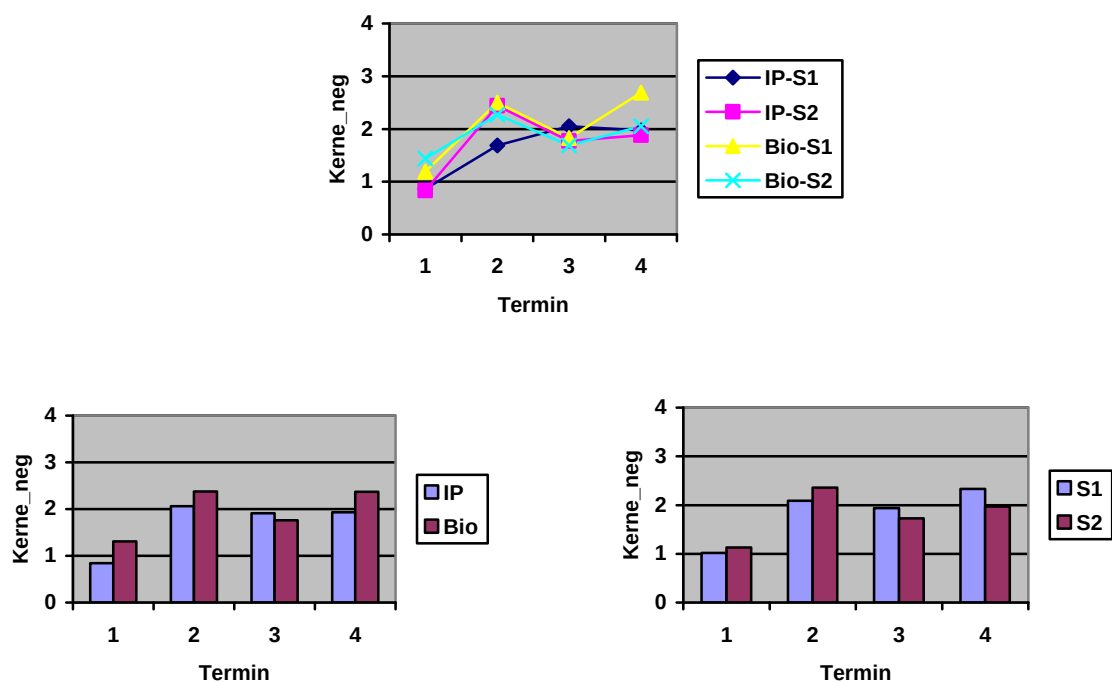


Abbildung 29: Ergebnisse der Anzahl an negativ beurteilten Kernen

4.1.7 Lösliche Trockensubstanz (°Brix-Wert)

Allein die Betrachtung der Abbildung 30 lässt eindeutige Unterschiede des °Brix-Wertes erkennen. Zu allen Terminen weisen die Bio-Äpfel signifikant (***) höhere Werte auf als die IP-Äpfel (Tabelle 46). Im Verlauf der Lagerung ist zu T2 eine leichte Steigerung (mit signifikantem Unterschied der Mittelwerte aller Varianten) zu beobachten, die zu den weiteren Terminen wieder leicht (Tabelle 45; Abbildung 30) absinkt. Der Vergleich der Varianten der radiästhetischen Belastung ergibt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 46).

Über diesen Parameter kann die in dieser Arbeit festgestellte frühere Erntereife der Bio-Früchte bestätigt werden, ebenso der höhere Gehalt an löslicher Trockensubstanz der Bio-Früchte. Auch bei dieser Beobachtung kann die geringere Stickstoffdüngung der Bio-Varianten und das damit verbundene geringere Baumwachstum und etwas geringerer Einzelbaumertrag zu diesen Ergebnissen der höheren inneren Fruchtqualität führen. Vom Flavour (Aroma und Geschmack) her würden die Bio-Äpfel den IP-Äpfeln vorzuziehen sein, da erstere wesentlich höhere Anteile geschmacksbestimmender Stoffe aufweisen.

Tabelle 45: Ergebnisse des °Brix-Werts der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	13,31 a	A	14,13 a	A	13,96 a	A	13,96 a	A	13,84	A
IP-S2 *	13,00 a	A	13,66 a	A	13,88 a	A	13,80 a	A	13,58	A
Bio-S1 *	16,86 a	B	17,58 a	B	17,06 a	B	16,73 a	B	17,06	B
Bio-S2 *	16,55 a	B	17,73 a	B	16,88 a	B	17,18 a	B	17,08	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	14,93 a		15,77 b		15,45 ab		15,42 ab			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 46: Ergebnisse des °Brix-Werts der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	13,15	13,90	13,92	13,88	13,71
Bio	16,70	17,65	16,97	16,95	17,07
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	15,09	15,85	15,51	15,35	15,45
S2	14,77	15,70	15,38	15,49	15,33
Varianzanalyse	n.s. p=0,4913	n.s. p=0,7305	n.s. p=0,7717	n.s. p=0,7579	n.s. p=0,6172

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei p<0,05;

** = hochsignifikantes Ergebnis (p<0,01);

*** = sicheres Ergebnis (p<0,001);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei p<0,05

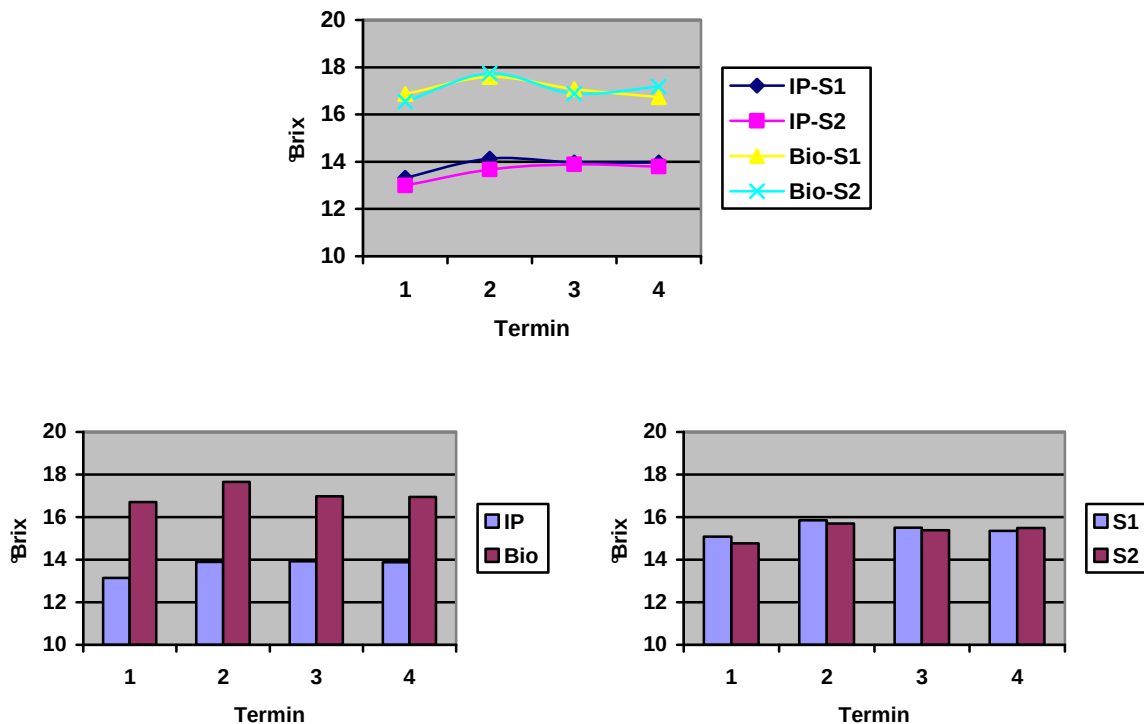


Abbildung 30: Ergebnisse des °Brix-Werts

4.1.8 Titrationsacidität (titrierbare Säure)

Zum Erntezeitpunkt wurden im Durchschnitt aller Varianten 6 ml **titrierbare Säure** ermittelt (Tabelle 47). Die Bio-Äpfel weisen trendmäßig etwas höhere Werte auf, jedoch gibt es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsvarianten. Auch bei den weiteren Terminen gibt es keine signifikanten Unterschiede, weder bei den Kombinationsvarianten noch beim Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung (Tabellen 47, 48).

Im Laufe der Lagerung nimmt die titrierbare Säure stetig bei allen Varianten mit signifikantem Unterschied bis zu einem durchschnittlichen Wert von 4,31 ml ab (Tabelle 47; Abbildung 31). Dies zeigen auch Erfahrungen aus der Praxis, da mit zunehmender Lagerdauer ein natürlicher Säureabbau stattfindet, der wegen des sinkenden Fruchtsäuregehalts zu einer Widerstandssenkung gegenüber parasitären Lagererkrankungen führen kann [KEPPEL, mündlich, 2010].

Aus Abbildung 31 ist ersichtlich, dass die Bio-Varianten einem höheren Säureabbau unterliegen als die IP-Varianten.

Tabelle 47: Ergebnisse der titrierbaren Säure (ml Verbrauch NaOH)
der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	5,92 a	A	5,56 a	A	5,00 ab	A	4,34 b	A	5,20	A
IP-S2 *	5,72 a	A	5,52 ab	A	4,93 ab	A	4,37 b	A	5,14	A
Bio-S1 *	6,16 a	A	5,80 ab	A	4,80 bc	A	4,26 c	A	5,26	A
Bio-S2 *	6,24 a	A	5,99 ab	A	4,88 bc	A	4,28 c	A	5,35	A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	6,01 a		5,72 a		4,90 b		4,31 c			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 48: Ergebnisse der titrierbaren Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	5,82	5,54	4,96	4,35	5,17
Bio	6,20	5,90	4,84	4,27	5,30
Varianzanalyse	n.s. p=0,3580	n.s. p=0,3853	n.s. p=0,7678	n.s. p=0,8441	n.s. p=0,5239
S1	6,04	5,68	4,90	4,30	5,23
S2	5,98	5,76	4,90	4,32	5,24
Varianzanalyse	n.s. p=0,8882	n.s. p=0,8496	n.s. p=0,9945	n.s. p=0,9498	n.s. p=0,9534

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

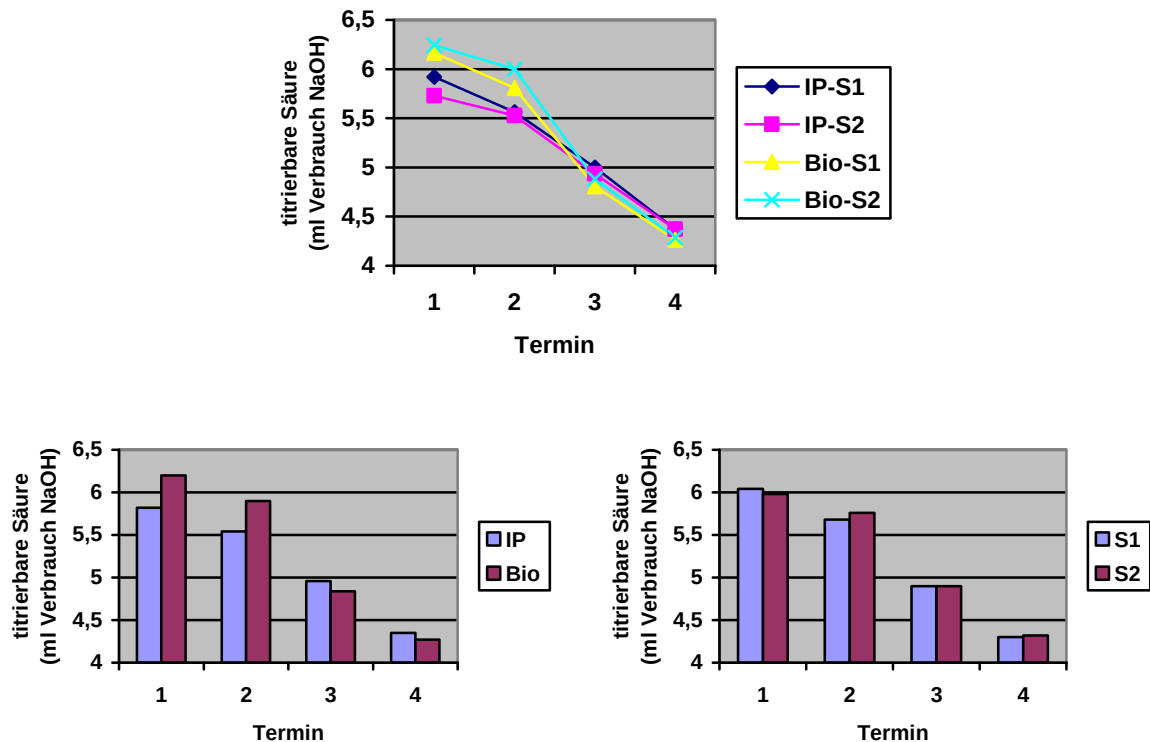


Abbildung 31: Ergebnisse der titrierbaren Säure (in ml Verbrauch NaOH)

4.1.9 Vitamin C-Gehalt (Ascorbinsäuregehalt)

Die Bio-Äpfel weisen deutlich mehr **Vitamin C** auf als die IP-Äpfel (Abbildung 32). Zu allen Terminen unterscheidet sich der Vitamin C-Gehalt der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich signifikant (*, ***) voneinander (Tabelle 50; Abbildung 32).

Dies bestätigt auch die Zusammenfassung vielfacher Studien von VELIMIROV und MÜLLER (2003, 3), wonach biologische Produkte tendenziell höhere Vitamin C-Gehalte aufweisen. Während der Gehalt an natürlichem Vitamin C bei den IP-Äpfeln im Laufe der Lagerung kontinuierlich steigt, verlaufen die Kurven der Bio-Äpfel sprunghaft, so sinken die Werte zu T2 zunächst etwas ab, steigen zu T3 hoch an und sinken zu T4 wieder annähernd auf das Ausgangsniveau ab (Abbildung 32). Bei allen Kombinationsvarianten und beim Mittelwert aller Varianten ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen den Terminen (Tabelle 49). Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt ab T2 höhere Werte der S1-Variante mit signifikantem (*) Unterschied zu T3 und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabelle 50).

Da es sich bei der Sorte „Goldrush“ um deckfarbenbezogen überwiegend gelbe Früchte handelt, scheidet eine mögliche Beeinflussung der Ergebnisse durch eine mögliche anteilige anthocyanbedingte Rotfärbung des Saftes durch eine rötliche Deckfarbe weitgehend aus [KEPPEL, mündlich, 2010].

Aus ernährungsphysiologischer Sicht und der antioxidativen Wirkung von Vitamin C wären die Bio-Äpfel den IP-Äpfeln vorzuziehen.

Tabelle 49: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	93,16 a	AB	106,17 ab	A	124,33 b	A	119,00 b	A	110,67 A
IP-S2 *	92,66 a	A	99,50 ab	AB	112,83 ab	A	119,33 b	A	106,08 A
Bio-S1 *	137,83 a	B	136,17 a	BC	170,67 b	A	145,50 ac	A	147,54 B
Bio-S2 *	139,00 ab	AB	124,50 a	C	150,67 b	A	126,17 a	A	135,08 C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	115,67 a		116,58 ac		139,63 b		127,50 c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 50: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	92,91	102,83	118,58	119,17	108,38
Bio	138,42	130,33	160,67	135,83	141,31
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p = 0,0008$	*** $p < 0,0001$	* $p = 0,0371$	*** $p < 0,0001$
S1	115,50	121,17	147,50	132,25	129,10
S2	115,83	112,00	131,75	122,75	120,58
Varianzanalyse	n.s. $p = 0,9663$	n.s. $p = 0,2472$	* $p = 0,0485$	n.s. $p = 0,2306$	* $p = 0,0354$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

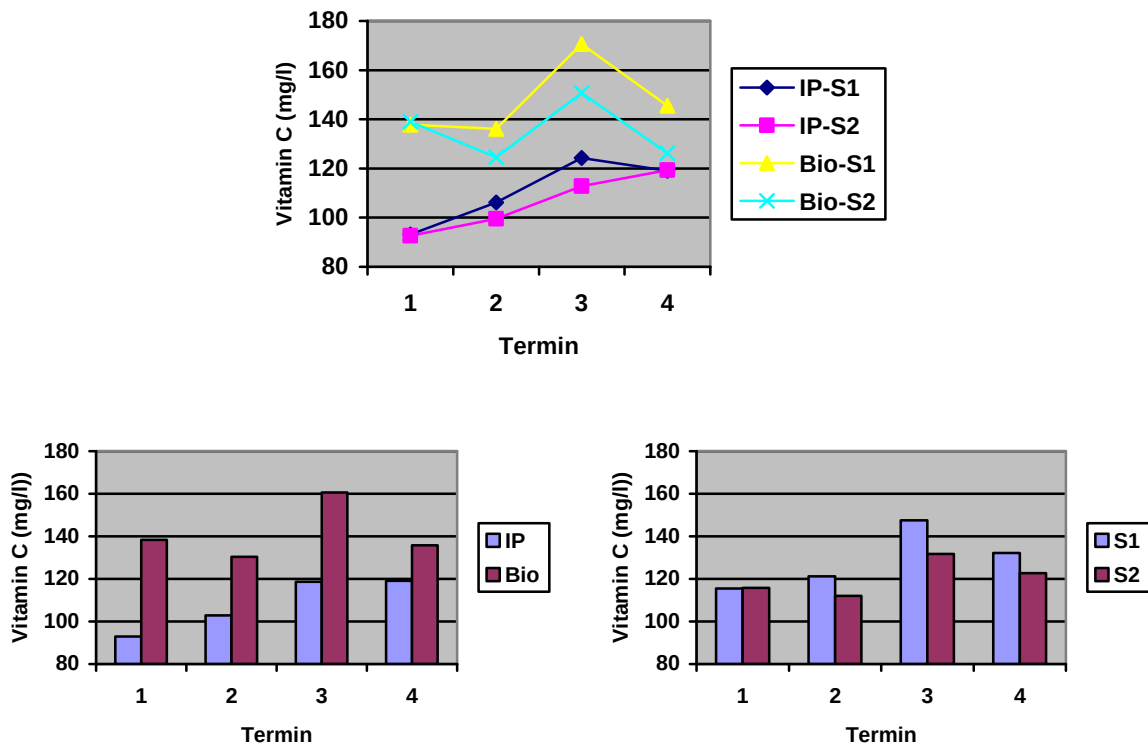


Abbildung 32: Ergebnisse des Vitamin C-Gehalts (in mg/l)

4.1.10 Elektrochemische Messungen und P-Wert

Der **pH-Wert** liegt zum Erntezeitpunkt bei allen Kombinationsvarianten in etwa auf gleicher Höhe (Tabelle 51). Im Laufe der Lagerung steigt der pH-Wert analog dem Fruchtsäureabbau kontinuierlich an, jedoch verläuft die Kurve der Bio-Äpfel etwas steiler, das heißt, die pH-Werte sind zum Erntezeitpunkt nur gering und zu den späteren Untersuchungsterminen deutlich höher als die der IP-Äpfel (Abbildung 33). Ab T2 unterscheiden sich die Bewirtschaftungsvarianten signifikant (*,**) voneinander, die Mittelwerte ergeben ein sicheres Ergebnis (***) (Tabelle 52).

