

Zwischenbericht | Februar 2013



## Projekt ZUEFOS II

### Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten

#### Autoren

Isabelle Baumgartner, Andrea Patocchi, Luzia Lussi, Markus Kellerhals, Agroscope  
Thomas Kost, Giovanni Broggin, Cesare Gessler, ETH  
Markus Kobelt, Lubera

#### Partner

ETH Zürich  
Lubera/Fruture GmbH

Finanziert durch das Bundesamt für Landwirtschaft BLW



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Wirtschaft, Bildung und Forschung WBF  
**Agroscope**

## Impressum

---

Herausgeberin : Agroscope  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

---

Titelbild : ‚Fast Track‘ Apfelsämlinge - Agroscope

---

Copyright: 2013 Agroscope

---

# Inhaltsverzeichnis

1.	Projektübersicht .....	4	
1.1.	Projektziele .....	4	
1.2.	Projektteam .....	5	
2.	Züchtung zur Marktreife (WP 1).....	7	
2.1.	Selektion Zuchtmaterial ACW.....	7	
2.2.	Triebtestung auf Feuerbrand im ACW-Sicherheitsgewächshaus GX	16	
2.3.	Blütenbefall und Feuerbrandmonitoring .....	23	
2.4.	Selektion Zuchtmaterial Lubera .....	28	
2.5.	Pilotanlagen .....	37	
2.6.	Praxiseinführung .....	40	
2.7.	Degustationen.....	42	
3.	Molekulare Selektion und Genomik (WP2).....	44	
3.1.	Molekulare Selektion.....	44	
3.2.	Feuerbrand-Resistenz von ' <i>Malus x robusta</i> 5' und 'Evereste' Kandidatengen	47	
4.	Generationsbeschleunigung (WP 3).....	49	
4.1.	Fast Track .....	49	
4.2.	Fortschritt Blühverfrühung 2012.....	59	
5.	Publikationen und Literatur .....	61	
6.	Dank.....	62	

# 1. Projektübersicht

Das Projekt ZUEFOS II treibt die Züchtung feuerbrandrobuster Apfel- und Birnensorten aufbauend auf dem Projekt ZUEFOS (2008-11) weiter voran. Es spannt den Bogen von den international modernsten und effizientesten Züchtungsmethoden bis zum Sortenmarketing und zu den Konsumenten. Die Ergebnisse des Projektes werden rasch und zielgerichtet in die Praxis umgesetzt.

## 1.1. Projektziele

Effiziente Züchtung feuerbrandrobuster Apfel- und Birnensorten mit hohem Marktwert. Das Projekt treibt die Entwicklung und praktische Nutzung feuerbrandrobuster Kernobstsorten umfassend voran.

Die Ziele werden mit drei sich ergänzenden Modulen erreicht:

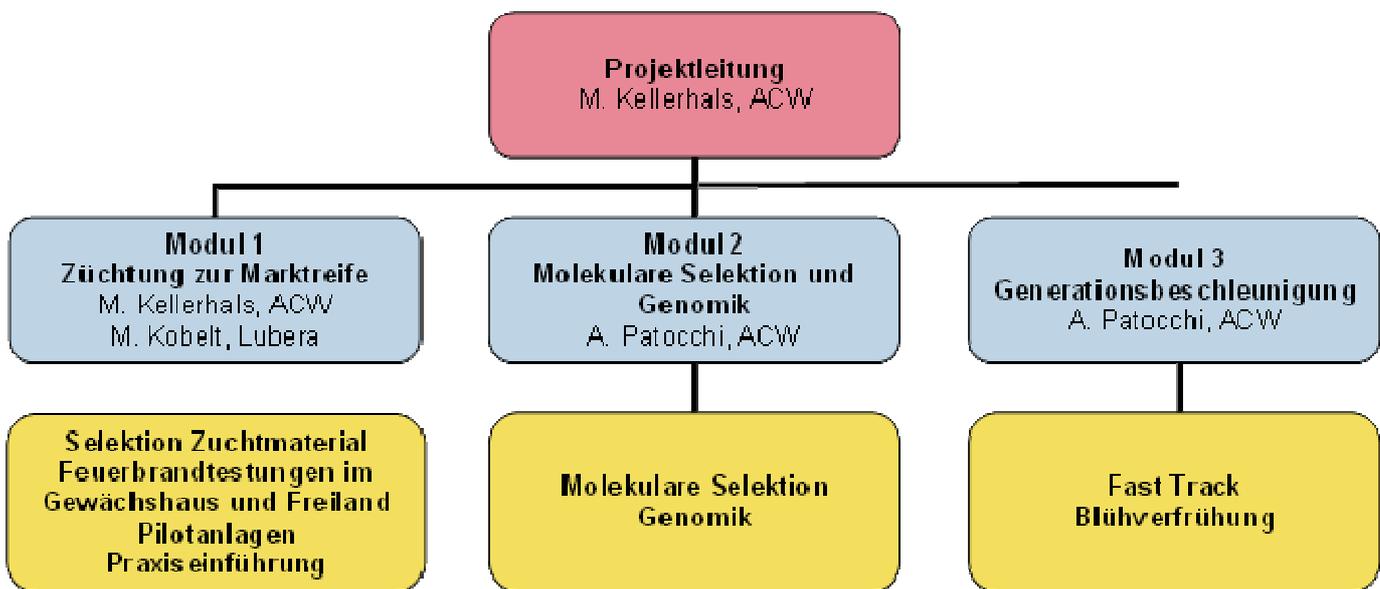


Abb. 1: Projektstruktur ZUEOFS II

Im Projekt werden die im ZUEFOS begonnenen Arbeiten im Bereich klassische Züchtung, Feuerbrandtestung, Markerentwicklung und -anwendung, Generationsbeschleunigung sowie Versuchspflanzungen mit robusten Züchtungen und -sorten fortgesetzt.

Im Genomik-Bereich werden Synergien mit dem EU-Projekt ‚Fruitbreedomics‘ ([www.fruitbreedomics.com](http://www.fruitbreedomics.com)) genutzt und an der ETH Zürich wird vertieft die Funktion von Feuerbrand-Resistenzgenen abgeklärt.

Die Auswahl von Züchtungen für Hochstamm ist eine neuer Aspekt. Für Hochstamm interessante Neuzüchtungen werden an das an der ACW durchgeführte Drittmittel-Projekt ‚Herakles‘ (Nachhaltiges, integriertes Feuerbrandmanagement-Alternativen zu Streptomycin, Projektleitung S. Egger) zur umfassenden Prüfung übergeben.

Zuchtziel im ZUEFOS II ist eine genetisch breit abgestützte, dauerhafte Robustheit gegen Feuerbrand, kombiniert mit hoher Fruchtqualität sowie Resistenz gegen weitere Krankheiten wie Schorf und Mehltau. Interessante Genotypen werden möglichst rasch ermittelt und unter Praxisbedingungen getestet. Die Bewertung von Fruchtigenschaften der im Projekt ZUEFOS gewonnenen Nachkommen aus Kreuzungen erfolgt laufend.

Die Ermittlung von Stellen im Apfelgenom, welche mit der Feuerbrandresistenz zusammen hängen, werden in diesem Projekt weiter geführt. Dabei wird auch die Resistenz von Wildäpfeln verwendet. Von der Kreuzung bis zur Ernte der ersten Früchte bei den Nachkommen dauert es beim Kernobst 4-5 Jahre. Für die Einkreuzung von Wildformen mit Feuerbrandresistenz sind rund fünf Generationen notwendig, um eine genügende Fruchtqualität zu erzielen. Im Projekt werden moderne Verfahren zur Verkürzung der Generationszeit eingesetzt und die im Projekt ZUEFOS erzeugten Zwischenprodukte weiter entwickelt.

Bereits stehen feuerbrandrobuste Apfel- und Birnensorten und Zuchtnummern aus eigener ACW-Züchtung und aus dem Ausland in Pilotanlagen des Projektes. Sie werden vertieft geprüft, um ihren Markt- und Anbauwert für die Praxis zu bewerten. Dabei geht es auch um die Wahl geeigneter feuerbrandrobuster Veredelungsunterlagen (Sorten-Unterlagenkombination). Die Markteinföhrung von neuen feuerbrandrobusten ACW-Züchtungen wird in Zusammenarbeit mit der VariCom GmbH ([www.varicom.ch](http://www.varicom.ch)) weiter verfolgt.

## 1.2. Projektteam

### Projektleitung

Markus Kellerhals, Dr.  
Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil ACW

### Mitarbeitende ACW

Isabelle Baumgartner (50%), Luzia Lussi (50%)

### Projektpartner

#### Lubera/Fruture GmbH

Markus Kobelt, Beat Lehner

#### ETH Zürich

Cesare Gessler, Prof. Dr., Giovanni Broggin, Dr., Thomas Kost

### Zusammenarbeit

#### EU-Projekt „Fruitbreedomics“

##### Projekt „Achilles“

Brion Duffy, Dr. (Projektleiter)

##### Projekt „Herakles“

Simon Egger (Projektleiter)

#### Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB), Bavendorf (Deutschland)

Christian Scheer, Dr.

#### Julius Kühn-Institut (JKI), Dresden (Deutschland)

Viola Hanke, Prof. Dr., Henryk Flachowsky, Dr., Andreas Peil, Dr.

#### Julius Kühn-Institut (JKI), Quedlinburg (Deutschland)

Klaus Richter, Dr.

#### INRA Angers, Frankreich

François Laurens, Dr., Charles-Eric Durel, Dr.

#### Hort Research, Neuseeland

Vincent Bus, Dr., Richard Volz, Dr.

#### Plant Research International

Eric van de Weg, Dr.

#### Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)

Franco Weibel, Dr.

#### NAP-Projekt „BEVOG II“

Fructus, Kaspar Hunziker (Projektleiter)

## Highlights 2012

Ein ganz spannender Moment in der Apfelzüchtung ist erreicht, wenn die ersten Früchte der Kreuzungen degustiert werden können. Bei den ersten ZUEFOS-Kreuzungen aus dem Jahr 2008 war dies bereits im Herbst 2012 der Fall. Am 26. Juni 2012 hat Johannes Fahrentrapp seine Doktorarbeit Diss-Nr. 20321: ‚Fire Blight Resistance of *Malus x robusta* 5‘ die er an der ETH Zürich im Rahmen des ZUEFOS-Projektes ausführte, mit der Doktorprüfung erfolgreich abgeschlossen. Herzliche Gratulation! Im Juli begann Thomas Kost seine Doktorarbeit im ZUEFOS II. Er hat sich in kurzer Zeit bestens in die Thematik eingearbeitet und ins Projektteam integriert.

Beim Einkreuzen der Resistenzen aus den Wildäpfeln *Malus x robusta* 5 (FB\_MR5) und ‚Evereste‘ (*Fb\_E*) sind ebenfalls Fortschritte erzielt worden. Bei der ‚Fast Track‘ Methode wurde die F3-Generation mit FB\_MR5-Resistenz erreicht. Früchte mit Samen der F3 Generation mit *Fb\_E*-Resistenz sind im Frühjahr 2013 in Entwicklung. Bei der Early Flowering-Technik ist die F3 (BC'2) erreicht worden und Samen der F4 (BC'3) Generation mit *Fb\_E* können im Frühjahr 2013 ausgesät werden.

Ein Novum innerhalb der ZUEFOS-Projektarbeit war 2012 auch die Freiland-Blütentestung mit Feuerbrand bei fortgeschrittenen Agroscope-Züchtungen. Sie konnten in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Obst Bodensee (KOB), Bavendorf (D), durchgeführt werden. Die Ergebnisse haben die gute Feuerbrandrobustheit unserer neuen Sorte ‚Ladina‘ und ihrem Geschwister ‚ACW 14995‘ bestätigt. Die Sorte ‚Ladina‘ präsentierte sich an den verschiedenen Versuchsstandorten in der Deutsch- und Westschweiz gut. Früchte sind nun im Exakt-Lagerversuch. Der ‚Spatenstich Ladina‘, also die Pflanzung einer Pilotanlage der neuen Sorte auf dem Betrieb Ruedi Obrist in Hettenschwil im Kanton Aargau am 19.11.12 hat eine breite Medienresonanz gefunden. Der Anlass wurde von der VariCom GmbH in Zusammenarbeit mit dem ‚Forum Ladina‘, speziell der Fachstelle Obst des Kantons Aargau, durchgeführt. Eine gute Diskussionsplattform zum Projekt war der Anlass mit der Begleitgruppe Obst (BegObst) der vom BLW unterstützten Feuerbrand-Projekte am 24. September 2012 in Wädenswil. ‚Feuerbrand‘ ist ein integriertes Projekt des Agroscope-Forschungsprogramms ProfiCrops mit dem Globalziel, die Konkurrenz- und Zukunftsfähigkeit des Schweizer Obstbaus mit einem nachhaltigen Management des Feuerbrandes zu sichern. An der Tagung wurden die Aktivitäten des integrierten Projekts Feuerbrand vorgestellt. Im Vordergrund standen Informationen und Diskussionen mit den Teilnehmenden über die drei vom BLW finanzierten Feuerbrandprojekte ‚ACHILLES‘, ‚ZUEFOS II‘ und ‚SOUL-Bio‘. Im Weiteren wurde aufgezeigt, was zur Bewältigung des Feuerbrandes in der Schweiz in den nächsten Jahren erforscht und entwickelt werden soll.

## 2. Züchtung zur Marktreife (WP 1)

### 2.1. Selektion Zuchtmaterial ACW

Die in ZUEFOS in den Jahren 2008 bis 2011 hergestellten feuerbrandrobusten Züchtungen aus Apfel-Kreuzungen wurden im ZUEFOS II durch ACW weiter selektiert und bewertet im Hinblick auf Eignung als Tafel Früchte und Mostobstsorten. Beurteilt wurden Baumeigenschaften und Fruchteigenschaften. Molekulare Marker kamen zum Einsatz um festzustellen, welche Resistenz- und Fruchtqualitätsloci vorhanden sind. Das Ziel ist eine rasche Auslese und Weiterprüfung des Zuchtmaterials im Hinblick auf eine Nutzung in der Obstbranche. Im Projekt ZUEFOS II wurden im 2012 durch ACW nur noch Kreuzungen mit ‚Fast Track‘ Nachkommen im Projektmodul Generationsbeschleunigung (WP3) durchgeführt.

#### 2.1.1. Nachkommen Kreuzungen 2011

##### Aussaat und Auflaufrate

Das Saatgut aus den ZUEFOS-Kreuzungen 2011 wurde ohne Fungizide in Quarzsand stratifiziert. Die Aussaat der 540 Samen der Serie 1 erfolgte am 24. Januar 2012 (Tab.1). In der 2. Serie, am 14. Februar 2012 wurden 8040 Samen ausgesät, davon 4621 für Lubera. Serie 3 mit 245 Samen wurde am 20.4.2012 ausgesät. Die Keimrate wurde 3 Wochen nach Aussaat bestimmt und betrug in der 1. Serie 96%, in der 2. Serie 87% und in der 3. Serie 89%. Die ‚Fast Track‘ Sämlinge der Serie 1 (1118 bis 1124) und der Serie 3 (1131, 1133, 1137, 1138) wurden aufgrund der Ergebnisse der molekularen Analysen selektiert, getopft und zur Generationsbeschleunigung im ‚Fast Track‘ (WP3) aufgenommen. Von den Kreuzungsnachkommen 1110: ‚Gala Galaxy‘ x ‚Enterprise‘ wurden Ende 2012 Reiser geschnitten für ein Mapping im 2013 (WP2). Die Kreuzungsnachkommen 1111: ‚Gala Galaxy‘ x ‚Rewena‘ wurden verworfen. Die Kreuzungsnachkommen der Serie 2 stammen aus Kreuzungen zwischen Elternsorten von ACW und von Lubera. Diese Kreuzungsnachkommen wurden zwischen ACW und Lubera hälftig aufgeteilt (ACW: 1125 bis 1129; Lubera: 11L1 bis 11L6). In Serie 2 wurden auch Kreuzungen von Lubera mit feuerbrandrobusten Sortenkandidaten mit guten Fruchteigenschaften ausgesät (11L7 bis 11L12).

Tab.1: Aussaat der Kreuzungen 2011 im Jahr 2012

Kreuzungsnummer	Mutter (Resistenzmarker)	Vater (Resistenzmarker)	Anzahl gute, geerntete Samen	Anzahl effektiv gesäte Samen	Aufgelaufen Anzahl	(%)
<b>Serie 1 Fast Track</b>						
1118	Hanners Jumbo (-)	0801/2 (Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	27	27	27	100.00
1119	Hanners Jumbo (-)	0801/31 (Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	20	20	20	100.00
1120	0801/31 (Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	Topaz (FBF7, Rvi6)	101	99	96	96.97
1121	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/2 (Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	18	18	18	100.00
1122	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/31 (Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	29	30	30	100.00
1123	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/12 (Fb_E, Rvi6, Rvi2 ssr)	36	35	32	91.43
1124	ACW 21983 (FB_MR5, Rvi4?)	unbekannt (fremdbestäubt im Feld; Rvi4?)	31	31	27	87.10
<b>Serie 1 ZUEFOS</b>						
1110	Gala Galaxy (nicht getestet)	Enterprise (FBF7, Rvi6)	784	140	133	95.00
1111	Gala Galaxy (nicht getestet)	Rewena (Rvi6)	1171	140	136	97.14
<b>Total Serie 1</b>			2217	540	519	96.11

Kreuzungsnummer	Mutter (Resistenzmarker)	Vater (Resistenzmarker)	Anzahl gute, geerntete Samen	Anzahl effektiv gesäte Samen	Aufgelaufen Anzahl	(%)
<b>Serie 2 ZUEFOS und Lubera</b>						
1125	75/06 (-)	ACW 14995 (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	2163	1104	953	86.32
1126	70/06 (FBF7, Rvi6)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	926	463	403	87.04
1127	58/06 (FBF7)	ACW 11303 (Rvi6, Rvi4, Rvi2 scar, AE, FR, MR)	3407	1698	1615	95.11
1128	ACW 13018 (FBF7, Rvi6)	70/06 (FBF7, Rvi6)	280	137	128	93.43
1129	ACW 13018 (FBF7, Rvi6)	58/06 (FBF7)	33	17	15	88.24
11L1	75/06 (-)	ACW 14995 (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	400	399	354	88.72
11L2	70/06 (FBF7, Rvi6)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	463	469	400	85.29
11L3	58/06 (FBF7)	ACW 11303 (Rvi6, Rvi4, Rvi2 scar, AE, FR, MR)	500	499	482	96.59
11L4	01/05 (FBF7, Rvi2 scar)	ACW 11303 (Rvi6, Rvi4, Rvi2 scar, AE, FR, MR)	500	509	383	75.25
11L5	ACW 13018 (FBF7, Rvi6)	70/06 (FBF7, Rvi6)	140	140	126	90.00
11L6	ACW 13018 (FBF7, Rvi6)	58/06 (FBF7)	140	16	13	81.25
11L7	A75 (nicht getestet)	74/06 (nicht getestet)	400	407	358	87.96
11L8	A75 (nicht getestet)	01/05 (FBF7, Rvi2 scar)	600	668	575	86.08
11L9	71/06 (nicht getestet)	58/05 (nicht getestet)	400	409	290	70.90
11L10	A75 (nicht getestet)	71/06 (nicht getestet)	400	423	318	75.18
11L11	71/06 (nicht getestet)	83/06 (nicht getestet)	400	441	381	86.39
11L12	85/06 (nicht getestet)	40/05 (nicht getestet)	244	241	180	74.69
<b>Total Serie 2</b>			13396	8040	6974	86.74
<b>Serie 3 Fast Track</b>						
1131	0901/61 (Fb_E, Rvi6)	Topaz (FBF7, Rvi6)	38	38	37	97.37
1133	0901/83 (Fb_E, Rvi6)	Topaz (FBF7, Rvi6)	146	146	123	84.25
1137	0901/224 (Fb_E, Rvi6)	Topaz (FBF7, Rvi6)	2	2	1	50.00
1138	0803/111 (FB_MR5, Rvi6, Rvi4?)	Topaz (FBF7, Rvi6)	59	59	56	94.92
<b>Total Serie 3</b>			245	245	217	88.57

**Legende Resistenzen und Marker:**Rvi6 Schorresistenz von *Malus floribunda* 821Rvi2 Schorresistenz von *Russian Seedling*

CHV1

CH02B10\_06 (SSR) und OPL19SCAR

Rvi4	Schorfresistenz von Russian Seedling	CH02C02a
Fb_E	Feuerbrandresistenz von ‚Evereste‘	ChFbE06
FB_MR5	Feuerbrandresistenz von Malus x robusta 5	FEM19 und FEM47
FBF7	quantitative Feuerbrandresistenz von ‚Fiesta‘	AE10 und GE-8019
-	keine Resistenz nachgewiesen	
Rvi?	Resistenzallel nachgewiesen, Resistenz unsicher	
Rvi	Resistenzallel nachgewiesen, Resistenz mit SNP widerlegt	
MR	Mehltauresistent	
FR	Feuerbrandrobust	

### Schorfscreening

Fünf Wochen nach der Aussaat erreichten die ‚Fast Track‘-Sämlinge in der 1. Serie die nötige Grösse, um die Schorfinfektion durchzuführen. Am 28. Februar 2012 wurde die Lösung mit einer Konzentration von 365'000 Konidien/ml auf die Pflanzen gesprüht. Die 2. Serie erhielt die Schorfinfektion vier Wochen nach der Aussaat, am 12. März 2012 (370'000 Konidien/ml). Die Keimfähigkeit der Konidien betrug bei der ersten Serie 89% und 94% bei der zweiten Serie. Bei der 3. Serie wurde keine Schorfinfektion durchgeführt. Durch die optimale Klimaführung im neuen Gewächshaus (Temperatur ca. 18°C, Luftfeuchtigkeit 90-100% für 24 Stunden) konnte sich die Infektion erfolgreich entwickeln. 14 Tage nach der Infektion waren die Symptome so klar sichtbar, dass sie bonitiert werden konnten. Dabei wurde die Boniturskala von *Chevalier et al. (1991)* angewendet.

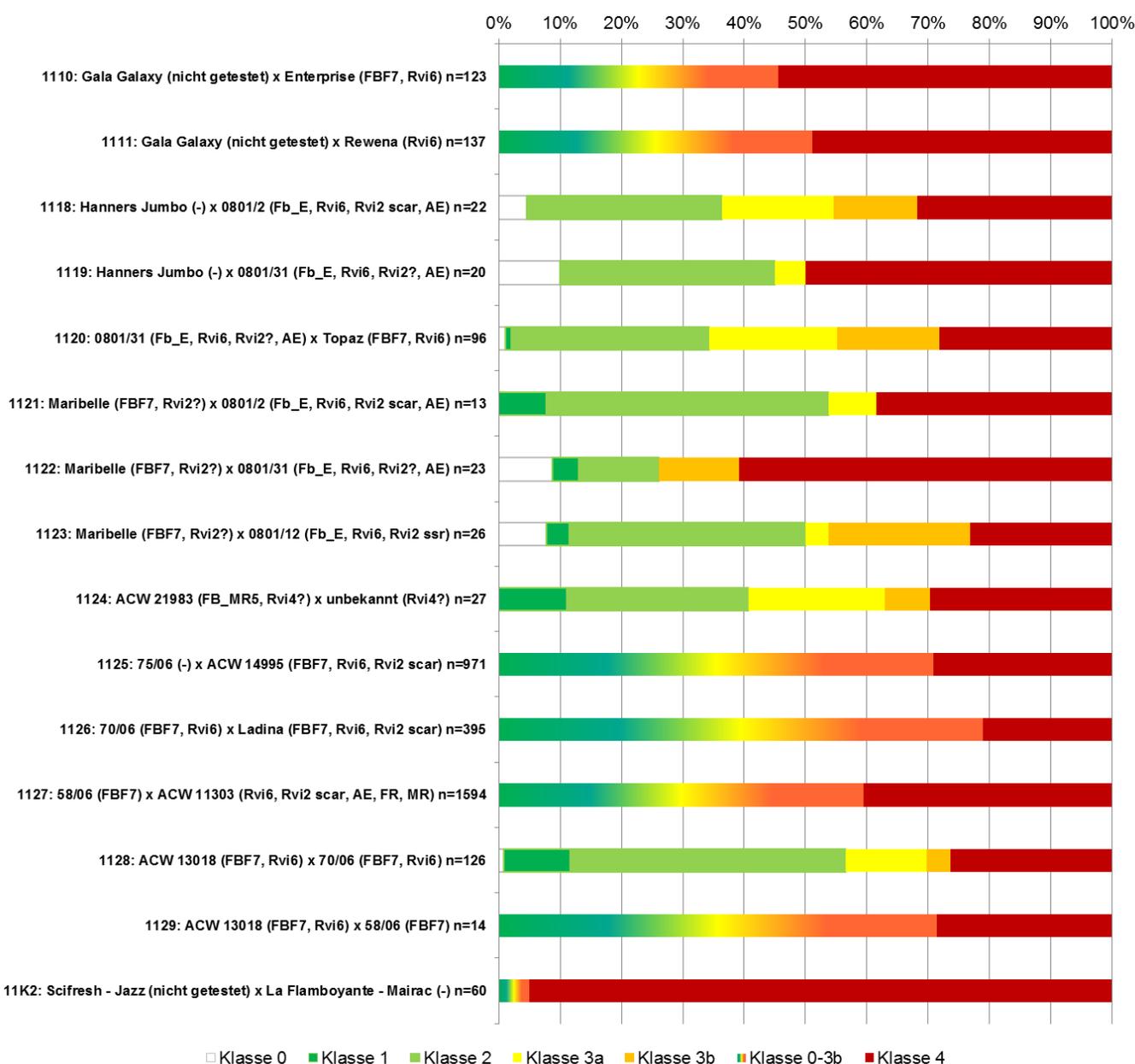


Abb. 2: Schorfscreening Nachkommen ZUEFOS Kreuzungen 2011 (Teil ACW)

**Befallsklassen (nach Chevalier):**

- 0 = keine Symptome
- 1 = kleine Vertiefungen (pin point pits)
- 2 = chlorotische und nekrotische Flecken ohne Sporulation
- 3a = leichte, begrenzte Sporulation mit chlorotischer Aufhellung
- 3b = begrenzte Sporulation
- 4 = starke, unbegrenzte Sporulation

Die Kreuzungsnachkommen, welche molekular untersucht werden sollten (Fast Track 1118 bis 1124 und 1128), wurden individuell gelabelt (mit Etiketten markiert) und exakt bonitiert. Die weitere Auswahl erfolgte basierend auf den Ergebnissen der molekularen Analysen. Die restlichen Kreuzungsnachkommen wurden grob bonitiert, d.h. die Sämlinge wurden nur in anfällige (Klasse 4) und resistente (Klassen 1 bis 3b) eingeteilt. Bei Kreuzungsnachkommen 1125 bis 1129 wurden die anfälligen Pflanzen entfernt (Klasse 4) und die resistenten in die Topfanlage gepflanzt.

Abbildungen 2 (Teil ACW) und 3 (Teil Lubera) zeigen alle getesteten ZUEFOS Kreuzungsnachkommen mit der Aufspaltung der ohänotypischen Schorfbefallsklassen.

