

**AUSDÜNNUNG BEI SÜSSKIRSCHEN (*Prunus avium* L.)  
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG DER GENERATIVEN  
UND VEGETATIVEN ENTWICKLUNG**



**Bakk. techn. Stefan Hummelbrunner**

Universität für Bodenkultur, Wien  
Department für Angewandte Pflanzenwissenschaften und  
Pflanzenbiotechnologie  
Institut für Garten-, Obst- und Weinbau

*Wien 2007*

## **DANKSAGUNG**

Ein besonderer Dank gilt meinen Betreuern Frau Univ. Prof. Dr. Astrid Forneck und Herrn ObRat DI Peter Modl für die Anregung zu diesem Thema, sowie für die Unterstützung bei der Durchführung des Versuchs und beim Verfassen der Masterarbeit. Weiters möchte ich mich bei jenen Mitarbeitern des Institutes für Garten-, Obst-, und Weinbau bedanken, die mir während des Versuches helfend zur Seite gestanden sind.

## Inhaltsverzeichnis

<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b> .....	<b>II</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b> .....	<b>III</b>
<b>EINLEITUNG</b> .....	<b>1</b>
<b>LITERATURÜBERSICHT</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Süßkirschenproduktion: Österreich und weltweit</b> .....	<b>2</b>
1.1 Süßkirschenproduktion: Österreich.....	2
1.2 Süßkirschenproduktion: weltweit.....	4
<b>2 Beschreibungen der wichtigsten Unterlagen im Kirschenanbau</b> .....	<b>7</b>
2.1 Die wichtigsten Unterlagen im Kirschenanbau.....	8
<b>3 Unterlage Edelreis Interaktionen</b> .....	<b>16</b>
<b>4 Entstehung der selbstfertilen Kirschensorten</b> .....	<b>19</b>
<b>5 Beschreibung der im Versuch verwendeten Kirschensorten</b> .....	<b>20</b>
<b>EINFÜHRUNG</b> .....	<b>25</b>
<b>MATERIAL UND METHODEN</b> .....	<b>32</b>
<b>ERGEBNISSE</b> .....	<b>37</b>
<b>DISKUSSION</b> .....	<b>51</b>
<b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>56</b>
<b>LITERATUR</b> .....	<b>60</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Sorte Blaze Star	20
Abbildung 2: Sorte Samba	21
Abbildung 3: Sorte Merchant	22
Abbildung 4: Sorte Techlovan	23
Abbildung 5: Kautsky Kurve	27
Abbildung 6: Spindelerziehung bei Süßkirschen	32
Abbildung 7: Versuchsplan	33
Abbildung 8: Blatt – und Blütenverbrennungen	34
Abbildung 9: CIRAS 2 Meßgerät	36
Abbildung 10: Durchschnittlicher Blütenansatz pro Meter Astlänge	37
Abbildung 11: Ausgezählte Früchte in % der ausgezählten Blüten	38
Abbildung 12: Früchte in % ausgezählter Blüten je Astabschnitt	39
Abbildung 13: Durchschnittlicher Fruchtansatz je Meter	40
Abbildung 14: Einzelfruchtgewicht	41
Abbildung 15: Früchte in % ausgezählter Blüten und durchschnittliches Fruchtgewicht	41
Abbildung 16: Durchschnittlicher Fruchtdurchmesser	42
Abbildung 17: Durchmesser je Frucht	43
Abbildung 18: pH-Wert je Frucht	44
Abbildung 19: Durchschnittliche lösliche Trockensubstanz, durchschnittlicher pH-Wert	45
Abbildung 20: Durchschnittlicher Anthocyangehalt	46
Abbildung 21: Nettoassimilationsrate	47
Abbildung 22: Blatttranspirationsrate	48
Abbildung 23: stomatärer Widerstand	49
Abbildung 24: Steady state Fluoreszenz	50

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Erwerbsobstanlagen - 2007	2
Tabelle 2: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Erwerbsobstanlagen - 2006	3
Tabelle 3: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Extensivanlagen- 2006 und 2007	3
Tabelle 4: Die wichtigsten Süßkirschenproduzenten	4
Tabelle 5: Durchschnittliche Süßkirschenerträge	4
Tabelle 6: Die weltweit wichtigsten Süßkirschen produzierenden Länder	5
Tabelle 7: Vorschau auf die Entwicklung der Süßkirschproduktion	5
Tabelle 8: Angaben über Spritzzeitpunkte, Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit	33
Tabelle 9: Durchschnittliches Röteln	37
Tabelle 10: Durchschnittliche Erntemengen	38
Tabelle 11: Durchschnittliches Fruchtgewicht	40
Tabelle 12: Durchschnittlicher Durchmesser	42
Tabelle 13: Durchschnittlicher pH -Wert	43
Tabelle 14: Durchschnittlicher Gehalt löslicher Trockensubstanz	44
Tabelle 15: Durchschnittliche Konzentration an Cyanidinequivalenten	45
Tabelle 16: Durchschnittlicher Gehalt an titrierbarer Säure	46
Tabelle 17: Durchschnittliche Nettoassimilationsrate	47
Tabelle 18: Durchschnittliche Blatttranspirationsrate	48
Tabelle 19: Durchschnittlicher stomatärer Widerstand	49
Tabelle 20: Durchschnittliche Steady state Fluoreszenz	50

## **EINLEITUNG**

Der Anbau von Kirschen unterliegt derzeit einer starken Wandlung. In der modernen Kirschenproduktion hat es in den letzten zwei Jahrzehnten nicht nur in der Sorten-, sondern auch in der Unterlagenzüchtung weit reichende Veränderungen gegeben. Die heutigen, im modernen Süßkirschenanbau eingesetzten Sorten sollten möglichst hohe und gleichmäßige Erträge bringen, sowie große, attraktive und wohl schmeckende Früchte liefern, die nur wenig platzempfindlich und möglichst selbstfruchtbar sein. Durch die Züchtung früher und später reifender Sorten ist es möglich die Erntesaison zu verlängern. Die Verwendung optimal geeigneter (schwachwüchsiger) Unterlagen und damit die Kultivierung kleinkroniger Baumformen ermöglichen nun auch im Kirschenanbau eine intensivere Produktion und einen gezielteren Einsatz von Methoden der Qualitätssteigerung (BÄDER 2000).

Die neuen Süßkirschensorten, welche meist auf schwachwüchsigen Unterlagen veredelt sind, können einen zu hohen Fruchtansatz aufweisen, was sich negativ auf die innere und äußere Fruchtqualität auswirken kann (WIDMER et al. 2006). Daher wird seit einiger Zeit in Versuchen überprüft ob eine Ausdünnung bei Kirschen die Fruchtqualität steigert.

Ziel dieser Masterarbeit ist zu prüfen, ob die Applikation von Ammoniumthiosulfat bei 40% offene Blüten bzw. bei 80% offene Blüten eine ausreichend ausdünnende Wirkung besitzt und die Qualität der verbleibenden Früchte gesteigert wird.

Fragestellung:

- Gibt es einen Unterschied zwischen den 4 verwendeten Sorten: Blaze Star, Samba, Merchant und Techlovan bezüglich der Wirkung der Ausdünnung?
- Unterscheiden sich die Ausdünnwirkungen der 2 Varianten, nämlich Applikation von 1,8% Ammoniumthiosulfat (ATS) mit einer Konzentration von 17,64g/l, bei 40% offenen Blüten von einer 1,8% ATS Applikation bei 80% offenen Blüten?
- Weisen die nach der Behandlung sich entwickelten Früchte verbesserte äußere Qualitätsparameter (Größe und Gewicht) auf?
- Gibt es Unterschiede im pH-Wert, im Gehalt an löslicher Trockensubstanz, im Anthocyangehalt und im Gehalt an titrierbarer Säure zwischen den Früchten der drei Varianten?
- Weisen die Blätter der 4 Sorten unter Berücksichtigung der Messtermine (vor und nach der Ernte) Unterschiede im Gaswechsel und der Steady state Fluoreszenz auf?

# LITERATURÜBERSICHT

## 1 Süßkirschenproduktion: Österreich und Weltweit

### 1.1 Süßkirschenproduktion: Österreich

Die Süßkirschenenernte in Österreich aus Erwerbsobstanlagen betrug im Jahre 2007 1259 t.

Im Vergleich zur Ernte von 2006 mit 784 t ist das ein Anstieg von 60,6%.

Zu den höheren Produktionsmengen tragen sowohl die im Vergleich zu 2006 erhöhten durchschnittlichen Hektarerträge bei, welche 2007 bei 85 dt lagen, als auch die Erweiterung der Anbauflächen, die von 104 ha im Jahr 2006 auf 148 ha im Jahr 2007 anstiegen. Nennenswerte Zuwächse an ertragsfähiger Fläche zwischen 2006 und 2007 gab es in der Steiermark mit 40 ha und Niederösterreich mit 4 ha. Größtes Anbaugebiet von Süßkirschen aus Erwerbsobstanlagen im Jahr 2007 ist die Steiermark mit 70 ha (Erntemenge: 560 t), gefolgt von Niederösterreich mit 44 ha (Erntemenge: 419 t) und dem Burgenland mit 26 ha (Erntemenge: 222 t). Die höchsten durchschnittlichen Süßkirschenerträge aus Erwerbsobstanlagen erreichten im Jahr 2007 Vorarlberg mit 100 dt pro Hektar, gefolgt von Niederösterreich und Wien mit jeweils 95 dt pro Hektar.

**Tabelle 1: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Erwerbsobstanlagen - 2007**

Bundesländer	Ertragsfähige Fläche in ha	Ertrag in dt pro ha	Ernte insgesamt in t
Burgenland	26	85	222
Kärnten	0	70	3
Niederösterreich	44	95	419
Oberösterreich	3	50	17
Salzburg	-	-	-
Steiermark	70	80	560
Tirol	0	65	3
Vorarlberg	2	100	17
Wien	2	95	19
<b>Österreich 2007</b>	<b>148</b>	<b>85</b>	<b>1259</b>
Österreich 2006	104	75	784

Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2006 und 2007

In den Jahren 2005 und 2006 gab es keine nennenswerten Veränderungen in der ertragsfähigen Süßkirschenproduktionsfläche aus Erwerbsobstanlagen, jedoch war die Ernte im Jahr 2006 mit 784 t um 90t geringer als im Jahr zuvor (STATISTIK AUSTRIA 2005, 2006).

**Tabelle 2: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Erwerbssobstanlagen - 2006**

Bundesländer	Ertragsfähige Fläche in ha	Ertrag in dt pro ha	Ernte insgesamt in t
Burgenland	26	85	222
Kärnten	0	70	3
Niederösterreich	40	95	419
Oberösterreich	3	50	17
Salzburg	-	-	-
Steiermark	30	80	560
Tirol	0	65	3
Vorarlberg	2	100	17
Wien	2	95	19
<b>Österreich 2006</b>	<b>104</b>	<b>75</b>	<b>784</b>
Österreich 2005	104	84	874

Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2005 und 2006

Der überwiegende Teil von in Österreich produzierten Süßkirschen stammt aus Extensivanlagen. Im Jahre 2006 wurden 26 459 t Süßkirschen aus Extensivanlagen geerntet (2005: 25 035 t). In Extensivanlagen wurden 2006 österreichweit etwa 930 700 ertragsfähige Bäume mit einem Durchschnittsertrag von 28,4 kg pro Baum genutzt. Niederösterreich hat mit 209 500 ertragsfähigen Bäumen die meisten Pflanzungen, gefolgt von Oberösterreich (208 900 Bäume) und der Steiermark mit 181 000 Bäumen (STATISTIK AUSTRIA 2005, 2006).

**Tabelle 3: Süßkirschenproduktion in Österreich aus Extensivanlagen – 2006 und 2007**

Bundesländer	Ertragsfähige Bäume - 2006	Ertrag pro Baum in kg - 2006	Ernte insgesamt in t - 2006	Ertrag pro Baum in kg - 2007
Burgenland	67 700	35,2	2 386	<b>35,9</b>
Kärnten	92 700	25,5	2 366	<b>36,2</b>
Niederösterreich	209 500	32,4	6 790	<b>34,0</b>
Oberösterreich	208 900	28,1	5 861	<b>37,8</b>
Salzburg	35 500	20,3	722	<b>27,9</b>
Steiermark	181 000	27,0	4893	<b>33,1</b>
Tirol	35 700	24,5	876	<b>36,1</b>
Vorarlberg	22 500	21,4	481	<b>29,1</b>
Wien	77 200	27,0	2 084	<b>37,7</b>
<b>Österreich 2007</b>				<b>35,1</b>
Österreich 2006	930 700	28,4	26 459	
Österreich 2005	930 700	26,9	25 035	

Quelle: STATISTIK AUSTRIA 2006 und 2007

## 1.2 Süßkirschenproduktion: Weltweit

Zu den Erntemengenmäßig wichtigsten Süßkirschen produzierenden Länder im Jahre 2005 zählen die Türkei mit 260 000 t gefolgt von den USA mit 250 000 t und dem Iran mit 224 000 t. In Europa sind im Jahr 2005 Deutschland mit 120 000 t, Italien mit 107 922 t und Spanien mit 89 300 t jene Länder mit den höchsten Erntemengen. Die größten Steigerungen in den durchschnittlichen Erntemengen zwischen 1991-93 bis 2005 zeigten der Iran mit 122 954 t gefolgt von der Türkei mit 106 667 t und der USA mit 64 983 t. Weltweit stiegen die Erntemengen von 1 538 817 (1991-93) auf 1 864 338 im Jahr 2005 an.

**Tabelle 4: Die wichtigsten Süßkirschproduzenten**  
(Erntemengen gesamt in Tonnen)

Periode	Türkei	Iran	USA	Deutschland	Italien	Spanien	Welt
<b>1991-93</b>	153 333	101 046	185 017	154 114	125 852	82 400	1 538 817
<b>2001-03</b>	241 667	220 195	198 824	119 000	115 362	102 919	1 799 552
<b>2003-05</b>	256 667	223 333	243 341	116 000	104 059	86 692	1 845 101
<b>2005</b>	260 000	224 000	250 000	120 000	107 922	89 300	1 864 338
<b>2006</b>	310 254				110 910	93 900	

Quelle: World Sweet Cherry Review 2006

Jene Länder mit den höchsten durchschnittlichen Süßkirschenerträgen in den Jahren 2003-05 sind mit 9,69 t die Türkei gefolgt vom Iran mit 8,71 t und Österreich mit 7,84 t.

**Tabelle 5: Durchschnittliche Süßkirschenerträge**  
(Ertrag in Tonnen/ha)

Periode	Türkei	Iran	USA	BRD	Italien	Spanien	Frankreich	Österreich
<b>1985-87</b>	8,77	8,25	7,96	5,22	6,20	3,16	5,21	7,45
<b>1988-90</b>	8,58	9,00	8,26	5,03	5,12	2,27	5,09	6,99
<b>1991-93</b>	8,9	8,52	8,53	2,53	4,95	3,17	4,36	8,23
<b>1994-96</b>	9,19	8,79	7,55	4,99	5,19	2,40	4,93	8,02
<b>1997-99</b>	9,73	9,55	8,33	3,93	4,48	2,68	3,48	8,36
<b>2000-02</b>	9,04	8,61	6,82	4,24	4,71	3,47	5,26	7,99
<b>2003-05</b>	9,69	8,71	7,80	3,52	3,45	2,31	4,89	7,84

Quelle: World Sweet Cherry Review 2006

Im Jahr 2005 weist Spanien mit 49 100 ha weltweit noch die größten Anbauflächen auf (2006 sind es nur mehr 25 800 ha). An zweiter Stelle liegt 2005 die BRD mit 33 000 ha, gefolgt von den USA (31 500 ha) und Italien (30 300 ha). Seit den Jahren 1994-96 bis 2005 nahmen die Anbauflächen in den sechs weltweit wichtigsten Süßkirschen produzierenden Länder zu. Den größten Anstieg der Anbauflächen gab es im Jahr 2005 in Spanien auf 49 100 ha, jedoch

reduzierte sich die Fläche im Jahr 2006 auf fast die Hälfte der Fläche von 2005 auf 25 800 ha aufgrund von Rodungen älterer unrentabler Anlagen.

Italien verringerte seine Anbauflächen zwischen 2005 und 2006 um 1400 ha, während die Türkei im selben Zeitraum ihre Flächen um 3000 ha steigerte. Die weltweiten Süßkirschenanbauflächen nahmen in den Jahren 1985-87 bis 2005 um 112 600 ha zu (401 100 ha im Jahr 2005).

**Tabelle 6: Die weltweit wichtigsten Süßkirschenproduzierenden Länder**  
(Anbauflächen in 1000 Hektar)

Periode	Türkei	Iran	USA	BRD	Italien	Spanien	Welt
<b>1985-87</b>	14,8	8,4	18,4	35,1	23,0	22,4	288,5
<b>1988-90</b>	16,0	9,0	19,6	29,8	22,7	23,9	288,5
<b>1991-93</b>	17,2	11,9	18,5	26,4	25,5	25,7	299,6
<b>1994-96</b>	19,8	17,5	21,1	25,0	25,5	27,8	327,2
<b>1997-99</b>	22,6	23,9	23,2	29,1	26,2	29,0	350,1
<b>2000-02</b>	25,4	25,3	27,3	33,0	27,1	28,4	363,6
<b>2003-05</b>	26,5	25,6	31,2	33,0	30,2	37,5	381,2
<b>2005</b>	26,0	25,7	31,5	33,0	30,3	49,1	401,1
<b>2006</b>	29,0				28,9	25,8	

Quellen: World Sweet Cherry Review 2006, FAO Statistik 2007

Die Anbauflächen werden mit Ausnahme von geringen Steigerungsraten bis zum Jahre 2010 annähernd gleich bleiben. Jedoch wird die erhöhte Anzahl an Neupflanzungen in den letzten Jahren eine Ertragszunahme in den Hauptproduktionsländern bringen. Weltweit wird mit einer um 25,7% erhöhten Erntemenge im Vergleich zur Produktion von 2003-05 gerechnet.

**Tabelle 7: Vorschau auf die Entwicklung der Süßkirschproduktion in den wichtigsten Ländern bis zum Jahre 2010**

(Erntemengen gesamt in Tonnen, Anbauflächen in ha)

Land	2003-05 Produktion in t	2010 Anbau in ha	2010 Ertrag/ha	2010 Produktion in t	Produktion 2010 und 2003-05 in %
Türkei	256 667	28 000	10,5	294 000	+ 14,5
USA	243 241	32 500	8,5	276 250	+ 13,6
Iran	223 333	26 000	10,0	260 000	+ 16,4
Deutschland	116 000	33 000	5,2	171 600	+ 47,9
Italien	104 059	31 000	5,2	161 200	+ 54,9
Spanien	86 692	35 000	3,5	122 500	+ 41,3
Frankreich	60 895	13 000	6,0	78 000	+ 28,1
Österreich	27 451	3 500	9,0	31 500	+ 14,7
Welt	1 845 101	396 100	5,9	2 319 190	+ 25,7

Quelle: World Sweet Cherry Review 2006

Die 10 bedeutendsten Süßkirschenproduzierenden Länder im Jahr 2005 sind die Türkei, gefolgt von den USA, Iran, Deutschland, Italien, Russland, Spanien, Ukraine, Frankreich und Rumänien. Diese Länder produzierten 2005 insgesamt 1 351 223 t Süßkirschen und hatten damit einen Marktanteil von 72,5%.

In den Jahren 2003-05 waren die bedeutendsten Süßkirschenexporteure die USA mit 39 793 t und die Türkei mit 30 487 t. Die beiden größten Süßkirschenimporteure waren in diesem Zeitraum Deutschland mit 23 128 t und Österreich mit 17 332 t.

## 2 Beschreibung der wichtigsten Unterlagen im modernen Kirschenanbau

Die Verwendung schwachwüchsiger Unterlagen ermöglicht nun auch im Kirschenanbau die Kultivierung kleinkroniger Baumformen mit folgenden Vorteilen:

- Schnellere und wirksamere Durchführung von Kultur- und Pflegemaßnahmen, wie Schnitt, Pflanzenschutz und Erntearbeiten und damit Kostensenkung.
- Abdeckungen mit Folien zur Zeit der Blüte gegen Spätfröste, sowie als Schutz vor Regenfällen vor Erntebeginn um das Platzen der Kirschen zu verhindern.
- Sicherung der Ernte durch Überspannen mit Netzen als Schutz in vogelfraßgefährdeten Anbaugebieten.
- Neue Erziehungssysteme (Spindel) mit optimalen (schwachwüchsigen) Unterlagskombinationen vor allem im Tafelkirschenanbau ermöglichen einen früheren Ertragsbeginn und höheren Erntemengen.

Die Vorteile schwächer wüchsiger Unterlagen können aber nur dann erfolgreich umgesetzt werden, wenn die Boden- und Klimabedingungen für die jeweils verwendeten Unterlagen optimal sind (MODL und PIEBER 2006). Neue Unterlagen sollen gut verträglich mit den Kirschenarten sein, die Wuchskraft verringern, eine regelmäßige Ernte sichern und qualitativ hochwertige Früchte bringen. Unterlagen müssen leicht vermehrbar, tolerant gegen die wichtigsten Krankheiten und auch frei von Viren sein. Sie sollten möglichst keinen Pfahl zur Unterstützung benötigen und wenig oder gar keine Wurzelschösslinge hervorbringen (TREFOIS 1984). Die Wahl der Unterlage ist stark von der darauf veredelten Sorte abhängig. Schwachwachsende und fruchtbare Sorten sollten nicht auf schwachwachsende Unterlagen veredelt werden. Die Bäume würden sonst schnell vergreisen und die Fruchtqualität vermindert werden (RIESEN 1996).

## 2.1 Wichtigste Unterlagen im Kirschenanbau

### F12/1 Klon der Vogelkirsche

Die F12/1-Unterlage ist eine dunkelrindige Selektion der Vogelkirsche aus East Malling (sog. Mazzard). F12/1 wurde aus einer Vielzahl schlecht wurzelnder Kirschtypen als sogenannter Bestwurzler selektioniert (FEUCHT et al. 2001). Durch die Möglichkeit der vegetativen Vermehrung von F12/1 in Verbindung mit der Virusfreiheit gelang es auch bei den Süßkirschen homogenes Unterlagematerial zu kultivieren. Da bestimmte Viren durch Samen übertragbar sind, wird eine wichtige Quelle der Ansteckung bei der vegetativen Vermehrung der Unterlage bereits ausgeschlossen (ZAHN 1977).