Sowohl bei den einzelnen Kombinationsvarianten als auch bei den Mittelwerten aller Varianten je Termin gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Terminen (Tabelle 51). Zu allen Terminen lässt sich ein höherer Wert der belasteten Variante (S1) beobachten, signifikante Unterschiede gibt es jedoch keine (Tabelle 52).

Zum Erntezeitpunkt bewegen sich die Werte der **Redoxpotential**messung zwischen 296mV (Bio-S1) und 337mV (IP-S2) mit signifikantem Unterschied zwischen den beiden Extremwerten. Auch zu T2 und bei den Mittelwerten aller Termine je Variante gibt es signifikante Unterschiede zwischen den Kombinationsvarianten, zu T3 und T4 nicht, da alle Werte nahe beieinander liegen (Tabelle 53).

Im Verlauf der Termine zeigt sich bei den IP-Varianten ein signifikanter Fall der Werte zu T2, zu den weiteren Terminen steigen sie wieder auf das etwa gleiche Niveau der Bio-Varianten (Abbildung 34).

Die Ergebnisse der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich ergeben zum Erntezeitpunkt, zu T3 und T4 jeweils niedrigere Werte der Bio-Äpfel (Tabelle 54), d.h. dass diese elektronenreicher und aus elektrochemischer Sicht wertvoller sind, da niedrigere Redoxpotentialwerte eine höhere Fähigkeit zum Aufbau struktureller Ordnung und eine höhere antioxidative Wirkung bedeuten. Zu T2 hingegen zeigen die IP-Äpfel signifikant (***) niedrigere Werte auf (Tabelle 54), wonach diese zu diesem Zeitpunkt eine höhere Fruchtqualität signalisieren.

Das starke Absinken des Redoxpotentialwerts der IP-Äpfel dürfte jedoch mit der im Vergleich zu den Bio-Äpfeln etwas verzögerten Reife und bzw. oder einer Reaktion aufgrund anderer Einflussfaktoren zusammenhängen (siehe dazu Kapitel 2.4.2.3, S.16-17).

Beim Vergleich der radiästhetischen Belastung konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, dennoch lassen sich zu allen Terminen niedrigere Werte der belasteten Variante (S1) beobachten (Tabelle 54; Abbildung 34).

Zum Erntezeitpunkt sind die Werte der **Leitfähigkeit** der IP-Varianten niedriger als die der Bio-Varianten. Signifikanter Unterschied besteht nur zwischen den Extremwerten 2,06 (IP-S2) und 2,26 (Bio-S1) (Tabelle 55).

Im Verlauf der Lagerung lässt sich eine leicht sinkende Tendenz der Werte aller Kombinationsvarianten beobachten, aber es besteht kein signifikanter Unterschied zwischen den Terminen, weder bei den Kombinationsvarianten, noch bei den Mittelwerten aller Varianten (Tabelle 55; Abbildung 35).

Die Auswertung der Ergebnisse in Tabelle 56 zeigt zu allen Terminen niedrigere Werte der IP-Äpfel mit signifikantem Unterschied zu T2 (*) und bei den Mittelwerten aller Termine (**) und niedrigere Werte der radiästhetisch unbelasteten Varianten (S2), jedoch ohne signifikantem Unterschied.

Niedrigere Leitfähigkeitswerte entsprechen einem höheren spezifischen Widerstand, was auf intaktere Zellwände der Messprobe und eine damit verbundene höhere Qualität schließen lässt. Demnach sind die IP-Äpfel sowie die Äpfel der radiästhetisch unbelasteten Variante (S2) aufgrund ihrer größeren Zellwandstabilität als qualitativ besser einzustufen. Die hypothetische Annahme, dass eine hohe Fruchtfleischfestigkeit, in diesem Fall der Bio-Äpfel (siehe dazu S.68), mit einem hohen spezifischen Widerstand einhergeht, konnte damit nicht bestätigt werden.

Zum Erntezeitpunkt streuen die **P-Werte** von 548,67 μ W (Bio-S1) bis 606,33 μ W (IP-S2) ohne signifikanten Unterschied zwischen den Kombinationsvarianten (Tabelle 57), zusammengefasst weisen die Bio-Äpfel jedoch etwas niedrigere Werte auf als die IP-Äpfel (Tabelle 58). Während die Werte der beiden Bio-Varianten im Lagerverlauf leicht ansteigen, fallen die Werte der IP-Varianten zu T2 signifikant stark ab und steigen dann wieder auf etwa dasselbe Niveau der Bio-Varianten (Abbildung 36). Signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten ergeben sich zu T2 (****) und bei den Mittelwerten aller Termine (*) mit jeweils niedrigerem Wert der IP-Äpfel (Tabelle 58).

Bezüglich der radiästhetischen Belastung konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 58), jedoch zeigt die Abbildung 36 niedrigere Werte der belasteten Variante (S1) zu T1 und T2.

Da eine hohe physiologische Produktqualität mit einem niedrigen P-Wert verbunden ist, sind die Bio-Äpfel zum Erntezeitpunkt als qualitativ besser einzustufen, zu T3 und T4 sind keine relevanten Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten zu verzeichnen (Tabelle 58). Der sprunghafte Abfall des P-Wertes der IP-Äpfel zu T2 könnte in Zusammenhang mit der etwas verzögerten Reifeentwicklung der IP-Äpfel im Vergleich zu den Bio-Äpfeln stehen, da nach HOFFMANN et al. (2007, 98) der optimale physiologische Reifezustand mit einem niedrigen P-Wert einhergeht. Jedoch könnten hier zusätzlich oder vielleicht auch ausschließlich andere Einflussfaktoren (wie Düngemittel, Pflanzenschutz- oder Bodenbearbeitungsmaßnahmen) eine Reaktion der Früchte in diesem Zeitraum ausgelöst haben, die schließlich zu diesen Ergebnissen führten. Der Einfluss dieser möglichen Faktoren, die in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurden, müsste in weiterführenden Untersuchungen abgeklärt werden.

Der zu beobachtende Anstieg des P-Werts im Laufe der Lagerung belegt die Qualitätsminderung mit zunehmender Lagerdauer [HOFFMANN et al., 2007, 98]. In diesem Zusammenhang lässt das starke Ansteigen des P-Werts der IP-Äpfel von T2 zu T3 darauf schließen, dass Äpfel der integrierten Produktionsform empfindlicher auf Lagerstress reagieren beziehungsweise einem höheren Frucht- und/oder Produktionsstress unterliegen als die Äpfel aus biologischer Produktion.

Tabelle 51: Ergebnisse des pH-Werts der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	3,13 a	A	3,18 a	A	3,22 ab	A	3,30 b	A	3,21 A
IP-S2 *	3,13 a	A	3,19 a	A	3,20 ab	A	3,29 b	A	3,20 A
Bio-S1 *	3,18 a	A	3,29 b	B	3,33 b	B	3,44 c	B	3,31 B
Bio-S2 *	3,14 a	A	3,23 ab	AB	3,29 bc	AB	3,37 c	AB	3,26 C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	3,15 a		3,22 b		3,26 b		3,35 c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 52: Ergebnisse des pH-Werts der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	3,13	3,19	3,21	3,29	3,21
Bio	3,16	3,26	3,31	3,40	3,28
Varianzanalyse	n.s. p=0,3704	* p=0,0386	** p=0,0033	** p=0,0014	*** p<0,0001
S1	3,16	3,24	3,28	3,37	3,26
S2	3,14	3,21	3,24	3,33	3,23
Varianzanalyse	n.s. p=0,5835	n.s. p=0,3974	n.s. p=0,2851	n.s. p=0,2742	n.s. p=0,0823

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

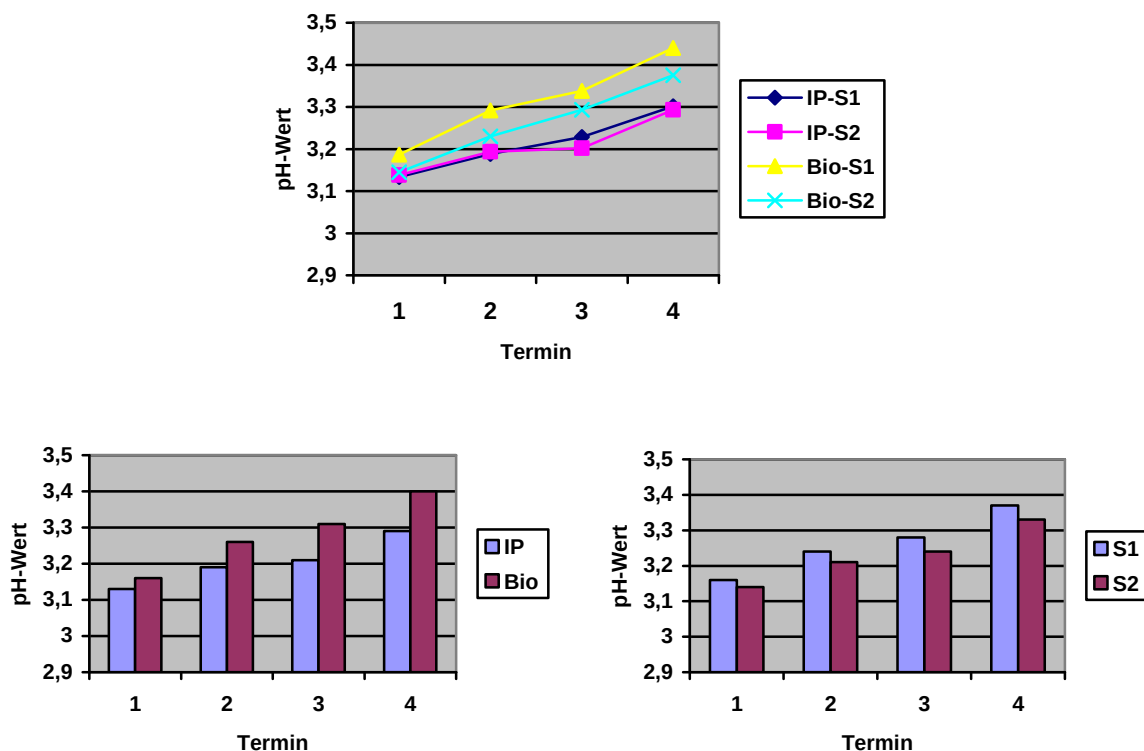


Abbildung 33: Ergebnisse des pH-Werts

Tabelle 53: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	309,50 a	AB	229,67 b	A	341,83 a	A	334,67 a	A	303,92 A
IP-S2 *	337,50 a	A	261,33 b	AB	346,50 a	A	342,33 a	A	321,92 AB
Bio-S1 *	296,50 a	B	299,50 a	BC	331,33 a	A	329,67 a	A	314,25 AB
Bio-S2 *	310,83 a	AB	309,83 a	C	338,50 a	A	334,33 a	A	323,50 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	313,58 a		275,08 b		339,54 c		335,25 c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 54: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	323,50	245,50	344,17	338,50	312,92
Bio	303,67	304,67	334,92	332,00	318,81
Varianzanalyse	n.s. p=0,1519	*** p<0,0001	n.s. p=0,5019	n.s. p=0,6368	n.s. p=0,3998
S1	303,00	264,58	336,58	332,17	309,08
S2	324,17	285,58	342,50	338,33	322,65
Varianzanalyse	n.s. p=0,1265	n.s. p=0,1295	n.s. p=0,6673	n.s. p=0,6541	n.s. p=0,0550

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

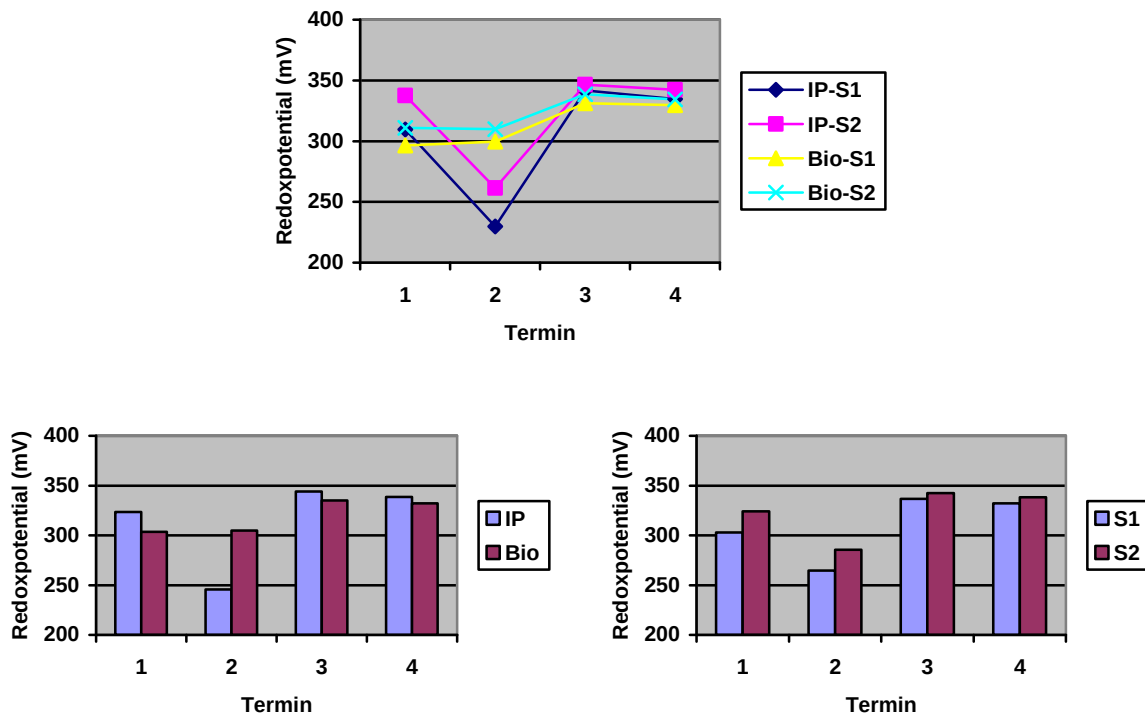


Abbildung 34: Ergebnisse des Redoxpotentials (in mV)

Tabelle 55: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	2,15 a	AB	2,06 a	A	2,04 a	A	2,05 a	A	2,07 A
IP-S2 *	2,06 a	A	2,06 a	A	2,03 a	A	2,05 a	A	2,05 A
Bio-S1 *	2,26 a	B	2,25 a	B	2,16 a	A	2,21 a	A	2,22 B
Bio-S2 *	2,19 a	AB	2,19 a	AB	2,07 a	A	2,06 a	A	2,13 AB
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	2,17 a		2,14 a		2,07 a		2,09 a		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 56: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	2,10	2,06	2,03	2,05	2,06
Bio	2,23	2,22	2,12	2,14	2,17
Varianzanalyse	n.s. p=0,0714	* p=0,0181	n.s. p=0,2177	n.s. p=0,2046	** p=0,0013
S1	2,21	2,16	2,10	2,13	2,15
S2	2,12	2,12	2,05	2,05	2,09
Varianzanalyse	n.s. p=0,2361	n.s. p=0,6275	n.s. p=0,4820	n.s. p=0,2710	n.s. p=0,0884

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

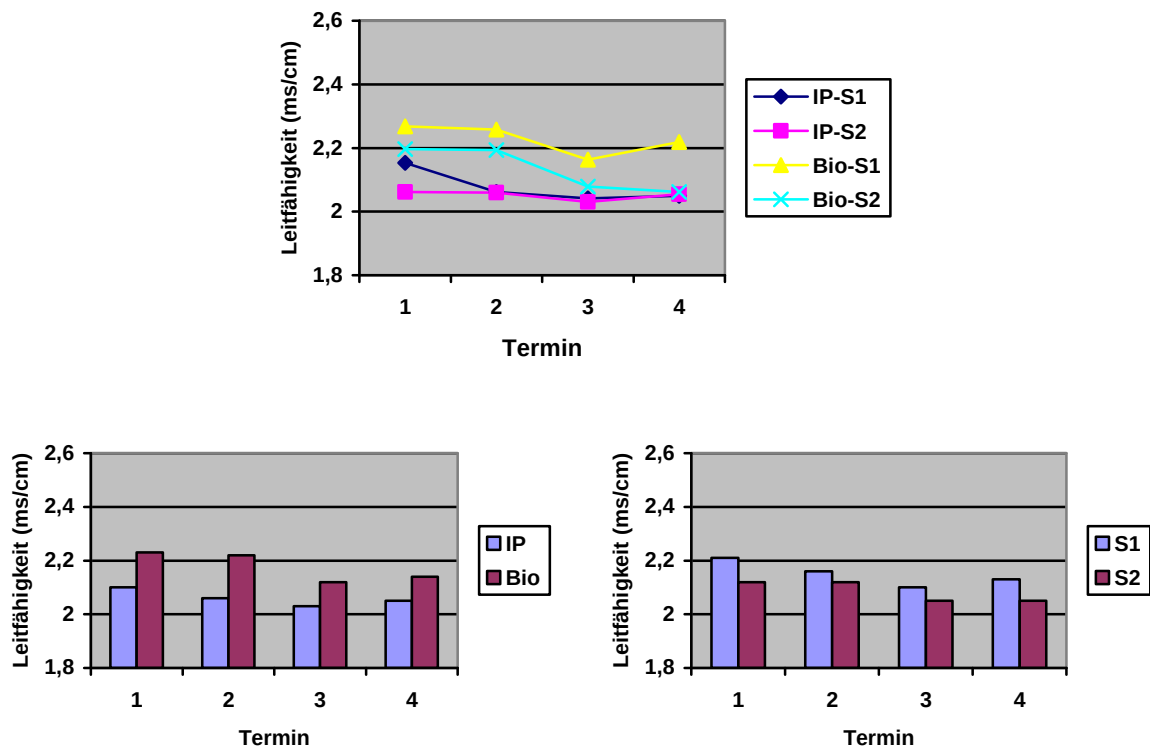


Abbildung 35: Ergebnisse der Leitfähigkeit (in mS/cm)

Tabelle 57: Ergebnisse des P-Werts (in μW) der Kombinationsvarianten

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	566,33 a	A	390,17 b	A	603,50 a	A	592,00 a	A	538,00 A
IP-S2 *	606,33 a	A	459,00 b	A	603,50 a	A	617,67 a	A	571,63 AB
Bio-S1 *	548,67 a	A	581,50 a	B	604,83 a	A	623,50 a	A	589,63 B
Bio-S2 *	580,33 a	A	582,00 a	B	602,83 a	A	589,00 a	A	588,54 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	575,42 a		503,17 b		603,67 a		605,54 a		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal

Tabelle 58: Ergebnisse des P-Werts (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	586,33	424,58	603,50	604,83	554,81
Bio	564,50	581,75	603,83	606,25	589,08
Varianzanalyse	n.s. $p=0,4867$	*** $p<0,0001$	n.s. $p=0,9915$	n.s. $p=0,9639$	* $p=0,0333$
S1	557,50	485,83	604,17	607,75	563,81
S2	593,33	520,50	603,17	603,33	580,08
Varianzanalyse	n.s. $p=0,2548$	n.s. $p=0,2704$	n.s. $p=0,9745$	n.s. $p=0,8879$	n.s. $p=0,3070$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p<0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p<0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p<0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p<0,05$