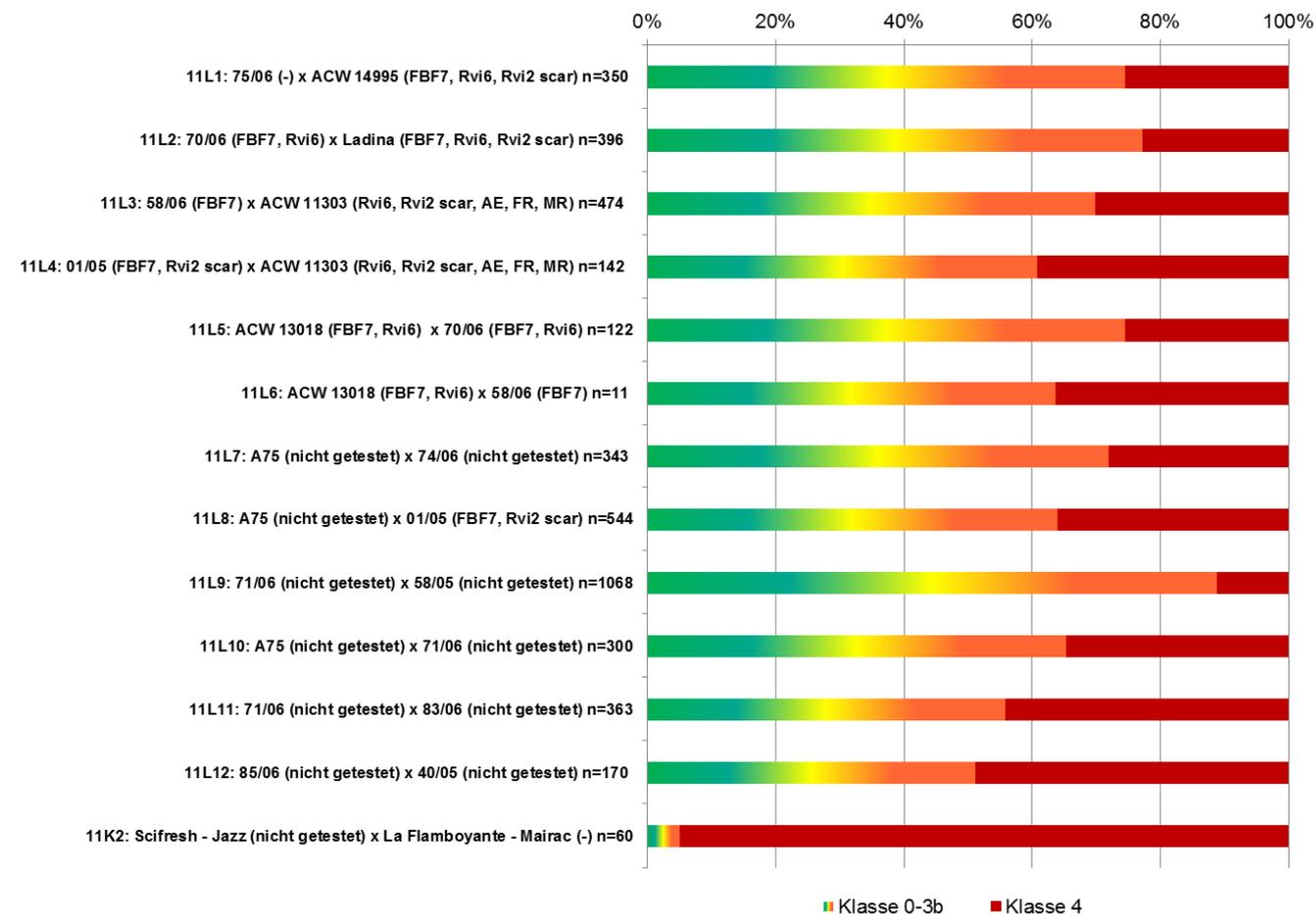


Abb. 3: Schorfscreening Nachkommen ZUEFOS Kreuzungen 2011 (Teil Lubera)

**Molekulare Analysen Kreuzungsnachkommen 2011**

Im Jahr 2012 sind die molekularen Analysen erstmals vollumfänglich extern durch die Firma Ecogenics, Schlieren, ausgeführt worden. Die Proben der Kreuzungsnachkommen 1128: ‚ACW 13018‘ (‚Braeburn‘ x ‚ACW 7167‘; *FBF7*, *Rvi6*, *Md-ACS1 2/2*) x ‚70/06‘ (‚Resi‘ x ‚Julia‘; *FBF7*, *Rvi6*, *Md-ACS1 1/2*) wurden mit Markern für Feuerbrandrobustheit (*FBF7*), Schorfresistenz (*Rvi6*) und Fruchtqualität (*Md-ACS1*) untersucht. Da beide Eltern den *FBF7*-QTL tragen, wurde bei den Nachkommen 75% mit *FBF7*-QTL erwartet (25% reinerbig, 50% mischerbig) und 25% ohne *FBF7*-QTL. Neben den SCAR-Markern AE10-375 und GE-8019, welche den *FBF7*-QTL flankieren, wurden auch drei SSR Marker der *FBF7*-QTL-Region (Istituto Agrario di San Michele All’Adige) eingesetzt. Die Signale dieser Marker waren allgemein sehr schwach, weswegen bei vielen Proben kein Signal mehr detektiert werden konnte.

Die Signale des Fruchtqualitäts-Markers *Md-ACS1* waren mit diesem Markermix noch schwächer und praktisch nicht mehr zu erkennen. Die Resultate des *Md-ACS1*-Markers sind deshalb mit äußerster Vorsicht zu interpretieren und in Tabelle 2 nicht gezeigt.

Tab.2: Zusammenfassung der Resultate der molekularen Analysen 1128: ‚ACW 13018‘ (‚Braeburn‘ x ‚ACW 7167‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 2/2) x ‚70/06‘ (‚Resi‘ x ‚Julia‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 1/2)

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Marker)	Vater (Eltern; Marker)	Total Analysen – unklare Ergebnisse = N		FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Kombinierte Resistenz
								<b>FBF7, Rvi6Rvi6</b>
<b>1128</b>	ACW 13018 (Braeburn x ACW 7167; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 2/2)	70/06 (Resi x Julia; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 1/2)	129 – 1 = 128	N	84	37	60	23
				Beob.	66%	29%	47%	18%
				Erw.	75%	25%	50%	19%

Die Eltern der Kreuzung 1128: ‚ACW 13018‘ (‚Braeburn‘ x ‚ACW 7167‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 2/2) x ‚70/06‘ (‚Resi‘ x ‚Julia‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 1/2) wurden beide positiv auf die Rvi6-Schorfresistenz getestet. Die erwartete Aufspaltung der Nachkommen beträgt demnach 75% schorfresistente Pflanzen zu 25% anfällige Pflanzen. Die Ergebnisse der molekularen Analysen zeigen 76% Rvi6-resistente Pflanzen. 74% der Pflanzen wurden phänotypisch als resistent bewertet (Abb.4).

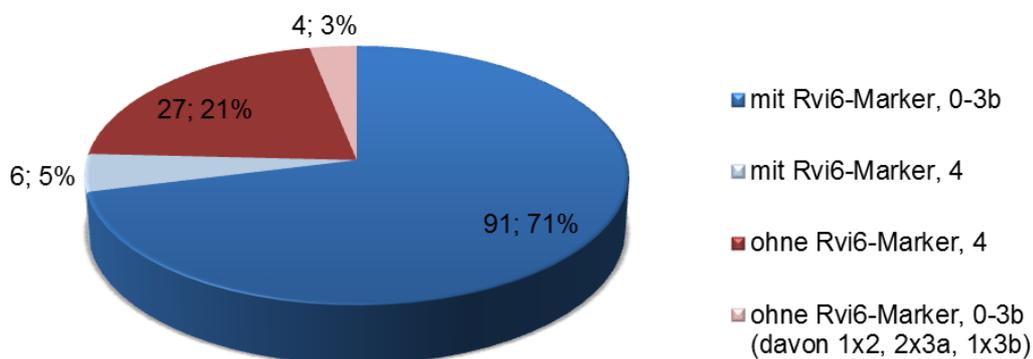


Abb.4: Vergleich von phänotypischen und genotypischen Ergebnissen der Kreuzung 1128: ‚ACW 13018‘ (‚Braeburn‘ x ‚ACW 7167‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 2/2) x ‚70/06‘ (‚Resi‘ x ‚Julia‘; FBF7, Rvi6, Md-ACS1 1/2); n = 128

### Selektion in Topfanlage

Im Herbst 2012 wurden die Sämlinge der ZUEFOS Kreuzungen 2011 aufgrund der molekularen Analysen (bei Kreuzung 1128) sowie aufgrund der Wuchseigenschaften und Robustheit gegen Mehltau ausgewählt. Im Winter 2012/13 wurden die selektierten Pflanzen auf die Unterlage M27 mit Zwischenveredelung ‚Schneiderapfel‘ gepfropft. Anfangs 2013 werden die fertigen Bäume in die erste Prüfstufe ins Feld gepflanzt. Jeder Baum in dieser Prüfstufe ist genetisch verschieden und durch eine Zuchtnummer gekennzeichnet.

Vier Jahre nach der Kreuzung (im 3. Standjahr) werden etwa 40% der Bäume blühen und etwa 30% auch Früchte tragen, welche degustiert und bewertet werden können.

## 2.1.2. Prüfstufe 1

### Blühbonitur Prüfstufe 1

Die aus den Kreuzungen 2008 hervorgegangenen Bäume stehen in der Parzelle Wa 84 in Stufe 1. Von insgesamt 410 Veredelungen auf die Unterlage M27 mit Zwischenveredelung ‚Schneiderapfel‘ waren im Jahr 2011 307 im 1. Standjahr. 103 Pflanzen der Kombinationen 0802 (6), 0803 (4) und 0804 (2) und der Kreuzungen 0805, 0806 und 0807 wurden nach dem Baumschuljahr im Frühjahr 2012 in die Parzelle Wa 84 gepflanzt. Die Blühbonitur für beide Standjahre erfolgte im April 2012. Insgesamt blühten 65 % der Bäume, davon 12 % nur wenig. 35 % der Bäume hatten keine Blüten.

### Blühbonitur 2012

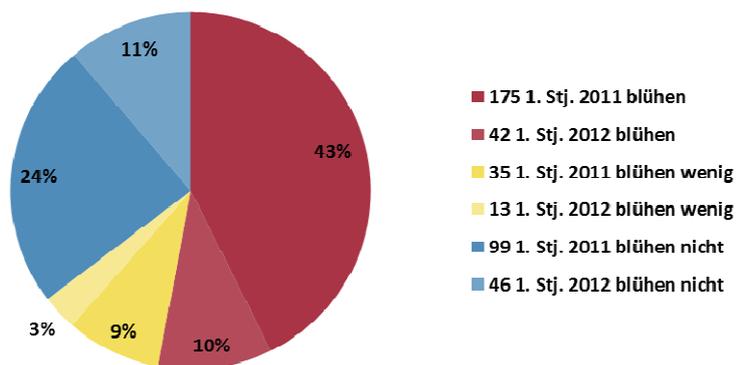


Abb.5: Blühbonitur der Kreuzungen 08 aufgeteilt nach Standjahren 2011 und 2012



Abb.6: Blüte Ende April 2012 in Wa 84.

## Übersicht ZUEFOS Prüfstufe 1 (Kreuzungen 2008 bis 2010)

In der Prüfstufe 1 wird im Frühjahr die Blühbonitur und im Sommer die Baumbonitur durchgeführt. Die Kriterien der Prüfstufe 1, Wuchsstärke, Garnierung, Blattwerk, Schorf, Mehltau, weitere Schäden, führen zum Baumselektionsurteil. Bei Bäumen mit Früchten wird die Behangsstärke und die Fruchtverteilung bewertet, aber weniger gewichtet. Für die ZUEFOS Kreuzungen 2008 und 2009 waren im Jahr 2012 die Kriterien Mehltaubefall und Baumselektionsurteil wegweisend (Tab.3).

Bei den im Herbst geernteten Früchten der Kreuzung 2008 wurde das durchschnittliche Fruchtgewicht ermittelt und die Früchte nach der Beurteilungsskala Stufe 1 bewertet. Nach der zweiten Degustation erhielten 66% (0811), 73% (0812) und 50% (0813) die Bewertung 3 (= weiterprüfen).

Tab.3: Nachkommen der ZUEFOS Kreuzungen 2008 – 2010 in Stufe 1

Kombination Nr.	Mutter (Resistenzmarker)	Vater (Resistenzmarker)	Standort	Anzahl in Stufe 1	Zuchtnummern	1. Standjahr	Ø Mehltaubefall	Ø Baumselektionsurteil	Anzahl mit Früchten	Fruchtgewicht in g/Baum	Ø Fruchtgewicht in g	Fruchtbewertung Anzahl x Urteil
0811	Milwa - Junami®	Free Redstar (Rvi6, FR)	Wa 84, Reihe 11	29	21432 - 21460	2011	4.6	4.7	17	989	173.4	6 x 3; 9 x 1
0812	Braeburn	MR10 (Rvi6, FR)	Wa 84, Reihen 16-17	55	21915 - 21969	2011	3.7	4.6	26	860	164.0	11 x 3; 15 x 1
0813	Pinova - Evelina®	MR12 (Rvi6, FR, MR)	Wa 84, Reihe 20	39	21205 - 21243	2011	4.3	4.6	34	1126	155.2	11 x 3; 22 x 1
0913	Ariane (Rvi6, Rvi2 scar, AE)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	Wa 84, Reihe 13	70	22723 - 22792	2012	2.7	4.4				
0921	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	Wa 84, Reihe 12	49	22944 - 22992	2012	2.8	4.2				
0922	Nicogreen - Greenstar® (-)	ACW 14995 (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	Wa 84, Reihen 11-12	145	22993 - 23137	2012	3.2	4				
0923	ACW 13160 (Fuji x Ariwa; Rvi6, PI1, FR)	ACW 13007 (Braeburn x ACW 7167; Rvi6, FR)	Wa 84, Reihe 11 / Holzboden, Reihe 33	6 / 10	23138 - 23153	2012						
1020	58/06 (Julia x Resi; FR FBF7)	ACW 11301 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Vh4?, AE, FR)	Wa 84, Reihe 32	40	23482 - 23521	2013						
1021	01/05 (Resi x Julia; FR FBF7, Rvi2 scar)	ACW 11301 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Vh4?, AE, FR)	Wa 84, Reihe 32	32	23522 - 23553	2013						
1017	01/05 (Resi x Julia; FR FBF7, Rvi2 scar)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	2012 in Topfanlage	0								
1018	58/06 (Resi x Julia; FR FBF7)	ACW 13007 (Braeburn x ACW 7167; Rvi6, FR)	2012 in Topfanlage	5								
1019	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	Resi (Rvi6, FR)	2012 in Topfanlage	75								

### Beurteilungsskala Stufe 1:

Mehltaubefall: 1-3 = wenig Befall, 4-6 = mässig Befall, 7-9 = starker Befall

Baumselektionsurteil: 1-3 = ungenügend, 4-6 = genügend, 7-9 = gut bis sehr gut

Fruchtbewertung: 1 = aufgeben, 3 = weiterprüfen

**Selektion für Feuerbrand-Triebtest 2013 im Sicherheitsgewächshaus aus den Kreuzungen 2008**

Aus den ZUEFOS Kreuzungen 0811 bis 0813 wurde anhand der Baumeigenschaften und Fruchtqualität eine Auswahl für den Feuerbrand-Triebtest im ACW Sicherheitsgewächshaus GX getroffen. Die Zuchtnummern aus der Kreuzung 0813, ACW 21207, ACW 21209 und ACW 21237 (Stufe 1, Wa 84), erhielten im Sommer 2012 bei der Beurteilung bei den Attributen Baumeigenschaften eine 5 (= genügend), bei der Schorfbeurteilung eine 1 (= wenig Befall) und bei der Mehltaubeurteilung 1 (= wenig Befall) bis 5 (= mässig Befall). Das durchschnittliche Fruchtgewicht betrug 135g - 177g. Die Fruchtqualität wurde einen und zwei Monate nach der Ernte beurteilt.

Tab.4: Für FB- Test im Gewächshaus ausgewählte Zuchtnummern der Kreuzung 0813

Kreuzung	Zuchtnummer	Baumurteil	Schorf	Mehltau	Fruchtgewicht g	Bemerkungen
0813	ACW 21207	5	1	5	177	gutes Aroma, schöne Textur
0813	ACW 21209	5	1	1	135	saftig, dezentes Aroma,
0813	ACW 21237	5	1	1	170	aromatisch, gute Textur

**Molekulare Analysen Kreuzungen 2009 und 2010 Stufe 1**

Tab.5: Ergebnisse der molekularen Analysen bei ZUEFOS-Kreuzungsnachkommen der Kreuzungen 0913, 0921, 0922 und 1018 in Stufe 1

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Marker)	Vater (Eltern; Marker)	Total Analysen – unklare Ergebnisse = N		FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Md-ACS1 2/2	Loci
0913	Ariane (Rvi6)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	70 - 11 = 59	N	21	7	51	-	3
				Beob.	36%	12%	86%	-	5%
				Erw.	50%	33%	67%	-	17%
0921	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi4, Rvi2 scar, AE, FR, MR)	Ladina (FBF7, Rvi6, Rvi2 scar)	49 - 5 = 45	N	15	13	32	-	2
				Beob.	33%	29%	71%	-	4%
				Erw.	50%	33%	67%	-	17%
									<b>FBF7, Rvi6, Md-ACS1</b>
0922	Nicogreen - Greenstar® (-; Md-ACS1 1/2)	ACW 14995 (Fuji x Topaz; Rvi6, FBF7; Md-ACS1 2/2)	145 - 22 = 123	N	53	0	122	62	11
				Beob.	43%	0%	99%	50%	9%
				Erw.	50%	0%	100%	50%	25%
1018	58/06 (Resi x Julia; FBF7; Md-ACS1 1/2)	ACW 13007 (Braeburn x ACW 7167; Rvi6; Md-ACS1 2/2)	5 - 3 = 2	N	2	0	1	1	0
				Beob.	100%	0%	50%	50%	0%
				Erw.	50%	0%	100%	50%	25%

In der Stufe 1 kamen molekulare Marker für Feuerbrandrobustheit (*FBF7*), Schorfresistenz (*Rvi6*) und Fruchtqualität (*Md-ACS1*) zur Anwendung. Ausgewählt wurden Kreuzungsnachkommen, die nicht bereits als Sämlinge getestet wurden, mit dem *FBF7*-QTL bei einem feuerbrandrobusten Elternteil. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die molekular untersuchten Pflanzen der Stufe 1 wurden bereits phänotypisch vorselektiert auf Schorfresistenz (mit einem Schorfscreening) sowie als Sämlinge bezüglich Mehltreibfall und Wuchscharakter. Erwartet wurden daher (fast) nur schorfresistente Pflanzen. Bei den Nachkommen der Kreuzungen 0913: ‚Ariane‘ (*Rvi6*) x ‚Ladina‘ (*FBF7*, *Rvi6*, *Rvi2 scar*) und 0921: ‚ACW 11303‘ (ACW 6104 x Rewena; *Rvi6*, ~~*Rvi4*~~, *Rvi2 scar*, *AE*, *FR*, *MR*) x ‚Ladina‘ (*FBF7*, *Rvi6*, *Rvi2 scar*) können Nachkommen mit dem *FBF7*-Feuerbrand-QTL kombiniert mit reinerbiger *Rvi6*-Schorfresistenz erwartet werden. In der Kreuzung 0913 wurde die *Rvi6*-Schorfresistenz bei 58 von 59 Pflanzen nachgewiesen, was die Effizienz der phänotypischen Schorfselektion unterstreicht. Mit 36% wurde der *FBF7*-QTL bei etwas weniger als der erwarteten Hälfte der getesteten Pflanzen nachgewiesen. Die Ergebnisse bei den Kreuzungsnachkommen 0921 sind vergleichbar. Hier wurde die Nachkommenschaft zusätzlich auch auf die *Rvi4*-Schorfresistenz getestet. Spätere Analysen mit SNP-Markern ergaben, dass ‚ACW 11303‘, der mit SSR-Marker getestet die gleichen Ergebnisse (Allel 182) wie *Rvi4*-resistente Pflanzen liefert, keine *Rvi4*-Schorfresistenz trägt. Das Allel 182 kommt recht häufig vor (unter anderem auch bei schorfanfälligen Pflanzen) und ist nicht ausreichend für die Entscheidung, ob eine Pflanze *Rvi4*-resistent ist. Zusätzlich sind Stammbaum-Analysen, phänotypische Daten oder SNP-Markeranalysen zu berücksichtigen. Bei den Nachkommen der Kreuzungen 0922: ‚Nicogreen -Greenstar®‘ (-; *Md-ACS1* 1/2) x ‚ACW 14995‘ (Fuji x Topaz; *Rvi6*, *FBF7*; *Md-ACS1* 2/2) und 1018: ‚58/06‘ (Resi x Julia; *FBF7*; *Md-ACS1* 1/2) x ‚ACW 13007‘ (Braeburn x ACW 7167; *Rvi6*; *Md-ACS1* 2/2) kam zusätzlich auch der *Md-ACS1*-Marker für Fruchtqualität zur Anwendung. Pflanzen mit der Allelkombination 1/1 sind generell schlecht haltbar und bei modernen Pflanzen kaum zu finden. Auch Pflanzen mit dem Genotyp 1/2 sind relativ schlecht haltbar. Allel 1 führt zu einer hohen Ethylenproduktion im Apfel nach der Pflücke. Die Reifung im Lager hat eine kürzere Haltbarkeit und tiefere Festigkeit zur Folge. Pflanzen mit der Allelkombination 2/2 sind hingegen relativ gut haltbar. Ein Vergleich mit phänotypischen Daten ist noch nicht möglich, da im 2012 erst ein einzelner Baum Früchte trug. Da nur 5 Nachkommen der Kreuzung 1018 analysiert wurden, sind die Verhältnisse in Tabelle 5 nicht aussagekräftig.

### 2.1.3. Ausblick

Die in ZUEFOS in den Jahren 2008-2011 hergestellten feuerbrandrobusten Züchtungen aus Apfelkreuzungen von ACW und Lubera werden im Hinblick auf Eignung als Tafel Früchte oder Mostobstsorten weiter selektiert und bewertet. Auch im 2013 werden Baumeigenschaften (Wuchstyp, Robustheit, Ertrag) und Fruchteigenschaften bonitiert (Tab.6).

Tab.6: Ausblick Frucht- und Baumbewertungen Stufe 1

Kreuzungsjahr	1. Standjahr Stufe 1	Frucht-/Baumbewertung	Anzahl
2008	2011	2011 - 2015	407
2009	2012	2012 - 2016	210
2010	2013	2013 - 2017	152
2011	2014	2014 - 2018	354

## 2.2. Triebtestung auf Feuerbrand im ACW-Sicherheitsgewächshaus GX

Die gezielte Testung der Feuerbrandanfälligkeit ist seit dem Projektstart von ZUEFOS im Jahr 2008 ein bedeutender Bestandteil im Obstzuchtungsprozess. Im Jahr 2012 wurde die Feuerbrandanfälligkeit bei ausgewählten Apfel- und Birnenzüchtungen geprüft.

Das Inokulum und die Methodik waren wie in den vorangegangenen Jahren, damit die Resultate möglichst vergleichbar sind. Für die Triebtestung wurden Apfelreiser der zu testenden Zuchtnummern auf die Unterlage M9T337 veredelt. Birnenreiser wurden auf die Unterlage Quitte A veredelt, mit Ausnahme von ‚Kaiser Alexander‘ auf die Unterlage Quitte BA29.

Die Veredelungen wurden in Rosentöpfen (35.5 cm Topfhöhe, 7 cm Durchmesser) während rund vier bis sechs Wochen im Pflanzenschutzgewächshaus unter optimalen Bedingungen angezogen (Temperatur 18-25°C bei 70% relativer Luftfeuchtigkeit). Von jeder Zuchtnummer wurden 12 Bäume veredelt, wobei sich einige aufgrund von zu geringem Längenwachstum bzw. Phytophthora-Infektionen als für die Testung ungeeignet erwiesen. Blüten und heranwachsende Triebe der Unterlage wurden regelmässig entfernt. Für die anschliessende Inokulation wurden die Pflanzen auf den stärksten Trieb reduziert. Die Infektion erfolgte im Sicherheitsgewächshaus GX bei einer Trieblänge von ca. 15-30 cm, indem der Erreger *Erwinia amylovora* direkt in die Triebspitze gespritzt wurde (Schweizer Stamm FAW610 Rif, Konz. =  $10^9$  cfu/ml; Rezzonico und Duffy 2007). Für die Testung der Fast Track Eltern wurde der Ea-Stamm CP1430 bei einer Konzentration von  $10^8$  cfu/ml verwendet. Die Temperatur im Sicherheitsgewächshaus GX lag zwischen 17°C (Nacht) und 21°C (Tag), (Abb.7) und die relative Luftfeuchtigkeit bei 70%. Als Referenzsorten dienten ‚Gala Galaxy‘ (anfällig) und ‚Enterprise‘ (robust).

Die äusserlich sichtbare Läsionslänge ab der Triebspitze wurde wöchentlich während drei Wochen gemessen. Zur Einschätzung der Triebanfälligkeit wurde die sichtbare Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge berechnet. Die Triebanfälligkeit mit Läsionslängen in Prozent der Gesamtrieblänge von bis 40% von ‚Gala Galaxy‘ kann als schwach und bis 20% von ‚Gala Galaxy‘ als sehr schwach beurteilt werden. Als hochanfällig werden Genotypen eingestuft, welche eine Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge im Bereich von ‚Gala Galaxy‘ oder darüber zeigen.

Die meisten der getesteten Pflanzen sind neben dem phänotypischen Test auch molekular auf die Anwesenheit des Feuerbrandresistenz-QTL's von ‚Fiesta‘ Chromosom 7 (*FBF7*) anhand der beiden flankierenden SCAR-Marker AE10-375 und GE-8019 untersucht worden (Firma Ecogenics). Bei anderen Pflanzen ist der SSR-Marker ChFbE06 für die Feuerbrandresistenz von ‚Evereste‘ (*Fb\_E*) zum Einsatz gekommen (ETH).

Histogramm 06.03.12 - 07.03.12

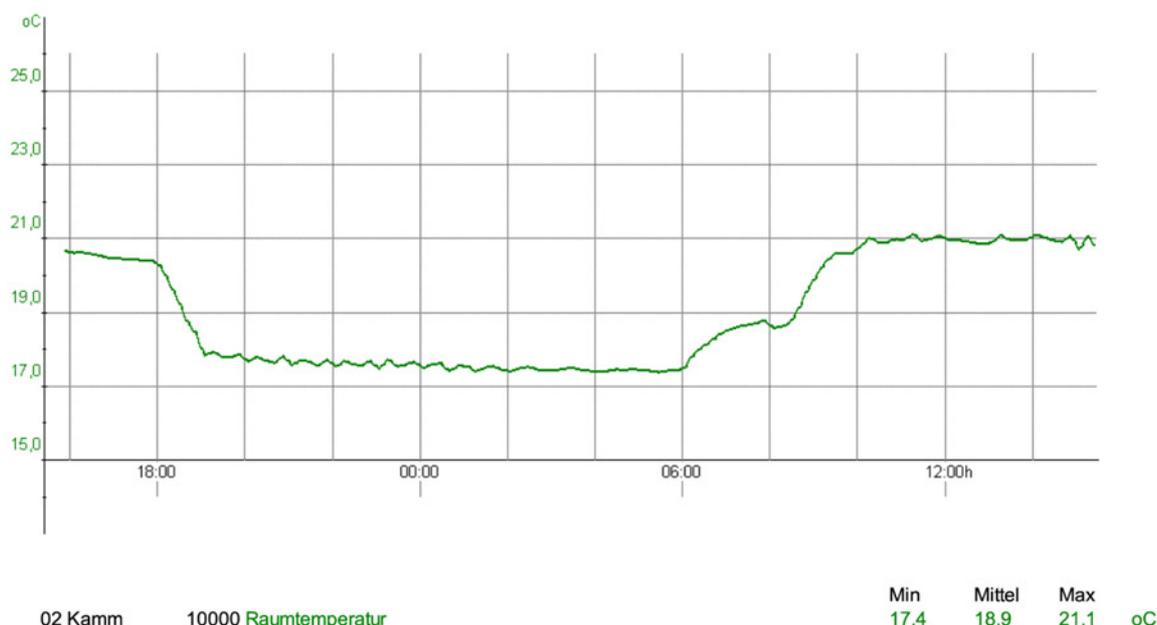


Abb.7: Raumtemperatur im Sicherheitsgewächshaus GX nach der Inokulation der Apfelzüchtungen am 6.3.2012. Einstellungen: min 18°C, max. 23°C, Aufwärmen ab 7:00, Abkühlen ab 18:00, Aufwärm-/Abkühlzeit: 20 min/K.