Nachfolgend werden Einflussfaktoren der Unterlage während der Anzucht beschrieben:

An F12/1 Heister können sich Störungen im Wachstumsprozeß durch Holzverfärbungen, die durch mehr oder weniger starke Verbräunungen des Kambiums erkennbar sind, bzw. durch Harzfluss aus Stamm- und Schnittwunden zeigen. Veredlungen auf F12/1 zeigen vielfach ein gehemmt, stagnierendes Wachstum mit fehlender Austriebskraft, einen Einfluss hat dabei auch die Sorte. Unverträglichkeiten zwischen den Sorten und F12/1 Unterlagen können sich in einem verstärkten Gummifluss im Bereich der Veredelung zeigen (ZAHN et al. 1977).

Einfluss der Unterlage auf die Baumgesundheit haben folgende Faktoren (ZAHN et al. 1977): Schnittaussführungen direkt an der Unterlage als Gerüstbildner z.B. bei der Herausnahme erkrankter Astpartien oder nicht gewachsener Veredlungen leiten einen fortwährenden Wachstumsrückgang ein. Die F12/1 zeigt nur geringe Regenerationsfreudigkeit. Nachveredlungen sind selten erfolgreich. F12/1 Bäume weisen einen steilen Wuchs auf, der eine enge Krone zur Folge hat. Bei den Edelsorten wird dieser sortenspezifische steile Wuchs durch die Wuchskraft der F12/1 Unterlage noch überbetont. Derartige wüchsige Kronen neigen leicht zum Ausschlitzen der Äste 1. Ordnung, wenn sie im Ertragsalter größeren Belastungen ausgesetzt sind. Durch die steile Stellung der Leitäste kommt es zu einer massiven Spitzenförderung der oberen Kronenpartien. Diese Entwicklung verläuft im Jugendstadium so lange ohne negative Folgen, bis das Kronenvolumen über das Optimum der Stammstärke hinausgewachsen ist. Von diesem Zeitpunkt an, etwa ab dem 8. bis 12. Standjahr, reagiert der Baum mit einem plötzlichen Abstoßen eines bzw. mehrerer Leitäste.

Bäume, welche auf die F12/1 Unterlage veredelt wurden sind unter Umständen nicht ausreichend frostresistent und können daher Frostschäden (Frostrisse, Frostplatten) am Stamm aufweisen, die zu bedeutender Schwächung der Obstbäume führen. Dazu kommen in der Folge noch Frostschäden, welche den Gummifluss verstärken und zu einem frühzeitigen Absterben der Obstgehölze führen (MAURER 1975). Frostschäden äußern sich nicht immer in der Weise, dass die Bäume nach kalten Wintern unmittelbar danach absterben. Viel stärker

kommt es zu äußerlich zu nicht erkennbaren Kambiumschäden, die sich über Jahre auswirken können (ZAHN 1977).

Nach ZAHN 1977 beeinflusst die F12/1 Unterlage die Fruchtgröße der Edelsorte negativ. Zusätzlich kommt es zu einer unterschiedlichen Ausreifung der Früchte.

F12/1 wird heute hauptsächlich für die Erziehung großkroniger Bäume im extensiven Obstbau verwendet. Im Erwerbsanbau ist sie aufgrund des zu starken Wachstums und der verzögernd eintretenden Fruchtbarkeit nur sehr begrenzt in Verwendung. Für den Nachbau ist sie geeignet. F12/1 reagiert empfindlich auf kalkhältige Böden mit Chlorose (PIEBER 1984).

F12/1 besitzt eine gute Verträglichkeit mit allen Süßkirschensorten und bevorzugt eher tiefgründige und kühle Böden.

### **Colt:**

Diese vegetativ vermehrbare Unterlage stammt aus East Malling aus der Kreuzung von *Prunus avium* x *Prunus pseudocerasus*. Seit 1974 ist sie für die Praxis freigegeben.

Nach BÄDER (2000) beträgt die Wuchsstärke von Colt 80% im Vergleich zu F12/1. Sorten, die auf Colt veredelt wurden bringen frühe Erträge, die deutlich über F12/1 liegen. Die Anfangsentwicklung steht den Bäumen auf F12/1 kaum nach, die Fruchtbarkeit setzt schnell ein, wodurch das weitere Wachstum reduziert wird. Anfängliche Probleme einer mangelnden Winterhärte lassen sich durch eine reduzierte N-Düngung vermindern. Die Vermehrung als Abriss im Mutterbeet bereitet keine Schwierigkeiten (SEIPP 1989). Der Wuchs der Unterlage ist ziemlich gedrunken und die Triebe weisen geringe Internodienabstände auf. Der Triebabschluss erfolgt ziemlich spät, wodurch die Gefahr des nicht vollständigen Ausreifens der Triebe besteht. Colt besitzt relativ große Blätter und neigt in erhöhtem Maße zur Ausbildung von Luftwurzeln. Diese Eigenschaft wird in England zur vegetativen Vermehrung dieser Unterlage ausgenutzt (PIEBER 1983). Colt wurzelt flach und ist vor allem für feuchte, tiefgründige und kalkarme Böden geeignet. Empfindlich reagiert Colt gegen Trockenheit und Winterfrost.

### **Prunus mahaleb (Steinweichsel)**

Die Vorkommen von *Prunus mahaleb* sind das Mittelmeergebiet, Vorderasien und Südrußland. Sie gedeiht auch auf trockenen Standorten und ärmeren Verwitterungsböden. Die Unterlage wird auch als kalkhold bezeichnet (PIEBER 1984).

### **Selektion Ste. Lucie**

Die aus Grand ferrade Porte de la Maye bei Bordeaux stammende Mahaleb Selektion Ste. Lucie 64 gedeiht gut auf leichten sandigen Böden, sie verträgt aber keine schweren Böden. Bei regelmäßigen Wassergaben zeigen die Veredlungen ein kräftiges Wachstum und werden daher als mittel- bis starkwüchsig bezeichnet.

### **Prunus cerasus (Strauchweichsel)**

Prunus cerasus Unterlagen stammen von einer Selektion wilder Strauchweichseln vorwiegend aus Niederbayern ab. Die verschiedenen Prunus cerasus Typen weisen eine Wuchsstärke von 30-75% im Vergleich zu Prunus avium (F12/1) auf. GRZYP et al. belegen eine hohe Trockenheitsresistenz und eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen tiefe Temperaturen.

Die Vermehrung kann über Abrisse, Grünstecklinge oder über Meristeme erfolgen.

### **Weiroot Klone 10, 12, 13, 14**

Um 1960 begannen Prof. Dr. Günther Liebster und Hermann Schimmelpfeng in Weihenstephan mit der Sammlung und Selektion von Strauchweichseln aus dem Formenkreis von Prunus cerasus und deren Prüfung auf eine Eignung als Unterlage. Aus 18 Herkünften (verschiedene Gegenden Bayerns) wurden die Nr.10, 12, 13 und 14 der 1.Generation ausgelesen und ab 1980 unter dem Handelsnamen Weiroot (Name gebildet aus Weihenstephan und Rootstock) vermehrt.

Das reduzierte Wachstum der auf Weiroot Unterlagen veredelter Edelsorten beruht nach MAETHE (1989) nicht auf genetischen Artunterschieden zwischen den beiden, sondern wird durch die schwachwachsende Weiroot Unterlage beeinflusst. Laut MAETHE (1989) wächst Weiroot 10 im Vergleich zu den anderen Weiroot Unterlagen am schwächsten; bei starkwachsenden weniger fruchtenden Edelsorten ist häufig ein stärkeres Dickenwachstum der Edelsorte gegenüber der Unterlage zu beobachten. Diese Erscheinung tritt beim Klon 10 auf, ist aber kein Hinweis auf Schwachwuchs (MAETHE 1989).

Die mittelstarkwachsenden Unterlagsklone W12 und W14 haben sich in den ersten Versuchsreihen als Unterlagen für Weichselsorten bewährt, werden aber aufgrund von Affinitätsproblemen bei Süßkirschen nicht eingesetzt.

Nach FEUCHT et al. 2001 ist Weiroot 13 eine mittelstark wachsende Unterlage, die sehr standfest ist und daher weder Pfahl noch Gerüst benötigt. Sie eignet sich auch für Böden mit geringer Qualität, bringt gute Fruchtgrößen und hohe Baumerträge. Die Wuchsstärke beträgt in Abhängigkeit von den Bodenbedingungen 50 - 75% von F12/1, die mögliche Baumhöhe liegt bei 4 bis 6 m. Empfohlene Pflanzabstände sind 3 bis 3,5m in der Reihe und 5,5 bis 6m

Reihenabstan. Der Ertrag der Klone 10, 13, setzt früh ein. Eine Vermehrung durch Steckholz, Grünstecklinge oder Gewebekultur ist möglich (SEIPP et al.). Als Veredelungsverfahren haben sich Kopulation, Geißfuß und Chip-budding bewährt (ANONYMUS 1984).

Die Unterlagen W12 und W14 sind schwerpunktmäßig als Weichselunterlagen eingesetzt worden.

### **Weiroot Klone W53, 72, 154, 158**

Um eine bessere Verträglichkeit mit Süßkirschensorten zu erreichen, wurden Kreuzungen des relativ schwachwüchsigen Strauchweichsel-Klons W11 als Mutter (FEUCHT et al. 2001) mit *Prunus avium* vorgenommen und die Nachkommen auf ihre Eignung als Unterlage geprüft (SEIPP 1989). Hinsichtlich der amerikanischen und kanadischen Süßkirschensorten zeigen sie eine bessere Verträglichkeit. Die Unterlagen sind frosthart, die Erträge setzen im 3. Standjahr ein (SEIPP 1989).

Der schwache Wuchs von Weiroot W53 beträgt 30% im Vergleich zu F12/1, der von Weiroot 72 liegt bei 25% im Vergleich zu F12/1. Beide Unterlagen liefern frühe Erträge bei bester Fruchtqualität. W53 und W72 sollten mit Pfahl gepflanzt werden, und zwar auf kirschenholde Böden. Sie benötigen eine optimale Baum und Bodenpflege bei guter Wasserversorgung und Düngung. Die mögliche Baumhöhe beträgt 2 bis 3 m. Empfohlene Pflanzabstände sind 1,5 bis 2m in der Reihe und 4,5m zwischen den Reihen (FEUCHT et al. 2001).

Weiroot 154 wächst mittelstark (40 bis 50% im Vergleich zu F12/1), aber etwas schwächer als Weiroot 13. Die Unterlage ist standfest, benötigt daher keinen Pfahl. Die mögliche Baumhöhe beträgt 4 bis 5 m. Empfohlene Pflanzabstände sind 3,5m in der Reihe und 5m Reihenabstand. (FEUCHT et al. 2001).

Weiroot 158 besitzt mittlere Wuchsstärke (70% im Vergleich zu F12/1), hat einen frühen Ertragsbeginn, gute Fruchtqualität, starken Fruchtbehang und ist in windgeschützten Lagen ausreichend standfest. Die mögliche Baumhöhe beträgt 3,5 bis 5 m (FEUCHT et al. 2001).

Weiroot 53, 72, 154 und 158 zeigen eine gute Verträglichkeit mit geringer Wulstbildung. Die aufgepfropften Sorten blühen bereits im 2. Standjahr, und der große Astwinkel garantiert eine gut belichtete Baumstruktur. Weiroot 53, 72 und 158 zeigen fast keine Ausläuferbildung (FEUCHT et al. 2001).

Laut FEUCHT et al. (2001) wird der Vollertrag bei Veredelung auf Weirootunterlagen in den 5.-6. Standjahren erreicht. Als günstige Veredelungsmethoden haben sich die Kopulation mit Gegenzungen und die Chip Veredelung erwiesen. Versuche in Weihenstephan zeigten, dass bei einem Temperaturoptimum von 22-23°C die Verwachsungen optimal erfolgen. Die

Geißfußveredelungen sind bei Weiroot Unterlagen sehr problematisch, weil die Kirschen ein großes Verbräunungspotential haben (FEUCHT et al. 2001).

Je höher der Kalk- und Lehmanteil eines Bodens, desto stärker ist die Wuchsdepression der Weiroot – Klone (MAETHE 1989).

### **Maxma 14, 97**

Unter den Nummern Maxma 14 (Brookforest) und 97 (Brookgrove) vertreibt die Baumschule Delbard aus Frankreich zwei schwachwuchsinduzierte Unterlagen. Die Bezeichnung Maxma leitet sich von der Kreuzung Mazzard x Mahaleb ab (Vogelkirsche x Steinweichsel). Sie stammt von Lyle Brooks aus den USA (SEIPP 1989). Sie ist im Wuchs nur wenig schwächer als F12/1 und deshalb auf weniger wüchsigen, sandigen Böden zu empfehlen. Maxma 14 zeigt eine gute Sortenverträglichkeit; ihr Wuchs liegt bei 60-80% gegenüber F12/1. Die Unterlage wurzelt tief und stellt an den Boden nur geringe Ansprüche (BÄDER 2000).

### **GM 61/1, 79, 9**

Die belgische Versuchsstation für Obst und Gemüse in Grand - Manul (Gembloux) hat seit 1962 begonnen aus dem Formenkreis von Zierkirschen und Wildkirschen und deren Hybriden Klone auszulesen, die sich als Unterlagen für Süßkirschen eigneten, wobei die Vermehrbarkeit, die Verträglichkeit, die Schwachwüchsigkeit und die Frosthärte im Vordergrund standen. Im Jahre 1982 wurden zwei Selektionen, GM 79 und GM 61/1, unter Züchterschutz genommen, 1983 kam GM 9 noch dazu.

GM 61/1 (DAMIL) ist eine Selektion aus *Prunus dawycensis*. Sie zeigt eine mittlere Wuchsstärke, die gegenüber F12/1 um 50% reduziert ist. Die Standfestigkeit ist ausreichend, es wird nur in den ersten Jahren ein leichter Pfahl benötigt. Je nach Sorte sind Pflanzabstände von 5 x 3,5m möglich (SEIPP 1989). Der GM 61/1 Klon ist leicht über Grünstecklinge unter Sprühnebel zu vermehren. Die Unterlage zeigt gute Verträglichkeit mit den Süßkirschensorten; ihre Frostwiderstandsfähigkeit wird als ausgezeichnet beschrieben und sie treibt keine Wurzelschößlinge (TREFOIS 1985). GM 61/1 induziert eine vorzeitige Fruchtbarkeit; auf GM 61/1 wachsen die Bäume aufrechter, weniger strauchartig, das Kronenvolumen ist reduziert (TREFOIS 1985).

GM 79 (CAMIL) ist eine Selektion aus *Prunus canescens*. Mit einer Wuchsstärke von 70% gegenüber F12/1 ist sie die am stärksten wachsende GM-Unterlage. Diese Unterlage ist frosthart und standfest (SEIPP 1989) und zeichnet sich durch eine vorzeitige und reiche Fruchtbarkeit aus (TREFOIS 1985). Als Pflanzabstände werden 5,5 x 4 m empfohlen (SEIPP

1989). Der GM 79 Klon ist leicht über Grünstecklinge unter Sprühnebel zu vermehren. Die Unterlage zeigt gute Verträglichkeit mit den Süßkirschensorten (TREFOIS 1985).

Die Standfestigkeit ist laut TREFOIS (1989) gut; die Bäume brauchen keinen Pfahl.

Nach TREFOIS (1989) wachsen die Bäume auf GM 79 weniger strauchartig; die Ernte ist leichter durchzuführen und die Früchte trocknen nach einem Regen schneller ab.

Bei GM 9 (INMIL) handelt es sich um eine Selektion einer Kreuzung aus *Prunus incisa* x *Prunus serrula*, die nur sehr kleinkronige Bäume bildet. Die Wuchsstärke beträgt nur 30% gegenüber von F12/1. Ursprüngliche Pflanzabstände betragen 4,5 x 3m. In der Praxis wurde viel enger gepflanzt. Die Wurzeln sind brüchig, so dass der Baum einen Pfahl benötigt. Die Unterlage lässt sich erfolgreich durch Grünstecklinge vermehren (SEIPP 1989). GM 9 gedeiht nur auf guten Böden, vergreist sehr leicht und bringt kleinere Früchte. Die Affinität dieser Unterlage ist aber mit vielen Süßkirschensorten schlecht (MODL mündlich 2007).

### **Prunus fruticosa Oppenheim**

Absaaten von *Prunus fruticosa* (Steppenkirsche), die in Rheinhessen heimisch ist verwendete Plock, Oppenheim, als Unterlage für Süßkirschen. Die Unterlage induziert Schwachwuchs, ist nicht standfest und neigt stark zur Bildung von Wurzelschoßern, weiters besteht eine hohe Empfindlichkeit gegenüber einer Infektion durch Ringfleckenviren, wobei die Unterlage abstirbt (SEIPP, 1989). In Österreich wurden 2 Selektionen dieser Unterlage erprobt (*Pr. fruticosa* Bisamberg und *Pr. fruticosa* Himmelhof). Das Affinitätsverhalten war aber sehr schlecht (MODL mündlich 2007).

### **Edabriz**

Edabriz ist eine Sauerkirschhybride und stammt aus dem Iran. Sie ist im Eigentum der INRA/CTIFL in Frankreich, welche die Unterlage seit 1989 den Baumschulen unter dem Namen Tabel Edabriz zur Vermehrung zur Verfügung steht. Ihr Wuchs beträgt 40% gegenüber F12/1. Die Unterlage ist nur gering standfest und benötigt daher zeitlebens einen Pfahl. Sie bildet wenig Wurzelausläufer; der Vollertrag setzt früh, oft schon im 4. Standjahr ein, das Ertragspotential ist hoch. Edabriz bildet nur ein schwaches Wurzelsystem aus, daher ist diese Unterlage gegen Feuchtigkeitsmangel empfindlich. Für eine optimale Baumentwicklung sollte der pH Wert des Bodens neutral sein. Affinitätsprobleme zwischen Unterlage und Edelsorte sind möglich (BÄDER 2000).

## **Gi-Sel-A Klone**

Unter dieser Bezeichnung werden die wuchsreduzierenden Unterlagen geführt, die von Prof. Gruppe und Schmidt vom Institut für Obstbau und Obstzüchtung ausgelesen wurden. Produktion, Vermarktung und die Rechte liegen beim Consortium deutscher Baumschulen.

Aus Kreuzungen von 10 verschiedenen Prunus-Arten untereinander entstanden ab 1965 mehr als 6000 Hybriden. Ab 1973 wurde in Heldenbergen bei Gießen eine repräsentative Auswahl dieser Hybriden auf ihre Eignung als Unterlage für Süßkirschen mit der Testsorte Hedelfinger untersucht. 1981 und 1982 wurden 17 geeignete Klone selektiert. Weiters wurden in Ahrensburg und Witzenhausen Selektionen durchgeführt. Daneben fanden bzw. finden auch heute noch umfangreiche Versuche in den USA, Kanada und einigen europäischen Staaten statt.

Die drei bedeutendsten Gisela-Klone sind:

Gi-Sel-A 5 = 148/2 stammt aus einer Kreuzung von *Prunus cerasus*, Schattenmorelle (Mutter) x *Prunus canescens* (Vater) (SEIPP et al. 1989). Die Kreuzung wurde 1981 in Gießen durchgeführt. Sie ist heute eine der meist angebauten Unterlagen weltweit. Gisela 5 ist gut verträglich mit allen allgemein bekannten Sorten. Der Ertrag setzt im 2. bis 3. Standjahr ein. Die aufveredelten Sorten sind in 6 bis 7 Jahren ausgewachsen und stehen bereits im Vollertrag (ZIMMERMANN 1993). Die Unterlage hat einen mittelstarken Wuchs (40% von F12/1), einen frühen Ertragsbeginn, gute Fruchtqualität, starken Fruchtbehang und ist in windgeschützten Lagen ausreichend standfest. In ungeschützten Lagen ist für die ersten Standjahre ein Pfahl zu empfehlen. Die mögliche Baumhöhe beträgt 3,5 bis 5 m. Die ursprünglich empfohlenen Pflanzabstände waren 3,5m in der Reihe und 5m zwischen den Reihen (FEUCHT et al. 2001). Laut CONSORTIUM DEUTSCHER BAUMSCHULEN erreichen auf Gisela5 veredelte Bäume in etwa 1/3 des Kronenvolumens im Vergleich zur Veredelung auf F12/1. Nach BÄDER (2000) ist die Unterlage standfest und bildet nur wenige Wurzeläusläufer; die Erträge setzen früh ein, das Ertragspotential ist hoch, neigt bei sehr fruchtbaren Sorten zum Überbehang. Die Unterlage benötigt fruchtbare Böden und Zusatzbewässerung. Bei Wassermangel leidet die Fruchtgröße. Die Bäume zeigen eine sehr gute Verzweigung, sind zur Spindelerziehung gut geeignet, neigen jedoch nach ca. 5 Jahren zur Verkahlung (BÄDER 2000). Die Vermehrung erfolgt in vitro ist aber auch über Stecklinge möglich.

GiSelA 6 = 148/1 ist ebenfalls eine Kreuzung aus *Prunus cerasus*, Schattenmorelle x *Prunus canescens* ist weniger anspruchsvoll als Gisela 5 an den Boden, Wasserbedarf und Kulturführung. Dieser Klon liegt in der Wuchsstärke zwischen Gisela 5 und *Prunus avium* (ca. 60% von F12/1) und eignet sich für weniger intensiven Anbau. Trotz des stärkeren

Wuchses setzen die Erträge früh ein. In den USA ist Gisela 6 der am häufigsten gepflanzte Gisela Typ (CONSORTIUM DEUTSCHER BAUMSCHULEN).

GiSela 3, eine Kreuzung aus *Prunus cerasus* Schattenmorelle x *Prunus canescens* ist der schwächste und am breitesten wachsende Klon aus der Gisela Serie. Gisela 3 sollte nur auf besten Böden angebaut werden. Diese Unterlage eignet sich für Dichtpflanzungen, stellt aber hohe Ansprüche an die Kulturführung. Bewässerung und intensive Erziehungs- und Schnittmaßnahmen sind erforderlich. Wegen der hohen durch die Unterlagen induzierten Fruchtbarkeit sollte Gisela3 nicht mit Sorten kombiniert werden, die von sich aus sehr fruchtbar sind (CONSORTIUM DEUTSCHER BAUMSCHULEN).

Die drei beschriebenen Unterlagen haben einen breiten Wuchshabitus mit flachem Astabgang, keine Neigung zur Bildung von Wurzelschossern, hervorragende Winterhärte, Toleranz gegen pollenbürtige Viren und sehr gute Sortenkompatibilität bei einwandfreiem Reisermaterial (CONSORTIUM DEUTSCHER BAUMSCHULEN). Einige Selektionen wurden versuchsweise über mehrere Jahre getestet, konnten sich aber in der Praxis nicht durchsetzen. Dazu zählen:

### **GiSela 10**

Gisela 10 = 173/9 geht auf die Kreuzung *Prunus fructifosa* x *Prunus cerasus*, Schattenmorelle zurück. Ihr Wuchs beträgt 50-70% von F12/1. Die Unterlage ist standfest (SEIPP 1989).

