



Schlussbericht «Gemeinsam gegen Feuer- brand»

Autorinnen und Autoren: Vanessa Reiningger, Eduard Holliger, Markus Kellerhals, Gabriele Schachermayr, Bea Schoch, Luzia Lussi, Anita Schöneberg, Andrea Patocchi, Cosima Pelludat und Leandra Knecht





Total eingetetzte Feuerbrandversuchsparzelle am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen (BL)

Impressum

Herausgeber:	Agroscope Müller-Thurgau-Strasse 29, 8820 Wädenswil Telefon +41 58 460 61 11, Telefax +41 58 460 63 41 www.agroscope.admin.ch , www.feuerbrand.ch
Auskünfte:	Eduard Holliger und Vanessa Reiningger
Redaktion:	Vanessa Reiningger und Eduard Holliger
Gestaltung:	Vanessa Reiningger und Jost Brunner
Fotos:	Agroscope
Titelbild	Besichtigung der Versuche und Wissensaustausch in der total eingetetzten Parzelle
Copyright:	© Agroscope 2018
ISSN:	2296-7214

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
1 Vorwort	5
2 Einleitung, Ziele und Projektüberblick	6
3 Modul 1 – Information zum Feuerbrand-Management	8
3.1 Ziel.....	8
3.2 Zusammenfassung.....	8
3.3 Empfehlung für die Praxis	8
3.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	8
3.4.1 Diagnostik (<i>Erwinia amylovora</i>).....	8
3.4.2 Feuerbrand Blüteninfektionsprognose	8
3.4.3 Feuerbrandauftritt im Internet.....	9
3.4.4 Tägliches Blütenmonitoring	9
3.4.5 Vergleich von Wetterstationstypen bezüglich Temperaturmessung	9
3.4.6 Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln im Bewilligungsverfahren	10
3.5 Nutzen	10
3.6 Weiterführende Arbeiten	10
4 Modul 2 – Direkte Massnahmen	11
4.1 Ziel.....	11
4.2 Zusammenfassung.....	11
4.3 Empfehlung für die Praxis	11
4.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	11
4.4.1 Pflanzenschutzmittelstrategieversuche am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof.....	11
4.4.2 Datenlogger am SZB.....	15
4.4.3 Versuche auf Praxisbetrieben in Zusammenarbeit mit Kantonalen Fachstellen	15
4.4.4 Labor- und Quarantänegewächshaus-Versuche	16
4.4.5 Phytotox-Versuche	16
4.4.6 Mechanisms of phage resistance in <i>Erwinia amylovora</i> (ZHAW: SNF-Projekt 15697; Poster).....	16
4.4.7 Bakterielle Antagonisten.....	17
4.5 Nutzen	17
4.6 Weiterführende Arbeiten	17
5 Modul 3 – Indirekte Massnahmen	18
5.1 Ziel.....	18
5.2 Zusammenfassung.....	18
5.3 Empfehlung für die Praxis	18
5.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	19
5.4.1 «Gemeinsam gegen Feuerbrand» Ergänzungsfinanzierung	19
5.4.2 Weitere Aktivitäten unter dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand»	22

5.4.3	«NAP-PGREL»-Projekt «WEBEVOG»	23
5.4.4	Blühverfrühung	23
5.4.5	Feldversuch mit einer cisgenen feuerbrandresistenten Apfelinie.....	23
5.5	Nutzen	24
5.6	Weiterführende Arbeiten	25
6	Modul 4 – Evaluation spezifischer Aspekte Hochstamm	26
6.1	Ziel.....	26
6.2	Zusammenfassung.....	26
6.3	Empfehlung für die Praxis	26
6.4	Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	26
6.5	Nutzen	28
6.6	Weiterführende Arbeiten	29
7	Modul 5 – Evaluation der phytosanitären Massnahmen gegen Feuerbrand	30
7.1	Ziel.....	30
7.2	Zusammenfassung.....	30
7.3	Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	33
7.4	Nutzen	33
7.5	Weiterführende Arbeiten	33
8	Modul 6 – Projekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» leiten	34
8.1	Ziel.....	34
8.2	Durchgeführte Arbeiten und Resultate.....	34
8.3	Empfehlung seitens der PL an die POL	35
8.4	Querschnittsprojekte	35
8.5	Dank	36
8.6	Publikationen «Gemeinsam gegen Feuerbrand».....	37
9	Anhang	40
9.1	Modul 2.....	40
9.2	Modul 3.....	44

1 Vorwort

Dieser Schlussbericht fasst die Aktivitäten unter dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» zusammen. Die detaillierteren Angaben zu den Tätigkeiten und zum Projektverlauf erfolgten mittels der drei jährlichen internen Zwischenberichte zu Händen der Projektoberleitung (POL), welche sich aus M. Lötscher, BLW, G. Bregy, SOV und R. Baur/A. Gaume, Agroscope zusammensetzte. Alle Aktivitäten zum Projekt erfolgten auf Basis des Projektbeschriebs vom 28.03.2014. Die Projektdauer erstreckte sich vom 01.04.2014 bis 31.03.2018.

Die Geldgeber, die POL, die Projektleitung (PL) und die Forschenden haben Wert daraufgelegt, dass dieser Bericht nicht die Form eines reinen Tätigkeitsberichts aufweist, sondern auch modulweise Empfehlungen für die Praxis und eine Nutzenbetrachtung geliefert werden. Es werden zudem weiterführende Arbeiten auf dem Gebiet des jeweiligen Moduls angegeben, welche sich bei der Projektbearbeitung als sehr wichtig und zukunftsweisend gezeigt haben.

Das Projekt wurde in jährlichen Etappen durchgeführt, d.h. es wurde jeweils auf Ende März ein Zwischenbericht von der PL an die POL abgeliefert und eine POL-Sitzung, sowie eine Koordinationssitzung mit allen beteiligten Forschenden im Herbst abgehalten. Dadurch konnten alle Arbeiten auf verschiedenen Ebenen zu Feuerbrand durch die PL koordiniert werden.

Finanziert wurde «Gemeinsam gegen Feuerbrand» («GgFb») einerseits durch Gelder des ordentlichen Budgets von Agroscope und andererseits mit der Ergänzungsfinanzierung dieses Projekts durch das BLW, den SOV, den Kt. AG und die VariCom. Des Weiteren gab es verschiedene Querschnittsprojekte, wie z.B. «HERAKLES/HERAKLES Plus» oder eine Zusammenarbeit mit der ZHAW in Wädenswil im Zuge eines SNF Projekts. Eine Auflistung aller angrenzenden Projekte findet sich am Ende dieses Berichtes. Dank dieser breiten Aufstellung konnte das Thema Feuerbrand umfassend und unter verschiedenen Aspekten bearbeitet werden, was wiederum einen Mehrwert für die Praxis darstellt.

Dieser Schlussbericht hat den Anspruch, einen Einblick in alle weiteren Querschnittsprojekte und Aktivitäten in der Schweiz zum Thema Feuerbrand zu geben - ganz im Sinne von «Gemeinsam gegen Feuerbrand». Demnach werden auch alle Leistungen, sprich der gesamte Output, unabhängig von der Art der Finanzierung, welche aus diesem Dachprojekt hervorgingen, gemeinsam unter Modul 6 aufgeführt.

Die Projektleitung, die Modulleitenden und die weitere Autorenschaft wünschen der Leserschaft eine angenehme Lektüre und viele Impulse, damit die folgenden Empfehlungen in die Praxis aufgenommen werden, daraus ein maximaler Nutzen entsteht und das in diesem Projekt erarbeitete Wissen geteilt wird.

2 Einleitung, Ziele und Projektüberblick

Mit dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» wurden alle grundlegenden und praxisorientierten Forschungsaktivitäten der wichtigsten Akteure in der Schweiz zusammengefasst. Ziel dieses integralen Projektes war es, gemeinsam mit allen Akteuren, direkte und indirekte Massnahmen für ein erfolgreiches Feuerbrand-Management zu erforschen und weiter zu entwickeln. Die Aktivitäten zu Pflanzenschutzmitteln/Einsatzstrategien, Neuzüchtungen/Sorten, Hochstamm und Evaluation der Massnahmen wurden gemeinsam koordiniert. Die Ergebnisse wurden regelmässig vorgestellt, ausgetauscht und diskutiert. Die Projektoberleitung setzte sich aus Vertretern von Agroscope, dem Bundesamt für Landwirtschaft und dem Schweizer Obstverband zusammen. Die Teilprojekte wurden von der öffentlichen Hand und durch Private finanziert und unterstützt.

Informationen zum Projekt und zu den Projektpartnern sind unter www.feuerbrand.ch -> Projekte zu finden.



Feuerbrand, welcher von dem gram-negativen Bakterium *Erwinia amylovora* hervorgerufen wird, ist eine der gefährlichsten Kernobstkrankheiten und führt in der Schweiz zu erheblichen Schäden im Kernobstbau. Mit der Entdeckung des Erstbefalls im Jahr 1989 hat sich der Feuerbrand, besonders seit Mitte der Neunziger-Jahre, zunehmend ausgebreitet. Seit dem starken Feuerbrandjahr 2007 nahm die Anzahl der Schweizer Gemeinden mit Feuerbrandbefall mit kleinen Schwankungen ab. Eine mutmassliche Ursache für den Rückgang ist einerseits ein geschärftes Bewusstsein für diese Krankheit bei Kantonen, Produzenten und

Bevölkerung und somit auch die Durchführung von Überwachungen und Sanierungen, bessere Hygienemassnahmen, sowie optimale Einsatzzeitpunkte von Pflanzenschutzmittel (PSM) Behandlungen, sprich ein erfolgreiches Feuerbrandmanagement. Andererseits müssen zum Zeitpunkt der Kernobstblüte die entsprechenden Witterungsbedingungen vorherrschen, um bei Vorhandensein des Erregers (bereits befallene Wirtspflanzen) einen verstärkten Feuerbrandbefall hervorzurufen. Hinzu kommt, dass vor allem stark anfällige Sorten intensivem Befall unterliegen. Ein Jahr mit ökonomisch grossen Schäden lässt sich daher weiterhin nicht ganz ausschliessen.

Die in den letzten Jahren angepflanzten Feuerbrandrobusten Sorten, v.a. im Hochstammbereich, bieten weniger optimale Angriffs- und Vermehrungsflächen für das Feuerbrandbakterium. Bei einem möglichen Blütenbefall wird dadurch eine Sanierung erfolgsversprechender.

Das Antibiotikum Streptomycinsulfat wurde vom BLW von 2008 bis einschliesslich 2015 über eine jährliche Allgemeinverfügung gegen *Erwinia amylovora* im Kernobstbau zugelassen. Der Einsatz erfolgte streng reglementiert, d.h. nach Freigabe durch die Kantonalen Fachstellen aufgrund akuter Infektionsbedingungen. Um langfristig Alternativen zum Antibiotikum zu finden, wurde 2014 das Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» initiiert. Das Projektoberziel wurde nach dem BLW Entscheid vom 10. Februar 2016, Streptomycin nicht mehr zu bewilligen, entsprechend angepasst und lautet neu: «Gemeinsam mit allen Akteuren, direkte und indirekte Massnahmen für ein erfolgreiches Feuerbrand-Management erforschen und weiterentwickeln.»

Um das Potential des Projekts zu erhöhen, war «Gemeinsam gegen Feuerbrand» nicht nur national vernetzt, sondern zusätzlich mit den umliegenden Ländern, welche auch an praxisnahen Lösungen arbeiten und forschen. So gab es jährliche Treffen am Julius-Kühn-Institut (JKI) in Dossenheim (D) zur Versuchsvorbesprechung, um die PSM-Strategien in den Versuchen der verschiedenen Länder aufeinander abzustimmen und gegenseitig von den Erfahrungen der KollegInnen zu profitieren.

Auch das jährlich stattfindende Feuerbrand 5-Ländertreffen diente dem Wissensaustausch zwischen Feuerbrandexperten, was letztlich zu einem erhöhten Nutzen für die Praxis führte, da so ein umfassenderes Bild des Feuerbrandes entstand und verschiedene Aspekte betrachtet und diskutiert werden konnten. Über die VariCom findet ein internationaler Austausch im Bereich Sortenvermarktung statt.

Da sich ein erfolgreiches Feuerbrandmanagement aus mehreren Komponenten zusammensetzt, war auch das Dachprojekt aus verschiedenen Modulen aufgebaut, um so der Praxis als Nutzen aus diesem Projekt ein umfassendes Paket an Empfehlungen liefern zu können. Auch angrenzende, thematische Querschnittsprojekte, welche einen Beitrag zum Projekt lieferten, jedoch eine eigene Finanzierung aufwiesen, sind im folgenden Bericht kurz beschrieben.

Die Bearbeitung des Projekts und somit auch der Aufbau dieses Schlussberichts gliedert sich in sechs Module, in Klammern ist jeweils die federführende Person angegeben (Stand: 1. Januar 2018):

- Modul 1:** Laufend Informationen zum Feuerbrandmanagement zur Verfügung stellen (E. Holliger, Agroscope)
- Modul 2:** Direkte Bekämpfungsstrategie entwickeln und prüfen (E. Holliger, Agroscope)
- Modul 3:** Indirekte Massnahmen entwickeln und prüfen (M. Kellerhals, Agroscope)
- Modul 4:** Evaluation spezifische Aspekte Hochstamm (V. Reininger, Agroscope)
- Modul 5:** Evaluation der Feuerbrand Strategie (G. Schachermayr, BLW)
- Modul 6:** Projekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» leiten (E. Holliger und V. Reininger, Agroscope)



3 Modul 1 – Information zum Feuerbrand-Management

3.1 Ziel

Die Branche soll über den aktuellen Stand der Feuerbrandsituation in der Schweiz informiert werden. Gewinnbringende Neuerungen, wie z.B. das aktualisierte Prognosemodell oder aktuelle Merkblätter, sollen erstellt und der Praxis zugänglich gemacht werden.

3.2 Zusammenfassung

Die Blüteninfektionsprognose, sowie in Zusammenhang damit, die Einsatzzeitpunkte alternativer PSM und die Streptomycin Freigabe bis inklusive 2015, waren die wichtigsten Aktivitäten in diesem Modul. Über den Internetauftritt wurden aktuelle Literatur, Merkblätter und zusätzliche Informationen zur Verfügung gestellt. Mittels täglichem Blütenmonitoring in Zusammenarbeit mit der Fachstelle Obst des Strickhofs, ZH und der Analyse verschiedener Wetterstationstypen konnten der Praxis bedeutende Erfahrungswerte bezüglich Zellzahlanstieg und Erregerinfektionspotential (EIP) -Entwicklung in Praxisanlagen weitergegeben werden. Die Finanzierung der Aktivitäten in diesem Modul erfolgte durch das ordentliche Agroscope Budget (Arbeitsprogramm 2014/17).

3.3 Empfehlung für die Praxis

Als Ergebnis aus dem täglichen Blütenmonitoring, welches in Zusammenarbeit mit der Fachstelle Obst des Strickhofs, ZH erfolgte kann der Praxis die totale Einnetzung von Kernobstanlagen empfohlen werden. Somit wird der mögliche Eintrag des Feuerbranderreger durch Vektoren aus dem Umfeld in die Parzelle verhindert. Die Sanierung von Kernobstanlagen ist fachgerecht vorzunehmen, damit der Ausgangsdruck in der Parzelle bestmöglich reduziert werden kann. Im direkten Umfeld der Parzellen ist die Sanierung von Befall anzustreben (nationale und kantonale Richtlinien berücksichtigen). Die Angaben zum Blüteninfektionsrisiko sind rechtzeitig zu beachten, betriebsspezifisch zu interpretieren (d.h. Umgebungssituation und Vorjahresbefall miteinbeziehen) und die PSM sind vorrätig zu halten.

3.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

3.4.1 Diagnostik (*Erwinia amylovora*)

Als Vollzugsunterstützung werden Einsendungen von Verdachtsproben von kantonalen Fachstellen und von Concerplant (Baumschulkontrolle) an der Agroscope in Wädenswil auf Feuerbrand untersucht. Concerplant ist die vom BLW beauftragte Organisation, welche die phytosanitäre Kontrolle und Zertifizierung bei Obstgehölzen in Baumschulen durchführt. Resultate aus Probeeinsendungen von Concerplant werden dem APSD (Agroscope Pflanzenschutzdienst) und dem EPSD (Eidgenössischer Pflanzenschutzdienst) mitgeteilt. Die kantonalen Fachstellen und der EPSD sind für die zu treffenden Massnahmen zuständig. Die geplante Überprüfung von Streptomycin-Resistenzen wurde im Jahre 2014 aufgrund fehlender Streptomycin-Freigabe, 2015 wegen fehlender Infektionen und ab 2016 wegen der nicht mehr erteilten Zulassung von Streptomycin im Kernobstbau nicht mehr durchgeführt.

3.4.2 Feuerbrand Blüteninfektionsprognose

Das von Agroscope betriebene Feuerbrand Blüteninfektionsprognose-Model 'Maryblyt®' wurde bis inklusive 2016 mit einem Programm berechnet, das noch viel manuellen Input erforderte. Seit 2017 (Planungsstart 2014) ist die Feuerbrand-Blüteninfektionsprognose nahezu vollautomatisiert einhergehend mit einem neuen Internetauftritt inklusive einer Anwendung für Smartphones. Die effektiv gemessenen Wetterdaten werden

von Agrometeo bezogen. Integriert in die Umstellung und Modernisierung wurde auch das Webmodul, welches den kantonalen Fachstellen seit 2011 zur spezifischen Berechnung des Feuerbrandinfektionsrisikos, zur Verfügung steht. Seit 2017 kann das Feuerbrandinfektionsrisiko auch mittels interaktiver Karte auf mobilen Geräten abgerufen werden. Neu erfolgen nach Erhalt der Wetterprognosedaten (2x täglich) automatisch weitere Neuberechnungen des Infektionsrisikos. Das Webmodul ermöglicht den Beratenden selbstständig Risikoberechnungen anzustellen, um die lokale Situation möglichst sicher einzuschätzen. Das kantonale Blütenmonitoring wird aufgrund der berechneten Feuerbrandinfektionsgefahr durchgeführt.