### 2.2.1. Apfelzüchtungen für Saftproduktion

Interessante Apfelzüchtungen (wenig krankheitsanfällig, guter Ertrag, interessante Fruchtqualität) wurden im Hinblick auf eine mögliche Eignung für die Saftproduktion für die Feuerbrand-Triebtestung ausgewählt (Abb.8). Die Auswahlkriterien waren Wuchs, Ertrag und Mehltaubanfälligkeit (Kriterien: Gesamturteil Baum ab 5, Wuchsstärke ab 5, Mehltaubefall maximal 5, Früchte vorhanden). Tabelle 7 zeigt die Baum- und Fruchteigenschaften der Kandidaten, die für die Feuerbrand-Triebtestung ausgewählt wurden. Es ist zu beachten, dass sich die Bemerkungen zur Degustation eher auf die Tafelqualität beziehen. Zum einfacheren Vergleich der Tabellen sind die getesteten Pflanzen entsprechend der Feuerbrandanfälligkeit (Abb. 9) aufgelistet. Nur die sechs am wenigsten feuerbrandanfälligen Pflanzen wurden anschliessend für die Safteignung geprüft (Tab. 9).



Abb.8: Apfelbäume mit Früchten der Züchtung ACW 12556

Tab.7: Kandidaten für mögliche Eignung für die Saftproduktion im Feuerbrand-Triebtest (Legende: Wuchsstärke 1 = sehr schwach, 9 = sehr stark; Mehltaubefall 1 = sehr wenig, 9 = sehr viel; Gesamturteil Baum 1 = sehr schlecht, 9 = sehr gut).

Züchtungsnummer	erstes Standjahr	Ø Wuchsstärke	Ø Mehltaubefall	Ø Gesamturteil Baum	Ø Frucht g/Baum	Bemerkungen
ACW 12556	1999	4.0	1.0	5.2	1977	feine Textur, sehr fest, säuerlich
ACW 13490	2002	7.5	2.8	4.8	1803	gehaltvoll, fest-saftig, leicht mehlig, säuerlich, zähe Haut, wird fleischbraun
ACW 19647	2010	6.5	3.0	5.3	1683	gutes Zucker/Säure Verhältnis, knackig, kernhausbraun, mehlig, klein
ACW 16426	2005	5.3	1.5	4.3	2575	säurereich, leicht adstringierend, saftig, leicht weich, trägt gut
ACW 19256	2010	5.5	1.0	4.3	1037	spezielles gutes Aroma, leicht fettig, dicke Haut
ACW 17822	2008	5.0	2.0	5.8	1725	markant säuerlich, fest, gute Grösse, wenig Stippe, dicke Haut, hält gut
ACW 18332	2008	5.5	1.0	5.8	4350	schöner Geschmack, leicht säuerlich, sehr saftig, etwas weich-mehlig, trägt gut, gute Grösse
ACW 19354	2010	6.0	1.0	6.0	675	knackig, etwas grobes Fleisch, sehr dicke Haut
ACW 18888	2009	5.7	1.0	4.8	1890	sehr sauer, Inhalt sehr gut, super saftig, frisch, etwas grobe Haut, faserige Textur
ACW 16831	2006	6.8	1.5	4.3	3063	säuerlich, aromatisch, beduftet, feine Textur, mittelfest, etwas feste Haut, etwas klein
ACW 19073	2010	7.0	1.0	5.0	2630	säuerlich bis sauer, fest, etwas feste Schale, gut haltbar
ACW 18090	2008	6.3	1.0	5.3	360	gehaltvoll, saftig, weich, dicke Haut, grob, sehr fest, etwas klein, Geschmack etwas gählig
ACW 19218	2010	6.0	2.3	5.7	1480	sehr aromatisch, relativ gute Haltbarkeit, feste Haut, klein
ACW 18074	2008	5.0	1.0	5.7	1665	optisch und inhaltlich interessant, zähe Haut, etwas weich, fleischbraun, Tannenaroma
ACW 17999	2008	6.3	1.0	6.0	2748	Geschmack und Saft gut, wenig Inhalt, grobe Haut, weich, fault
ACW 19187	2010	5.0	2.3	5.0	160	schönes Fleisch, sehr sauer, weich, klein
ACW 19710	2010	5.5	1.0	5.0	1413	leicht bitter, leicht bräunlich, grob, spezielle fünfkantige Form, Inhalt ok

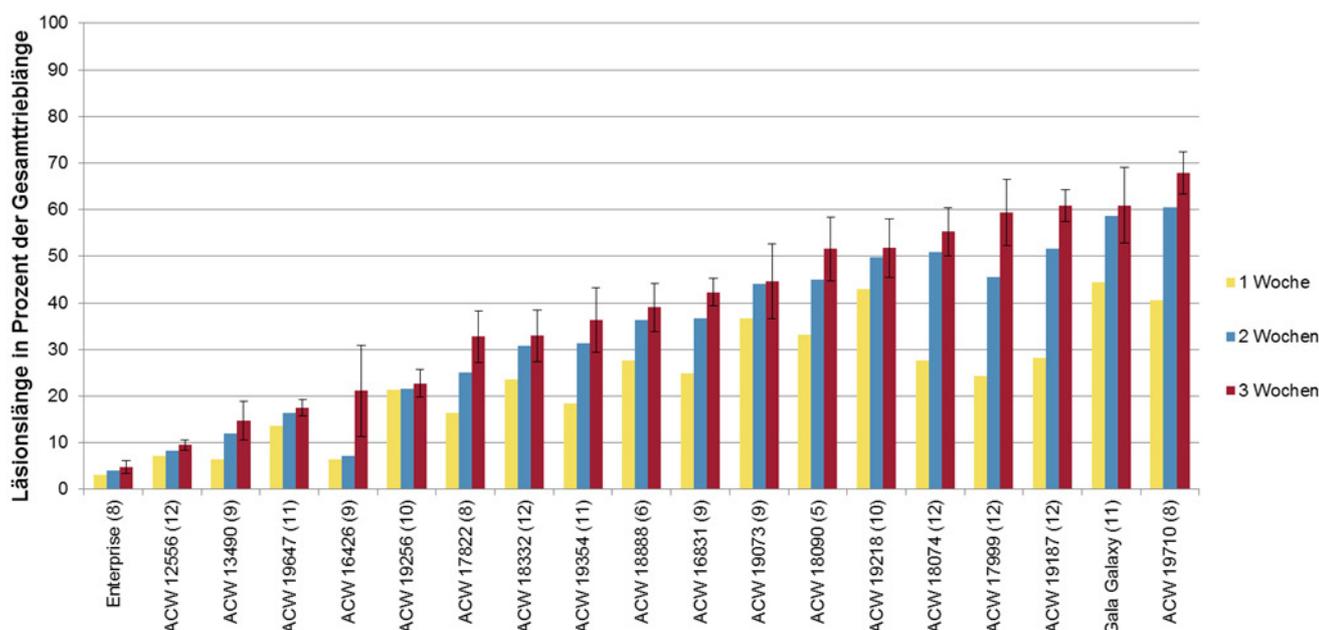


Abb.9: Durchschnittliche Läsionslängen in Prozent der Gesamtrieblänge (mit Standardfehler) verschiedener ACW-Züchtungen im Vergleich zu ‚Enterprise‘ und ‚Gala Galaxy‘ zu den drei verschiedenen Messzeitpunkten 1, 2 und 3 Wochen nach Inokulation (in Klammer Anzahl Pflanzen).

Die Ergebnisse der Feuerbrand-Triebtestung der Apfelzüchtungen zeigen eine Bandbreite von robusten bis anfälligen Selektionen (Abb.9). ‚Enterprise‘ war mit 4.7% Läsion in Prozent der Gesamtrieblänge wie erwartet robust gegenüber den Feuerbrand-Bakterien, die Kontrolle ‚Gala Galaxy‘ mit 60.9% anfällig (im Vergleich Mittelwerte 2008 bis 2011: ‚Enterprise‘ 7%, ‚Gala Galaxy‘ 60%). Die Züchtung ‚ACW 12556‘ zeigte eine sehr geringe Anfälligkeit gegenüber Feuerbrand (Läsionslänge <20% von ‚Gala Galaxy‘ 3 Wochen nach Inokulation, (Abb.10). Eine geringe Feuerbrandanfälligkeit (Läsionslänge <40% von ‚Gala Galaxy‘) zeigten auch die Züchtungen ‚ACW 13490‘, ‚ACW 19647‘, ‚ACW 16426‘ und ‚ACW 19256‘. ‚ACW 13490‘ und ‚ACW 16426‘ sind zum zweiten Mal getestet worden und haben sich wiederholt als robust gegenüber Feuerbrand bewiesen. Die genannten Züchtungen mit sehr geringer bzw. geringer Feuerbrandanfälligkeit und ‚ACW 17822‘ sind ausgewählt worden für die weitere Prüfung im Hinblick auf die Saftreife (Tab.9).



Enterprise

ACW 12556

ACW 19256

Gala Galaxy

Abb.10: Feuerbrandbefall auf ausgewählten Apfel-Zuchtnummern und Sorten drei Wochen nach Inokulation.

Die Ergebnisse der molekularen Analysen für die beiden Marker AE10-375 und GE-8019 sind in Tabelle 8 gezeigt. Pflanzen die für beide Marker positiv getestet wurden, besitzen einen Genort (FBF7 QTL) für verbesserte Feuerbrandrobustheit. Frühere Analysen von grösseren Stichproben ergaben einen signifikanten Unterschied in der Feuerbrandanfälligkeit zwischen Pflanzen mit und ohne FBF7 QTL.

Tab.8: Ergebnisse der molekularen Analysen der Marker AE10-375 und GE-8019, welche den FBF7 QTL flankieren

	AE10-375	GE-8019
Enterprise	1	1
ACW 12556	1	1
ACW 13490	1	1
ACW 19647	1	0
ACW 16426	1	1
ACW 19256	1	1
ACW 17822	1	1
ACW 18332	0	0
ACW 19354	1	0
ACW 18888	0	0
ACW 16831	1	1
ACW 19073	1	0
ACW 18090	1	1
ACW 19218	0	1
ACW 18074	1	0
ACW 17999	0	1
ACW 19187	1	1
Gala Galaxy	0	0
ACW 19710	1	0

Tab.9: Resistenzen und Eltern der ausgewählten Pflanzen für die weitere Prüfung für Saftreignung

	Resistenzmarker	Eltern
ACW 12556	FBF7, Rvi6, PID, Rvi4?, Rvi2 scar	Marina (-) x ACW 7962 (Rvi6, PID)
ACW 13490	FBF7, Rvi6, PI1	Resi (Rvi6, MR) x Ariwa (Rvi6, PI1)
ACW 19647	Rvi6, PI2	Delblush-Tentation® (-) x ACW 8259 (Rvi6, PI2)
ACW 16426	FBF7	ACW 8259 (Rvi6, PI2) x ACW 11537
ACW 19256	FBF7	Milwa-Diwa® (-) x Krimskoe
ACW 17822	FBF7	Rucliva (HL 166 A) (SR polygen) x Milwa-Diwa® (-)

### Saft Ergebnisse der besten Kandidaten

Im November 2012 wurde die Ernte zu Saft verarbeitet, pasteurisiert und im Dezember im Labor die °Brix und Säurewerte bestimmt. Die Abbildung 11 zeigt die Unterschiede der einzelnen Säfte bezüglich des Säuregehaltes und des Zucker/Säure-Verhältnisses. Für die Saftreignung entscheidend sind ein hoher Zucker- wie auch ein hoher Säuregehalt. Anschliessend bewerteten vier Personen die Säfte sensorisch. Dabei waren die Kriterien Geruch, Geschmack und Harmonie am wichtigsten. Die Reihenfolge der Verkostung der Säfte wurde anhand der Laboranalyse aufsteigend von sauer zu süß gewählt. Jeder Teilnehmer bewertete die Säfte zuerst für sich alleine, dann wurden die Ergebnisse in der Gruppe besprochen. Für die Selektion zählte die Anzahl der positiven Charaktere. Vier von sieben ACW-Zuchtnummern bekamen gute Bewertungen (Abb. 12). ‚ACW 8099‘ zeigte sich bezüglich der Saftqualität positiv, ist aber wegen seiner Feuerbrandanfälligkeit kein Hochstammkandidat. Für das Herakles-Projekt wurden die Zuchtnummern ‚ACW 12556‘, ‚ACW 19256‘ und ‚ACW 16426‘ ausgewählt.

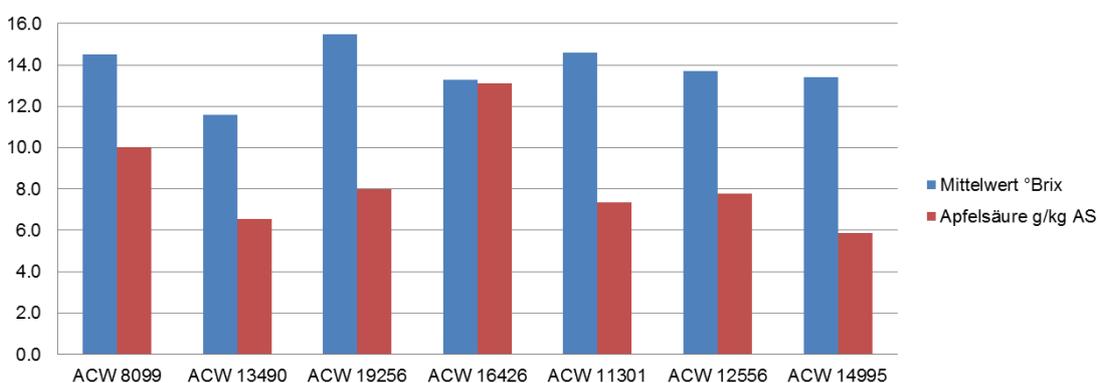


Abb. 11: Die °Brix- und Säuregehalt-Ergebnisse der Laboranalyse im Dezember 2012

ZN	Geruch	Geschmack	Harmonie
ACW 16426	frisch fruchtig l.grün-grasig Honig	säurebetont e.grün grasig Säure überwiegt	etwas zu sauer e.adstringierend
	wenig intensiv leicht grüne Note	rel. Sauer mässig frisch	säurebetont
	süß apfelig	fruchtig	zuviel Säure
	Presstuch		zu sauer
			säuerlich 6
ACW 8099	l. gekocht reifer Apfel e. birnig	süß mit guter Säure reiffruchtig	gute Säure Zucker vorhanden e.trocknend adstringierend harmonisch
	Honignote	fruchtig aromatisch	ausgewogen säuerlich
	süß fruchtig	leicht herber Abgang	gute Säure
	frisch fruchtig, sehr reife Note	Birne(esterartig) - zu süß, reife Birne	Aromaintensiv, zu süß
			voll harmonisch 8
ACW 19256	frisch apfelig, intensiv	süß mild wenig Säure etwas flach	lang wenig aromatische Nachhaltigkeit etwas plump u säurearm mild weich
	grüne Note frisch	fruchtig aromatisch süß Birnenaroma	sehr ausgewogen
	Apfelaroma intensiv	aromatisch süß leicht herb	harmonisch
	aromaintensiv, Birne	reife Frucht, leicht Ananas, fast tropisch	zu süß, interessant
	intensiv süßlich leicht Birne 8		
ACW 12556	l.Kochton kompottig überreif Schwefel	etwas dünn wässrig mittlere Süße wenig Säure e.butterig reifer Apfel	mild etwas flach reifer Apfel Büchsenmais mit leichtem Nebengeschmack
	überreif bis Fehlton leicht faulig	sehr reif bis überreif süß-säuerlich aromatisch	ausgewogen
	wenig frisch	nicht betont Apfel	ausgewogen
	Mais?...Spargel	2. Nase wachsig, seifig,muffig	Flavone
	etwas flach 6		
ACW 11301	frischer Apfelfrucht intensiv	süß mild fruchtig Honig feiner Gerbstoff	Süße etwas überwiegend harmonisch weich wenig Gerbstoff lang
	überreif alter Apfel	leicht chemisch(plastik) Honigton	auf süßere Seite
	Honignote frisch apfelig	süß wenig Aroma	zuviel Süße kurz
	Presstuch, reif, etwas modrig, reicherde Noten		leicht fast ausgewogen
			voll 7
ACW 13490	verhalten l.grün citrus e. gemüsig	e.medizinisch Thiamin fremdartig wenig Säure etwas flach	fällt im Abgang etwas ab kurz wenig Körper Gemüse Mais-Note
	Gemüse/Kartoffelnote	überreif Gemüsegeschmack nicht viel Zucker und Säure	ausgewogen nicht viel Zucker nicht viel Säure
	verhalten fruchtig	süß fehlende Säure wenig Aroma Fehlton leicht exotisch	in der 2. Nase Rübensaft, Kochton
	muffig, wachsig	wachsig, grasige Noten	Beitonen 4
ACW 14995	verhalten etwas dumpf schwache Frucht e.blumig birnig	süß fad sehr mild wenig Frucht langweilig	etwas platt u kurz
	fruchtig zitronig wenig intensiv	aromatisch mehr Aroma als Farbe vermuten lässt überreif künstliches Aroma	auf süßere Seite
	wenig Geruch keine Frische	fade Süße langweilig	
	DMS, muffig, Getreide 1, wachsig 2.	flach wässrig 5	

Abb.12: Die positive und negative Charakterisierung bei der sensorischen Bewertung der Säfte.

## 2.2.2. Birnenzüchtungen

Im Rahmen des Projektes ZUEFOS II wurden im Frühjahr 2012 21 fortgeschrittene Birnenzuchtnummern und 6 Standardsorten auf die Feuerbrandanfälligkeit der Triebe getestet (Abb.13, Abb.14). Die Ergebnisse der Feuerbrandtestung der Birnenzüchtungen zeigen eine Bandbreite von robusten bis anfälligen Selektionen. Die Kontrolle ‚Harrow Sweet‘ war wie erwartet robust gegenüber den Feuerbrand-Bakterien, die Sorte ‚Elliot‘ wenig anfällig und die Kontrolle ‚Passe Crassane‘ deutlich anfälliger mit einer Läsion über die ganze Triebblänge bereits zwei Wochen nach der Inokulation. Die Züchtungen ‚ACW 4038‘, ‚ACW 3847‘, ‚ACW 3851‘, ‚ACW 3986‘ und ‚ACW 1606‘ zeigten, vergleichbar mit Elliot, eine geringe Anfälligkeit gegenüber Feuerbrand. Im Gegensatz zu früheren Triebtestungen, war die Züchtung ‚ACW 3764‘ im Jahr 2012 sehr anfällig. Auch die Sorte ‚Conférence‘ zeigte unterschiedliche Ergebnisse: in früheren Triebtestungen war diese Sorte sehr anfällig, zeigte aber 2012 eine niedrige Anfälligkeit gegenüber den Feuerbrand-Bakterien.

Die Birnen-Züchtungen ‚ACW 3851‘, ‚ACW 3764‘, ‚ACW 3847‘ (alle ‚Harrow Sweet‘ x ‚Verdi‘) und ‚ACW 3897‘ (‚Harrow Sweet‘ x ‚Delbarexquise‘) sowie die Standardsorten ‚Harrow Sweet‘, ‚Elliot‘ und ‚Conférence‘ werden in Pilotanlagen unter praxisnahen Bedingungen auf Anbau- und Markteignung geprüft.

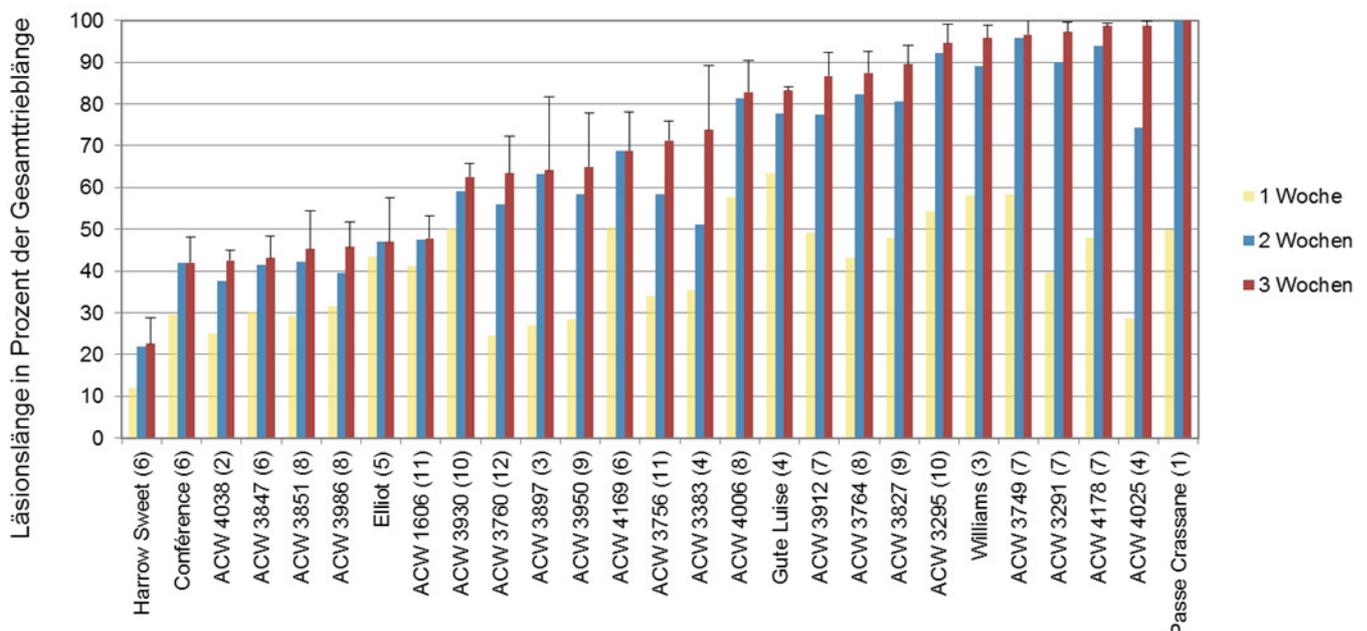


Abb.13: Durchschnittliche Läsionslängen in Prozent der Gesamtrieblänge (mit Standardfehler) verschiedener ACW-Birnenzüchtungen und Sorten zu den drei verschiedenen Messzeitpunkten 1, 2 und 3 Wochen nach Inokulation (in Klammer Anzahl Pflanzen).



Harrow Sweet

ACW 3847

ACW 3764

Passe Crassane

Abb. 14: Feuerbrandbefall auf ausgewählten Birnen-Zuchtnummern und Sorten drei Wochen nach Inokulation

### 2.2.3. Eltern FastTrack

Die Ergebnisse der Feuerbrand-Triebtestung bei Nachkommen der Kreuzung 0901: ‚ACW 6707‘ x ‚Evereste‘ ( $Fb_E$ ) sind überraschend. Sowohl ‚0901/83‘ als auch ‚0901/61‘ tragen den Feuerbrandresistenz-QTL  $Fb_E$  von ‚Evereste‘ (getestet mit Markern: TATris16, CHFbE02, CHFbE09). Die phänotypischen Daten zeigen ein anderes Bild: während ‚ACW 0901/83‘ noch eine geringe Feuerbrandanfälligkeit (Läsionslänge <40% von ‚Gala Galaxy‘) zeigte, lag der Befall bei ‚ACW 0901/61‘ deutlich über dem Wert von ‚Gala Galaxy‘ (Abb. 15). Die Ergebnisse von ‚Evereste‘ (Läsion in Prozent der Gesamtrieblänge 0.9%) sowie den Kontrollen ‚Enterprise‘ (4.9%) und ‚Gala Galaxy‘ (47.5%) entsprachen den Erwartungen. Die beiden getesteten Züchtungen sind bereits für Kreuzungen im Fast Track als Eltern verwendet worden (siehe Kapitel 3).

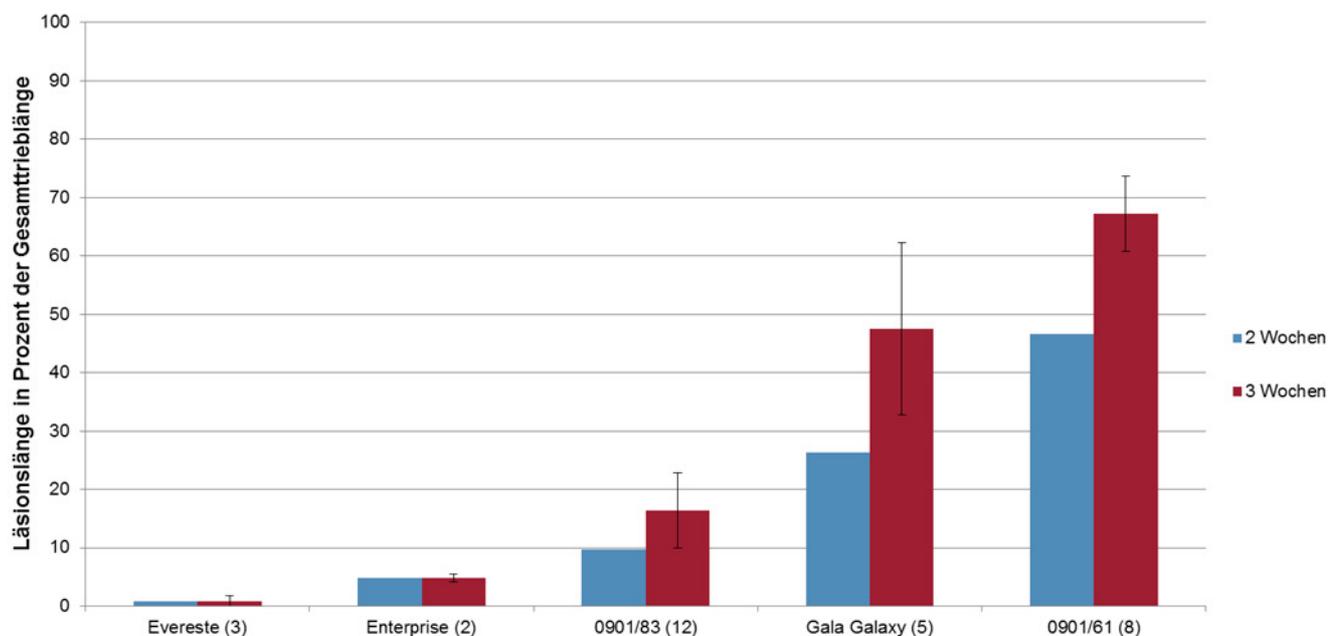


Abb.15: Durchschnittliche Läsionslängen in Prozent der Gesamtrieblänge (mit Standardfehler) von zwei Kreuzungsnachkommen ‚ACW 6707‘ x ‚Evereste‘ im Vergleich zu ‚Evereste‘, ‚Enterprise‘ und ‚Gala Galaxy‘ zu den beiden Messzeitpunkten 2 und 3 Wochen nach Inokulation (in Klammer Anzahl Pflanzen).

## 2.3. Blütenbefall und Feuerbrandmonitoring

### 2.3.1. Blütentestung im Freiland (D)

Im Feld stellt die Blüte den bedeutendsten Infektionsweg für Feuerbrand dar. Weil aus den Ergebnissen der Triebinfektionen nicht direkt auf die Anfälligkeit der Blüte geschlossen werden kann, sind Blüteninfektionsversuche von besonderer Bedeutung. Im Projekt ZUEFOS II konnten im Frühjahr 2012 erstmals Blüteninfektionsversuche im Freiland durchgeführt werden. Die Versuche fanden in Zusammenarbeit mit Dr. Christian Scheer vom Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee (KOB) in Bavendorf (D) statt. Ab 2013 wird in der Schweiz eine eingensetzte Freilandfläche am ‚Steinobstzentrum Breitenhof‘ in Wintersingen (BL) für die Feuerbrand-Blütentestungen zur Verfügung stehen. Die getesteten Züchtungen konnten teils im Vorjahr bereits im Sicherheitsgewächshaus auf die Anfälligkeit der Blüte getestet werden. Ein Vergleich der Ergebnisse mit den verschiedenen Infektionsmethoden und erste Erfahrungen mit robusten Sorten an Standorten mit hohem Befallsdruck runden dieses Kapitel ab.