### **Ahrensburg 173/1**

Es handelt sich um einen Geschwisterklon von Gisela 10 (*Prunus fructifosa* x *Prunus cerasus*). Diese Unterlage induziert einen frühen Ertragsbeginn, die Wuchsstärke der Kombination ist als mittelstark anzusehen (SEIPP 1989).

### **Ahrensburg 473/10**

Wächst schwach, der Ertrag beginnt früh (SEIPP 1989).

### 3 Unterlage Edelreis Interaktionen

Sprosssteile genetisch unterschiedlicher krautiger oder holziger Gewächse, die einen Kambiumring besitzen, können bei entsprechender Affinität nach Zusammenfügung und Verwachsung einen Doppelorganismus, eine Pfropfkombination, bilden. Die Verwachsung zweier Partner ist gekennzeichnet durch einen ineinandergreifenden Komplex von Degenerations-, Rejuvenilierungs- und Differenzierungsvorgängen an der Veredelungsstelle. Während bestimmte Bereiche des Phloems absterben und zunächst funktionsuntüchtig werden, geht aus kambialen Bereichen Kallusgewebe hervor, das in der vierten Woche nach der Pfropfung zu ersten Brücken in der Vereinigung führt. Etwa zur selben Zeit werden die ersten Phloemelemente gebildet. Schließlich bilden die von beiden Seiten her zusammenstoßende Zellen Plasmodesmen aus, welche die Information zwischen den Partnern auf der zellulären Ebene bewirken (JEFREY und YEOMAN 1983). Die Affinität oder Verträglichkeit zwischen Unterlage und Edelreis, unter der man sich eine spezifische Ähnlichkeit vorstellen kann, entscheidet über Lebens- und Leistungsfähigkeit der Pfropfkombination. Verträglichkeitsstörungen können sich unter anderem an folgenden in unterschiedlicher Variabilität auftretenden Symptomen zeigen (HILKENBÄUMER 1942):

- Nichtannahme des Edelreises
- plötzliches oder langsames Absterben des Edelreises
- Kümmerwuchs des Reises
- Rindendeformationen
- Erhöhung der Lentizellenzahl
- Wulstbildung an der Veredelungsstelle
- Krankhafte Blattfarbe
- Vorzeitiger Blattfall im Herbst
- Verfrühte Blütenbildung
- Vorzeitiger, aber geringerer Fruchtertrag
- Geringere Wurzelbildung
- Verminderte Frostresistenz beider Partner

Verträglichkeitsstörungen können sowohl zwischen den Gattungen als auch innerhalb einer Gattung auftreten. Die vielfältigen Erscheinungen der Unverträglichkeit lassen sich nach der Einteilung von MOSSE 1962 in zwei verschiedene Symptomgruppen zuordnen:

Die translozierte Inkompatibilität oder Systemunverträglichkeit kann sich in einer erhöhten Stärkeakkumulation oberhalb der Veredelungsstelle aber auch in einer Phloemdegeneration zeigen und relativ bald das Kümmer- oder Absterben der Kombination einleiten. Die

Störungen sind durch eine Zwischenveredelung nicht behebbar. Translozierte Inkompatibilitäten können bei Kirschen, welche auf *Prunus cerasus* veredelt werden, auftreten.

Die lokalisierte Inkompatibilität oder Kontaktunverträglichkeit ist gekennzeichnet durch ein allmähliches Verkümmern des Wurzelsystems durch eine unzureichende Assimilatversorgung. Die Symptome entwickeln sich langsam und proportional zum Ausmaß der Gefäßunterbrechung. Die Störungen sind durch geeignete Zwischenveredelungen behebbar. Beispiele für lokalisierte Inkompatibilitäten sind bei folgenden Pflaumen- und Marillenkombinationen zu finden: *Prunus domestica* auf *Prunus myrobalana*, *Prunus insititia* auf *Prunus domestica*, *Prunus armeniaca* auf *Prunus cerasifera*.

Nicht alle Erscheinungen der Inkompatibilität lassen sich mühelos in die eine oder andere der angeführten Gruppen einreihen. Ein besonderes Problem ist die Spätunverträglichkeit: bei Kirschen können nach mehr als fünf Jahren Spätfolgen einer nicht optimalen Kombination auftreten, die in kurzer Zeit zum Absterben des Baumes führen können.

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass es keine einheitliche Ursache der Unverträglichkeit gibt. Man kann nicht einmal in allen Fällen von einer eindeutigen Zuordnung bestimmter Symptome zu bestimmten physiologischen Vorgängen sprechen.

Der an der Veredelungstelle meist geringere Querschnitt der Leitungsbahnen wurde bei verschiedenen Obstarten durch GUR und BLUM (1975) nachgewiesen. Mit Isotopentechnik konnte gezeigt werden (GRONSKIS und SVARZBAHS 1972), dass auch die Versorgung mit essentiellen Elementen stark eingeschränkt werden kann. Die Transportbehinderung im Phloem konnte durch eine geringere Zellzahl und Funktionseinschränkungen der Zellelemente nachgewiesen werden.

Der Phenolstoffwechsel der Unterlags- Edelreiskombination einen Einfluss auf die Verträglichkeit der beiden Partner. Durch das Anschneiden von Zellen im Rahmen einer Veredelung werden Phenole frei, welche rasch oxidieren. Dabei entsteht die sogenannte nekrotische Linie. Im verträglichen Fall wird diese nach einiger Zeit durch Abbau schädigender Phenole über Aktivierung der Peroxidasen aufgelöst, während es bei unverträglichen Veredlungen zu einer Anhäufung von Prunin kommt, welches sowohl das Zellwachstum als auch die Kallusdifferenzierung hemmt. Die braungefärbte Zone im Holz bleibt dann zeitlebens bestehen. Im Extremfall kann die fortgesetzte Nekrotisierung zu einem frühzeitigen Abstoßen des Veredlungspartners führen (FEUCHT et al. 1983 und 1984). Diese Verträglichkeitssymptome wurden von bei Veredlungen von Süß- auf Sauerkirsche beobachtet.

Ähnliche Störungen können bei anderen Obstarten und –kombinationen durch andere primär vorhandene oder sekundär durch die Vereinigung gebildete Stoffe entstehen.

In seinen Modellvorstellungen geht MOORE (1984) davon aus, dass es eine plötzliche Unverträglichkeit zwischen den Zellen der Partner vielleicht gar nicht gibt, sondern der Misserfolg durch die Blockierung morphogenetischer Faktoren durch toxisch wirkende Sekundärverbindungen eintritt.

## 4 Entstehung selbstfertiler Kirschensorten

In den letzten zwei Jahrzehnten hat es in der Sortenzüchtung weitreichende Veränderungen gegeben. Heute werden neue Sorten gezielt auf Selbstfertilität gekreuzt.

An neue Kirschensorten werden folgende Anforderungen gestellt (BÄDER 2000):

Neue Sorten sollten möglichst hohe und gleichmäßige Erträge bringen, sowie große, attraktive und wohl schmeckende Früchte liefern, die nur wenig platzempfindlich und möglichst selbstfruchtbar sind. Durch die Züchtung früher und später reifender Sorten ist es möglich die Erntesaison zu verlängern. Neue Sorten sollen eine verbesserte Resistenz bzw. Toleranz gegen Krankheiten aufweisen und an die jeweiligen Klimabedingungen besser angepasst sein. Mit der Entstehung selbstfertiler Kirschensorten ergeben sich für den Anbauer folgende Vorteile (BÄDER 2000):

- Die Kirschenanlagen können mit weniger Sorten bepflanzt werden
- Selbstfertile Sorten liefern im Gegensatz zu selbststerilen Sorten vor allem in Jahren mit kühler und nasser Witterung auch noch zufriedenstellende Erträge.
- Selbstfertile Sorten können als universelle Pollenspender für selbststerile Sorten eingesetzt werden.

Durch Bestrahlung von Pollen mit X-Strahlen wurde eine Mutation hervorgerufen und mit S' (oder SF = selbstfertil) bezeichnet. Eine Befruchtung auf eigener Narbe/Stempel ist damit möglich. Sorten, die dieses selbstfertile Allel besitzen, können mit allen anderen Sorten eine Befruchtung eingehen. Alle selbstfertilen Kirschensorten, die das S4 Allel besitzen, gehen auf drei selbstfruchtbare Sämlinge zurück mit den Nummern JI. 2420, JI 2434, JI 2538, wobei JI für John Innes Institut steht, welches sich in England befindet. Zwei dieser Sämlinge wurden durch Bestrahlung gewonnen: Die Blütennarben der Sorte Emperor Francis als Mutter wurde mit bestrahltem Pollen der Sorte Napoleon befruchtet. Der dritte Sämling war eine Selbstung, die aus einer Kreuzung der Sorten Bigarreau Schrecken x Governor Wood entstanden ist, und das S4 Allel in der Erbmasse trägt. Durch Mutation war es selbstfertil geworden. Dadurch wird es vom Griffelgewebe als solches nicht erkannt, und der Pollen kann problemlos durch das Griffelgewebe wachsen und die Eizellen befruchten. Im Jahre 1971 wurde diese Züchtungsnummer mit der Sorte Lampert gekreuzt. Daraus wurde die Sorte Stella.

Von dieser ausgehend entstanden durch Kreuzungen weitere selbstfertile Sämlinge, die nach Prüfung ihre Eigenschaften als neue Sorten in den Handel kamen (BÄDER 2000).

## 5 Beschreibungen der im Versuch verwendeten Kirschensorten

### Blaze Star

Entstanden aus einer Kreuzung von Lapins x Durone compatto di Vignola im Jahre 1985.

Der Originalbaum (DCA BO 85.721.006 (E8)) wurde in den Jahren 1990 bis 1992 in Vignola (Provinz Modena) ausgelesen und ist sortenrechtlich geschützt.

Die Sorte ist selbstfertil, wächst mittelstark und bildet eine breite Krone mit guter Seitenverzweigung.

Die Reifezeit liegt in der 1. Junihälfte (3. Kirschenwoche).

Die Frucht ist mittelgroß (8-9g), herzförmig, mit mitteldicker Schale und dunkler Deckfarbe.

Der Fruchtstiel wird als dick und mittellang beschrieben, der Stein ist von mittlerer Größe.

Das Fruchtfleisch hat ein gutes Zucker/Säure- Verhältnis und ist mittelfest mit einer rose' Färbung.

Der Ertrag setzt früh im 2.-3. Jahr ein, es folgen hohe und gleichmäßige Erträge.

Die Fruchtgröße, welche zunächst sehr befriedigend ist, kann aufgrund übergroßen Behanges zu klein werden, daher ist nach dem 4.-5. Standjahr ein qualitätsorientierter Winterschnitt anzuraten.

Die Platzanfälligkeit ist gering.

(LUGLI, SANSAVINI 2001)



Abbildung 1: Sorte Blaze Star

### **Samba (Sumste)**

Samba stammt aus der Kreuzung Stella 35A x Stella 16.A.7 und wurde im Agriculture and Agri Food Canada, Pacific Agri-food Research Centre in Summerland, British-Columbia, Kanada gezüchtet. Die Sorte steht unter Züchterschutz.

Der Wuchs ist mittelstark (kurztriebig) und aufrecht (Spurtyp).

Die Sorte ist teilweise selbstfertil.

Der Ertrag ist hoch und setzt auf schwachwüchsigen Unterlagen früh ein.

Die herzförmigen Früchte sind groß bis sehr groß (9-11g, 26-30 mm), besitzen einen langen bis mittellangen Stiel und reifen in der 3. Kirschenwoche (1. Junihälfte).

Die glänzenden Früchte sind rot bis dunkelrot gefärbt und nur gering platzempfindlich.

Das Fruchtfleisch ist fest und bei Vollreife dunkelrot.

Der Geschmack ist gut bis sehr gut, bei früher Ernte etwas säuerlich.

Lange Pflückperioden sind möglich; die reifen Früchte können ca. 14 Tage lang bei guter Qualität am Baum hängen bleiben.



**Abbildung 2: Sorte Samba**

## **Merchant**

Entstand aus einer freien Abblühte (Zufallssämling) der Sorte Merton Glory in England (John Innes Institut).

Der Baum wächst mittelstark, hat dünnes Seitenholz und einen ausladenden Wuchs.

Die Sorte blüht früh ist selbststeril und wird als ein guter Pollenspender beschrieben.

Die Frucht ist mittelgroß (6,5g Fruchtgewicht, 24 mm Durchmesser), hat festes Fruchtfleisch, ist dunkelrot bis schwarz gefärbt und wenig platzempfindlich. Der Ertrag ist hoch.

Merchant reift in der 2-3. Kirschenwoche.

Der Ertrag ist hoch.

Die mittelfesten Früchte haben einen erfrischenden Geschmack mit ausgewogenem Aroma.

Merchant neigt manchmal zum Überbehang und damit zu kleinen Früchten (BÄDER 2000).



**Abbildung 3: Sorte Merchant**

## **Techlovan**

Die Sorte stammt aus einer Kreuzung von Kordia x Van von Dr. Blazek aus dem Obstzüchtungsinstitut in Holovousy (Tschechien). Sie ist 1973 entstanden und besitzt seit dem Jahr 2000 Sortenschutz.

Der Baum blüht mittelspät, die Blüte ist mäßig frostempfindlich.

Die Sorte ist selbststeril, gute Befruchter sind die Sorten Stella und Oktavia.

Der Wuchs ist mittelstark, leicht aufrecht und gut verzweigend.

Die Krone kugelförmig, später leicht überhängend und mitteldicht.

Die Reifezeit liegt in der 4. – 5. Kirschenwoche (letzte Juniwoche)

Die Erträge setzen früh ein, sind regelmäßig und hoch.

Die Früchte sind fest, rundoval, dunkelrot und groß bis sehr groß (9g).

Das Fruchtfleisch ist fest, fruchtig, dunkelrot und mit färbendem Saft.

Die Früchte haben eine mittlere Platzanfälligkeit, sie schmecken aromatisch, das Zucker-Säure-Verhältnis wird als ausgewogen beschrieben (BALMER 2002).



**Abbildung 4: Sorte Techlovan**

# **Ausdünnung bei Süßkirschen (*Prunus avium* L.) unter Berücksichtigung der generativen und vegetativen Entwicklung**

Bakk. techn. Stefan Hummelbrunner, ObRat DI Peter Modl, Univ. Prof. Dr. Astrid Forneck  
Universität für Bodenkultur, Wien  
Department für angewandte Pflanzenwissenschaften und Pflanzenbiotechnologie  
Institut für Garten-, Obst-, und Weinbau, Peter Jordanstrasse 82, 1190 Wien

## **EINFÜHRUNG (Ausdünnung bei Süßkirschen)**

Der Anbau von Kirschen unterliegt derzeit einer starken Wandlung. In der modernen Kirschenproduktion hat es in den letzten zwei Jahrzehnten nicht nur in der Sorten-, sondern auch in der Unterlagenzüchtung weit reichende Veränderungen gegeben. Die heutigen, im modernen Süßkirschenanbau eingesetzten Sorten sollten möglichst hohe und gleichmäßige Erträge bringen, sowie große, attraktive und wohl schmeckende Früchte liefern, die nur wenig platzempfindlich und möglichst selbstfruchtbar sind. Durch die Züchtung früh und spät reifender Sorten ist es möglich die Erntesaison zu verlängern. Durch die Verwendung geeigneter (schwachwüchsiger) Unterlagen können kleinkronige Baumformen kultiviert werden, die nun auch im Kirschenanbau eine intensivere Produktion und einen gezielteren Einsatz von Methoden der Qualitätssteigerung ermöglichen (BÄDER 2000).

Die neuen Süßkirschensorten, welche meist auf schwachwüchsigen Unterlagen veredelt werden, können einen zu hohen Fruchtansatz aufweisen, der sich negativ auf die innere und äußere Fruchtqualität auswirken kann (WIDMER et al. 2006). Daher wird seit einiger Zeit in Versuchen überprüft ob eine Ausdünnung bei Kirschen die Fruchtqualität steigern kann.

Die Frucht bzw. Blütenausdünnung ist eine seit Jahren im Obstbau etablierte Maßnahme zur Fruchtqualitätssteigerung und wird vor allem in der Apfel- und Birnenproduktion angewendet. Diese Methode führt nicht nur zu einer verbesserten Assimilatversorgung der verbleibenden Blüten und Früchten und damit zu meist größeren erntefähigen Früchten sondern vermindert auch die Alternanz, welche bei einigen Sorten auftritt, und hat damit einen positiven Einfluss auf den Blütenansatz im Folgejahr. Die Ausdünnung fördert somit einen jährlichen annähernd gleich bleibenden guten Ertrag. Außerdem führt diese Strategie auch zu einer höheren Kältetoleranz der Obstgehölze (WEBSTER und SPENCER 2000).

Die Ausdünnung kann sowohl zur Zeit der Blüte als auch später zur Zeit der Frucht vorgenommen werden, aufgrund ökonomischer Aspekte sollte jedoch die Blütenausdünnung bevorzugt werden. Die Ertragsreduktion kann händisch, mechanisch und auch chemisch erfolgen. Bei der chemischen Methode wird mit Hilfe von Düngemitteln oder Wuchsstoffen (Hormonen), die zur Zeit der Blüte zu applizieren sind, die natürliche Bestäubung beeinträchtigt. Durch die Präparate werden die Narben verätzt, die dann abfallen. Eine der am meist bevorzugten chemischen Substanzen ist nach WERTHEIM (2000) Ammoniumthiosulfat (ATS), ein in kristalliner oder flüssiger Form erhältlicher Stickstoff und Schwefel haltiger Blattdünger, der relativ problemlos für die Anwender und die Umwelt ist. Nach WIDMER et al 2007 schädigt ATS die Blütenorgane, verursacht Nekrosen an Blütennarben und Staubbeuteln; die nicht befruchteten Blüten fallen schließlich ab. ATS

wirkt auch über das Blatt. Je nach Anwendungsbedingungen können mehr oder weniger starke Blattverbrennungen auftreten. ATS reduziert damit die Fotosynthese der Blätter und die Assimilatversorgung der Früchte, was zusammen mit einer erhöhten Ethylenbildung den Fruchtfall verstärkt. Behandlung auf nasse Blätter oder vor einem Regen führen zu stärkeren Blattverbrennungen und höheren Ausdünnwirkungen. Versuche mit ATS wurden unter anderem in der Schweiz von der Forschungsanstalt Agroscope Changins – Wädenswil an Kirschen, Äpfel- und Zwetschkenkulturen durchgeführt.

ATS hat in Europa derzeit keine Zulassung als Ausdünnungsmittel. Es darf lediglich in Form einer Stickstoffdüngerlösung zur Blattdüngung eingesetzt werden.

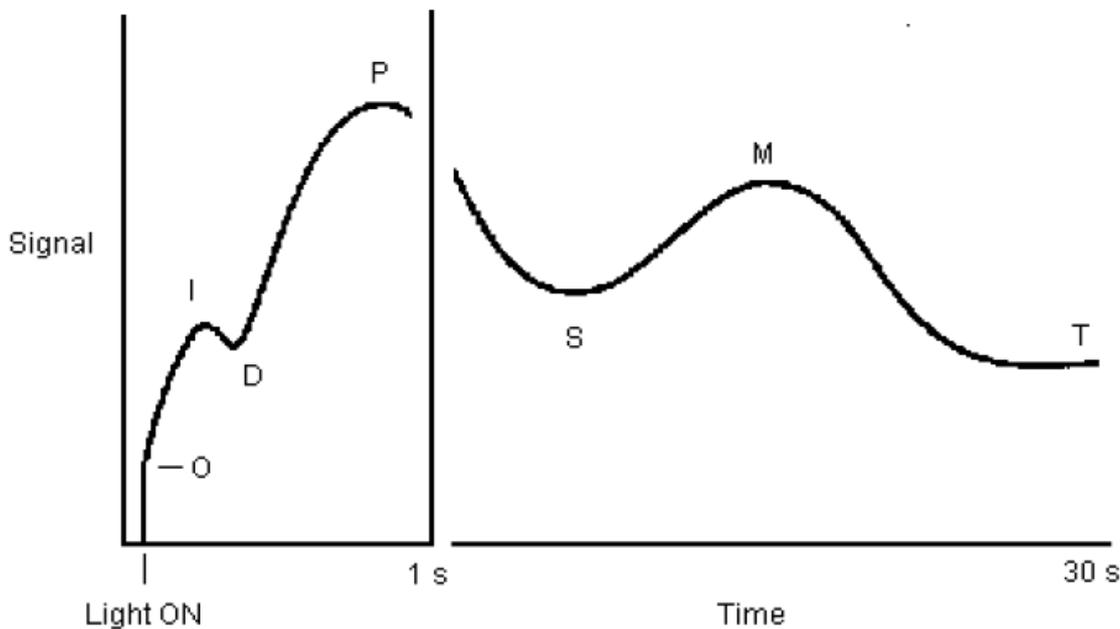
Im Rahmen meines Versuchs der Ausdünnung bei Süßkirschen war zu prüfen ob ATS eine ausdünnende Wirkung erzielt bzw. die äußere und innere Fruchtqualität beeinflusst.