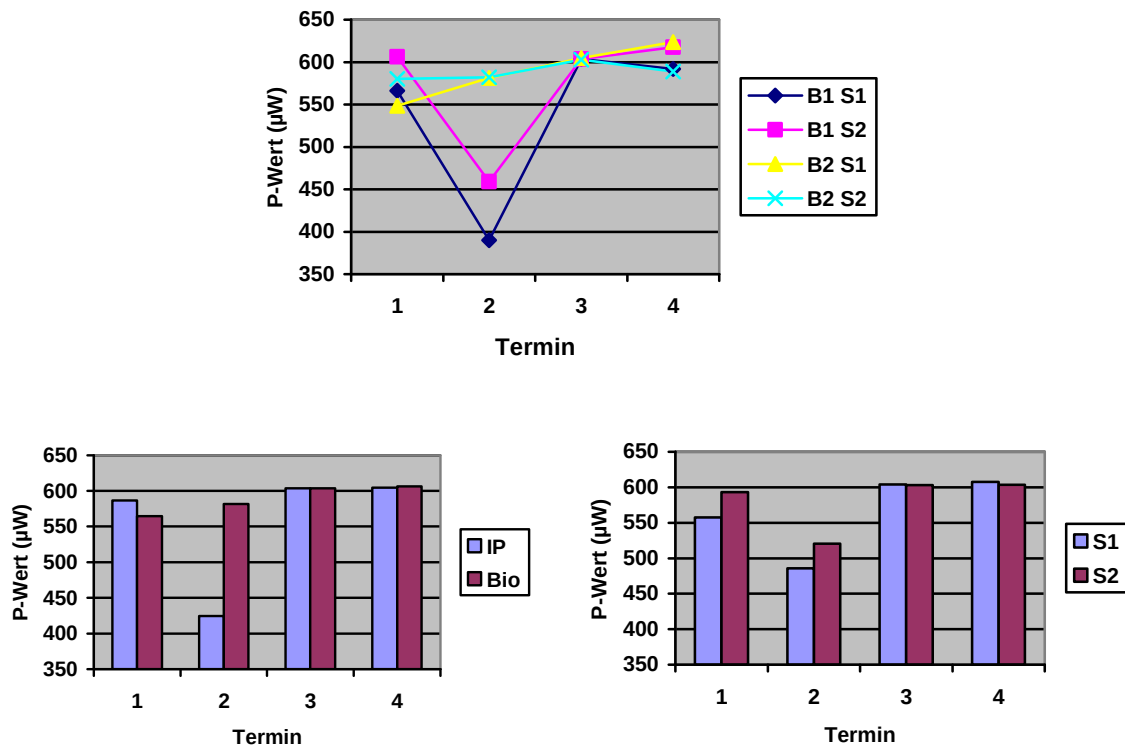


Abbildung 36: Ergebnisse des P-Werts (in μW)

4.1.11 Biophotonenemissionsmessung (Methode ohne Wertnormierung)

Zu allen Terminen weisen die Bio-Äpfel signifikant (*, **, ***) geringere Biophotonenmissionen auf als die IP-Äpfel (Tabelle 60), was auf einen höheren Biophotonengehalt sowie auf eine höhere Lichtspeicherfähigkeit und somit auf eine höhere physiologische Qualität der Bio-Äpfel schließen lässt [POPP, 2003]. Auch die angeführten Erfahrungen von BISCHOF (1995, 332) bestätigen dies. Im Verlauf der Lagerung gibt es bei den IP-Varianten signifikante Unterschiede zwischen den Terminen, die Werte steigen zu T2 zunächst an und sinken zu T3 und T4 wieder ab (Tabelle 60; Abbildung 37). Bei den Bio-Äpfeln steigen die Werte bis zu T3 leicht an und sinken zu T4 auch wieder ab, ohne signifikanten Unterschieden zwischen den Terminen (Tabelle 59; Abbildung 37). Zunächst scheint also die Lichtspeicherfähigkeit im Laufe der Lagerung aufgrund der höheren Biophotonenemissionen zu sinken, was auch die Auffassung von POPP (1991, 101-112) bestätigt, steigt aber zu T4 wieder an, wonach die Speicherfähigkeit für Licht und somit die Qualität wieder steigen würde. Man könnte dieses Ergebnis aber auch so interpretieren, dass die Äpfel nach längerer Lagerdauer infolge der Zellwandstabilitätsverringering sowie anderer natürlicher Abbauprozesse in der Frucht gar nicht mehr soviel Licht aufnehmen und somit auch nicht abgeben können. Demnach würde die Fähigkeit der Aufnahme von Licht bei den IP-Äpfeln schon nach der ersten Lagerperiode (ab T2) sinken, bei den Bio-Äpfeln erst nach der zweiten Lagerperiode (ab T3) (Abbildung 37). Dies lässt auf eine kompaktere Fruchtfleischkonsistenz der Biofrüchte, die auch durch die Messung der Fruchtfleischfestigkeit bestätigt wird, schließen und könnte auf einen eventuell höheren Gehalt an lichtspeichernden Vitalstoffen in Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz hinweisen [KEPPEL, mündlich, 2010].

Bezüglich der radiästhetischen Belastung konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Belastungsstufen festgestellt werden (Tabelle 60).

Tabelle 59: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen) der Kombinationsvarianten (Methode ohne Wertnormierung)

	Termin								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	3,6 • 10 ⁶ ab		4,9 • 10 ⁶ a		4,5 • 10 ⁶ ab		3,0 • 10 ⁶ b		4,0 • 10 ⁶ A
IP-S2 *	3,7 • 10 ⁶ ab		5,2 • 10 ⁶ a		4,5 • 10 ⁶ ab		3,2 • 10 ⁶ b		4,2 • 10 ⁶ A
Bio-S1 *	2,0 • 10 ⁶ a		2,5 • 10 ⁶ a		3,2 • 10 ⁶ a		2,3 • 10 ⁶ a		2,5 • 10 ⁶ B
Bio-S2 *	2,3 • 10 ⁶ a		2,2 • 10 ⁶ a		2,7 • 10 ⁶ a		1,6 • 10 ⁶ a		2,2 • 10 ⁶ B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	2,9 • 10 ⁶ ac		3,7 • 10 ⁶ ab		3,7 • 10 ⁶ b		2,5 • 10 ⁶ c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei p<0,05

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 60: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich (Methode ohne Wertnormierung)

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	3,6 • 10 ⁶	5,0 • 10 ⁶	4,5 • 10 ⁶	3,1 • 10 ⁶	4,1 • 10 ⁶
Bio	2,2 • 10 ⁶	2,3 • 10 ⁶	2,9 • 10 ⁶	1,9 • 10 ⁶	2,3 • 10 ⁶
Varianzanalyse	* p=0,0108	*** p<0,0001	** p=0,0058	* p=0,0415	*** p<0,0001
S1	2,8 • 10 ⁶	3,7 • 10 ⁶	3,9 • 10 ⁶	2,6 • 10 ⁶	3,3 • 10 ⁶
S2	3,0 • 10 ⁶	3,7 • 10 ⁶	3,6 • 10 ⁶	2,4 • 10 ⁶	3,2 • 10 ⁶
Varianzanalyse	n.s. p=0,7762	n.s. p=0,9945	n.s. p=0,6268	n.s. p=0,6973	n.s. p=0,7731

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei p<0,05;

** = hochsignifikantes Ergebnis (p<0,01);

*** = sicheres Ergebnis (p<0,001);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei p<0,05

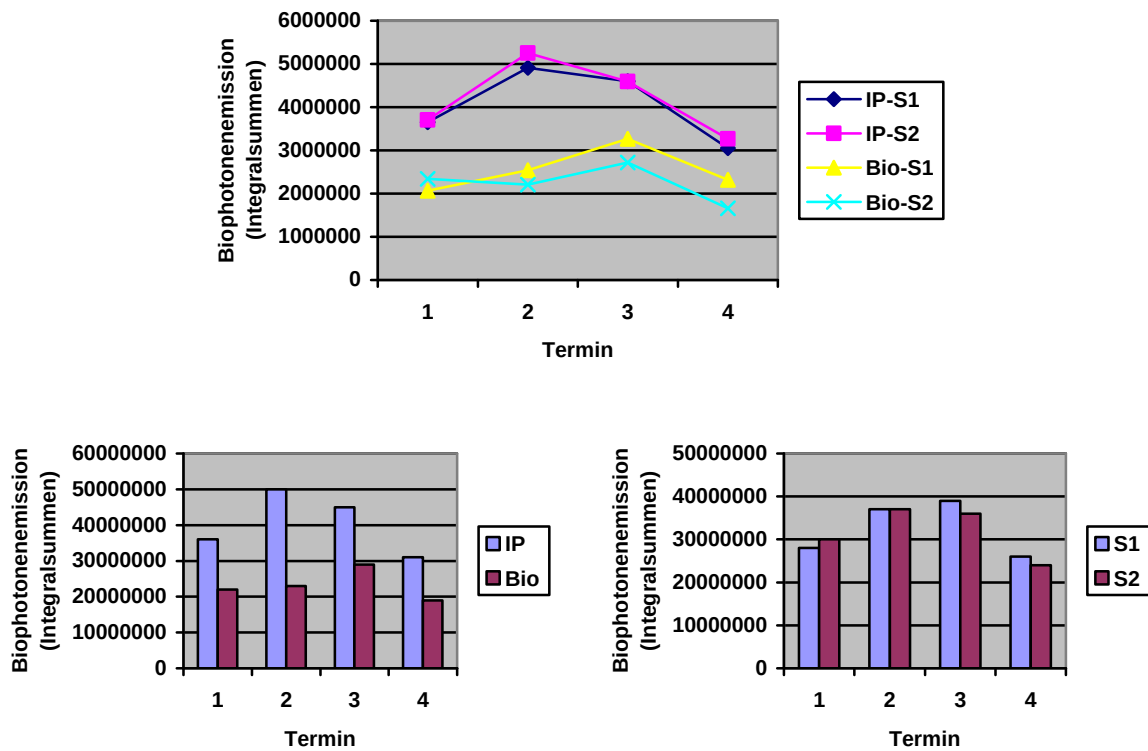


Abbildung 37: Ergebnisse der Biophotonenemissionsmessung (Integralsummen)
(Methode ohne Wertnormierung)

4.1.12 P-Wertmessung (indirekt) der Apfelscheiben aus der Biophotonenemissionsmessung

Die Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheiben zeigen zu T2 und T3 niedrigere Werte und zu T4 höhere Werte der IP-Äpfel mit signifikantem Unterschied (***,*) zwischen den Bewirtschaftungsvarianten zu allen Terminen, beim Vergleich der Mittelwerte aller Termine jedoch nicht (Tabelle 62; Abbildung 38). Im Laufe der Lagerung sind signifikante Unterschiede einzelner Kombinationsvarianten zu verzeichnen, bei den Mittelwerten aller Varianten wiederum nicht (Tabelle 61). Bezüglich der radiästhetischen Belastung lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen (Tabelle 62).

Ein direkter Zusammenhang mit den Ergebnissen der Biophotonenemissionsmessung konnte nicht festgestellt werden. Dies lässt sich dadurch erklären, dass es sich bei der Untersuchung der Apfelscheibe nur um eine punktuelle Analyse der Probe handelt und daher nicht die Reaktionslage des ganzen Apfels repräsentiert. Üblicherweise wird der P-Wert in einer flüssigen Mischprobe gemessen. Allerdings wären diesbezüglich weitere Vergleichsuntersuchungen interessant.

Vom Kurvenverlauf der Ergebnisse lässt sich jedoch ableiten, dass sich bei den IP-Äpfeln aufgrund des steigenden P-Werts der Fruchtstress bis hin zur Auslagerung erhöht, bei den Bio-Äpfeln hingegen durch den sinkenden P-Wert verringert. Dies lässt sich auch durch die Ergebnisse des P-Werts des Presssaftes (siehe dazu S.89-96)) untermauern, wonach die Äpfel der integrierten Produktionsform empfindlicher auf Lagerstress reagieren als die Äpfel aus biologischer Produktion.

Da diese Art der P-Wertmessung indirekt ist (siehe dazu Kapitel 3.2.11, S.38), lassen sich die Ergebnisdaten nicht in identer Weise wie die Messdaten aus dem Presssaft interpretieren.

Tabelle 61: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in μW) der Kombinationsvarianten

	Termin						Mittelwerte aller Termine je Variante	*
	2	*	3	*	4	*		
IP-S1 *	8,73 a	A	9,41 a	A	15,12 b	A	11,09	A
IP-S2 *	12,97 a	AB	10,26 a	AB	13,32 a	A	12,18	A
Bio-S1 *	16,83 a	BC	15,14 a	B	8,77 b	B	13,58	A
Bio-S2 *	19,53 a	C	12,57 b	AB	9,66 b	B	13,92	A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	14,51 a		11,84 a		11,71 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 62: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin			Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	2	3	4	
IP	10,85	9,83	14,22	11,63
Bio	18,18	13,85	9,21	13,75
Varianzanalyse	*** p=0,0005	* p=0,0468	* p=0,0142	n.s. p=0,0715
S1	12,78	12,27	11,94	12,33
S2	16,25	11,41	11,49	13,05
Varianzanalyse	n.s. p=0,0852	n.s. p=0,6661	n.s. p=0,8177	n.s. p=0,5362

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

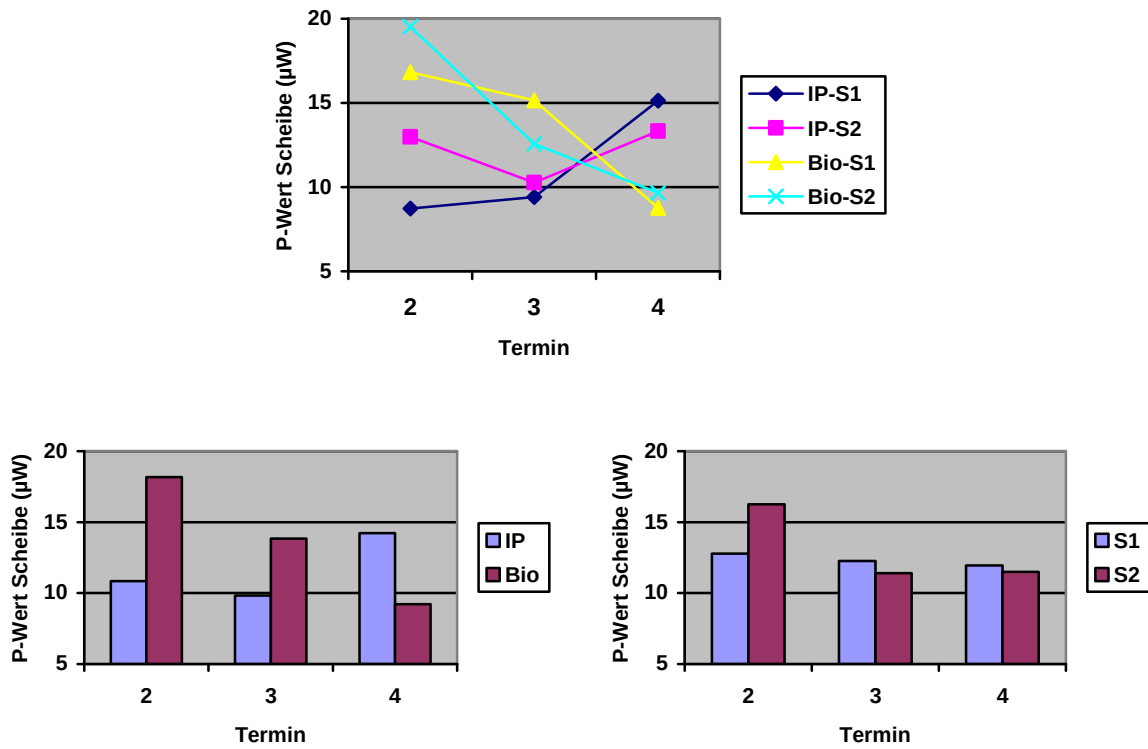


Abbildung 38: Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheibe (in µW)

4.1.13 Lagerverluste

Die Abbildung 39 zeigt deutlich, dass zu T2 die meisten Lagerverluste zu verzeichnen sind, besonders die Bio-Äpfel weisen große Verluste auf. Zu T3 und T4 gibt es bei allen Kombinationsvarianten nahezu gleichgroße Lagerverluste. Der Vergleich der Bewirtschaftungsvarianten ergibt zu T2 und bei den Mittelwerten aller Termine signifikant (***) höhere Verluste der Bio-Äpfel (Tabelle 64). Gesamt betrachtet sinken die Verluste im Laufe der Lagerung signifikant ab (Tabelle 63). Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 64).

Der höhere Lagerverlust der Bio-Äpfel zu T1 liegt vermutlich daran, dass bei den Bio-Äpfeln bei der Kontrolle zu T2 mehr schadhafte Früchte entfernt werden mussten und deren offene Stellen höhere Transpirationsverluste mit sich gebracht haben.

Ein weiterer Zusammenhang dürfte darin bestehen, dass im Rahmen der Bio-Produktion, im Gegensatz zur integrierten Produktion, keine weitgehend uniformen Früchte wachsen, sodass auch die Lagerverluste höher sind.