Die Feuerbrandinfektionsprognose wurde bis 2015 gemäss Auflage der Allgemeinverfügung als Entscheidungshilfe bei der Freigabe zur Streptomycinbehandlung hinzugezogen. Agroscope koordinierte jeweils die Telefonkonferenzen mit fünf Kantonen, welche als Basis für die Antibiotikum-Freigaben diente. Der gemeinsam gefällte Entscheid wurde danach allen weiteren Kantonen mit einer möglichen Streptomycinfreigabe mitgeteilt. Seit 2016 wird die Infektionsprognose für den Einsatz von alternativen PSM und Antagonisten im Kernobstanbau und weiterhin zur Vorhersage des Auftretens der ersten möglichen Symptome verwendet.

3.4.3 Feuerbrandauftritt im Internet

www.feuerbrand.ch; www.feubakterien.ch; www.fuocobatterico.ch

Die Informationen des BLW und APSD betreffend «Bekämpfungsstrategie, Bienenverstellverbot, Befallszone, Pflanzverbote, Schutz- und Nichtschutzgebiet» werden jährlich unter der Rubrik «Gesetzliche Aufgaben» aktualisiert. Zur Verfügung stehen auch Dokumente mit den kantonalen Bestimmungen, die zum Teil von den nationalen Vorgaben abweichen können. Die technischen Merkblätter bezüglich Feuerbrand Hygiene wurden 2015 überarbeitet und in einer gedruckten Broschüre (Agroscope [Transfer Nr. 97](#)) unter dem Titel «Hygiene, Überwachung, Sanierung – Bausteine des erfolgreichen Feuerbrandmanagements» (d,f,i) zusammengefasst.

3.4.4 Tägliches Blütenmonitoring

Seit 2013 wurden zur Blütezeit täglich durch den Strickhof (Fachstelle Obst) Blütenproben in einer Apfelparzelle in Wädenswil entnommen. Die Analyse dieser Apfelblüten liefert detaillierte Daten zur Zellzahlentwicklung unter natürlichen Bedingungen in dieser Anlage.

Hierbei wurden durch den Strickhof täglich mehrere 100 Blüten in dieser Anlage gesammelt. Ab dem Jahr 2015 wurde diese Anlage vollständig eingenetzt. Die Proben wurden im Labor der Agroscope aufbereitet und durch Bio-Protect (Konstanz, Deutschland) auf vorhandene Feuerbrandbakterien hin untersucht. Aus den Ergebnissen konnte abgeleitet werden, dass bei geringem EIP, höchstwahrscheinlich bedingt durch Bisenlage, bei gleichzeitig hoher Globalstrahlung, trotzdem Infektionsbedingungen herrschen können. Das Erregerpotential in der Parzelle konnte durch rechtzeitige, gründliche Sanierung in der Parzelle und im Umfeld und durch die totale Einnetzung der Anlage deutlich reduziert werden.

3.4.5 Vergleich von Wetterstationstypen bezüglich Temperaturmessung

Es wurde ein Vergleich der verschiedenen Lufttemperatursensoren im Schweizer Netz der Wetterstationen (Agrometeo) durchgeführt, da die Temperatur im Prognosemodell der ausschlaggebende Faktor ist. Bei Stationen mit nachträglich eingebautem Belüfter wurde sowohl von den kantonalen Beratern, als auch von Agroscope festgestellt, dass die gemessenen Tageshöchst-Temperaturen zum Teil unter den Werten von MeteoSchweiz lagen. Das hatte einen direkten, negativen Einfluss auf das berechnete Feuerbrandinfektionsrisiko (tendenziell lag eine Unterschätzung des Risikos vor). Aufgrund dieser Resultate, entschieden einzelne Kantonale Fachstellen einen Thermostat einzubauen, der die Belüftung des Temperatursensors erst ab ca. 25°C aktiviert.

3.4.6 Beurteilung von Pflanzenschutzmitteln im Bewilligungsverfahren

Die eingereichten Gesuche der Firmen werden zu Händen der Zulassungsstelle im Bereich Anwendung und Wirkung (inkl. Phytotoxizität) wissenschaftlich-technisch beurteilt. Ergänzend erfolgen Besichtigungen von Wirkungsversuchen im Ausland (Deutschland). Legislativer Kontext: [SR 916.161](#) Pflanzenschutzmittelverordnung.

Darüber hinaus werden Anfragen und Ideen von Dritten zur versuchsweisen Testung von Substanzen entgegengenommen, triagiert und fachlich beantwortet. In Jahren mit verstärktem Feuerbrandbefall nahmen die an Agroscope herangetragenen Ideen jeweils sprunghaft zu.

3.5 Nutzen

Neuigkeiten, Informationen, Merkblätter und gesetzliche Vorgaben und Bestimmungen stehen sowohl Fachpersonen und Praktikern als auch der breiten Bevölkerung im [Internet](#) zur Verfügung, wodurch ein geschärftes Bewusstsein für Feuerbrand geschaffen wird. Die Merkblätter von Agroscope stehen in der Regel in Deutsch, Französisch und Italienisch zur Verfügung und werden auch aus dem Ausland nachgefragt.

Mittels Blüteninfektionsprognose mit Klimadaten von rund 80 Standorten in der Schweiz wird den kantonalen Fachstellen und der Praxis die Ermittlung des optimalen Einsatz-Zeitpunktes für alternative PSM und somit ein zielgerichteter und sparsamer Einsatz von PSM zur Verfügung gestellt. Dieses Vorgehen ist ganz im Sinne des nationalen Aktionsplans Pflanzenschutz (NAP-PSM). Das Webmodul ermöglicht ausserdem den Beratenden selbständig das Infektionsrisiko einer bestimmten Region zu berechnen und somit einzuschätzen.

Rückschlüsse, welche aus dem täglichen Blütenmonitoring gezogen wurden, stehen der Praxis zur Verfügung. Hierunter fällt z.B. der Nutzen einer totalen Einnetzung von Kernobstanlagen.

Durch die Analyse der verschiedenen Klimamessstationen und deren Anpassungen konnte die Genauigkeit der Blüteninfektionsprognose erhöht und somit das Feuerbrandinfektionsrisiko akkurater gemessen werden. Die Bündelung aller Aktivitäten in der Schweiz zu Feuerbrand unter dem Dach «Gemeinsam gegen Feuerbrand» innerhalb Agroscope und mit externen Partnern ermöglichte komplementäre Aktivitäten zu diesem Thema.

3.6 Weiterführende Arbeiten

Überprüfung des Feuerbrand-Infektionsprognosemodells 'Maryblyt®' in Bezug auf die EIP Entwicklung. Hinzugezogen werden sollen die Resultate des täglichen Blütenmonitorings in Wädenswil 2013-2017 (Strickhof, Agroscope) und die Ergebnisse des Erregernachweises der letzten drei Jahre aus den Versuchen am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof, BL.

Weitere Beobachtungen der Klimamessstationen auf Faktoren, welche die Messung beeinflussen könnten und so zu ungewollten Abweichungen führen, stehen zur Diskussion.

4 Modul 2 – Direkte Massnahmen

4.1 Ziel

Dieses Modul hatte zum Ziel, direkte Massnahmen in Form von alternativen PSM zu Streptomycin, wie auch Antagonisten und Bakteriophagen, gegen Feuerbrand zu erforschen und zu etablieren. Es sollten optimale PSM-Einsatzstrategien für die Praxis erarbeitet werden. Dazu wurden im Labor, Gewächshaus und auch im Freiland Experimente durchgeführt.

4.2 Zusammenfassung

In Zusammenarbeit mit dem Projekt «HERAKLES/HERAKLES Plus» und der Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften (ZHAW) in Wädenswil wurden direkte Massnahmen gegen Feuerbrand erforscht und weiterentwickelt. Am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof (SZB) sind über fünf Versuchsjahre alternative PSM-Strategien gegen Feuerbrand auf deren Praxistauglichkeit erprobt worden. Die höchsten Wirkungsgrade wurden bei optimalen Feuerbrandbedingungen mit engen Behandlungsabständen erzielt. Parallel wurden während der Versuche die Zellzahlen des Erregers auf den Apfelblüten ermittelt, um die Wirksamkeit der PSM auf den Erreger besser beurteilen zu können und um die berechneten Infektionsrisiken des Prognosemodells 'Maryblyt®' in der Realität zu validieren.

Mittels diverser Screenings bakterieller Antagonisten im Labor und anschliessender Detached Flower Assays wurden gegen *E. amylovora* potentielle Antagonisten vorselektiert, welche in der nächsten Testphase auf Topfbäumen im Quarantänegewächshaus der Agroscope geprüft wurden. Im Rahmen eines Schweizer Nationalfondsprojektes ([SNF Projekts 156947](#)) an der ZHAW in Wädenswil werden in Zusammenarbeit mit Agroscope und der ETH Zürich Bakteriophagen untersucht, welche die Vermehrung des Feuerbranderregers hemmen können.

4.3 Empfehlung für die Praxis

Die eindeutige Empfehlung an die Praxis aus diesem Projektteil lautet, die PSM-Behandlungen mit alternativen Mitteln rechtzeitig und im Folgenden in engen Abständen (2-3 Tage) durchzuführen. Dies gilt insbesondere, wenn die Witterung, resp. die Blüteninfektionsprognose, ein hohes bis sehr hohes Infektionsrisiko vorhersagt. Somit kann die Erregervermehrung in der Kernobstblüte konstant gehemmt werden und die Wahrscheinlichkeit, dass der kritische Schwellenwert für eine Infektion (\varnothing 10'000 Zellen/Blüte) mit späterer Symptombildung erreicht wird, reduziert sich.

Zur Löslichkeit des PSM LMA (Kaliumaluminiumsulfat) wurden Labor-Versuche bei Agroscope durchgeführt, welche gezeigt haben, dass die Löslichkeit bei steigender Wassertemperatur und abnehmender Konzentration zunimmt. Diese Versuche und die daraus abgeleiteten Empfehlungen wurden der Praxis in einem [Merkblatt](#) zugänglich gemacht.

Die Versuche am SZB haben gezeigt, dass die totale Einnetzung einer Anlage das EIP verändern kann, da unter dem Netz leicht erhöhte Temperaturen vorherrschen und somit das 'Maryblyt®' Model das EIP non-linear, d.h. überproportional aufrechnet. Diese Abweichungen vom Modell sind beim Einsatz von PSM in einer total eingenetzten Parzelle zu beachten (vergl. 4.4.2).

4.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

4.4.1 Pflanzenschutzmittelstrategieversuche am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof

In den Jahren 2014-2016 wurden jeweils zwei PSM-Strategieversuche pro Saison mit künstlicher Feuerbrand-Inokulation von zwei- bis dreijährigen blühenden Apfel-Topfbäumen der Sorte «Gala Galaxy» in der eingenetzten Parzelle am SZB (siehe Abbildung S. 12) durchgeführt, um der Praxis Resultate aus Exakt-



Versuchen liefern zu können. In den Jahren 2014 und 2015 ist in einer Zusammenarbeit mit dem FiBL ein



biologisches Präparat und ein dafür entwickeltes Applikationsgerät getestet worden. In den Jahren 2016 und 2017 wurde im Rahmen eines Forschungsauftrages einer externen Firma eine Substanz gegen Feuerbrand getestet. Im Jahr 2013 konnte, wegen kalter und nasser Bedingungen, und 2017 wegen Frost während der Blütezeit, nur ein Versuch durchgeführt werden. Es wurden einerseits Befallsdaten mittels Blütenbüschelbonitur erhoben und andererseits in den Jahren 2015-2017 die Dynamik der Zellzahlen in den Blüten in Abhängigkeit der Verfahren mittels real-time PCR und Lebendzellzahlbestimmung über die Zeit ermittelt. Diese Versuche konnten durch das Zusammenlegen der Ressourcen aus der Ergänzungsfinanzierung «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES/HERAKLES Plus» durchgeführt werden. Die Versuche erfolgten nach der EPPO-Richtlinie 1/166(3). Durch die Zusammenarbeit mit Deutschland sowie Österreich wurden die Versuche im Vorfeld abgestimmt und am Feuerbrand 5-Ländertreffen vorgestellt und diskutiert. In Tabelle 4.1 sind die jeweiligen PSM-Streategieverfahren und deren Wirkungsgrade bzw. die Befallshäufigkeit in der unbehandelten Kontrolle in den verschiedenen Versuchsjahren dargestellt.

Die Bonitur der gut 2000 Blütenbüschel pro Verfahren (sekundäre Bäume) fand jeweils ca. drei Wochen nach Inokulation der blühenden primären Topfbäume mit dem Feuerbranderreger statt. Der Blütenbüschelbefall, sowie die Wirkungsgrade, wurden anhand folgender Formeln berechnet:

$$\text{Befall [\%]} = (\text{Total Blütenbüschel mit Feuerbrand} / \text{Total Blütenbüschel zur Vollblüte}) \times 100$$

$$\text{Wirkung [\%]} = [(\text{Befall Kontrolle [\%]} - \text{Befall Verfahren [\%]}) / \text{Befall Kontrolle [\%]}] \times 100$$

Die Versuche zeigen, dass enge Behandlungsintervalle massgeblich für eine erfolgreiche PSM-Behandlung gegen Feuerbrand mit alternativen Strategien sind. Die getesteten Strategien mit dem, auch im biologischen Anbau zugelassenen PSM BlossomProtect™, zeigten in dieser Versuchsanordnung meist vergleichbare Wirkungsgrade mit LMA. Im Zuge der innovativen Suche nach neuen Präparaten gegen Feuerbrand, wurden zusätzlich zu den zugelassenen Mitteln verschiedene neue Antagonisten oder potentielle Mittel getestet (siehe Tab. 4.1).

Für die Bestimmung der Zellzahl auf den Blüten während der Behandlungen in Abhängigkeit der PSM-Strategien, wurden die Proben mittels real-time PCR analysiert und somit alle lebenden und bereits abgestorbenen Zellen über deren DNA erfasst. Zudem wurde parallel die Lebendzellzahl ausgesuchter Proben als Referenzwert untersucht. Die Zellzahl auf den entsprechenden Blüten wurde mit der Blütenbüschelbonitur des jeweiligen Verfahrens abgeglichen.



Im ersten Versuch des Jahres 2015 wurden die deckungsgleichen Ergebnisse zwischen Zellzahlen auf den Blüten und Blütenbüschelbonitur erzielt. In den weiteren Versuchen spiegeln sich in den Zellzahlwerten die Ergebnisse des Wirkungsgrades aus den Blütenbüschelbonituren nur teilweise wider (siehe Anhang Fig. 9.1.1).

Tabelle 4.1: Befall [%] in der unbehandelten Kontrolle mit *Erwinia amylovora* und Wirkung [%] der Pflanzenschutzmittel-Strategien für die Versuche mit künstlicher Inokulation in den Jahren 2013-2017. Werte in einer Spalte, die mit dem gleichen Buchstaben gekennzeichnet sind, sind nicht signifikant verschieden ($\alpha=0.05$, Tukey HSD Test). Im Jahr 2014 wurde der Mindestbefall von 5% in der unbehandelten Kontrolle gemäss EPPO Richtlinie in beiden durchgeführten Versuchen nicht erreicht, sodass keine statistische Auswertung erfolgte (n.s.). PSM Applikationen nach Inokulation, sofern nicht anders angegeben.

Verfahren	2013 Serie 2	2014 Serie 1 n.s.	2014 Serie 2 n.s.	2015 Serie 1 **	2015 Serie 2 **	2016 Serie 1	2016 Serie 2	2017 Serie 2 ***
	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)	Wirkung (%)
Befall [%] unbehandelt				30.8 **	35.7 **	15.6	9.1	41.6
Wasser			-49.6					
Streptomycin 2x vor Inokulation	63.3 ^{ab}							
Streptomycin 2x	74.9 ^b							
Strepto-LMA-LMA		36.8	22.1	57.4 ^a	77.3 ^a			
LMA-Streptomycin-LMA		63.4	46.9				77.9 ^a	55.9 ^b
LMA-Streptomycin						67.1 ^a		
LMA 2x	52.3 ^{ab}					31.6 ^b	5.7 ^c	
LMA 2x (eng)						34.5 ^b		
LMA 3x	36.7 ^a	49	36.6	39.1 ^{ab}	32.2 ^b		49.6 ^{ab}	58.4 ^b
LMA 1x vor Inokulation LMA-LMA						14.5 ^b		
Myco-Sin 1x vor Inokulation LMA-LMA-LMA				37.5 ^{ab}	29.5 ^b			
Myco-Sin 3x				30.9 ^b				
Milchsäure 3x					-0.6 ^c			
2x Vacciplant und 1x Myco-Sin vor Inokulation BlossomProtect™ 3x	34.4 ^{ab *}	52.8	39.6	47.5 ^{ab}	12.4 ^{bc}			
BlossomProtect™-Myco-Sin-BlossomProtect™						37.6 ^b		
BlossomProtect™ 3x							33.9 ^{bc}	62.3 ^{ab}
Antifek® 5% 3x ****						82.2 ^a		79.0 ^a
Antifek® 2.5% 3x ****							60.6 ^{ab}	62.1 ^{ab}
<i>Metschnikowia pulcherrima</i> 3x *****								1.9 ^c

* Applikation von BlossomProtect™ erfolgte 2013 auf Wunsch der Herstellerfirma Bio-Protect nach der Inokulation mit dem Feuerbranderreger.

** 2015 wurden alle blühenden Bäume, im Gegensatz zu den anderen Versuchsjahren, direkt inokuliert, daher der sehr hohe Befall in der unbehandelten Kontrolle.

*** Die Blüten der erste Serie 2017 waren erfroren. Vollblüte 2. Serie Ende Mai 2017

**** 2016 in der Formulierung Antifek®30P; 2017 in der Formulierung Antifek®30PP.

***** Hefe *Metschnikowia pulcherrima*, isoliert von Agroscope aus Apfelblüten in der Umgebung von Wädenswil. Unformuliertes Produkt.