## **Einführung Chlorophyllfluoreszenz**

Die Chlorophyllfluoreszenzmessung ist eine nichtzerstörende Messtechnik, die relativ schnell und mit großer Genauigkeit angewendet werden kann. Chlorophyllfluoreszenz korreliert mit den Vorgängen der Photosynthese, wie etwa Lichtabsorption, Anregungsenergieübertragung und die photochemische Reaktion im Photosystem 2 (PS 2). Da die Elemente Elektronentransport, Protonentransfer durch die Thylakoidmembran, Photophosphorylierung und CO<sub>2</sub>-Assimilation in den Gesamtprozess der Photosynthese integriert sind, hängt der Nutzen der Chlorophyllfluoreszenztechnik in komplexer Weise von zahlreichen externen und internen Faktoren ab (KRAUSE und WEIS 1988). Einflussfaktoren auf Fluoreszenzinduktionskurven sind: Lichtstärke, Temperatur, Vorbelichtung, Lichtadaptionszustand, Gaszusammensetzung, Feuchte, Gewebeeralter und Umweltstress (RENGER und SCHREIBER 1986). Die Reaktion von Pflanzen auf verschiedene chemische bzw. biologische Stress- und Umweltfaktoren kann anhand von Veränderungen der Chlorophyllfluoreszenz nachgewiesen werden (KRAUSE und WEIS 1988). Die Messung der Chlorophyllfluoreszenz wird unmittelbar am lebenden Pflanzengewebe durchgeführt. Die Methode ist nichtzerstörend, derselbe Blatt- oder Fruchtbereich kann öfters und über einen längeren Zeitraum gemessen werden. Über eine tragbare Messausrüstung mit integriertem PC können die Fluoreszenzdaten direkt vor Ort verarbeitet werden. Die Chlorophyllfluoreszenzanalyse liefert also zerstörungsfrei schnelle Informationen über die Leistungsfähigkeit der Photosynthese (SMILLIE et al. 1987). Ein wesentliches Ereignis der Photosynthese im Gewebe grüner Pflanzen ist die Lichtabsorption durch Chlorophyllmoleküle (DeELL et al. 1999). Der größte Teil des Lichtes wird durch die Chlorophyll a- Moleküle in den

Photosystemen PS1 und PS2 absorbiert. Die Absorptionsmaxima der Photosysteme liegen bei 680 nm (PS2) und 700 nm (PS1). Die Lichtabsorption lässt das Energieniveau des Chlorophylls ansteigen, so dass Elektronen in Orbitale höherer Energie angehoben werden. Der Hauptanteil dieser Anregungsenergie des Chlorophylls (ca. 85%) wird auf die Reaktionszentren der Photosysteme übertragen und zum Auslösen der Photosynthesereaktionen (Wasseroxidation, Sauerstoffbildung, NADP+-Reduktion, Protonentransport durch die Membran und ATP Synthese) verwendet (DeELL et al. 1999). Ein variabler Teil der Anregungsenergie geht jedoch als Wärme und Fluoreszenz (Lichtreemission) verloren (DeELL et al., 1999).

Ein an Dunkelheit adaptiertes Pflanzengewebe emittiert Licht nach erneutem Lichteinfall nach einem charakteristischen Muster, welches unter der Bezeichnung Kautsky-Effekt bekannt ist. Die Fluoreszenzlevels auf der Kautsky - Kurve (Abb.5) werden als O,I,D,P, S, und T bezeichnet (PAPAGEORGIU 1975).



**Abbildung 5: Kautsky Kurve mit O, I, D, P, S, M, T Fluoreszenzlevels**

O(*Origin*) steht für die konstante Fluoreszenz oder Hintergrundfluoreszenz ( $F_0$ ), aus der die Fluoreszenz auf einen Zwischenwert oder Wendepunkt I (*inflection*) steigt und dann über einen Tiefpunkt D (*dip*) auf einen Spitzenwert P (*peak*) übergeht. Dies erfolgt innerhalb der ersten Sekunde des Lichteinfalls. BOLHAR-NORDENKAMPF und ÖQUIST (1993) nennen den Fluoreszenzanstieg von O nach P schnelle Phase, während sie den Abstieg von P nach T

als langsame Phase beschreiben. Es folgt ein langsamer Rückgang durch den S-Level (*Semi-Steady-State*-oder stationärer Level), den M-Level (Maximum oder Zwischenmaxima) und den T-Level (*terminal*), was einige Minuten lang andauert. Höhe und Anstieg dieser Spitzenwerte hängen von spezifischen Abläufen im Elektronentransportsystem ab, daher kann die Chlorophyllfluoreszenz zur Bestimmung der photosynthetischen Aktivität von Pflanzengewebe verwendet werden. Der Punkt T entspricht dem Steady-State-Fluoreszenzlevel  $F_s$  im konstanten stationären Endwert der Kinetik. Zu diesem Zeitpunkt sind die photochemischen Prozesse voll aktiviert. Der  $F_s$  Wert wird nach wenigen Minuten konstanter aktinischer Belichtung gemessen (DeELL et al. 1999).

Die Fluoreszenz photosynthetisch aktiver Blätter beträgt ca. 3-5% der gesamten Anregungsenergie und wird nahezu ausschließlich durch Chlorophyll a (PS2 mit einem Absorptionsmaximum von 683 nm) emittiert (WALKER 1985). Chlorophyllfluoreszenz erscheint rot, weil die Energiedifferenz zwischen dem Grundlevel und dem ersten Anregungslevel (singulet 1 Zustand) dem Energiegehalt eines Photons mit rotem Licht entspricht. Die emittierte Fluoreszenz liegt bei einem Lichtspektrum von 685nm. (BOLHAR-NORDENKAMPF und ÖQUIST 1993). Die photosynthetische Aktivität einer Pflanze hängt davon ab, wie gut das absorbierte Licht zur Bildung von ATP und NADPH verwendet werden kann. Wird das absorbierte Licht ohne weitere Probleme zur Bildung von NADPH und ATP verwendet, dann ist die Intensität der Chl.a-Fluoreszenz gering und die damit verbundene Fluoreszenzlebensdauer kurz. Wird die photochemische Umsetzung behindert, dann kann die absorbierte Energie nicht mehr vollständig umgesetzt werden, die Chl.a Fluoreszenz ist stärker und die Fluoreszenzlebensdauer größer, es wird weniger NADPH und ATP gebildet. Die als Fluoreszenz abgegebene Energie geht für die Photosynthese verloren. Nach (SCHOPFER und BRENNICKE 2005) ist in intakten Chloroplasten die Fluoreszenzausbeute geringer als bei geschädigten Chloroplasten. Wird in einer Stresssituation durch Hitze, Kälte, Frost, Trockenheit, Pathogeninfektion, oder nach einem Herbizideinsatz bei unverminderter Einstrahlung die photochemische Energienutzung gestört, verlangsamt oder ganz unterbunden, kommt es zu einem Energierückstau. Dies induziert eine Serie von Schutzmechanismen, die zu einer erhöhten Umwandlung in Wärme, letztlich aber zu verstärkter Fluoreszenz führen. Hohe Temperaturen verändern den physikochemischen Zustand der Biomembranen und die Konformation von Proteinmolekülen. Besonders hitzeempfindlich sind die Thylakoidmembranen, daher sind Störungen der Photosynthesefunktion eines der ersten Anzeichen einer Hitzebelastung. Eine Schädigung der Chloroplasten (PS2) hat eine nachhaltige Photosynthesedepression und letztlich den Verlust der Lebenstätigkeit der Zelle zur Folge (LARCHER 1992). Weitere Ursache erhöhter

Fluoreszenz kann eine Hemmung des Elektronentransportes bei der Photophosphorylierung infolge Substratmangel der ATP-Synthetase sein. Ein solcher könnte durch Störungen der Dunkelreaktion auftreten, sodass zu wenig ATP verbraucht wird. Störungen der Photosynthese beim Elektronentransport, können sich als Verstärkung der Fluoreszenz äußern und eventuell dadurch quantifiziert werden. Nicht nur Stressfaktoren, sondern auch die Lichtbedingungen haben einen Einfluss auf die photochemische Energienutzung. Unter niedrigen Lichtbedingungen werden ca. 97% der absorbierten Photonen für den photochemischen Prozess genutzt, 2,5% als Wärme und 0,5% der Photonen werden rückemittiert in Form von Chlorophyllfluoreszenz. Falls alle PS2 Reaktionszentren geschlossen sind, was bei einem Überangebot an Licht, oder bei Störungen im weiteren Verlauf der Photosynthese der Fall sein kann, wird 95-97% der absorbierten Energie in Form von Wärme und 2,5-5% über Fluoreszenz abgegeben (BOLHAR-NORDENKAMPF und ÖQUIST 1993). Mit Hilfe der Fluoreszenzmessung ist es möglich die photochemische Aktivität des PS2 und ihre Beeinflussung durch Umweltfaktoren (Lichteinfluss, Temperatur, CO<sub>2</sub> Versorgung) an Blättern intakter Pflanzen zu bestimmen. Diese Methode spielt daher eine wichtige Rolle für ökophysiologische Untersuchungen zur Photosynthese, z.B. für die Analyse von Stressfaktoren (SCHOPFER und BRENNICKE 2005).

Im Rahmen meines Versuches wurden Steady State Fluoreszenzmessungen durchgeführt.

Nach CEROVIC et al. (1996) ist die Steady State Fluoreszenz (Fs) ein Parameter, der die Änderungen der Nettoassimilation und des stomatären Widerstandes einer unter Wasserstress stehenden C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> oder CAM Pflanze darstellt.

## **Einführung: der Gaswechsel der Pflanzen**

Unter Gaswechsel der Pflanze versteht man den Austausch von CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> und Wasserdampf zwischen dem Inneren der Pflanze und ihrer Umgebung. Man unterscheidet zwischen dem photosynthetischen Gaswechsel, bei dem die Pflanze CO<sub>2</sub> aufnimmt und O<sub>2</sub> abgibt und dem respiratorischen Gaswechsel, bei dem der Gasaustausch in umgekehrte Richtung erfolgt (LARCHER 1992). Der den Gasaustausch bewirkende physikalische Prozess ist die Diffusion. Nach dem 1.Fickschen Gesetz ist die Netto-Gasdiffusion nur in Richtung eines Konzentrationsgefälles möglich. Bei der Diffusion von Wasserdampf aus dem Blatt in die Umgebung spricht man von Transpiration. Im Falle des CO<sub>2</sub> gibt die Diffusionsrate die CO<sub>2</sub> Aufnahme oder Abgabe wieder, je nach der Richtung, in welche die Nettodiffusion verläuft.

Die Transpirationsrate und der  $\text{CO}_2$ -Austausch werden durch den kutikulären Widerstand, den stomatären Widerstand und den Mesophyllwiderstand beeinflusst. Wegen des hohen kutikulären Widerstandes kann der  $\text{CO}_2$  Austausch und die Transpiration nur über die geöffneten Stomata wirksam vollzogen werden. Im Gegensatz zum kutikulären sind der stomatäre Widerstand und damit der stomatäre Gasaustausch von  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  durch Öffnen und Schließen der Stomata weitgehend regulierbar. Bei vollkommen geöffneten Stomata wird für die  $\text{CO}_2$  Aufnahme durch den Mesophyllwiderstand begrenzt. Er fasst eine Serie von Widerständen zusammen, die sich bei der Aufnahme und Assimilation des  $\text{CO}_2$  in den Mesophyllzellen ergeben. Schließlich wird der Gasaustausch der Blätter noch durch den Grenzschichtwiderstand, der unmittelbar an die Blattoberfläche angrenzt, beeinflusst. Die Transpirationsrate eines Blattes ist bei Windstille (Grenzschichtwiderstand hoch) relativ gering, bei Wind (minimaler oder kein Grenzschichtwiderstand) dagegen hoch (LÜTTGE et al. 1999). Die natürliche  $\text{CO}_2$  Konzentration der Luft beträgt 0,03 bis 0,04%, die des  $\text{O}_2$  hingegen 21%. Am Ort ihres Verbrauchs ist die Konzentration von  $\text{CO}_2$  bzw.  $\text{O}_2$  nahezu Null. Damit ergibt sich ein geringer  $\text{CO}_2$ -Gehalt zwischen dem Blattinneren und der Außenluft, für den  $\text{O}_2$  Gehalt aber ein vergleichsweise hoher Konzentrationsunterschied. Hinter der Diffusion von  $\text{CO}_2$  in das Blattinnere steht also eine geringe treibende Kraft, bei  $\text{O}_2$  jedoch eine sehr große. Im Falle des  $\text{O}_2$  ist die treibende Kraft durch den hohen Konzentrationsunterschied so groß, dass der kutikuläre Widerstand überwunden wird und ausreichend  $\text{O}_2$  in das Blatt strömen kann, selbst wenn die Stomata geschlossen sind (LÜTTGE et al. 1999). Bewegungen der Stomata werden durch äußere und innere Faktoren beeinflusst. Die wichtigsten dieser Faktoren sind Licht, Temperatur,  $\text{CO}_2$ -Konzentration sowie das Boden- und Blattwasserpotential. Infolge des spezifischen Baus der Schließzellen weichen diese bei hohem Turgor auseinander und der Spalt öffnet sich; bei abnehmenden Innendruck dagegen schließt er sich. Unzureichende Wasserversorgung oder hohe Temperaturen bewirken ein Schließen der Stomata, während Belichtung und ein niedriger  $\text{CO}_2$  Gehalt in der Regel zur Öffnung der Stomata führen. Die Stomata der  $\text{C}_3$ -Pflanzen sind während der Nacht überwiegend geschlossen und öffnen sich morgens mit Beginn des Tages (lichtinduzierte Öffnungsbewegung), schließen sich jedoch nachmittags allmählich wieder. Bei großer Hitze und Trockenheit schließen sich die Stomata allerdings früher, ein Vorgang, der für den Gasaustausch negative Folgen hat (JANSEN et al. 1997). Innerhalb einer Pflanze ändert sich der Gaswechsel im Laufe der Individualentwicklung und im Zusammenhang mit jahreszeitlichen und tageszeitlichen Schwankungen: Jüngere Pflanzen atmen intensiver als ältere, wachsende Pflanzenteile atmen besonders stark. In der Austriebsphase ist das Photosynthesevermögen so gering, dass es mit der gleichzeitigen, sehr intensiven

Aufbauatmung nicht mithält. Blätter, die ihr Flächenwachstum noch nicht abgeschlossen haben, nehmen nicht genügend Licht auf, ihre Chloroplasten sind noch nicht genügend ausgestaltet und die Carboxylierungsleistung ist nicht voll ausgebildet. Das noch junge, aber schon voll ausdifferenzierte Blatt befindet sich auf dem Höhepunkt des Leistungsvermögens. Dieses fällt mit zunehmendem Alter wieder ab. (LARCHER 1992). Aufgrund des Antagonismus zwischen CO<sub>2</sub> verbrauchenden und CO<sub>2</sub> produzierenden Vorgängen ist es sehr schwierig die tatsächliche Photosyntheserate (reelle Photosynthese) zu bestimmen. Gaswechsellmessungen können vielmehr nur die Differenz zwischen reeller Photosyntheserate und Photorespiration erfassen. Diese Differenz wird als apparente Photosynthese bezeichnet. Die apparente Photosynthese zeigt die tatsächliche Kohlenstofffixierung an (LÜTTGE et al. 1999) und wird auch Nettophotosynthese bezeichnet. Reelle Photosynthese und Photorespiration steigen von Null proportional und linear mit dem steigenden Lichtfluss bis zur Lichtsättigung an. Die photosynthetische Aktivität eines Blattes wird bei Assimilation als CO<sub>2</sub>-Aufnahme, bei Respiration als O<sub>2</sub>-Abgabe gemessen und als mol CO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>/s auf die Blattfläche bezogen, quantifiziert (SCHOPFER und BRENNICKE 2005).

## MATERIAL UND METHODEN

Die Versuche wurden in der Vegetationsperiode des Jahres 2007 im obstbaulichen Versuchszentrum der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt.

### Pflanzmaterial

Für den Versuch standen die selbstfertile Sorte Blaze Star, die teilweise selbstfertile Sorte Samba, die selbststerile Sorte Merchant, sowie die selbststerile Sorte Techlovan zur Verfügung. Die Sorten sind auf der Unterlage Gi-Sel-A 5 veredelt und im Jahre 2003 mit einem Reihenabstand von 4,5 m und einem Abstand von 2,5 m innerhalb der Reihen ausgepflanzt worden. Die Bäume werden als Spindel mit umgelegter Hauptachse erzogen.

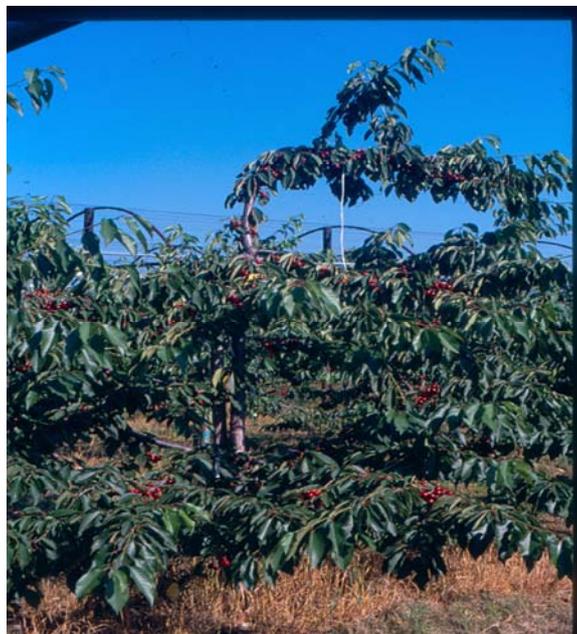


Abbildung 6: Spindelerziehung bei Süßkirschen

### Versuchsaufbau (generative Untersuchungen: Ertrags- und Fruchtqualitätsparameter)

Folgende 3 Behandlungsvarianten wurden an den zufällig ausgewählten Bäumen der 4 Sorten durchgeführt, nämlich keine Behandlung (Nullvariante), bzw. Applikation von 1,8 % Ammoniumthiosulfat (ATS mit 17,64g/l) bei 40 % offenen Blüten, oder Applikation von 1,8 % Ammoniumthiosulfat bei 80 % offenen Blüten. Jede Behandlungsvariante wurde 3-mal wiederholt, insgesamt umfasste der Versuch 36 zufällig ausgewählte Bäume (Abbildung 7). Pro Baum standen jeweils 4 Äste gleichen Alters mit je 100 ausgezählten Blüten zur Verfügung. Insgesamt wurden 14400 Blüten ausgezählt. (Bei den Nullvarianten erfolgte zusätzlich die Messung der Astlängen der Versuchsäste). Die Applikation von ATS erfolgte mit einem Handsprühgerät.

<b>Chemische Fruchtausdünnung</b>									
<b>Kirschenanlage</b>									
	Reihe 9	Reihe 8	Reihe 7	Reihe 6	Reihe 5	Reihe 4	Reihe 3	Reihe 2	Reihe 1
13	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	
12	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	
11	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	
10	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	Merchant	Blaze Star	
9	Techlovan	Samba	Blaze Star	Merchant	Techlovan	Merchant	Blaze Star	Samba	
8	Techlovan	Samba	Blaze Star	Merchant	Techlovan	Merchant	Blaze Star	Samba	
7	Techlovan	Samba	Blaze Star	Merchant	Techlovan	Merchant	Blaze Star	Samba	
6	Techlovan	Samba	Blaze Star	Merchant	Techlovan	Merchant	Blaze Star	Samba	
5	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	Samba
4	Techlovan	Techlovan	Samba	Techlovan	Techlovan	Techlovan	Samba	Techlovan	
3	Techlovan	Techlovan	Samba	Techlovan	Techlovan	Techlovan	Samba	Techlovan	
2	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	Samba	Techlovan	
1									
<b>Varianten</b>									
<b>Legende:</b>									
Pflanzabstand: 4,5 x 2,5m				Nullvariante					
Pflanzung: Frühjahr 2003									
Unterlage: Gisela 5				40 % offene Blüten					
Erziehung: Spindel									
Pflanzmaterial: 1jährige Okulanten				80 % offene Blüten					

**Abbildung 7: Versuchsplan**

Tabelle 8 gibt Informationen zu den Spritzzeitpunkten der Bäume und zur jeweiligen Lufttemperatur bzw. Luftfeuchtigkeit.

**Tabelle 8: Angaben über Spritzzeitpunkte, Lufttemperatur und relative Luftfeuchtigkeit**

Sorte	behandelt am	Lufttemp. in °C	relat. Luftfeuchte in %
Samba (40 % offene Blüten)	7.4.2007	15	50
Samba (80 % offene Blüten)	9.4.2007	15	35
Blaze Star (40 % offene Blüten)	10.4.2007	22	30
Blaze Star (80 % offene Blüten)	11.4.2007	20	30
Merchant (40 % offene Blüten)	10.4.2007	22	30
Merchant (80 % offene Blüten)	11.4.2007	20	30
Techlovan (40 % offene Blüten)	13.4.2007	25	30
Techlovan (80 % offene Blüten)	14.4.2007	25	30

10 Tage nach den jeweiligen Behandlungen waren deutliche Blütenverätzungen und leichte Blattrandverbrennungen sichtbar.



**Abbildung 8: Blatt – und Blütenverbrennungen bei Sorte Blaze Star am 21.4.2007**

#### **Versuchsaufbau für vegetative Untersuchungen (Gaswechsel, Fluoreszenz)**

Für den Versuch wurden Bäume der Sorten Blaze Star, Samba, Merchant und Techlovan in jeweils 3 Wiederholungen zufällig ausgewählt. Pro Baum wurden an 3 ausdifferenzierten, sich im mittleren äußeren Kronenetenagenbereich, in Ost-Westrichtung befindenden Blättern sowohl Gaswechsel- als auch Steady state Fluoreszenzmessungen durchgeführt. Die Messungen wurden an den ausgewählten 12 Bäumen an 3 Terminen jeweils zur gleichen Tageszeit (mittags) durchgeführt.

#### **Ertrags- und Fruchtqualitätsparameter**

Die Auszählung der Früchte der markierten Äste vor dem Rötel erfolgte für die Sorten Blaze Star, Samba und Merchant am 30.4.2007, für die Sorte Techlovan am 4.5.2007.

Die Ernte der Sorten Merchant und Samba wurde am 4.6.2007 durchgeführt, die Sorte Blaze Star am 7.6.2007 und die Sorte Techlovan am 12.6.2007 gepflückt. Zu den Ernteterminen wurden jeweils die Früchte der markierten Äste je Variante und Sorte ausgezählt, gewogen und daraus schließlich die durchschnittliche Fruchtzahl (in % ausgezählter Blüten) bzw. das durchschnittliche Einzelfruchtgewicht je Sorte und Variante errechnet.

Für die Bestimmung des Fruchtdurchmessers wurden 20 zufällig ausgewählte Früchte je Baum mittels digitaler Schublehre gemessen.

Die Ermittlung des Gesamtsäuregehaltes erfolgte durch Messung des pH Wertes von 12 zufällig ausgewählten Früchten pro Baum (je 3 Früchte pro Ast) mit Hilfe eines digitalen pH-Meters (UNICAM 9450 pH-Meter). Aus den Ergebnissen wurde der durchschnittliche pH Wert je Sorte und Variante bestimmt.

Der Gehalt an löslicher Trockensubstanz wurde mittels digitalem Refraktometer (ATAGO Digitalrefraktometer PR-101 Palette) ermittelt. Für die Untersuchung wählte man 8 Früchte je Baum (Mischprobe aus den jeweiligen 4 Versuchsästen) zufällig aus und ermittelte den Refraktometerwert in ° Brix bestimmt.