Tabelle 63: Ergebnisse der Lagerverluste (in %) der Kombinationsvarianten

	Termin						Mittelwerte aller Termine je Variante	
	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	4,04 a	A	2,96 a	A	2,36 a	A	3,12	A
IP-S2 *	4,03 a	A	2,65 ab	A	2,22 b	A	2,97	A
Bio-S1 *	7,75 a	B	3,15 b	A	2,49 b	A	4,46	B
Bio-S2 *	6,52 a	B	3,34 b	A	2,93 b	A	4,26	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	5,58 a		3,02 b		2,50 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 64: Ergebnisse der Lagerverluste (in %) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin			Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	2	3	4	
IP	4,03	2,81	2,29	3,04
Bio	7,13	3,24	2,71	4,36
Varianzanalyse	*** p<0,0001	n.s. p=0,4933	n.s. p=0,5100	*** p=0,0006
S1	5,89	3,06	2,42	3,79
S2	5,27	2,99	2,57	3,61
Varianzanalyse	n.s. p=0,3276	n.s. p=0,9213	n.s. p=0,8116	n.s. p=0,6287

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

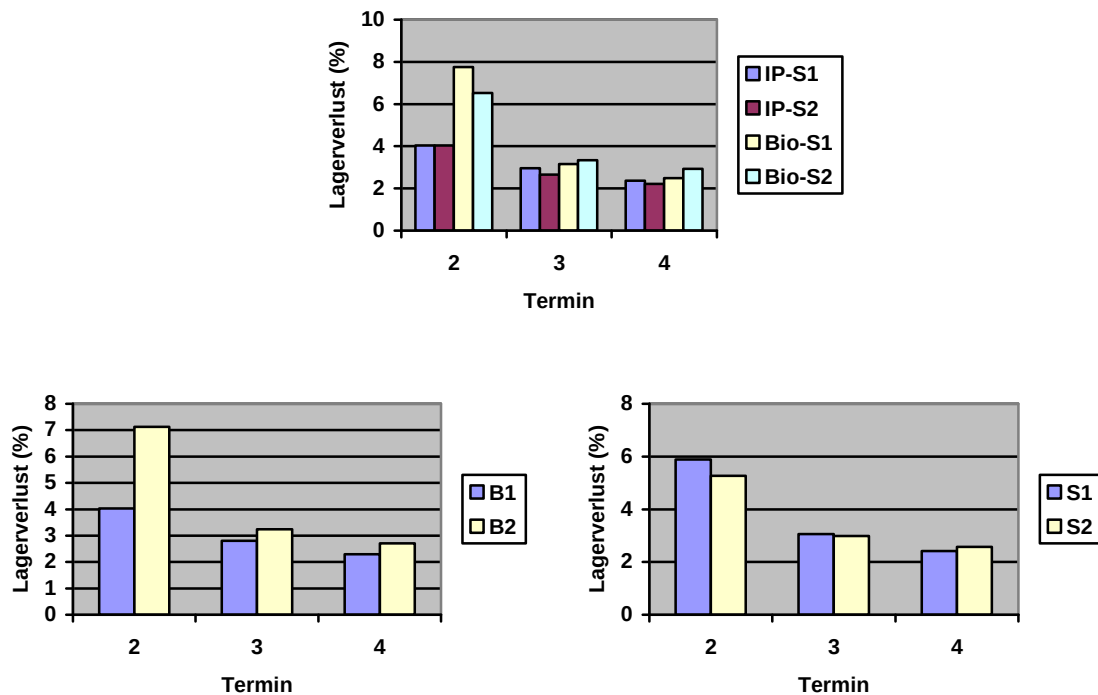


Abbildung 39: Ergebnisse der Lagerverluste (in %)

4.1.14 Degustation der Früchte und individuelle Bewertung von subjektiven Qualitätsparametern (maximale Punkteanzahl 200)

Die Beurteilung des **Aussehens** der Früchte ist zu beiden Verkostungsterminen sehr variabel (Tabelle 65; Abbildung 40). Die Ursachen hierfür können in der individuellen Variabilität der Bewerter liegen.

Zu beiden Terminen erhielten die IP-Äpfel höhere Bewertungspunkte, ein signifikanter (*) Unterschied ergibt sich nur bei den Mittelwerten aller Termine (Tabelle 66).

Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt zu T1 einen signifikant (**) höheren Wert für die unbelastete Variante (S2) und zu T4 einen signifikant (***) höheren Wert der belasteten Variante (S1), bei den Mittelwerten aller Termine gibt es keinen signifikanten Unterschied (Tabelle 66).

Die geringeren Bewertungspunkte der Bio-Äpfel resultieren vermutlich daraus, dass bei einzelnen Früchten dieser Produktionsform durch das Auftreten von Schadinsekten (Sägewespen) bzw. lokal punktuellen Krankheitsinfektionen eine verminderte Aussehensqualität und damit eine niedrigere Punktebewertung hervorgerufen wurde. Die integrierte Produktionsform hingegen gewährleistet unter Zuhilfenahme chemisch-synthetischer Präparate eine Uniformität der äußeren Fruchtqualität.

Zu beiden Terminen wurden die IP-Äpfel in ihrer **Knackigkeit** besser beurteilt, zu T1 und bei den Mittelwerten aller Termine mit signifikanten (***) Unterschieden zwischen den Bewirtschaftungsvarianten (Tabelle 68). Bezüglich der radiästhetischen Belastung ergeben sich zu T4, mit signifikantem (*) Unterschied, und bei den Mittelwerten aller Termine höhere Werte für die radiästhetisch belastete Variante (S1) (Tabelle 68; Abbildung 41).

Gesamt betrachtet wurden alle Kombinationsvarianten (außer Bio-S1) zu T1 besser beurteilt als zu T4 (Tabelle 67; Abbildung 41), was in Zusammenhang mit der sinkenden Fruchtfleischfestigkeit der Früchte (siehe dazu S.68) stehen dürfte.

Auch bei der **Saftigkeit** erhielten die IP-Äpfel zu beiden Terminen höhere Bewertungspunkte als die Bio-Äpfel, mit signifikanten (***) Unterschieden zu T1 und bei den Mittelwerten aller Termine (Tabelle 70). Während die Bewertung der IP-Äpfel zu beiden Terminen annähernd gleich ausfiel, so zeigt die Abbildung 42 eine deutliche Steigerung der Punkte für die Bio-Äpfel mit signifikantem Unterschied zwischen den Terminen (Tabelle 69).

Der Vergleich der radiästhetischen Belastung zeigt keine signifikanten Unterschiede (Tabelle 70).

Zu T1 erhielten die IP-Äpfel mehr Bewertungspunkte für **Aroma und Geschmack** als die Bio-Äpfel, zu T4 und bei den Mittelwerten wurden die Bio-Äpfel signifikant (***,*) besser beurteilt (Tabelle 72). Bei den Bio-Varianten ist eine signifikante Steigerung der Punkte zwischen den Terminen zu erkennen (Tabelle 71; Abbildung 43). Bezüglich der radiästhetischen Belastung konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 72).

Ein Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an geschmacksbestimmenden Inhaltsstoffen der Bio-Äpfel und der Beurteilung von Aroma und Geschmack besteht nur zu T4.

Aus der Korrelationsanalyse in Tabelle 73 ist abzulesen, dass alle Parameter der Degustation untereinander positiv und auch positiv mit dem Einzelfruchtgewicht korrelieren. Demnach erhielten die Früchte mit höherem Einzelfruchtgewicht (IP-Äpfel) im Rahmen der Degustation bei allen Parametern eine bessere Bewertung durch höhere Punktevergaben als die Früchte mit geringerem Einzelfruchtgewicht (Bio-Äpfel). Der Parameter Aroma und Geschmack der Degustation korreliert zusätzlich positiv mit dem Fruchtformindex. Weiters ist aus Tabelle 73 ersichtlich, dass die Parameter Knackigkeit und Saftigkeit der Degustation und das Einzelfruchtgewicht negativ mit der Farbsättigung der Früchte korrelieren. Demnach könnte man annehmen, dass die Größe der Früchte mehr Einfluss auf die Beurteilung der Parameter im Rahmen dieser Degustationen hatte und die Ausfärbung der Früchte keine oder nur eine geringe Rolle gespielt hat.

Tabelle 65: Ergebnisse des Aussehens der Früchte der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	4	*	
IP-S1 *	105,31 a	A	115,44 a	AB	110,60 A
IP-S2 *	118,26 a	B	101,39 b	AC	109,59 AB
Bio-S1 *	97,77 a	A	115,00 b	B	106,28 AB
Bio-S2 *	111,44 a	AB	90,64 b	C	101,15 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	108,20 a		105,62 a		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 66: Ergebnisse des Aussehens der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	111,77	108,41	110,10
Bio	104,62	102,82	103,72
Varianzanalyse	n.s. $p=0,0830$	n.s. $p=0,2303$	* $p=0,0405$
S1	101,57	115,31	108,38
S2	114,82	95,92	105,43
Varianzanalyse	** $p=0,0014$	*** $p<0,0001$	n.s. $p=0,3435$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

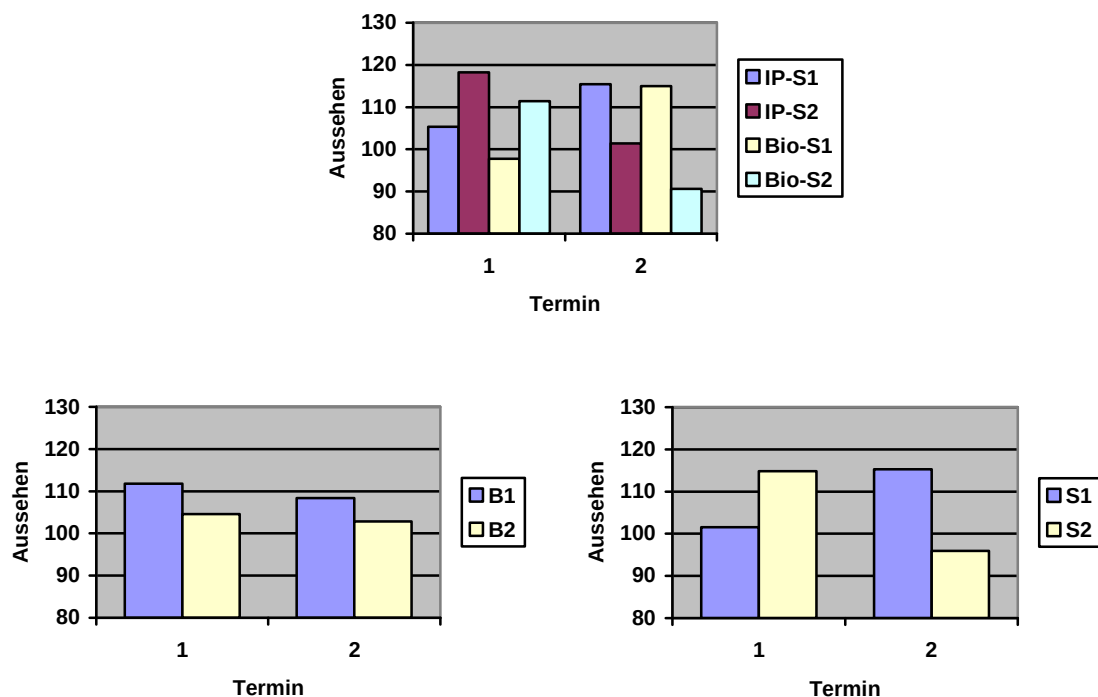


Abbildung 40: Ergebnisse des Aussehens der Früchte

Tabelle 67: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante	*
	1	*	4	*		
IP-S1 *	134,65 a	A	120,40 b	A	127,83	A
IP-S2 *	135,16 a	A	120,03 b	A	127,27	A
Bio-S1 *	110,15 a	B	122,57 b	A	116,20	B
Bio-S2 *	110,13 a	B	106,27 a	B	108,36	C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	122,52 a		117,32 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 68: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	134,89	120,21	127,56
Bio	110,15	114,41	112,28
Varianzanalyse	*** p<0,0001	n.s. p=0,1245	*** p<0,0001
S1	122,44	121,59	121,94
S2	122,60	113,03	117,90
Varianzanalyse	n.s. p=0,9634	* p=0,0235	n.s. p=0,1085

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

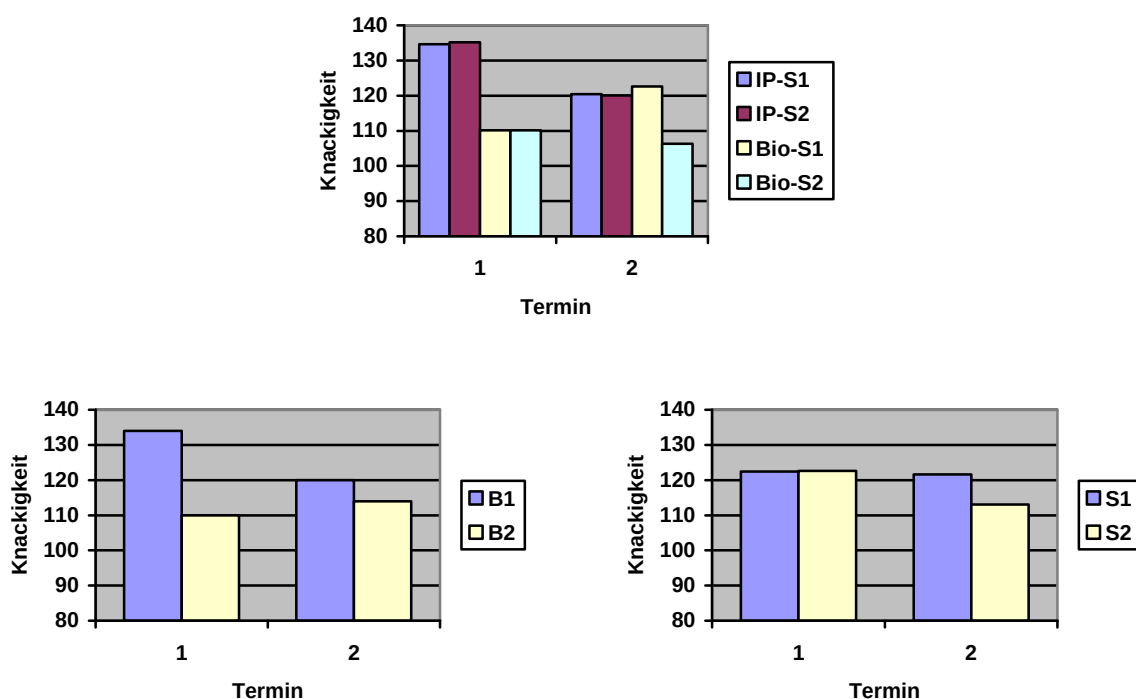


Abbildung 41: Ergebnisse der Knackigkeit der Früchte

Tabelle 69: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	4	*	
IP-S1 *	115,69 a	A	112,34 a	A	114,17 A
IP-S2 *	113,93 a	A	107,25 a	A	110,47 A
Bio-S1 *	86,93 a	B	107,02 b	A	96,92 B
Bio-S2 *	91,00 a	B	101,93 b	A	96,52 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	101,89 a		107,16 b		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 70: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	114,81	109,84	112,33
Bio	88,79	104,47	96,72
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	n.s. $p = 0,1743$	*** $p < 0,0001$
S1	101,33	109,77	105,52
S2	102,45	104,55	103,53
Varianzanalyse	n.s. $p = 0,7468$	n.s. $p = 0,1860$	n.s. $p = 0,4502$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

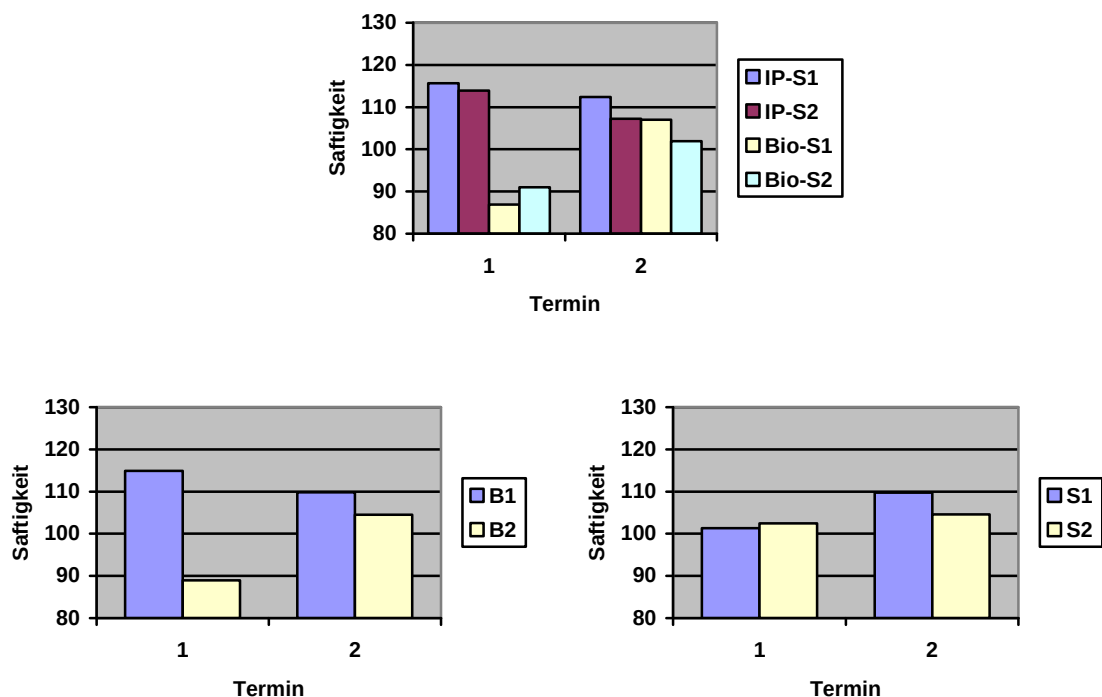


Abbildung 42: Ergebnisse der Saftigkeit der Früchte

Tabelle 71: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte der Kombinationsvarianten

	Termin				Mittelwerte aller Termine je Variante	*
	1	*	4	*		
IP-S1 *	101,11 a	A	101,77 a	A	101,47	AB
IP-S2 *	101,63 a	A	95,32 a	A	98,43	A
Bio-S1 *	90,29 a	B	120,93 b	B	105,59	AB
Bio-S2 *	97,79 a	AB	119,77 b	B	108,80	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	97,70 a		109,45 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 72: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Termin		Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	4	
IP	101,37	98,54	99,95
Bio	94,04	120,35	107,20
Varianzanalyse	n.s. p=0,0530	*** p<0,0001	* p=0,0114
S1	95,70	111,36	103,53
S2	99,70	107,53	103,61
Varianzanalyse	n.s. p=0,2896	n.s. p=0,3701	n.s. p=0,9709

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

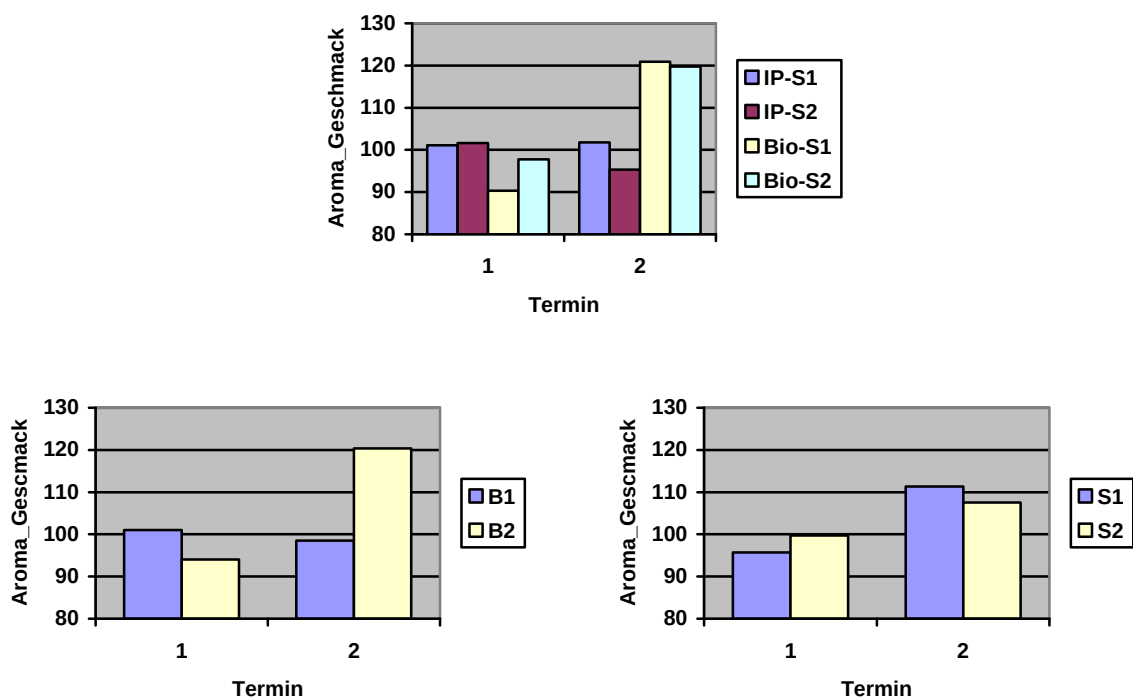


Abbildung 43: Ergebnisse von Aroma und Geschmack der Früchte

Tabelle 73: Korrelationsanalyse der Degustationsparameter, Einzelfruchtgewicht, FFI und der Farbsättigung im Durchschnitt

	Aussehen	Knackig keit	Saftigkeit	Aroma_ Geschmack	Einzelfrucht gewicht (g)	FFI	Farbsättigung Durchschnitt
Aussehen	1.00000	0.23583 <.0001	0.17285 <.0001	0.08502 0.0223	0.44440 0.0016	0.10507 0.4772	-0.23100 0.1142
Knackigkeit		1.00000	0.42993 <.0001	0.27501 <.0001	0.30454 0.0353	-0.19695 0.1797	-0.31227 0.0307
Saftigkeit			1.00000	0.42746 <.0001	0.30549 0.0347	0.03582 0.8090	-0.30865 0.0328
Aroma_ Geschmack				1.00000	0.35106 0.0144	0.43303 0.0021	-0.06572 0.6572
Einzelfrucht gewicht (g)					1.00000	0.08247 0.5774	-0.29323 0.0431
FFI						1.00000	0.01872 0.8995

Wert der jeweils ersten Zeile entspricht dem Korrelationskoeffizienten r;
Wert der jeweils zweiten Zeile entspricht der Wahrscheinlichkeit der Korrelation
(Signifikanzniveau $p < 0,005$);
--- negative Korrelation;
--- positive Korrelation

4.1.15 Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes

Der **P-Wert** der Bio-Äpfel zeigt zum 1. und zum 4. Untersuchungstermin einen annähernd gleichen Verlauf. Die Werte steigen zum Tag 2 und Tag 3 leicht an, was auf das Eintreten der natürlichen Spontangärung zurückzuführen ist [KEPPEL, mündlich, 2010] und sinken dann wieder leicht ab (Tabellen 74, 76; Abbildungen 44, 45). Bei den IP-Äpfeln sinken die Werte zum 1. Untersuchungstermin zum Tag 2 signifikant stark ab und steigen zum Tag 3 und Tag 4 wieder an (Tabelle 74; Abbildung 44), zum 4. Untersuchungstermin verlaufen die Kurven ähnlich wie die der Bio-Äpfel (Abbildung 45).