4.4.2 Datenlogger am SZB



Aufgrund der zunehmenden totalen Einnetzung von Kernobstanlagen in der Praxis, jedoch mit zugehörigen Wetterstationen ausserhalb des Netzes, wurden während der Versuchssaison 2016 und 2017 am SZB Datenlogger für die Messung von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit innerhalb und ausserhalb der Parzelle platziert. Hiermit sollte die Abweichung der Temperaturen unter dem Netz im Vergleich zu ausserhalb des Netzes ermittelt werden. Im Jahr 2016 gab es bei den Maximaltemperaturen Abweichungen von bis zu 4°C (siehe Anhang Fig. 9.1.2 a), 24. Juni 2016). Diese Abweichungen wirken sich auf Grund der Berechnungsmethode des EIPs mithilfe des 'Maryblyt®'-Modells überproportional auf den EIP-Wert aus. Mit der Erneuerung der totalen Einnetzung der SZB Parzelle im Jahr 2017 wurden diese Abweichungen geringer, da das neue Insektenschutznetz winddurchlässiger ist. Je höher die Temperaturen, desto grösser sind in der Regel die Abweichungen. Bei den Minimaltemperaturen zeigten sich nur äusserst geringe Abweichungen.

4.4.3 Versuche auf Praxisbetrieben in Zusammenarbeit mit Kantonalen Fachstellen

Um die Ergebnisse, vor allem der Versuche am SZB, in Bezug zur Praxis setzen zu können, wurden Versuche auf Praxisbetrieben in Zusammenarbeit mit den kantonalen Obstfachstellen der Kantone AG, LU, SG, TG und ZH durchgeführt.



In den Jahren 2015-2017 wurden durch Obstbauern verschiedene Versuche mit LMA, Streptomycin, BlossomProtect™ und Antinfek an Apfel und Quitte durchgeführt. In diesen Jahren kam es jeweils zu keinem nennenswerten Feuerbrand-Befall in den entsprechenden Anlagen. Die in den Praxisversuchen ermittelten Zellzahlen von *E. amylovora* unter natürlichen Bedingungen wurden mit denen der Versuche am Breitenhof abgeglichen. Es zeigte sich, dass am SZB mit realistischen Zellmengen inokuliert wird. Das Inokulum enthält eine Million Zellen pro Milliliter. Auf den Blüten kommen durch Sprühverluste jedoch ca. 100-mal weniger Zellen an. Die sekundären Bäume erhielten nochmal ca. 1000-fach weniger Zellen in den ersten drei Stunden mittels Bienen oder Hummeln. Die resultierenden Zellzahlen von ca. 1000 Zellen/Blüte entsprechen den Werten, welche auch in den Praxisversuchen gefunden wurden.



Um die Pilotparzelle mit Quitten in Diepoldsau, SG unterstützend zu begleiten, wurden im Winter 2016/17 und 2017/18 Proben von scheinbar feuerbrandfreien Ästen bei Agroscope analysiert. Es wurde überprüft, wie schnell sich der Erreger im Holz ausbreitet, ohne Symptome hervorzurufen. Aufgrund der Befunde wurden die mit Feuerbrand befallenen Bäume in der Anlage gerodet und es erfolgte eine Nachpflanzung.

4.4.4 Labor- und Quarantänegewächshaus-Versuche



Im Labor wurden verschiedene Versuche auf Agarplatten oder Apfelblüten durchgeführt, um potentielle Präparate, Wirkstoffe oder Antagonisten ersten Wirksamkeitstests gegen Feuerbrand zu unterziehen. Bei vielversprechenden Laborergebnissen wurden in einem nächsten Schritt Versuche im Quarantänegewächshaus auf zweijährigen Topfbäumen der Sorte «Golden» durchgeführt. Auch Aufwandmenge- oder Zeitpunkt wurden in diesem Rahmen getestet. Es wurden Versuche mit LMA, BlossomProtect™, Antinfek und der Hefe *Metschnikowia pulcherrima*, die als Antagonist gegen verschiedene andere Pathogene wirkt, durchgeführt. Mittels dieser Versuche konnte gezeigt werden, dass der Anwendungszeitpunkt von LMA auf «Golden Delicious» direkt vor oder direkt nach der Inokulation mit *E. amylovora* keinen signifikanten Einfluss auf den Wirkungsgrad hat. Der Wirkungsgrad war in beiden Fällen signifikant verschieden von der unbehandelten Kontrolle. Die antagonistische Hefe *M. pulcherrima* zeigte ebenfalls eine signifikante Wirkung auf den Feuerbranderreger im Vergleich zur unbehandelten Kontrolle.

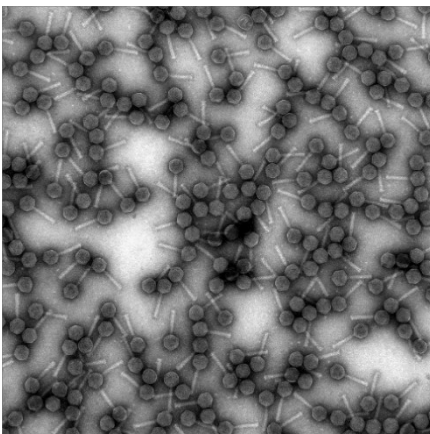
Die Löslichkeit von LMA wurde ebenfalls im Labor bestimmt und zeigte, dass bei steigenden Wassertemperaturen und geringeren LMA-Konzentrationen die Löslichkeit verbessert wird.

4.4.5 Phytotox-Versuche



Mit dem Desinfektionsmittel Antinfek und der Hefe *M. pulcherrima* wurden 2017 in Zusammenarbeit mit dem Agroscope Obstbaubetrieb Phytotox-Versuche in einer Apfelanlage in Wädenswil durchgeführt. Somit konnten allfällige phytotoxische Effekte auf Apfelbäume hinsichtlich verschiedener Formulierungen, Konzentrationen oder Applikationszeitpunkte evaluiert werden. Es zeigte sich gegenüber der unbehandelten Kontrolle weder bei Antinfek, noch bei der Hefe eine statistisch signifikante Mehrberostung der Früchte.

4.4.6 Mechanisms of phage resistance in *Erwinia amylovora* (ZHAW: [SNF-Projekt 15697](#); [Poster](#))

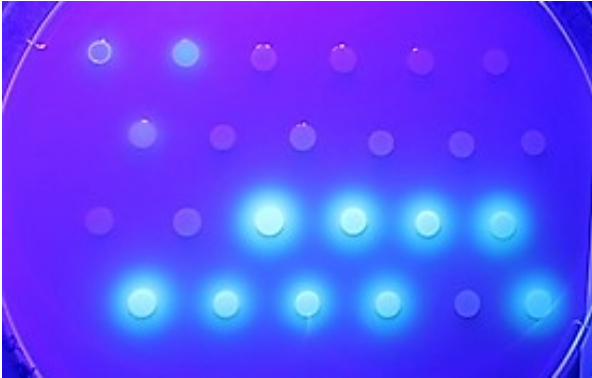


Bakterielle Viren oder Bakteriophagen erkennen bei der Infektion einer Wirtszelle spezifische Oberflächenstrukturen und können gezielt als Kontrolle unerwünschter Bakterien eingesetzt werden. In diesem Projekt wurden Phagenrezeptoren von *E. amylovora* identifiziert. Dies ermöglichte die Zusammenstellung eines wirksamen Phagencocktails mit breitem Wirtsspektrum und die Untersuchung möglicher Resistenzentwicklungen. Einzelne Phagen sowie Phagencocktails wurden «*in vitro*» und im Detached Flower Assay auf ihre Wirksamkeit gegen *E. amylovora* getestet. Die Phagen konnten sowohl alleine, als auch in Kombinationen, das Wachstum von *E. amylovora* «*in vitro*» hemmen und die Feuerbrand-Symptome der Blüten um bis zu 37 % reduzieren. Bei der Untersuchung der

Resistenzentwicklungen zeigte sich, dass die meisten Resistenzen nur vorübergehend sind. Es ist also eher unwahrscheinlich, dass sich auf Bäumen resistente Populationen etablieren können.

Die Versuche zeigen, dass Phagen eine effiziente Alternative zur Feuerbandbekämpfung darstellen können. Es ist geplant, die Wirksamkeit der Phagen und Phagencocktails zur Bekämpfung von Feuerbrand in einem der nächsten Schritte in einer Feldstudie zu testen.

4.4.7 Bakterielle Antagonisten



Bei diesem Forschungsprojekt liegt der Fokus auf bakteriellen Antagonisten und den molekularen Mechanismen, die sie zu einer Feuerbrandbekämpfung befähigen. Da die Wirksamkeit von einzelnen Antagonisten schwankt, ist das finale Ziel eine künstlich zusammengesetzte mikrobielle Gemeinschaft.

Um diese zu generieren, müssen zunächst Einzelisolate analysiert, ihre antagonistische Wirkung beurteilt und der Wirkmechanismus untersucht werden. Für dieses Ziel wurde ein mehrstufiger Prozess entwickelt. Dieser umfasst: 1.) die Identifizierung der Isolate; 2.) eine erste

Überprüfung ihrer hemmenden Wirkung gegenüber dem Feuerbranderreger in «*in vitro*» Assays - bei entsprechend guten Resultaten, 3.) mindestens drei unabhängige Versuchsdurchläufe an abgetrennten Apfelblüten (Detached Flower Assays) und letztlich, 4.) Wirkungsversuche an Blüten von Feuerbrandhochanfälligen «Golden Delicious» Bäumen im Quarantänegewächshaus (mindestens drei unabhängige Durchgänge). Die im Quarantänegewächshaus erzielten Wirkungsgrade gegen den Feuerbranderreger sind ausschlaggebend für den Entscheid einer Testung des bakteriellen Antagonisten im Freiland. Drei bakterielle Isolate haben bisher die finalen Testrunden im Quarantänegewächshaus erfolgreich bestanden. Einer der Antagonisten wird 2018 im Freiland am SZB getestet.

4.5 Nutzen

Die schweizweit einmalige Prüfparzelle mit totaler Einnetzung am SZB bietet die Möglichkeit, unter praxisnahen Bedingungen wirksame Feuerbrandstrategien zu erarbeiten. Im Zuge der Arbeiten in diesem Modul war die Branche laufend über die optimalen Behandlungsstrategien alternativer PSM informiert. Dank der Projektgelder für «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES/HERAKLES Plus» konnte, besonders zum Zeitpunkt des Antibiotikumausstiegs, die Kontinuität in diesem praxisnahen Forschungsfeld gewahrt werden. Engagierte kantonale Fachstellen konnten eigene Ideen in die Versuchsplanung einbringen und aktiv mitarbeiten.

Die Ergebnisse wurden in Form von Empfehlungen, Informationsveranstaltungen und Publikationen an die Praxis herangetragen. Die Interaktion mit den umliegenden Ländern im Zuge des Feuerbrand 5-Ländertreffens wurde durch die Beiträge aus der Schweiz vertieft. Die Schweiz hat ihre positive und aktive Rolle in dieser Zusammenarbeit wahrgenommen. Die Obstbranche konnte dadurch indirekt auch an den Erfahrungen im Ausland teilhaben und somit wurde das erarbeitete Wissen geteilt.

4.6 Weiterführende Arbeiten

Um auch weiterhin Wissenslücken zu schliessen und die Feuerbrandstrategien zu optimieren, ist es von grosser Wichtigkeit, die Arbeiten zu alternativen PSM und Einsatzstrategien weiter voranzutreiben, da die Züchtung und Etablierung neuer robuster Sorten am Markt eine sehr langwierige Aufgabe ist. Jahre mit hohen Blüteninfektionsrisiken werden, neben den bisherigen Erfahrungen zum Feuerbrandmanagement, weiterhin den gezielten Einsatz wirksamer, wirkungssicherer und alternativer PSM erfordern.

Optional können die Befallssituation vor Ort, Exposition inklusive Sonneneinstrahlung und die Art der Messstation, welche dem Prognosemodell für die entsprechende Region zugrunde liegt, für die Epidemiologie genauer untersucht und mitberücksichtigt werden.

5 Modul 3 – Indirekte Massnahmen

5.1 Ziel

- Koordination der Aktivitäten und Projekte im Bereich der indirekten Massnahmen zum Feuerbrandmanagement.
- Robuste Neuzüchtungen: aus dem vorhandenen genetischen Material werden potenzielle Elternsorten und favorisierte Kreuzungsnachkommen im Triebtest bzw. Blütentest (Quarantänegewächshaus und total eingenetzte Freilandparzelle am SZB) geprüft. Darunter auch Kandidaten, die für den Hochstamm-Anbau geeignet sind.
- Das in den Projekten «ZUEFOS» und «ZUEFOS II» erzeugte Zuchtmaterial mit hoher Feuerbrandresistenz und –robustheit wird weiter entwickelt in Richtung Marktreife.
- Bei den Pilotanlagen mit feuerbrandrobusten Neuzüchtungen und Sorten in Wädenswil (ZH), Güttingen (TG), Conthey (VS) und Morges (VD) werden agronomische Parameter wie Ertrag, Lagerfähigkeit und Konsumentenakzeptanz erhoben als Grundlage für die Praxiseinführung. Neue aussichtsreiche Kandidaten werden aufgenommen, nicht interessante entfernt.
- Zusammenarbeit Lubera: Prüfung von Zuchtmaterial auf Feuerbrandanfälligkeit im Triebtest.
- Zusammenarbeit FiBL: Testung aussichtsreicher Sorten-Unterlagenkombinationen im Quarantänegewächshaus und in der Freilandparzelle am SZB.
- Prüfung neuer Züchtungstechnologien beim Apfel.
- Entwicklung von Tools zur Effizienzsteigerung der Apfelmzüchtung.

5.2 Zusammenfassung

Für ein gesamtheitliches Feuerbrand-Management sind robuste Kernobstorten für den Tafel- und den Hochstammanbau grundlegend wichtig. Im Rahmen der Ergänzungsfinanzierung «Gemeinsam gegen Feuerbrand» konnten umfangreiche Tests zur Anfälligkeit von Neuzüchtungen, neuen Sorten, alten Sorten (Genressourcen) und Mostobstskandidaten durchgeführt werden. Meist handelte es sich um Triebtestungen im Quarantänegewächshaus. Besonders aussichtsreiche Kandidaten wurden ergänzend in die Blütentests am SZB aufgenommen. Die beschleunigte Einkreuzung von Wildapfelresistenzen mit der Methode «FastTrack» war erfolgreich und praxistaugliche Produkte können in ca. 4 Jahren erwartet werden mit anschliessender Prüfung auf Baum- und Fruchtigenschaften inklusive Ertrag. Pilotanlagen mit feuerbrandrobusten Apfel- und Birnensorten und -züchtungen konnten ausgewertet und die Ergebnisse der Branche mit Vorträgen, Anlässen und Publikationen bekannt gemacht werden. Im Rahmen des gesamten Dachprojektes wurden feuerbrandrobuste, anbau- und nutzungsmässig interessante Sorten identifiziert, die für den Tafel- oder Mostobstanbau geeignet sind. Daten zur Prüfung von Chancen und ökologischen Risiken neuer Züchtungstechnologien (Blühverfrühung und Cisgenetik) beim Apfel wurden erfasst. Neue molekulare Marker für die Züchtung feuerbrandrobuster Sorten wurden entwickelt.

5.3 Empfehlung für die Praxis

Die erarbeiteten Ergebnisse zeigen, dass die Wahl feuerbrandrobuster Sorten in Kombination mit Hygiene- und Kulturmassnahmen mitentscheidend und zukünftig stärker zu berücksichtigen ist. Hoch anfällige Sorten (vgl. [Agroscope-Merkblatt Nr. 732](#)) sollten insbesondere im Mostobstanbau nicht mehr gepflanzt werden, weil das Risiko von starkem Feuerbrandbefall bereits vor dem Ertragsalter zu gross ist. Stattdessen sind feuerbrandrobuste Sorten zu pflanzen, die zusätzlich gute Anbau- und Verarbeitungseigenschaften mitbringen (vgl. [Agroscope-Transfer Nr. 220](#) «Beschreibung wertvoller Mostapfelsorten»). Beim Tafelkernobst stehen der Praxis mit der Apfelsorte Ladina und der Birne CH 201-Fred® zwei interessante feuerbrandrobuste Schweizer Züchtungen zur Verfügung. Die Bedeutung der Feuerbrandrobustheit und der Krankheits- und Schädlingsrobustheit muss von der Branche, speziell bei Neupflanzungen von Tafelobst, unbedingt vorausschauend wahrgenommen werden.