Für die Bestimmung des Gehaltes an titrierbarer Säure wurden zufällig ausgewählte Früchte je Variante entkernt, gepresst und passiert. Jeweils 5ml des passierten Probensaftes pro Sorte und Variante wurde mit einer 0,1 M NaOH auf pH = 8,1 titriert. Der Verbrauch von NaOH während der Titration bis auf pH = 8,1 beschreibt den Gehalt an Äpfelsäure (g/l) der Probe.

Weiters wurde der Gehalt an Cyanidinäquivalenten als Maß für den Gehalt an Anthocyanen mit Hilfe eines UNICAM UV/Vis Spektrometers ermittelt. Für deren Bestimmung wurden 5 Früchte je Baum (Mischprobe aus den jeweiligen 4 Versuchsästen) zufällig ausgewählt und entkernt bzw. gepresst. Der mit Hilfe von Filtern vom Fruchtfleisch getrennte Fruchtsaft wurde mit 5 % Propionsäure (46,02g/mol, min. 98%) in Methanol (32,04g/mol, >99,95%) bei einer Verweildauer von 15 Min. im Ultraschallbad extrahiert und danach zentrifugiert (15 Min. bei 6000 rpm). Der klare Überstand der Proben (Extrakt) konnte nun photometrisch gemessen werden. Die Absorption der Extrakte wurde bei einer Wellenlänge von 528nm im Vergleich zu Cyanidinchlorid (322,7 g/mol) im Extraktionsmittel (5 mg Cyanidinchloride in 10 ml Extraktionsmittel) gemessen.

Die statistischen Analysen sind mit Hilfe des Statistik Programms SPSS 15,0 für Windows durchgeführt worden. Um festzustellen ob es einen signifikanten Einfluss der Behandlungsvariante und oder Sorte auf jeden Parameter gibt bzw. um mögliche Interaktionen zwischen den Sorten und den Behandlungsvarianten als gewiss zu erweisen wurde die univariate Varianzanalyse mit mehrfachem Rangtest nach Duncan durchgeführt. Die Auswertung der Korrelationsanalysen erfolgte nach Pearson.

### **Vegetative Untersuchungen (Gaswechsel, Steady state Fluoreszenz)**

Die Messung des Gasaustausches und der Chlorophyllfluoreszenz konnte mit dem CIRAS-2 Infrarotgasanalyse - und Chlorophyllfluoreszenzmeßsystem durchgeführt werden. Das Gerät ermöglicht eine kombinierte Messung der Chlorophyllfluoreszenz und des Gaswechsels (CIRAS-2-Messgerät mit eingebautem Chlorophyllfluoreszenzmodul, Abbildung 9).

Für die Messung des Gaswechsels wird die Außenluft des Standorts angesaugt und durch  $\text{CO}_2$  Absorber (Natronkalkabsorber) und  $\text{H}_2\text{O}$  Absorber geleitet. Anschließend wird der  $\text{CO}_2$  Gehalt durch Zumischen von  $\text{CO}_2$  mit  $\text{CO}_2$  Kartuschen und der  $\text{H}_2\text{O}$  Gehalt auf einen definierten Wert eingestellt, wobei die  $\text{CO}_2$ - und  $\text{H}_2\text{O}$  Konzentration kontinuierlich durch einen Infrarotgasanalysator überwacht wird. Dieses Referenzgas wird in die Blattkammer der Küvette geleitet. Das belichtete Blatt entnimmt nun  $\text{CO}_2$  bzw. reichert die Luft im Rahmen der (Licht)Atmung mit  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  an und gibt  $\text{H}_2\text{O}$  im Rahmen der Transpiration ab (=Messgas). Die in ihrer Konzentration veränderte Luftmenge aus der Blattkammer wird mit Hilfe von Infrarotdetektoren analysiert. Der  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  Gehalt wird ermittelt und mit dem Referenzgas verglichen. Die Messung des Gaswechsels und der Steady state Fluoreszenz erfolgte nach aktinischer Belichtung der Blätter mit Hilfe einer LED Licht Quelle (LED-Licht emittierende Halbleiterleuchtdioden), wobei die Lichtintensität auf  $1000\mu\text{m}^2/\text{s}$  (entspricht Starklicht zur Mittagszeit) eingestellt wurde.



**Abbildung 9: CIRAS-2-Messgerät mit eingebautem Chlorophyllfluoreszenzmodul**

## ERGEBNISSE

### Blütenbonitur auf Winterfrostschäden

Vor Blühbeginn wurde eine Blütenbonitur (Samba am 4.4.07, Merchant und Blaze Star am 12.4.07, Techlovan am 16.4.07) auf Winterfrostschäden durchgeführt. Bei keiner der 4 Sorten traten Schäden auf.

### Ermittlung des Blütenansatzes pro Meter Astlänge

Es gibt einen signifikanten Einfluss der Sorte auf den Blütenansatz pro Meter Astlänge. Für die Berechnung des durchschnittlichen Blütenansatzes wurden die Nullvarianten der Sorten berücksichtigt. Den höchsten durchschnittlichen Blütenansatz pro Meter weist dabei die Sorte Samba auf, den geringsten Blütenansatz hat die Sorte Merchant.

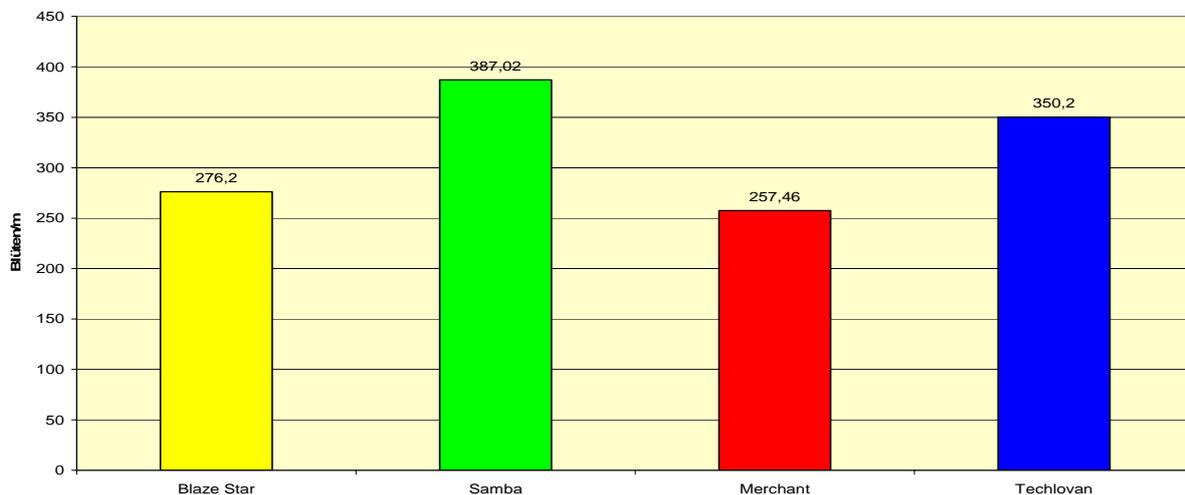


Abbildung 10: Durchschnittlicher Blütenansatz pro Meter Astlänge

### Ammoniumthiosulfat (ATS) hat keinen signifikanten Einfluss auf das Röteln.

Der Versuch zeigte keinen signifikanten Einfluss der Behandlungsvarianten auf das Röteln. Jedoch konnte ein signifikanter Einfluss der Sorten auf den Fruchtfall nachgewiesen werden, wobei die Sorte Merchant in allen drei getesteten Varianten den höchsten Fruchtfall aufweist.

Tabelle 9: Durchschnittliches Röteln (in % der ausgezählten Blüten) je Sorte und Variante

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	6,92 <sup>a</sup>	13,42 <sup>b</sup>	24,67 <sup>c</sup>	16,75 <sup>d</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	7,17 <sup>a</sup>	12,42 <sup>b</sup>	34,42 <sup>c</sup>	9,84 <sup>d</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	18,08 <sup>a</sup>	12,17 <sup>b</sup>	34,25 <sup>c</sup>	18,84 <sup>d</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.

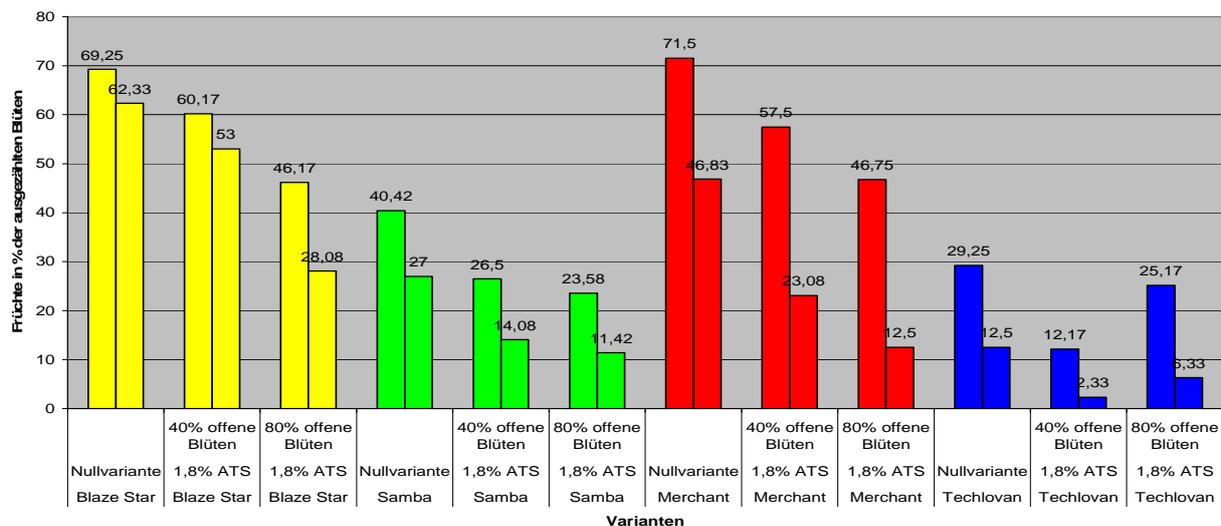
**Ammoniumthiosulfat (ATS) beeinflusst die Blütenausdünnung bei den Süßkirschensorten signifikant und damit die Erntemengen bzw. den durchschnittlichen Fruchtansatz je Meter Astlänge.**

Die Applikation von ATS hat bei den getesteten Sorten und Varianten zu einem signifikanten Einfluss auf die Blütenausdünnung geführt. Die Behandlung der Varianten mit 80% offenen Blüten zeigte bei den Sorten Blaze Star, Samba und Merchant einen höheren Ausdünnungseffekt und damit eine geringere Erntemenge, als jene Varianten, welche bei 40% offenen Blüten behandelt wurden. Bei der Sorte Techlovan waren die Erntemengen bei den Varianten, welche bei 40 % offenen Blüten ausgedünnt wurden geringer als jene der 80% Varianten. Neben dem Einfluss von ATS haben auch die untersuchten Sorten einen signifikanten Einfluss auf die Erntemengen. Die höchsten Erträge der behandelten und unbehandelten Varianten hatte die Sorte Blaze Star gefolgt von Merchant und Samba. Die geringsten Erntemengen wies die Sorte Techlovan auf. Weiters wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Variante festgestellt.

**Tabelle 10: Durchschnittliche Erntemengen (in % der ausgezählten Blüten) je Sorte und Variante**

	<b>Blaze Star</b>	<b>Samba</b>	<b>Merchant</b>	<b>Techlovan</b>
<b>Nullvariante</b>	62,33 <sup>c</sup>	27,00 <sup>e</sup>	46,83 <sup>h</sup>	12,5 <sup>k</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	53,00 <sup>b</sup>	14,08 <sup>d</sup>	23,08 <sup>g</sup>	2,33 <sup>i</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	28,08 <sup>a</sup>	11,42 <sup>d</sup>	12,50 <sup>f</sup>	6,33 <sup>j</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 11: Ausgezählte Früchte in % der ausgezählten Blüten vor dem Fruchtfall und zur Ernte je Sorte und Variante**

Die folgenden Boxplot Darstellungen verdeutlichen den Ausdünnungseffekt von ATS im Vergleich zu den unbehandelten Varianten und zeigen die Streuungen der Erntemengen je Astabschnitt, Sorte und Variante. Ein Triebabschnitt eines Baumes der Sorte Blaze Star (Nullvariante) weist dabei mit 76 Früchten von 100 ausgezählten Blüten die höchste Fruchtzahl je Astabschnitt auf, während eine Wiederholung bei Techlovan (Variante 1,8 % ATS bei 40% offenen Blüten) von 100 ausgezählten Blüten keine erntefähige Frucht entwickelte. Blaze Star bildete die höchsten Stückzahlen an Früchten aus; an zweiter Stelle folgte Merchant, an dritter Stelle Samba und zuletzt die Sorte Techlovan.

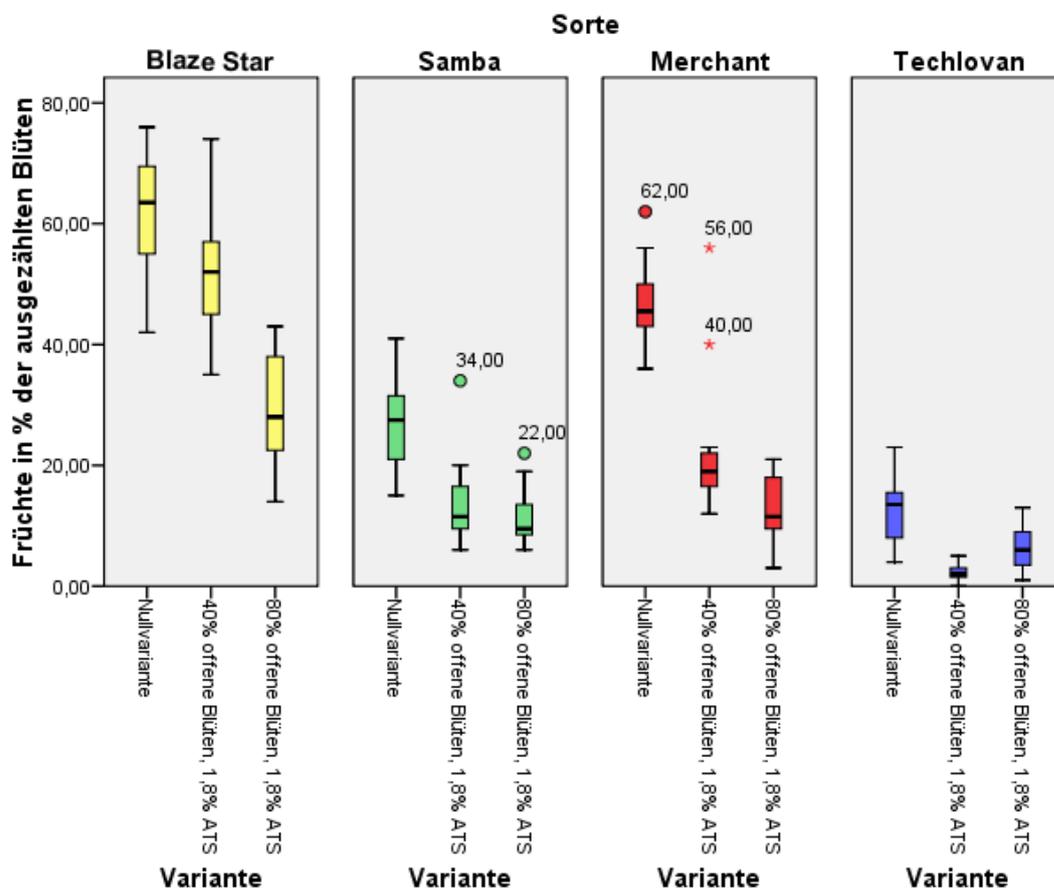
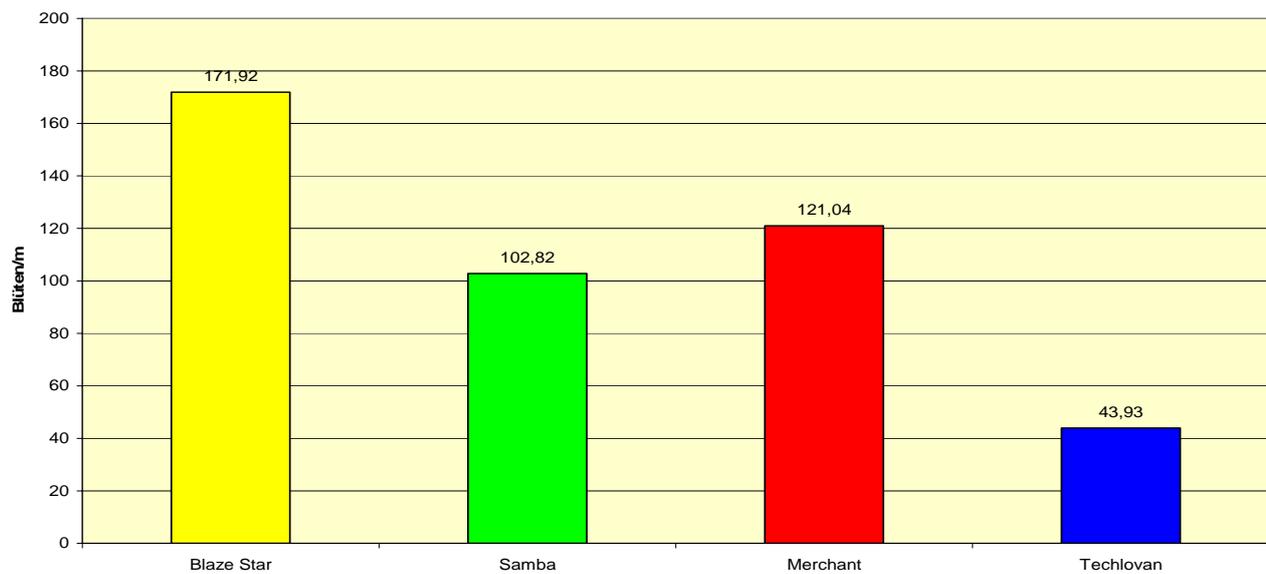


Abbildung 12: Früchte in % ausgezählter Blüten je Sorte und Variante und Astabschnitt

Den höchsten durchschnittlichen Fruchtansatz je Meter Astlänge hat die Sorte Blaze Star mit 171,92 Früchten, während den geringsten mit 43,93 Früchten, die Sorte Techlovan aufweist. Für die Ermittlung des Fruchtansatzes wurden nur die Bäume der Nullvarianten berücksichtigt.



**Abbildung 13: Durchschnittlicher Fruchtansatz je Meter Astlänge je Sorte (Nullvariante)**

### **Die Blütenausdünnung mit ATS hat einen signifikanten Einfluss auf das Fruchtgewicht**

Es gibt einen signifikanten Einfluss der Behandlungsvarianten und Sorten auf das Fruchtgewicht, wobei die behandelten Varianten die höchsten durchschnittlichen Fruchtgewichte aufweisen. Die Nullvariante der Sorte Techlovan hat jedoch ein höheres durchschnittliches Fruchtgewicht, als die behandelte Variante mit 80 % offenen Blüten.

Blaze Star weist das geringste durchschnittliche Fruchtgewicht auf, gefolgt von Samba, Merchant und Techlovan, die das höchste durchschnittliche Fruchtgewicht aufweist. Weiters wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Variante festgestellt.

Fruchtgewicht und Fruchtzahl korrelieren negativ ( $r = -0,815$ ;  $p = 0,01$ ).

**Tabelle 11: Durchschnittliches Fruchtgewicht in g je Sorte und Variante**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	3,75 <sup>a</sup>	5,14 <sup>c</sup>	5,26 <sup>e</sup>	8,81 <sup>g</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	3,95 <sup>a</sup>	5,69 <sup>c</sup>	6,72 <sup>f</sup>	10,23 <sup>h</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	4,49 <sup>b</sup>	6,94 <sup>d</sup>	6,09 <sup>e, f</sup>	8,76 <sup>g</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.