Abb. 16: Inokulation der Blütenbüschel mit Feuerbrand

Freilandversuche brauchen einige Vorlaufzeit um Material mit genügend Blüten bereitzustellen. Für die Blütentestung wurden dreijährige Topfbäume der Züchtungen ‚Ladina‘ (= ‚ACW 14959‘; n Bäume/Büschel = 12/89), ‚ACW 14995‘ (n = 14/130) und ‚ACW 15097‘ (n = 14/71) veredelt auf M9 mit ‚Golden‘-Zwischenveredelung verwendet. Als Kontrolle diente ‚Gala‘ (n = 4/63) auf M9. Für die Inokulation, am 30.4.2012, wurden Blüten in Vollblüte (BBCH65) ausgewählt, markiert und mit einer *Erwinia amylovora*-Lösung inokuliert. Das Inokulum war ein Stamm-Mix von hoher Virulenz (Nr. 782: 2007 aus Cotoneaster in Quedlinburg, Nr. 797: 2007 aus *Malus* in Baden-Württemberg, Nr. 914: 2011 aus *Pyrus* in BW Baden-Württemberg.; Konz. =  $10^8$  cfu/ml) und wurde mit einem Mesto®-Drucksprüher auf die Büschel gebracht (Abb.16). Anschliessend wurden die Büschel für vier Tage mit Plastikbeuteln bedeckt, zum Witterungsschutz und um für die Bakterien gute Infektionsbedingungen zu schaffen (Abb.17). Die inokulierten Büschel sind nach 8, 15, 22 und 29 Tagen für mögliche Feuerbrandsymptome bewertet worden. Das Boniturschema umfasste acht Klassen und reichte von keinen bzw. unklaren Symptomen über Blüteninfektionen, zu Infektionen der Blütenbüschel z.T. auch der Jungtriebe, bis hin zu Nekrosen im Holz mit unterschiedlicher Ausprägung (Tab.10), siehe auch ZUEFOS Schlussbericht vom Februar 2012, S. 23).



Abb. 17: Büschel mit Plastikbeuteln nach der Inokulation

Tab.10: Boniturskala der Blüteninfektion nach künstlicher Inokulation (vgl. Schlussbericht Projekt ZUEFOS)

Klasse		Beschreibung
■ Kl. 1	keine Infektion	- alle Blüten bzw. ganzer Büschel ohne optisch erkennbare Symptome (nicht verfärbt) - Verfärbung und Verwelken entsprechen dem sortentypischen Abblühen
■ Kl. 2	unklare Symptome	<i>Einzelblüte:</i> - Blütenboden, -stiel und Kelch grün - Staub- und/oder Fruchtblätter braun-schwarz verfärbt - Symptome nicht eindeutig als Feuerbrand einzustufen
■ Kl. 3	Blüteninfektion (< $\frac{1}{3}$ Stielläge)	<i>Einzelblüte:</i> - Staub-, Fruchtblätter braun-schwarz verfärbt - Kelchblätter und/oder Blütenboden orange bis schwarz verfärbt - Stiel ohne Nekrose oder weniger als $\frac{1}{3}$ Stielläge nekrotisch verfärbt <i>Büschel:</i> - mindestens eine Blüte Kl. 3 - höchstens eine Blüte Kl. 4
■ Kl. 4	Blüteninfektion ( $\geq \frac{1}{3}$ Stielläge)	<i>Einzelblüte:</i> - Blütenboden und -stiel orange bis schwarz verfärbt - Stiel ganz oder mindestens $\frac{1}{3}$ Stielläge nekrotisch verfärbt - Blütenstandstiel grün, klare Abtrennung <i>Büschel:</i> - mehr als eine Blüte Kl. 3 - alle Blütenstiele schwarz, jedoch klare Abtrennung zum grünen Blütenstandstiel
■ Kl. 5	Blütenbüschel und Blütenstandstiel	<i>Büschel:</i> - Blüten krank - Nekrose nicht nur auf Blütenstiele beschränkt - Blütenstandstiel dunkel verfärbt, Blätter gesund - Nekrose auf Blütenstandstiel beschränkt - vorhandene Jungtriebe gesund
■ Kl. 6	Blütenbüschel, Blütenstandstiel und Jungtrieb	<i>Büschel:</i> - vorhandene Jungtriebe krank - sind keine Jungtriebe vorhanden, ganzer Büschel bis zum Holz krank (inkl. Blütenstandstiel und Blätter) - keine Nekrose im Holz sichtbar
■ Kl. 7	Nekrose im Holz < 5 cm	<i>Büschel:</i> - Nekrose auch im Holz sichtbar (< 5 cm)
■ Kl. 8	Nekrose im Holz $\geq 5$ cm	<i>Büschel:</i> - optischer Befall breitet sich im Baum weiter aus - Nekrose im Holz sichtbar ( $\geq 5$ cm)

Auch bei den Blüteninokulationsversuchen sind zwischen den Züchtungen und Sorten Unterschiede in der Ausprägung und Stärke der Symptome feststellbar. Alle drei ACW-Züchtungen im Test haben besser als die Kontrolle ‚Gala‘ abgeschnitten (Abb.18). Bei Züchtungen mit einem hohen Anteil an Blütenbüscheln in den Klassen 3 bis 4 beschränken sich die sichtbaren Symptome auf die Blütenorgane. Dem gegenüber breitet sich der sichtbare Befall bei der feuerbrandanfälligen Sorte ‚Gala‘ weiter im Baum aus. ‚Gala‘ zeigte bereits nach 22 Tagen hohe Infektionswerte mit Nekrosen im Holz bei über 20% der infizierten Büschel. Nach 29 Tagen führten knapp 60% der inokulierten Blütenbüschel zu Nekrosen im Holz (Abb.19, rechts). Nach 22 Tagen zeigte ‚Ladina‘ (= ‚ACW 14959‘) die besten Ergebnisse, bei der letzten Bonitur führten 9% der infizierten Büschel zu Nekrosen im Holz. ‚ACW 14995‘ schnitt zum Versuchsende am besten ab und es entwickelten sich auch gesunde Früchte (Abb.19, links). Die Nekrosen im Holz bei 1.5% der infizierten Büschel zeigen aber, dass robuste Züchtungen bei hohem Befallsdruck nicht immer vor einer Infektion gefeit sind. Züchtung ‚ACW 15097‘ konnte mit über 70% infizierten Blütenstandstielen nach 29 Tagen am wenigsten überzeugen.

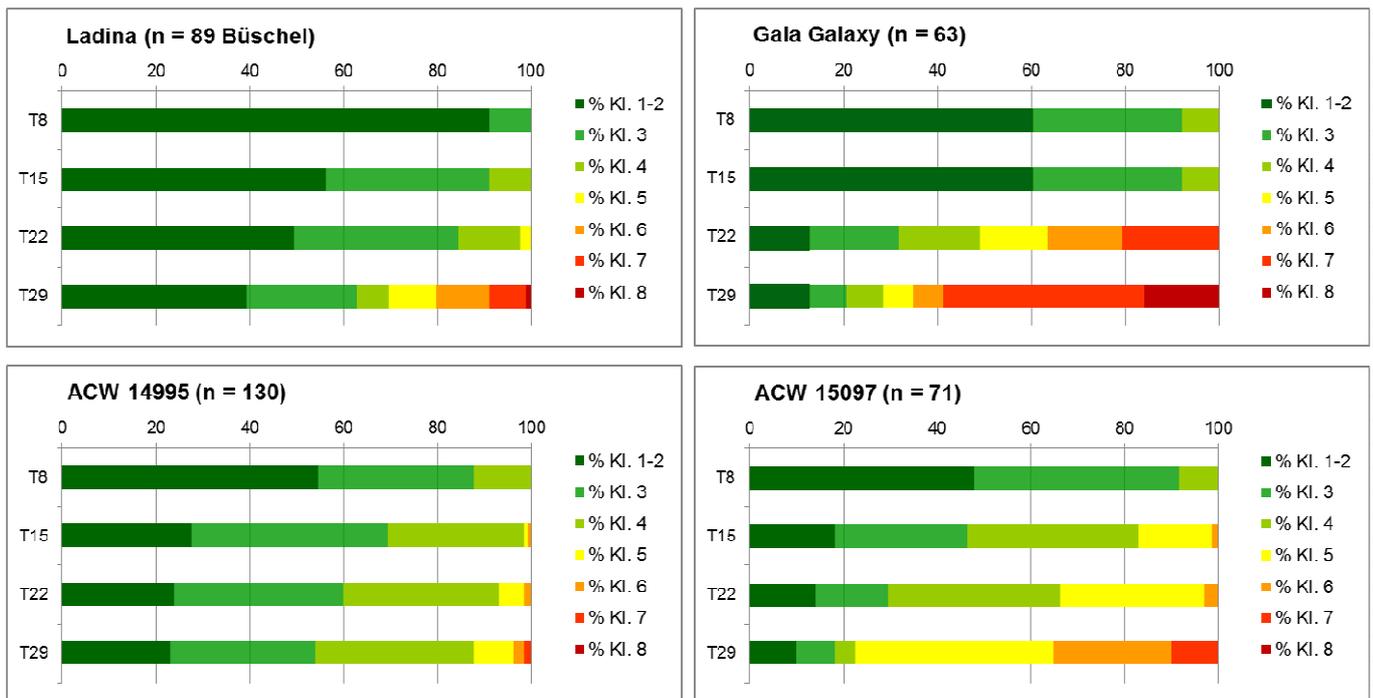


Abb:18: Ergebnisse der künstlichen Blüteninokulationsversuche im Freiland (D). Dargestellt ist der prozentuale Anteil von Blütenbüscheln in den verschiedenen Boniturklassen 8, 15, 22 und 29 Tage nach Inokulation



Abb. 19 Symptome 29 Tage nach künstlicher Blüteninfektion bei Züchtung ‚ACW 14995‘ (links) und ‚Gala Galaxy‘ (rechts)

Bisherige Untersuchungen haben gezeigt, dass Blüten- und Triebanfälligkeit in manchen Fällen übereinstimmen, doch dies trifft nicht immer zu. Generell stimmen aber Ergebnisse aus Feuerbrandinfektionsversuchen unter kontrollierten Bedingungen, gut mit der Anfälligkeit im Freiland überein. Abbildung 20 vergleicht die Mittelwerte aus künstlichen Triebinokulationen im Sicherheitsgewächshaus (2010), künstlichen Blüteninokulationen im Sicherheitsgewächshaus (2011) und Blüteninokulationen im Freilandversuch (D, 2012) für die Züchtungen ‚Ladina‘ (= ‚ACW 14959‘), ‚ACW 14995‘ und ‚Gala‘. Beide Züchtungen zeigen sich robuster als ‚Gala‘ auch wenn es zwischen den Blüteninokulationen im Sicherheitsgewächshaus und dem Freilandversuch gewisse Abweichungen gibt.

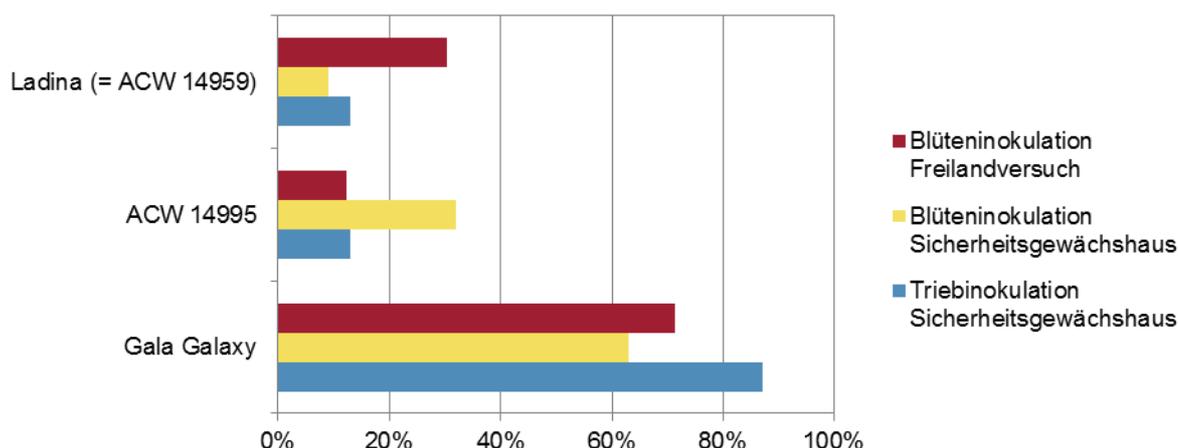


Abb.20: Blüteninokulation im Freiland (2012), Blüteninokulation im Sicherheitsgewächshaus (2011) und Triebinokulation im Sicherheitsgewächshaus (2010) im Vergleich. Bei Blüteninokulationen sind gezeigt die prozentual infizierten Blütenstandstiele 29 bzw. 28 Tage nach Infektion, bei Triebinokulationen die Läsion in Prozent der Gesamtrieblänge 21 Tage nach Infektion der Triebe

**Stockausschläge im FB-Test**

Beim Freilandversuch in Aulendorf (D) zeigten sich Stockausschläge mit FB-Symptomen an Blättern und Trieben. Bei der Sorte ‚Ladina‘ wurden acht, bei ‚ACW 14995‘ sieben Proben entnommen. Die einzelnen Proben wurden nach dem vorgegebenen Diagnoseverfahren im FB-Labor an der ACW bearbeitet. Diese umfasst eine optische Beurteilung, den BioReba Agristrip Schnelltest und die Kultivierung auf zwei verschiedenen Medien (KB und NSA) (Tab.11).

Bei der visuellen Beurteilung wurden bei der Sorte ‚Ladina‘ 3 Proben mit VBL 3 (= fast sicher FB) und fünf Proben mit VBL 1 (= wenig verdächtig) eingestuft. ‚ACW 14995‘ erhielt dreimal die Beurteilung VBL 3 und viermal VBL 1.

Der BioReba Schnelltest bestätigte bei ‚Ladina‘ die visuelle Beurteilung mit dreimal positiv bei den VBL 3-Proben und fünfmal negativ bei den VBL 1-Proben. Bei ‚ACW 14995‘ waren zwei von drei VBL 3 Proben BioReba positiv, fünf Proben waren BioReba negativ.

Die Auswertung der Kulturen auf den Medien KB und NSA bestätigten bei ‚Ladina‘ die vorangegangenen Tests und ergaben EA+ bei den drei BR-positiv getesteten Proben und keine EA – Kolonien bei den BR-negativ getesteten Proben. Bei ‚ACW 14995‘ waren die Ergebnisse ebenfalls übereinstimmend mit zwei BR+ und EA+ und fünf BR- und EA-. Es wurde nicht näher untersucht, ob die Infektion durch heruntertropfendes Inokulum erfolgte oder ob eine systemische Infektion der Jungtriebe stattgefunden hat.

Tab.11: Im FB- Labor getestete Stockausschläge der Sorte ‚Ladina‘ und ‚ACW 14995‘ im Freilandversuch

Proben Code	Baum Nr.	Genotyp	visuelle Beurteilung Labor (VBL)	BioReba Agristrip Schnelltest	Kolonien auf Medien NSA und KB
66002	2	Ladina	3	Pos.	EA+
66003	3	Ladina	1	Neg.	EA-
66004	5	Ladina	1	Neg.	EA-
66005	8	Ladina	1	Neg.	EA-
66006	9	Ladina	3	Pos.	EA+
66007	10	Ladina	1	Neg.	EA-
66008	12	Ladina	1	Neg.	EA-
66009	13	Ladina	3	Pos.	EA+
66010	37	ACW 14995	3	Pos.	EA+
66011	38	ACW 14995	3	Pos.	EA+
66012	41	ACW 14995	1	Neg.	EA-
66013	43	ACW 14995	1	Neg.	EA-
66014	45	ACW 14995	1	Neg.	EA-
66015	46	ACW 14995	3	Neg.	EA-
66016	47	ACW 14995	1	Neg.	EA-

**Visuelle Beurteilung Labor (VBL):**

1 = wenig verdächtig

3 = fast sicher FB

### 2.3.2. Feuerbrandmonitoring in Anlagen mit feuerbrandrobusten Sorten

Im Feld sind die Bedingungen komplexer als mit der kontrollierten Klimasteuerung im Gewächshaus. Erhebungen von Praxisdaten ergänzen die künstlichen Inokulationsversuche und helfen bei der Validierung. Wir haben deshalb, ergänzend zu den Freilandversuchen am KOB mit künstlicher Feuerbrandinfektion, Bäume der beiden Neuzüchtungen ‚Ladina‘ und ‚ACW 14995‘ im Winter 2011/12 in eine Bio-Obstanlage in der Gemeinde Richterswil (ZH) gepflanzt. Dort war im Jahr 2011 sehr starker Feuerbrandbefall aufgetreten und ein Grossteil der damals bestehenden Anlage musste gerodet werden. Es wurden 34 2-jährige Bäume von ‚Ladina‘ und rund 120 einjährige Bäume von ‚ACW 14995‘ gepflanzt. Bei ‚Ladina‘ trat deutlich sichtbarer Blütenbefall auf, bei ‚ACW 14995‘ war der Befall gering, da die Bäume erst vereinzelt blühten. Am 6.7.2012 wurde der Feuerbrandbefall bonitiert und anschliessend manuell durch Wegreissen entfernt. Am 17.8.2012 zeigte eine Nachkontrolle, dass sich der Befall nicht weiter ausgebreitet hat und sich die Bäume gut entwickeln (Abb.21). Kontrollbäume der Sorte ‚Gala‘ mussten bereits im Frühjahr 2012 wegen zu starkem Befall gerodet werden. Wir schliessen aus diesen Beobachtungen in der Praxis, dass die Züchtungen ‚Ladina‘ und ‚ACW 14995‘ bei starkem Infektionsdruck befallen werden können, dass sich der Befall aber weniger stark ausbreitet als bei anfälligen Sorten. Wir werden die weitere Entwicklung in der Anlage verfolgen.



Abb.21: ‚Ladina‘, vier Monate nach manuellem Entfernen der befallenen Triebe.

## 2.4. Selektion Zuchtmaterial Lubera

Wir haben uns entschieden, in der ZUEFOS II Nachspielzeit, die zur Verfügung gestellten Mittel zu nutzen, um mit der gleichen Strategie wie in den ersten 4 Jahren fortzufahren:

- A Massenscreenings von Kreuzungspopulationen
- B Entwicklung und Markteinführung von Sorten, die in der ersten Projektphase als resistent oder wenig anfällig selektioniert worden sind
- C Aufpflanzung von Test- und Versuchsanlagen, in denen die wenig anfälligen Selektionen aus den Massenscreenings kultiviert und für die Frucht- und Qualitätsselektion vorbereitet werden.

### 2.4.1 Feuerbrand-Massenscreening in Quedlinburg (Julius Kühn-Institut, Dr. Klaus Richter)

2012 konnten wir ein drittes Mal Massenscreenings durchführen. Dabei wurden von knapp 500 Genotypen (aus 7 Kreuzungen) je 6 Winterhandveredelungen angefertigt; 4 gingen jeweils nach Quedlinburg in den destruktiven Test, 2 wurden in Buchs in der Freilandbaumschule aufgepflanzt. Auf diese ‚Reserve‘ von 2 Bäumen kann dann je nach den Resultaten des Feuerbrandtests für einen spezifischen Genotypen wieder zurückgegriffen werden.

Dank der intensiven Arbeit von Dr. Richter und seinem Team funktionierten auch die Tests 2012 wieder sehr robust; ein intensiver Infektionsdruck und eine hohe durchschnittliche Läsionslänge erlaubten eine gute Selektion. ‚Idared‘ als Standardsorte hatte eine durchschnittliche Läsionslänge von 75.1 % der gesamten Triebblänge.

Selbstverständlich sind bei nur 4 Testpflanzen keine statistisch abgesicherten Aussagen möglich – diese sind in diesem Zusammenhang auch gar nicht angestrebt. Es geht einzig und allein darum, mit noch vertretbarem Aufwand möglichst viel genetisches Material zu selektionieren, das mit hoher Wahrscheinlichkeit eine gute Feuerbrandtoleranz aufweist

Wir haben die getesteten Genotypen in 3 Gruppen eingeteilt:

0-5% ‚resistente‘ oder tolerante Genotypen

6-25% wenig oder deutlich unterdurchschnittlich anfällige Genotypen= deutlicher Vorteil für die Anbaupraxis

>25% anfällige Genotypen=keine deutlichen Vorteile mehr in der Anbaupraxis

Auf eine Berücksichtigung der Einzelpflanzenresultate wurde auch dieses Jahr wieder verzichtet –dies vor allem deshalb, weil der Selektionseffekt auch ohne ein solches Zusatzkriterium gut war.

Zur weiteren Diskussion der Methoden verweisen wir auf die Berichte der 4 vergangenen Jahre.

**Resultate des Massenscreenings auf Feuerbrand**

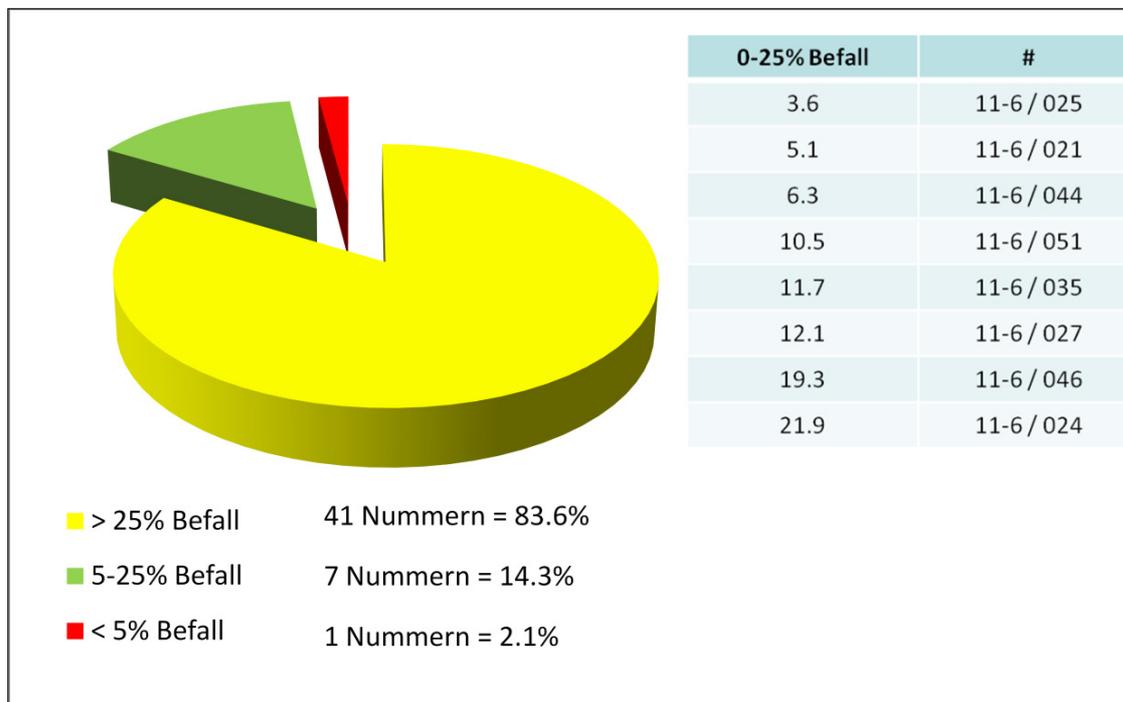


Abb.22: Testung 2012: – ,1/05' x ,119/06' (Population 11-6) Getestete Nummern: 49 (Gesamt 135 Pflanzen)  
 Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 43.5%

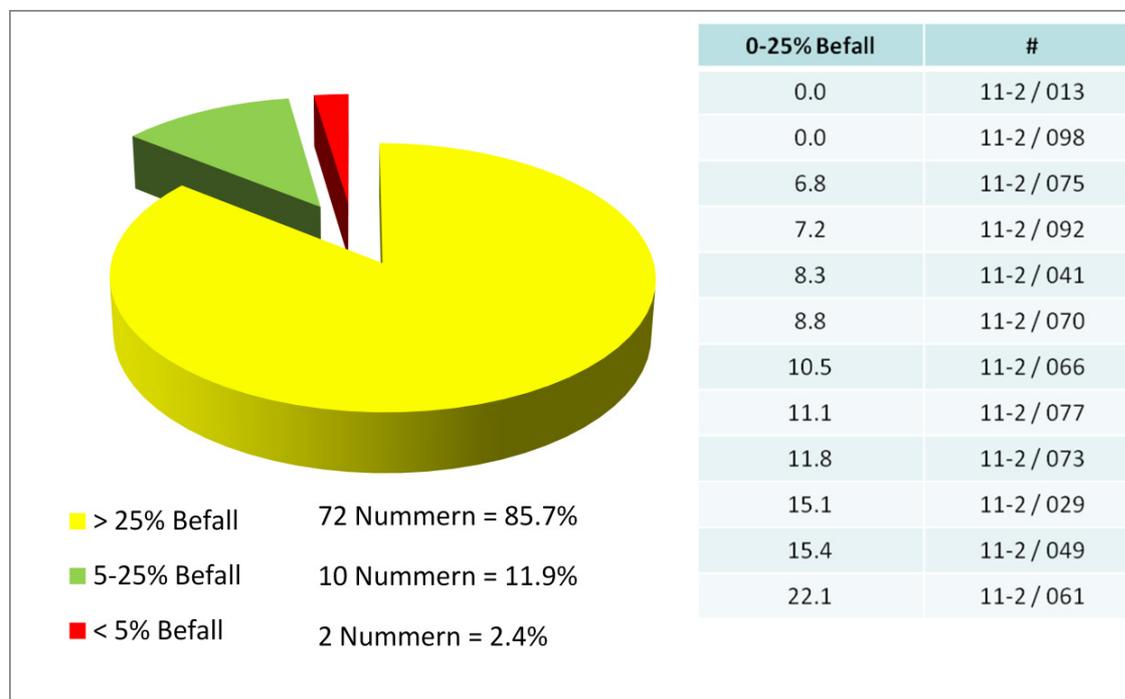


Abb.23: Testung 2012 – ,ACW 11303' x ,Resi' (Population 11-2) Getestete Nummern: 84 (Gesamt 193 Pflanzen)  
 Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 56.4%

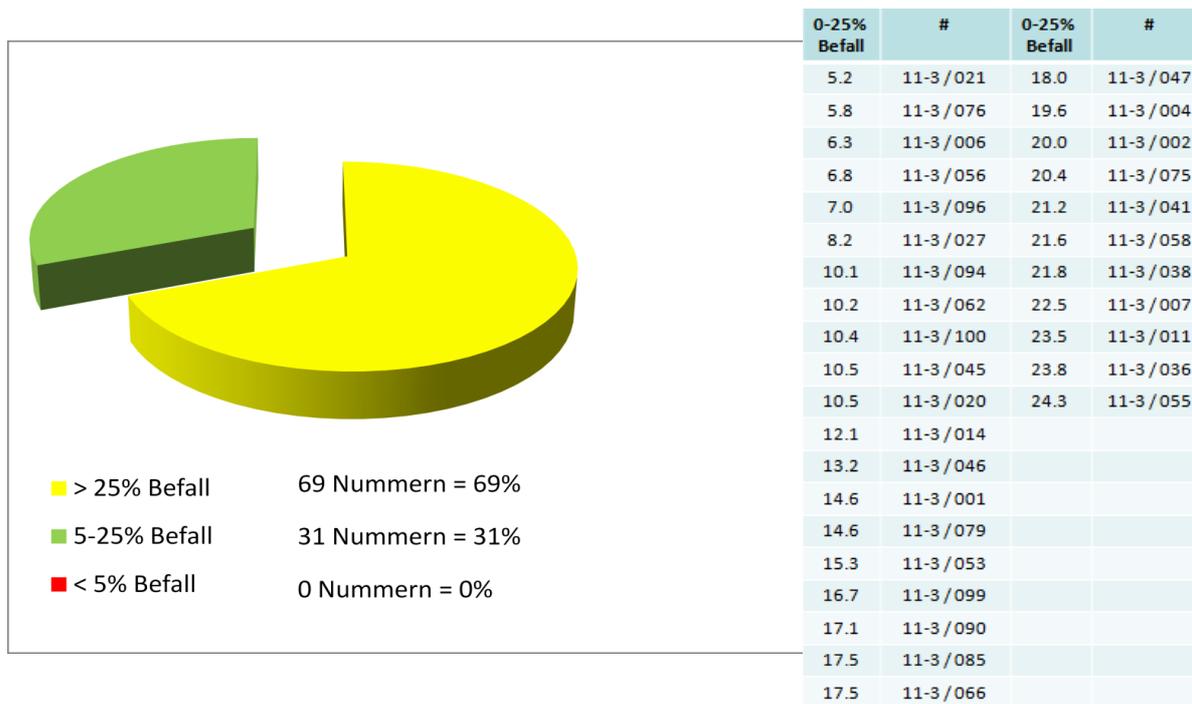


Abb.24: Testung 2012 – ‚58/06‘ x ‚ACW 11301‘ (Population 11-3) Getestete Nummern: 100 (Gesamt 312 Pflanzen) Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 38.4%