5.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

5.4.1 «Gemeinsam gegen Feuerbrand» Ergänzungsfinanzierung

Im Fokus standen praxisnahe Arbeiten basierend auf dem Projekt «ZUEFOS II» (Züchtung feuerbrandrobuster Obstsorten), welche eng verknüpft und im direkten Austausch mit der Apfelzüchtung von Agroscope ausgeführt wurden. In der Zeitspanne 2014 bis 2017 und weiterführend im 2018 wurden Ergebnisse zu den folgenden Themen erarbeitet:

- Triebtestung im Quarantänegewächshaus (Zuchtmaterial von Agroscope inklusive «Fast Track», von Lubera und Sortenprüfung FiBL inkl. Neuzüchtungen von PomaCulta).
- Freiland Blütentestung in der Parzelle am SZB (Zuchtmaterial von Agroscope und Sortenprüfung FiBL).
- «Fast Track»: Generationsbeschleunigung zur Einkreuzung von Wildapfel-Feuerbrandresistenzen.
- Auswahl krankheitsrobuster Mostobst-Kandidaten (aufgrund der Baumcharakteristik und Mosteigenschaften) zur Veredelung auf Hochstamm und Betreuung der Pilotanlagen (in enger Zusammenarbeit mit den Projekten «HERAKLES/HERAKLES Plus»).
- Begleitung Markteinführung der feuerbrandrobusten Apfelsorte «Ladina» im Rahmen des «Forum Ladina», Betreuung der Tafelobst-Pilotanlagen Apfel und Birne (Wädenswil, Güttingen, Conthey und Morges), sowie Erstellung und Begleitung von Tafelapfel-Anlagen mit feuerbrandrobusten Agroscope Zuchtnummern auf Schweizer Praxis-Betrieben in den Kantonen ZH und SG.

a) Triebtestung



Insgesamt wurden im Rahmen der Ergänzungsfinanzierung 204 Apfel- und 6 Birnengenotypen in der Triebtestung mit künstlicher Feuerbrandinokulation im Quarantänegewächshaus (siehe Abbildung links und Anhang Fig. 9.2.1) geprüft. Die Testungen erfolgten für 151 Agroscope-Apfelzüchtungen, sowie für die Projektpartner FiBL (sechs Birnen auf der Unterlage BA29 und OH11, sechs Apfelsorten und 17 Apfelzuchtnummern von PomaCulta «biodynamische Apfelzüchtung») und Lubera (30 Apfelzüchtungen). Mit einer sehr niedrigen Anfälligkeit zeigten sich 36 vielversprechende Agroscope Apfelzüchtungen, weitere 19 Züchtungen konnten als niedrig anfällig eingestuft werden (siehe Anhang Fig. 9.2.2). Die im Projektteil «Fast Track» geprüften Nachkommen in zweiter und dritter Rückkreuzungs-Generation mit Resistenz «*Fb_E*» (Resistenzquelle: Wildapfel Evereste) und dritter und vierter Rückkreuzungs-Generation mit Resistenz «*FB_MR5*» (Resistenzquelle: Wildapfel *Malus robusta* 5) zeigten erwartungsgemäss sehr geringe Anfälligkeit. In Zusammen-

arbeit mit dem FiBL wurde mit Birnen ein Versuch mit den Unterlagen BA29 und OH11 durchgeführt. Die Anfälligkeit der Sorten war unabhängig von den Unterlagen mittel, hoch und sehr hoch.

b) Freiland Blütentestung

Im Frühjahr 2014, 2015 und 2017 wurden am SZB acht Agroscope Apfelzüchtungen und zwei Sorten auf ihre Feuerbrandanfälligkeit in der total eingenetzten Parzelle im Freiland getestet (siehe Anhang: Tabelle 9.1). Es wurden zweijährige Topfbäume verwendet. 2017 wurden in Zusammenarbeit mit dem FiBL die zwei Agroscope-Sorten «Rustica» und «Ladina», sowie «Ariane» und «Natyra» auf den Unterlagen M9 T337 und CG11 mit direkter Inokulation der Blüten geprüft. Die Züchtungen «ACW 11303» (ACW 6104 x Rewena) und «ACW 13490» (Resi x Ariwa) bestätigten ihre sehr niedrige Anfälligkeit früherer Triebtestungen im Quarantänegewächshaus beim Blütenbefall. Ebenfalls zeigte «ACW 11303» und «ACW 13490» beim Versuch mit indirekter Inokulation (Verbreitung des Erregers mittels Hummeln auf die Blüten) eine geringe Anzahl mit

Feuerbrand befallener Blüten. Der Freilandtest 2017 wurde durch das Frostereignis betroffen. Durch die geringe Anzahl der verbliebenen auswertbaren Blütenbüschel und die heterogenen Bedingungen im Versuch konnten keine zuverlässigen Resultate erzielt werden.

c) «Fast Track»

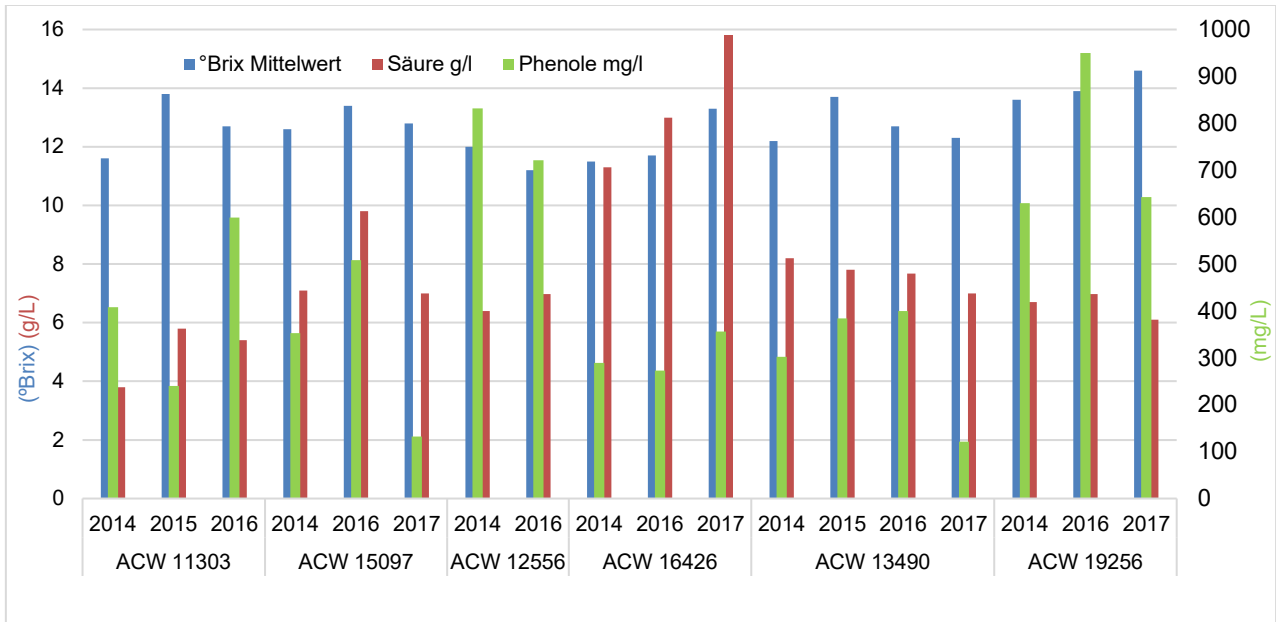


Für die Einkreuzung von Feuerbrandresistenzen aus kleinfruchtigen Wildäpfeln wird die Methode «Fast Track» angewendet. Rund fünf Kreuzungsgenerationen sind nötig, damit daraus wieder eine Qualitätssorte mit Feuerbrandresistenz entstehen kann. Bei der klassischen Züchtung dauert es vier bis fünf Jahre bis ein Kreuzungsnachkomme die ersten Früchte trägt. Damit würde es 20 bis 25 Jahre dauern, um von der ersten Kreuzung mit dem Wildapfel eine resistente, qualitativ gute Sorte zu erhalten. Dank «Fast-Track»-Züchtung im Gewächshaus mit künstlicher Wintersimulation im Kühlraum gelang es, die Generationszeit im Durchschnitt auf 2 ½ Jahre zu reduzieren (siehe Angang Fig. 9.2.3). Während des Projektes «Gemeinsam gegen Feuerbrand» konnten im «Fast Track» Blüten von zwei Pseudo-Rückkreuzungsgenerationen (pBC) der Resistenz-Quellen aus den Wildäpfeln «Evereste» und *Malus x robusta* 5 (MR5) bestäubt werden (siehe Abbildung links oben). Die Nachkommen wurden mittels markergestützter Selektion ausgelesen und die Mutterpflanzen phänotypisch auf ihre Triebanfälligkeit gegenüber *E. amylovora* überprüft. Im Juli 2017 konnten 69 Früchte von 15 Kreuzungskombinationen geerntet werden. Die Kom-

bination 1421_66 (pBC'3 mit MR5) ergab drei Früchte (270g) mit 25 Kernen (siehe Abbildung oben). Im Februar 2018 konnten Kreuzungen mit Blüten der Generation pBC'3 von «Evereste» und pBC'4 von MR5 ausgeführt werden. Drei Genotypen der pBC3 mit MR5, wurden aufgrund ihrer Fruchtqualität 2016 in die Prüfstufe A (vier Bäume pro Zucht Nummer) der Agroscope Apfelzüchtung gepflanzt. Der Genotyp 1126_26 steht 2018 in der Blütentestung. Die Kombination der Resistenzen von MR5 und «Evereste» ist in der pBC'4 vorgesehen, dies dauert bei «Evereste» noch ein Jahr. Erste Testkreuzungen zwischen MR5 pBC'4 und «Evereste» pBC'3 wurden im Februar 2018 vorgenommen. Wenige Pflanzen der pBC'1 mit der Resistenz des Wildapfels *Malus fusca* sind im System vorhanden. Praxisrelevante Produkte mit kombinierter Resistenz dürften im Zeitraum 2022 bis 2025 vorliegen.

d) Auswahl krankheitsrobuster Mostobst-Kandidaten

In Wädenswil (ZH), Flawil (SG) und Ballwil (LU) werden als Pilotversuche interessante, feuerbrandrobuste Apfelzüchtungen als Mostobstsorten geprüft. Die Veredelungen auf junge Hochstammbäume sollen die Eignung als Mostsorte bestätigen. Kriterien wie gute Wuchseigenschaften, Robustheit gegenüber den Krankheiten Feuerbrand, Schorf und Mehltau sowie regelmässige Erträge werden beurteilt. Die Früchte sollen eine gute Pressbarkeit mit sehr guter Saftqualität ergeben. Bei Agroscope wurden Äpfel der Kandidaten in Kleinmengen verarbeitet und die Säfte im Labor auf Zucker, Säure und Phenolgehalt analysiert (siehe Abbildung S.21 oben). Die Werte der im Labor geprüften Säfte zeigen, dass sie den Anforderungen für Mostapfelsorten bezüglich Saftqualität entsprechen. In einer internen Degustation wurden sie beschrieben und bewertet. Das Panel des SOV bewertete ebenfalls ausgewählte Kandidaten.



Als Referenz wurde die Sorte «Boskoop» verwendet. Von einigen Züchtungen wurden drei bis vier Ernten zu Saft verarbeitet. «ACW 16426» ist analytisch wie sensorisch als sauer zu bezeichnen. Bei «ACW 19256» dominiert die Süsse. Die favorisierten Säfte wurden als fruchtig bezeichnet und weisen keine negativen Eigenschaften wie bitter, grasig oder fremd auf. Für Direktvermarkter sind sie interessant als sortenreine Säfte und gute Mischpartner. «ACW 11303» wurde auf vier Hochstamm-bäume der Sorte Schneiderapfel veredelt und ist Kandidatin als Mostobstsorte. Für interessierte Baumschulen und Produzenten steht, in Absprache mit der VariCom GmbH, virusfreies Ausgangsmaterial zur Vermehrung auf Hochstamm zur Verfügung.



e) «Forum Ladina» und Pilotanlagen

Unter der Leitung von Michael Weber (VariCom GmbH) wurde 2011 das «Forum Ladina» gegründet. Ziel ist es, die feuerbrandrobuste und schorrfresistente Apfelsorte «Ladina» von Agroscope bei Beratern Obsthändlerbetrieben und den Produzenten bekannt zu machen und Konsumenten für die neue Herbstsorte zu gewinnen. «Ladina» wird inzwischen in der Schweiz an über 40 Standorten nach IP- und BIO-Richtlinien angebaut und gemäss BLW beträgt die Anbaufläche knapp 6 ha (Stand 2017). Die Teilnehmer des «Forum Ladina» besuchen jeweils im September Produzenten und Versuchsbetriebe mit Ladina-Anlagen unterschiedlichen Alters (siehe Bild unten). Der Erfahrungsaustausch mit der neuen Sorte ist für Forscher, Berater, Produzenten und Vermarkter von grossem Interesse. Zu diesem Anlass wird vom Projekt «GgFb» jährlich ein



Newsletter verfasst, mit Versuchsergebnissen von Agroscope zu Anbau und Lagerung und weiteren Informationen.

Die interessante Züchtung «ACW 13490» wurde 2017 mit 150 Bäumen in eine Bio-Tafelobstanlage im Kanton SG gepflanzt. Für Praxisversuche wurden Bäume der feuerbrandrobusten Zuchtnummern «ACW 22800» und «ACW 21664» an Praxisbetriebe in den Kantonen SG und ZH abgegeben.

5.4.2 Weitere Aktivitäten unter dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand»

Apfelzüchtung

- Durchführung neuer Apfelkreuzungen mit Fokus Feuerbrandrobustheit
- Markergestützte Selektion (FB_F7)
- Bonitur der Baumeigenschaften und Degustation der Früchte feuerbrandrobuster Agroscope Zuchtnummern

Projekte «HERAKLES» (2012-2015) und «HERAKLES Plus» (2016-2018)

In den Projekten «HERAKLES/HERAKLES Plus» wurden jährlich Trieb- und Blütentestungen zur Prüfung der Feuerbrandanfälligkeit von Mostobstsorten (Apfel und Birne) mit künstlicher Inokulation durchgeführt (inklusive Auftragstestungen für ProSpecieRara und FRUCTUS). Bei den Äpfeln zeigten knapp 40% der seit 2009 getesteten 162 Sorten geringen bis sehr geringen Befall, bei den Birnen knapp ein Drittel von 85 getesteten Sorten (inkl. der im Vorgängerprojekt «SOFEM» getesteten Sorten) (siehe Abbildungen unten). Die Ergebnisse sind in den Projektberichten (siehe Publikationen, Punkt 8.6) detailliert dargestellt. In der Synthese gelten inzwischen zehn Mostapfelsorten als feuerbrandrobust im engeren Sinne (mindestens zwei unabhängige Triebtests sehr gering bis gering plus mindestens ein Blütentest sehr gering anfällig): «Enterprise», «Rewena», «Empire», «Dalinette», «Reanda», «Reka», «Remo», «Rubinola», «Grauer Hordapfel» und «Spartan». Die Ergebnisse flossen in die Überarbeitung des Agroscope [Merkblatts Nr. 732](#) «Feuerbrand-Anfälligkeit von Kernobstsorten» ein (Juni 2017).

Die jährlichen Erhebungen zu Ertrag, Wuchs und Krankheitsanfälligkeit in den sechs Mostobst-Pilotanlagen in den Kantonen ZH, SG und TG (davon drei auf Hochstamm) sowie die Ergebnisse der jährlichen Pressversuche flossen in die Erstellung von Sortenblättern sowie die Aktualisierung des [Agroscope Transfers Nr. 220](#) «Beschreibung wertvoller Mostobstsorten» ein.

Bei den Untersuchungen zum latenten Feuerbrandbefall an zwei Standorten des ehemaligen «Interreg IV» Projekts in Zusammenarbeit mit der Fachstelle Obstbau des Kantons SG wurden seit 2015, erstmals seit Probenahmebeginn 2008, keine Bakterien mehr detektiert. Die Ergebnisse zeigen, dass es möglich ist, feuerbrandrobuste Sorten in der Befallszone anzupflanzen und hochzuziehen. Obwohl in den Anlagen nie Feuerbrandsymptome beobachtet werden konnten, waren die Bäume jedoch bis 2015 nicht frei vom Erreger. Es wird sich zeigen müssen, ob in einem Jahr mit günstigen Witterungsbedingungen für den Feuerbrand wieder stärkerer Latenzbefall oder gar Feuerbrandsymptome auftreten.



5.4.3 «NAP-PGREL»-Projekt «WEBEVOG»

Dieses Projekt («NAP-PGREL»: Nationaler Aktionsplan zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der pflanzengenetischen Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft; «WEBEVOG»: weiterführenden Beschreibung von Obstgenressourcen) befasst sich mit der weiterführenden Beschreibung von Obstgenressourcen. Es ist ein Projekt von FRUCTUS, zu dessen Realisierung Agroscope mandatiert wurde und wird vom BLW im Rahmen des Nationalen Aktionsplans für Pflanzengenetische Ressourcen in Ernährung und Landwirtschaft teilfinanziert.

Bis Ende 2018 wurde von 240 Kernobst-Akzessionen (alte Sorten) eine Triebtestung zur Einstufung der Anfälligkeit gegenüber Feuerbrand durchgeführt. Die Triebinfektionstests im Quarantänegewächshaus wurden analog zu den anderen bereits erwähnten Projekten durchgeführt, inklusive der üblichen Referenzsorten «Enterprise» und «Gala Galaxy». Verschiedene NAP-Akzessionen mit der Klassifizierung ‚sehr niedrig‘ (< 25% vs. «Gala») und ‚niedrig‘ (< 40% vs. «Gala») konnten ermittelt werden, welche auch für weitere Projekte, z.B. für die Apfelzüchtung genutzt werden.

5.4.4 Blühverfrühung

Zur Einkreuzung von Resistenzen aus Wildäpfeln wurde neben der Methode «Fast Track» auch die Blühverfrühung basierend auf der Überexpression des MADS4-Transkriptionsfaktors der Birke (*Betula pendula*) angewendet. 2009 wurde die frühblühende Linie T1190 (mit MADS4) mit «Evereste» (Feuerbrandresistenz *Fb_E*) gekreuzt. 2015 konnten 18 fortgeschrittene Selektionen der 5. Generation im Agroscope Quarantänegewächshaus erfolgreich etabliert werden. Fünfzehn Individuen zeigen normalen Wuchs und drei sehr kurze Internodien. Die Nachkommen ohne Birkengen mit normalem Wuchs behielten die für «Evereste» typische hohe Feuerbrandrobustheit. Mit SSR-Markern wurde geschätzt, wieviel Genom von «Evereste» auf dem Chromosom 12 noch mit *Fb_E* assoziiert ist. Acht von 18 Sämlingen hatten nur 4% des «Evereste»-Genoms, also vermutlich wenig Wildcharakter. Ein Sämling ist besonders interessant, da er neben *Fb_E* auch *Fb_F7* (ein QTL für Feuerbrandresistenz) und *Rvi6* (ein Schorfresistenzgen) homozygot trägt. Mit dem Experiment wurde gezeigt, dass die Methode funktioniert und sehr effizient ist. In den USA gelten die Endprodukte dieser Methode als nicht gentechnisch verändert und sie können in der klassischen Apfelzüchtung verwendet werden. Die rechtliche Lage in Europa und der Schweiz ist weiterhin nicht geklärt.

5.4.5 Feldversuch mit einer cisgenen feuerbrandresistenten Apfellinie

Die Cisgenese ermöglicht es, die Eigenschaften einer Marktsorte durch Hinzufügen einer neuen Eigenschaft (z.B. einer Krankheitsresistenz) ohne Veränderungen wichtiger Sorteneigenschaften zu erweitern.

