



# Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrand- management – Alternativen zu Streptomycin?

Fachlicher Zwischenbericht 2013

**Autoren**

Sarah Perren, Andreas Naef, Eduard Holliger, Cosima Pelludat Agroscope

**Partner**

CAVO-Stiftung  
Kantone AG, LU, SG, TG, ZH  
Quality Juice Foundation



## Impressum

---

Herausgeber: Agroscope  
Schloss 1, Postfach  
8820 Wädenswil  
[www.agroscope.ch](http://www.agroscope.ch)

---

Titelbild: Freilandparzelle für Feuerbrandversuche am Agroscope  
Steinobstzentrum Breitenhof– Agroscope

---

Copyright: Agroscope

---

# Inhaltsverzeichnis

Projekt HERAKLES: .....	
Nachhaltiges Feuerbrand-management – Alternativen zu Streptomycin?	
1. Projektübersicht.....	4
1.1. Projektziel .....	4
1.2. Teilprojekte .....	4
1.2.1. Teilprojekt 1: Sortenprüfung und Anbau .....	4
1.2.2. Teilprojekt 2: Wirksamkeit und Einsatzoptimierung.....	4
1.2.3. Teilprojekt 3: Optimierte Prävention und Sanierung.....	4
1.3. Projektbearbeitung und Projektsteuerung .....	5
1.4. Projektpartner .....	5
2. Sortenprüfung und Anbau .....	6
2.1. Triebanfälligkeit .....	6
2.2. Blütenanfälligkeit .....	8
2.3. Vergleich Trieb- und Blütenanfälligkeit .....	10
2.4. Verarbeitungseigenschaften und Wuchsverhalten .....	10
2.5. Praxispilot- und Versuchsanlagen.....	11
3. Wirksamkeit und Einsatzoptimierung.....	12
3.1. Testung Pflanzenschutzmittel und -strategien.....	12
4. Prävention und Sanierung .....	15
4.1. Asymptomatischer Befallsfortschritt: Interreg - Anlagen .....	15
4.2. Ballonblütenversuch.....	15
5. Ausblick Projektjahr 2014 .....	16
5.1. Teilprojekt 1: Sortenprüfung und Anbau .....	16
5.2. Teilprojekt 2: Wirksamkeit & Einsatzoptimierung PSM .....	16
5.3. Teilprojekt 3: Prävention und Sanierung.....	16
5.4. Wissenstransfer .....	16
6. Zusammenarbeit und Dank.....	17
6.1. Zusammenarbeit .....	17
6.2. Dank .....	17
7. Wissenstransfer .....	18
8. Literatur.....	19

# 1. Projektübersicht

## 1.1. Projektziel

Ziel des Projekts HERAKLES ist die Integration verschiedener Ansätze zur Prävention und zum nachhaltigen Management des Feuerbrands und ihre Umsetzung in die Praxis. Das Projekt basiert auf folgenden drei Schwerpunkten:

- Umfassende Prüfung feuerbrandrobuster Kernobstsorten und Veredlungsunterlagen aus der klassischen Züchtung sowie traditioneller Sorten für den Erwerbs- und Feldobstbau.
- Versuche zu Wirksamkeit und Einsatzoptimierung von Substanzen zur biologischen oder chemischen Bekämpfung von Feuerbrand als Alternativen zu Streptomycin.
- Erarbeiten wissenschaftlicher Grundlagen für die fachgerechte Feuerbrand-Prävention und Sanierung befallener Obstgärten im Erwerbs- und Feldobstbau.

## 1.2. Teilprojekte

### 1.2.1. Teilprojekt 1: Sortenprüfung und Anbau

- Testen der Feuerbrandanfälligkeit viel versprechender Kernobstsorten im Gewächshaus und Freiland (Trieb und Blüte)
- Erhebung von Wuchs, Ertrag, Krankheitsanfälligkeit, Qualität und Verarbeitungseigenschaften dieser Sorten
- Empfehlungen für den Erwerbs- und Mostobstanbau (Hochstamm- und Erwerbsanlagen)
- Nutzen: Zuverlässige Grundlagen für die Umstellung des Sortiments

### 1.2.2. Teilprojekt 2: Wirksamkeit und Einsatzoptimierung

- Aufbau einer Prüfparzelle für Freilandversuche mit künstlicher Feuerbrandinokulation
- Testen der Wirksamkeit von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Wirksubstanzen unter identischen Voraussetzungen
- Einsatzoptimierung der vielversprechenden Produkte und Strategien
- Nutzen: Wirksamkeits- und Einsatzoptimierung verschiedener PSM und Pflanzenschutzstrategien

### 1.2.3. Teilprojekt 3: Optimierte Prävention und Sanierung

- Untersuchung des nicht sichtbaren Befallsfortschrittes
- Vergleich von Trieb- und Blütenanfälligkeit (Gewächshaus und Freiland)
- Nutzen: Optimierte praxisnahe Empfehlungen für die Prävention und fachgerechte Sanierung von Kernobstbäumen mit Feuerbrandbefall



Abb. 1: Übersicht der HERAKLES-Projektstruktur

### 1.3. Projektbearbeitung und Projektsteuerung

Hauptverantwortlich für die Projektbearbeitung und Rechnungsführung ist Agroscope.

**Projektleitung:**

Andreas Naef  
Tel. +41 44 783 62 57  
E-mail: [andreas.naef@agroscope.admin.ch](mailto:andreas.naef@agroscope.admin.ch)

**Teilprojektleitung:**

Eduard Holliger  
Tel. +41 44 783 64 52  
E-mail: [eduard.holliger@agroscope.admin.ch](mailto:eduard.holliger@agroscope.admin.ch)

Cosima Pelludat  
Tel. +41 44 783 64 02  
E-mail: [cosima.pelludat@agroscope.admin.ch](mailto:cosima.pelludat@agroscope.admin.ch)

**Projektbearbeitung und Kontakt:**

Sarah Perren  
Schloss 1  
CH-8820 Wädenswil  
Tel. +41 44 783 61 99  
E-mail: [sarah.perren@agroscope.admin.ch](mailto:sarah.perren@agroscope.admin.ch)

Die Projekt- und Mitfinanzierungspartner begleiten und steuern die Projektdurchführung gemeinsam. Sie treffen sich dazu jährlich jeweils im vierten Quartal. Das Projekttreffen 2013 fand am 20. November statt.

### 1.4. Projektpartner

- Ernst Möhl, Stiftungsratspräsident CAVO-Stiftung, 9200 Gossau
- Geri Busslinger, Fachstelle Pflanzenschutz, Liebegg, Kanton AG, 5722 Gränichen
- Beat Felder, Fachstelle Spezialkulturen, BBZN Hohenrain, Kanton LU, 6210 Sursee
- Richard Hollenstein, Fachstelle Obst, LZSG Flawil, Kanton SG, 9230 Flawil
- Urs Müller, Fachstelle Pflanzenschutz, BBZ Arenenberg, Kanton TG, 8268 Salenstein
- David Szalatnay, Fachstelle Obst, Strickhof, Kanton ZH, 8408 Winterthur-Wülflingen
- Paul Zwiker, Quality Juice Foundation

## 2. Sortenprüfung und Anbau

Die Beurteilung der Feuerbrandanfälligkeit einzelner Sorten ist sehr komplex. Mit steigender Anzahl an gesammelten Daten im Gewächshaus und Freiland, kann nach und nach ein genaueres Bild der Feuerbrandanfälligkeit der verschiedenen Sorten gezeichnet werden. Auch dieses Jahr konnten wieder Tests mit künstlichen Triebinokulationen im Sicherheitsgewächshaus und neu mit künstlicher Blüteninokulation im Freiland durchgeführt werden.

### 2.1. Triebanfälligkeit

Im Projektjahr 2013 konnten in drei Serien insgesamt 39 Apfel- und 13 Birnensorten mittels Triebinfektionen geprüft werden. Die Sortenauswahl basierte wiederum auf den Triebanfälligkeitstests der Vorjahre, den Verarbeitungsversuchen, auf Hinweisen aus der Praxis und verschiedenen internationalen Züchtungsinstituten und Versuchsstationen, sowie auf Literaturangaben. Vielversprechende Sorten konnten so im Laufe des Projektes und des Vorgängerprojektes bereits mehrfach getestet werden, um die Ergebnisse abzusichern.