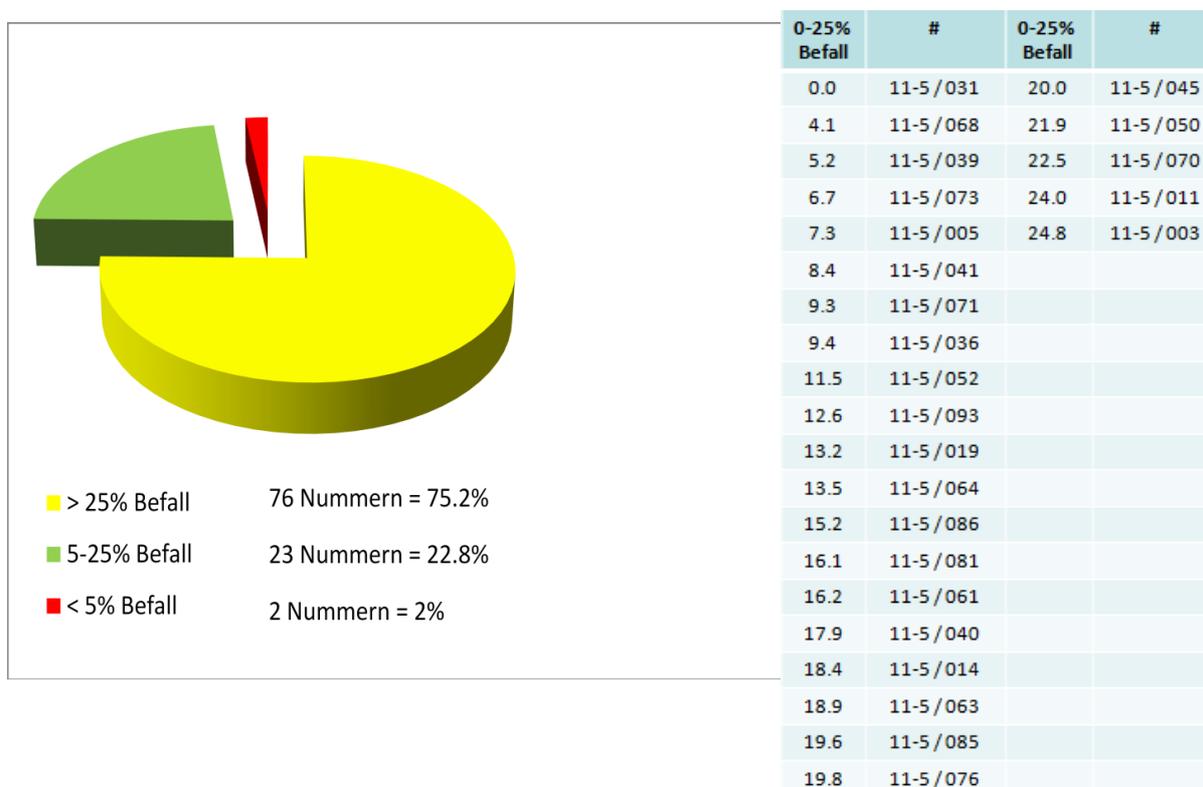


Abb.25: Testung 2012 – ‚01/05‘ x ‚ACW 11301‘ (Population 11-5) Getestete Nummern: 101 (Gesamt 305 Pflanzen) Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 40.1%

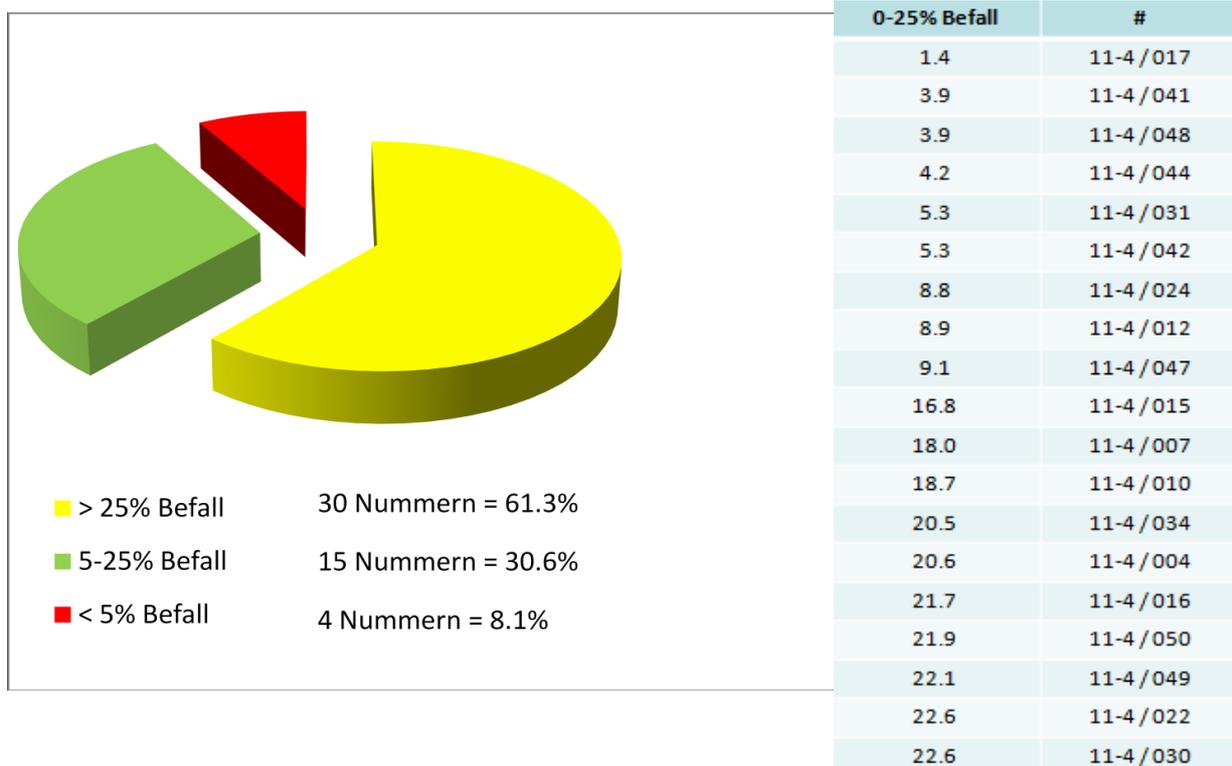


Abb.26: Testung 2012 – ,68/06' x ,58/06' (Population 11-4) Getestete Nummern: 49 (Gesamt 134 Pflanzen)  
 Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 40.0%

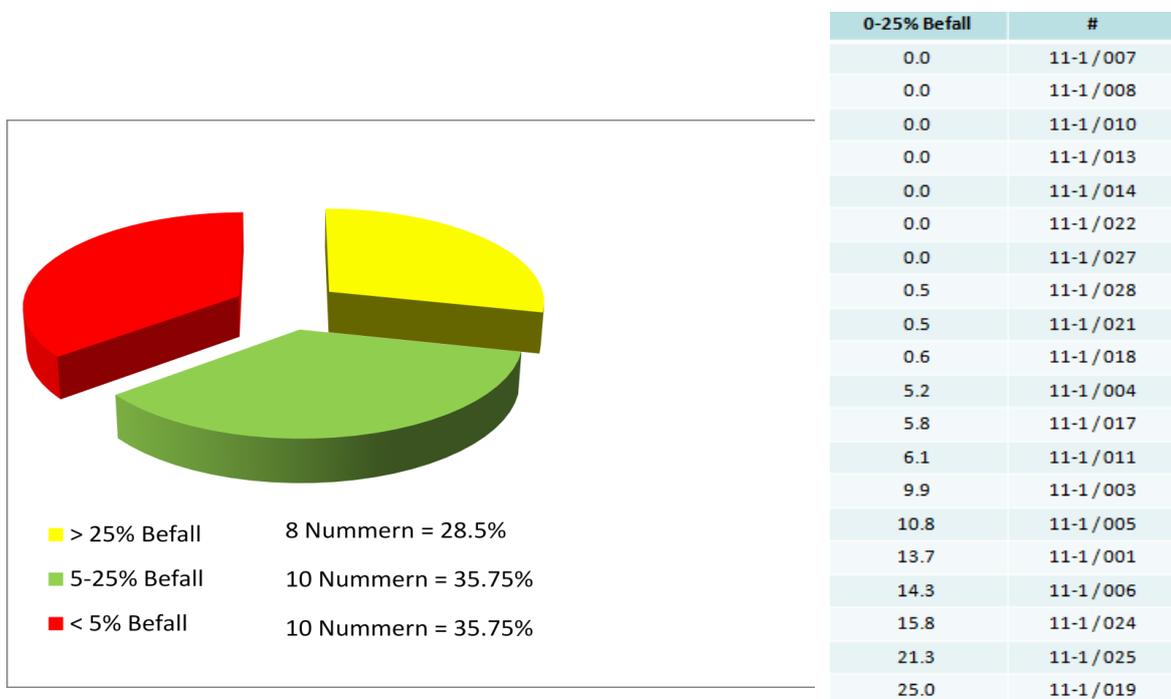


Abb.27: Testung 2012 – ,58/06' x ,ACW 13007' (Population 11-1) Getestete Nummern: 28 (Gesamt 77 Pflanzen)  
 Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 17.8%

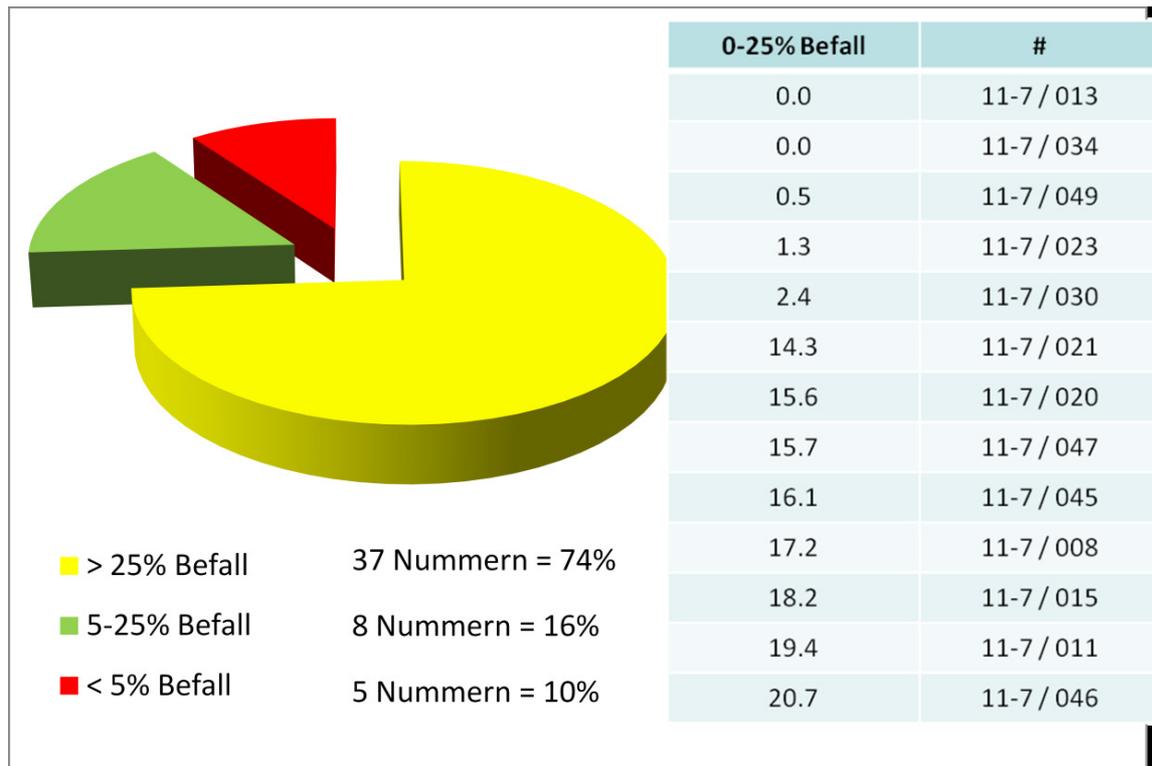


Abb.28: Testung 2012 – ‚Resi‘ x ‚68/06‘ (Population 11-7) Getestete Nummern: 50 (Gesamt 160 Pflanzen)  
 Durchschnittliche Feuerbrandanfälligkeit: 47.0%

## Diskussion der Resultate

Ohne dass es herausragende Resultate gab, wurden die Ergebnisse der letzten Jahre bestätigt:

- Kreuzungen innerhalb des Resistenzclusters haben das Potential, hohe Anteile an wenig anfälligen Genotypen zu produzieren (,Resi' x ,68/06', ,68/06' x ,58/06').
- Auch Kreuzungen wie ,58/06' x ,ACW 13007' (also Resistenzcluster x andere wenig anfällige Nummer) können sehr produktiv sein (70% unter 25% Anfälligkeit). Die sehr tiefe durchschnittliche Anfälligkeit in dieser Population deutet allerdings ev. auch auf systematische Fehlermöglichkeiten hin; hier wäre etwa ein sehr schwacher Wuchs zu erwähnen, der systematisch zu einer tiefen ,Anfälligkeit' führt.
- andere ähnlich gelagerte Populationen wie ,1/05' x ,ACW 11301' und ,58/0'6 x ,ACW 11301' zeigen aber keine entsprechend positiven Resultate und weisen vor allem keine Nuller (0% Läsion) auf. Die Schlussfolgerung, dass ev. ,ACW 11301' kein überdurchschnittlich gute Elter für Feuerbrandtoleranz ist, liegt nahe.
- Ähnliches lässt sich auch über ,ACW 11303' in der Population ,ACW 11303' x ,Resi' sagen, die wenig produktiv war. Ob dabei aber die Schuld dem einen Partner zuzuschieben ist (,ACW 11303'), oder ob es sich dabei um dynamische Wechselwirkungen handelt, ist schwer zu entscheiden. Dafür müsste man weitere Kreuzungspopulationen mit ,ACW 11303' auswerten
- Interessanter weise brachte ,ACW 11303' x ,Resi' ähnlich wenig wie die Kreuzung resistent x anfällig (,1/05' x ,119/06'). Dennoch sind auch solche Kreuzungen notwendig, wenn es darum geht, auch neue Bereiche der Apfzüchtung wie die rotfleischigen Sorten (,119/06') weniger anfällig für Feuerbrand zu machen.

Overall ergab das Programm 2012 aber doch ein ansprechendes Resultat:

12 Genotypen mit 0 Läsionen

24 Genotypen mit 0-5% Läsionslänge

130 Genotypen mit 0-25% Läsionslänge

## Weiterverwendung und Weiteretestung des Materials

Insgesamt haben wir aus dem Massenscreening heraus 130 Genotypen mit interessantem Feuerbrandtoleranzpotential selektioniert. 24 davon zeigen Läsionen von unter 5%, sind also extrem widerstandsfähig, vergleichbar mit der Standartsorte ,Rewena'. Von jedem Genotypen sind 2 Pflanzen vorhanden.

Wir werden mit diesem Material nun schon den 3. Jahrgang von wenig anfälligem, vorselektionierten Material aufpflanzen können.

Voraussichtlich wird es in Felben (TG) in einer neuen Versuchsanlage von Fruture aufgepflanzt. In dieser Versuchsanlage, die wissenschaftlich vom FiBL betreut wird, testen wir ein Set von Fruture-Sorten für verschiedene Pflanzenschutzregimes: IP, Bio und No Residue (Kombination von IP bis Blüte und nachher Bio). Innerhalb dieser Versuchsanlage haben wir einen sogenannten Screening Block, in dem wir zusätzliche Sorten für die No Residue Produktion prüfen können. Hier sind schon letztes Jahr die Genotypen aus dem ZUEFOS II-Massenscreeningprogramm von Fruture und Lubera gepflanzt worden.

## 2.4.2 Test-Obstanlagen

Wie in den letzten Jahren wurden hier bei den fortgeschrittenen Selektionen standardmässig wieder einige Daten erhoben:

- Blütezeitpunkt
- Wuchstypenbonitierung
- Anzahl Früchte (bei je 4 Messbäumen pro Selektion)
- Messung Neutrieb
- Zuckerwerte bei der Ernte und beim Auslagern
- Degustationsnotizen beim Auslagern

## 2.4.3 Sortenentwicklung/Markteinführung

### 4.1 Einführung toleranter Sorten für den Hausgartenmarkt

Auf der Basis von ZUEFOS II konnten wir bisher 3 Hausgartensorten in unserem Katalog einführen, die hochtolerant sind:

Paradis Julka®, die früheste unserer Sorten, noch deutlich im Juli reif

Paradis Katka®, Neueinführung 2013, Ende Juli, Anfang August reif, mit für eine Frühsorte extrem guter Textur  
 Malini Pronto®, der erste Säulenapfel mit hoher Feuerbrandtoleranz.

### Der früheste Dessert-Sommerapfel

**Lubera Paradis® Julka®**



feuerbrandresistent

**Form/Aussehen:** klein bis mittel, rund geformt, zunächst fein rosa, bei später Ernte bis dunkelrot gefärbt

**Textur/Festigkeit:** feinzellig, fest und saftig; behält die Festigkeit am Baum und im Lager ca. 3 Wochen

**Geschmack/Aroma:** süss bis sehr süss, Gala-Süssigkeit schon 7 Wochen vor Gala; widerspricht dem Vorurteil, dass Frühsorten sauer sind zu 100%!

**Wuchs/Gesundheit:** eher schwach wachsend, gut verzweigend, bildet auf Wurzel M9 einen kompakten kleinen Baum auf 1 m<sup>2</sup>, ca. 2 m hoch, resistent gegen Schorf, tolerant gegen Mehltau, eine der ersten feuerbrandresistenten Sorten

**Ernte/Reife/Lager:** nach Bedarf ab 20./25. Juli ernten. Äpfel bleiben auch am Baum über ca. 3 Wochen knackig und fest. Paradis Julka® versorgt also Ihre Familie über die Hochsommerwochen zuverlässig mit frischen Aromaäpfeln.

Süss	Sauer	10235	☐ 10 lt Busch	75.00
J A S O N D J J F M A		10236	☐ 10 lt Spalier	78.00
		10237	☐ 10 lt 1/2-Stamm	80.00

### Der Frühsommer-Apfel mit Gehalt...

**Lubera Paradis® Katka®**



feuerbrandresistent

**Form/Aussehen:** rund, flach gebaut, zu 50–75% rot gefärbt mit vielen auffälligen, hellen Lentizellen, die wie Sterne leuchten; teilweise sind die Lentizelle auf rundherum etwas berostet, was auch einen speziellen visuellen Effekt ergibt

**Textur/Festigkeit:** sehr fest, mittel- bis grobzigelig, sehr saftig; die Haltbarkeit ist für eine Frühsorte ausgezeichnet, bis zu 3 Wochen

**Geschmack/Aroma:** Das Aroma ist so breit, dass man Ende Juli schon meint, einen Herbst- oder Lagerapfel in der Hand zu halten, süss, und doch mit Säure und Körper hinterlegt

**Wuchs/Gesundheit:** schwach bis mittel wachsend, feuerbrandresistent sowie resistent gegen Schorf

Süss	Sauer	10250	☐ 10 lt Busch	75.00
J A S O N D J J F M A		10251	☐ 10 lt Spalier	78.00
		10252	☐ 10 lt 1/2-Stamm	80.00

### Der erste Feuerbrandtolerante

**Malini Pronto®**

**Aussehen:** rund, zur Fliege konisch, deutliche Lentizellen

**Textur/Festigkeit:** sehr fest, feinzellig, Spitzentextur

**Geschmack:** sehr süss, aromatisch, süssester früher Malini

**Wuchs:** resistent gegen Schorf, wenig anfällig für Mehltau, gegen Feuerbrand hochtolerant

**Ernte/Reife:** Frühsorte, reift auf Ende Aug., lagerfähig bis Ende Sept.

Süss	Sauer	10135	☐ 10 lt (2-jährig)	75.00
J A S O N D J J F M				

Unterdessen werden von den Frühsorten ‚Paradis Katka®‘ und ‚Paradis Julka®‘ einige tausend Pflanzen für den Erwerbsanbau vermehrt. Zielmarkt ist hier aber bisher nicht die Schweiz, sondern England und skandinavische Länder. Es ist aber klar, dass es sich um Nischenprodukte handelt.

#### 2.4.4 Kreuzungen 2011- Sämlinge 2012-Screening 2013

Grundsätzlich endete ja das ZUEFOS Programm 2011. Dank der beschränkten Verlängerung um 2 Jahre ist es uns möglich, uns weiterhin Testkapazitäten in Quedlinburg zu sichern. Es ist vorgesehen, auch 2013 ca. 2000 Pflanzen in Quedlinburg zu testen. Dabei werden einerseits neue fortgeschrittenen Selektionen aus der Züchtungspipeline getestet, andererseits sollen weiterhin ganze Populationen durchgetestet werden.

Tab.12: Dabei werden voraussichtlich folgende Populationen getestet:

Kreuzung (in Klammern: fb feuerbrandtolerant)	Hersteller Kreuzung	Anzahl Samen
ACW 13018 x 70/06	ACW/Fruture	90
01/05 x ACW 11303	ACW/Fruture	100
58/06 x ACW 11303	ACW/Fruture	100
70/06 x ACW 14959	ACW/Fruture	100
75/06 x ACW 14995	ACW/Fruture	100
121/06 x 516/10	Lubera	66

Aufgrund der letztjährigen relativ schlechten Ergebnisse von ‚ACW 11303‘ als Elter für Feuerbrandtoleranz werden wir aber ev. eine der beiden Populationen, an denen ‚ACW 11303‘ beteiligt ist, nicht testen und dafür weitere neue Selektionen aus unserem Zuchtprogramm auf Feuerbrandanfälligkeit testen.

#### 2.4.5 Kreuzungen 2012 – Samenertrag 2012

Der Samenertrag 2012 war bescheidener als in den zwei vergangenen Jahren. Dennoch werden im Frühling 2013 auch wieder Populationen ausgesät, die Potential für Feuerbrandtoleranz haben. Allerdings ist unsicher, ob hier dann (im Jahr 1 nach ZUEFOS II) auch wieder Massenscreenings durchgeführt werden können. Zusätzlich wurden auch gelagerte Samen aus einigen früheren Kreuzungen ausgesät, die Potential für Feuerbrandresistenz haben (wie frühere Resultate zeigen).

Tab.13: Übersicht Kreuzungen und Samenertrag 2012

Kreuzung (in Klammern: fb feuerbrandtolerant)	Hersteller Kreuzung	Anzahl Samen	Bemerkung
1/05 (fb) x 23/05	Lubera	349	Fb x Maloni
1/05 (fb) x Subito	Lubera	189	Fb x Malini
1/05 (fb) x Kotabaru	Lubera	447	Fb x Qualität
56/06(fb) x Lilly	Lubera	508	Fb x Maloni
70/06 (fb) x 93/06 (fb)	Lubera	500	Fb x Fb und rotfleischig

Die Bemerkungen zu den Kreuzungen zeigen auch deutlich, wie wir systematisch versuchen, die Feuerbrandtoleranz auf diverse weitere ‚Apfelfamilien‘ auszuweiten: auf Säulenbäume, auf buschig wachsende Zwergapfelbäume, auf rotfleischige Äpfel. Natürlich bleibt es auch wichtig und zentral, die Toleranz auch mit guter und besserer Fruchtqualität zu koppeln.

## 2.4.6 Ausblick 2013

Trotz reduziertem Beitrag aus dem ZUEFOS II-Projekt sollen auch 2013 die Arbeiten in den Selektionsfeldern, aber auch bei der Kreuzungsarbeit und in der Feuerbrandtestung kontinuierlich weitergeführt werden. Neben der pomologischen Testung des selektionierten resistenten Materials geht es darum, auch weitere Populationen auf ihre Produktivität für die Feuerbrandresistenz zu testen. Ebenso werden wir auch weiterhin Populationen mit dem Ziel der Verbreiterung und Übertragung der Feuerbrandresistenz herstellen.

Als ‚Neuheit‘ und Highlight für 2013 ist zu erwarten, dass wir zum ersten Mal in der 6 jährigen Versuchsdauer von ZUEFOS Fruchtselektionen im toleranten und resistenten Zuchtmaterial durchführen können, das aus den ZUEFOS-Massenscreenings resultierte. Hier ist mit den ersten schönen Erträgen im ältesten Jahrgang, der in Buchs steht, zu rechnen.

Es ist interessant, hier einmal auf den Werdegang dieses Materials hinzuweisen und damit auch die Langfristigkeit der Resistenzzüchtung zu zeigen:

Tab.14: Werdegang und Züchtungsfortschritt bei Lubera

Jahr	Werdegang, Zuchtfortschritt
2008	Kreuzungen, Samenertrag
2009	Aussaat, Schorfscreening, Kultur im 5lt Topf
2010	Produktion von Winterhandveredelungen, Feuerbrandtest in Quedlinburg, Kultur von Reservebäumen in der Baumschule in Buchs
2011	Auspflanzung der resistenten und wenig anfälligen Genotypen (jeweils 2 Pflanzen pro Genotyp) in Buchs
2012	Wachsen langsam aus der juvenilen Phase
2013	Fruchterträge und Fruchtselektion

Natürlich werden wir dann 2014 die interessantesten Fruchtselektionen gleich nochmals auf Feuerbrand testen. Die Selektion 2013 wird selbstverständlich auf die pomologische Qualität konzentriert sein (und dabei ein Hauptaugenmerk auf die Fruchtqualität legen), aber ein zweites Ziel ist es auch, breiteres Zuchtmaterial (mit verschiedensten Fruchteigenschaften und Reifezeiten) für die Weiterzüchtung zu gewinnen.

## 2.5. Pilotanlagen

Die vier Pilotanlagen an den Standorten Wädenswil (ACW), Conthey (ACW), Güttingen (ACW) und Marcelin (Agrilogie), befinden sich in drei verschiedenen Standjahren.

### Wädenswil

In Wädenswil stehen die Apfel- und die Birnbäume in den ZUEFOS Parzellen im 3. Standjahr. Mit der Blühbonitur erfasste man die Blühintensität und die Blühdauer. Im August wurde die Baumbonitur nach den Merkmalen der Prüfstufe A der ACW-Apfelzüchtung durchgeführt. Die im Herbst geernteten Früchte wurden kalibriert und entsprechend der vorgesehenen Verwendung eingelagert.

#### Blüte:

Bei den Äpfeln begann die Blüte im Frühling 2012 am 25. April (BBCH 57 – 61), erreichte die Vollblüte zwischen 30. April und 4. Mai und endete mit den letzten Nachblüten am 12. Mai. Dabei zeigten sich bei ‚ACW 15097‘ und der Sorte ‚Rubinstep‘ eine längere Blütezeit als bei den andern ZN und Sorten in der Parzelle.