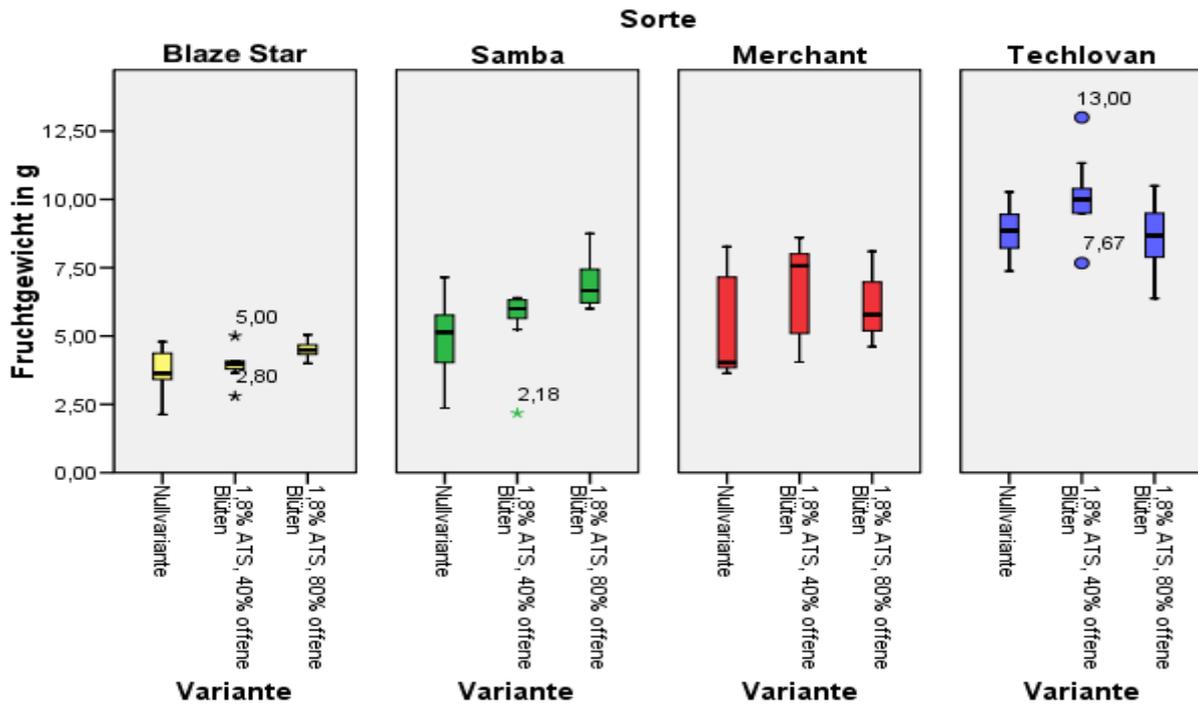


Abbildung 14: Einzelfruchtwicht je Sorte und Variante

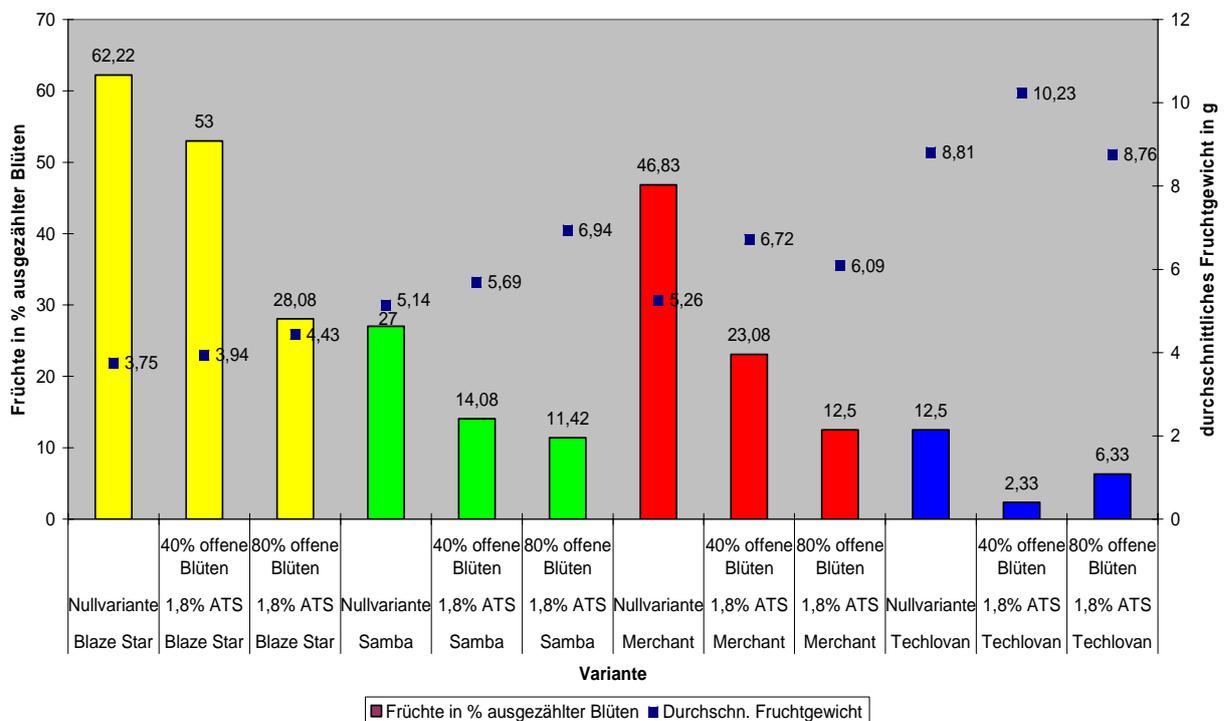


Abbildung 15: Früchte in % der ausgezählten Blüten und durchschnittliches Fruchtwicht

## Die Blütenausdünnung mit ATS hat einen signifikanten Einfluss auf den Fruchtdurchmesser

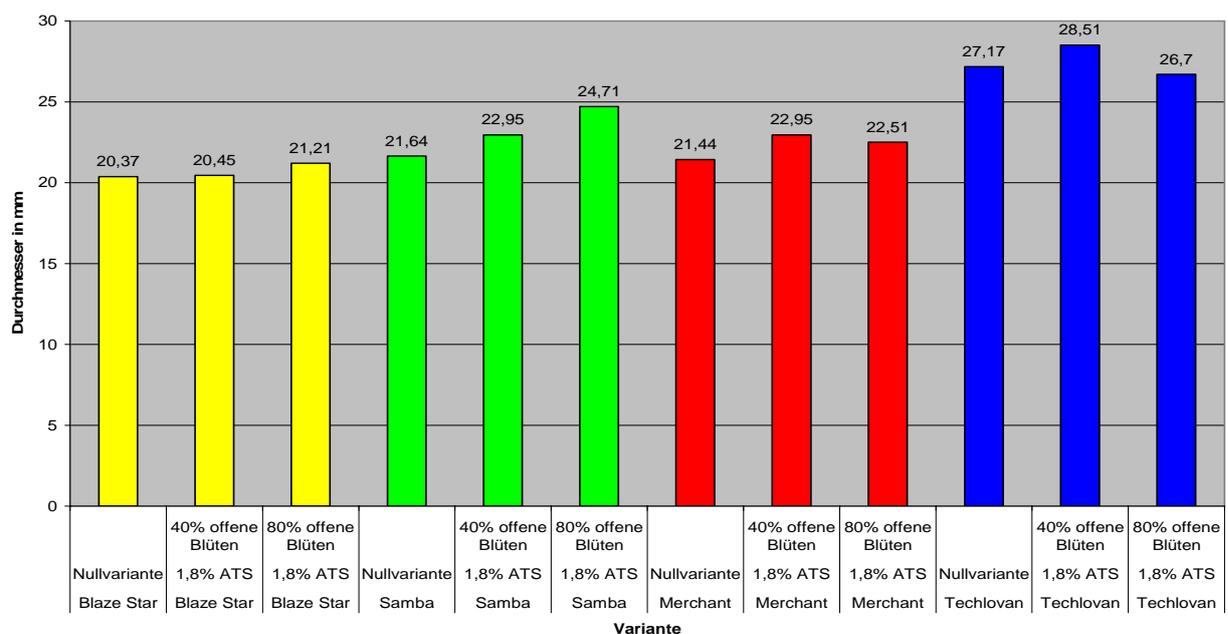
Es gibt einen signifikanten Einfluss der Behandlungsvarianten und Sorten auf den Fruchtdurchmesser, wobei die behandelten Varianten mit Ausnahme der Sorte Techlovan (1,8 % ATS Variante, 80 % offene Blüten) Früchte mit den größten durchschnittlichen Durchmessern aufweisen. Die Nullvariante der Sorte Techlovan hat einen höheren durchschnittlichen Durchmesser als die behandelte Variante mit 80 % offenen Blüten.

Blaze Star zeigt den geringsten durchschnittlichen Durchmesser und wird gefolgt von Merchant, Samba und Techlovan, welche das höchste durchschnittliche Fruchtgewicht aufweist. Weiters wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Variante festgestellt.

**Tabelle 12: Durchschnittlicher Durchmesser in mm je Sorte und Variante**

	<b>Blaze Star</b>	<b>Samba</b>	<b>Merchant</b>	<b>Techlovan</b>
<b>Nullvariante</b>	20,37 <sup>a</sup>	21,64 <sup>c</sup>	21,44 <sup>f</sup>	27,17 <sup>h</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	20,45 <sup>a</sup>	22,95 <sup>d</sup>	22,95 <sup>g</sup>	28,51 <sup>h</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	21,21 <sup>b</sup>	24,71 <sup>e</sup>	22,51 <sup>g</sup>	26,70 <sup>i</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 16: Durchschnittlicher Fruchtdurchmesser in mm je Sorte und Variante**

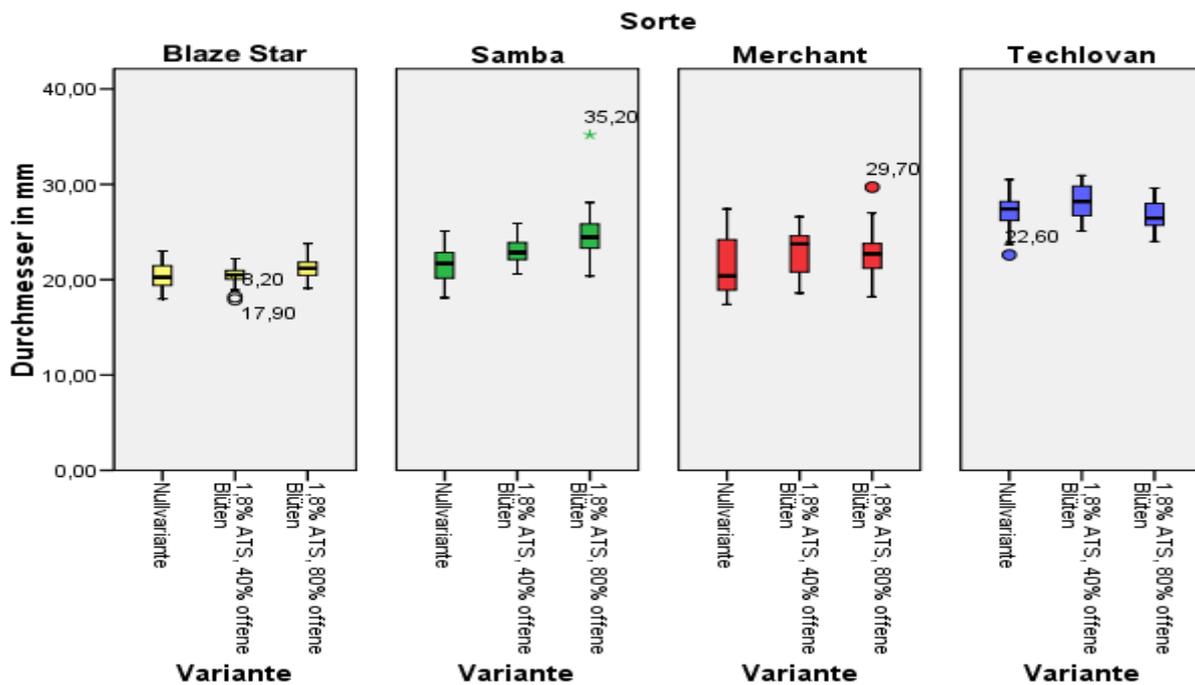


Abbildung 17: Durchmesser je Frucht

**Die Blütenausdünnung mit ATS hat einen signifikanten Einfluss auf den pH-Wert**

Es gibt einen signifikanten Einfluss der Behandlungsvarianten und Sorten auf den pH Wert. Den geringsten durchschnittlichen pH Wert weist die Sorte Blaze Star auf (Variante 1,8 % ATS, 40 % offene Blüten), den höchsten durchschnittlichen pH Wert hat die Sorte Techlovan (Variante 1,8 % ATS, 40 % offene Blüten). Weiters wurden signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Variante festgestellt.

Tabelle 13: Durchschnittlicher pH-Wert je Sorte und Variante

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	4,00 <sup>b</sup>	4,09 <sup>d</sup>	4,19 <sup>f</sup>	4,12 <sup>g, h</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	3,90 <sup>a</sup>	4,00 <sup>c</sup>	4,00 <sup>e</sup>	4,22 <sup>h</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	3,92 <sup>a</sup>	4,09 <sup>d</sup>	3,95 <sup>e</sup>	4,07 <sup>g</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.

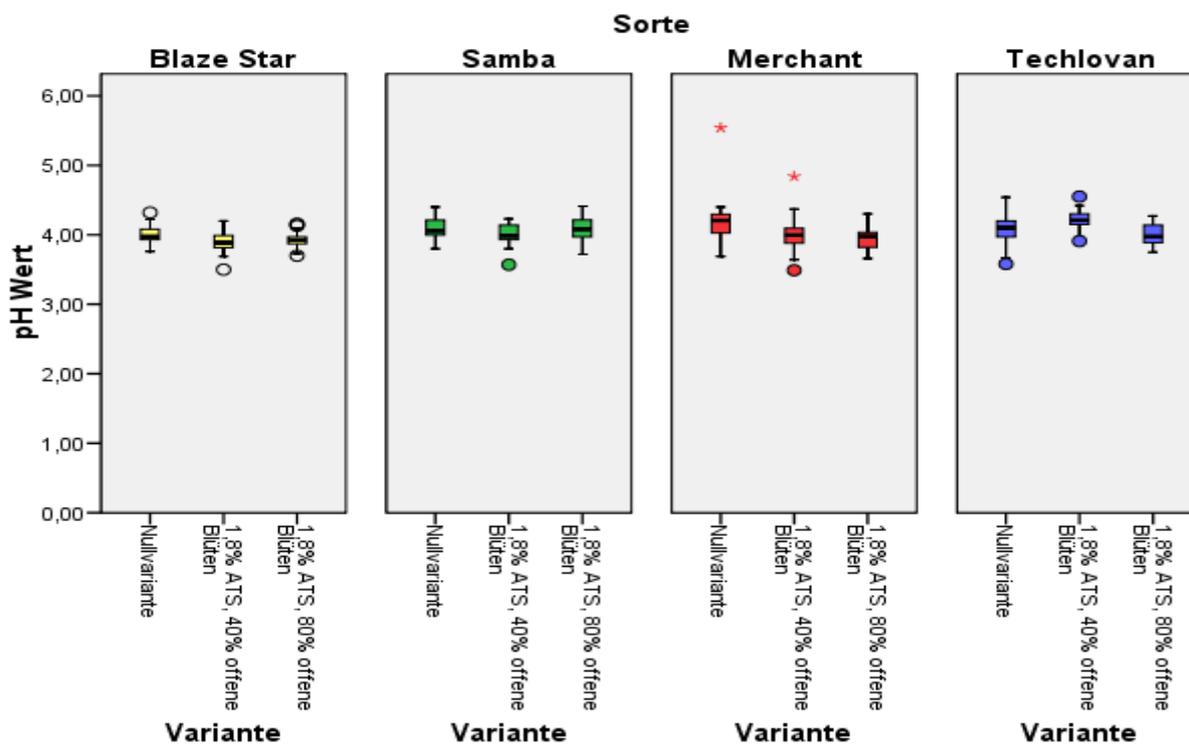


Abbildung 18: pH-Wert je Frucht

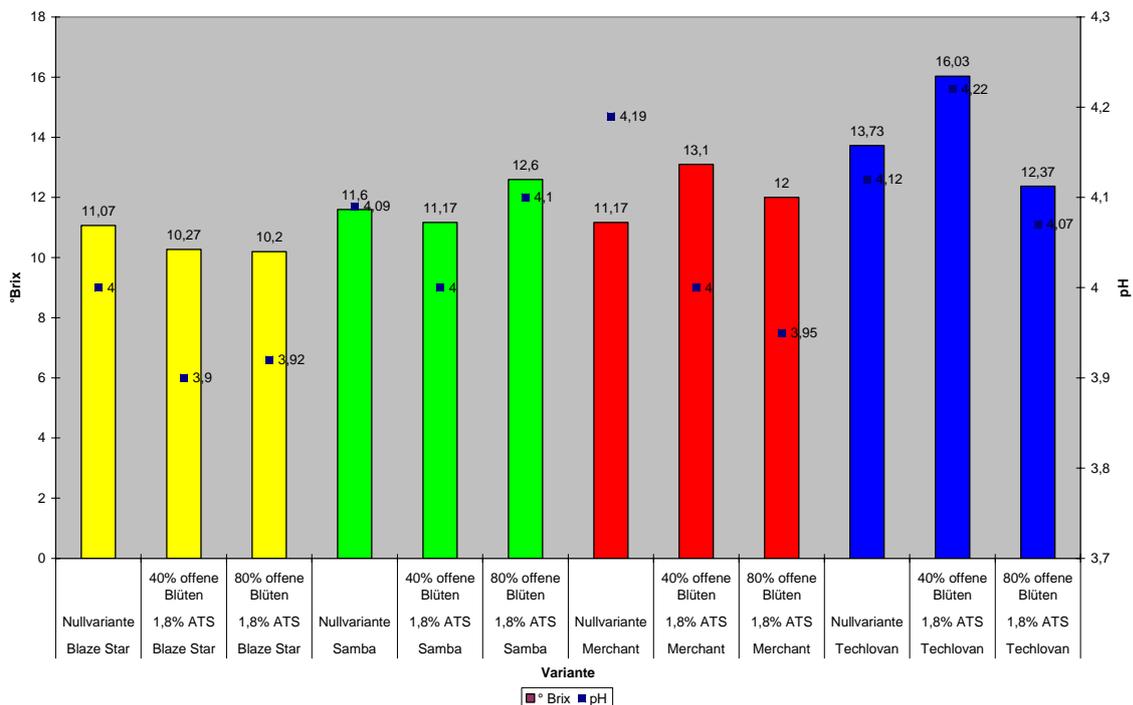
**Die Blütenausdünnung mit ATS hat keinen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an löslicher Trockensubstanz (° Brix)**

Der Brix Gehalt wurde durch die Behandlungsvarianten nicht beeinflusst, jedoch wurde ein signifikanter Einfluss der Sorte auf den Brix Gehalt festgestellt.

**Tabelle 14: Durchschnittlicher Gehalt löslicher Trockensubstanz in ° Brix je Sorte und Variante**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	11,07 <sup>a</sup>	11,60 <sup>b</sup>	11,17 <sup>c</sup>	13,73 <sup>d</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	10,27 <sup>a</sup>	11,17 <sup>b</sup>	13,10 <sup>c</sup>	16,03 <sup>e</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	10,20 <sup>a</sup>	12,60 <sup>b</sup>	12,00 <sup>c</sup>	12,37 <sup>d</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 19: Durchschnittliche lösliche Trockensubstanz (in °Brix) und durchschnittlicher pH-Wert je Sorte und Variante**

**Die Blütenausdünnung mit ATS hat keinen signifikanten Einfluss auf die Konzentration an Cyanidinequivalenten (Anthocyangehalt)**

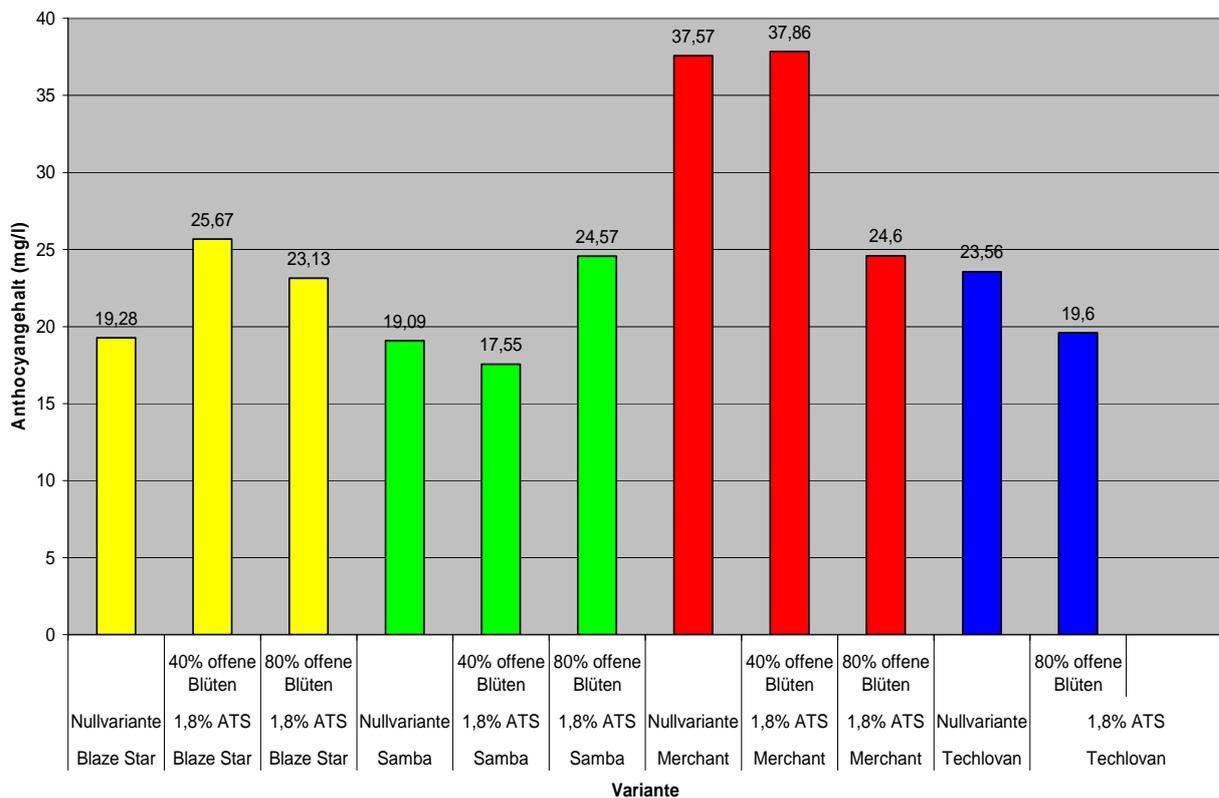
Aufgrund der Versuche wurde kein signifikanter Einfluss der Behandlungsvarianten auf den Anthocyangehalt festgestellt. Die Sorte Merchant unterscheidet sich jedoch signifikant von den 3 anderen Sorten. Zwischen den Sorten Blaze Star, Samba und Techlovan konnte kein signifikanter Unterschied im durchschnittlichen Anthocyangehalt festgestellt werden.

**Tabelle 15: Durchschnittliche Konzentration an Cyanidinequivalenten je Sorte und Variante in mg/l (Anthocyangehalt)**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	19,28 <sup>a</sup>	19,09 <sup>b</sup>	37,57 <sup>c</sup>	23,56*
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	25,67 <sup>a</sup>	17,55 <sup>b</sup>	37,86 <sup>c</sup>	-*
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	23,13 <sup>a</sup>	24,57 <sup>b</sup>	24,60 <sup>c</sup>	19,60*

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.

\* für die Sorte Techlovan wurde aufgrund zu geringer Fruchtzahl kein Duncan Test durchgeführt.



**Abbildung 20: Durchschnittlicher Anthocyangehalt (Cyanidinequivalente in mg/l) je Sorte und Variante**

**Die Blütenausdünnung mit ATS hat einen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an titrierbarer Säure (Apfelsäure in g/l).**

Es gibt einen signifikanten Einfluss der Behandlungsvarianten und Sorten auf den durchschnittlichen Gehalt an titrierbarer Säure. Signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Variante wurden nicht festgestellt.

Die behandelten Varianten weisen höhere Werte an titrierbarer Säure auf als die unbehandelten Varianten.

**Tabelle 16: Durchschnittlicher Gehalt an titrierbarer Säure in g/l je Sorte und Variante**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>Nullvariante</b>	3,30 <sup>a</sup>	2,70 <sup>c</sup>	2,63 <sup>e</sup>	3,00 <sup>g</sup>
<b>1,8 % ATS, 40 % offene Blüten</b>	3,47 <sup>a, b</sup>	2,80 <sup>c</sup>	3,07 <sup>e, f</sup>	3,32 <sup>g</sup>
<b>1,8 % ATS, 80 % offene Blüten</b>	3,80 <sup>c</sup>	3,53 <sup>d</sup>	3,23 <sup>f</sup>	3,65 <sup>g</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.