Für die Triebtestung wurden die Apfel- und Birnenreiser der zu testenden Sorten auf den Unterlagen M9 T337, beziehungsweise BA29, veredelt und in Rosentöpfen (35.5 cm Höhe, 7 cm Durchmesser) während rund vier bis fünf Wochen im Pflanzenschutzgewächshaus unter optimalen Bedingungen angezogen (Temperatur 17-25°C bei 70% relativer Luftfeuchtigkeit). Von jeder Sorte wurden 12 Reiser veredelt. Blüten und heranwachsende Triebe aus 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 ab ca. 12 cm. Der Erreger *Erwinia amylovora* wurde direkt in die Triebspitze gespritzt (Schweizer Stamm FAW610Rif, Konzentration =  $10^9$  cfu/ml). Als Referenzsorten dienten ‚Gala Galaxy‘ (anfällig) und ‚Rewena‘ (robust) für die Äpfel, ‚Conférence‘ (anfällig) und ‚Harrow Sweet‘ (robust) für die Birnen.

Die sichtbare Läsionslänge ab der Triebspitze wurde wöchentlich während drei Wochen gemessen. Zur Einschätzung der Triebanfälligkeit wurde die sichtbare Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge berechnet. Um verschiedene Serien und Sorten vergleichen zu können, wurde der anfällige Standard ‚Gala Galaxy‘ gleich 100% gesetzt.

Für die Beurteilung der Triebanfälligkeit der Apfelsorten nach künstlicher Triebinokulation wurde die Läsionslänge (LL) in Prozent der Gesamtrieblänge drei Wochen nach der Inokulation (LL3) mit der anfälligen Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘ verglichen. Ist diese Läsionslänge kleiner als 50% von ‚Gala Galaxy‘, kann sie als sehr niedrig, bis 75% von ‚Gala Galaxy‘ als niedrig, beurteilt werden (siehe Abb. 2). Die Triebanfälligkeit von Birnen wird hingegen nach LeLezec *et al.* (1987) beurteilt. Eine Läsionslänge bis 40% wird als sehr niedrig bis niedrig eingeteilt. Eine Läsionslänge über 60% wird als hoch bis sehr hoch anfällig beurteilt (siehe Abb. 3).

Triebanfälligkeit Apfel % im Vergleich zu Gala	
sehr niedrig = 1	Läsionslänge < 50% von Läsionslänge ‚Gala Galaxy‘
niedrig = 2	Läsionslänge 50-75% von Läsionslänge ‚Gala Galaxy‘
mittel = 3	Läsionslänge 75-100% von ‚Gala Galaxy‘
hoch = 4	Läsionslänge 100-125% von ‚Gala Galaxy‘
sehr hoch = 5	Läsionslänge > 125% von ‚Gala Galaxy‘

Abb. 2: Einstufung zur Triebanfälligkeit von Äpfeln.

Triebanfälligkeit Birne	
sehr niedrig = 1	Läsionslänge 0-20%
niedrig = 2	Läsionslänge 20-40%
mittel = 3	Läsionslänge 40-60%
hoch = 4	Läsionslänge 60-80%
sehr hoch = 5	Läsionslänge 80-100%

Abb. 3: Einstufung Triebanfälligkeit von Birnen nach LeLezec *et al.* (1987).

In den Triebanfälligkeitstests 2013 zeigten unter anderem die beiden Re-Sorten ‚Resi‘ (LL3: 10.2% und 11.0% vs. Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘) und ‚Retina‘ (LL3: 17.8% und 19.3% vs. Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘), sowie die Sorte ‚Adamsparmäne‘ (LL3: 33.3% und 35.9% vs. Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘) sehr gute Resultate. Die alten Sorten ‚Zabergäureinette‘ (LL3: 80.7% und 87.3% vs. Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘) und ‚Züriapfel‘ (LL3: 74.5% und 80.5% vs. Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘) waren im Vergleich zur anfälligen Referenzsorte ‚Gala Galaxy‘ mittel anfällig (Abb. 4).

In den Triebanfälligkeitstests der Birnen zeigte sich die Sorte ‚Madame Verté‘ mit 12.1% LL3 weniger anfällig als die robuste Referenzsorte ‚Harrow Sweet‘ mit 20.5% LL3 (Abb. 5). Ebenfalls als gering anfällig zeigten sich die Sorten ‚Harrow Delight‘

(LL3: 26.1%), ‚Josefine von Mecheln‘ (LL3: 31.8%) und ‚Elliot‘ (LL3: 37.5%). Hoch anfällig waren hingegen die Sorten ‚Pastorenbirne‘ (LL3: 97.4%), ‚Marxenbirne‘ (LL3: 90.0%) und ‚Herbstgüetler‘ (LL3: 87.9%). Überraschenderweise zeigte sich auch die Sorte ‚Schweizer Wasserbirne‘ (LL3: 82.0%) im diesjährigen Test als sehr anfällig.

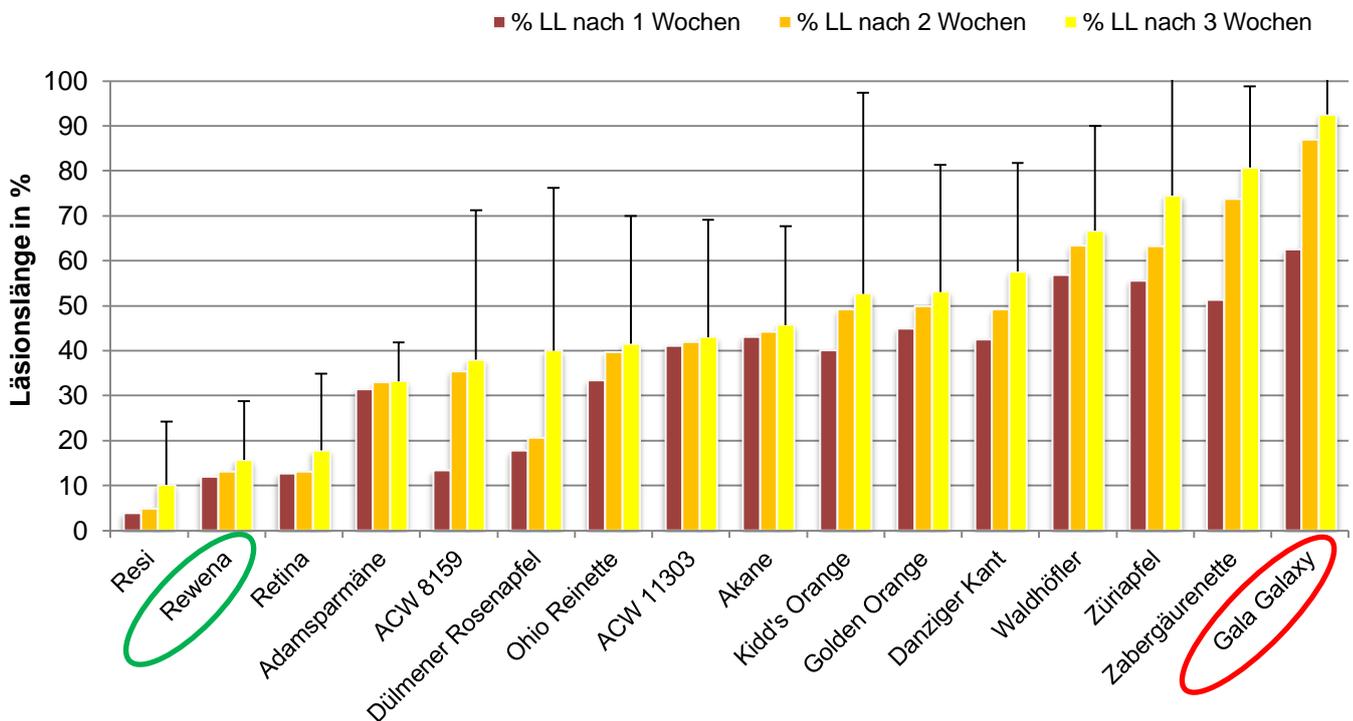


Abb. 4: Durchschnittliche Läsionslänge (LL) in Prozent der Gesamtrieblänge verschiedener Apfelsorten zu den drei verschiedenen Messzeitpunkten im Vergleich zu den Referenzsorten ‚Rewena‘ (robust) und ‚Gala Galaxy‘ (anfällig), 2013.