Die weltweit erste cisgene, feuerbrandresistente Apfellinie (C44.4.146), die an der ETH Zürich entwickelt wurde, wird seit Mai 2016 in einem Freilandversuch ([Protected Site](#)) am Agroscope Standort Reckenholz umfassend untersucht. Die Funktion der durch Cisgenese eingebrachten Feuerbrandresistenz wurde bereits im Agroscope Quarantänegewächshaus nachgewiesen. Im Feldversuch soll unter praxisnahen Bedingungen geprüft werden, ob die gewonnene Feuerbrandresistenz wichtige Eigenschaften der transformierten Sorte («Gala Galaxy») beeinflusst.

Dies erfolgt durch einen umfassenden Vergleich von Pflanzen der cisgenen «Gala Galaxy» Linie (C44.4.146) mit unterschiedlichen, natürlich entstandenen «Gala» Mutanten. Trotz des anspruchsvollen Frühlings 2017 (Frost) gedeihen die Pflanzen in der Apfelanlage gut und viele morphologische Erhebungen konnten durchgeführt werden. Um die Früchte der Linie zu untersuchen, wurde beim Bundesamt für Umwelt (BAFU) eine Bewilligung zur Kastration von Blüten im Ballonstadium und anschließende Handbestäubung mit gentechnisch nicht verändertem Pollen eingeholt, da die Pflanzen nicht frei blühen dürfen. Wegen der Frostnächte im April konnten 2017 leider keine Äpfel der cisgenen Linie produziert werden.

Der Feldversuch ist Bestandteil und mitfinanziert vom [SNF-Projekt 31003A_163386](#) «Development of a pipeline for multi-level assessment of cisgenic apples».



Weiterführende Informationen:

- über den Feldversuch siehe Projekte: www.protectedsite.ch
- über die [cisgene Linie](#) (C44.4.146)

5.5 Nutzen

- Trieb- und Blütentestungen zur Prüfung der Feuerbrandanfälligkeit von Neuzüchtungen, Tafel- und Mostsorten sowie Genressourcen liefern wertvolle Grundlagen für die Züchtungsprogramme, die Obstbranche und die Forschung.
- Mit der «Fast Track» Züchtung können feuerbrandresistente Qualitätssorten in Kürze für die Praxis zur Verfügung gestellt werden.
- Anbau- und Qualitäts-, Lager- und Verarbeitungsversuche sowie Konsumententests liefern fundierte Informationen für die Umstellung des Sortiments von anfälligen zu feuerbrandrobusten Sorten für Neupflanzungen und Remontierungen und bilden eine Grundlage für die Versorgung der Branche und der Konsumenten mit qualitativ hochwertigem, einheimischem Kernobst.
- Empfehlungen zur Prävention und Sanierung von Feuerbrand: Die mehrjährige Überwachung des latenten Feuerbrandbefalls an zwei Standorten des ehemaligen «Interreg IV» Projektes zeigt, wie wichtig der Einsatz robuster Sorten in Kombination mit einer guten Anlagehygiene für ein integriertes Feuerbrand-Management sind.
- Beiträge an nationalen Praxistagungen für Berater und Produzenten, Merkblätter und Beratungsunterlagen, z.B.:
 - Überarbeitung des Agroscope [Merkblatts Nr. 732](#) «Feuerbrand-Anfälligkeit von Kernobstsorten» (Juni 2017)
 - Sortenblätter
 - Aktualisierung der ehemaligen Agroscope Flugschrift Nr. 129 (neu: [Agroscope Transfer Nr. 220](#)) «Beschreibung wertvoller Mostobstsorten»
- Daten zur Prüfung der neuen Züchtungstechnologie Blühverfrühung beim Apfelbaum stehen der Politikberatung und den Züchtern zur Verfügung. Je nach politischem Entscheid steht somit der Züchtung eine sehr effiziente Methode zur Beschleunigung der Einkreuzung z.B. von Resistenzen aus Wildäpfeln zu Verfügung. Ähnliche Daten für die Cisgenese beim Apfel werden aktuell ermittelt.
- Im Zuge der Untersuchung der ausgeprägten Feuerbrandrobustheit von «Enterprise» wurde die Basis gelegt, um Selektionsstrategien für die Züchtung von neuen Sorten mit erhöhter Feuerbrandrobustheit zu entwickeln.

5.6 Weiterführende Arbeiten

Viele der Arbeiten im Modul 3 bedürfen einer Weiterführung, so z.B. die Entwicklung marktauglicher Sorten im Rahmen der «Fast Track» Züchtung. Hervorzuheben ist auch das gute Netzwerk innerhalb der beteiligten Forschungsteams und -institutionen und darüber hinaus sowie mit der Obstbranche und der Forschung weltweit.

Aufgrund des Frostereignisses während der Blüte 2017 und der daraus resultierenden geringen Erntemengen konnten in diversen Projekten nicht alle gesetzten Ziele erreicht werden. So konnten keine weiteren Mostapfelsorten im Grossmengenversuch (5-10 t) gepresst werden. Die Grossmengenversuche sind nötig, um den Antrag auf Aufnahme in die Liste der Spezialmostäpfel des SOV abzuschliessen. Der Blütenfrost 2017 beeinträchtigte auch die Blütentestung, sodass einige wichtige Tests in den folgenden Jahren wiederholt werden müssen,

Die Projekte «WEBEVOG» und «HERAKLES Plus» enden am 31.12.2018. Eine Verlängerung wird angestrebt.

6 Modul 4 – Evaluation spezifischer Aspekte Hochstamm

6.1 Ziel

Dieses Modul hatte zum Ziel, die wichtigsten Bedürfnisse bzw. Aspekte im Bereich Hochstamm zu eruieren und entsprechende Vertreter aus verschiedenen Interessensgruppen für einen Austausch zusammenzubringen. Somit sollte ein gegenseitiges Verständnis für die Anliegen der verschiedenen Interessensgruppen im Bereich Hochstamm geschaffen werden.

6.2 Zusammenfassung

Nach der ersten Phase, in der die Akteure und wichtigsten Handlungsfelder im Bereich Hochstamm definiert wurden, kam es 2015 zur Gründung der «Plattform Hochstamm Feuerbrand». Diese Plattform stand bis Ende 2017 unter der Leitung von Johannes Hanhart (Agridea) und traf sich jährlich einmal zum Austausch über relevante Themen im Bereich Hochstamm. Unter Modul 4 liefen alle Hochstamm relevanten Arbeiten bei Agroscope zusammen und der Austausch mit der Praxis fand über diverse Veranstaltungen statt (siehe Publikationen). Zudem wurden unter der Modulleitung auch Feldbegehungen organisiert und durchgeführt, um mit den Vertretern aus dem Bereich Hochstamm wichtige Themen vor Ort zu diskutieren. Die Aktivitäten der Teilnehmenden haben gezeigt, dass ein grosses Interesse am Austausch über Hochstamm relevante Themen besteht und Forschungsanliegen geäussert werden.

6.3 Empfehlung für die Praxis

Als dringendes Anliegen aus den Plattfortreffen ging die verstärkte Einführung feuerbrandrobuster Sorten auf dem Markt hervor. Dies muss in der Praxis aufgegriffen und der Link zwischen Forschung, Anbau, Lagerung und Vermarktung vermehrt geknüpft werden, damit der Nutzen der Züchtung auch entsprechend in die Praxis einfließen kann. Wichtige Schnittstellen hierfür sind die VariCom, die Kantonalen Fachstellen für Obstbau, Swisscofel, IP-SUISSE, Naturaplan, der SOV, der Verband Schweizerischer Baumschulen Jardin-Suisse und die Fachkommission für Obstsortenprüfung. Den oben genannten Akteuren wird sehr empfohlen die Konsumentenschaft für die krankheitsrobusten Sorten zu sensibilisieren.

6.4 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

Um die wichtigsten Aspekte im Bereich Hochstamm in der Schweiz zu eruieren, wurden verschiedene Interessensgruppen eingeladen, sich zu beteiligen. In mehreren Sitzungen unter der Leitung von A. Crole-Rees wurden diese Aspekte erarbeitet. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Themen und deren Priorisierung durch die Teilnehmenden anlässlich der Sitzung vom 3. Dezember 2014.

Gruppe	Priorität (Punkte)	Themen	Kommentare
Robustheit	6	<ul style="list-style-type: none"> - Breite Basis Resistenz / Robustheit - Evaluation weiterer robuster Sorten + Attraktivität für Produzenten - Robuste Sorten für Saftherstellung 	<ul style="list-style-type: none"> - Die meisten Punkte sind in der laufenden Forschung mitberücksichtigt - Forschung will/braucht den Erhalt einer breiten Basis - Nachhaltige Robustheit
Latenz	5	<ul style="list-style-type: none"> - Auswirkungen von Latenzbefall - Latenzbefall – Sortenunterschiede - Bedeutung Hochstamm für die Epidemiologie - > Latenzbefall 	<ul style="list-style-type: none"> - Dauert lange (Doktorarbeit, 3 Jahre)
Behandlung (PSM)	3	<ul style="list-style-type: none"> - Öko-DZ -> PSM -> Unternutzen -> öffentl. Meinung= Spannungsfeld - Pflanzenschutz HS - PS-Strategie Mostobstanbau 	<ul style="list-style-type: none"> - Viele Bäume werden einzig wegen Direktzahlungen gepflanzt
Feldversuche	3	<ul style="list-style-type: none"> - Ausgewählte Betriebe beobachten, um die FB-Dynamik besser zu verstehen - Feldversuche - FB-Management langfristig im Feld - Feldforschung in verschiedenen Regionen - Jungbäume - Langfristige Beobachtungen anfälliger Sorten im Feld - Mehr Feldforschung - Rückschnitt/-riss Wirksamkeit? -> Latenz - Stabilität der "Robustheit" beobachten - Übertragbarkeit der Erkenntnisse A=B≠C 	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrheitlich Beratungsaktivitäten, Forschung kann Support bieten sofern die Ressourcen vorhanden sind (e.g. Monitoring Protokoll) - Auch Kommunikationsaspekte - Alles was im Gewächshaus gemacht wird, sollte auch im Feld gemacht werden.
Markt	2	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikation - Identifizierung robuster Sorten mit Nutzungspotential -> Genressourcen - Promotion robuster Sorte - Verbreitung robuster Sorten - Markt 	<ul style="list-style-type: none"> - Adoptionsrate ist tief - Letztes Jahr wurde viel Promotion für Alant gemacht und 600 Jungbäume vorbereitet. Bis heute wurden fast keine Alantbäume verkauft. - Dauer zwischen Idee und neuer Sorte: 20 Jahre!
Evaluation FB	1	<ul style="list-style-type: none"> - FB-Gefahr aus Befalls-Zonen -> Epidemiologie - Schutzobjekt -> 500m - Wirkung Schutzobjekt – Strategie 	
Stakeholders (Gesellschaft-Forschung-Produktion)	0	<ul style="list-style-type: none"> - Kommunikation - Beratung Baumschulen - Weitere Krankheiten im Fokus wie Marssonina 	<ul style="list-style-type: none"> - Es wird sicher noch eine Krise kommen, in 2 oder 20 Jahre -> Krisenkommunikation
Wahrnehmung / Einschätzung	0	<ul style="list-style-type: none"> - „Schwarzer Peter“ - Robuste Sorten -> Massstab - Machbarkeit - Existenzberechtigung alter, schlecht gepflegter Bäume? 	<ul style="list-style-type: none"> - Gegenüber vor 10 Jahren hat sich der Ruf der HS verbessert - Kommunikation von Robustheitsanalysen - Viele „Produzenten“ sind Hobbyproduzenten -> Typologie von HS-Produzenten und FB-Einfluss“ - Gesellschaftliche Diskussion wurde schon gemacht und abgeschlossen: 60 CHF/Baum.

Quelle: Protokoll Anna Crole-Rees vom 3. Dezember 2014 (1. Sitzung Modul 4)

Am 15. September 2015 wurde aus dieser Interessensgemeinschaft die «Plattform Hochstamm Feuerbrand», welche bis Ende 2017 unter der Leitung von Johannes Hanhart (Agridea) stand, als Output von Modul 4 gegründet.

Folgende Akteure beteiligen sich an der Plattform (Stand März 2018):

Agridea (Johannes Hanhart – Leitung der Plattform bis Ende 2017), Agroscope (Sarah Perren), BirdLife (Pascal König), BLW (Gabi Schachermayr), FiBL (Andi Häseli, Hans-Jakob Schärer), Fructus (Kaspar Hunziker), Hochstamm Schweiz (Roger Hodel), Hochstamm Suisse (Pascal Benninger), JardinSuisse (Daniel Sutter), KPSD (Michael Gygax, Regula Schwarz), ProSpecieRara (Gertrud Burger), SKOF (Viktor Egger, Urs Müller), SOV (Josiane Enggasser), Zentralschweiz (Beat Felder).

Ab 2016 wurde das Modul 4 von V. Reininger geleitet, eine [Internetseite](#) zu Hochstamm in Verbindung mit Feuerbrand erstellt und laufend mit aktuellen Themen auf dem neuesten Stand gehalten. Alle Hochstamm relevanten Arbeiten bei Agroscope und in Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern liefen in diesem Modul zusammen, wie beispielsweise die verschiedenen Mostobstversuche auf Hochstamm in Modul 3 (Sorten und Zuchtnummern, siehe dort für detaillierte Informationen). Es wurde jeweils auf der Hochstammseite über aktuelle Veranstaltungen oder das Erscheinen neuer oder aktualisierter Merkblätter und Sortenlisten informiert. Weiterhin wurden die Ergebnisse aus diesen Arbeiten an diversen Veranstaltungen, wie z.B. der Bio-Hochstamm Tagung am FiBL, an der Jahresversammlung von JardinSuisse, der Schweizer Hochstammtagung oder dem Bioring Hochstamm der Branche vorgestellt.



Die Mitglieder der «Plattform Hochstamm Feuerbrand» trafen sich am 20. Januar 2016 und 12. Januar 2017 in Wädenswil, um aktuelle Themen, wie beispielsweise Sortenlisten oder Baumpflege in Zusammenhang mit der Anpassung der Direktzahlungsverordnung, zu diskutieren. Organisiert von der Modulleitung fand im Juni 2017 eine Begehung im Feld auf zwei Hochstammbetrieben im Kanton SG statt. Hier konnten vor Ort praxisrelevante Themen wie Baumerziehung, Pflanzabstände,

und eine effektive Mäusebekämpfung angeschaut und diskutiert werden. Auch verschiedene Sorten und Versuche zu deren Latenzbefall wurden den Teilnehmenden vorgestellt (siehe Publikationen). Am 4. Juli 2018 findet die nächste Begehung zu Sorten und Zuchtnummern auf Hochstammbäumen statt.

6.5 Nutzen

Die aus dem Modul 4 entstandene Plattform ist für die Praxis von grossem Nutzen, da die Zusammensetzung dieser Gruppe in der Schweiz einmalig ist. In diesem Kreis erfolgt ein Wissensaustausch mit dem Ziel, konsensorientierte Aussagen und Lösungen nach aussen zu tragen. Durch den Austausch in diesem Gremium wird das Verständnis für andere Meinungen oder Interessensgruppen erhöht, da die Standpunkte ausgetauscht und diskutiert werden können. Die Teilnehmenden hören einander zu und wollen die unterschiedlichen Anliegen verstehen. Die Förderung der Kommunikation zwischen den Akteuren hat zum gegenseitigen Verständnis beigetragen (Querverweis Modul 5, Bekämpfungsmassnahmen). Durch die Begehungen im Feld konnten die wichtigen Handlungsfelder veranschaulicht werden und es erfolgt ein wertvoller Austausch der verschiedenen Interessensgruppen vor Ort.

Die Schnittstelle zur Praxis diene als wertvolle Möglichkeit die Forschungsarbeiten im Bereich Hochstamm an die entsprechenden Fachkreise der Praxis heranzutragen, damit das Wissen Früchte trägt. Der konsoli-

dierte Beitrag zur überarbeiteten Direktzahlungsverordnung (DZV) seitens der Plattform Hochstamm Feuerbrand über das Modul 4 lieferte einen Mehrwert für die Praxis, da gebündeltes Wissen aus der praxisnahen Forschung in den Vernehmlassungsprozess einfluss. Der Praxis steht seit Januar 2018 das Agridea Merkblatt [«Fachgerechte Pflege von Hochstamm-Feldobstbäumen»](#) im Rahmen der Biodiversitätsbeiträge zur Verfügung.

Ergebnisse aus den Erhebungen zu Ertrag, Wuchs und Krankheitsanfälligkeit in Mostobst-Pilotanlagen mittels Pressversuchen und Feuerbrandanfälligkeitstests im «HERAKLES Plus» wurden in Form von Sortenblättern sowie der Aktualisierung des [Agroscope Transfers Nr. 220](#) «Beschreibung wertvoller Mostobstsorten» und des Agroscope [Merkblatts Nr. 732](#) «Feuerbrand-Anfälligkeit von Kernobstsorten» (Juni 2017) der Praxis zur Verfügung gestellt.

6.6 Weiterführende Arbeiten

Es ist vorgesehen, dass die «Plattform Hochstamm Feuerbrand» unabhängig vom Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» von den Mitgliedern selbst weitergeführt werden soll, weil das Interesse an diesem Fachgremium sehr gross ist. An der Hochstammbegehung am 4. Juli 2018 werden Vorschläge zur Art und Weise der Weiterführung diskutiert werden. Weiterhin vorgesehen ist, dass sich die Plattform in Richtung Hochstamm generell öffnen wird, d.h. auch andere Themen, wie Marssonina oder Kirschessigfliege, Themen dieser Interessensgruppe werden können.

7 Modul 5 – Evaluation der phytosanitären Massnahmen gegen Feuerbrand

7.1 Ziel

Die Prävention und Bekämpfung von Feuerbrand erfolgt seit 2006 gemäss der Vorgabe der Richtlinie Nr. 3 (RL 3) des Bundesamtes für Landwirtschaft. Zehn Jahre nach in Kraft treten der RL 3 wurde mit der vorliegenden Evaluation die Wirksamkeit der getroffenen Massnahmen untersucht und Empfehlungen für eine Weiterentwicklung und Optimierung der Massnahmen erarbeitet. Als Untersuchungszeitraum wurde die Zeitspanne von 2000 bis 2014 festgelegt.