Die ZN ‚ACW 15097‘ zeigte am 4. Mai 15 Bäume mit drei verschiedenen Blühstadien (BBCH 61, BBCH 65 und BBCH 69) zu etwa gleichen Teilen.

Auch die Sorte ‚Rubinstep‘ zeigte am 4. Mai 14 von 39 Bäumen bei Blühbeginn (10% Blüten BBCH 57, 30% BBCH 61) und je 12 Bäume in den Stadien BBCH 65 und BBCH 69. Am 10. Mai zeigten sich 8 Bäume mit mind. 50% Vollblüte (BBCH 61) und 31 Bäume abgeblüht (BBCH 69). Insgesamt blühte ‚Rubinstep‘ zwischen 25. April (BBCH 57) und 15. Mai (BBCH 69).

### Blühintensität Wa 64

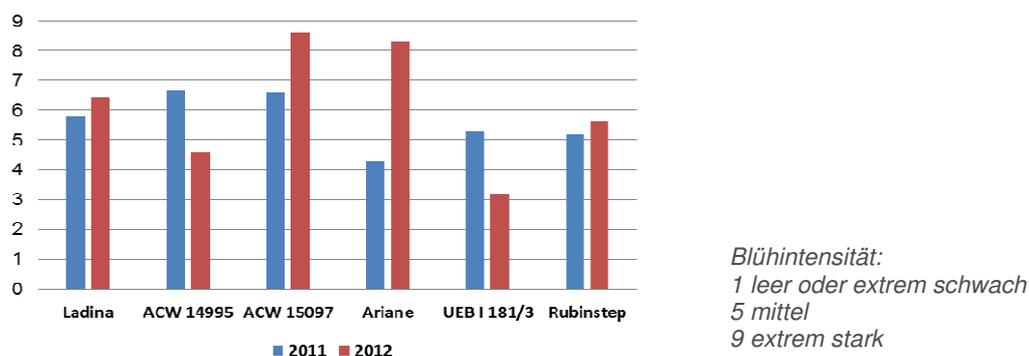


Abb.29: Blühintensität der Apfelanlage Wa 64

Die Blühzeit 2012 der Birnbäume in der ZUEFOS-Parzelle (Wa 79) begann bei den ZN ‚ACW 3897‘ und ‚ACW 3764‘ (BBCH 61) schon am 12. April. Bei ZN ‚ACW 3847‘ und den Sorten ‚Elliot‘ und ‚Conférence‘ war der Blühbeginn am 20. April. Durch die hohen Temperaturen, die Ende April herrschten, verkürzte sich die Zeit von Blühbeginn zur Vollblüte. Alle ZN und Sorten waren am 25. April in Vollblüte (BBCH 65), nur vereinzelte Bäume zeigten eine verzögerte Blüte. Dadurch war das Blühende (BBCH 69) bis auf wenige Ausnahmen bereits am 30. April zu verzeichnen.

### Blühintensität Wa 79

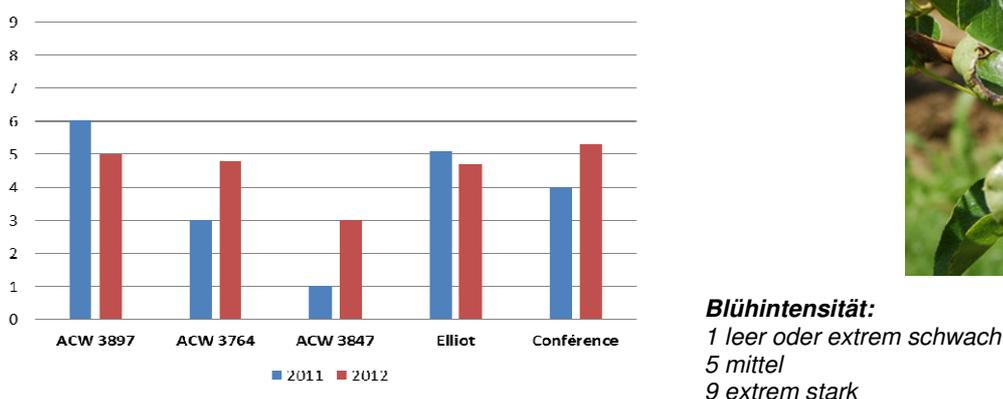


Abb.30: Blühintensität der Birnenanlage Wa 79

### Baumbonitur

In Wädenswil wurde Anfang August 2012 in den beiden ZUEFOS-Parzellen Wa 64 und Wa 79 nach Schema der Prüfstufe A eine Baumbonitur durchgeführt.

In Wa 79 war die ZN ‚ACW 3764‘ stark von Birnenpockenmilben befallen, was sich auf die Vitalität der Bäume und auf das Aussehen der Früchte auswirkte. Bei der Standardsorte ‚Conférence‘ wurden vier Bäume entfernt.

Dieses Jahr war die ACW vermehrt vom Feuerbrand betroffen. In der ZUEFOS Apfel-Parzelle war die Sorte ‚Rubinstep‘ mit zwei Bäumen befallen, die nach Vorschrift gerodet wurden.

Weiter verzeichneten wir Ausfälle bei ‚ACW 14995‘ (Baum Nr. 169), und ‚Ariane‘ (Nr. 40).

### Ernte

Die Parzelle Wa 64 konnte zum zweiten Mal geerntet werden. Die Menge und die Qualität der Früchte war bis auf eine Ausnahme zufriedenstellend. Ladina wurde am 13.9.2012 in erster Lese, am 20.9.2012 in zweiter Lese gepflückt. Bei ‚ACW 15097‘ war bei der 1. Lese am 3.9.2012 (52.5 kg) über 50% und bei der 2. Lese 10.9.2012 (146 kg) ein Viertel der Früchte stippig und konnte nicht verwendet werden. ‚ACW 14995‘ wurde am 8.10.2012 geerntet, die Waagdaten wurden nicht erfasst. Die Früchte wurden gemäss Ernteprogramm eingelagert. Ein Teil der Ernte wird für Exaktlagerversuche verwendet. Die erste Auslagerung ist für Februar 2013 vorgesehen.

**Ertrag in kg als Mittelwert pro Baum Wa 64**

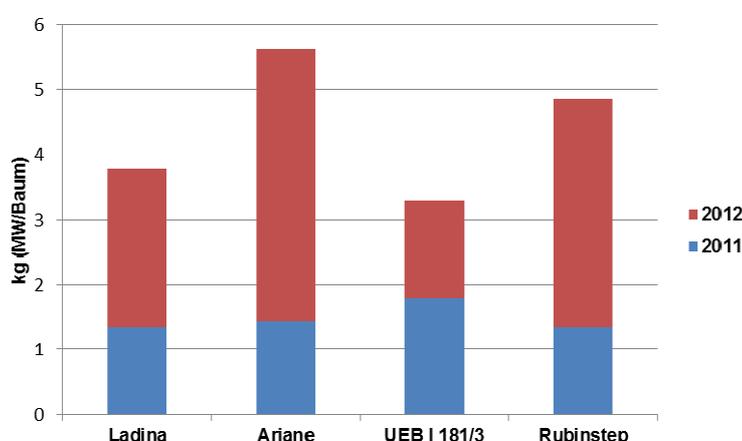


Abb.31: Erträge aus Wa 64 als Mittelwert in kg pro Baum 2011 und 2012

In der Parzelle Wa 79 konnten 2012 zum ersten Mal alle drei Zuchtnummern geerntet werden. Dabei ist die Parallele zwischen Blühintensität und Erntemenge ersichtlich. Als Erste wurde ‚ACW 3847‘ am 10.9.2012 geerntet. Für die beiden ZN ‚ACW 3764‘ und ‚ACW 3897‘ war die Pflücke am 25.9.2012. Die Standardsorte Conférence war schon am 3.9.2012 geerntet worden. Die Früchte wurden für Tastlagerversuche verwendet.

**Ertrag in kg als Mittelwert pro Baum Wa 79**

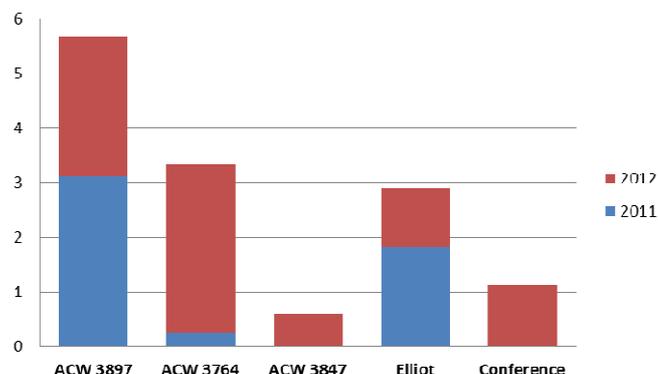


Abb.32: Erträge aus Wa 79 als Mittelwert in kg pro Baum 2011 und 2012

### Güttingen

In Güttingen stehen die Bäume im 2. Standjahr und erste Früchte konnten geerntet werden. Sie wurden hauptsächlich für Tastlagerversuche und Pimprenelle-Analysen verwendet. Die Früchte der Sorte ‚Ladina‘ wurden für besondere Anlässe reserviert.

Die Sorte ‚Ariane‘ war zu Beginn mit 100 Bäumen gepflanzt worden. Davon wurden im April 2012 50 Stück mit ‚ACW 13490‘ umveredelt. Die Veredelungen sind gut angewachsen.



Abb.33: Die Anlage Gu 53 in Güttingen mit den gut gewachsenen Veredelungen



### Conthey

In Conthey waren die Apfel- wie auch die Birnbäume 2012 im 1. Standjahr. Hier wurden im April 2012 zwei Sorten umveredelt: 30 ‚Dalinette‘ und 30 ‚UEB I 181/3‘ wurden auf die dafür gepflanzten ‚Golden Del.‘ kopfveredelt. Von den Veredelungen sind 6 ‚Dalinette‘ und 14 ‚UEB I 181/3‘ nicht gewachsen. Am 20. Juli 2012 wiederholt Rolf Blapp (ACW) mit Material aus der Parzelle die Veredelung. Leider hat die zweite Veredlung bei der Sorte ‚UEB I 181/3‘ nicht funktioniert. Diese Bäume werden im Frühjahr 2013 ganz ersetzt. Dafür bestellten wir bei Konsortium Südtiroler Baumschulen in Auer (I) 15 ‚UEB I 181/3‘ mit ZPb2 Zertifikat.

Die geernteten Früchte blieben dem Standort zur Verfügung.

Die Birnbäume sind sehr stark gewachsen, hatten aber kaum Früchte angesetzt.

Abb.34: Die Veredelung in Conthey

### Marcelin

Am Kompetenzzentrum Spezialkulturen in Marcelin (Morges, VD) befinden sich die Bäume im 1. Standjahr. Hier musste ebenfalls eine Sorte ergänzt werden. 50 ‚Ariane‘ wurden Mitte April 2012 mit der ‚ACW 13490‘ umveredelt. Im Sommer waren ausser einer Veredelung alle gut gewachsen.

In der Woche 38 (17.-21.9.12) konnten die ersten Früchte der Sorte ‚Ladina‘ geerntet werden. Ebenfalls war die Ernte für ‚ACW 15097‘ und ‚UEB I 181/3‘ in dieser Woche angesagt. ‚Ariane‘ und die ‚ACW 14995‘ wurden in der Woche 39 (24.-28.9.12) bzw. Woche 40 (1.-5.10.12) geerntet. Die Früchte der Sorte ‚Ladina‘ wurden nach Wädenswil geholt, die anderen Früchte blieben dem Standort Marcelin zur Verfügung.



Abb.35: 50 Ariane wurden mit ‚ACW 13490‘ umveredelt

## 2.6. Praxiseinführung

Für die Praxiseinführung interessant hat sich bei ACW die Sorte ‚Ladina‘ herauskristallisiert. Sie wird in Zusammenarbeit mit der Firma VariCom im Rahmen des „Forum Ladina“, (Abb.36), weiter entwickelt. Ein besonderer Anlass war der Spatenstich mit offiziellen Vertretern und der Presse am 19. November 2012. Markus Spuhler vom „Schweizer Bauer“ hat den Anlass zusammengefasst:



Abb.36: „Forum Ladina“: Simon Egger, Othmar Eicher, Urs Müller, Markus Kellerhals, Richard Hollenstein, Reto Leumann, Markus Hunkeler, Louis Suter

‚Ladina‘ heisst die neuste Apfelsorte aus dem Zuchtprogramm von Agroscope ACW. Sie soll den Kernobstproduzenten dank ihrer ausserordentlichen Robustheit gegenüber dem Feuerbrandbakterium längerfristig mehr Sicherheit geben. Am Montag wurden auf dem Obstbaubetrieb von Ruedi Obrist in Hettenschwil (AG) die ersten 300 Bäume gepflanzt. Im Winter 2012/13 wurden an sechs Standorten insgesamt 1200 Bäume gepflanzt. «Der Feuerbrand lauert bei uns in der Gegend», sagt Obrist. «Als Kernobstproduzenten lebt man in der ständigen Angst vor möglicher Infektion in den eigenen Anlagen». Da die Sorten, die gegenwärtig vom Handel gewünscht werden, grösstenteils hoch feuerbrandanfällig sind, hätte dies massive finanzielle Schäden zur Folge. «Im schlimmsten Fall, müsste man die gesamte Anlage roden, um sicher zu gehen, dass man das Bakterium wieder los ist», so Obrist. Dieses Risiko dürfte mit der neuen Sorte geringer sein.

‚Ladina‘ wies bei künstlichen Infektionen im Gewächshaus und Freiland eine um vieles tiefere Anfälligkeit bezüglich Trieb- und Blüteninfektionen auf, als die geläufige Handelssorte Gala. «Daher sollte es zu weniger Infektion kommen, und falls doch, wirkt sich diese weniger fatal aus, da man die Bäume durch Rückriss sanieren kann», erklärt Markus Kellerhals, Leiter des Apfelzüchtungsprogramms von Agroscope ACW. Er und sein Team haben ‚Ladina‘ aus einer Kreuzung der Sorten ‚Topaz‘ x ‚Fuji‘, die auf das Jahr 1999 zurückgeht, selektiert. Bei der Kreuzung von ‚Ladina‘ stand in erster Linie die Fruchtqualität im Vordergrund. Das knackige und saftige Fleisch, sowie das besondere Aroma machten die Züchtung schon früh zum Sortenkandidaten. «Bezüglich Feuerbrand ist ‚Ladina‘ sozusagen ein glücklicher Zufall», so Kellerhals. Sowohl ‚Topaz‘ als auch ‚Fuji‘ sind anfällig gegenüber Feuerbrand. Kein Zufall ist es hingegen, dass die Feuerbrandrobustheit von ‚Ladina‘ entdeckt wurde. Dank dem vom Bundesamt für Landwirtschaft BLW finanzierten Projekt «ZUEFOS» (Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten) konnte nämlich die Untersuchung interessanter Sorten beschleunigt werden. ‚Ladina‘ ist gerade mal 13 Jahre alt, was für eine Apfelsorte ziemlich jung ist. Denn bis von einer neuen Kreuzung sämtliche relevanten Eigenschaften bekannt sind, dauert es in der Regel sehr lange. Dank ZUEFOS kennt man aber bereits heute die wichtigsten Charaktereigenschaften von ‚Ladina‘. Neben der Feuerbrandrobustheit überzeugt vor allem auch die Schorfresistenz (Rvi6-Gen) und eine geringe Mehltauanfälligkeit. Deshalb ist sie geeignet für einen Anbau mit reduziertem chemischen Pflanzenschutz. Die Reifezeit liegt rundvierzehn Tage nach Gala. Beim Handel und den Konsumenten dürfte ‚Ladina‘ aufgrund der roten Deckfarbe, der ansprechenden Grösse, dem ausgewogenen Süsse-Säureverhältnis und dem speziellen fruchtigen Aroma Anklang finden. Einige letzte offene Fragen werden aber derzeit noch geklärt. «Wir tüfteln noch an den optimalen Lagerbedingungen, um ein gewisses Stippe- und Hautbräunerisiko zu vermeiden», sagt Kellerhals. Die Firma VariCom GmbH glaubt an das Zukunftspotential von ‚Ladina‘ und investiert in die Sorte. Gemeinsam mit ACW kümmert sie sich um die Markteinführung. In der Züchtungsarbeit gegen Feuerbrand ist ‚Ladina‘ aber nur der Anfang. Kellerhals und sein Team führen seit mehreren auch gezielte Kreuzungen zur Züchtung von Feuerbrandresistenz durch. Dabei kommen neben feuerbrandrobusten alten Sorten

auch äusserst widerstandsfähige Wildapfelarten wie etwa *Malus x robusta* 5 zum Einsatz. «Bis aus diesen Kreuzungen aber Sorten mit Fruchteigenschaften entstehen, die den heutigen Ansprüchen genügen, braucht es aber noch zwei bis drei Generationen an Rückkreuzungen», sagt Kellerhals.



Abb.37: ‚Ladina‘, die neueste, feuerbrandrobuste Apfelsorte von Agroscope ACW

## 2.7. Degustationen

### Degustation Fruchtwelt Bodensee, Februar 2012

Die alle 2 Jahre stattfindende internationale Fruchtmesse ‚Fruchtwelt‘ in Friedrichshafen am Bodensee bietet für die ACW eine ideale Plattform, um marktreife Züchtungen dem Publikum zu präsentieren. Im Rahmen der Ausstellung wird am ACW-Stand regelmässig eine Konsumentenbefragung durchgeführt, wo die Früchte codiert präsentiert werden (Abb. 38). Im Februar 2012 wurden die rotschaligen Äpfel der feuerbrandrobusten Sorte ‚Ladina‘ (Ernte 3.10.11), die ebenfalls feuerbrandrobuste Zuchtnummer ‚ACW 14992‘ (Ernte 17.10.11) mit der feuerbrandanfälligen Handelssorte ‚Gala‘ (Ernte 6.9.11) zum Vergleich angeboten. Die Früchte stammten aus CA-Lagerung. Die 107 Teilnehmer (32 Frauen und 75 Männer) beantworteten auch Fragen zu ihrem Alter und ob sie als Verbraucher, Erzeuger, Obsthändler oder als Berater tätig sind. Auf einer Skala von 1 (=sehr ungerne) bis 9 (=sehr gerne) beurteilten sie die drei Apfelsorten nach den Kriterien Aussehen, Geschmack und Knackigkeit. Auch der Gesamteindruck der Früchte wurde bewertet und sie wählten einen Kandidaten als Favorit.



Abb.38: Die Früchte werden zur Befragung codiert präsentiert (v.l.n.r.: ACW 14992, Ladina, Gala)

Beim Attribut Aussehen wurde Gala klar besser bewertet als ‚Ladina‘, ‚ACW 14992‘ kam auf Rang drei. ‚Ladina‘ konnte das Publikum aber am besten vom Geschmack und von der Knackigkeit überzeugen, bei diesen Eigenschaften lag ‚Gala‘ auf Rang drei. Beim Gesamteindruck wurde ‚Gala‘, knapp vor ‚Ladina‘ und ‚ACW 14992‘ bevorzugt. Als Favorit wählten 38 % der Teilnehmer ‚Ladina‘.

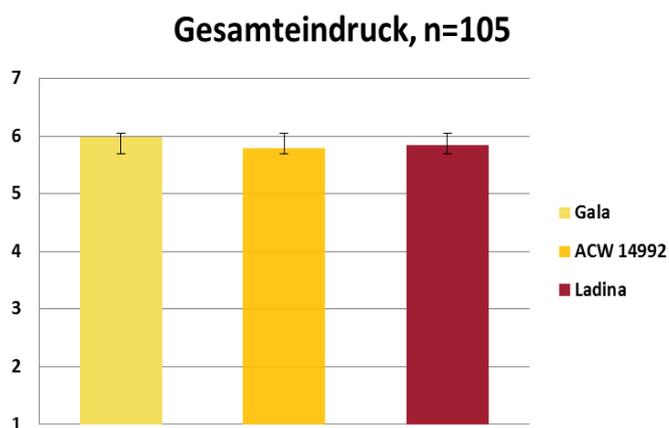


Abb.39: Bewertungen der Konsumenten zum Gesamteindruck

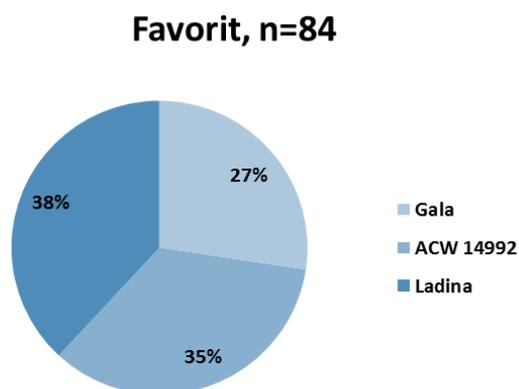


Abb.40: Als Favorit setzt sich ‚Ladina‘ durch

## Degustation am Comptoir Suisse in Lausanne, September 2012

Im September 2012 fand anlässlich des Comptoir Suisse in Lausanne eine Publikumsbefragung zu drei Apfelsorten durch die Union Fruitière Lémanique (Cyrielle Coutant) statt. Dabei wurden die zwei neuen ACW Sorten ‚CH 101 –Galiwa® und ‚Ladina‘ mit der bekannten Sorte ‚Gala‘ verglichen. 204 Teilnehmende beantworteten die Fragen: „Wie gerne haben Sie diesen Apfel?“ und „Wie gefällt Ihnen das Aussehen dieses Apfels?“. In beiden Kriterien konnte sich ‚Galiwa‘ am besten positionieren. Beim Geschmack erreichte die Sorte ‚Ladina‘ an zweiter Stelle eine gute Bewertung. Einzig beim Aussehen lag ‚Ladina‘ als Drittplatzierte minimal im Rückstand. Zu beachten ist, dass die Früchte von Ladina von Bäumen im 1. Standjahr aus der Pilotanlage in Morges stammten und dieser Konsumententest lediglich dazu diente, erste Eindrücke von Konsumentenseite einzuholen.

### Degustation Comptoir Suisse Sept. 2012 n= 204

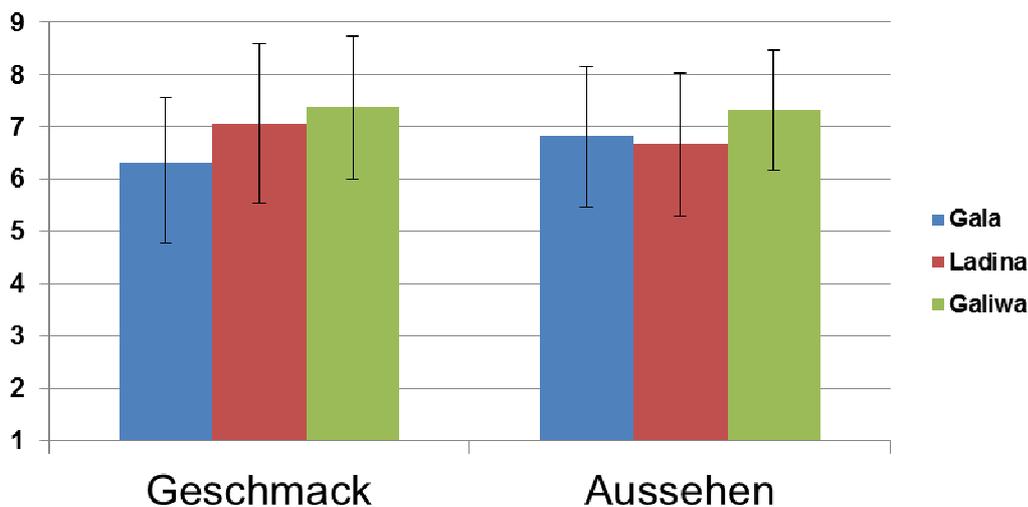


Abb.41: Das Publikum bewertete die Essqualität und das Aussehen der drei Apfelsorten

## 3. Molekulare Selektion und Genomik (WP2)

### 3.1. Molekulare Selektion

Ziel von Task 2.1 ist die Kartierung von zwei Feuerbrandresistenzen in Selektionen/Sorten mit guten Fruchteigenschaften. Die Arbeit ist eine Zusammenarbeit zwischen ZUEFOS II und dem von FP7 finanzierten EU-Projekt FruitBreedomics (siehe [www.fruitbreedomics.com](http://www.fruitbreedomics.com)). Die Abmachung sieht folgendes vor: ZUEFOS II wählt innerhalb des Pflanzenmaterials von FruitBreedomics zwei feuerbrandresistente Sorten/Selektionen aus und phänotypisiert die Feuerbrandresistenz der Genotypen und Populationen, die notwendig sind um die Resistenzen zu untersuchen und kartieren. FruitBreedomics trägt (einen Teil) des Pflanzenmaterials und die genotypischen Daten, generiert mit dem von Ihnen entwickelten Chip mit 20'000 SNP (single nucleotide polymorphism) Marker, bei. Dazu unterstützt FruitBreedomics ZUEFOS II für die Kartierung der Resistenzen per PBA (pedigree based approach; ein abstammungsbasierter Ansatz zur Kartierung).

Im Januar 2012 wurde entschieden, die Resistenz der INRA-Angers Selektion ‚X6398‘ und der amerikanischen Sorte ‚Enterprise‘ zu studieren. ‚X6398‘ zeigte in INRA Feuerbrandinokulations-Versuchen eine sehr hohe Resistenz, genau wie ‚Enterprise‘ in mehreren ACW-Versuchen. Die Stammbäume der beiden Genotypen wurden studiert sowie Genotypen und Populationen ausgewählt. Danach wurde Pflanzenmaterial (Reiser) von internationalen Partnern (Frankreich, Deutschland, England, Polen, Italien) angefragt. Schliesslich wurde die phänotypische Feuerbrandanfälligkeit der selektierten Genotypen bestimmt (Abb. 42 und 43).

Da die Population ‚X6398‘ x ‚X6683‘ im EU-Projekt HiDRAS mit 80 SSR Markern schon untersucht wurde, konnte eine erste Kartierung der Feuerbrandresistenz von ‚X6398‘ vorgenommen werden. Leider konnte kein Resistenz-QTL identifiziert werden. Da grosse Abschnitte des Apfelgenoms nicht mit SSR Markern abgedeckt sind, gibt es noch Hoffnung, dass nach der Genotypisierung der Population mit dem 20'000 SNP Chip, QTLs für Feuerbrandresistenz gefunden werden können.

Parallel zur Phänotypisierung wurde DNA von den 2012 getesteten ZUEFOS II Genotypen (mit Ausnahme der Population ‚X6398‘ x ‚X6683‘, deren DNA schon vorhanden war) extrahiert und nach Wageningen (NL) verschickt, um mit dem 20'000 SNP Chip von FruitBreedomics getestet zu werden. Wegen einer Verzögerung bei der Entwicklung des SNP Chip konnte das gesamte FruitBreedomics Pflanzenmaterial noch nicht genotypisiert werden. Der Start ist für Februar-März 2013 geplant. Zusätzlich wurde das phänotypisierte Pflanzenmaterial mit 4 SSR Markern untersucht, um die Richtigkeit der Genotypen und der Stammbäume zu überprüfen. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen.

Schliesslich wurde DNA auch aus 105 Pflanzen der Kreuzung ‚Gala‘ x ‚Enterprise‘ extrahiert. Die 105 Pflanzen wurden zusätzlich mit vier SSR-Markern getestet, um möglichen Outbreeders (Auskreuzung) zu identifizieren. Die Auswertung ist noch nicht abgeschlossen. Ein Teil dieser Population wird 2013 ebenfalls mit dem 20k SNP-Chip analysiert und im Frühjahr 2013 mit *E. amylovora* inokuliert.