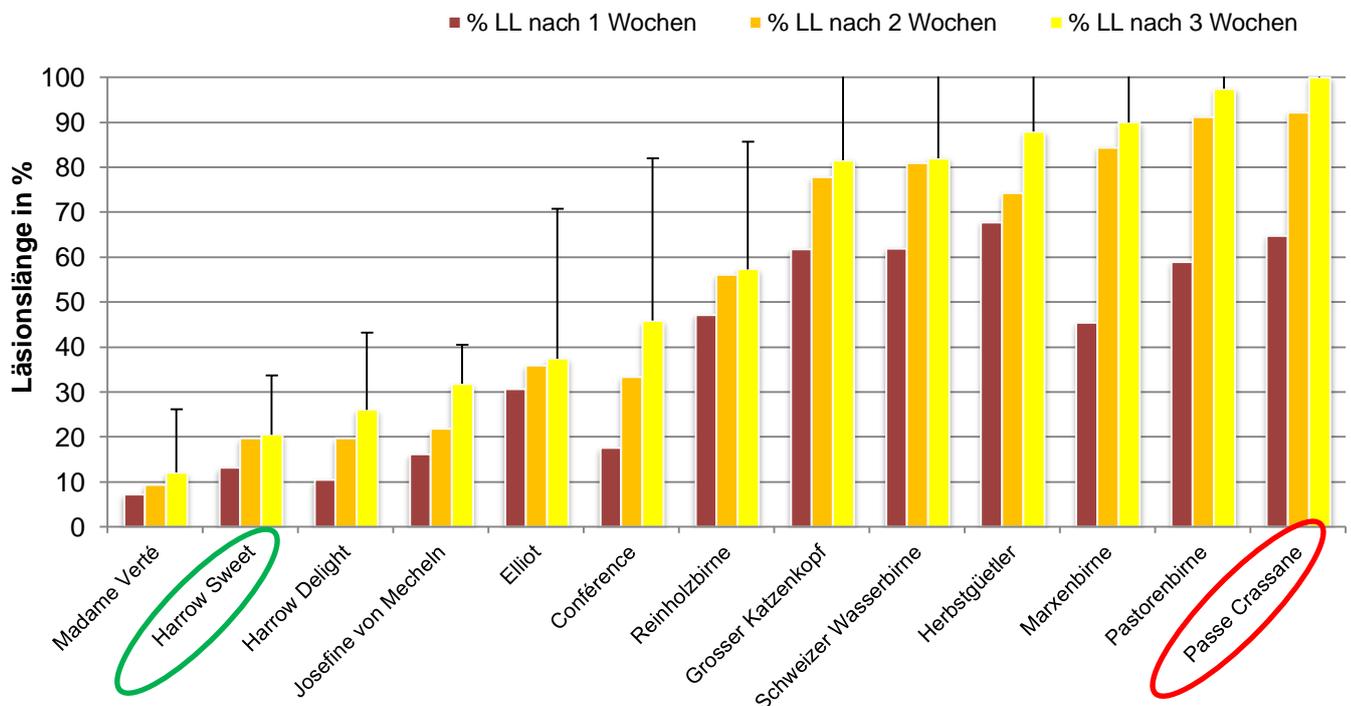


Abb. 5: Durchschnittliche Läsionslänge in Prozent der Gesamtrieblänge verschiedener Birnensorten zu den drei verschiedenen Messzeitpunkten im Vergleich zu den Referenzsorten ‚Harrow Sweet‘ (robust) und ‚Passe Crassane‘ (anfällig), 2013.

## 2.2. Blütenanfälligkeit

Die Blüte ist der wichtigste Infektionsweg unter Feldbedingungen (Thomson, 2000). Am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (BL) konnte auf das Frühjahr 2013 eine im Rahmen des Projektes HERAKLES neu erstellte und totaleingezogene Versuchspartizelle für Freilandversuche mit Feuerbrand in Betrieb genommen werden.

Damit die Aussagekraft der Labor- und Gewächshausversuche für die Praxis deutlich erhöht werden kann, wurden 2013 neben der Feuerbrandanfälligkeit der Triebe erstmals auch die Blütenanfälligkeit bei 21 Sorten (inkl. Kontrollen) anhand von mehr als 2500 Blütenbüscheln im Freiland untersucht.

Dazu wurden die Sorten auf M9T337 mit einer ‚Golden Delicious‘ Zwischenveredelung veredelt. Als Kontrollen dienten dreijährige Topfbäume von ‚Gala Galaxy‘ (anfällig) und ‚Enterprise‘ (robust) auf der gleichen Unterlagenkombination. Die Topfbäume wurden während des Versuches über ein Tropfbewässerungssystem mit Wasser versorgt. Zu Beginn der Blüte sorgten zwei Bienenvölker für die Bestäubung der Blüten.

Für die Inokulation der ersten Serie am 07.05.2013 und der zweiten Serie am 19.06.2014 wurden pro Topfbaum zehn Blütenbüschel in der Vollblüte (BBCH65) ausgewählt, mit Etiketten markiert und mit einer *Erwinia amylovora* Lösung (Feuerbrand-Stamm: FAW610 Wildtyp) in einer Konzentration von  $3.5 \times 10^8$  cfu/ml inokuliert. Die Bakterienlösung wurde mit einem Handsprüher auf die Blütenbüschel ausgebracht. Anschliessend wurden die Büschel für sechs Tage mit Plastikbeuteln eingetütet, um einen Witterungsschutz und gute Infektionsbedingungen für die Bakterien zu schaffen. Die inokulierten Blütenbüschel sind nach 7, 14, 21 und 28 Tagen bonitiert worden.

Die Boniturskala umfasst neun Klassen und reicht 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 (Abb. 7).

Auch bei den Blüteninokulationsversuchen konnten Unterschiede zwischen den getesteten Sorten in der Ausprägung und Stärke der Symptome festgestellt werden. Die Ergebnisse zeigen bei der anfälligen Kontrolle ‚Gala Galaxy‘ den stärksten Befall. Die robuste Kontrolle ‚Enterprise‘ zeigte am wenigsten Symptome.

Die getestete Sorte ‚Rubinola‘ hatte keine Blütenbüschel mit einer Boniturklasse > 5. Ebenfalls sehr gut schnitt die Sorte ‚Dalinette‘ ab. Alle anderen Sorten hatten Blütenbüschel mit sichtbaren Symptomen bis ins Holz. Bei der zweiten Testserie, welche im Juni inokuliert wurde, wiesen die getesteten Sorten generell stärkere Symptome auf. Dies kann mit den höheren Temperaturen im Juni und Juli erklärt werden. Der Unterschied zwischen den Sorten war jedoch auch innerhalb der zweiten Testserie sehr gut beobachtbar.