Für die Evaluation wurden folgende Ziele gesetzt:

- Die Wirksamkeit der bisherigen auf der RL 3 basierenden Feuerbrand-Bekämpfungsmassnahmen wird analysiert,
- Empfehlungen für eine Weiterentwicklung und Optimierung der Massnahmen werden formuliert und mit den wichtigsten Stakeholdern abgestimmt,
- die gewonnenen Erkenntnisse werden transparent und nachvollziehbar dargestellt.

7.2 Zusammenfassung

Feuerbrand bedroht in der Schweiz die Kernobstproduktion, die im Jahr 2015 einen Produktionswert von knapp CHF 173 Mio. aufwies, was 51 % des Produktionswertes des Obstbaus entspricht und 1,7 % des gesamtwirtschaftlichen landwirtschaftlichen Produktionswertes darstellt. Die Prävention und Bekämpfung von Feuerbrand erfolgt seit 2006 gemäss der Vorgabe der RL 3 des BLW. Diese verfolgt das Ziel, geeignete Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Produktion von Kernobstgehölzen und Kernobst zu schaffen sowie die Erhaltung und Nutzung von landschaftlich und ökologisch wertvollen Hochstammobst- und Wildpflanzenbeständen zu sichern.

Die in der RL 3 vorgesehenen Massnahmen verfolgen je nach Vorhandensein und Ausbreitung des Feuerbrandes in einem Gebiet unterschiedliche Zielsetzungen. Solange der Erreger noch nicht vorhanden ist, muss die Einschleppung verhindert werden. Falls er trotzdem vereinzelt auftritt, soll er vollständig getilgt werden. Falls dies nicht mehr möglich ist, wird das Bakterium eingedämmt, um schützenswerte Kernobstbestände zu erhalten. Wie die Zielsetzungen sind auch die Massnahmen so formuliert, dass die Kantone ihre eigene Bekämpfungsstrategie je nach Vorhandensein und Ausbreitung des Bakteriums anpassen und auf spezifische Schutzziele ausrichten können.

Aufgrund von politischen Vorstössen, von wahrgenommenen Zielkonflikten (Produktionssysteme, Erhaltung der Sortenvielfalt, Schutz der Biodiversität, Naturschutzinteressen) sowie angesichts der hohen Ausgaben des Bundes für Feuerbrandbekämpfung wurde die [PrivatePublicConsulting](#) GmbH vom BLW damit beauftragt, die Wirksamkeit der Massnahmen zu Prävention und Bekämpfung von Feuerbrand zu analysieren und Empfehlungen für eine Weiterentwicklung und Optimierung der Massnahmen zu formulieren.

Die Evaluation zeigt auf, dass der Bund und die Kantone im Zusammenspiel mit privaten Akteuren zahlreiche Schritte unternehmen, um dem Feuerbrand Einhalt zu gebieten. Allerdings wird dieses Engagement durch zahlreiche Faktoren beeinflusst, die teilweise nicht oder nur schwer steuerbar sind, weil sie z.B. naturgegeben sind, in der alleinigen Verantwortung der Kernobstproduzenten und Gartenbesitzer liegen oder durch andere Politikbereiche bestimmt werden. Hier zeigen sich auch die Grenzen der Vorgaben der Pflanzenschutzverordnung und der RL 3. Soweit im Rahmen dieser Evaluation erkennbar, werden die Vorgaben der RL 3 bei den Akteuren weitgehend eingehalten.

Allerdings ist das Bild bei einigen Akteuren stark von den Erfahrungen des Jahres 2007 geprägt, als in kurzer Zeit viele Bäume aufgrund von Feuerbrandbefall gerodet wurden. Diese Erfahrungen haben dazu geführt, dass die Akzeptanz bei der Umsetzung von Massnahmen auch heute noch teilweise gering ist und die Sinnhaftigkeit gewisser Massnahmen angezweifelt wird.

Die Anwendung der RL 3 und der Fokus der Umsetzung haben sich in der Untersuchungsperiode stark verändert. Insbesondere in der Zeit nach 2007 wurde in vielen Kantonen der Schritt von einer Tilgungsstrategie zu einer Eindämmungsstrategie vollzogen. Der Umfang des Engagements bei der Prävention und der Bekämpfung von Feuerbrand zeigt sich am Ressourceneinsatz auf allen politischen Ebenen. Berechnungen auf Basis der vorliegenden Daten ergeben für die Untersuchungsperiode (2000-2014) Gesamtkosten für die Umsetzung der RL 3 von ca. 100 Mio. Franken.

Feuerbrand hat sich in der Schweiz von 2000 bis 2014 stark ausgebreitet. Dies zeigt sich u.a. am Rückgang der Schutzgebiete: Hatten 2001 die Kantone Bern, Freiburg, Genf, Graubünden, Jura, Neuenburg, Tessin, Waadt und Wallis noch den Status eines Schutzgebietes, so verblieb nach einem kontinuierlichen Rückgang ab 2014 nur noch der Kanton Wallis als Schutzgebiet. Alle Akteure gehen davon aus, dass Feuerbrand in der Schweiz nicht mehr getilgt werden kann und vermehrt eine «Koexistenz» gelebt werden muss.

Alle in die Evaluation einbezogenen Akteure formulierten Vorschläge für den künftigen Umgang mit Feuerbrand und wiesen auf Möglichkeiten zur Anpassung und Weiterentwicklung der heutigen Strategie hin.

In den Kantonen ist die RL 3 gut akzeptiert und wird als geeignete Grundlage für die Bekämpfung von Feuerbrand angesehen. Es ist allgemein eine hohe Bereitschaft vorhanden, die bisherige Strategie weiter mitzutragen. Als grösste Herausforderungen werden die sich verschärfende personelle und finanzielle Ressourcenlage, die Umsetzung der Massnahmen in einem Jahr mit ausnehmend starkem Befall und der Interessenkonflikt durch Direktzahlungen bei Bäumen mit Befall gesehen. Die grössten Anliegen sind die Weiterführung der Massnahmen, der Forschung und der Feuerbrandprognose im heutigen Umfang, die Erarbeitung einer Notfallplanung für Ausnahmejahre sowie die Förderung der Kommunikation unter den Akteuren. Für die Zukunft der Feuerbrandbekämpfung ist auch die gegenwärtige Revision der EU-Richtlinie 2000/29/EG von Bedeutung. In der EU wird zurzeit eine neue Einstufung des Feuerbrandes zu einem «regulated non-quarantine pest» diskutiert. Die Neueinstufung hätte zur Folge, dass Feuerbrand nur mehr im Rahmen der Produktion von Vermehrungsmaterial der offiziellen Kontrolle untersteht. Zudem wäre Feuerbrand ausserhalb vom Schutzgebiet dann nicht mehr melde- oder bekämpfungspflichtig.

Eine direkte Korrelation zwischen der Durchführung von Massnahmen und der Ausbreitung von Feuerbrand liess sich in der vorliegenden Evaluation nicht herstellen, da ein Vergleich mit Flächen, auf welchen keine Massnahmen ergriffen wurden, nicht möglich war. Der Blick auf die Entwicklung von Feuerbrand und die schweizweite Durchführung von Massnahmen in der Evaluationsperiode lassen aber Rückschlüsse auf die gesamthafte Wirkung dieser Massnahmen zu:

- Feuerbrand hat sich in der Untersuchungsperiode von 2000 bis 2014 flächenmässig stark ausgebreitet. Falls es in dieser Zeit das alleinige Ziel gewesen wäre, Feuerbrand vollständig zu tilgen, dann müsste dieses als nicht erreicht und die Massnahmen als unwirksam betrachtet werden. Die Tilgung ist jedoch nur eines von zwei Bekämpfungszielen der RL 3, die bei Auftreten des Erregers zuerst die Tilgung, dann die Eindämmung vorsieht. Die Frage der Wirksamkeit muss demnach je nach Zielsetzung anders beantwortet werden: Die Massnahmen der RL 3 sind nicht genügend wirksam, um Feuerbrand vollständig zu tilgen, jedoch sehr wohl dazu geeignet, eine Eindämmung zu erreichen.
- Betreffend die Rahmenbedingungen für die nachhaltige Produktion von Kernobstgehölzen und Kernobst kann festgestellt werden, dass diese Zielsetzung erreicht wird. Trotz des intensiven Befalls mit Feuerbrand konnte die Produktionsmenge annähernd gleich gehalten werden. Die Branche als Ganzes hat dank der RL 3 einen Weg gefunden, trotz Feuerbrand stabil zu produzieren.

- Die Frage nach den Rahmenbedingungen für den Erhalt von ökologisch und landschaftlich wertvollen Hochstammbeständen kann nicht im gleichen Ausmass klar beantwortet werden, vielmehr zeigt sich hier ein Spannungsfeld. Der Fokus der Prävention und Bekämpfung hat sich im Untersuchungszeitraum verstärkt auf Niederstamm- und Hochstammenschutzobjekte verlagert.

Im Ergebnis zeigt sich, dass das Engagement gegen Feuerbrand Wirkung gezeigt hat und die RL 3 seit 2006 ein durchaus geeignetes Instrument war, um dem Feuerbrand zu begegnen. Ausgehend von den Erfahrungen der vergangenen 15 Jahre gibt es dennoch insbesondere in folgenden Bereichen Anpassungsbedarf:

- Pflanzenschutzverordnung: Der Begriff «Befallszone» suggeriert einen flächigen Befall und löst die Assoziation aus, dass das Feuerbrandbakterium flächendeckend verbreitet ist. Dies steht im Widerspruch zum weiterhin grossen Engagement zahlreicher Akteure und der Tatsache, dass es auch in einer Befallszone Teilgebiete ohne Befall geben kann. Es wird vorgeschlagen, den Begriff in «Eindämmungszone» abzuändern. Denn auch wenn von einer Tilgung abgesehen werden muss, so steht doch weiterhin die Eindämmung und nicht der Befall im Vordergrund.
- Richtlinie Nr. 3: Eine schweizweite Ausrichtung auf eine Eindämmungsstrategie sollte geprüft werden, da dies die Kommunikation vereinfachen und eine Einheitlichkeit im Vollzug herstellen würde. Die guten Erfahrungen mit zusammenhängenden Schutzobjekten könnten gute Beispiele für weitere Kantone sein. Die zeitlichen Vorgaben für die Umsetzung der Massnahmen sollten angepasst werden.
- Vollzug: Der Austausch zwischen den Akteuren ist fruchtbar. Es wird deswegen empfohlen, unter der Federführung des BLW eine Plattform zu etablieren, welche das Thema Feuerbrand aufnimmt und die Akteure kantonsübergreifend einbindet. Themen wie die Erarbeitung von Notfallplänen, etc. könnten über diese Plattform behandelt werden.
- Monitoring: Es besteht unter den Akteuren Konsens darüber, dass die Erhebung der Befallsdaten auf kommunaler Ebene im heutigen Umfang nicht mehr weitergeführt werden soll. Angesichts der aktuellen Verbreitung von Feuerbrand (Ausscheidung von Befallszonen) steht der Aufwand nicht mehr in einem günstigen Verhältnis zum Nutzen.
- Feuerbrandprognose: Die Akteure unterstreichen die Bedeutung des Blüten-Infektionsprognosemodells 'Maryblyt®' für den effektiven und effizienten Einsatz von Pflanzenschutzmitteln und für die Planung von Kontrollen zur Früherkennung eines Befalls. Das Infektionsprognosemodell 'Maryblyt®' sollte weiter gestärkt werden, die technologischen Möglichkeiten zur Weiterentwicklung sind zu nutzen.
- Forschung: Die Bedeutung der Forschung wird von allen Seiten als hoch eingeschätzt. Bedürfnisse zeigen sich insbesondere bei der Sortenentwicklung, der weiteren Entwicklung und Prüfung von Wirkstoffen für den Pflanzenschutz, der Überprüfung der Langzeitwirkung von einzelnen Massnahmen und einer Unterstützung bei der Prognose mit 'Maryblyt®'.
- Finanzierung und Anreize: Die für den Feuerbrand eingesetzten Ressourcen bei den kantonalen und kommunalen Verwaltungen stehen unter Druck und in Konkurrenz zu weiteren Aufgaben. Es muss hier Gegensteuer gegeben werden. Bei den Direktzahlungen ist eine Lösung dahingehend anzustreben, dass für feuerbrandstreuende Bäume keine Zahlungen mehr ausgerichtet werden.

(Quelle: Bericht zur Evaluation der Phytosanitärer Massnahmen gegen Feuerbrand)

7.3 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

Evaluationsbericht: «[Phytosanitäre Massnahmen gegen Feuerbrand, Evaluation 2000 – 2014](#)»

Autoren: Michael Herrmann, Eric Wiedmer (im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft):

7.4 Nutzen

Mit der Evaluation wurden erstmals phytosanitäre Massnahmen gegen einen bestimmten Schadorganismus über langen Zeitraum untersucht. Die Evaluation hat gezeigt, dass die RL 3 seit 2006 ein geeignetes Instrument war, um die Ausbreitung des Feuerbrandes einzudämmen. Aufgrund der Erfahrungen aus dem Untersuchungszeitraum gibt es dennoch in mehreren Bereichen einen potentiellen Anpassungsbedarf. Die im Rahmen der Evaluation erarbeiteten Empfehlungen dienen als Grundlage für die Weiterentwicklung der phytosanitären Massnahmen gegen Feuerbrand sowie für die Identifizierung und Konkretisierung von Forschungsanliegen in diesem Bereich.

7.5 Weiterführende Arbeiten

Seit 1. Januar 2018 schreibt die Direktzahlungsverordnung ([DZV, SR 910.13](#)) für Hochstamm-Feldobstbäume mit Biodiversitätsbeiträgen eine fachgerechte Baumpflege vor. Die fachgerechte Bekämpfung von besonders gefährlichen Schadorganismen (Quarantäneorganismen) muss gemäss Anordnung der Kantone immer durchgeführt werden.

Derzeit sind keine weiteren Arbeiten vorgesehen.

8 Modul 6 – Projekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» leiten

8.1 Ziel

In diesem Modul liefen alle Arbeiten unter «Gemeinsam gegen Feuerbrand» zusammen; Ergebnisse und Empfehlungen wurden kommuniziert oder publiziert. So wurde der POL regelmässig in koordinierter Form Bericht erstattet und bei der Bearbeitung der Module wurden alle Anliegen bei der PL zusammengezogen.

8.2 Durchgeführte Arbeiten und Resultate

Drei jährliche Zwischenberichte, jeweils auf Ende März (2015-2017), wurden mithilfe der wertvollen Inputs der Modulleitenden und weiteren Mitarbeitenden von der PL finalisiert und an die POL eingereicht. Zusätzlich fanden jeweils im Herbst (2015-2017) eine POL-Sitzung und eine Koordinationssitzung für die Forschungsaktivitäten statt. Auf diese Weise war die POL in die Aktivitäten miteinbezogen und die Forschenden hatten die Möglichkeit sich alle untereinander komplementär auszutauschen und Diskussionen entstehen zu lassen. Um von Seiten der PL eine starke Verbindung zwischen den Modulen zu bilden, nahm V. Reiningger ab 2016 an den Projektsitzungen von Modul 3, geleitet von M. Kellerhals, teil. Somit erfolgte ein verstärkter Austausch und eine optimierte Planung zwischen den Modulen 2, 3 und 4. Aktuelle Informationen aus der PL konnten zeitnah im Modul 3 diskutiert werden.



Im November 2015 fand an der Agroscope in Wädenswil die erste Nationale Feuerbrandtagung mit 80 geladenen Gästen aus dem In- und Ausland statt. An diesem Anlass wurden den Teilnehmenden die Ergebnisse in gebündelter Form präsentiert und mit Vertretern des BLW und der Branche diskutiert. Die Vertreter aus der Praxis konnten hier die aktuellen Ergebnisse der praxisnahen Feuerbrandaktivitäten abholen und in ihre kommenden Arbeiten integrieren. Von den Teilnehmenden ist die Wichtigkeit der Feuerbrandforschung auch für die Zukunft deutlich hervorgehoben worden.

Seit der ersten Tagung im 2015 wurde unter dem Dachprojekt «Gemeinsam gegen Feuerbrand» ein breites Spektrum an Forschungsaktivitäten bearbeitet. Im Rahmen der zweiten Nationalen Feuerbrandtagung vom 2. November 2018 werden die neuesten Erkenntnisse vorgestellt, Empfehlungen an die Praxis weitergegeben und aktuelle Wissenslücken identifiziert.

Es gab während der Projektjahre verschiedene Anlässe, an denen die Erkenntnisse aus den verschiedenen Modulen direkt an die Praxis weitergegeben und diskutiert wurden, wie z.B. die Güttinger Tagung, die zentralschweizerische Pflanzenschutztagung, das jährliche Feuerbrand 5-Ländertreffen (internationales Netzwerk) oder das «Forum Ladina». Auch die Anzahl der vielfältigen praxisnahen und auch wissenschaftlichen Publikationen (siehe S. 37, Punkt 8.6) spiegelt einen regen Output aus den verschiedenen Modulen wider, was sowohl der Praxis, als auch der praxisnahen Forschung auf dem Gebiet des Feuerbrandes sehr zugute kommt.

Nach dem Antibiotikum-Ausstieg vor der Saison 2016 war über die Leistungsvereinbarung 2017 von Agroscope ein Fazit zum ersten Jahr ohne Antibiotikum gefordert. Daher wurde auf Ende März 2017 eine «Analyse des Jahres 2016 ohne Antibiotikum» als Bericht zu Händen des BLW verfasst. Hierzu wurden die kantonalen Fachstellen befragt und somit floss vor allem Input aus der Praxis (AG, TG, LU, SG und ZH) in diesen Bericht ein.

Bei der Evaluation der Richtlinie Nr. 3 (Modul 5) wurde eine Begleitgruppe eingesetzt, in dessen Rahmen Agroscope wissenschaftlich unterstützte.