Zum 1. Untersuchungstermin gibt es am Tag 2, Tag 3 und bei den Mittelwerten aller Termine signifikante (*, **, ***) Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten (Tabelle 75), beim 4. Untersuchungstermin zu keinem Tag (Tabelle 77).

Bezüglich der radiästhetischen Belastung konnten zu keinem Termin signifikante Unterschiede festgestellt werden (Tabellen 75, 77).

Die gemessenen °**Brix**-Werte zeigen zu beiden Terminen keine wesentlichen Veränderungen während des Gärverlaufs. Jedoch bewegen sich die Werte der Bio-Äpfel auf einem deutlich höheren Niveau (Tabellen 78, 80; Abbildungen 46, 47). Zu beiden Untersuchungsterminen an jeweils allen Tagen weisen die Bio-Äpfel signifikant (***) höhere Werte auf als die IP-Äpfel (Tabellen 79, 81). Der Vergleich der radiästhetischen Belastung ergibt zu beiden Terminen keine signifikanten Unterschiede (Tabellen 79, 81).

Die Ergebniskurven der **titrierbaren Säure** verlaufen zu beiden Untersuchungsterminen leicht steigend, jedoch sind die Werte zum 4. Untersuchungstermin deutlich niedriger als zum 1. (Tabellen 82, 84; Abbildungen 48, 49). Der Säuregehalt der Bio-Äpfel ist zum 1. Untersuchungstermin etwas höher als jener der IP-Äpfel (Abbildung 48). Insgesamt konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Werten festgestellt werden (Tabellen 82- 85).

Der **Vitamin C-Gehalt** der Bio-Äpfel ist zu beiden Terminen zu allen Tagen signifikant (*, **, ***) höher als bei den IP-Äpfeln (Tabellen 87, 89; Abbildungen 50, 51). Die Ergebnisse zum 4. Untersuchungstermin lassen deutlich erkennen, dass der Gehalt im Presssaft während des Gärverlaufs signifikant sinkt (Tabelle 88; Abbildung 51). Bezüglich der radiästhetischen Belastung konnten zum 1. Untersuchungstermin keine signifikanten Unterschiede festgestellt

werden (Tabelle 87), beim 4. Untersuchungstermin jedoch weist die belastete Variante (S1) bei den Mittelwerten einen signifikant (**) höheren Vitamin C-Gehalt auf (Tabelle 89) als die unbelastete Variante (S2).

Tabelle 74: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
P-Wert (in μ W) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	566,33 a	A	463,83 b	A	532,50 ab	AB	534,17 ab	A	524,21 AB
IP-S2 *	606,33 a	A	431,67 b	A	473,00 b	A	489,50 b	A	500,13 A
Bio-S1 *	548,67 a	A	574,17 a	B	563,67 a	AB	520,00 a	A	551,63 B
Bio-S2 *	580,33 a	A	579,17 a	B	584,83 a	B	571,83 a	A	579,04 BC
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	575,42 a		512,21 b		538,50 ab		528,88 ab		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 75: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW) der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	586,33	447,75	502,75	511,83	512,17
Bio	564,50	576,67	574,25	545,92	565,33
Varianzanalyse	n.s. p=0,5166	*** p=0,0002	* p=0,0359	n.s. p=0,3122	** p=0,0021
S1	557,50	519,00	548,08	527,08	537,92
S2	593,33	505,42	528,92	530,67	539,58
Varianzanalyse	n.s. p=0,2881	n.s. p=0,6863	n.s. p=0,5689	n.s. p=0,9151	n.s. p=0,9210

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

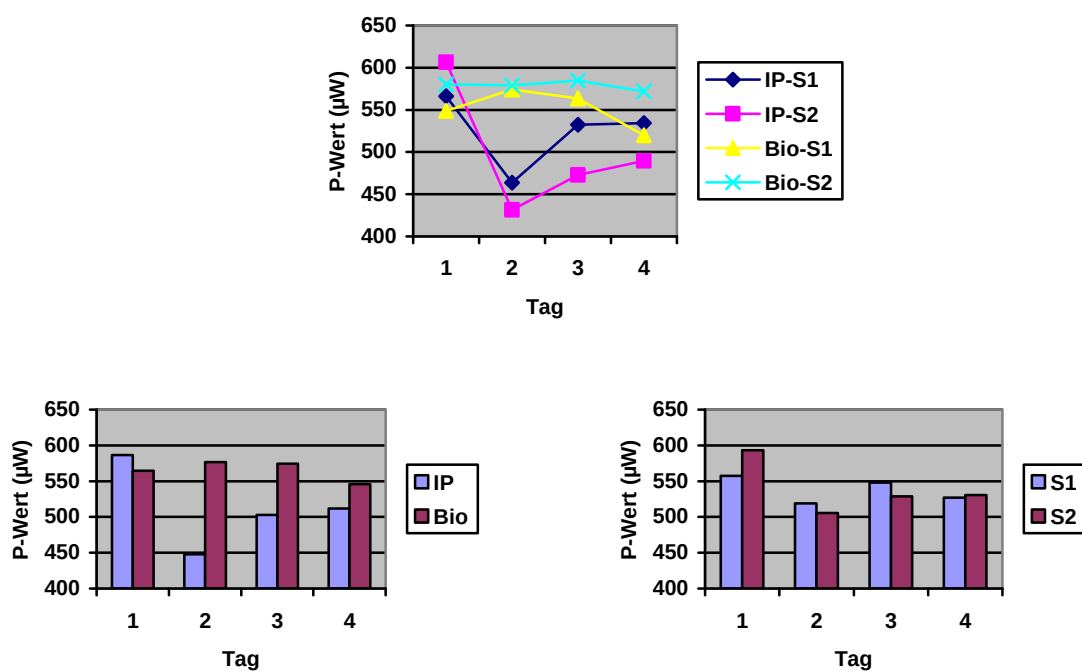


Abbildung 44: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: P-Wert (in μW)

Tabelle 76: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
P-Wert (in μ W) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	592,00 a	A	621,50 a	A	591,33 a	A	579,50 a	A	596,08 A
IP-S2 *	617,67 a	A	627,83 a	A	590,33 a	A	579,00 a	A	603,71 A
Bio-S1 *	623,50 a	A	620,67 a	A	633,67 a	A	589,67 a	A	616,88 A
Bio-S2 *	589,00 a	A	588,83 a	A	594,83 a	A	561,67 a	A	583,58 A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	605,54 ab		614,71 a		602,54 ab		577,46 b		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 77: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: P-Wert (in μ W) der
Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	604,83	624,67	590,83	579,25	599,90
Bio	606,25	604,75	614,75	575,67	600,23
Varianzanalyse	n.s. p=0,9540	n.s. p=0,4185	n.s. p=0,3419	n.s. p=0,8840	n.s. p=0,9784
S1	607,75	621,08	612,50	584,58	606,48
S2	603,33	608,33	592,58	570,33	593,65
Varianzanalyse	n.s. p=0,8573	n.s. p=0,6041	n.s. p=0,4185	n.s. p=0,5623	n.s. p=0,2978

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

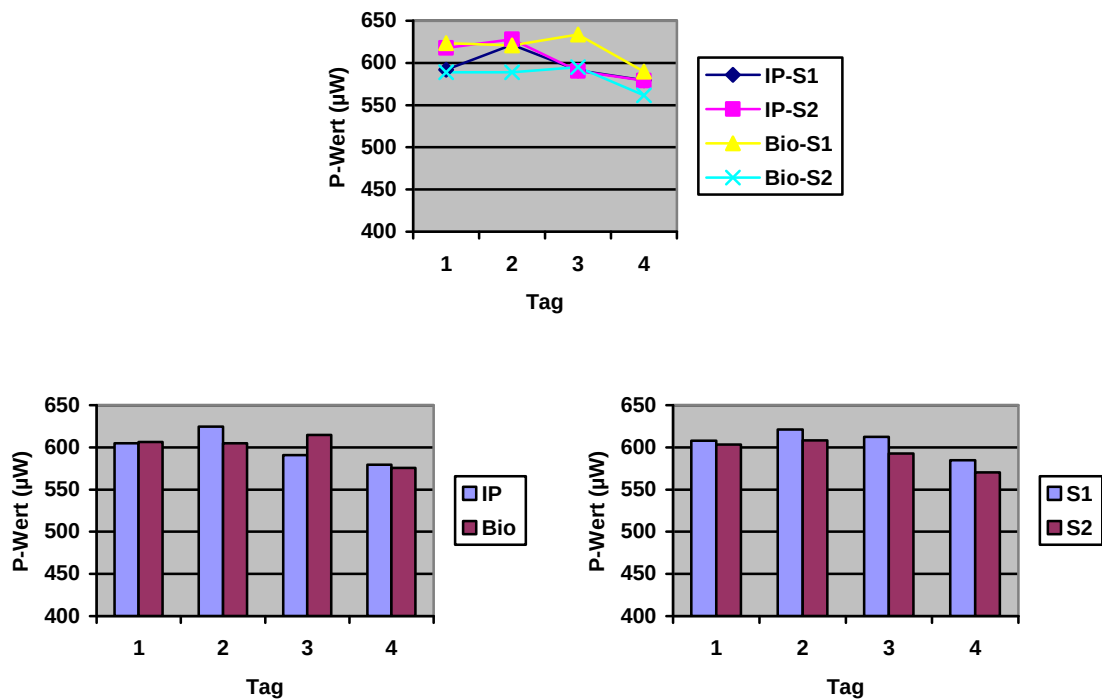


Abbildung 45: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: P-Wert (in µW)

Tabelle 78: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
°Brix-Wert der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	13,31 a	A	13,55 a	A	13,63 a	A	13,40 a	A	13,47	A
IP-S2 *	13,00 a	A	13,30 a	A	13,35 a	A	13,15 a	A	13,20	A
Bio-S1 *	16,86 a	B	16,93 a	B	16,90 a	B	16,73 a	B	16,85	B
Bio-S2 *	16,55 a	B	16,63 a	B	16,56 a	B	16,45 a	B	16,55	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	14,93 a		15,10 a		15,11 a		14,93 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 79: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: °Brix-Wert der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	13,15	13,42	13,49	13,27	13,33
Bio	16,70	16,78	16,73	16,59	16,70
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	15,09	15,24	15,26	15,06	15,16
S2	14,77	14,96	14,95	14,80	14,87
Varianzanalyse	n.s. p=0,4913	n.s. p=0,5135	n.s. p=0,5246	n.s. p=0,5820	n.s. p=0,2302

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

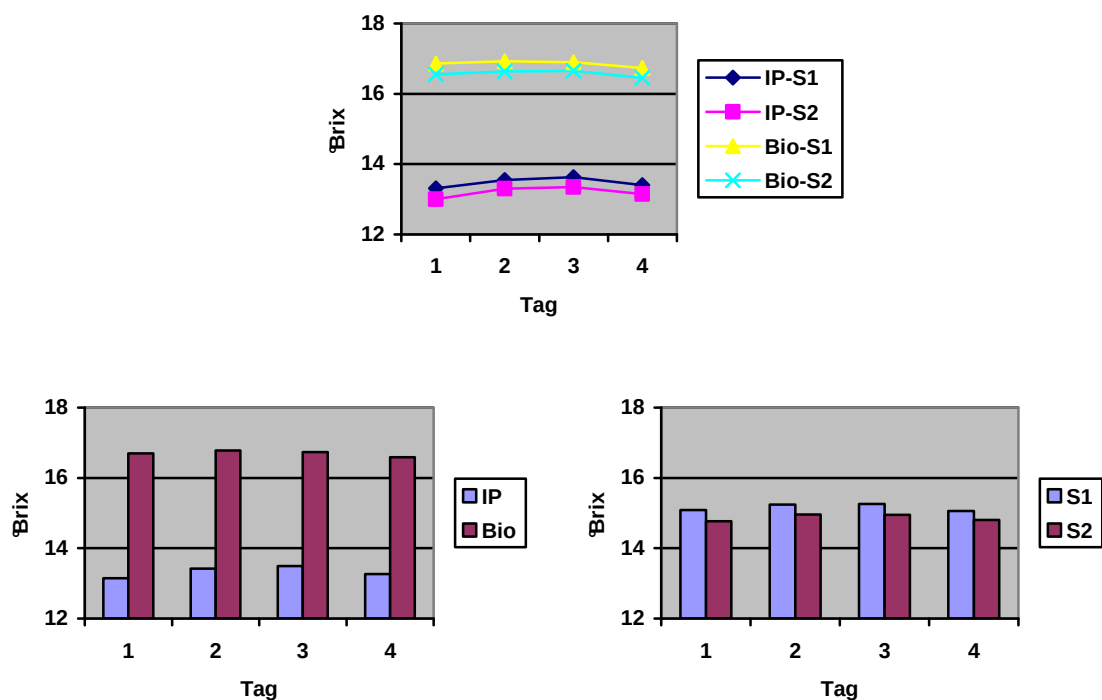


Abbildung 46: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin: °Brix-Wert

Tabelle 80: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
°Brix-Wert der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante
	1	*	2	*	3	*	4	*	*
IP-S1 *	13,96 a	A	13,96 a	A	13,90 a	A	14,05 a	A	13,97 A
IP-S2 *	13,80 a	A	13,85 a	A	13,81 a	A	13,86 a	A	13,83 A
Bio-S1 *	16,73 a	B	16,81 a	B	17,05 a	B	17,13 a	B	16,93 B
Bio-S2 *	17,18 a	B	17,31 a	B	17,61 a	B	17,65 a	B	17,44 B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	15,42 a		15,48 a		15,59 a		15,67 a		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 81: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: °Brix-Wert
der Bewirtschaftungsvarianten und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	13,88	13,90	13,85	13,95	13,90
Bio	16,95	17,06	17,33	17,39	17,18
Varianzanalyse	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$	*** $p < 0,0001$
S1	15,35	15,39	15,47	15,59	15,45
S2	15,49	15,58	15,71	15,75	15,53
Varianzanalyse	n.s. $p = 0,7365$	n.s. $p = 0,6491$	n.s. $p = 0,5663$	n.s. $p = 0,6923$	n.s. $p = 0,3795$

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

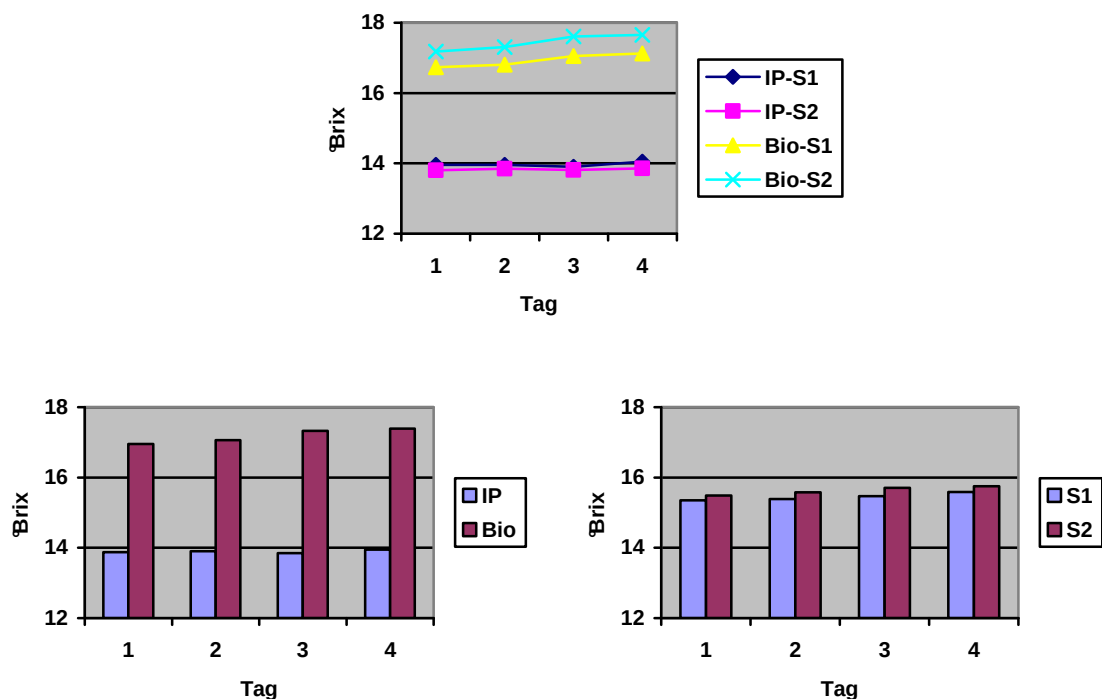


Abbildung 47: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin: °Brix-Wert

Tabelle 82: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (ml Verbrauch NaOH) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	5,92 a	A	6,01 a	A	6,11 a	A	6,31 a	A	6,09	A
IP-S2 *	5,72 a	A	5,80 a	A	5,88 a	A	6,00 a	A	5,85	A
Bio-S1 *	6,16 a	A	6,32 a	A	6,43 a	A	6,58 a	A	6,37	A
Bio-S2 *	6,24 a	A	6,33 a	A	6,35 a	A	6,58 a	A	6,37	A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	6,01 a		6,12 a		6,19 a		6,36 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 83: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten
und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	5,82	5,91	5,99	6,15	5,97
Bio	6,20	6,32	6,39	6,58	6,37
Varianzanalyse	n.s. p=0,4882	n.s. p=0,4448	n.s. p=0,4707	n.s. p=0,4329	n.s. p=0,1405
S1	6,04	6,17	6,27	6,44	6,23
S2	5,98	6,06	6,12	6,29	6,11
Varianzanalyse	n.s. p=0,9157	n.s. p=0,8497	n.s. p=0,7790	n.s. p=0,7759	n.s. p=0,6671