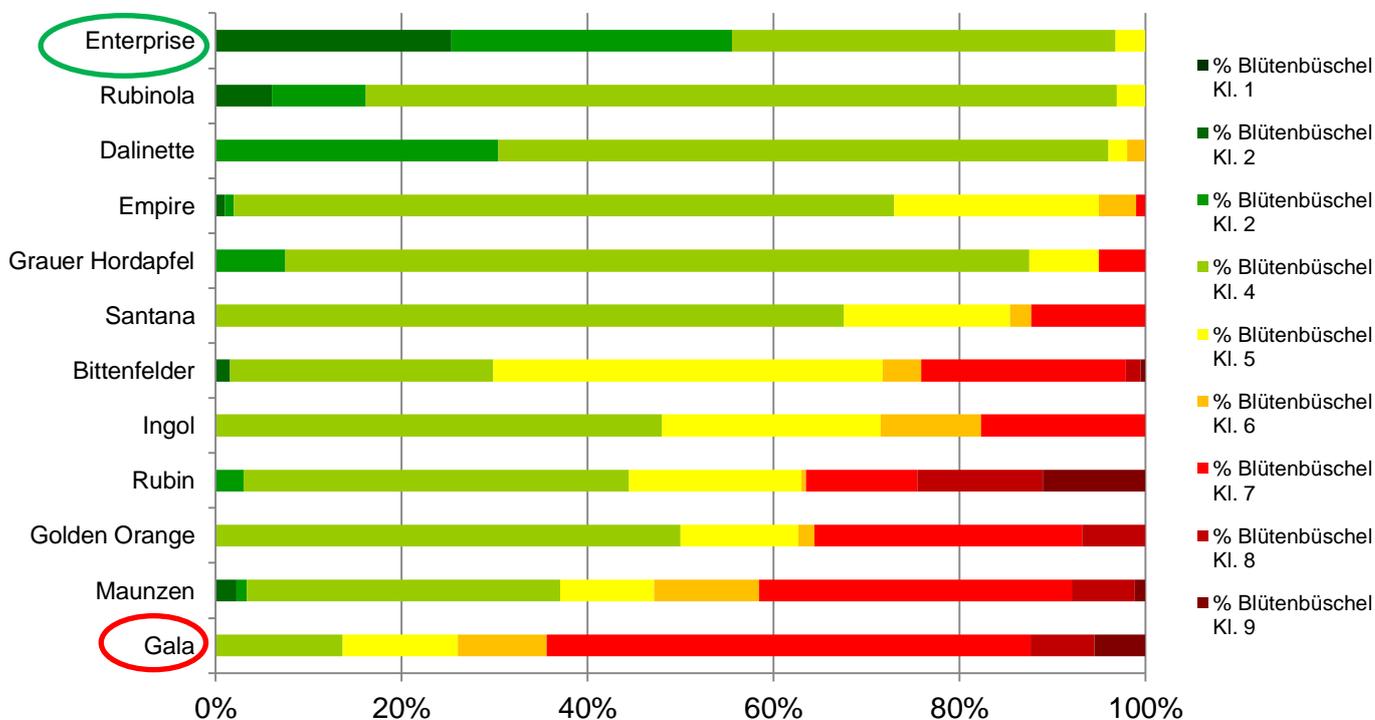


Abb. 6: Auswahl der Sortenergebnisse der künstlichen Blüteninokulationsversuche 2013. Dargestellt ist der prozentuale Anteil von Blütenbüscheln in den verschiedenen Boniturklassen 28 Tage nach der Inokulation.

Klasse		Beschreibung	
1	keine Infektion	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alle Blüten bzw. ganzer Büschel ohne optisch erkennbare Symptome</li> <li>Verfärbung &amp; Verwelken entsprechen dem sortentypischen Abblühen</li> </ul>	
2	unklare Symptome	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blütenboden, -stiel &amp; Kelch grün</li> <li>Staub- und / oder Fruchtblätter braun-schwarz verfärbt</li> <li>Symptome nicht eindeutig als Feuerbrand einzustufen</li> </ul>	
3	Blüteninfektion < 1/3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Staub-, Fruchtblätter braun-schwarz verfärbt</li> <li>Kelchblätter und / oder Blütenboden orange bis schwarz verfärbt</li> <li>Stiel ohne Nekrose oder weniger als 1/3 Stielläge nekrotisch verfärbt</li> </ul>	
4	Blüteninfektion > 1/3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blütenboden und -stiel orange bis schwarz verfärbt</li> <li>Stiel ganz oder mindestens 1/3 Stielläge nekrotisch verfärbt</li> <li>Blütenstandstiel grün, klare Abtrennung</li> </ul>	
5	Blütenbüschel und Blütenstandstiel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nekrose nicht nur auf Blütenstiele beschränkt</li> <li>Blütenstandstiel dunkel verfärbt, Blätter gesund</li> </ul>	
6	Blütenbüschel, Blütenstandstiel und Jungtrieb	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vorhandene Jungtriebe krank</li> <li>Sind keine Jungtriebe vorhanden, ganzer Büschel bis zum Holz krank (inkl. Blütenstandstiel und Blätter)</li> <li>Keine Nekrose im Holz sichtbar</li> </ul>	
7	Nekrose im Holz < 5 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nekrose auch im Holz sichtbar (&lt; 5 cm)</li> </ul>	
8	Nekrose im Holz > 5 cm und < 10 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nekrose im Holz sichtbar (&lt; 10 cm)</li> </ul>	
9	Nekrose im Holz > 10 cm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nekrose im Holz sichtbar (&gt; 10 cm)</li> </ul>	

Abb. 7: Boniturskala der Blüteninfektion nach künstlicher Inokulation.

### 2.3. Vergleich Trieb- und Blütenanfälligkeit

Die ersten Resultate von Blüteninfektionstests nach künstlicher Inokulation am Breitenhof zeigen, dass die Anfälligkeit vieler Sorten gut mit den Resultaten der Triebtest unter kontrollierten Bedingungen im Gewächshaus korrelieren (Pearson-Korrelationskoeffizient = 0.74). Diese Ergebnisse müssen jedoch mit weiteren Blütentestungen in den nächsten Jahren konsolidiert werden.

Abbildung 8 zeigt den Vergleich zwischen den Ergebnissen der Blüteninfektion 2013 und den Triebinfektionen (2008-2012) relativ zur anfälligen Kontrolle ‚Gala Galaxy‘. Bei mehrfach getesteten Sorten sind die Mittelwerte abgebildet. ‚Gala Galaxy‘ zeigt im Trieb- und im Blütentest die höchsten Infektionswerte. Die robuste Kontrolle ‚Enterprise‘ weist bei beiden Untersuchungsmethoden die geringsten Feuerbrandsymptome auf.

Die Grafik macht aber auch deutlich, dass es zu Abweichungen in den Ergebnissen zwischen den beiden Methoden kommen kann. Beispielsweise schneiden die Sorte ‚Santana‘ und ‚Rubinola‘ im Blütentest besser ab als im Triebtest. Die Sorten ‚Maunzenapfel‘ und ‚Ingol‘ schneiden hingegen in der Triebtestung besser ab als in der Blütentestung. Daraus kann man ableiten, dass aufgrund der gemessenen Trieb- oder Blütenanfälligkeit nicht immer direkt auf die Anfälligkeit im Feld geschlossen werden kann.