8.3 Empfehlung seitens der PL an die POL

Die einheitliche Führung des Dachprojekts ermöglichte eine koordinierte Leitung über die Module hinweg. Die Eigenverantwortung in den Modulen ist weiter zu fördern und zu stärken, wobei dem Bewusstsein für eine verstärkte Zusammenarbeit mit Partnern im In- und Ausland die notwendige Beachtung zu schenken ist. Das Komplementäre ist zu fördern und zu nutzen. Die Aktivitäten sind mit minimalem administrativem Aufwand zu betreiben, damit ein maximaler Ressourceneinsatz für die Problemlösung zur Verfügung steht. Die PL ist der vollen Überzeugung, dass die Beurteilung von Aktivitäten nicht primär über die Leistung zu erfolgen hat, im Zentrum muss der Nutzen der Leistung für die Praxis und den Auftraggeber stehen. Ein jährlicher, transparenter Austausch mit der POL ist sehr zu begrüssen. Konstruktiv kritische Anmerkungen sind willkommen und tragen zur Schärfung der Nutzenbetrachtung bei.

8.4 Querschnittsprojekte

[HERAKLES \(2012-2015\)](#)

Das Projekt «HERAKLES» wurde mit einem Abschlusstreffen mit den Projektpartnern am 25.11.2015 beendet; der Abschlussbericht liegt vor. Die Projektleitung dankt den Projektpartnern, namentlich der CAVO Stiftung, den Kantonen Aargau, Luzern, St. Gallen, Thurgau und Zürich sowie der Quality Juice Foundation, ganz herzlich für die gelungene, wertvolle und konstruktive Zusammenarbeit und die Finanzierung des Projekts.

[HERAKLES Plus \(2016-2018\)](#)

Das 3-jährige Nachfolgeprojekt «HERAKLES Plus» führt ausgewählte Aspekte des Vorgängerprojekts weiter; der Zwischenbericht liegt vor. Die Projektverantwortlichen danken den Projektpartnern, namentlich der CAVO Stiftung, den Kantonen Aargau, Bern, Luzern, St. Gallen, Thurgau und Zürich sowie IP-SUISSE, ganz herzlich für die gelungene, wertvolle und konstruktive Zusammenarbeit und die Finanzierung des Projekts.

Cisgenetik/[Protected Site](#)

[SNF-Projekt 31003A_163386](#) «Development of a pipeline for multi-level assessment of cisgenic apples»

WEBEVOG und NUVOG 2015-2018

Weiterführende Beschreibung von Obstgenressourcen und Nutzung von Obst-Genressourcen an Agroscope in Wädenswil im Auftrag der Vereinigung FRUCTUS und teilfinanziert durch das BLW. Weitere Infos unter www.bdn.ch.

Blühverfrühung

Dieses Projekt war teilfinanziert durch www.fruitbreedomics.com.

Bakteriophagen-Projekt ZHAW

[SNF-Projekt 156947](#) «Mechanisms of phage resistance in *Erwinia amylovora*»

8.5 Dank

Wir bedanken uns bei den Geldgebern, namentlich dem BLW, dem SOV, dem Kanton AG und der VariCom für die finanzielle Unterstützung dieser Ergänzungsfinanzierung und der POL von «Gemeinsam gegen Feuerbrand» für Ihren wertvollen Einsatz und die Steuerung des Projektes.

Wir möchte den Mitarbeitenden der Agroscope Obstbaubetriebe in Wädenswil und am Breitenhof in Wintersingen für die tatkräftige Unterstützung danken und allen weiteren fleissigen Händen bei den unzähligen unterstützenden Versuchsarbeiten.

Wir danken allen beteiligten kantonalen Fachstellen und Praxisbetrieben für die konstruktive, offene Zusammenarbeit und das Engagement.

Bei allen Querschnittsprojektpartnern bedanken wir uns für die Finanzierung der entsprechenden Projekte, für die gute und fruchtbare Zusammenarbeit, die «Gemeinsam gegen Feuerbrand» noch vielschichtiger und folglich auch gewinnbringender gemacht haben.

8.6 Publikationen «Gemeinsam gegen Feuerbrand»

- Abt, M., Broggini, G., Kellerhals, M., 2016. Wie funktioniert die Feuerbrandresistenz beim Apfel? Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 152 (18), S. 10-13.
- Baumgartner, I.O., Patocchi A., Frey J.E., Peil A., Kellerhals M., 2015. Breeding Elite Lines of Apple Carrying Pyramided Homozygous Resistance Genes Against Apple Scab and Resistance Against Powdery Mildew and Fire Blight. DOI 10.1007/s11105-015-0858-x. Plant Molecular Biology Reporter.
- Baumgartner, I.O., Kellerhals, M., Costa, F., Dondini, L., Pagliarini, G., Gregori, R., Tartarini, S., Leumann, L., Laurens, F., Patocchi, A. 2016. Development of SNP-based assays for disease resistance and fruit quality traits in apple (*Malus × domestica* Borkh.) and validation in breeding pilot studies. DOI 10.1007/s11295-016-0994-y.
- Baur, R., Schwizer, T., Widmer, A., Mühlenz, I., Weibel, F., Buser, A., Kuske, S., Bravin, E., Eicher, O., Naef, A., Perren, S. 2014. «Jahresbericht 2013 Steinobstzentrum Breitenhof», Agroscope Transfer, 2/2014.
- Born, Y., Remus-Emsermann, M.N.P., Bieri, M., Kamber, T., Piel, J., Pelludat, C. 2016. Fe²⁺ chelator proferrosamine A: a gene cluster of *Erwinia rhapontici* P45 involved in its synthesis and its impact on growth of *Erwinia amylovora* CFBP1430. Microbiology (162), p. 236-45.
- Bühlmann, A., Gassmann, J., Ingenfeld, A., Hunziker, K., Kellerhals, M. and Frey, J. E., 2015. Molecular Characterisation of the Swiss Fruit Genetic Resources. Erwerbsobstbau (57), S. 29-34.
- Bulletin, B. O. E. 2013. *Erwinia amylovora* (vol 43, pg 21, 2013). Bulletin OEPP, 43 (2), S. 375.
- Freimoser, M. F., Pelludat, C., and Remus-Emsermann M.N.P. 2016. Tritagonist as a new term for uncharacterised microorganisms in environmental systems. ISME (10), p. 1-3.
- Gassmann, J. und Andreoli, R. 2015. «BEVOG Newsletter 2015».
- Gassmann, J. und Andreoli, R. 2016. «BEVOG Newsletter 2016».
- Gassmann, J. und Andreoli, R. 2017. «BEVOG Newsletter 2017».
- Gassmann, J., Bühlmann, A., Hunziker, K., Kellerhals, M. 2017. Phenotypic and genotypic characterisation of fruit genetic resources in Switzerland. Acta Hort 1172, S. 179-182.
- Hermann, M. und Wiedmer, E. 2018. Evaluationsbericht: «Phytopsanitäre Massnahmen gegen Feuerbrand, Evaluation 2000 – 2014» (im Auftrag des Bundesamts für Landwirtschaft).
- Holliger, E., Crole-Rees, A. 2015. «Erster interner Zwischenbericht zu Händen der POL - Gemeinsam gegen Feuerbrand».
- Holliger, E., Reininger, V. 2016. «Zweiter interner Zwischenbericht zu Händen der POL - Gemeinsam gegen Feuerbrand».
- Hunziker, K., Gassmann, J., Bühlmann, A., Schaad, J., Kellerhals, M., 2015. Beschreibung der Schweizer Obstvielfalt. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 151 (3), S. 11-15.
- Inderbitzin, J., Christen, D. 2015. Vielversprechende Birnenzüchtungen im Test. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 151 (18), S. 8-11.
- Inderbitzin, J., Füglistaller, D., Kellerhals, M., 2015. Schweizer Aepfel mit «Skills»? Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 151 (6), S. 8-11.
- Inderbitzin, J., Rombini, S., Kellerhals, M., 2015. Untersuchung von Präferenzen und deren Einflussfaktoren für ausgewählte Apfelsorten in der Schweiz. Mitt. Klosterneuburg (65), S. 107-129.
- Inderbitzin, J., Bühlmann, A., Andreoli, R., Gassmann, J., 2017. NUVOG Cidre – 2. Projektphase. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 253 (13), S. 12-15.
- Kellerhals, M., Baumgartner, I.O., Leumann, L., Lussi, L., Schütz, S. and Patocchi, A., 2014. Breeding High Quality Apples with Fire Blight Resistance. Acta Hort 1056:225-230.
- Kellerhals, M., Baumgartner, I.O., Schütz, S., Patocchi, A., 2014. Challenges in breeding high quality apples with durable disease resistance. Proceedings of the 16th International Conference on Organic Fruit-Growing (Ecofruit). Fördergemeinschaft Oekologischer Obstbau e.V., Weinsberg, S. 15-21.
- Kellerhals, M., Schütz, S., Baumgartner, I.O., Schaad, J., Kost, T., Broggini, G. und Patocchi, A., 2014. Züchtung feuerbrandrobuster Apfelsorten. Agrarforschung 5 (10), S. 414-421.
- Kellerhals, M., Hunziker, K., Gassmann, J., 2015. NAP-Projekte: Obstgenressourcen der Schweiz haben Kontur erhalten. Fructus Bulletin (115), S. 1-3.
- Kellerhals, M., Baumgartner, I.O., Schütz, S., Lussi, L., Andreoli, R., Gassmann, J., Patocchi, A., 2016. Approaches in breeding high quality apples with durable disease resistance. Proceedings of the 17th International Conference on Organic Fruit-Growing, FOEKO, Weinsberg, S. 12-17.
- Kellerhals, M., 2017. Advances in pest- and disease resistant apple varieties. In: Achieving sustainable cultivation of apples. Ed.: Kate Evans. Burleigh Dodds Science Publishing Limited, doi.org/10.19103/AS.2016.0017.22.

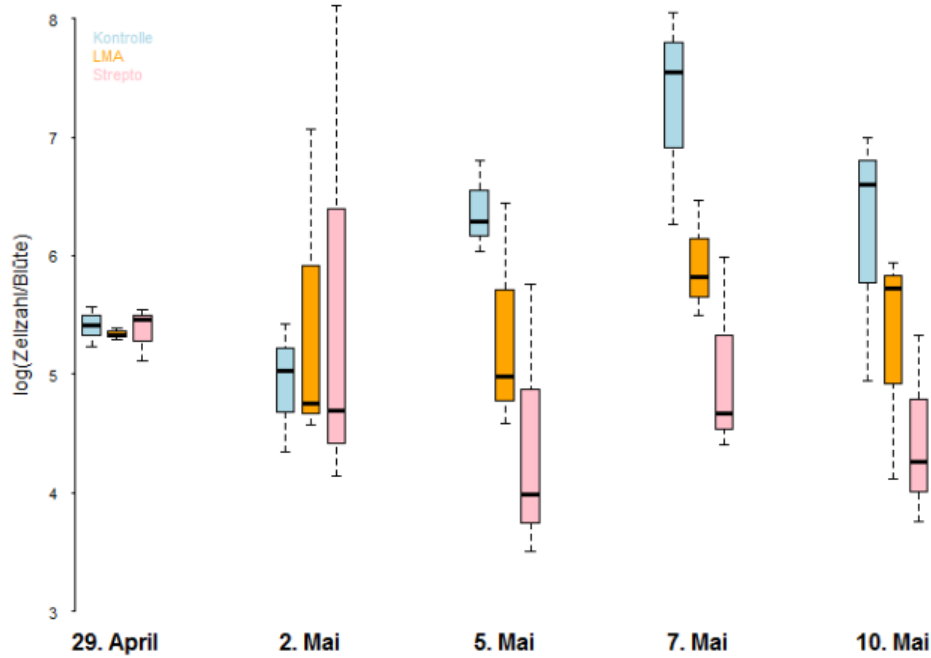
- Kellerhals, M., Schütz, S., Baumgartner, I.O., Lussi, L., Andreoli, R. und Patocchi, A., 2017. Apfelzüchtung von Agroscope: Methoden, Ergebnisse und Chancen für einen nachhaltigen Obstbau. *Agrarforschung Schweiz*, 8 (3), S. 80-87. (auch französisch)
- Kellerhals, M., Schütz, S., Patocchi, A. 2017. Breeding for host resistance to fire blight. *Journal of Plant Pathology*, 99 (Special issue), S. 37-43.
- Kellerhals, M., Schütz, S., Baumgartner, I.O., Andreoli, R., Gassmann, J., Bolliger, N., Schärer, H.J., Ludwig, M., Steineman, B. 2018. Broaden the genetic basis in apple breeding by using genetic resources. *Proceedings of the 18th International Conference on Organic Fruit-Growing, FOEKO, Weinsberg*, S. 12-18.
- Klein, N., Lussi, L., Schütz, S., Baumgartner, D., Bühlmann, A., Kellerhals, M., 2016. Feuerbrandrobuste Hochstammkandidaten aus der Apfel-Züchtung. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 152 (10), S. 8-13.
- Klein, N., Schütz, S., Lussi, L., Perren, S., Schmid, M., Kellerhals, M., 2016. Krankheitsrobuste Apfelsorten. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 152 (3), S. 8-12.
- Klein, N., Schütz, S., Lussi, L., Perren, S., Schmid, M., Kellerhals, M., 2017. Evaluation de variétés de pommes tolérantes aux maladies. *Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture*. (49), S. 114-120.
- Kost, T.D., Gessler, C., Jänsch, M., Flachowsky, H., Patocchi, A., Broggini, G.A.L. 2015. Development of the first cisgenic apple with increased resistance to fire blight. *PloS one* 10(12), e0143980.
- Lussi, L., Gasser, F., Rombini, R., Schütz, S., Kellerhals, M. 2015. Newsletter Forum Ladina 2015.
- Lussi, L., Gasser, F., Klein, N., Abt, M., Schütz, S., Kellerhals, M. 2016. Newsletter Forum Ladina 2016
- Lussi, L., Schütz, S., Bühlmann, A., Feusi, D., Eppler, T., Widmer, C., Kellerhals, M. Newsletter Forum Ladina 2017
- Lussi, L., Schütz, S., Schmid, M., Bühlmann, A., Eppler, T., Widmer, C., Christen, D., Kellerhals, M. 2018. Feuerbrandrobuste Birnen in Pilotversuchen. *Schweiz. Z. Obst- und Weinbau* 13, S. 8-12.
- Perren, S., Egger S. 2013. «Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement – Alternativen zu Streptomycin? Fachlicher Zwischenbericht 2012», *Agroscope*.
- Perren, S. 2014. «Das Feuerbrand-Pflanzenschutzmittel LMA: In warmem Wasser besser löslich», *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, (7), S. 16-18.
- Perren, S., Holliger, E. 2014. «LMA: Lösungsdauer in Abhängigkeit der Wassertemperatur (°C) und der Konzentration (%)», *Agroscope Merkblatt*.
- Perren, S., Naef, A., Holliger, E., Pelludat, C. 2014. «Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement - Alternativen zu Streptomycin? Fachlicher Zwischenbericht 2013», *Agroscope*.
- Perren, S., Schöneberg, A., Inderbitzin, J., Kellerhals, M., Schmid, M., 2017. Neue Apfelsorten mit Mehrwert. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau*, 153 (3), S. 8-13.
- Reininger, V. 2015. Nationale Feuerbrandtagung. *Früchte & Gemüse* (12), S. 27-19.
- Reininger, V. 2015. Nationale Feuerbrandtagung. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (24), S. 19-10.
- Reininger, V. 2016. «Feuerbrand 5-Länder-Treffen» - «Gemeinsam gegen Feuerbrand». *Früchte & Gemüse* (11), S. 30.
- Reininger, V. 2016. «Gemeinsam gegen Feuerbrand» am 5-Ländertreffen am Strickhof Wülflingen. *Der Zürcher Bauer*. 50/51, S. 7.
- Reininger, V. 2016. Feuerbrand 5-Länder-Treffen «Gemeinsam gegen Feuerbrand». *Früchte & Gemüse* (11), S. 30.
- Reininger, V. 2016. Nationale Feuerbrandtagung. *gplus* (1), S. 26-27.
- Reininger, V., Schöneberg, A., Perren, S., Holliger, E. 2016. Feuerbrand - Pflanzenschutzmittelversuche 2015. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (1), S. 10-13.
- Reininger, V. 2017. Biohochstammtagung am FiBL in Frick. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (1), S. 25-26.
- Reininger, V. 2017. Feldbegehung der «Plattform Hochstamm Feuerbrand». *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (16), S. 22.
- Reininger, V. 2017. Feuerbrand-5-Ländertreffen in Bad Waldsee. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* (24), S. 22.
- Reininger, V., Holliger, E. 2017. «Dritter interner Zwischenbericht zu Händen der POL – Gemeinsam gegen Feuerbrand».
- Reininger, V., Schöneberg, A., Holliger, E. 2017. Pant Protection Field Trials against Fire Blight in Switzerland in 2015. *Journal of Plant Pathology* 99 (Special issue), S. 131-136.