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

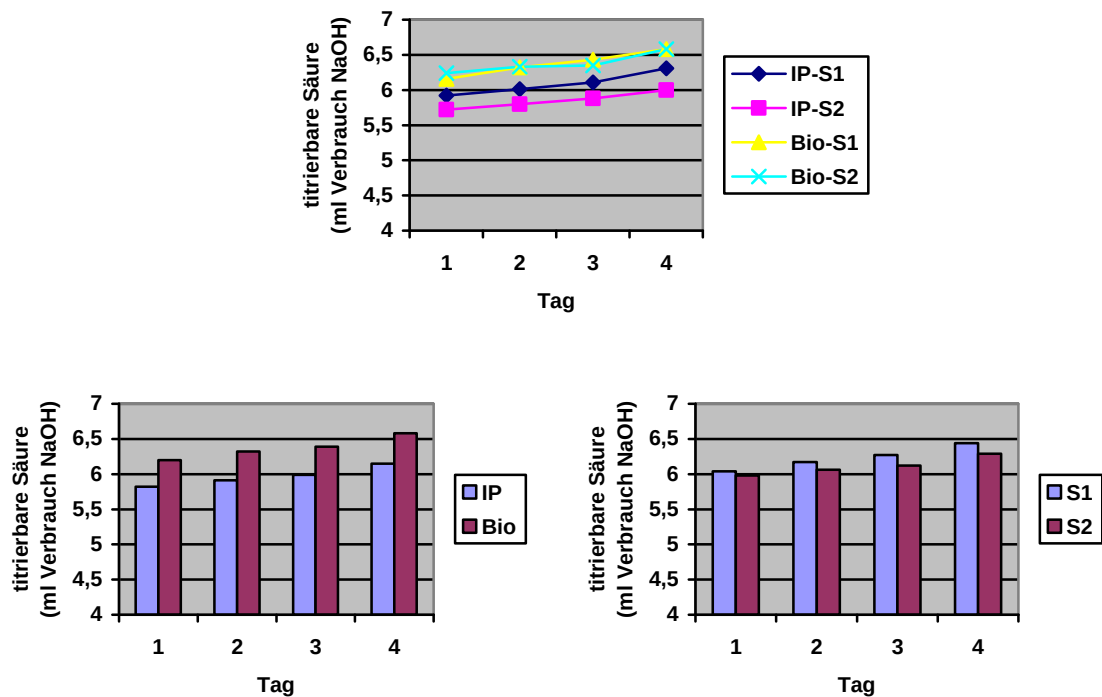


Abbildung 48: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH)

Tabelle 84: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (ml Verbrauch NaOH) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	4,34 a	A	4,43 a	A	4,47 a	A	4,46 a	A	4,42	A
IP-S2 *	4,37 a	A	4,47 a	A	4,48 a	A	4,49 a	A	4,45	A
Bio-S1 *	4,26 a	A	4,28 a	A	4,31 a	A	4,49 a	A	4,34	A
Bio-S2 *	4,28 a	A	4,35 a	A	4,38 a	A	4,58 a	A	4,40	A
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	4,31 a		4,38 a		4,41 a		4,51 a			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 85: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH) der Bewirtschaftungsvarianten
und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	4,35	4,45	4,47	4,47	5,17
Bio	4,27	4,32	4,34	4,54	5,30
Varianzanalyse	n.s. p=0,7649	n.s. p=0,6341	n.s. p=0,6224	n.s. p=0,8192	n.s. p=0,6035
S1	4,30	4,36	4,39	4,47	5,23
S2	4,32	4,41	4,43	4,54	5,24
Varianzanalyse	n.s. p=0,9237	n.s. p=0,8442	n.s. p=0,8747	n.s. p=0,8125	n.s. p=0,7312

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

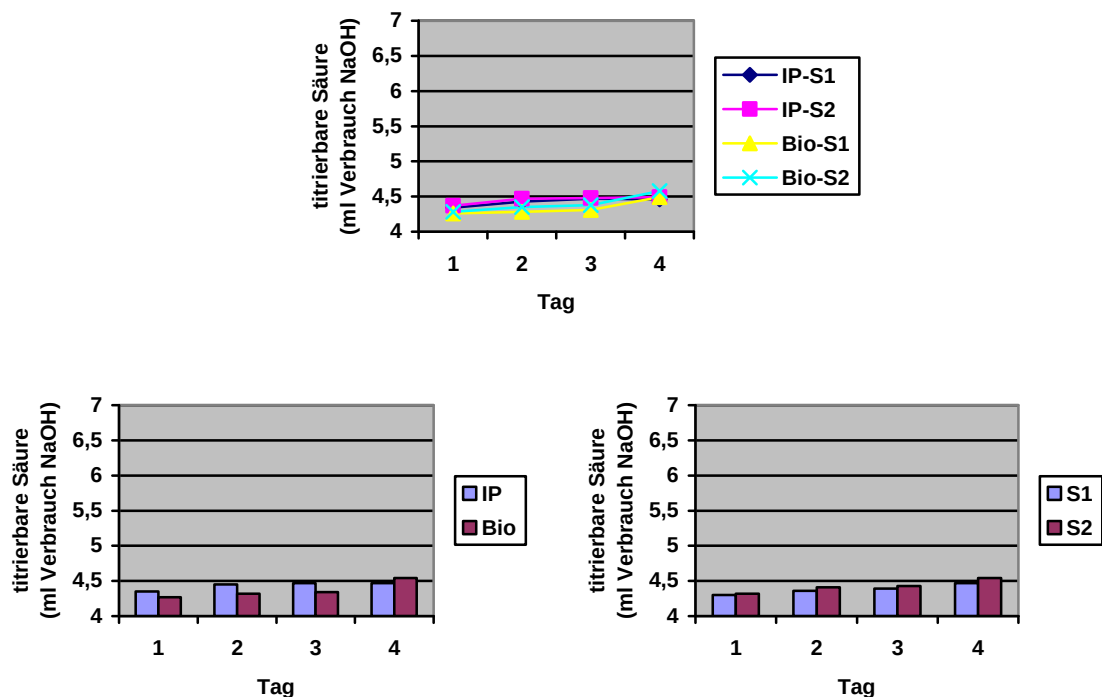


Abbildung 49: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
titrierbare Säure (in ml Verbrauch NaOH)

Tabelle 86: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante	
	1	*	2	*	3	*	4	*		*
IP-S1 *	93,16 a	A	98,83 a	A	90,15 a	A	89,33 a	A	92,87	A
IP-S2 *	92,66 a	A	93,50 a	A	91,66 a	A	92,50 a	A	92,58	A
Bio-S1 *	137,83 a	B	120,67 b	B	115,50 b	B	115,00 b	B	122,25	B
Bio-S2 *	139,00 a	B	118,67 b	B	115,17 b	B	118,33 b	B	122,79	B
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	115,67 a		107,92 ab		103,13 b		103,79 b			

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$
(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;
Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 87: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten
und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	92,91	96,16	90,91	90,91	92,72
Bio	138,42	119,67	115,33	116,67	122,52
Varianzanalyse	*** p<0,0001	*** p=0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001	*** p<0,0001
S1	115,50	109,75	102,83	102,17	107,56
S2	115,83	106,08	103,42	105,42	107,92
Varianzanalyse	n.s. p=0,9549	n.s. p=0,5346	n.s. p=0,92,12	n.s. p=0,5819	n.s. p=0,9662

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

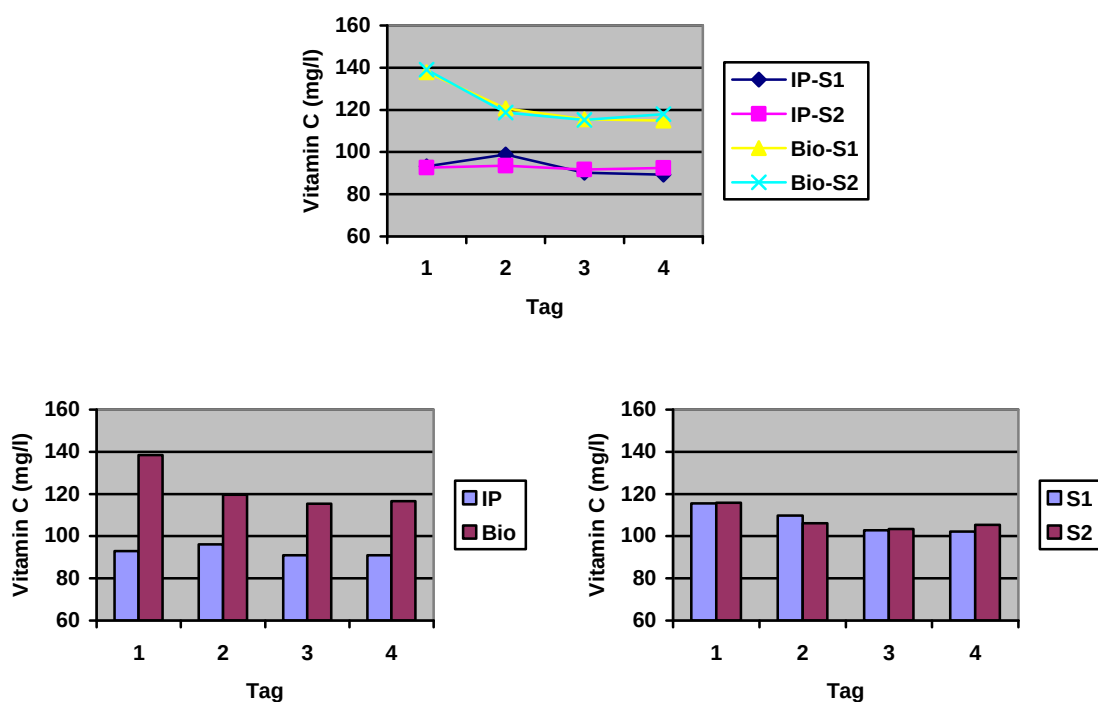


Abbildung 50: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 1. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l)

Tabelle 88: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Kombinationsvarianten

	Tag								Mittelwerte aller Termine je Variante *
	1	*	2	*	3	*	4	*	
IP-S1 *	119,00 a	AC	89,50 b	A	85,33 b	A	72,83 b	A	91,66 A
IP-S2 *	119,33 a	AC	90,16 b	A	83,83 b	A	68,66 c	A	90,50 A
Bio-S1 *	145,50 a	B	131,17 a	B	137,33 a	B	95,16 b	B	127,29 B
Bio-S2 *	126,17 a	C	119,33 ab	B	108,00 b	C	83,83 c	AB	109,33 C
Mittelwerte aller Varianten je Termin *	127,50 a		107,54 b		103,62 b		80,12 c		

* = Varianzanalyse mit nachfolgendem Post Hoc Test

Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant bei $p < 0,05$

(Großbuchstaben verlaufen innerhalb eines Termins – vertikal;

Kleinbuchstaben verlaufen innerhalb einer Variante – horizontal)

Tabelle 89: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l) der Bewirtschaftungsvarianten
und der radiästhetischen Belastung im Vergleich

	Tag				Mittelwerte aller Termine je Bew. variante bzw. rad. Belastung
	1	2	3	4	
IP	119,17	89,83	84,58	70,75	91,08
Bio	135,83	125,25	122,67	89,50	118,31
Varianzanalyse	* p=0,0149	*** p<0,0001	*** p<0,0001	** p=0,0064	*** p<0,0001
S1	132,25	110,33	111,33	84,00	109,48
S2	122,75	104,75	95,91	76,25	99,91
Varianzanalyse	n.s. p=0,1594	n.s. p=0,4062	n.s. p=0,0529	n.s. p=0,2499	** p=0,0078

* = es besteht ein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$;

** = hochsignifikantes Ergebnis ($p < 0,01$);

*** = sicheres Ergebnis ($p < 0,001$);

n.s. = es besteht kein signifikanter Unterschied bei $p < 0,05$

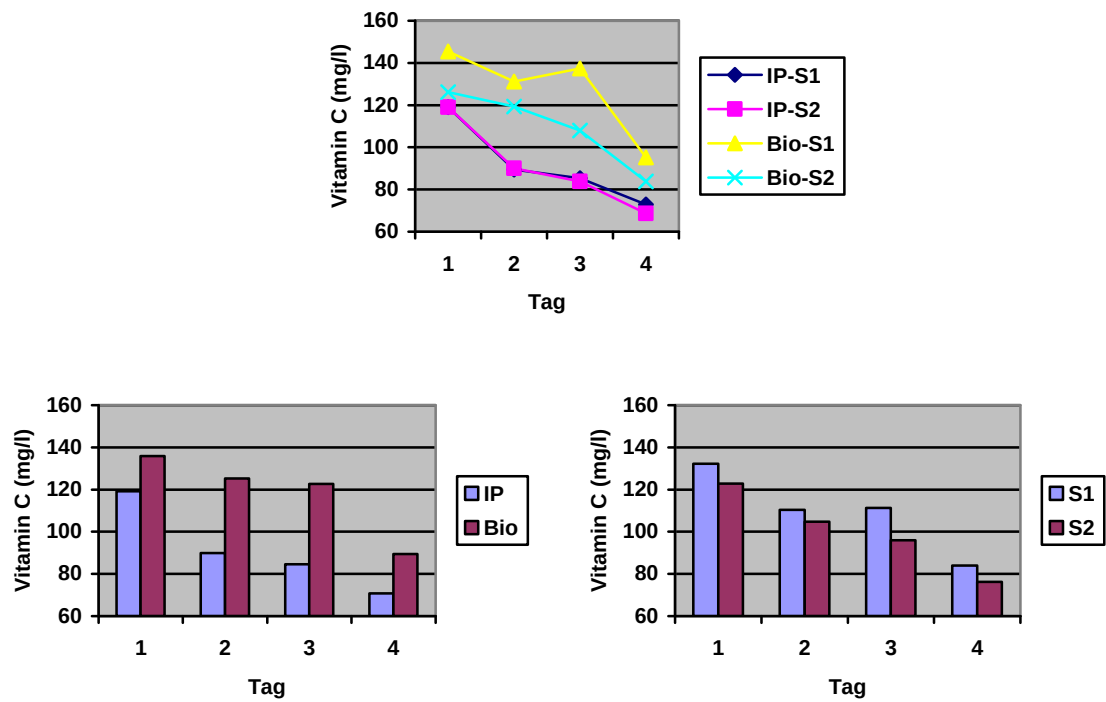


Abbildung 51: Ergebnisse des Gärverlaufs zum 4. Untersuchungstermin:
Vitamin C-Gehalt (in mg/l)

4.2 Zusammenfassende Betrachtung der Werte im Lagerverlauf

Die signifikante Abnahme des **Einzelfruchtgewichts** und der **Größe** zu T4 hängt einerseits mit den Lagerverlusten und andererseits mit der Auswahl der Früchte zusammen. Bedingt durch die Nachreife der Früchte im Lager haben die Farbanteile und auch die **Farbsättigung** aller Früchte zugenommen, der Abbau der **Stärke** in Zucker war bereits zu T2 vollständig gegeben und der Säuregehalt, ermittelt als **titrierbare Säure**, hat wie erwartet durch weitere Umbauprozesse der Inhaltsstoffe im Laufe der Lagerung stetig abgenommen.

Auch der **Vitamin C-Gehalt** zeigt signifikante Veränderungen während der Lagerung. Während der Gehalt bei den IP-Äpfeln im Laufe der Lagerung kontinuierlich steigt, verlaufen die Kurven der Bio-Äpfel sprunghaft, so sinken die Werte zu T2 zunächst etwas ab, steigen zu T3 hoch an und sinken zu T4 wieder annähernd auf das Ausgangsniveau ab.

Der signifikante Anstieg der Anzahl der **negativ beurteilten Kerne** zu T2 kann dadurch begründet werden, dass zum Erntezeitpunkt (T1) noch normal bzw. schön ausgebildete Kerne im Laufe der Lagerung geschrumpft sind.

Der **°Brix-Wert** zeigt eine leichte Steigerung zu T2 und sinkt im weiteren Lagerverlauf wieder etwas ab.

Die elektrochemischen Messungen zeigen eine signifikante **pH-Wert**-Steigerung im Laufe der Lagerung, was auf den Säureabbau und die Lagerverluste durch Konzentrierung der Inhaltsstoffe der Früchte zurückzuführen ist. Die Kurven des **Redoxpotential** und des **P-Werts** zeigen einen sehr ähnlichen Verlauf. Signifikante Veränderungen weisen nur die IP-Varianten durch den sprunghaften Abfall der Werte zu T2 auf. Allen Varianten gemeinsam ist eine Steigerung der Werte von T2 zu T3 und höhere Werte zum Zeitpunkt der Auslagerung im Vergleich zum Erntezeitpunkt, was nach HOFFMANN et al. (2007, 98) den Qualitätsverlust während der Lagerung, ausgedrückt in einer P-Wert Steigerung, bestätigt. Dies drückt eine Zunahme des physiologischen fruchtinternen Stresses aus. Auch der Zusammenhang mit der signifikant sinkenden **Fruchtfleischfestigkeit** konnte bestätigt werden.

Die **Leitfähigkeit** zeigt keine wesentlichen Veränderungen im Laufe der Lagerung, lediglich eine leichte Absenkung der Werte ist zu beobachten.

In Anlehnung an die vorangegangenen Erklärungen der Ergebnisse der **Biophotonenemissionsmessung** (siehe dazu S.97) verlieren die Äpfel an Lichtspeicherfähigkeit im Lagerverlauf, was die Erkenntnisse von TEUBNER (1983) bestätigen.

Die Ergebnisse des **P-Werts der Apfelscheibe** der Biophotonenemissionsmessung zeigen unterschiedliche Verläufe. Während die Kurven der Bio-Varianten signifikant absinken, steigen die Kurven der IP-Varianten an, was auf einen höheren Fruchtstress der IP-Äpfel schließen lässt.