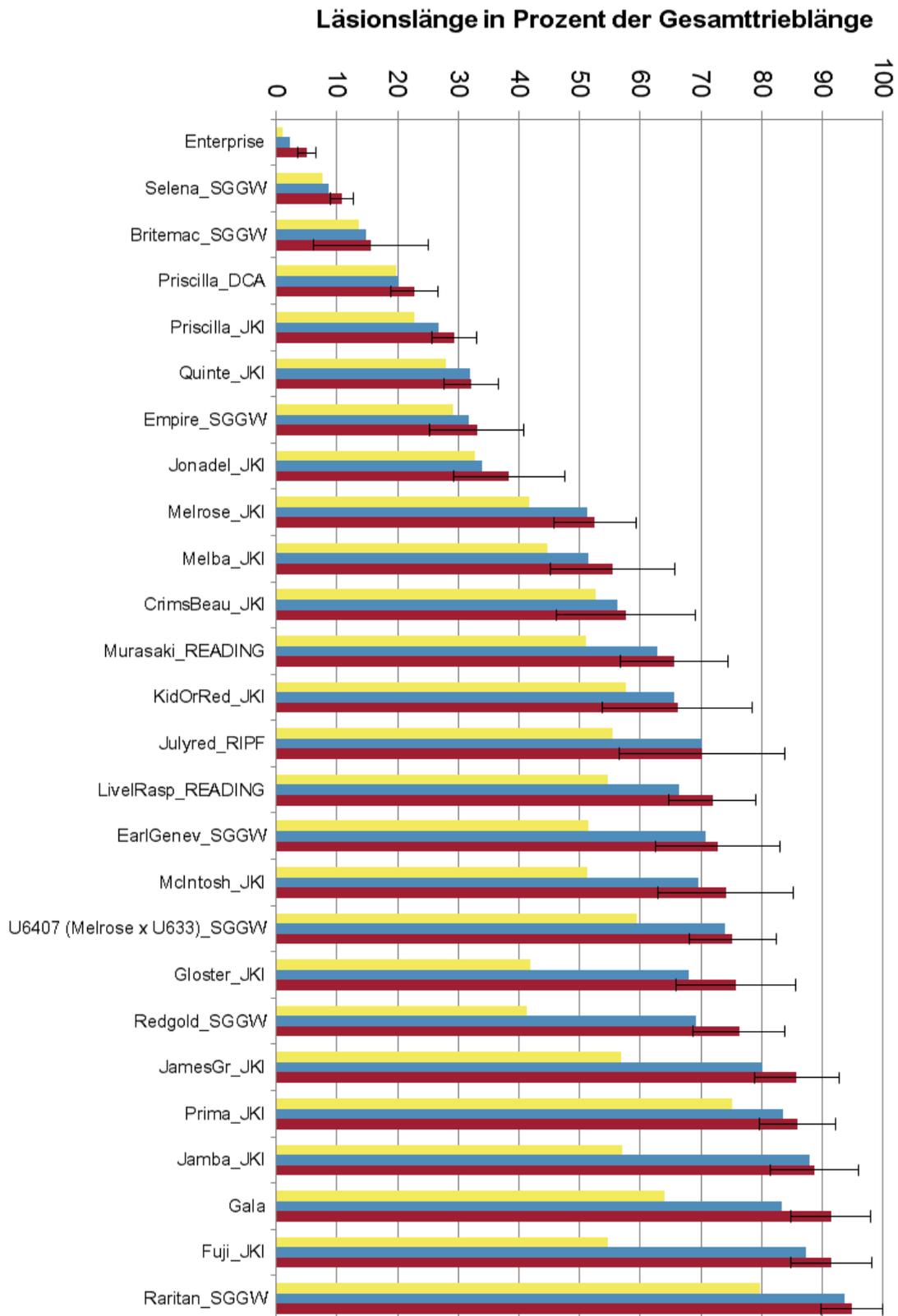


Abb.42: Prozent Läsionslänge mit Standardfehler 1 Woche (gelb), 2 Wochen (blau) und 3 Wochen (rot) nach Inokulation mit *E. amylovora* bei 26 Apfelsorten

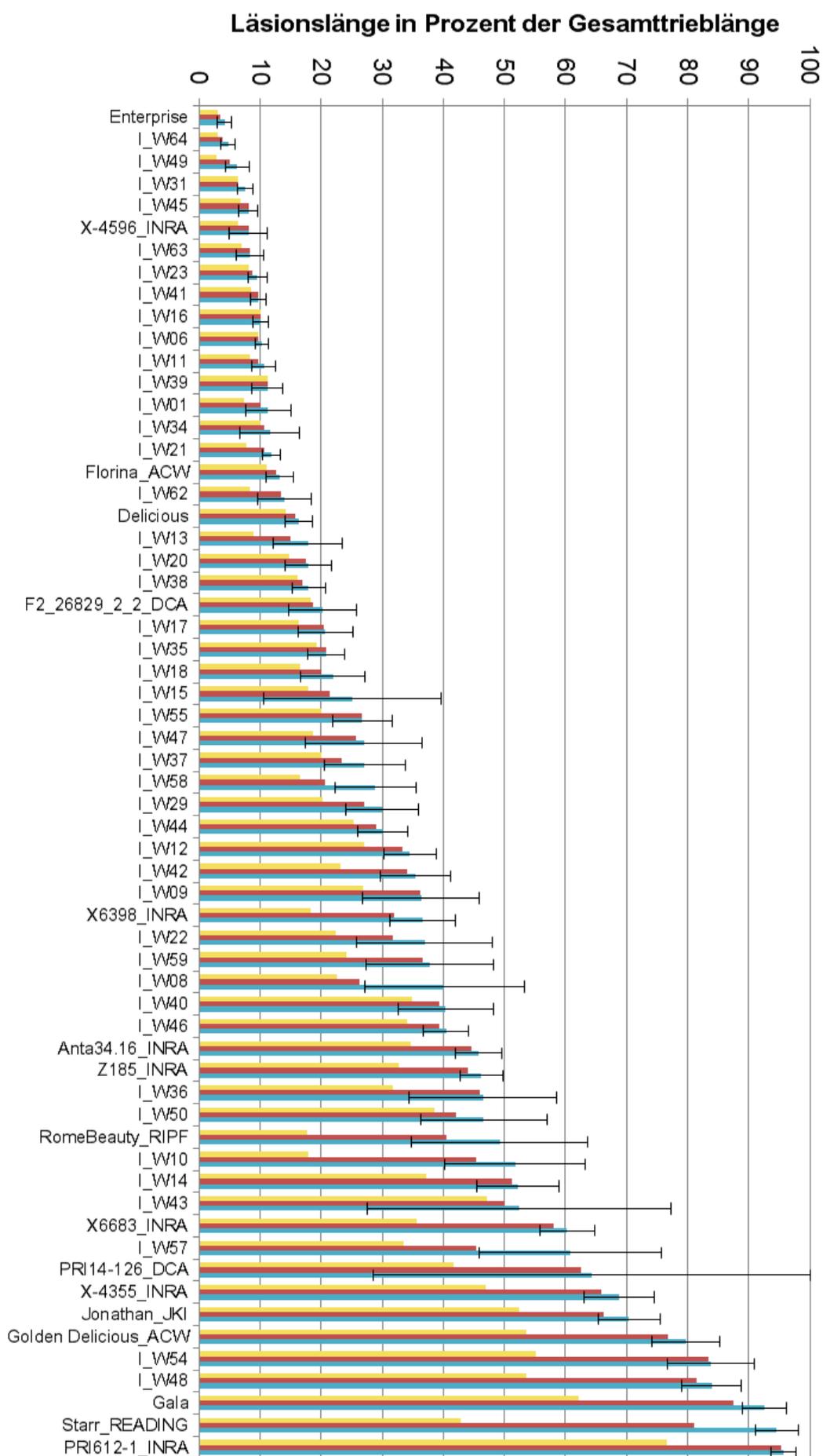


Abb.43: Prozent Läsionslänge mit Standardfehler 1 Woche (gelb), 2 Wochen (blau) und 3 Wochen (rot) nach Inokulation mit *E. amylovora* der Nachkommenschaft ,X6398' x ,X6683' (I-W Genotypen, 44 im Total) und Selektionen der Stammbäume von ,X6398' und ,X6683' (15 im Total). ,Enterprise' und ,Gala' sind die resistente und anfällige Kontrolle.

## 3.2. Feuerbrand-Resistenz von '*Malus x robusta 5*' und '*Evereste*' Kandidatengen

(T. Kost, G. Brogini, C. Gessler, ETH)

### 3.2.1. Zusammenfassung

Aus dem Feuerbrand (FB)-resistenten Wildapfel '*Malus x robusta 5*' wurde das Kandidatengen FB\_MR5 isoliert, mittels Agrobakterien im Genom FB-anfälliger 'Gala' Pflanzen integriert, vom in vitro System ins Gewächshaus überführt und anschliessend auf geeigneten Unterlagen vermehrt und veredelt. Mit dem zuletzt geplanten Experiment sollte der wissenschaftliche Nachweis, der tatsächlichen Funktionalität des FB\_MR5 Resistenzgens erbracht werden. Des Weiteren wurden zwei putative Resistenzgene vom Wildapfel '*Evereste*' getestet. Erste Resultate weisen darauf hin, dass die Feuerbrand-Resistenz der Pflanzen, durch das FB\_MR5 Gen stark erhöht wird. Der Einbau von zwei putativen '*Evereste*'-Resistenz-Genen führte jedoch nicht zu erhöhter Resistenz gegenüber Feuerbrand. Zukünftige Transkriptom-Experimente sollen dazu dienen, die durch FB\_MR5 entstehende Resistenz genauer zu verstehen und die dabei involvierten Gene zu detektieren. Eine erste Transformation zur Erzeugung von cisgenen Pflanzen der Sorte 'Gala' mit dem FB\_MR5 Resistenzgen führte bisher zu 25 wachsenden Kalli.

## Resultate

### Testen der Funktionalität von FB\_MR5

Transgene 'Gala' Pflanzen, welche das jeweilige Resistenzgen trugen, wurden nach Erreichen einer minimalen Trieblänge von 15 cm durch Schneiden von zwei juvenilen Blättern mittels einer mit Feuerbranderreger (Ea222) benetzter Schere inokuliert. Um sicher zu stellen, dass das FB\_MR5-Gen bei der Inokulation in den Pflanzen auch exprimiert wird, wurden auch Pflanzen untersucht, welche anstelle des natürlichen Promotors (wichtiger Bestandteil für die Regulierung der Gen-Expression) einen stärker exprimierenden CaMV 35S Promotor enthalten. Erste Resultate zeigen, dass das Einsetzen des Resistenzgens die Pflanze phänotypisch gegen Feuerbrand deutlich resistenter macht im Vergleich zu 'Gala'-Kontroll-Pflanzen ohne Resistenzgen. Dies wurde kontinuierlich beobachtet nach einer Zeitspanne von 14, 21 und 28 Tagen ab Inokulationsbeginn. Erstaunlicherweise wiesen sämtliche transgenen Pflanzen, unabhängig ihrer oben erwähnten Promotoren, eine ähnlich ausgeprägte Feuerbrand-Resistenz auf. Dies könnte ein Indiz sein, dass bereits die basale Expression von FB\_MR5 zu einer stark erhöhten Feuerbrand-Resistenz führt. Diese Beobachtung wird nun mittels quantitativer real time PCR (qPCR)-Expressionsanalyse und durch die Bestimmung der Anzahl der Resistenzgen-Kopien im gesamten Genom der einzelnen Pflanzen genauer untersucht.

### Testen der Funktionalität von Resistenzgen-Kandidaten aus '*Evereste*'

Parallel zu den oben erwähnten Pflanzen wurden auch Konstrukte mit den Kandidatengen 26 und 32 getestet, welche durch die Dissertation von *Gabriella Parravicini* (COST Projekt 2007) an der ETH Zürich entstanden. Das Vorgehen um die phänotypische Resistenz nachzuweisen war identisch mit der oben beschriebenen Methode, mit Ausnahme, dass zur Inokulation der Stamm CFBP1430 anstelle von Ea222 verwendet wurde. Erste Resultate weisen drauf hin, dass das alleinige Einsetzen dieser putativen Resistenzgene zu keiner Zunahme der Feuerbrand Resistenz führt im Vergleich zu 'Gala'-Kontroll-Pflanzen. Da es sich bei den hier getesteten Kandidatengen lediglich um eine kleine Auswahl von potentiellen Resistenzgenen handelt, und da die Untersuchung weiterer Resistenzgene sehr zeit- und kostenintensiv ist, wird der Fokus vorläufig mehr auf die bestätigte Feuerbrandresistenz von FB\_MR5 und deren Verständnis gelegt.

### Transformation von FB\_MR5 zur Erzeugung cisgener 'Gala'-Pflanzen

Eine erste Transformation mittels *Agrobacterium tumefaciens* für die Entwicklung cisgenetischer Apfelpflanzen mit dem FB\_MR5-Resistenzgen zeigt bereits erste Erfolge. Sie führte bislang zur Bildung von 25 Kalli aus transformierten 'Gala' Pflanzen (Abb.44).

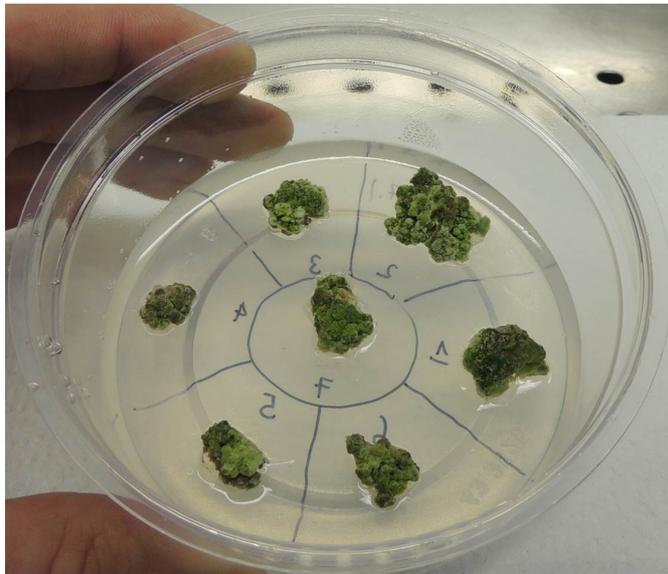


Abb.44: Auf selektivem Medium wachsende Kalli von zukünftigen, cis-genetischen Apfelpflanzen der Sorte 'Gala' mit FB\_MR5

### 3.2.2. Laufende Projekte

#### Transkriptom Analyse

Noch spannender, als die Tatsache, dass die transgenen FB\_MR5 'Gala'-Pflanzen erhöhte Feuerbrand-Resistenz aufweisen, ist die Frage nach dem Mechanismus, wie diese zustande kommt. Um die resultierende Resistenz genauer zu verstehen werden zukünftig Transkriptom-Analyse-Experimente durchgeführt. Solche sollten eine Identifikation der Gene, welche an der Resistenz beteiligt sind, ermöglichen.

#### qPCR Optimierung

Zudem wird zurzeit die qPCR-Methode zur RNA-Expressionsbestimmung optimiert, um die FB\_MR5-Expression mit mehreren Referenz-Genen zu standardisieren und dadurch aussagekräftigere und verlässlichere Daten zu erzeugen.

## 4. Generationsbeschleunigung (WP 3)

Kreuzungen zwischen Apfel-Kultursorten ermöglichen schon in der F1-Generation Nachkommen mit guter Fruchtqualität. Bei Kreuzungen zwischen Wildapfel und Kulturapfel ist die Fruchtqualität ungenügend und mindestens vier bis fünf weitere Kreuzungsgenerationen sind nötig, um den ungünstigen genetischen Ballast des Wildapfels zu vermindern. Wenn man in Betracht zieht, dass die Jugendphase beim Apfel 4-5 Jahre dauert (bis die ersten Blüten bzw. Früchte gebildet werden), sind also mindestens 20 Jahre nötig, um ein Produkt mit Resistenzeigenschaften vom Wildapfel und guter Fruchtqualität zu erzeugen. Im Rahmen von ZUEFOS wurden zwei Methoden getestet, um die Generationszeit zu verkürzen:

1. Fast Track Breeding: Klassische Methode, um das Wachstum und damit die Blütenbildung der Sämlinge im Gewächshaus zu fördern.
2. Early Flowering (Blühverfrühung): Methode basierend auf einer genetischen Modifikation, wobei das Endprodukt jedoch keine genetische Modifikation mehr enthält (Flachowsky et al. 2007).

Beide Ansätze ergaben bisher erfolgversprechende Resultate. Nach rund drei Versuchsjahren lagen bei beiden Methoden Samen der F2 Generation vor. In ZUEFOS II wurden die begonnenen Kreuzungen aus ZUEFOS weitergeführt. Die Nachkommen der letzten produzierten Generation aus ZUEFOS (F2 und F3 Nachkommen), welche den Feuerbrandresistenz-QTL des wilden Apfels ‚Evereste‘ (*Fb\_E*) bzw. *Malus x robusta* 5 (*FB\_MR5*) tragen, wurden weiter gekreuzt, um die unerwünschten Merkmale des Wildapfels (kleine Früchte, schlechte Fruchtqualität) weiter zu reduzieren.

### 4.1. Fast Track

#### Methode

Im Projekt ZUEFOS wurde eine Methode zur Verkürzung des Generationszyklus entwickelt, welche hauptsächlich auf der Optimierung der Umweltbedingungen beruht (durch nicht limitierende Mengen von Nährstoffen und Licht). Um Sämlinge mit Feuerbrandresistenz zu identifizieren, wurden Marker eingesetzt, welche mit der Feuerbrandresistenz von ‚Evereste‘ bzw. ‚*Malus x robusta* 5‘ gekoppelt sind. Behandlungen mit Prohexadione-Ca (Regalis®; Konz. 0.08%) zur Wuchshemmung führten im Gewächshaus zur erwünschten Längenreduktion der Internodien (Abb.45). Vor der künstlichen Wintersimulation (7 Wochen bei 3.5°C im Kühlraum) wurden die Pflanzen dreimal im Abstand von zwei Wochen mit Ethephon (2-Chlorethylphosphonsäure) behandelt. Diese Methode wurde auch im ZUEFOS II für neue Generationen verwendet. Im Gegensatz zur ‚Early Flowering‘-Methode kommt die Fast Track Züchtung ohne Anwendung genetischer Modifikationen aus.



Abb.45: Behandlung der F2 Nachkommen von ‚Evereste‘ (‚Topaz‘ x ‚0801/12‘ (ACW 11303 x Evereste; *Fb\_E*, *Rvi6*, *Rvi2* *ssr*); Serie 4) mit Prohexadione-Ca zur Reduktion der Internodienlänge.

#### 4.1.1. Fast Track Kreuzungen 2012

Im April 2012 wurden für Fast Track 602 Blüten bestäubt. Im Herbst konnten 121 Früchte geerntet werden, woraus 768 Samen hervorgingen. Der Pollinationsindex lag deutlich über der durchschnittlichen Erwartung von knapp 1.0 (gute Samen / bestäubte Blüten) (Tab.15). Leider mussten nach der Bestäubung zwei Bäume („Hanners Jumbo“ und „ACW 15097“) wegen Feuerbrand gerodet werden. Insgesamt 467 Samen aus vier verschiedenen Kreuzungen werden im 2013 ausgesät. Die Sämlinge werden anschliessend molekular analysiert auf das Vorhandensein der Feuerbrandresistenz *FB\_MR5* von *Malus x robusta* 5.

Tab.15: Übersicht der Fast Track Kreuzungen 2012

Kreuzungsnummer	Mutter (Resistenzmarker)	Vater (Resistenzmarker)	Anzahl bestäubte Blüten	Anzahl Früchte	Anzahl gute Samen	Anzahl schlechte Samen	Pollinationsindex (gute Samen/ best. Blüten)	Aussäen
1201	Hanners Jumbo (-)	0803_125 (FB_MR5, Rvi6, AE)	47	12	138	1	2.94	138
-	Hanners Jumbo (-)	0804_107 (FB_MR5, Rvi6)	49	-	-	-	-	-
1202	Nicogreen - Greenstar® (AE)	0804_5 (FB_MR5, Rvi6)	98	33	133	6	1.36	133
1203	Nicogreen - Greenstar® (AE)	0804_109 (FB_MR5, Rvi6)	128	66	433	8	3.38	133
-	ACW 15097 (Ariwa x ACW 6375; PI1, Rvi6, AE)	0802_168 (FB_MR5, Rvi6, Rvi4?)	94	1	1	0	0.01	0
-	ACW 15097 (Ariwa x ACW 6375; PI1, Rvi6, AE)	0802_416 (FB_MR5, Rvi6, Rvi4?)	174	-	-	-	-	-
1204	ACW 22018 = 0802/167 (FB_MR5, Rvi4?; Rekombinante)	Hanners Jumbo (-)	12	9	63	9	5.25	63
<b>Total</b>			<b>602</b>	<b>121</b>	<b>768</b>			<b>467</b>

#### Abkürzungen:

<i>Fb_E</i>	Feuerbrandresistenz von ‚Evereste‘
<i>FB_MR5</i>	Feuerbrandresistenz von <i>Malus x robusta</i> 5
<i>FBF7</i>	quantitative Feuerbrandresistenz von ‚Fiesta‘ (flankiert durch Marker AE und GE)
<i>Rvi6</i>	Schorfresistenz von <i>Malus floribunda</i> 821
<i>Rvi2</i>	Schorfresistenz von Russian Seedling
<i>Rvi4</i>	Schorfresistenz von Russian Seedling
<i>PI1</i>	Mehltauresistenz von <i>Malus robusta</i>
<i>FR</i>	Feuerbrandrobust
<i>MR</i>	Mehltauresistent
-	keine Resistenz nachgewiesen
<i>Rvi?</i>	Resistenzallel nachgewiesen, Resistenz unsicher

#### 4.1.2. Fast Track Sämlinge 2012

Im Jahr 2012 sind zu zwei verschiedenen Zeitpunkten die Serien 5 und 6 mit neuen Fast Track Sämlingen gestartet. Die Kreuzungen 2011 mit Feuerbrandresistenzen aus ‚Evereste‘ und *Malus x robusta* 5 sind in Tabelle 16 zusammengestellt. Die Samen für die Fast Track Serie 5 sind im normalen Züchtungsablauf im Herbst 2011 geerntet worden.

Die Früchte mit Samen der Fast Track Serie 6 sind im Februar 2012 geerntet worden. Früchte der Kreuzungsnachkommen 0901: ‚ACW 6707‘ (‚Maigold‘ x ‚Rubinette‘) x ‚Evereste‘ (*Fb\_E*, *Rvi6*) sowie ‚0803/111‘ (‚ACW 11303‘ x ‚DA02. 2.40‘; *FB\_MR5*, *Rvi6*, *Rvi4?*) sind bewertet und degustiert worden (Tab.17). Aufgrund der Fruchtqualität der Mutterbäume der Serie 6 sind die Samen von drei Kreuzungen 2011 stratifiziert und ausgesät sowie die restlichen Kreuzungsnachkommen eingefroren worden.

Die Aussaat der Fast Track Serie 5 erfolgte am 24.1.2012 zusammen mit dem ersten Aussaat-Termin der Apfelzüchtung. Fast Track Serie 6 wurde am 20.4.2012 ausgesät. Die Nachkommen der Serien 5 und 6 sind aufgrund der Ergebnisse der molekularen Analysen selektiert worden (Tab. 18 und 19).

Bei Serie 6 kam es wegen bei der Anzucht wegen Umfallkrankheit (Fusarien) zu grösseren Ausfällen während es bei Serie 5 zu einem späteren Zeitpunkt, bei den getopften Sämlingen, zu einigen Ausfällen kam. Die Erde im 2012 (Pro Ter+ Profi, Sondermischung mit Kompost, fenaco) unterschied sich im Vergleich zu den Vorjahren. Aufgrund der eher schlechten

Erfahrungen wird im 2013 wieder Dachgartensubstrat (Floragard, ohne Kompost) verwendet. Nach den Ethephonbehandlungen im November/Dezember 2012 erfolgte ab dem 17.12.2012 eine Winterruhe im Kühlraum.

Tab.16: Übersicht der Kreuzungen 2011 mit Feuerbrandresistenzen aus Wildäpfeln ‚Evereste‘ und *Malus x robusta* 5 und Auswahl der Nachkommen für die Fast Track Serien 5 und 6

Züchtungszyklus	Kreuzung: Mutter (Eltern; Resistenzmarker) x Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Anzahl Blüten bestäubt	Anzahl geerntete Früchte	Anzahl gute Samen	Anzahl Sämlinge Auswahl für Fast Track
<b>Feuerbrandresistenz aus ‚Evereste‘</b>					
F2 Evereste	1118: Hanners Jumbo (-) x 0801/2 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	97	23	27	14 (Serie 5)
F2 Evereste	1119: Hanners Jumbo (-) x 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	66	7	20	7 (Serie 5)
F2 Evereste	1120: 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; FB_E, Rvi6, Rvi2?, AE) x Topaz (FBF7, Rvi6)	38	22	101	18 (Serie 5)
F2 Evereste	1121: Maribelle (FBF7, Rvi2?) x 0801/2 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	136	5	18	2 (Serie 5)
F2 Evereste	1122: Maribelle (FBF7, Rvi2?) x 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	256	18	29	8 (Serie 5)
F2 Evereste	1123: Maribelle (FBF7, Rvi2?) x 0801/12 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 ssr)	130	8	36	12 (Serie 5)
F2 Evereste	1130: 0901/19 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	69	46	178 (eingefroren)	-
F2 Evereste	1131: 0901/61 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	21	10	38	5 (Serie 6)
F2 Evereste	1132: 0901/66 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	12	4	15 (eingefroren)	-
F2 Evereste	1133: 0901/83 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	52	29	146	37 (Serie 6)
F2 Evereste	1134: 0901/96 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	10	3	12 (eingefroren)	-
F2 Evereste	1135: 0901/158 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	17	2	9 (eingefroren)	-
F2 Evereste	1136: 0901/243 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	11	1	4 (eingefroren)	-
F2 Evereste	1137: 0901/244 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6) x Topaz (FBF7, Rvi6)	2	1	2	0
<b>Feuerbrandresistenz aus <i>Malus Robusta</i> 5</b>					
F3 <i>M. robusta</i> 5	1124: ACW 21983 = 0802/264 (ACW 11303 x DA02. 2.7; FB_MR5, Rvi4?) x unbekannt (fremdbestäubt im Feld; Rvi4?)	unbekannt	4	31	14 (Serie 5)
F3 <i>M. robusta</i> 5	1138: 0803/111 (ACW 11303 x DA02. 2.40; FB_MR5, Rvi6, Rvi4?) x Topaz (FBF7, Rvi6)	ca. 10-15 (2 Büschel)	10	59	15 (Serie 6)

Tab.17: Ergebnisse der Fruchtbewertung vom 23.2.2012 der Mutterbäume von Fast Track Serie 6

Genotyp	Grösse	Farbe	Festigkeit	Saftigkeit	Geschmack	Reife	Urteil	Bemerkungen
0901/19	1	50-75	6	6	2	4	1-2	sehr sauer, hölzig, adstringierend
0901/61	1-2	0	4	7	2	6	3	gelb, leicht bitter
0901/66	1	0-25	8	6	3	4	1	sehr sauer, hölzig
0901/83	2	0-25	8	7-8	3	4	2	sauer
0901/96	1	10	8	7-8	2	3	1	sauer, Fehlton (foxtton), leicht adstringierend
0901/158	1	0-5	8	7	2	3	1	sauer
0901/243	2	75-100	8	7	2	4	1	strange, säuerlich, foxtton
0901/244	1	0	7	7	2	4	2	sehr sauer
0803/111	3	75-100	8	7	7	5	6	leuchtend rot, schöner flavour, Zucker, Snackapfel

**Legende:**

Fruchtgrösse:	1 = sehr klein,	9 = sehr gross
Deckfarbe:	1 = fehlend oder Spuren,	9 = gesamte Oberfläche
Textur:	1 = sehr weich,	9 = sehr fest, zäh
Saftigkeit:	1 = sehr trocken,	9 = sehr saftig, ausgezeichnet
Geschmack:	1 = sehr schlecht,	9 = sehr gut bis ausgezeichnet, aromatisch
Selektionsurteil:	1 = unbrauchbar,	9 = sehr interessant