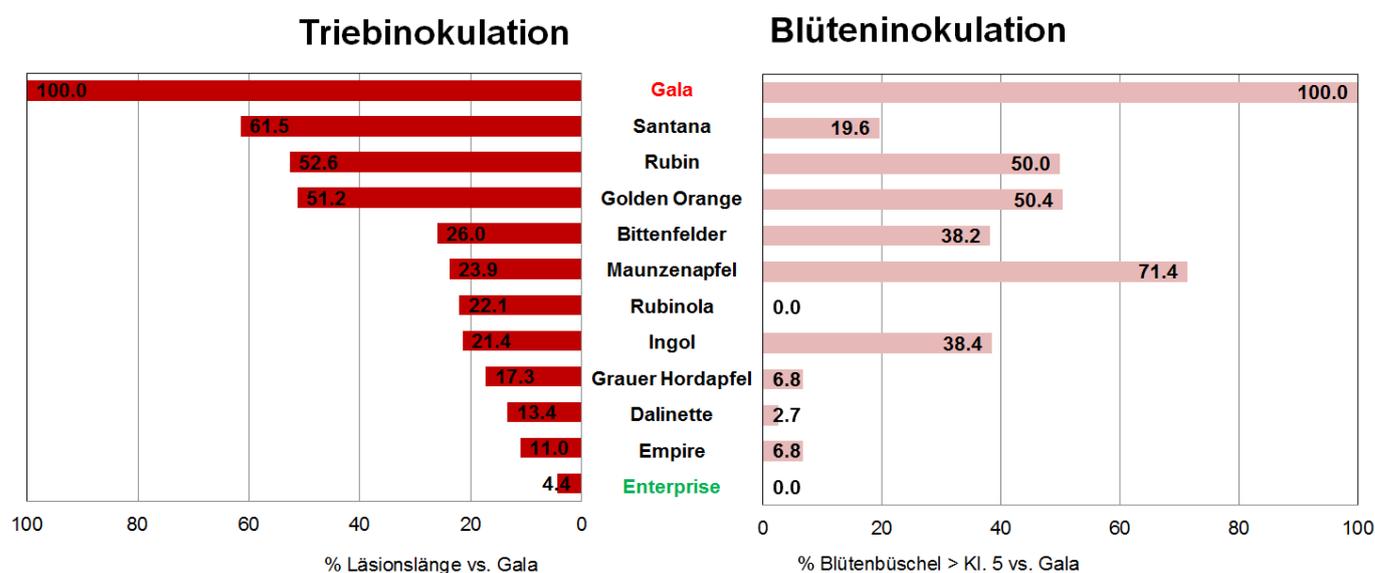


Abb. 8: Blüten- und Triebanfälligkeit ausgewählter Sorten relativ zu ‚Gala Galaxy‘. Links ist die Läsion in Prozent der Trieb länge relativ zu ‚Gala Galaxy‘ 3 Wochen nach der Inokulation der Triebe gezeigt, rechts der prozentuale Anteil an Blütenbüscheln der Klassen > 5 relativ zu ‚Gala Galaxy‘ 4 Wochen nach Inokulation der Blüte.

### 2.4. Verarbeitungseigenschaften und Wuchsverhalten

2013 wurden die Verarbeitungsversuche in reduzierter Form durchgeführt. Es konnten drei sortenreine Säfte mit Kleinstmengen von 30 kg hergestellt werden. Die Säfte wurden an der ZHAW in Wädenswil gepresst und zusammen mit drei weiteren sortenreinen Säften im Labor der Arbeitsgruppe Lebensmittelqualität und Ernährung der Agroscope in Wädenswil analysiert. Untersucht wurden der Gesamtzucker (°Brix und g/l), der Gehalt verschiedener Zuckerarten (Glucose, Fructose, Saccharose), die titrierbare Apfelsäure (g/l) und der Gehalt an Gesamtphenolen (mg/l). Die diesjährigen Verarbeitungsversuche bestätigen einige vielversprechende Resultate aus den Vorjahren.

Das Anforderungsprofil für eine gute Mostapfelsorte wurde im Vorgängerprojekt folgendermassen definiert:

- Feuerbrandrobust und allgemein robust gegen Krankheiten (z.B. Schorf, Mehltau, Krebs)
- Sehr hohe Saftqualität (Geschmack und Aroma)
- Säuregehalt ab 5 g/l, Zuckergehalt ab 11.2 °Brix (45 °Oe) und gute technologische Eigenschaften (z.B. Saftausbeute)
- Gute und regelmässige Erträge
- Kurzes Erntefenster und Eignung für maschinelle Ernte
- Gute Wuchseigenschaften und stabiler Kronenaufbau

Alle sortenreine Säfte ausser ‚Florina‘ (11 Brix°, 4.3 g/l Säure) hatten eine gute Saftqualität mit guten Werten in den Laboranalysen (siehe Tabelle 1). Die degustative Beurteilung der Säfte zusammen mit dem SOV wird im Verlaufe des Frühjahrs 2014 stattfinden.

Tabelle 1: Resultate der Laboranalysen des Verarbeitungsversuches

Sorte	Brix°	Folin (mg/l)	Apfelsäure (g/l)	Glucose (g/l)	Fructose (g/l)	Saccharose (g/l)
Admiral	13.5	450	6.0	18	63	51
Empire	12.0	371	6.8	12	63	37
Florina	11.0	975	4.3	14	58	33
Liberty	12.4	759	7.9	13	60	40
SQ 159	12.6	211	5.8	10	56	58
René	13.3	567	7.3	20	60	46

## 2.5. Praxispilot- und Versuchsanlagen

Drei Projektjahre bei einer langfristigen Kultur wie Obstbäumen eine sehr kurze Zeit. Bei neueren Sorten braucht die mehrjährige Bestätigung bezüglich Ertrags- und Wuchsverhalten Zeit. Deshalb können verschiedene Pilotanlagen des Projektes SOFEM im Projekt HERAKLES weitergeführt und ergänzt werden. In diesen Pilotanlagen, werden in Zusammenarbeit mit kantonalen Obstbaufachstellen, viel versprechende Mostobstsorten in den nächsten Jahren weiter beobachtet und beurteilt.

Es wurden Erhebungen betreffend Blüte, Wuchs- und Produktionseigenschaften, Toleranz gegenüber Schädlingen und Krankheiten, sowie Fruchtqualität der verschiedenen Sorten durchgeführt. Dadurch kann die Eignung dieser Sorten für den Mostobstanbau getestet werden. Die Bonituren und Erhebungen werden in den nächsten Jahren in den folgenden Anlagen fortgesetzt:

- Mostobstparzelle 105 Gottshalde, Agroscope, Wädenswil  
7 Sorten jeweils auf der Unterlage P14 (Intensiv mit Gerüst) und MM111 (Extensiv ohne Gerüst)
- Betrieb Schweizer in Neukirch a. d. Thur, Betrieb Schilliger in Flawil und Betrieb Staub in Wädenswil  
18 Sorten auf Hochstamm (Schneiderapfel, Blauacher beziehungsweise Otava)
- Praxisbetrieb BBZ, Flawil  
11 Sorten, Unterlagen M111 oder CG11, je nach Wuchsstärke der Sorten.
- Strickhof Wüflingen, Winterthur  
10 Sorten, Unterlagen M26 oder CG11, je nach Wuchsstärke der Sorten. Vergleichssorte: Boskoop S.H.



Abb. 9: Betriebsbesichtigung mit Fachgespräch Praxisanlage Schilliger in Flawil, 2013.

### 3. Wirksamkeit und Einsatzoptimierung

Anfang des Jahres 2013 konnte die Totaleinnetzung und Bewässerung der Versuchspartzele 53 am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen fertiggestellt werden.

2013 konnten dort die ersten Wirkstoffe und Pflanzenschutzmittel (PSM) gegen Feuerbrand und deren Einsatzstrategie getestet werden. Die Versuche wurden mit Partnern in Deutschland und Österreich abgestimmt und wurden nach EPPO Richtlinie 1/166(3) durchgeführt.

#### 3.1. Testung Pflanzenschutzmittel und -strategien

2013 waren in den meisten Teilen der Schweiz die Bedingungen für das Feuerbrandbakterium nicht ideal. Während der Vollblüte waren vielerorts die Temperaturen so niedrig, dass es schweizweit zu sehr wenigen berechneten Infektionstagen kam. Am 18. April 2013 wurde eine Serie von 252 dreijährigen ‚Gala Galaxy‘ Topfbäumen in die Parzelle 53 gestellt. Als sich diese Bäume in der Vollblüte (BBCH65) befanden, waren die Temperaturen in Wintersingen sehr niedrig und es wurde kein Infektionstag berechnet. Aus diesem Grund wurden die Bäume nicht inokuliert wieder weggeräumt und werden für die Versuche 2014 verwendet. Am 31. Mai 2013 wurde eine zweite Serie von 252 dreijährigen ‚Gala Galaxy‘ Bäumchen auf der Unterlage M9 T337 aus dem Kühler von B. Lehner genommen und am 3. Juni eingetopft und aufgestellt.

2013 konnten sechs verschiedene Prüfverfahren (inkl. Kontrolle) getestet werden (Tab. 2). Die Bäumchen wurden in Blöcken à sieben Bäume aufgestellt, wobei jeweils der mittlere Baum ausserhalb der Reihen direkt mit einem Handsprüher mit einem Mix verschiedener einheimischer *Erwinia amylovora* Stämme ( $10^8$  cfu/ml, *E.a.*-Stamm Mix inkl. FAW 610 Wildtyp) eingesprüht und dann in die Reihe gestellt wurde. Die Blüten der sechs benachbarten Bäume wurden indirekt durch zwei Bienenvölkern inokuliert. Jedes Verfahren wurde sechs Mal wiederholt.