Die **Lagerverluste** waren zu Beginn (T2) am höchsten und haben sich bei den weiteren Untersuchungsterminen verringert.

4.3 Zusammenfassende Betrachtung der Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich

Eindeutige Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten liegen bei den Parametern **Einzelfruchtgewicht**, der **Größe** und dem **FFI** vor. Die IP-Äpfel sind signifikant schwerer und größer gewachsen, was auf deren intensivere Düngung zurückzuführen ist, und weisen eine gleichmäßigere runde bis länglichere Form auf als die Bio-Äpfel.

Die Bio-Äpfel hingegen zeigen eine signifikant höhere **Ausfärbung** (höhere Farbanteile und Farbsättigung), eine signifikant höhere **Fruchtfleischfestigkeit** und zeichnen sich durch signifikant höhere Gehalte an gelöster Trockensubstanz (**°Brix-Wert**) und **Vitamin C** aus. Trendmäßig weisen sie einen etwas höheren Säuregehalt auf und unterliegen einem etwas höheren Säureabbau während der Lagerung als die IP-Äpfel.

Auch WEIBEL et al. (2004) fanden signifikant höhere Werte der Fruchtfleischfestigkeit der Bio-Varianten im Vergleich zu den IP-Varianten und begründen dies durch die tendenziell geringere Fruchtgröße der Bio-Äpfel. STEINBAUER (2003) kommt zusätzlich zu dem Schluss, dass biologisch produzierte Äpfel nicht nur eine höhere Festigkeit, sondern auch einen höheren Zuckergehalt aufweisen. Untersuchungen von LAMPRECHT et. al. (2004) ergaben ebenfalls, neben höheren Gehalten an Säure und Mineralstoffen, höhere Gehalte an gelöster Trockensubstanz bei biologisch produzierten Früchten im Vergleich zu IP-Früchten und stellt dies in Zusammenhang mit den geringeren Erträgen der Bio-Äpfel. Der Unterschied im Vitamin C-Gehalt ergibt sich einerseits nach VELIMIROV und MÜLLER (2003, 4-5) in den unterschiedlichen Düngestrategien und andererseits spielt auch die Fruchtgröße eine Rolle, so enthalten nach FRIEDRICH und FISCHER (2000, 344-351 und 366-371) größere Früchte im Vergleich zu kleineren Früchten geringere Mengen an Vitamin C.

Die Ermittlung des **Stärkewerts** ergab keine Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten, die Berechnung des **Reifeindex**, durch Miteinbeziehung des °Brix-Wertes und der Fruchtfleischfestigkeit, ergab jedoch eine signifikant fortgeschrittenere Reife der Bio-Äpfel, was auf den im Bio-Anbau nicht verwendeten synthetischen Stickstoff und seiner reifeverzögernden Wirkung zurückzuführen ist.

Bei den IP-Äpfeln wurde eine signifikant höhere Anzahl an **normal ausgebildeten Kernen** gezählt, was auf eine bessere Befruchtung dieser Äpfel schließen lässt, bei der Anzahl an **negativ beurteilten Kernen** konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Auch hinsichtlich der elektrochemischen Messungen ergeben sich Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten, die nur teilweise signifikant ausfielen. Ab T2 weisen die Bio-Äpfel im Vergleich zu den IP-Äpfeln signifikant höhere **pH-Werte** auf. Dieses Ergebnis steht im Zusammenhang mit dem erhöhten Säureabbau der Bio-Äpfel, der bereits mit den Ergebnissen der titrierbaren Säure aufgezeigt wurde. Die **Redoxpotential**messung ergibt nur zu T2 aufgrund des markanten Abfalls der Messwerte der IP-Äpfel, vermutlich bedingt durch die verzögerte Reife und bzw. oder anderer Einflussfaktoren, einen signifikanten Unterschied zwischen den Bewirtschaftungsvarianten. Zu allen anderen Terminen weisen die Bio-Äpfel die niedrigeren Werte auf und sind demnach elektronenreicher und qualitativ wertvoller als die IP-Äpfel.

Die Ermittlung der **Leitfähigkeit** ergibt zu allen Terminen niedrigere Werte der IP-Äpfel, ein signifikanter Unterschied ergibt sich zu T2 und bei den Mittelwerten aller Termine. Nach HOFFMANN et al. (2007, 83-84 und 138ff.) würde das bedeuten, dass die IP-Äpfel mit der geringeren Leitfähigkeit intaktere Zellen und somit eine bessere Lagerfähigkeit aufweisen. Tatsächlich sind bei den IP-Äpfeln geringere **Lagerverluste** zu verzeichnen. Die signifikant höheren Lagerverluste der Bio-Äpfel, insbesondere zu T2 wurden bereits auf S.103 diskutiert. Die Berechnung des **P-Werts** ergibt nur zu T2 und bei den Mittelwerten signifikant niedrigere Werte der IP-Äpfel, was, so wie bei der Redoxpotentialmessung, in Zusammenhang mit der Reife und bzw. oder anderer Einflussfaktoren stehen dürfte. Zum Erntezeitpunkt zeigen die Bio- Äpfel einen niedrigeren P-Wert und somit die bessere Qualität. Aufgrund des starken Anstiegs des P-Werts der IP-Äpfel von T2 zu T3 kann darauf geschlossen werden, dass diese empfindlicher auf Lagerstress reagieren als die Bio-Äpfel.

Die **Biophotonenemissionsmessung** ergibt zu allen Terminen signifikant niedrigere Werte der Bio-Äpfel, somit weisen diese eine höhere physiologische Qualität auf, da sie eine höhere Speicherfähigkeit der Biophotonen besitzen.

Die Ergebnisse des **P-Werts der Apfelscheiben** ergeben zu allen Terminen signifikante Unterschiede zwischen den Bewirtschaftungsvarianten. Zu T2 und T3 zeigen die IP-Äpfel und zu T4 die Bio-Äpfel die niedrigeren Werte.

Der steigende Kurvenverlauf der IP-Äpfel lässt, sowie auch die P-Wertmessung des Presssaftes auf einen erhöhten Fruchtstress dieser Früchte im Vergleich zu den Bio-Äpfeln im Laufe der Lagerung schließen.

Die **Degustation der Früchte** ergibt zusammengefasst bessere Ergebnisse für die IP-Äpfel. Die IP-Äpfel wurden in ihrem Aussehen, in ihrer Knackigkeit und Saftigkeit besser beurteilt als die Bio-Äpfel. In Aroma und Geschmack erhielten zu T1 auch die IP-Äpfel die höheren Bewertungspunkte, zu T4 hingegen eindeutig die Bio-Äpfel. Wie bereits erwähnt dürfte die Größe der Früchte einen größeren Einfluss auf die Beurteilung der Parameter im Rahmen dieser Degustation gehabt haben, als die Ausfärbung der Früchte.

4.4 Zusammenfassende Betrachtung der radiästhetischen Belastung im Vergleich

Die Äpfel der Bäume mit geringer radiästhetischer Belastung (S2) sind signifikant schwerer und größer, da hier offensichtlich eine vitalere Wachstumsperiode und eine höhere Nährstoffaufnahme möglich sind. Damit ist auch ein leicht erhöhter, aber nicht signifikanter Fruchtstress aufgrund des höheren P-Werts erklärbar.

Trendmäßig zeigen diese Früchte auch eine runde bis länglichere und somit sortentypischere Form als die radiästhetisch belastete Variante.

Außerdem weisen sie, vermutlich bedingt durch die Fruchtgröße, eine signifikant geringere **Fruchtfleischfestigkeit** und signifikant geringere **Vitamin C-Gehalte**, in Zusammenhang mit einem trendmäßig höheren Redoxpotential, auf.

Offensichtlich geht auch hier, wie bei den Bewirtschaftungsvarianten im Vergleich, Gewicht und Größe zu Lasten von wertvollen Inhaltsstoffen.

Die Ergebnisse der **Degustation der Früchte** zeigen eindeutige signifikante Unterschiede bezüglich des Aussehens und der Knackigkeit der Früchte. Während zu T1 die Früchte der Bäume mit geringer radiästhetischer Belastung (S2) mehr Bewertungspunkte für das Aussehen erhielten, bekamen zu T4 die Früchte der Bäume mit hoher radiästhetischer Belastung (S1) mehr Punkte und wurden auch als signifikant knackiger beurteilt, was im Zusammenhang mit der höheren Fruchtfleischfestigkeit dieser Früchte stehen dürfte.

Zusammengefasst ergibt die Degustation der Früchte bei allen Parametern sehr variable Ergebnisse, sodass keine eindeutige Aussage zu Gunsten einer der beiden Belastungsvarianten gemacht werden kann.

Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass sich die radiästhetische Belastung des Standorts positiv auf die innere Fruchtqualität auswirkt und diese somit eine höhere Vitalqualität bzw. -aktivität aufweisen.

4.5 Zusammenfassende Betrachtung der Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes

Das leichte Ansteigen des **P-Werts** im Gärprozess ist auf das Eintreten der Spontangärung (Um- und Abbau von Substanzen) zurückzuführen. Auch KEPPEL (1997) stellte, als Resultat der Stressbelastung des Produkts durch biologischen Abbau bzw. Zersetzungsprozesse, ein Ansteigen des P-Werts ab der elften Stunde Stehzeit des Presssaftes bei Zimmertemperatur fest.

Der signifikante Abfall des P-Werts der IP-Äpfel zum 1. Untersuchungstermin deutet auf einen Schutzmechanismus hin, wonach die Zellkomplexe nach Zerstörung des Fruchtfleisches durch das Zentrifugieren versuchen, reduktive Verbindungen zum Schutz vor Oxidation aufzubauen. Der P-Wert der Bio-Äpfel hingegen bleibt auf etwa gleicher Höhe und zeigt nur geringe Änderungen während des Gärverlaufs. Daraus lässt sich schließen, dass die Bio-Äpfel besser im Stande sind ihre innere Struktur bzw. Formation beizubehalten, als die IP-Äpfel.

Außerdem dürfte der höhere Gehalt an (bisher unbekannten) Vitalstoffen der Bio-Äpfel, in Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an löslicher Trockensubstanz, eine bessere Abpufferung gegenüber Stoffwechseländerungen bieten [KEPPEL, mündlich, 2010].

Der Verlauf der °**Brix-Werte** zeigt zu beiden Terminen keine wesentlichen Veränderungen.

Das Ansteigen der **titrierbaren Säure** ist einfach durch den natürlichen Prozess der Gärung begründet.

Die Absenkung des **Vitamin C-Gehalts** während der Gärung lässt sich dadurch erklären, dass Vitamin C in Lebensmitteln sehr empfindlich auf Lagerung und Verarbeitung reagiert. Es wird unter anderem durch Licht und Hitze leicht oxidiert. [ELMADFA, 2004, 145].

5 Schlussbetrachtung

Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen verschiedener Parameter zur Qualitätsbeurteilung ergaben sowohl bei den Bewirtschaftungsvarianten als auch bei den Varianten der radiästhetischen Belastung im Vergleich Unterschiede, die teilweise signifikant ausfielen und teilweise nur als Hinweise angesehen werden können.

Hinsichtlich der Frage nach der besseren Qualität wären die Bio-Äpfel den IP-Äpfeln vorzuziehen. Aufgrund der intensiveren Düngung sind die IP-Äpfel zwar signifikant größer, schwerer und gleichförmiger in ihrer Fruchtform, womit sich auch die bessere Beurteilung aller Parameter dieser Äpfel im Rahmen der Degustation erklären lässt.

Hingegen zeigen die Bio-Äpfel eine signifikant höhere Ausfärbung (höhere Farbanteile und Farbsättigung) und Fruchtfleischfestigkeit und weisen signifikant höhere Gehalte an wert- und geschmacksbestimmenden Inhaltsstoffen (lösliche Trockensubstanz und Vitamin C) auf. Dieser Aspekt der höheren inneren Fruchtqualität der Bio-Äpfel lässt sich auch mit der signifikant höheren Lichtspeicherfähigkeit und einem dementsprechend höheren Ordnungsgrad dieser Früchte untermauern.

Außerdem weisen die Ergebnisse des P-Werts der Apfelscheiben und des Presssaftes, im Lagerverlauf und während des Gärprozesses, darauf hin, dass die Bio-Äpfel einem geringeren Fruchtstress unterliegen, als die IP-Äpfel und daher besser im Stande sind, ihre innere Struktur bzw. Ordnung aufrechtzuerhalten.

Ähnliche Zusammenhänge zwischen den Parametern konnten auch beim Vergleich der Varianten der radiästhetischen Belastung festgestellt werden, wonach Gewicht und Größe der Früchte zu Lasten von Inhaltsstoffen gehen. Angesichts der vorliegenden Ergebnisse wirkt sich eine hohe radiästhetische Belastung positiv auf die innere Fruchtqualität aus.

Obwohl die Früchte von unbelasteten Standorten, aufgrund der vitaleren Wachstumsperiode und höheren Nährstoffaufnahme, zwar signifikant größer und schwerer sind, weisen die Früchte von belasteten Standorten hingegen eine signifikant höhere Fruchtfleischfestigkeit und signifikant höhere Vitamin C-Gehalte auf. Auch der tendenziell geringere P-Wert und geringere Redoxpotentialwert geben Hinweis auf die höhere innere Qualität dieser Früchte. Da jedoch so gut wie keine Vergleichsergebnisse dieser Qualitätsparameter bei Früchten von Standorten unterschiedlicher radiästhetischen Belastung bisher vorliegen, bedarf es weiterer Untersuchungen diesbezüglich, um die in dieser Arbeit festgestellten Unterschiede abzusichern bzw. zu widerlegen.

Im Rahmen der Lagerung konnten erwartete reifebedingte (Anstieg der Farbsättigung, Stärkeabbau, Absinken des Säuregehalts) und qualitätsmindernde Wertänderungen (sinkende Fruchtfleischfestigkeit, Ansteigen des P-Werts, Verlust an Lichtspeicherfähigkeit) der untersuchten Parameter festgestellt werden, welche die Erfahrungen anderer bereits durchgeführter Arbeiten bestätigen.

Die Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes entsprechen den Erwartungen und zeigen aufgrund von Um- und Abbauprozessen einen erwarteten Säureanstieg, ein leichtes Ansteigen des P-Werts und einen Gehaltsverlust des gegenüber Licht und Hitze empfindlichen Vitamin C.

Im weiteren Ausblick wären, neben Untersuchungen bezüglich der Auswirkung radiästhetischer Belastung auf die Fruchtqualität, auch weitere Vergleichsuntersuchungen des P-Werts und der Biophotonenemissionsmessung der Apfelscheiben interessant.

Außerdem sollten in weiterführenden Arbeiten Rücksicht auf Faktoren wie Düngemittel, Pflanzenschutz- oder Bodenbearbeitungsmaßnahmen, die in dieser Arbeit nicht berücksichtigt wurden, genommen werden, um mögliche Auswirkungen auf den P-Wert, von dem sich der Stresszustand eines Lebensmittels ableiten lässt, abzuklären. Auch hinsichtlich der Beurteilung der Kernentwicklung wären weiterführende befruchtungsphysiologische Untersuchungen angezeigt.

Literaturverzeichnis

ABELE, U. (1987): Produktqualität und Düngung – mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch. Angewandte Wissenschaft, Heft 345, Landwirtschaftsverlag Münster Hiltrup

AHRENS, E. (1991): Aspekte zum Nachernteverhalten zur Lagerungseignung. In: Meier-Ploeger, A. Vogtmann, H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität- ganzheitliche Methoden und Konzepte. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 2.Auflage, 113-146

BACHLER, Käthe (1986): Erfahrungen einer Rutengängerin, Veritas Verlag, Linz-Wien-Passau, 10.Auflage

BERGSMANN, O.(1990):Risikofaktor Standort – Rutengängerzone und Mensch, Facultas Universitätsverlag, Wien

BISCHOF, Marco (1995): Biophotonen – das Licht in unseren Zellen, Verlag Zweitausendeins, Frankfurt am Main, 3. Auflage

BRUDNY, Klaus: Radiästhesie- allgemeine Infos. Internet: <http://www.radiaesthesie-austria.com/index.php?thid=txt1&subbid=zwei> (Zugriff: April 2010)

BRUNMAYER, Renate (2004): Der Einfluss von radiästhetisch gemuteten Mikrostandorten auf die Vitalaktivität von Erdbeeren, Diplomarbeit, BOKU Wien

BUNDESAMT für Wein- und Obstbau Klosterneuburg: Versuchsgut Haschhof
Internet: <http://bundesamt.weinobstklosterneuburg.at/seiten/index.php/view.192/> (Zugriff: Mai 2009)

BUSCAROLI, C.; CUTULI, M.; DONATI, F.; GRANDI, M. and SANSAVINI, S. (2002): Evaluation of apple cultivars and selections resistant to scab. Rivista Frustic. Ortofloric. 64(11), 53-65

ELMADFA, I. (2004): Ernährungslehre, Verlag Eugen Ulmer GmbH & Co, Stuttgart

FISCHER, Manfred (2002): Apfelanbau- integriert und biologisch, Eugen Ulmer GmbH & Co., Stuttgart, S.138, 5-13

FRIEDRICH, G. und FISCHER, M. (2000) Physiologische Grundlagen des Obstbaues, Verlag Ulmer, Stuttgart (Hohenheim), 344-351 und 366-371

HOFFMANN, Manfred (1997): Vom Lebendigen in Lebensmitteln, Deukalion Verlag, Holm

HOFFMANN, Manfred und STALLER, Bernhard (2004): Lebensmittelqualität - elektrochemisch betrachtet; ernährung im fokus 4 (11), 307-315

HOFFMANN, Manfred; WOLF, Günter und STALLER, Bernhard (2007): Lebensmittelqualität und Gesundheit: Bio- Testmethoden und Produkte auf dem Prüfstand, Verlag baerens & fuss OHG, Schwerin

JANICK, J. (2001): GoldRush apple. Journal of the American Pomological Society 55(4), 194-196