Tab.18: Zusammenfassung der Resultate der molekularen Analysen der Fast Track F2-Nachkommenschaften von ‚Evereste‘

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Resistenzmarker)	Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Total Analysen - unklare Ergebnisse = N		Fb_E	FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Rvi2 ssr	Rvi2 scar	Rvi2 ssr + scar	Kombinierte Resistenz
												<b>Fb_E, Rvi6</b>
<b>1118</b>	Hanners Jumbo (-)	0801/2 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	22 - 1 = 21	N	8	-	0	18	0	5	0	7
				Beob.	0.38	-	0%	86%	0%	24%	0%	33%
				Erw.	0.50%	-	0%	50%	0%	50%	0%	25%
												<b>Fb_E, Rvi6, Rvi2?</b>
<b>1119</b>	Hanners Jumbo (-)	0801/31 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	20 - 4 = 16	N	7	-	0	15	14	9	7	5
				Beob.	0.44%	-	0%	94%	88%	56%	44%	31%
				Erw.	0.50%	-	0%	50%	50%	50%	50%	13%

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Resistenzmarker)	Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Total Analysen - unklare Ergebnisse = N		Fb_E	FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Rvi2 ssr	Rvi2 scar	Rvi2 ssr + scar	Kombinierte Resistenz
												<b>Fb_E, FBF7, Rvi6</b>
<b>1120 / 1022</b>	0801/31 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	Topaz (FBF7, Rvi6)	98 - 33 = 65	N	17	17	0	52	-	-	-	3
				Beob.	26%	26%	0%	80%	-	-	-	5%
				Erw.	50%	50%	0%	50%	-	-	-	13%
												<b>Fb_E, FBF7, Rvi6, Rvi2?</b>
<b>1121</b>	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/2 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 scar, AE)	13 - 6 = 7	N	2	1	0	5	1	0	0	0
				Beob.	29%	14%	0%	71%	14%	0%	0%	0%
				Erw.	50%	50%	0%	50%	50%	75%	50%	6%
<b>1122</b>	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/31 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2?, AE)	23 - 4 = 19	N	9	3	0	9	10	4	3	0
				Beob.	47%	16%	0%	47%	53%	21%	16%	0%
				Erw.	50%	50%	0%	50%	75%	75%	75%	9%
<b>1123</b>	Maribelle (FBF7, Rvi2?)	0801/12 (ACW 11303 x Evereste; Fb_E, Rvi6, Rvi2 ssr, AE)	26 - 5 = 21	N	12	2	0	12	6	2	1	0
				Beob.	57%	10%	0%	57%	29%	10%	5%	0%
				Erw.	50%	50%	0%	50%	75%	50%	50%	6%
												<b>Fb_E, FBF7, Rvi6Rvi6</b>
<b>1131</b>	0901/61 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6)	Topaz (FBF7, Rvi6)	23 - 0 = 23	N	12	10	4	18	-	-	-	1
				Beob.	52%	43%	17%	78%	-	-	-	4%

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Resistenzmarker)	Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Total Analysen - unklare Ergebnisse = N										Kombinierte Resistenz
				Erw.	Fb_E	FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Rvi2 ssr	Rvi2 scar	Rvi2 ssr + scar	6%	
<b>1133</b>	0901/83 (ACW 6707 x Evereste; Fb_E, Rvi6)	Topaz (FBF7, Rvi6)	41 - 2 = 39	N	50%	50%	25%	75%	-	-	-	6%	
				Beob.	46%	49%	26%	82%	-	-	-	3%	
				Erw.	50%	50%	25%	75%	-	-	-	6%	

Tab.19: Zusammenfassung der Resultate der molekularen Analysen der Fast Track F3-Nachkommenschaften von Malus x robusta 5

Kreuzungsnummer	Mutter (Eltern; Resistenzmarker)	Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Total Analysen - unklare Ergebnisse = N									Kombinierte Resistenz
				Erw.	FB_MR5	FBF7	Rvi6Rvi6	Rvi6	Rvi4Rvi4	Rvi4	FB_MR5, Rvi4Rvi4?	
<b>1124</b>	ACW 21983 (ACW 11303 x DA02. 2.7; FB_MR5, Rvi4?)	unbekannt (fremdbestäubt im Feld; Vh4?)	27 - 1 = 26	N	16	-	-	-	12	24	7	
				Beob.	62%	-	-	-	46%	88%	27%	
				Erw.	50%	-	-	-	25%	75%	13%	
											<b>FB_MR5, FBF7, Rvi6Rvi, Rvi4?</b>	
<b>1138</b>	0803/111 (ACW 11303 x DA02. 2.40; FB_MR5, Rvi6, Rvi4?)	Topaz (FBF7, Rvi6)	21 - 1 = 20	N	9	11	3	12	-	9	0	
				Beob.	45%	55%	15%	60%	-	45%	0%	
				Erw.	50%	50%	25%	75%	-	50%	3%	

## Übersicht Fast Track Haus 5.2

Kreuzungsnachkommen 1022: ‚0801/31‘ (‚ACW 11303‘ x ‚Evereste‘; *Fb\_E*, *Rvi6*, *Rvi2?*, *AE*) x ‚Topaz‘ (*FBF7*, *Rvi6*) wurden aufgrund nachträglicher Markeranalysen (negativ für *Fb\_E*) entsorgt.

Kreuzungsnachkommen 1131: ‚0901/61‘ (‚ACW 6707‘ x ‚Evereste‘; *Fb\_E*, *Rvi6*) x ‚Topaz‘ (*FBF7*, *Rvi6*) wurden trotz der schlechten Resultate von ‚0901/61‘ in der Feuerbrand-Triebtestung zur Überprüfung allfälliger weiterer Fragestellungen bezüglich der *Fb\_E*-Resistenz behalten.

Die Pflanzen wurden im 2012 entsprechend der bisherigen Methodik monatlich mit Prohexadione-Ca und vor der Winterruhe mit Ethephon behandelt. Die Winterruhe für die Pflanzen der Kreuzung 1003 erfolgte von Ende Oktober bis Mitte November 2012 und für die weiteren Pflanzen direkt im Anschluss bis Anfang Februar 2013. Die Pflanzen im Fast Track sind in Tabelle 20 aufgeführt (Stand Dez. 2012).

Tab.20: Übersicht der Pflanzen im Fast Track (Stand Dez. 2012)

Züchtungszyklus	Kreuzung: Mutter (Eltern; Resistenzmarker) x Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Pflanzen im Fast Track (Stand Dez. 2012)	Mit FB- Resistenz	Ohne FB- Resistenz
<b>Feuerbrandresistenz aus ‚Evereste‘</b>				
F2 Evereste	1003: Topaz ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi6</i> ) x 0801/12 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2</i> <i>ssr</i> , <i>AE</i> )	49	36	13
F2 Evereste	1118: Hanners Jumbo (-) x 0801/2 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2</i> <i>scar</i> , <i>AE</i> )	6	2	4
F2 Evereste	1119: Hanners Jumbo (-) x 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2?</i> , <i>AE</i> )	4	4	0
F2 Evereste	1120: 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2?</i> , <i>AE</i> ) x Topaz ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi6</i> )	8	8	0
F2 Evereste	1121: Maribelle ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi2?</i> ) x 0801/2 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2</i> <i>scar</i> , <i>AE</i> )	1	1	0
F2 Evereste	1122: Maribelle ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi2?</i> ) x 0801/31 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2?</i> , <i>AE</i> )	3	3	0
F2 Evereste	1123: Maribelle ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi2?</i> ) x 0801/12 (ACW 11303 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi2</i> <i>ssr</i> , <i>AE</i> )	4	4	0
F2 Evereste	1131: 0901/61 (ACW 6707 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> ) x Topaz ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi6</i> )	5	5	0
F2 Evereste	1133: 0901/83 (ACW 6707 x Evereste; <i>Fb_E</i> , <i>Rvi6</i> ) x Topaz ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi6</i> )	36	17	19
<b>Feuerbrandresistenz aus <i>Malus x robusta</i> 5</b>				
F3 <i>M. x robusta</i> 5	1124: ACW 21983 (ACW 11303 x DA02. 2.7; <i>FB_MR5</i> , <i>Rvi4?</i> ) x unbekannt (fremdbestäubt im Feld; <i>Rvi4?</i> )	10	10	0
F3 <i>M. x robusta</i> 5	1138: 0803/111 (ACW 11303 x DA02. 2.40; <i>FB_MR5</i> , <i>Rvi6</i> , <i>Rvi4?</i> ) x Topaz ( <i>FBF7</i> , <i>Rvi6</i> )	15	7	8

### F2 ‚Evereste‘ Nachkommen blühen mit 25 Monaten (Serie 4)

Die Samen der Kreuzung der zweiten ‚Evereste‘-Generation 1003: ‚Topaz‘ (*FBF7*, *Rvi6*) x ‚0801/12‘ (‚ACW 11303‘ x ‚Evereste‘; *Fb\_E*, *Rvi6*, *Rvi2* *ssr*, *AE*) sind nach der Stratifikation am 10.1.2011 ausgesät worden. Die Anzucht und Prohexadione-Ca Behandlungen verliefen nach der beschriebenen Methodik. Ethephon wurde im 2011 bei einer Kontrollgruppe ausgesetzt und im 2012 bei allen Pflanzen angewendet. Es folgten zwei siebenwöchige Winterruhen von Dez. 2011 bis Jan. 2012 und Okt. bis Nov. 2012. Nach der ersten Winterruhe massen die Pflanzen im Mittel 121.3 cm ( $\pm$  26.4) bei 87.4 ( $\pm$  16.0) Nodien. Nach der zweiten Winterruhe erreichten sie im Mittel eine Höhe von 166.8 cm ( $\pm$  36.8) bei 109.7 ( $\pm$  19.5) Nodien. Ende Dezember 2012, nach der zweiten Winterruhe, zeigten sich bei den F2 ‚Evereste‘ Pflanzen die ersten Blütenknospen 25 Monate nach der Aussaat (Abb.46). Von allen Feuerbrand-Resistenzträgern wird Pollen gesammelt und die Blüten werden mit ‚Hanners Jumbo‘ bzw. ‚Nicogreen - Greenstar®‘ bestäubt. Die daraus entstehenden Kreuzungsfrüchte werden die Samen der F3 Generation von ‚Evereste‘ tragen, die im 2013 selektiert werden können.



Abb.46: Blüten bei ‚1003/37‘, der F2 Generation von ‚Evereste‘ (‚Topaz‘ (FBF7, Rvi6) x 0801/12‘ (F1 ‚Evereste‘; Fb\_E, Rvi6, Rvi2 ssr, AE)).

### Fast Track Pflanzen in Genreserve und Stufe 1

Die Pflanzen der Fast Track Kreuzungen von 2008 und 2009 (Serien 2 und 3) wurden entsorgt. Resistenzträger der Kreuzung 0801: ‚ACW 11303‘ (‚ACW 6104‘ x ‚Rewena‘; Rvi6, ~~Rvi4~~, Rvi2 scar, AE, FR, MR) x ‚Evereste‘ (Fb\_E, Rvi6) sowie Vorfahren der aktuellen Fast Track Generation wurden in der Genreserve gesichert bzw. sind in Auftrag gegeben worden (Tab.21). Einige Nachkommen der Kreuzungen von 2008 wurden nicht ins Fast Track Programm aufgenommen und stehen in der Stufe 1 der ACW-Äpfelzüchtung (Tab.22).

Tab.21: Übersicht der Pflanzen mit Feuerbrandresistenzen aus Wildäpfeln ‚Evereste‘ und *Malus x robusta* 5 in der Genreserve

Züchtungszyklus	Sämlingsnummer	Mutter (Eltern; Resistenzmarker) x Vater (Eltern; Resistenzmarker)	Bemerkungen
F1 Evereste	0801/2	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 323
F1 Evereste	0801/5	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 317
F1 Evereste	0801/6	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 326
F1 Evereste	0801/12	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 327
F1 Evereste	0801/13	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 322
F1 Evereste	0801/20	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 320
F1 Evereste	0801/21	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 324
F1 Evereste	0801/26	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 328
F1 Evereste	0801/31	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 318
F1 Evereste	0801/33	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 319
F1 Evereste	0801/35	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	Parzelle 11, Baum 321
F2 <i>M. x robusta</i> 5	0802/168	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x DA02. 2.7 (Idared x MR5; FB_MR5)	in Auftrag gegeben
F2 <i>M. x robusta</i> 5	0803/111	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x DA02. 2.40 (Idared x MR5; FB_MR5)	in Auftrag gegeben
F2 <i>M. x robusta</i> 5	0803/125	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x DA02. 2.40 (Idared x MR5; FB_MR5)	in Auftrag gegeben
F2 <i>M. x robusta</i> 5	0804/5	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x DA02. 1.27 (Idared x MR5; FB_MR5)	in Auftrag gegeben
F2 <i>M. x robusta</i> 5	0804/109	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, <del>Rvi4</del> , Rvi2 scar, AE, FR, MR) x DA02. 1.27 (Idared x MR5; FB_MR5)	in Auftrag gegeben
F1 Evereste	0901/83	ACW 6707 (Maigold x RubINETTE; -) x Evereste (Fb_E, Rvi6)	in Auftrag gegeben

Tab.22: Übersicht der Pflanzen mit Feuerbrandresistenzen aus ‚Evereste‘ und ‚Malus x robusta 5‘ in Stufe 1 Wa 84 und Parzelle 11

Kreuzungsnummer	Mutter (Resistenzmarker)	Vater (Resistenzmarker)	Standort	Anzahl in Stufe 1	Zuchtnummern	1. Standjahr	Ø Mehltaubefall	Ø Baumselektionsurteil	Anzahl mit Früchten	Fruchtgewicht in g/Baum	Ø Fruchtgewicht in g	Fruchtbewertung Anzahl x Urteil
0801	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	Evereste (Fb_E, Rvi6)	Wa 84, Reihe 17 (n=1); Wa 11, 317 - 328 (n=11)	12	21771	2011	4; N.B.	4; n.B.	0; 4	199	34	4 x 1
0802	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	DA02. 2.7 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 16	115	21970 - 22084	2011	1.4	4.5	62	411	50.7	11 x 3 51 x 1
			Wa 84, Reihe 16	6	22142 - 22147	2012	1	4				
0803	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	DA02. 2.40 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 21	41	20940 - 20980	2011	1.3	4.9	25	468	52.4	3 x 3 24 x 1
			Wa 84, Reihe 16	4	22148 - 22151	2012	1	5	2	323	38	2 x 1
0804	ACW 11303 (ACW 6104 x Rewena; Rvi6, Rvi2 scar, Rvi4, AE, FR, MR)	DA02. 1.27 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 21	27	20981 - 21007	2011	2.9	4.6	20	436	37.4	1 x 3 19 x 1
			Wa 84, Reihe 16	2	22152 - 22153	2012	5	5.5	1	300	33	1 x 1
0805	La Flamboyante - Mairac®	DA02. 2.7 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 16	20	22156 - 22182; 22162 - 22168 gerodet wegen FB	2012	3	4.8	13	270	50.6	13 x 1
0806	La Flamboyante - Mairac®	DA02. 1.27 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 15-16	35	22154, 22183 - 22216	2012	5.2	4.6	18	346	36.3	4 x 3 14 x 1
0807	La Flamboyante - Mairac®	DA02. 2.40 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 15-16	29	22155, 22217 - 22244	2012	2.6	4.4	7	332	55.3	1 x 3 6 x 1
0808	unbekannte Mutter	DA02. 2.7 (Idared x MR5; FB_MR5)	Wa 84, Reihe 17	4	21794 - 21797	2011	3	5	2	715	47	1 x 3 1 x 1

### Ausblick 2013

Im Frühjahr 2013 werden die Früchte auf den ‚Evereste‘ F2 Mutterbäumen (1003: ‚Topaz‘ (FBF7, Rvi6) x ‚0801/12‘ (ACW 11303‘ x ‚Evereste‘; Fb\_E, Rvi6, Rvi2 ssr, AE) heranreifen. Aus den Samen werden Pflanzen der dritten ‚Evereste‘- Generation heranwachsen und mit molekularen Markern selektiert werden können (Milestone). Falls genügend ‚Evereste‘ F2 Pflanzen Blüten tragen, würde ein „genome wide scan“ mit den resistenten Nachkommen durchgeführt werden können, um festzustellen, welche Nachkommen den geringsten Anteil Wildgenom aufweisen. Die Samen der Kreuzungen 2012 werden anfangs 2013 ausgesät, anschliessend molekular analysiert, selektiert und angezogen. Auch die Sämlinge 2012 werden nach der ersten Winterruhe im 2013 weiter heranwachsen.



Abb.47: aus der Kreuzung 0802 die ZN 21983



Abb.48: aus der Kreuzung 0806 die ZN 22186



Abb.49: aus der Kreuzung 0808 die ZN 21797



Abb.50: aus der Kreuzung 0802 die ZN 22025

## 4.2. Fortschritt Blühverfrühung 2012

Ziel von Task 3.2 ist die Produktion der F3 (i.e. BC'2) und möglicherweise der F4 (i.e. BC'3) Generation. Von der BC'1 Generation konnten Ende 2011 insgesamt 83 Samen der BC'2 Generation gewonnen werden. Nach der Stratifikation im Frühjahr 2012 entwickelten sich daraus 72 Sämlinge von denen wiederum 13 die gesuchte Kombination des Birkengens (BpMADS4) und des Feuerbrandresistenz QTLs (*Fb\_E*) tragen. Auf einen genome wide scan der 13 BC'2 Selektionen wurde verzichtet, da es möglich war, alle 13 Pflanzen im Quarantäne Gewächshaus von Agroscope zu züchten. Im Durchschnitt brauchten die BC'2 Pflanzen von der Aussaat bis zur ersten Blüte 21 Wochen (Tab.23). Die diesjährige (Pseudo)Rückkreuzung wurde mit ‚Granny Smith‘ durchgeführt. Hierbei ergab die Kreuzung ‚Granny Smith‘ x ‚BC'2s‘ keine Äpfel. Im umgekehrten Falle (‚Granny Smith‘ als Pollenspender) ‚BC'2s‘ x ‚Granny Smith‘ konnten insgesamt 45 Äpfel gewonnen werden. Anfang 2013 wurden alle 111 Samen stratifiziert. Die Aussaat ist für Anfang März 2013 geplant.

Im Herbst 2012 wurde ein Feuerbrandtest durch Inokulation zur Überprüfung der Resistenz der 13 BC'2 Selektionen durchgeführt. Die beste Resistenz hatte hierbei BC'2\_2 und die schlechteste BC'2\_32 (Abb.51). Durchschnittlich betrug die Läsionslänge nach 3 Wochen ca. 34%. Einige Genotypen dieses Testes werden 2013 nochmals geprüft, um das Ergebnis zu bestätigen. Durch die Wuchseigenschaften der Blühverfrühung-Pflanzen ist es oft sehr schwierig, einheitliches Pflanzenmaterial zu erzeugen. Erstaunlich ist die grosse Variabilität der Feuerbrandresistenz innerhalb der 13 Selektionen, die alle den ‚Evereste‘ *Fb\_E*-QTL tragen. Erfreulich ist, dass aus der BC'2\_2 Selektion, die eine Resistenz auf dem Niveau von ‚Evereste‘ zeigte, 28 BC'3 Samen gewonnen wurden. Weniger erfreulich ist, dass 40 der 111 BC'3 Samen aus BC'2\_32, der Selektion, welche am wenigsten Feuerbrandresistenz zeigte, stammen. Jedoch wurden auch schon Nachkommen mit höherer Feuerbrandresistenz als die der eignen Eltern beobachtet. Dies zeigt, dass die Genetik der *Fb\_E* Resistenz noch nicht hundertprozentig verstanden ist, aber auch, dass aus genügend grossen Nachkommenschaften Selektionen mit guter Feuerbrandresistenz, basierend auf *Fb\_E*, gefunden werden können.

Tab.23: Statistik der Produktion der BC'3 Generation und deren Pedigree

Pollen	Sämlinge BC'2	Kreuzung BC'2	Sämlinge BC'1	Kreuzung BC'1	Zeit von Aussaat bis erste Blüte (Wochen)	Anzahl bestäubte Blüten	Anzahl Früchte	Anzahl Samen	
Granny Smith	BC'2_2	Royal Gala x BC'1_7	BC'1_7	Maloni Sally® x TxE_F1_74	25	7	4	28	
	BC'2_19				22	16	3	5	
	BC'2_20				22	10	6	3	
	BC'2_21				18	7	1	3	
	BC'2_62	Royal Gala x BC'1_75	BC'1_75	'Topaz' x TxE_F1_74	19	12	7	0	
	BC'2_32	Royal Gala x BC'1_19	BC'1_19	'Topaz' x TxE_F1_81	17	15	10	40	
	BC'2_45				22	10	3	8	
	BC'2_63	Royal Gala x BC'1_85	BC'1_85		22	15	4	0	
	BC'2_64				24	16	1?	0	
	BC'2_65				21	8	3	21	
	BC'2_70	Royal Gala x BC'1_96	BC'1_96		19	7	0	0	
	BC'2_59	Royal Gala x BC'1_81	BC'1_81		23	6	2	1	
	BC'2_48	Royal Gala x BC'1_21	BC'1_21		18	12	1	2	
					<b>TOTAL Samen BC'3 Generation</b>	20.9			111

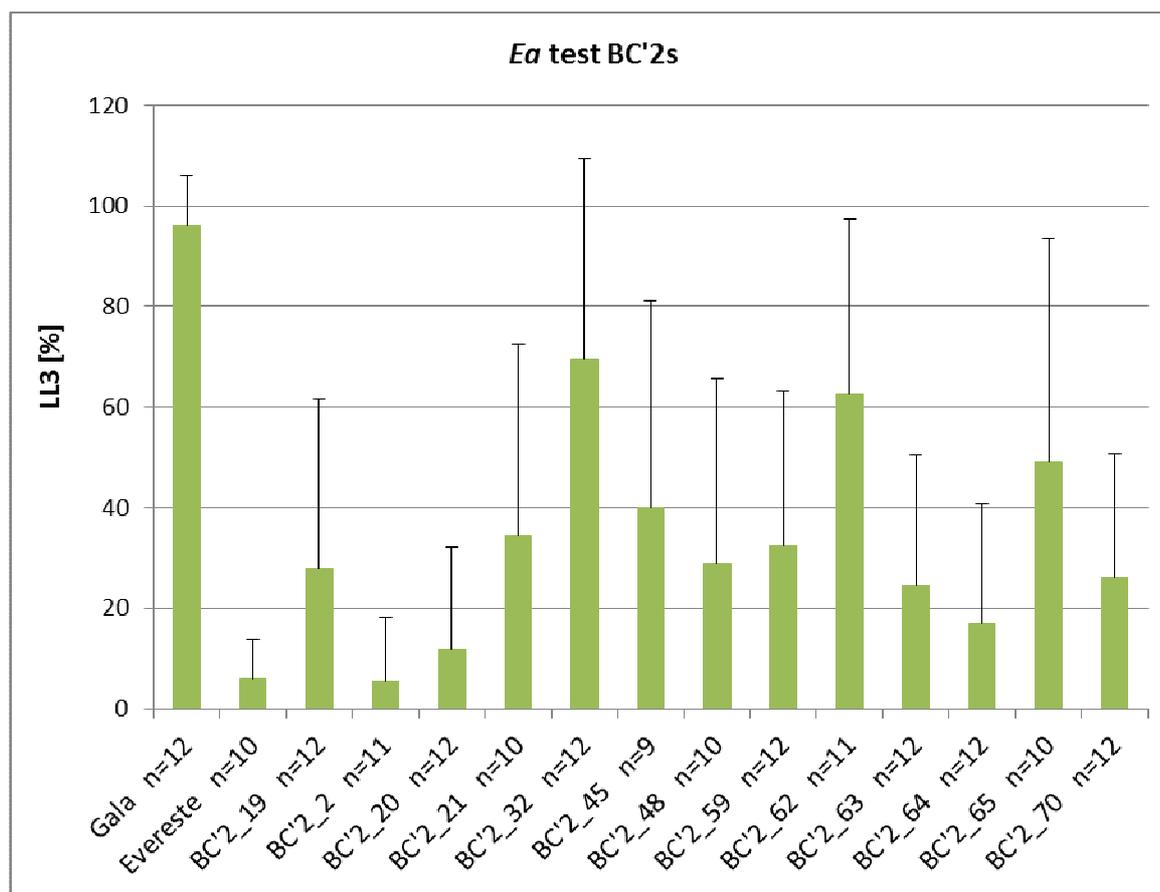


Abb.51: Prozent Läsionslänge 3 Wochen nach Inokulation mit *E. amylovora* der 13 BC'2 Selektionen mit *BpMADS4* und Feuerbrand Resistenz QTL von Evereste (*Fb\_E*).

## 5. Publikationen und Literatur

- Baumgartner I.O., Leumann L.R., Frey J.E., Joos M., Voegelé R.T., Kellerhals M., 2012. Breeding apples to withstand infection pressure by fire blight and other diseases. Proc. of the 15<sup>th</sup> International Conference on Organic fruit – Growing, 20.-22.2.12, Hohenheim, Germany, Foeko, Weinsberg (D), 14-21.
- Fahrenttrapp J, Broggini GAL, Kellerhals M, Peil A, Richter K, Malnoy M, Gessler C. 2012. A candidate gene for Fire Blight resistance in *Malus x robusta*5 is coding for a CC-NBS-LRR. Tree Genetics and Genome. doi 10.1007/s11295-012-0550-3.
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Christen D., Patocchi A., LeRoux P.M. Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrenttrapp J., Broggini G., Gessler C., 2012. Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten. Schweiz. Z. Obst- und Weinbau 14, 12-15.
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Patocchi A., LeRoux P.M. , Egger S., Christen D., Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrenttrapp J., Broggini G., Gessler C., 2012. Sélection de variétés de fruits tolérantes au feu bactérien. Revue suisse Vitic, Arboric, Hortic. 44(&), 350-356.
- Kellerhals M., Baumgartner I., Leumann L., Lussi L., Christen D., Patocchi A., LeRoux P.M. , Egger S., Leumann R., Kobelt M., Weber M., Fahrenttrapp J., Broggini G., Gessler C., Scheer C., 2012. Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten. Obstbau 10, 530-532.
- Leumann L, Baumgartner I., Lussi L., Frey L., Nölly M., Kellerhals M., Weber, M., 2013. Ladina, die neue feuerbrandrobuste Apfelsorte. SZOW 149 (1), 10-13.
- Le Roux P.M.F., Christen D., Duffy B., Tartarini S., Dondini L., Yamamoto T., Nishitani C., Terakami S., Lespinasse Y., Kellerhals M., Frey J.E. and Patocchi A., 2012. Redefinition of the map position and validation of a major quantitative trait locus for fire blight resistance of the pear cultivar “Harrow Sweet” (*Pyrus communis* L.). Plant Breeding, doi:10.1111/j.1439-0523.2012.02000.x
- Perren S., Egger S., Kellerhals M., 2012. Mit robusten Sorten dem Feuerbrand trotzen. Landfreund 11, 2-5.

## 6. Dank

Wir bedanken uns bei allen Beteiligten für die gute Zusammenarbeit. Dr. Danilo Christen, ACW danken wir speziell für die Zusammenarbeit im Bereich der Birnen. Den Verantwortlichen und Betriebsleitern der Pilotversuche ein besonderer Dank für die Zusammenarbeit und die Betreuung der Versuche. Ein spezieller Dank geht auch an Dr. Klaus Richter, JKI Quedlinburg, Dr. Andreas Peil, JKI Dresden-Pillnitz, Prof. Ralf Vögele, Universität Hohenheim sowie an Dr. Christian Scheer, KOB Bavendorf für die gute Zusammenarbeit.

Dem Obstbauteam und dem Gemüsebauteam ACW in Wädenswil ein Dank für die grosse Mithilfe zur Baumherstellung und Betreuung unserer Versuche mit Kompetenz und Engagement.

Dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) und den weiteren Geldgebern, insbesondere dem Schweizer Obstverband (SOV) danken wir für die Finanzierung und Unterstützung des Projektes ZUEFOS.