Die Applikation der PSM und Wirkstoffe erfolgte mit einem Motorrückensprüngerät. Die ausgebrachte Brühmenge betrug 420 - 450 l/ha. Für die Berechnung der auszubringende Brühmenge wurde mit einem Baumvolumen von 1 m Kronenhöhe und einer Anzahl von 3'333 Bäumen pro Hektare gerechnet.

Tabelle 2: Verschiedene PSM Prüfverfahren 2013 im künstlich inokulierten Freilandversuch auf dem Breitenhof.

Verfahren	Präparat	Wirkstoff	Mittelmenge Basis: 10'000m <sup>3</sup> Baumvolumen/ha	Bemerkungen
1	unbehandelt	-	-	-
2	Strepto (2x)	Streptomycinsulfat (21.6%)	0.6 kg/ha	Strepto <u>vor</u> Inokulation mit <i>E.a.</i>
3	Strepto (2x)	Streptomycinsulfat (21.6%)	0.6 kg/ha	Strepto <u>nach</u> Inokulation mit <i>E.a.</i>
4	LMA (2x)	Kaliumaluminiumsulfat	20 kg/ha	LMA <u>nach</u> Inokulation mit <i>E.a.</i>
5	LMA (3x)	Kaliumaluminiumsulfat	20 kg/ha	LMA <u>nach</u> Inokulation mit <i>E.a.</i> ; plus 1 zusätzliche LMA-Behandlung
6	BIO-Strategie: Vacciplant	Laminarin	0.75 l/ha	Vacciplant deutlich vor der Blüte
	Myco-Sin	Schwefelsaure Tonerde	8 kg/ha	Vacciplant+Mycosin +/- Blühbeginn
	Blossom Protect	Aureobasidim pullulans	12 kg/ha	Blossom Protect <u>nach</u> Inokulation und 2 weitere Blossom Protect Behandlungen

Am 11.06.2013 wurde im Verfahren 6 erstmals Vacciplant appliziert. Eine zweite Applikation wurde am 19.06.2013 im Verfahren 6 mit Vacciplant und Myco-Sin durchgeführt. Am 25.06.2013 wurden dann die Mittelbäume inokuliert und gleichzeitig wurden auch die totale Anzahl der Blütenbüschel pro Baum ausgezählt. Ebenfalls wurde am 25.06.2013 in den Verfahren 2 und 3 das erste Mal Streptomycin, in den Verfahren 4 und 5 LMA und im Verfahren 6 Blossom Protect appliziert. Am gleichen Tag wurden in allen Verfahren Proben der Blüten für die Zellzahlbestimmung genommen.

Zwei Tage danach, am 27.06.2013, wurde die zweite Probenahme an sekundär inokulierten Bäumen für die Zellzahlbestimmung durchgeführt.

Am 01.07.2013 wurde in den Verfahren 2 und 3 das zweite Mal Streptomycin, in den Verfahren 4 und 5 das zweite Mal LMA und im Verfahren 6 das zweite Mal Blossom Protect appliziert. Gleichzeitig wurde zum dritten Mal eine Probe der sekundär inokulierten Bäume aus allen Verfahren für die Zellzahlbestimmung genommen. Am 04.07.2013 fand dann im Verfahren 5 und 6 die dritte Applikation mit LMA beziehungsweise Blossom Protect statt.

Die abschliessende Bonitur erfolgte am 23. Juli 2013, dabei wurde die Anzahl der befallenen Blütenbüschel und die totale Anzahl der Blütenbüschel gezählt.

Es hat sich gezeigt, dass viele Blütenbüschel im Verlauf des Versuches abgefallen sind. Deshalb wurde für die Schlussauswertung die totale Anzahl der Blütenbüschel (BB) zum Zeitpunkt der Inokulation, sowie die Anzahl der befallenen Blütenbüschel vier Wochen nach der Inokulation verwendet. Danach wurde für die verschiedenen Verfahren der Befall (Befall % =  $100 \cdot \text{Total BB mit FB} / \text{Total BB}$ ) in Prozent und die Wirkung (Wirkung % =  $100 \cdot ((\text{Befall}_{\text{Kontrolle}} - \text{Befall}_{\text{Verfahren}}) / \text{Befall}_{\text{Kontrolle}})$ ) der verschiedenen PSM und Wirkstoffe in Prozent berechnet.

Der Mindestbefall von 5% (EPPO-Richtlinien) der sekundär inokulierten Bäume der unbehandelten Kontrolle wurde mit 9.7% übertroffen. Das Verfahren 3 mit der ersten Streptomycin-Applikation nach der Inokulation zeigte mit 74.9% die beste Wirkung. Das Verfahren 6 mit der Bio-Strategie mit 34.4% die geringste Wirkung. Eine mögliche Ursache dafür ist, dass Blossom Protect in Absprache mit der Firma, entgegen der üblichen Praxisempfehlung, nach der Inokulation appliziert wurde.

Die beiden Streptomycin-Verfahren 2 und 3, mit einer ersten Applikation vor beziehungsweise nach der Inokulation, zeigten unterschiedliche, jedoch statistisch nicht aussagekräftige Unterschiede (Streptomycin vor 63.3% und Streptomycin nach 74.9%). Etwas überraschend war hingegen, dass die Variante 5 mit einer dreimaligen LMA Applikation (36.7%) eine geringere Wirkung aufwies als die Variante 4 mit einer zweimaligen LMA Applikation (52.3%).

Diese Ergebnisse müssen in weiteren Versuchen in 2014 validiert werden.

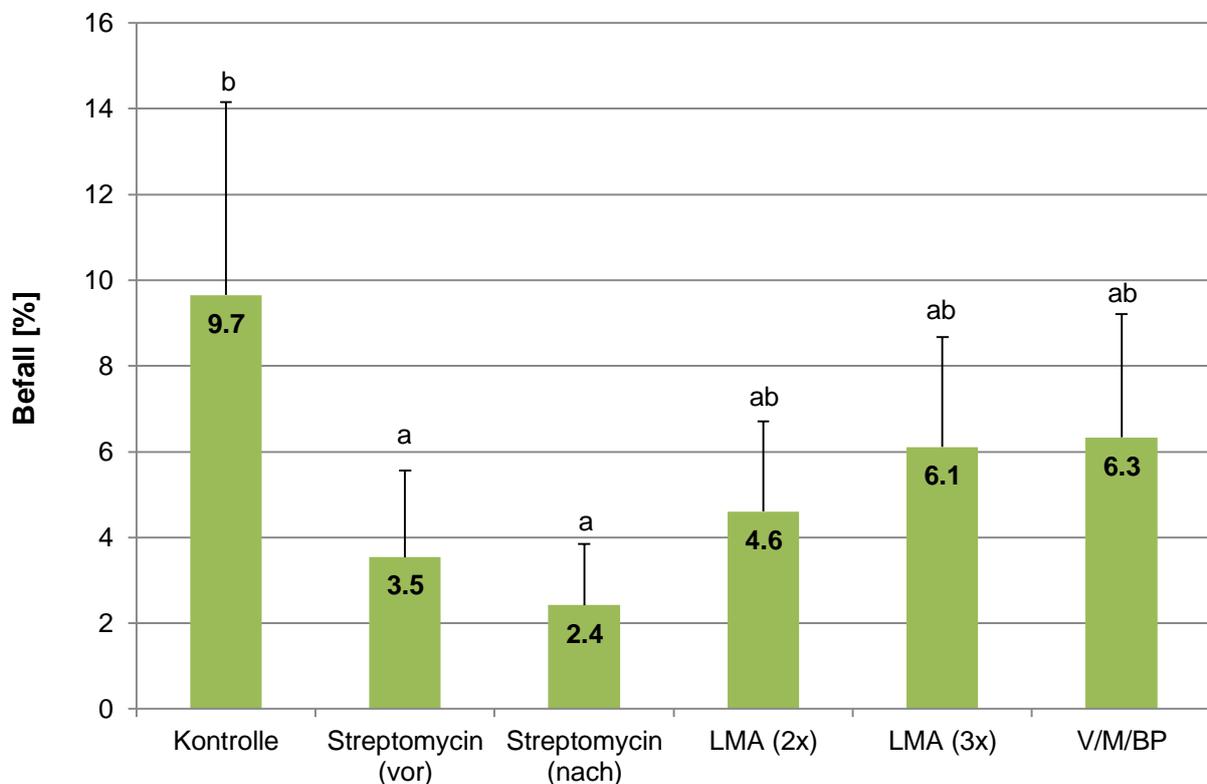


Abb. 10: Feuerbrandbefall 2013 in Prozent der sekundär inokulierten Bäume in Prozent.