- KELDERER, M.; LARDSCHNEIDER, E. und CASERA, C. (2003): Leitfaden für den biologischen Obst- und Weinbau 2003, Versuchszentrum Laimburg, Italien
- KEPPEL, H. (1998): Elektrochemische Merkmale als neue Parameter im landwirtschaftlichen Versuchswesen; Obst – Wein- Garten Nr.6, 6-7
- KEPPEL, H. (1997) Ermittlung elektrochemischer Parameter in Apfelpreßsaft. Mitteilungen Klosterneuburg 47, 56-58
- KEPPEL, H. (2003): Ringversuch der öffentlichen Versuchsanstalt Österreichs zur Prüfung schorfresistenter Apfelsorten; Mitteilungen Klosterneuburg 53 (1/2), 61-73
- KEPPEL, H.: mündliche Mitteilung, 2008
- KEPPEL, H.: mündliche Mitteilung, 2010
- LADURNER, Heike (2003): Qualitätsuntersuchungen an Äpfeln aus biologischem und konventionellem Anbau nach verschiedenen Methoden, Diplomarbeit der Universität Wien
- LAMPRECHT, G.; WURM, L.; EDER, R. (2004): Innere Fruchtqualität der Apfelsorten `Jonagold`, `Pinova` und `Topaz` bei biologischer und integrierter Produktion. Mitteilungen Klosterneuburg 54, 56-62
- LEBENSMINISTERIUM: Qualitätskriterien für Lebensmittel 2010. Internet: <http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/theme/view/894393/835441/741/574?REF=popup> (Zugriff: Dezember 2010)
- LUTTERMANN, mündlich, 2003
- MATTHIES, K. (1991): Qualitätserfassung pflanzlicher Produkte aus unterschiedlichen Düngungs- und Anbauverfahren. Dissertation, Gesamthochschule Kassel
- PFANNHAUSER, W. (1996): Lebensmittelqualität- was ist das?. Ernährung/Nutrition 20 (1), 5-8
- POPP, F.A. (1991): Biophotonen- Analyse de Lebensmittelqualität. In: Meier-Ploeger, A. Vogtmann, H. (Hrsg.): Lebensmittelqualität- ganzheitliche Methoden und Konzepte. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe, 2.Auflage, 87-112
- POPP, Fritz- Albert (2003): Lebensmittelqualitätsanalysen mithilfe der Biophotonik; Lebensmittel- Technologie 7-8/03; 36.Jahrgang, 8-11
- PRO OMNIA: Rutengehen, Pendeln – Radiästhesie: Die unsichtbaren Erdstrahlen. Internet: http://www.pro-omnia.at/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=10 (Zugriff: April 2010)
- SAURE, M. 1990: Grundlagen für eine Förderung der Rotfärbung bei Äpfeln im integrierten Anbau. Erwerbsobstbau 32: 166-168

SCHEEWE, P. (1999): Obstbau: Ein Überblick über aktuelle Themenbereiche und eine Zusammenstellung der daran arbeitenden Institutionen, Margraf Verlag, Weikersheim,

SCHRÖDINGER, Erwin (1945): What is Life? Cambridge Universität Press, London; dt.: Was ist Leben? Verlag Piper, München/Zürich, 1989

SCHULZ, D.G., KOCH, K. KROMER, K.-H., KÖPKE, U. (1997): Einfluss unterschiedlicher Anbauarten– mineralisch, organisch, biologisch-dynamisch – auf Kartoffeln: Inhaltsstoffe, Sensorik, Festigkeitskennwerte, und bildschaffende Methoden. In: U. Köpke und J.A. Eisele (Hrsg) Beiträge zur 4. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau, 3.-4.März 1997, Bonn, pp.211-216

SCHUMACHER, R. und STADLER, W 1989: Zusammenhänge zwischen inneren und äußeren Merkmalen bei 'Jonagold'. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 125: 684-690

SCHWARZL, Rosa: Strahlensucher- Strahlenflüchter: Einführung zur Radiästhesie
Internet:
http://www.radiaesthesieverband.at/media/downloads/Beschreibung_Strahlensucher_Strahlenfluechter.pdf (Zugriff: April 2010)

SPORNBERGER, A. (2003): Prüfung schorffresistenter Apfelsorten unter den Bedingungen des biologischen Anbaus im pannonischen Klimagebiet; Mitteilungen Klosterneuburg 53 (1/2), 12-22

SPORNBERGER, A.: mündliche Mitteilung, 2008

STEINBAUER, L. 2003: Äußere und innere Produktqualität: Konventionell, IP und Bio im Vergleich. Bess. Obst (12): 8-9

TEIA AG - Internet Akademie und Lehrbuch Verlag: Konzepte Content- Repräsentation & Markup- Sprachen
Internet:
<http://www.teialehrbuch.de/Kostenlose-Kurse/Markup-Sprachen/pics/LE02-LE02-CIELAB.jpg> (Zugriff: Mai 2010)

TEUBNER, R. (1983): Zur Qualitätsbestimmung von Nutzpflanzen , insbesondere Medizinalpflanzen, mit Hilfe der ultraschwachen Photonenemission. Dissertation. Fachbereich Agrarwissenschaften, Georg- August Universität Göttingen

VELIMIROV, A., KIENZL -PLOCHBERGER, K., SCHWAIGER, E. (2000): Futterwahlversuche mit Ratten und mikrobiologische Untersuchungen als integrative Testmethoden zur Ermittlung der Qualität landwirtschaftlicher Produkte. Endbericht des Bundesministeriums f. Land- und Forstwirtschaft, Umweltschutz und Wasserwirtschaft in Wien

VELIMIROV, Alberta (2002): Integrative Qualitätsmethoden im Zusammenhang mit der P-Wert-Bestimmung. Tagungsband 9. Internationale Tagung Elektrochemischer Qualitätstest, 30.5.-1.6.2002, Institut für Gemüse und Blumenproduktion der Mendel Universität für Land- und Forstwirtschaft, Lednice (Tschechische Republik)

VELIMIROV, Alberta (2006): Evaluierung der komplementären Methoden. In: Potentiale zeitgemäßer Qualitätsforschung - Von der Methode zum Ganzen. Tagungsband: Symposium vom 2. bis 3. Februar 2006, Universität für Bodenkultur, Wien

VELIMIROV, Alberta und MÜLLER, Werner (2003): Die Qualität biologisch erzeugter Lebensmittel, Im Auftrag von Bio Ernte Austria, Niederösterreich/Wien

WEIBEL, F., WIDMER, A. und HUSISTEIN, A. (2004): Systemvergleichsversuch: Integrierte und biologische Apfelproduktion, Teil III: Innere Qualität - Inhaltsstoffe und Sensorik. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 140(7): 10-13

WOLF, Günter und REY, Christa (1997): Wie Qualität elektrochemisch zu messen ist. In: Hoffmann Manfred (Hrsg.): Vom Lebendigen in Lebensmitteln. Deukalion Verlag, Holm, 50-58

WORSCH, Emil (2002): Erdstrahlen und deren Einfluss auf die Gesundheit des Menschen, V.F. Sammler (im Leopold Stocker Verlag), Graz

WURM, Lothar (2003): Prüfung schorffresistenter Apfelsorten unter den Bedingungen biologischer Produktion bei Fungizidverzicht – Standort Klosterneuburg; Mitteilungen Klosterneuburg 53, 41-51

WURM, Lothar und PIEBER, Karl (2004): Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege, Teil 1: Ertragsleistung ; Mitteilungen Klosterneuburg 54, 159-185

WURM, L.; HARMER, A.; DARNHOFER, P. und LIPPITZ, M. (2005): Leistungsprüfung verschiedener Apfelsorten bei biologischer und integrierter Produktion unter Berücksichtigung unterschiedlicher Baumstreifenpflege, Teil 3: Innere Fruchtqualität und Lagerverhalten; Mitteilungen Klosterneuburg 55, 162-176

WURM, L.; LAFER, G.; KICKENWEIZ, M.; RÜHMER, T. und STEINBAUER, L. (2010): Erfolgreicher Obstanbau, Österreichischer Agrarverlag, Wien

Zusammenfassung

Das Ziel dieser Arbeit war die Analyse verschiedener herkömmlicher chemisch-analytischer und ganzheitlicher Qualitätsparameter am Beispiel Apfel, um festzustellen, ob es Unterschiede in der Fruchtqualität bei biologischer und integrierter Produktionsmethode und bei Standorten mit unterschiedlicher radiästhetischer Belastung gibt. Zudem sollte das Verhalten dieser Fruchtqualitätsparameter im Laufe der Lagerung und während des Gärprozesses untersucht werden.

Das Untersuchungsmaterial waren Äpfel der Sorte „Goldrush“ aus dem Versuchsgut Haschhof des Bundesamtes für Obst- und Weinbau in Klosterneuburg, das nördlich von Wien auf 320 bis 390 m Seehöhe liegt.

Es konnten sowohl bei den Bewirtschaftungsvarianten als auch bei den Varianten der radiästhetischen Belastung Qualitätsunterschiede festgestellt werden.

Im Vergleich zu den signifikant größeren Äpfeln aus integrierter Produktion zeigten die Bio-Äpfel eine signifikant höhere Ausfärbung und Fruchtfleischfestigkeit, wiesen signifikant höhere Gehalte an löslicher Trockensubstanz und Vitamin C auf und besaßen eine signifikant höhere Lichtspeicherfähigkeit. Außerdem wiesen die Ergebnisse des P-Werts darauf hin, dass die Bio-Äpfel einem geringeren Fruchtstress während der Lagerung und des Gärprozesses unterlagen, als die IP-Äpfel.

Ähnliche Zusammenhänge zwischen den Parametern brachte auch der Vergleich der radiästhetischen Belastung hervor. Die Früchte mit geringer Belastung waren zwar signifikant größer und schwerer, hingegen wiesen die Früchte von belasteten Standorten eine signifikant höhere Fruchtfleischfestigkeit und signifikant höhere Vitamin C-Gehalte auf. Auch der trendmäßig geringere P-Wert und geringere Redoxpotentialwert gaben Hinweis auf die höhere innere Qualität dieser Früchte.

Im Rahmen der Lagerung konnten erwartete reifebedingte (Anstieg der Farbsättigung, Stärkeabbau, Absinken des Säuregehalts) und qualitätsmindernde Wertänderungen (sinkende Fruchtfleischfestigkeit, Ansteigen des P-Werts, Verlust an Lichtspeicherfähigkeit) der untersuchten Parameter festgestellt werden.

Die Beobachtungen von Inhaltsstoffparametern beim spontanen Gärverlauf des Presssaftes zeigten einen erwarteten Säureanstieg, ein leichtes Ansteigen des P-Werts und einen Vitamin C-Verlust.

Im Ausblick wären weitere Untersuchungen bezüglich der Auswirkung radiästhetischer Belastung auf die Fruchtqualität und Vergleichsuntersuchungen des P-Werts und der Biophotonenemissionsmessung der Apfelscheiben interessant.

Außerdem sollten in fortgesetzten Arbeiten auch Rücksicht auf Faktoren wie Düngemittel, Pflanzenschutz- oder Bodenbearbeitungsmaßnahmen genommen werden, um mögliche Auswirkungen auf den P-Wert abzuklären. Auch hinsichtlich der Beurteilung der Kernentwicklung wären weiterführende befruchtungsphysiologische Untersuchungen angezeigt.

Schlüsselwörter: Apfel, Qualität, Radiästhesie, biologisch, integrierte Produktion, ganzheitliche Methoden, Lagerung, Gärprozess

Abstract

The aim of this project was to analyse several usual and holistic quality parameters on apples, variety “Goldrush”, to find out if there are quality differences between organic and integrated production and between places with different radiesthetic influence. Furthermore the behaviour of some quality parameters during the storage and fermentation process was tested. The analysis were done on apples, variety “Goldrush”, from the research farm Haschhof of the Bundesamt für Obst- und Weinbau Klosterneuburg (near Vienna) on sea level 320-390 m. Quality differences between the cultivation systems as well as between places with different radiesthetic influence have been found out. In comparison integrated produced apples grew significant bigger, while the organic apples were characterised by significant higher colour values and fruit firmness. The latter had a significant higher content of soluble dry solids and vitamin C and showed a significant higher storage capacity for light. In addition the results of the p-value suggested that the organic apples were less stressed during storage and fermentation than the integrated produced apples.

A similar relation between the parameters has been figured out by comparing different radiesthetic influence. While apples with low radiesthetic influence grew significant bigger, the apples with higher radiesthetic influence showed a significant higher fruit firmness and vitamin C-content. Also the tendency to lower p-values and redox potential indicated a better internal fruit quality of these fruits. During storage expected changes relating to ripeness of fruit (increasing colour-values, starch reduction, decreasing acidity) and quality degradation (decreasing fruit firmness, increasing p-value, loss of storage capacity for light) has been found out.

The observations of selected parameters during fermentation showed an expected increasing acidity, a slightly increasing p-value and a decreasing vitamin C-content.

In outlook for the future it would be interesting to do further analysis regarding radiesthetic influence on quality of fruits and further comparative analysis of p-value and biophoton emission. Moreover, continuative projects should also include factors like fertiliser, plant protection and field work measurements to find out if there exists a possible influence on the p-value. Concerning the evaluation of apple seed development further analysis regarding fertilization have to be done as well.

Keywords: apple, quality, radiesthesia, organic, integrated production, holistic methods, storage, fermentation

Anhang

Bio-Quartier: Pflanzenschutz 2008 (incl. Düngung, Herbizid, chem. Fruchtausdünnung)
Brühenmenge 500l/ha

Datum	Mittel/Wirkstoff	Menge/ha bzw. Konzentration
13.03	Cuprofor	2l/ ha
02.04	Schwefelkalk	8l/ ha
10.04	Cuprafor	1l/ ha
	Thiovit	4kg/ ha
	Spruzit	1l/ ha
22.04	Schwefelkalk	85 ml /
	Löschkalk	300g / 21 l → Bio- und IP- Quartier
	Kupfer	21ml /
28.04	Schwefelkalk	85 ml /
	Löschkalk	300g / 21 l → Bio- und IP- Quartier
	Kupfer	21ml
02.05	Cuprofor	0,5l/ha
	Neem	0,5l/ha
	Vitisan	7kg/ha
06.05	Cuprofor	0,5l/ha
	Vitisan	6kg/ha
	Neem	0,5l/ha
	Spruzit	1l/ha
10.05	Schwefelkalk	10l/ha
16.05	Cuprofor	0,5l/ha
	Thiovit	2kg/ha
	Biobit	2l/ha
	Neem	0,5l/ha
21.05	Schwefelkalk	10l/ha
29.05	Cuprofor	0,5l/ha
	Thiovit	3kg/ha
	Spruzit	1l/ha
	Carpovirusine	1,5l/ha
05.06	Schwefelkalk	12l/ha
09.06	Carpovirusine	1,5l/ ha
11.06	Cuprofor	0,5l/ ha
	Thiovit	3kg/ ha
19.06	Carpovirusine	1,5l/ ha
30.06	Carpovirusine	1,5l/ ha
01.07	Cuprofor	0,25l/ha
	Vitisan	5kg/ ha
14.07	Schwefelkalk	10l/ha
	Carpovirusine	1,5l/ ha
21.07	Vitisan	5kg/ha
	Carpovirusine	1,5l/ ha
29.07	Carpovirusine	1,5l/ ha
04.08	Vitisan	5kg/ ha
	Carpovirusine	1,5l/ ha

08.08	Carpovirusine	1,5l/ ha
14.08	Vitisan	5kg/ha
	Carpovirusine	2l/ha
19.08	Carpovirusine	2l/ha
27.08	Vitisan	5kg/ha
	Carpovirusine	1,5l/ ha
03.09	Carpovirusine	1,5l/ ha

IP- Quartier: Pflanzenschutz 2008 (incl. Düngung, Herbizid, chem. Fruchtausdünnung)
Brühenmenge: 500l/ha

Datum	Mittel/Wirkstoff	Menge/ha bzw. Konzentration
13.03	Cuprofor	2l/ha
27.03	Delan	0,75/ha
02.04	Schwefelkalk	8l/ha
11.04	Delan	0,75l/ha
	Karathane	0,5l/ha
	Calypso	0,2l/ha
	Borax	6kg/ha
17.04	Round Up	3l/ha
	Netzmittel (ATSM)	7l/ha
22.04	Dithane	2kg/ha
	Vision	1l/ha
	Regulex	0,25l/ha
24.04	Schwefelkalk	85ml/
	Löschkalk	300g/ 21l → Bio- und IP- Quartier
	Kupfer	21ml/
28.04	Schwefelkalk	85ml/
	Löschkalk	1kg/ 21l → Bio- und IP- Quartier
	Kupfer	21ml/
28.04	Discus	0,15kg/ha
	Captan 500	2l/ha
	Bovic	3kg/ha
	Bittersalz	5kg /ha
	Blossom Protect	5kg/ha
06.05	Dithane	2kg/ha
	Score	0,5/ha
	Calypso	0,2l/ha
	Diringol	0,2l/ha
06.05	Löschkalk	300g/5l
14.05	Delan	0,75kg /ha
	Discus	0,2kg/ha
20.05	Delan	0,75/ha
	Vision	1l/ha
	Insegar	0,4kg/ha
	Mangan Sulf.	0,5kg/ha
	Regalis	0,5kg/ha
28.05	Basta	125ml/10l

30.05	Delan	0,75kg/ha
	Discus	0,15kg/ha
	Carpovirusine	0,5l/ha
02.06	Round Up	4l/ha
	Netzmittel (ATSM)	7l/ha
06.06	Vision	1l/ha
	Delan	0,75kg/ha
	Regalis	0,6kg/ha
	Confidof	0,1kg/ha
11.06	Flordimex	0,25l/ha
	Delan	0,75kg/ha
	THiovit	3kg/ha
	Dimilin	0.4kg/ha
	Dursban	2l/ha
19.06	Goal 2E	4l/ha
	Round Up	4l/ha
25.06	Delan	0,5kg/ha
	Flint	6,5kg/ha
	Regulex	0,5l/ha
	Carpovirusine	1l/ha
22.07	Captan 500	1l/ha
	Score	0,4l/ha
	Dursban	2l/ha
	Insegar	0,4l/ha
	Folifert Kalzium	4l/ha
14.08	Filifert Kalzium	5l/ha
	Captan 500	2l/ha
	THiovit	2kg/ha
	Mimic	0,5l/ha
	Carpovirusine	1l/ha
05.09	Captan 500	1l/ha
	Steward	0,2kg/ha
	Folifert Kalzium	4l/ha

Lebenslauf

Persönliche Daten	Noll Daniela, geboren am 5. Mai 1983 in Tulln wohnhaft in Obere Landstrasse 13, 3041 Wimmersdorf
Ausbildung	1989-1993: VS Asperhofen 1993-1997: HS Neulengbach 1997-2001: BORG St. Pölten (musischer Zweig) seit Sept. 2001: Studium der Ernährungswissenschaften an der Hauptuniversität Wien seit März 2005: Studium der Agrarwissenschaften an der Universität für Bodenkultur in Wien
Praktika	2005: - Biobauernhof der Fam. Hieret (Dreierhof) in Maria Anzbach (NÖ): diverse Tätigkeiten in der Backstube, im Hofladen und Gemüsegarten - Betriebsküche Pflegeheim Beer in Neulengbach (NÖ): Lebensmittelvor- und -zubereitung, Menüzusammenstellung unterschiedlicher Kostformen (Normal-, Schonkost,..) 2006: - Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (Wien) am Institut für Lebensmitteluntersuchung: Probenvorbereitungen, Gutachten,... - Bioerlebnis Norbertinum Tullnerbach-Pressbaum: diverse Tätigkeiten im Schaugarten und Bioladen, Mithilfe bei Führungen,..
Berufliche Tätigkeit	• 2001- 2004 teilzeitbeschäftigt in der Billa AG Sieghartskirchen • Oktober 2006 - März 2009 im Anschluss meines Praktikums fallweise Beschäftigung im Bioladen des Bioerlebnis Norbertinum • Frühjahr 2008: ökopädagogische Referentin (Gartenführungen) bei der Landesgartenschau Tulln (Die Garten Tulln)
Sprachkenntnisse	Englisch (Maturaniveau), Französisch (Maturaniveau), Spanisch (2 Semester - Kurs an der BOKU)
Interessen	Natur und Garten, Tiere, Musik, Tanzen, Sport