### Die Blütenausdünnung mit ATS verursacht Blattrandverbrennungen.

Bei Verwendung von ATS zur Blütenausdünnung kann es zu Blattverbrennungen kommen. Die Schäden, welche vorwiegend die Blattspitzen betrafen, konnten statistisch nicht ausgewertet werden.

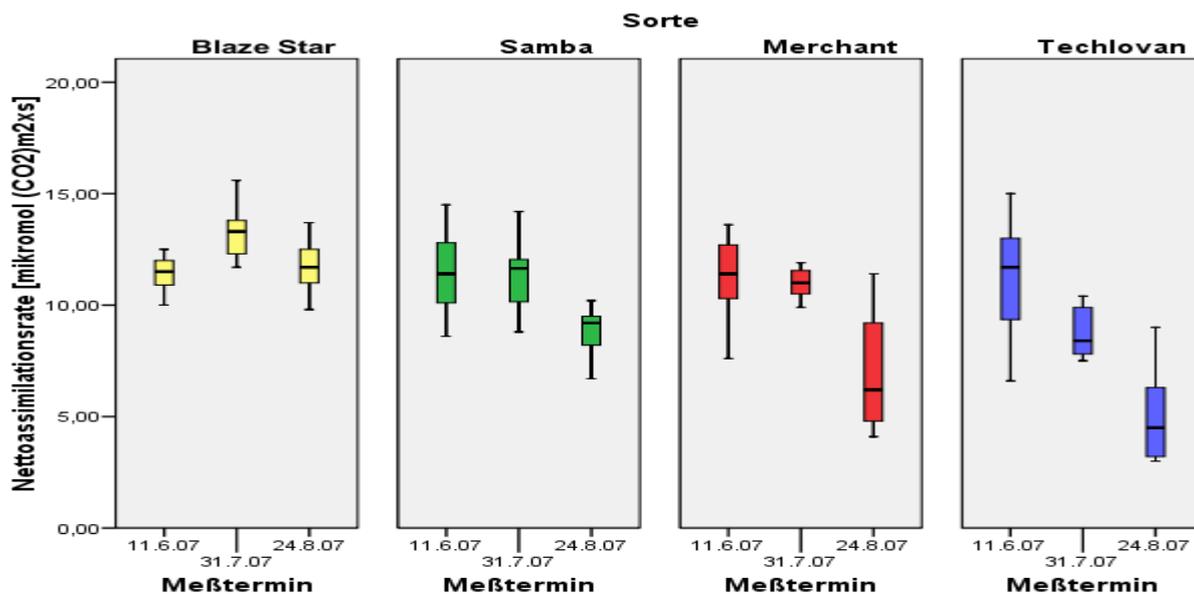
### Nettoassimilationsrate je Sorte und Meßtermin

Die Ermittlung der Nettoassimilationsraten ergab sowohl signifikante Einflüsse der Sorten als auch der Meßtermine auf die durchschnittliche Photosyntheseaktivität je Sorte und Meßtermin. Signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Meßtermin wurden ebenfalls festgestellt. Vor der Ernte (Meßtermin 11.6.07) weisen die Sorten Merchant und Techlovan die höchsten durchschnittlichen Assimilationsraten auf. Am 24.8.07 wurde bei den Sorten Samba, Merchant und Techlovan die geringsten durchschnittlichen Werte ermittelt.

**Tabelle 17: Durchschnittliche Nettoassimilationsrate je Sorte und Meßtermin [mikromol (CO<sub>2</sub>)/m<sup>2</sup>xs]**

	<b>Blaze Star</b>	<b>Samba</b>	<b>Merchant</b>	<b>Techlovan</b>
<b>11.6.07</b>	11,36 <sup>a</sup>	11,33 <sup>d</sup>	11,23 <sup>f</sup>	11,21 <sup>i</sup>
<b>31.7.07</b>	13,31 <sup>b</sup>	11,34 <sup>d</sup>	10,99 <sup>f</sup>	8,74 <sup>h</sup>
<b>24.8.07</b>	11,88 <sup>a</sup>	8,84 <sup>c</sup>	7,11 <sup>e</sup>	5,00 <sup>g</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 21: Nettoassimilationsrate je Sorte und Meßtermin**

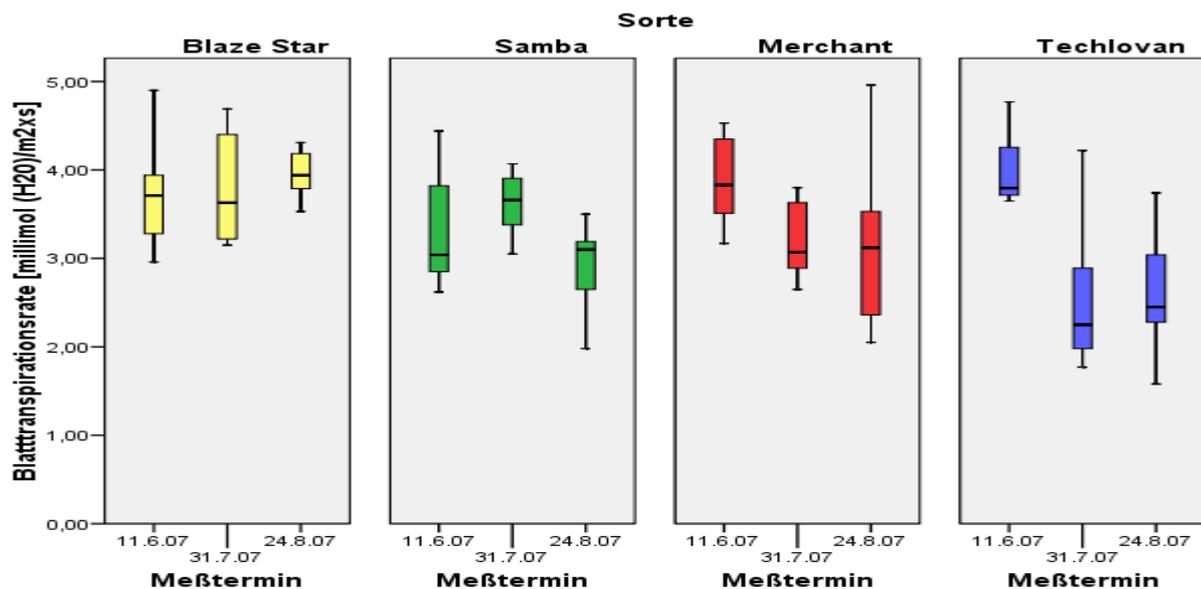
### Blatttranspirationsrate je Sorte und Meßtermin

Es gibt einen signifikanten Einfluss der Sorten und der Meßtermine auf die Blatttranspirationsraten. Signifikante Wechselwirkungen zwischen den Sorten und den Meßterminen wurden festgestellt. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen Nettoassimilationsrate und Blatttranspiration ( $r = 0,537$ ,  $p = 0,01$ ).

**Tabelle 18 Durchschnittliche Blatttranspirationsrate je Sorte und Meßtermin in [millimol (H<sub>2</sub>O)/m<sup>2</sup>xs]**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>11.6.07</b>	3,68 <sup>a</sup>	3,37 <sup>b, c</sup>	3,87 <sup>d</sup>	3,99 <sup>f</sup>
<b>31.7.07</b>	3,82 <sup>a</sup>	3,62 <sup>c</sup>	3,19 <sup>d</sup>	2,61 <sup>e</sup>
<b>24.8.07</b>	3,96 <sup>a</sup>	2,89 <sup>b</sup>	3,21 <sup>d</sup>	2,58 <sup>e</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 22: Blatttranspirationsrate je Sorte und Meßtermin**

### Stomatärer Widerstand je Sorte und Meßtermin

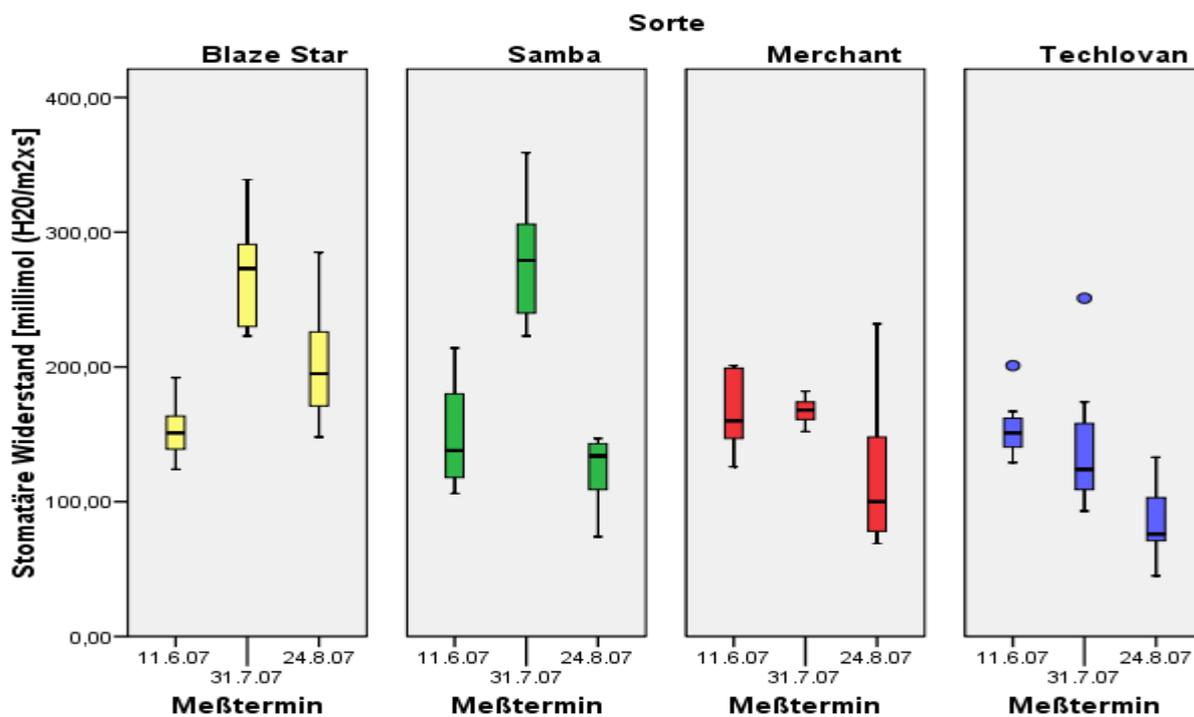
Es wurden signifikante Einflüsse der Sorten und der Meßtermine auf den stomatären Widerstand. Signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Meßtermin wurden ebenfalls festgestellt.

Weiters wurde ein positiver Zusammenhang zwischen stomatärem Widerstand und Nettoassimilationsrate festgestellt ( $r = 0,664$ ,  $p = 0,01$ ).

**Tabelle 19 Durchschnittlicher stomatärer Widerstand je Sorte und Meßtermin in [millimol ( $H_2O/m^2xs$ )]**

	Blaze Star	Samba	Merchant	Techlovan
<b>11.6.07</b>	152,88 <sup>a</sup>	148,33 <sup>d</sup>	165,89 <sup>g</sup>	154,63 <sup>i</sup>
<b>31.7.07</b>	269,44 <sup>c</sup>	279,00 <sup>e</sup>	167,43 <sup>g</sup>	140,75 <sup>i</sup>
<b>24.8.07</b>	202,13 <sup>b</sup>	121,67 <sup>d</sup>	121,44 <sup>f</sup>	83,44 <sup>h</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 23: stomatärer Widerstand je Sorte und Meßtermin**

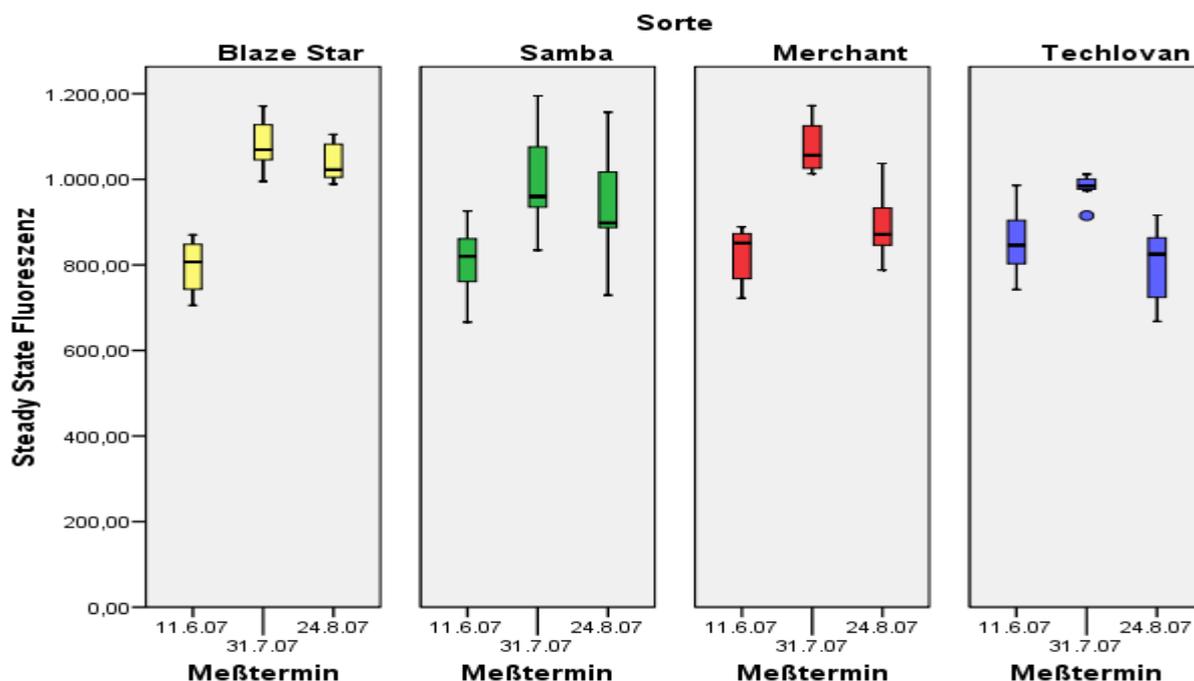
### Steady state Fluoreszenz je Sorte und Meßtermin

Es gibt sowohl einen signifikanten Einfluss der Sorte, als auch des Meßtermins auf den Steady state Fluoreszenzwert. Signifikante Wechselwirkungen zwischen Sorte und Meßtermin wurden ebenfalls festgestellt. Am 11.6.07 (Termin vor der Ernte) erreichten die Sorten mit Ausnahme von Techlovan den geringsten Fluoreszenzlevel, am 31.7.07 wurden bei allen Sorten die höchsten Fluoreszenzwerte erreicht. Steady state Fluoreszenz und Nettoassimilationsraten korrelieren gering ( $r = 0,337$ ,  $p = 0,01$ ). Weiters wurde eine positive Korrelation zwischen Steady state Fluoreszenz und stomatärem Widerstand festgestellt ( $r = 0,558$ ,  $p = 0,001$ ).

**Tabelle 20: Steady state Fluoreszenz (Fs) je Sorte und Meßtermin**

	<b>Blaze Star</b>	<b>Samba</b>	<b>Merchant</b>	<b>Techlovan</b>
<b>11.6.07</b>	792,11 <sup>a</sup>	810,33 <sup>c</sup>	823,56 <sup>e</sup>	854,13 <sup>h</sup>
<b>31.7.07</b>	1081,25 <sup>b</sup>	1004,44 <sup>d</sup>	1069,67 <sup>g</sup>	980,71 <sup>i</sup>
<b>24.8.07</b>	1039,13 <sup>b</sup>	942,89 <sup>d</sup>	869,67 <sup>f</sup>	848,25 <sup>h</sup>

Die Mittelwerte des Parameters mit unterschiedlichen Buchstaben innerhalb derselben Spalte sind bei 5% Irrtumswahrscheinlichkeit im Duncan Test signifikant unterschiedlich.



**Abbildung 24: Steady state Fluoreszenz je Sorte und Meßtermin**

## **DISKUSSION**

Ziel dieser Masterarbeit war es zu prüfen, ob Ammoniumthiosulfat durch Applikation bei 40 % bzw. 80 % offenen Blüten eine ausreichende, ausdünnende Wirkung an den 4 zu testenden Kirschensorten Blaze Star, Samba, Merchant und Techlovan besitzt und die äußere und innere Fruchtqualität beeinflusst. Daneben wurde der Einfluss der Sorten und Meßtermine auf die Assimilationsrate, die Transpirationsrate und der Steady State Fluoreszenz untersucht. Schon 2006 ist der blütenausdünnende Einfluss von Ammoniumthiosulfat bei den Sorten Blaze Star, Samba und Techlovan untersucht worden.

### **Blütenausdünnung bei Süßkirschen**

Ammoniumthiosulfat führte im heurigen Versuch bei allen 4 Sorten zu einer signifikanten Ausdünnung der Blüten und damit zu größeren Früchten als im Vergleich zu den unbehandelten Nullvarianten.

Die Sorte Blaze Star erreichte trotz des zweitgeringsten durchschnittlichen Blütenansatzes in allen drei Behandlungsvarianten die höchsten Erntemengen. Der Grund dafür könnte in der Selbstfertilität der Sorte liegen. Blaze Star ist nicht auf die Fremdbefruchtung durch Bienen oder Hummeln angewiesen, hat also auch bei ungünstigen Witterungssituationen im Vergleich zu selbststerilen Sorten meist höhere Erträge. Merchant eine selbststerile Sorte erreichte in allen drei Varianten die zweithöchsten Stückzahlen an Kirschen. An dritter Stelle folgte die teilweise selbstfruchtbare Sorte Samba und an letzter Stelle die selbststerile Sorte Techlovan, welche den geringsten durchschnittlichen Blütenansatz aufwies. Ein sortenspezifisch hoher Blütenansatz muss daher nicht unbedingt zu einem hohen Fruchtansatz führen. Die Erntemengen werden genetisch bedingt von der Sorte (selbststeril oder selbstfertil), von der Witterung zur Zeit der Blüte (Frostereignisse), von Erziehungs- Pflegemaßnahmen aber auch vom vorzeitigen Fruchtfall (Röteln) beeinflusst. Im Rahmen des Versuches konnte man einen sortenspezifischen Einfluss des Fruchtfalls vor der Ernte nachweisen.

### **Einflüsse auf die Fruchtgröße und das Fruchtgewicht**

Die Fruchtgröße und damit das Fruchtgewicht werden durch die Ausdünnungsmaßnahmen positiv beeinflusst.

Die Forschungsanstalt Agroscope Changins Wädenswil ACW beschäftigte sich in den letzten Jahren mit Ausdünnungsversuchen bei Süßkirschen. Im Vordergrund standen die Frage des

optimalen Fruchtbehangs und die Prüfung chemischer Ausdünnvarianten. Im Jahre 2005 wurde dabei die Ausdünnwirkung von 0,9 % Ammoniumthiosulfat (ATS) nach Applikation zur Zeit der Vollblüte an der Kirschsorte Sweetheart überprüft. Die Behandlung mit ATS hatte eine starke ausdünnende Wirkung und reduzierte den Fruchtansatz auf rund 70 Früchten pro Meter Ast gegenüber der Kontrolle mit fast 120 Früchten. Trotz der deutlichen Reduktion des Fruchtansatzes wurde die Fruchtgröße nicht gefördert, was nach WIDMER et al. 2006 sehr wahrscheinlich auf die Blattschäden zurückzuführen ist. Die Schädigung des Blattwerks durch ATS Applikation während der Blüte kann sich negativ auf die Zellteilung und das weitere Fruchtwachstum auswirken. Im Jahre 2006 wurde der Versuch in gleicher Weise fortgesetzt, doch diesmal wurde die Konzentration von ATS auf 0,5 % herabgesetzt. Die Applikation von ATS in reduzierter Konzentration führte zwar zu keinen Blattschädigungen ergab jedoch auch keine Reduktion des Fruchtbehangs. Auch der Ausdünnungsversuch im Jahre 2006 am Institut für Garten-, Obst- und Weinbau der Universität für Bodenkultur in Wien, wo die Wirkung von 0,9 % bzw. 1,8 % ATS an den Kirschensorten Blaze Star, Samba und Techlovan getestet wurde hatten Applikationen keinen signifikanten Einfluss auf die Fruchtgröße, wohl aber auf die Fruchtzahl.

Der heurige Versuch in Wien zeigte jedoch einen signifikanten Einfluss von 1,8 % ATS auf die Ausdünnung und führte auch zu einem durchschnittlich höheren Fruchtgewicht. Die geringen Blattverbrennungen hatten offensichtlich keinen negativen Einfluss auf die Assimilatleistung.

### **Einfluss auf die Inhaltsstoffe**

Ein Ausdünnungsversuch im Jahre 2005 an der Forschungsanstalt Agroscope-Changins-Wädenswil ACW mit 1,8 % ATS bei Kirschen zeigte, dass der gemessene Zuckergehalt in den behandelten Varianten keine eindeutigen Unterschiede im Vergleich zu den unbehandelten Varianten hatte. Offenbar reichte nach WIDMER et al. 2006 die Blattfläche dank der Blätter der Neutriebe aus um eine gute Zuckerversorgung der Früchte sicherzustellen.

Auch in meinem Versuch hatte die Behandlung mit 1,8 % ATS keinen signifikanten Einfluss auf den Gehalt an löslicher Trockensubstanz (in ° Brix). Der reduzierte Fruchtansatz führte aber nicht zu einem höheren Zuckergehalt der Früchte aufgrund der besseren Versorgung der Früchte mit Assimilaten, wie es WEBSTER und SPENCER (2000) in ihrer Publikation beschreiben.

Die Behandlung mit ATS verursachte einen Anstieg an titrierbarer Säure (Gesamtsäure).

LINK (2000) berichtete dass eine Ausdünnung bei Äpfeln zu einem höheren Gehalt an titrierbarer Gesamtsäure im Vergleich zu den nicht ausgedünnten Varianten führt.