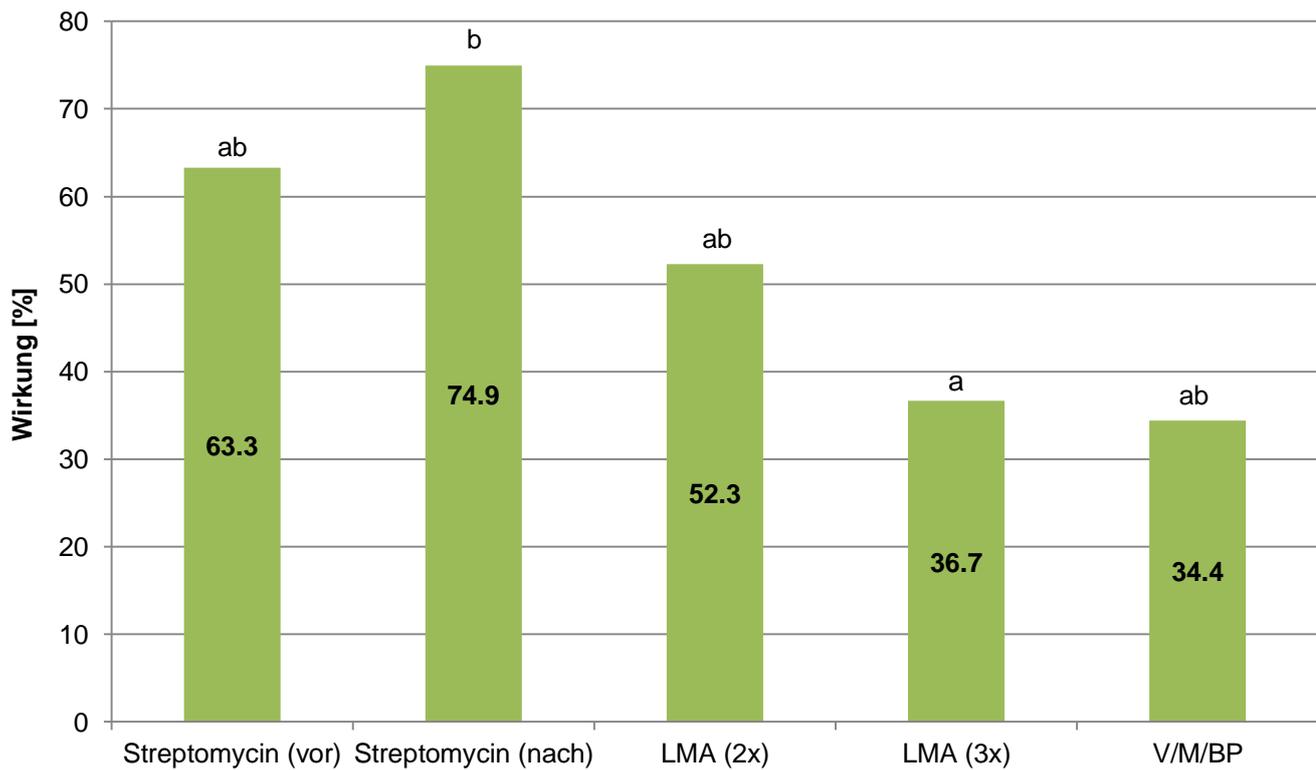


Abb. 11: Wirkung der verschiedenen Verfahren in Prozent, 2013.



Abb. 12: Links: Inokulation der Mittelbäume mit einem Handsprühergerät. Rechts: Motorrucksensprühergerät für die Ausbringung der PSM und Wirkstoffe.

## 4. Prävention und Sanierung

Nebst robusten Sorten und dem Einsatz von PSM sind Kulturmassnahmen weiterhin ein wesentlicher Pfeiler eines integrierten, nachhaltigen Feuerbrandmanagements. Sie dienen der Prävention oder – nach erfolgter Infektion – der erfolgreichen Sanierung befallener Kernobstanlagen.

### 4.1. Asymptomatischer Befallsfortschritt: Interreg - Anlagen

Die Überwachung des latenten Befalls konnte auch 2013 in den zwei ausgewählten Standorten des Interreg IV Projektes „Gemeinsam gegen Feuerbrand“ (Anlagen Brocker und Müller in Marbach beziehungsweise Muolen) weitergeführt werden. Es wurde an drei verschiedenen Terminen (17. April, 2. Juli und 18. September) wiederum je zwei Proben von ausgewählten Bäumen gesammelt und zur Analyse ins Labor von Ralf Vögele an der Uni Hohenheim gebracht. In der Anlage Brocker in Marbach konnte *E.a.* nicht nachgewiesen werden. In Muolen wurden am ersten Termin zwei positive *E.a.* - Proben gefunden (Reihe 3 Baum 6 und 14).

### 4.2. Ballonblütenversuch

Im Projektjahr 2013 konnte die Frage: „Sind die Blüten einer Schweizer Wasserbirne und eines Wädenswiler Blauachers, die 2012 *Erwinia amylovora* (*E.a.*) Befall aufwiesen, 2013 noch vor einer Übertragung durch Vektoren *E.a.* positiv?“ in einem grösseren Umfang erneut untersucht werden.

Dazu wurden jeweils 40 Zweige einer Schweizer Wasserbirne (Hochstammbaum, Feuerbrandbefall in 2012) und eines Wädenswiler Blauachers mit feinmaschigen Netzen eingehüllt. Als die Blüten das Ballonstadium erreicht hatten oder bereits geöffnet waren, wurden die Zweige geschnitten und im Labor der Agroscope in Wädenswil untersucht. Pro Zweig wurden 20 Blüten entfernt. Im Labor wurden die 20 Blüten auf je 2x10 Blüten (pro Zweig A- und B-Probe) aufgeteilt. Zum Nachweis von *E.a.* in den Blüten wurden zusätzlich die DNA-Isolation und nested-PCR (Llop *et al.* 2000) für alle A und B Proben durchgeführt. In den untersuchten Blüten der Schweizer Wasserbirne konnte der Feuerbranderreger weder auf Platte, noch durch nested PCR nachgewiesen werden.

In den untersuchten Apfelblüten konnten keine *E.a.* Kolonie auf Platten identifiziert werden. In der anschliessenden nested-PCR waren jedoch zwei der Reaktionen positiv. Das kann daran liegen, dass eine Kontamination der PCR oder die Detektion von *E.a.*-DNA abgestorbener Bakterien aus zurückliegenden Infektionen stattgefunden hat. Wäre die positive Reaktion der PCR auf eine *E.a.*-Infektion der Blüten „von innen heraus“ hervorgerufen worden ist, würde man erwarten, dass Blütenproben A und B des jeweiligen Apfelzweiges positiv sind. Das war jedoch nicht der Fall.

Die durchgeführten Versuche, konnten den *E.a.*-Befall einer Blüte vor einer Übertragung durch Vektoren nicht nachweisen.

## 5. Ausblick Projektjahr 2014

Am Projekttreffen der Begleitgruppe am 20. November 2013 wurden die Schwerpunkte für das Projektjahr 2014 geplant und festgelegt. Nachfolgend sind die wichtigsten Punkte aufgeführt:

### 5.1. Teilprojekt 1: Sortenprüfung und Anbau

- Versuchsanlagen Hochstamm und Niederstamm: Erhebungen von Wuchs- und Produktionseigenschaften, gegebenenfalls Veredlung von neuen vielversprechenden Sorten
- Pressversuche, Saftanalysen und Degustation: Wiederholung der vielversprechendsten Sorten, Testung von neuen, vielversprechenden Sorten
- Trieb- und Blütenanfälligkeitstests im Sicherheitsgewächshaus beziehungsweise im Freiland
- Vorbereitung der Blütenbäume für 2015-2017

### 5.2. Teilprojekt 2: Wirksamkeit & Einsatzoptimierung PSM

- Vorbereitung der PSM Versuchsbäume für 2015-2017
- Betreuung der Freilandversuchsparzelle mit entsprechender Umsetzung der Sicherheitsauflagen
- Testung von Pflanzenschutzmitteln, Wirkstoffen und Strategien- im Freiland auf der totaleingenetzten Parzelle am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen

### 5.3. Teilprojekt 3: Prävention und Sanierung

- Das Teilprojekt 3 wird 2014, in Absprache mit der Begleitgruppen, aus Kapazitätsgründen in reduzierter Form weitergeführt.
- Fortsetzung Latenzbeprobung ausgewählter Interreg-Standorte

### 5.4. Wissenstransfer

- Kommunikation der Ergebnisse, Sorten- und Unterlagenempfehlungen, Aktualisierung des Merkblattes „Feuerbrandanfälligkeit von Kernobstsorten“ auf Projektende
- Weiterführung und Ausbau der Feuerbranddatenbank mit Informationen zur Feuerbrandanfälligkeit von Apfel- und Birnensorten sowie Veredlungsunterlagen
- Erfahrungsaustausch, Auswertung und Interpretation der Mittelprüfung mit Austausch im In- und Ausland
- 4. Schweizerische Hochstammtagung, Freitag 21. Februar 2014
- Kernobstsortentagung, Freitag 4. April 2014
- Besichtigung Versuche Freilandparzelle Breitenhof mit Pflanzenschutzfirmen, Beratern & Partnern in Wintersingen
- Güttinger Tagung, Samstag 23. August 2014
- Begleitgruppen-Projekttreffen, Mittwoch 26. November 2014

## 6. Zusammenarbeit und Dank

### 6.1. Zusammenarbeit

Eine Herausforderung und Bereicherung des Projektes HERAKLES sind die vielfältigen Schnittstellen zu verschiedenen Projekten und Partnern. Verschiedene Ansätze konnten gewinnbringend integriert werden.

Projekt BEVOG II – Beschreibung von Obstgenressourcen (K. Hunziker, J. Gassman, Agroscope)

Projekt ZUEFOS II – Züchtung von feuerbrandtoleranter Obstsorten (M. Kellerhals, I. Baumgartner, Agroscope)

Projekt ACHILLES – Epidemiologie und Biocontrol (B. Duffy, Agroscope)

SOUL-BIO – Prüfung feuerbrandrobuster Sorten und Unterlagen (F. Weibel, FIBL)

Kantone AG, BL, LU, SG, TG und ZH (Anlagen, Wissensaustausch und Beratung)

Weitere Zusammenarbeit mit: Mosterei Möhl und Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW (Pressversuche von Mostapfelsorten), SOV (J. Enggasser), Baumschulen (T. Suter, Jardin Suisse, E. Dickenmann), FRUCTUS (traditionelle Obstsorten, Genressourcenprojekte), Uni Konstanz (Latenzbeprobung), Bienenforschung (J. Pflugfelder, Agroscope), Feuerbrandkontrolleur Wintersingen (K. Brodbeck)

### 6.2. Dank

Die Projektverantwortlichen danken den Projektpartnern (CAVO Stiftung, Kantone Aargau, Luzern, St. Gallen, Thurgau und Zürich und Quality Juice Foundation) ganz herzlichst für das gelungene Projektjahr, die wertvolle und konstruktive Zusammenarbeit und die Finanzierung des Projektes, welches wesentliche Fortschritte für das Feuerbrandmanagement in der Praxis ermöglichen soll.

Einen weiteren grossen Dank gehört dem Versuchsbetrieb Obstbau in Wädenswil und dem Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen und den Agroscope Mitarbeitenden, insbesondere: Simon Egger, Mérylle Censier, Manuel Suter, Matthias Schmid, Rolf Blapp, Thomas Schwizer, Peter Freiermuth, Piotr Rek, Daniel Baumgartner, Bea Schoch welche einen grossen Beitrag zum guten Gelingen des Projektjahres 2013 geleistet haben.



Abb. 13: Blütenbonitur 2013 am Breitenhof.

## 7. Wissenstransfer

Für die aktive Kommunikation aktueller Projektergebnisse und die Sensibilisierung von Mostobstproduktion, Baumschulen sowie Naturschutzorganisationen wurden während dem Projektjahr diverse Publikationen verfasst, Vorträge bei Fachorganisationen und Naturschutzvereinen gehalten, Beiträge bei Fachtagungen geleistet und Degustationen durchgeführt. Auch wurde der regelmässige Austausch mit Projektpartnern und verwandten Projekten gepflegt.

Publikation (P), Vorträge (V), Posterbeiträge (PB) und Degustationen (D):

- Perren S. (2013) Was hat die Forschung beim Feuerbrand für Trümpfe in der Hand? GV Obstproduzenten Bezirk Kulm und Lenzburg, Seengen, 01.2013. (V)
- Perren S., Egger S. (2013) Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement – Alternativen zu Streptomycin? Fachlicher Zwischenbericht 2012. Agroscope. (P)
- Egger S., Perren S. (2013) Projekt HERAKLES. CAVO SR Sitzung, 03.2013. (V)
- Holliger E., Pelludat C. und Perren S. (2013) Hoffnungsträger im Kampf gegen Feuerbrand. Früchte & Gemüse 4/2013, S. 28. (P)
- Perren S. (2013) Welche Obstsorte schafft es auf Ihren Teller. Tage der offenen Türe, Agroscope Wädenswil, 06.2013. (V, PB)
- Perren S. (2013) Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement – Alternativen zu Streptomycin? 13th International Fire Blight Workshop, IP Feuerbrand, ETH Zürich, 07.2013. (V)
- Perren S. (2013) Alternativen zu Streptomycin. Besichtigung Feuerbrand Parzelle Breitenhof, Steinobstzentrum Breitenhof Wintersingen, 07.2013. (PB)
- Holliger E., Perren S. (2013) Feuerbrand. Pflanzenschutztagung Obstbau, Agroscope Wädenswil, 11.2013. (V)
- Perren S. (2013) PSM Versuche im Freiland mit künstlicher Inokulation 2013. 5 Länder Treffen, Immenstaad, 11.2013. (V)
- Perren S. (2013) Freiland Blüteninokulationen bei verschiedene Apfelsorten und ACW-Züchtungen 2013. 5 Länder Treffen, Immenstaad, 11.2013. (V)
- Naef A., Perren S. (2013) Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement - Alternativen zu Streptomycin. Forum Kern- und Steinobst, Bern, 11.2013. (V)
- Egger S., Rombini S., Perren S. (2013) Erste Erfahrungen mit der Apfelsorte SQ159 (Natyra®) – Teil I. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau. 149, (20), 2013, S. 8-11. (P)

---

## 8. Literatur

- Le Lezec M., Paulin J. P., & Lecomte P., (1987) Shoot and blossom susceptibility to fireblight of apple cultivars. *Acta Hort.* (ISHS) 217: 311-315.
- Llop P., Bonaterra A., Peñalver J., Lopez M. M., (2000) Development of a highly sensitive nested-PCR procedure using a single closed tube for detection of *Erwinia amylovora* in asymptomatic plant material. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 2071-2078.
- Thomson S. V., (2000) Epidemiology of fire blight. In: Vanneste, J.L. (eds) *Fire Blight: The Disease and its Causative Agent, Erwinia amylovora*. CAVI Publishing, Wallingford UK, 9-37.