Die zum Zeitpunkt der Ernte in den Früchten enthaltene Gesamtsäure bzw. der Zuckergehalt ist abhängig von genetischen Faktoren, der Assimilatbereitstellung (Blatt-Fruchtverhältnis) und der Versorgung der Früchte mit Mineralstoffen und den Umweltbedingungen (SCHULZ 2000). Nach SILBEREISEN und NEUBELLER (1971) werden die Zucker und Säuregehalte weniger durch ökologische (Licht, Wärme) als vielmehr durch baumspezifische, physiologisch wirksame Faktoren verändert. Bezüglich des Einflusses der chemischen Ausdünnung auf die Inhaltsstoffe der Kirschen wurden bis jetzt noch keine generellen Aussagen getroffen. Weitere Studien sind notwendig, um spezielle Empfehlungen zur Ausdünnung bei Kirsche abgeben zu können. Eine Ausdünnung könnte aufgrund meiner Versuchsergebnisse vor allem vorteilhaft zur Verbesserung der Fruchtgröße sein. In Frankreich werden Ausdünnungsverfahren entwickelt, bei denen die überzähligen Knospen vor der Blüte von Hand entfernt werden. Mit dieser Methode werden zahlreiche Versuche durchgeführt, mit viel versprechenden Ergebnissen bezüglich der Fruchtgröße. Da die händische Ausdünnung einen höheren Arbeitsaufwand verursacht werden Ausdünnungsversuche verstärkt mit chemischen Verfahren durchgeführt. Die Behangsregulierung bei Kirschen gewinnt also zunehmend an Bedeutung. Die Entfernung von 30-50 % der Blüten bei hohem Blütenansatz hat sich laut WIDMER et al. (2006) in Schweizer Experimenten positiv auf die Fruchtgröße ausgewirkt. In weiteren Forschungen ist jedoch zu prüfen ob der geringere Fruchtansatz nach einer Ausdünnung durch höhere Fruchtgrößen kompensiert werden kann. Trotzdem könnte nach WIDMER et al. (2006) die Behangsregulierung wirtschaftlich interessant sein wegen Erzielung höherer Produzentenpreise für größere Früchte, geringerem Fäulnisbefall und höheren Ernteleistungen. Vor diesen Wirtschaftlichkeitsberechnungen muss aber erst eine praxistaugliche Ausdünnmethode gefunden werden wichtig dabei ist noch zu berücksichtigen inwieweit die einzelnen Sorten auf die Behandlungen reagieren. Laut WIDMER et al. (2006) bleibt die äußere (Fruchtgröße) und innere Fruchtqualität primär eine Sortenfrage und kann durch die Behangsregulierung nur in begrenztem Rahmen beeinflusst werden.

## **Vegetative Untersuchungen**

Die durchschnittlichen Photosyntheseraten waren bei 2 der untersuchten Sorten (Merchant, Techlovan) vor der Ernte höher als nach der Ernte. Nach BLANUSA et al. (2006) können Blätter ihre Assimilationsfähigkeit bei starkem Fruchtbehang wesentlich steigern. Im Ertrag stehende Obstbäume unterscheiden sich in der Höhe der CO<sub>2</sub> Aufnahme bezogen auf die Einheit der Blattfläche von jenen welche keine Früchte tragen (FRIEDRICH 2000). Junges aber schon voll ausdifferenziertes Laub befindet sich auf dem Höhepunkt des Leistungsvermögens bezüglich der Assimilation. Dieses fällt mit zunehmendem Alter wieder ab (LARCHER 1992). Auch in meinem Versuch zeigen die untersuchten Blätter beim ersten Messtermin am 11.6.07 bei den Sorten Merchant und Techlovan höhere Photosyntheseleistungen, als an den nachfolgenden 2 Messterminen. Die geringsten durchschnittlichen Assimilationsraten weisen die untersuchten Sorten mit Ausnahme von Blaze Star am 3. Messtermin (24.8.07) auf. Die jüngeren Blätter haben mit Ausnahme der Sorte Blaze Star und Samba die höchsten durchschnittlichen Assimilationsraten. Die Versuchsergebnisse zeigen einen positiven signifikanten Zusammenhang zwischen Nettoassimilations- und Blatttranspirationsrate. Mit Vergrößerung der Stomata nimmt die CO<sub>2</sub> Aufnahme und damit die Assimilations- und Transpirationsrate zu.

Weiters wurden Steady state Fluoreszenzmessungen (Fs) an den 4 Sorten durchgeführt.

Fs ist ein Parameter mit dessen Hilfe Hitze- und Wasserstress bei C3, C4 und CAM Pflanzen gemessen werden kann (CEROVIC et al. 1996). In der Literatur gibt es widersprüchliche Aussagen. Nach FLEXAS et al. (2002) wurden direkte Korrelationen zwischen Fs und den wichtigen Gaswechselfparametern, nämlich Assimilation- und Transpirationsraten bei C3 Pflanzen beobachtet. Weiters unterscheidet sich der tageszeitliche Verlauf gut bewässerter Weinreben von denen mit Trockenstress. Trockenstress führt zu einer Verengung der Spaltöffnungen und damit zu einer Abnahme der Assimilationsleistung und der Steady state Fluoreszenz (FLEXAS et al. 1998), gleichzeitig steigen jedoch die Photorespiration und nichtphotochemische Prozesse. Ein Hitzestress (ab 30 °C) führt laut DOBROWSKY et al. (2005) bei Weinreben (bei konstanter Belichtung) nicht nur zu einem Rückgang der Assimilationsrate und des stomatären Widerstandes, sondern auch zu einer Abnahme der Steady state Fluoreszenz (Fs). Weiters wurde von FLEXAS et al. (2000) bei unter Wasserstress stehenden Weinreben bei gleichen Lichtbedingungen niedrigere Fs Werte gemessen als bei Reben welche optimal bewässert wurden. Warum Fs mit zunehmendem Stress sinkt, wird von den genannten Autoren (DOBROWSKY et al. 2005; FLEXAS et al. 1998, 2000, 2002) nicht beschrieben. Laut LICHTENTHALER und RINDERLE (1988),

steigt mit zunehmendem Stress die Fs-Fluoreszenz. Laut der Autoren dient Fs zur Energieabgabe unter Stressbedingungen bei gestörtem Elektronentransport.

Die Gaswechsel- und Fluoreszenzmessungen wurden bei den Kirschen erstmalig durchgeführt. Zu diesem Fachgebiet sind bis jetzt keine Vergleichswerte aus obstbaulichen Versuchen verfügbar. Um klare Aussagen treffen zu können bedarf es daher weiterer Untersuchungen.

## ZUSAMMENFASSUNG

Ziel meiner Masterarbeit war zu prüfen, ob die Applikation von Ammoniumthiosulfat (ATS) bei 4 zu prüfenden Kirschensorten einen ausreichend ausdünnenden Effekt und dadurch eine Qualitätssteigerung der verbleibenden Früchte bewirkt. Weiters wurde geprüft ob die 4 Kirschensorten Unterschiede im Gaswechsel und der Steady state Fluoreszenz an drei Messterminen aufweisen um Aussagen über die Vitalität der Blattmassen der Sorten treffen zu können. Der Versuch wurde in der Vegetationsperiode des Jahres 2007 im obstbaulichen Versuchszentrum der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt. Folgende Behandlungsvarianten wurden an den Sorten Blaze Star, Samba, Merchant und Techlovan untersucht: Applikation von 17,64 g/l ATS auf 40% offene Blüten bzw. Applikation von 17,64 g/l ATS auf 80% offene Blüten. Diese beiden Behandlungsstrategien wurden untereinander und mit der unbehandelten Nullvariante bezüglich eines Ausdünnungseffektes und einer damit verbundenen möglichen Qualitätssteigerung verglichen. Jede Variante wurde drei Mal wiederholt. Die Auswahl der 36 Bäume erfolgte rein zufällig. Pro Baum standen 4 Äste mit jeweils 100 ausgezählten Blüten zur Verfügung.

Die vegetativen Untersuchungen wurden an insgesamt 12 Bäumen der 4 Sorten an 3 Terminen durchgeführt.

Die Auszählung der Früchte erfolgte sowohl vor dem Röteln als auch bei der Ernte.

Der Fruchtdurchmesser wurde mittels digitaler Schublehre ermittelt und anschließend das Fruchtgewicht bestimmt. Die Messung des Gesamtsäuregehaltes erfolgte mit einem pH-Meter. Der Gehalt an löslicher Trockensubstanz ist mittels Refraktometer erhoben worden. Den Gehalt an Cyanidinäquivalenten als Maß für den Gehalt an Anthocyanen ermittelte man ebenfalls. Der Gehalt an Äpfelsäure wurde über Titration ermittelt. Die Messung des Gaswechsels und der Steady state Chlorophyllfluoreszenz erfolgte mit dem Ciras-2-Meßgerät.

Die Auswertung der Daten zeigte, dass die Behandlungsvarianten nicht alle untersuchten Parameter beeinflusst haben. Keinen Einfluss zeigte die ATS-Applikation auf das Röteln der Kirschen, jedoch wurde ein signifikanter Einfluss der Sorten auf den Fruchtfall nachgewiesen. Die Erntemengen wurden durch die blütenausdünnende Wirkung von ATS signifikant reduziert. Das Fruchtgewicht und die Fruchtgröße konnten dadurch signifikant gesteigert werden. Daneben zeigte sich ein signifikanter Einfluss der Sorten auf die Erntemengen, das Fruchtgewicht und den Fruchtdurchmesser. Ebenfalls wurde ein Einfluss der Sorten und der Ausdünnung auf den pH-Wert festgestellt werden. Der Gehalt an löslicher Trockensubstanz und an Anthocyanen konnte durch die Ausdünnung nicht beeinflusst werden, jedoch zeigte

sich ein signifikanter Einfluss der Sorten auf den Gehalt an löslicher Trockensubstanz und den Anthocyangehalt der Früchte. Der Gehalt an titrierbarer Säure wurde sowohl durch die Behandlungsvarianten als auch die Sorten signifikant beeinflusst. Die Ausdünnung mit ATS verursachte geringe Blattrandverbrennungen.

Die Ermittlung der Nettoassimilationsraten ergab sowohl signifikante Einflüsse der Sorten als auch der Messtermine. Signifikante Einflüsse der Sorten und der Messtermine auf die Blatttranspirationsraten und den stomatären Widerstand wurden ermittelt. Der gemessene Steady state Fluoreszenzwert wurde sowohl durch die Sorte, als auch durch den Messtermin signifikant beeinflusst.

## SUMMARY

It was the objective of this Master's thesis to examine whether the application of ammonium thiosulfate (ATS) on four sorts of cherries had a sufficient thinning-out effect and, thus, led to quality enhancement of the remaining fruits. Moreover, it was examined whether the four sorts of cherries showed differences as to gas change and steady state fluorescence at three measurement dates so that evidence could be given about the leave vitality of the sorts. During the vegetation period of 2007, a test was executed in the fruit-growing test centre at the University of Natural Resources and Applied Life Science in Vienna, Austria. The following treatment variations were examined on the sorts Blaze Star, Samba, Merchant and Techlovan: application of 17,64 g/l ATS on blossoms open by 40% and application of the same amount on blossoms open by 80%, respectively. Those two treatment strategies were compared to each other as well as to an untreated variation regarding a thinning-out effect and the possibility of a related quality enhancement. Each variation was repeated thrice. The 36 trees were selected at random. Four branches per tree with 100 blossoms counted off each were available. The vegetative tests were executed three times on a total of 12 trees of the four sorts.

Fruit count was carried out both before fruit fall and during harvest.

Fruit diameter was measured by means of a digital calliper, then fruit weight determined.

Measurement of total acidity content was carried out using a pH meter. Soluble dry substance content was measured using a refractometer. The total content of anthocyanins expressed as cyanidine-equivalents was also determined. Malic acid content was determined through titration. Measurement of gas change and steady state chlorophyll fluorescence was carried out using the Ciras-2 system. Data evaluation showed that treatment variations had not affected all examined parameters. While ATS application didn't influence fruit fall, a significant impact of the respective sorts on fruit fall was proved. Harvest volumes were significantly reduced by the thinning-out effect of ATS. In this manner fruit weight as well as fruit size increased significantly. Besides, a significant impact of sorts on harvest volumes, fruit weight, and fruit diameter was shown. An impact of sorts and thinning-out on the pH value was also found out. While the soluble dry substance and anthocyanine content was not affected by thinning-out, a significant impact of sorts on the soluble dry substance and anthocyanine content of the fruits was ascertained. The content of titrable acid was significantly influenced by treatment variations as well as by sorts. ATS based thinning-out caused slight leaf burns.

Determination of net assimilation rates resulted in significant impacts both of sorts and measurement dates. Furthermore a significant impact of sorts on leaf transpiration rates was found out. Significant impacts of sorts and measurement dates on stomata resistance were detected. The measured steady state fluorescence value was significantly influenced both by sort and measurement date.

## LITERATUR

ANONYMUS (2007) FAO - Statistic, Statistik der Food and Agricultural Organisation 2006

ANONYMUS (2005, 2006, 2007) Ernteerhebungen 2005, 2006, 2007, Statistik Austria

ANONYMUS (2006) World Sweet Cherry Review – 2006, Belrose, Inc.

ANONYMUS (1995) Giessener Unterlagen. In: 21. Bundessteinobstseminar der SLVA Ahrweiler/Mayen

BÄDER (2000) Süß- und Sauerkirschensorten, Referat Obstbau der staatlichen Lehr- und Versuchsanstalt für Wein und Obstbau, Weinsberg

BALMER, M. (2002) Kirschensortiment auf dem Prüfstand-Ergebnisse der Selektionsarbeiten bei Süßkirschen, 28. Bundessteinobstseminar in Ahrweiler/Mayen: 77-84

BLANUSA, T.; ELSE, M.A.; DAVIES, W.J.; ATKINSON, C.J. (2006) Regulation of sweet cherry fruit abscission: the role of photo-assimilation, sugars and abscisic acid, Journal of Horticultural Science & Biotechnology: 81 (4): 613-620

BOLHAR-NORDENKAMPF H.R.; Oquist G. (1993) Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research: 193-197. In: HALL D.O.; SCURLOCK J.M.O.; BOLHAR-NORDENKAMPF H.R.; LEEGOOD R.L.; LONG S. P. Photosynthesis and Production in changing Environment, A field and laboratory Manual

CEROVIC, Z.G. GOULAS, Y.; GORBUNOV, M.; BRITANTAIS, J.M.; CAMENEN, L.; MOYA, I.; (1996), Fluorosensing of water stress in plants: Diurnal changes of the mean lifetime and yield of chlorophyll fluorescence, measured simultaneously and at distance with a c-LIDAR and a modified PAM-fluorimeter, in maize, sugar beet and Kalanchoe. Remote sens. Environ. : 58, 311-321

DeELL, J.R.; VAN KOOTEN O.; PRANGE R. K.; MURR D. P. (1999) Applications of Chlorophyll Fluorescence Techniques in Postharvest Physiology 23: 69-106

DOBROWSKI, S.Z.; PUSHNIK, J.C.; ZARCO-TEJADA, P.J. (2005) Simple reflectance indices track heat and water stress-induced changes in steady-state chlorophyll fluorescence at the canopy scale 97: 403-414

FEUCHT, W.; VOGEL, T.; SCHIMMELPFENG, H.; TREUTTER, D.; ZINKERNAGEL, V. (2001) Kirschen- und Zwetschkenanbau, Verlag Eugen Ulmer

FEUCHT, W.; SCHMID, P.P.S.; CHRIST, E. (1983) Kompatibilität bei *Prunus avium*/*Prunus cerasus*-Veredlungen während der Wachstumsphase 1. Die Struktur des Phloems einschließlich der Siebröhren, Gartenbauwissenschaft 48: 45-50

FEUCHT, W.; SCHMID, P.P.S.; CHRIST, E. (1984) Verzögerte Unverträglichkeit der Süßkirschensorte Sam auf einigen Klonen von *P. cerasus* L. 2. Anatomische Aspekte zur Degeneration des aktiven Phloems im Veredlungsbereich im Juni und Juli. Mitt. Klosterneuburg 34: 132-137

FLEXAS, J.; ESCALONA, J.M.; MEDRANO, H. (1998) Down-regulation of photosynthesis by drought stress under field conditions in grapevine leaves, *Aust. J. Plant Physiol.* 25: 893-900

FLEXAS, J.; BRIANTAIS, J.; CEROVIC, Z.G.; MEDRANO, H.; MOYA, I. (2000) Steady state and maximum chlorophyll fluorescence responses to water stress in grapevine leaves: A new remote sensing system, *Remote Sensing of Environment* 73: 283-297

FRIEDRICH, G.; FISCHER, M. (2000) *Physiologische Grundlagen des Obstbaues*, 3. völlig überarbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer

GRONSKIS, I.; SVARZBAHS, J. (1972) Studies on scion-rootstock incompatibility and possibilities of early diagnosis in plums. *Latvian Acad. Raksti* 55: 3-11

GRZYB, Z.S.; WOJNIAKIEWICZ, A.; ZAGAGA, W.; CYNCZYK, A. (1972) Frost damage of same rootstocks of fruit trees during the 1968-1969 winter, *Prace Instytutu Sadownictwa Skierniewicach*: 29-34

GUR, A.; BLUM, A. (1973) The role of cyanogenic glycoside in incompatibility between peach scions and almond rootstocks *13*: 1-10

HILKENBÄUMER, F. (1942) Die gegenseitige Beeinflussung von Unterlage und Edelreis bei den Hauptobstarten im Jugendstadium unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse, *Kühn-Archiv* 58: 1-261

JANSEN; BACHTHALER; FÖLSTER; SCHARPF (1998) *Gärtnerischer Pflanzenbau*, 3. Auflage, Verlag Eugen Ulmer

JEFREY, C.E.; YEOMAN, M.M. (1983) Development of intercellular connections between opposing cells in a graft union, *New Phytol.* 93: 491-509

KRAUSE, G.; WEIS, E. (1988) The photosynthetic apparatus and chlorophyll fluorescence: an introduction, 3-11. In: H.K. LICHTENTHALER (ed.), *Applications of chlorophyll fluorescence in photosynthesis research, stress physiology, hydrobiology and remote sensing*. Kluwer Academic, Dordrecht, The Netherlands

LARCHER W. (1994) *Ökophysiologie der Pflanzen*, 5. Auflage, Verlag Eugen Ulmer

LINK, H. (2000) Significance of flower and fruit thinning on fruit quality, *Plant Growth Regulation* 31: 17-26

LUGLI S.; SAMSAVINI S. (2001) Neue Süßkirschensorten des Fachbereichs Obstbau. In: 27. Bundessteinobstseminar der staatlichen Lehr und Versuchsanstalt in Ahrweiler/Mayen: 91-97

LÜTTGE U.; KLUGE M.; BAUER G. (1999) *Botanik*, 3. Auflage, Wiley-UCH-Verlag,

MAETHE H. (1989) Große Kirschen von kleinen Bäumen, *Deutsche Baumschule* 9: 451-455

MAURER, K.J. (1975) F12/1 als Kirschenunterlage, *Baumschulpraxis*

- MOORE, R. (1983) Physiological aspects of graft formation. In: MOORE, R. (Hrsg.): Vegetative compatibility responses in plants. Baylor University Press, Waco, Tex. USA: 89-105
- MOOSE, B. (1962) Graft incompatibility in fruit trees. Commonwealth agricultural Bureaux, techn. Communication 28, Farnham Royal Bucks England, 35 S.
- PAPAGEORGIU, G. (1975) Chlorophyll fluorescence: an intrinsic probe of photosynthesis: 319-371. In: GOVINDJEE W. (ed) Bioenergetics of photosynthesis, Academic Press, New York
- PIEBER, K. (1984) Prunus mahaleb L. (Steinweichsel) Klon St. Lucie 64 als Unterlage. In: Besseres Obst 1: 9-12
- RENGER, G.; SCHREIBER, U.; (1986) Practical applications of fluorometric methods to algae and higher plant research: 587-619. In: GOVINDJEE; AMESZ, J.; FORK D. (eds.), Light emission by plants and bacteria, Academic Press, Orlando, FL
- RIESEN, W. (1996) Schweizer Zeitung für Obst und Weinbau 13: 337
- SCHOPFER P.; BRENNICKE A. (2005), 6. Auflage, Spektrum Akademischer Verlag
- SCHULZ, H. (2000) Organische Inhaltsstoffe der Früchte und ihre stoffwechselphysiologische Bedeutung. In: FRIEDRICH, G.; FISCHER, M. (2000) Physiologische Grundlagen des Obstbaues, 3. völlig neubearbeitete Auflage, Verlag Eugen Ulmer
- SCHIMMELPFENG H.; FEUCHT W. (1986) Eine Zwischenbilanz zu Prunus cerasus W. (Weihroot), Obstbau 6: 276-277
- SCHIMMELPFENG H.; LIEBSTER G. (1979) Prunus cerasus als Unterlage: Selektionsarbeiten, Vermehrung, Eignung für Sauerkirschen, Gartenbauwissenschaft 44, 2: 55-59, Verlag Eugen Ulmer
- SEIPP, D. (1989) Unterlagen für kleinkronige Süßkirsch-Bäume-Vergleich baumschulischer Leistung, Deutsche Baumschule 7
- SILBEREISEN, R.; NEUBELLER, J. (1971) Abhängigkeit organischer Inhaltsstoffe bei Früchten der Apfelsorte Golden Delicious vom Licht/Wärme-Klima und von der behangdichte, Der Erwerbsobstbau 13: 22-26
- SMILLIE, R.M; HETHERINGTON S.E.; NOTT R.; CHAPLIN G.R.; WADE N.L. (1987) Applications of chlorophyll fluorescence to the postharvest physiologie and storage of mango and banana fruit and the chilling tolerance of mango cultivars, Asean Food Journal 3: 55-59
- TREFOIS, R. (1985) Neue Kirschenunterlagen aus Belgien, Erwerbsobstbau 2: 44-46
- WALKER, D. (1985) Measurement of oxygen and chlorophyll: 95-106. In: COOMBS J.; HALL D.; LONG S.; SCURLOCK J. (eds.), Techniques in bioproductivity and photosynthesis, 2nd ed. Pergamon Press, Oxford, England

WEBSTER, A.D.; SPENCER, J.E. (2000) Fruit thinning plums and apricots, *Plant Growth Regulation* 31: 101-112

WERTHEIM, S.J. (2000) Developments in the chemical thinning of apple and pear, *Plant Growth Regulation* 31: 85-100

WIDMER, A.; STADLER, W.; SCHWAN, S. (2006) Ist eine Behangregulierung bei Süßkirschen notwendig? *Schweizerische Zeitung für Obst- und Weinbau* 21: 8-11

WIDMER, A.; STADLER, W. (2007) Aktuelles zur Behangsregulierung: Wirkstoffe und Strategien 6: 14-17

ZAHN, F.G. (1977) Erfahrungen mit der Kirschenunterlage F12/1, *Altes Land* 4: 97-106

ZIMMERMANN, A. (1993) Süßkirschen: Die süßen Früchte hängen jetzt tief, Gisela 5 eine schwachwuchsinduzierende Süßkirschenunterlage aus Gießen im Versuch in Wendershausen, *Deutsche Baumschule*

ZIMMERMANN, A. (1994) Gisela 5 eine schwachwuchsinduzierende Unterlage aus Gießen im Versuch in Wendershausen, *Obstbau* 2: 62-63