- Reininger, V., Schöneberg, A., Perren, S., Holliger, E. 2017. Feuerbrand: Pflanzenschutzmittelversuche 2016. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau (2), S. 4-7.
- Reininger, V., Schöneberg, A., Perren, S., Holliger, E. 2017. Feuerbrand - Wirksamkeitsversuche 2016. Früchte & Gemüse (2), S. 42-46.
- Reininger, V., Schöneberg, A., Walch, B., Holliger, E. 2017. Feuerbrand - Pflanzenschutzmittelversuch 2017. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau (21), S. 8-11.
- Reininger, V., Schöneberg, A., Walch, B., Holliger, E. 2017. Feuerbrand - Pflanzenschutzmittelversuch 2017 - Enge Behandlungsintervalle überzeugen. Früchte & Gemüse (6), S. 49-52.
- Reininger, V., Schöneberg, A., Kellerhals, M. 2018. Feuerbrandforschung trägt Früchte. UFA-REVUE (3), S. 28-31.
- Reininger, V., Schöneberg, S., Walch, B., Holliger, E. 2018. Feu bactéries – Essai sur les produits phytosanitaires 2017. Revue suisse Viticulture, Arboriculture, Horticulture, 50 (2), S. 114-117
- Schlathölter, I., Jänsch, M., Flachowsky, H., Broggini, G. A. L., Hanke, M. V., & Patocchi, A. (2018). Generation of advanced fire blight-resistant apple (*Malus x domestica*) selections of the fifth generation within 7 years of applying the early flowering approach. *Planta*, 247 (6), p. 1475–1488.
- Schöneberg, A., Pelludat, C., Perren, S. 2015. «Feuerbrand. Ist Blütenbefall ‚aus dem Holz heraus‘ möglich?», Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau (7), S. 23.
- Schöneberg, A., Perren, S., Naef, A. 2015. «Die Suche nach robusten Sorten für ein nachhaltiges Feuerbrandmanagement», Agrarforschung Schweiz, 6(1), S. 4-11.
- Schöneberg, A., Schlathölter, I., Pelludat, C., Holliger, E., Naef, A., Perren, S. 2016. «Schlussbericht Projekt HERAKLES: Nachhaltiges Feuerbrandmanagement - Alternativen zu Streptomycin? Fachlicher Schlussbericht 2016», Spezialpublikation, Agroscope.
- Schöneberg, A., Holliger, E., Naef, A., Perren, S. 2017. «1. Zwischenbericht HERAKLES Plus 2017», Spezialpublikation, Agroscope.
- Schöneberg, A., Perren, S., Felder, B., Hollenstein, R., Müller U., Szalatnay D., Hunziker K. 2017. «Feuerbrand – Anfälligkeit von Kernobstsorten», Agroscope-Merkblatt Nr. 732.
- Schöneberg, A., Perren, S., Felder, B., Hollenstein, R., Müller, U., Szalatnay, D., Hunziker, K. 2017. «Feuerbrand – Anfälligkeit von Kernobstsorten», Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, (13), S. 8-11.
- Schöneberg, A., Perren, S. 2018. «Beschreibung wertvoller Mostapfelsorten», Transfer Nr. 220, Agroscope.
- Schütz, S., Baumgartner, I., Lussi, L., Schaad, J., Kellerhals, M., 2015. Mit schneller Züchtung zu feuerbrandresistenten Apfelsorten. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau, 151 (9), S. 8-11.
- Schwizer, T., Mühlenz, I., Schweizer, S., Weibel, F., Buser, A., Kuske, S., Naef, A., Schöneberg, A., Baur, R. 2014. «Jahresbericht 2014 Steinobstzentrum Breitenhof», Agroscope Transfer, 51/2014.
- Schwizer, T., Mühlenz, I., Schweizer, S., Weibel, F., Buser, A., Kuske, S., Naef, A., Schöneberg, A., Baur, R. 2015. «Jahresbericht 2015 Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof», Agroscope Transfer, 106/2015.
- Schwizer, T., Buser, A., Friedli, M., Häseli, A., Kuster, T., Werthmüller, J., Heiri, M., Schweizer, S., Schöneberg, A., Perren, S., Holliger, E., Reininger, V., Lussi, L., Bravin, E., Kuske, S., Baur, R. 2016. «Jahresbericht 2016 Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof», Agroscope Transfer, 154/2016.
- Schwizer, T., Kessler, W., Weibel, F., Friedli, M., Häseli, A., Kuster, T., Werthmüller, J., Schöneberg, A., Reininger, V., Walch, B., Lussi, L., Perren, S., Holliger, E., Heiri, M., Petignat-Keller, S., Eicher, O., Wieland, S., Schweizer, S., Riedl, A., Mühlenz, I. 2017. «Jahresbericht 2017 Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof», Agroscope Transfer, 2019/2017.
- Szalatnay, D., Volpe, V., Cimei, F. and Schoch, B. 2015. Feuerbrand-Blütenmonitoring – Erkenntnisse für den Erwerbsobstbau. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau (24), S. 8-11.
- Van de Weg, E., Di Guardo, M., Jänsch, M., Socquet-Juglard, D., Costa, F., Baumgartner, I., Broggini, G., Kellerhals, M., Troggio, M., Laurens, F., Durel, C. E., Patocchi, A. 2018. Epistatic fire blight resistance QTL alleles in the apple cultivar ‘Enterprise’ and selection X-6398 discovered and characterized through pedigree-informed analysis. *Molecular Breeding*, 38 (5).
- Zengerer, V., Schmid, S., Bieri, M., Müller, D. C., Remus-Emsermann, M. N. P., Ahrens, C. H. and Pelludat, C. 2018. *Pseudomonas orientalis* F9: A Potent Antagonist against Phytopathogens with Phytotoxic Effect in the Apple Flower *Frontiers in Microbiology*, 9 (145).

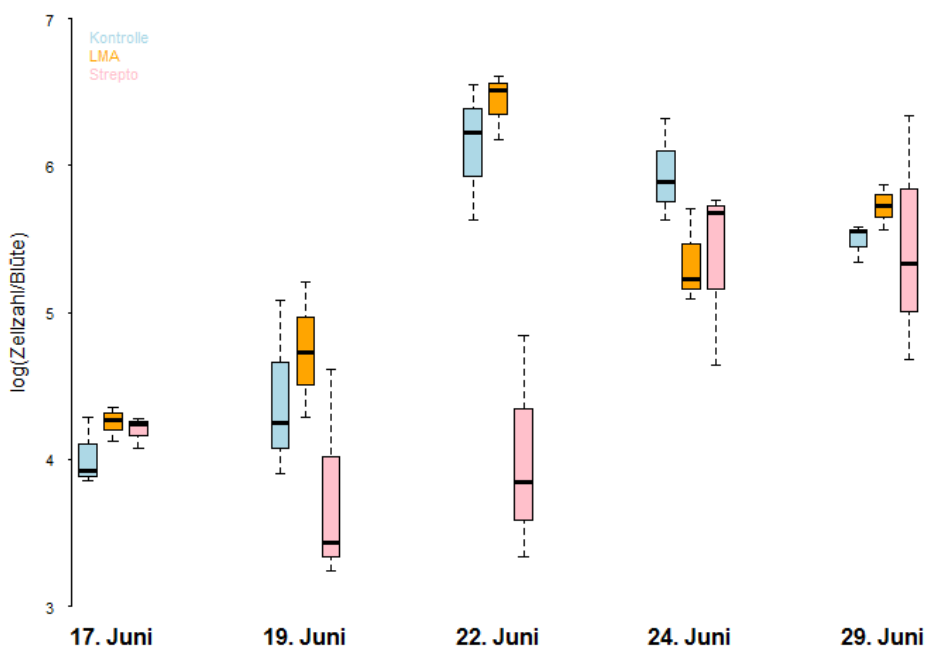
9 Anhang

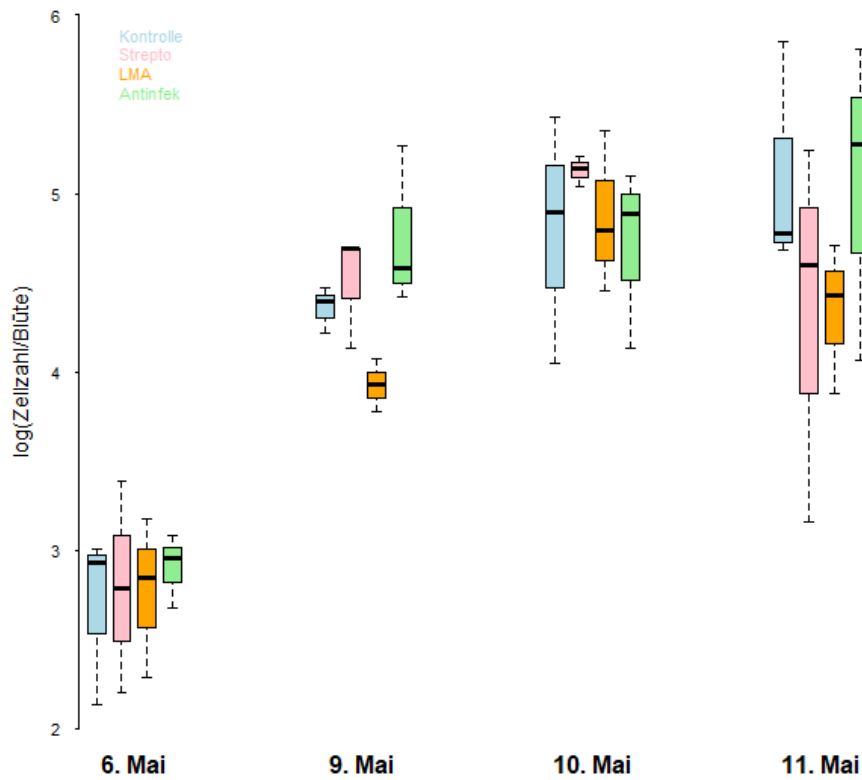
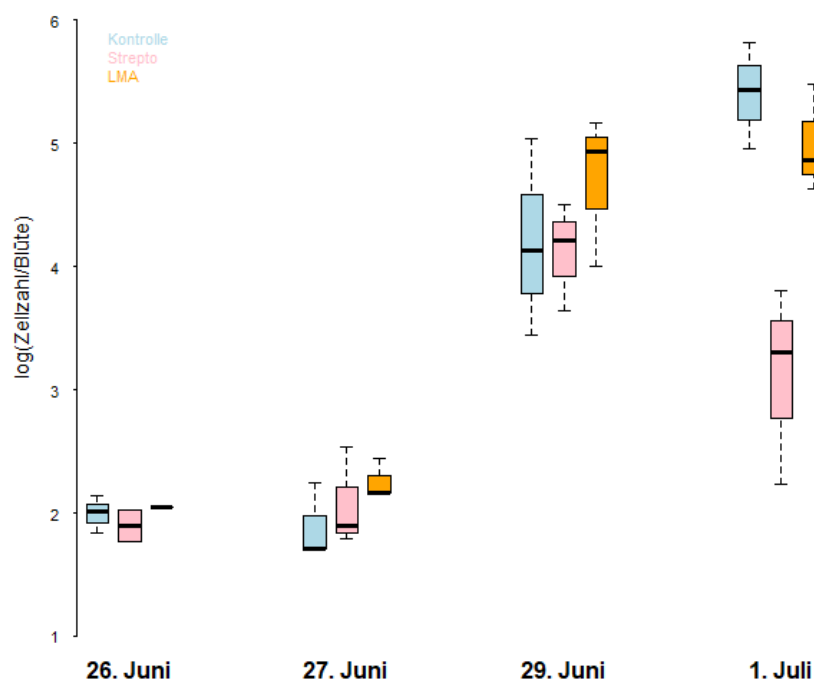
9.1 Modul 2

(a) Real-time PCR - Versuch April/Mai 2015



(b) Real-time PCR - Versuch Juni 2015



(a) Real-time PCR - Versuch Mai 2016**(b) Real-time PCR - Versuch Juni/Juli 2016**

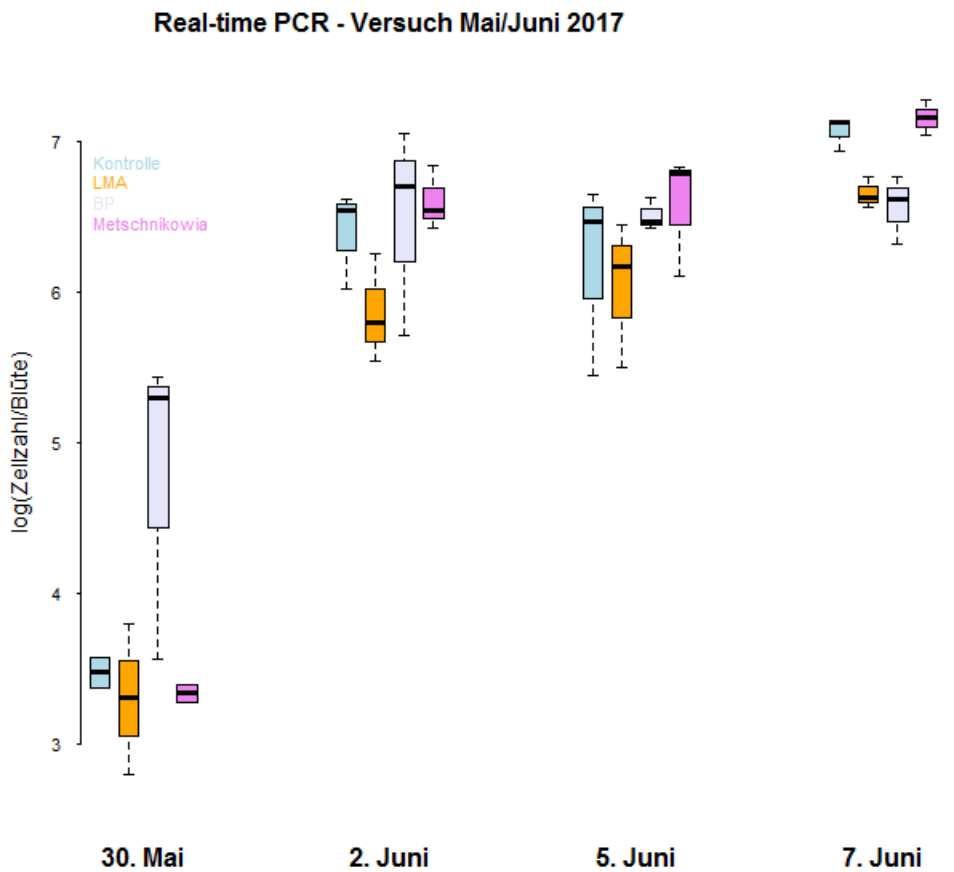
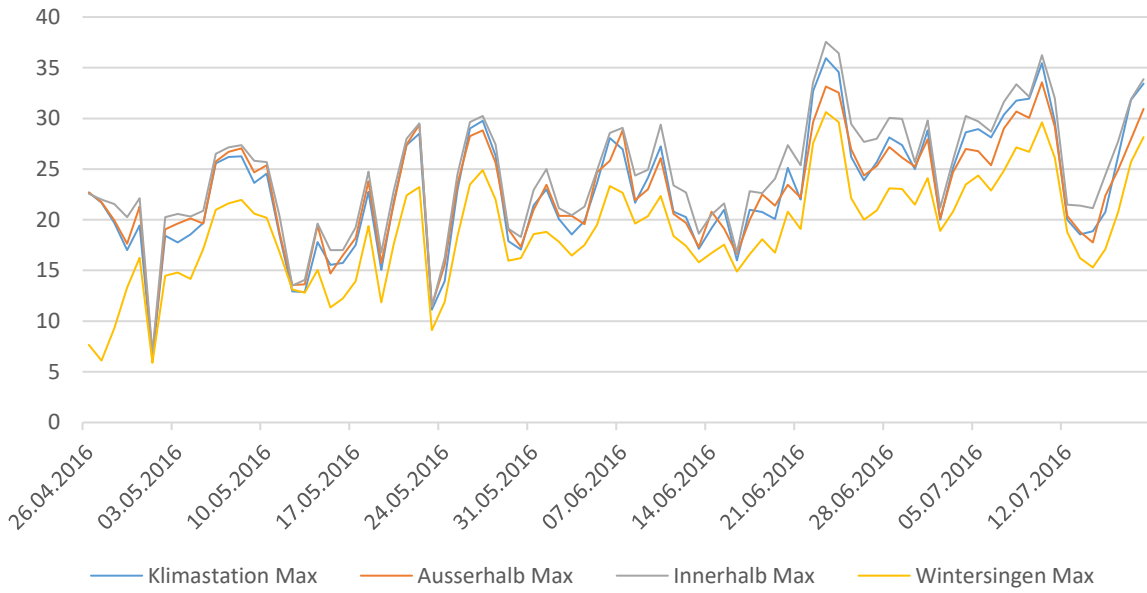
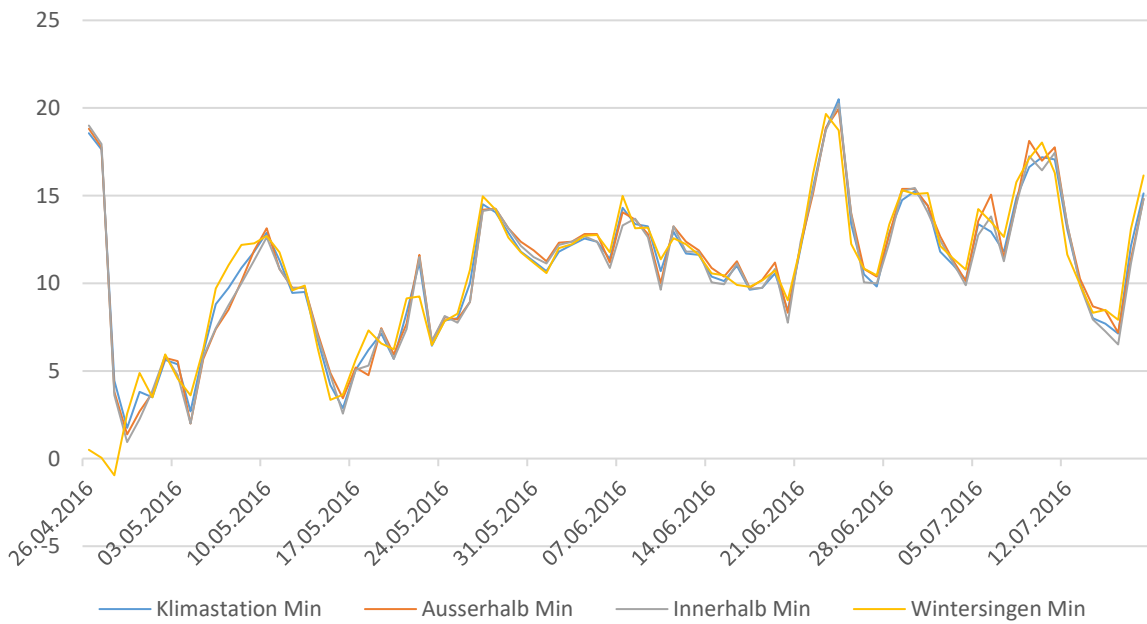


Fig. 9.1.1. Zellzahlbestimmung mittels Real-time PCR in Abhängigkeit des Verfahrens auf den Blüten am SZB in den Jahren 2015-2017. Blau = Kontrolle, rosa = LMA/Streptomycin, orange = LMA, grün = ANTINF EK®30P, lila= Blossom-Protect™, pink = *Metschnikowia pulcherrima* APC 1.2 15.

a) Max-Lufttemperatur 2016



Min-Lufttemperatur 2016



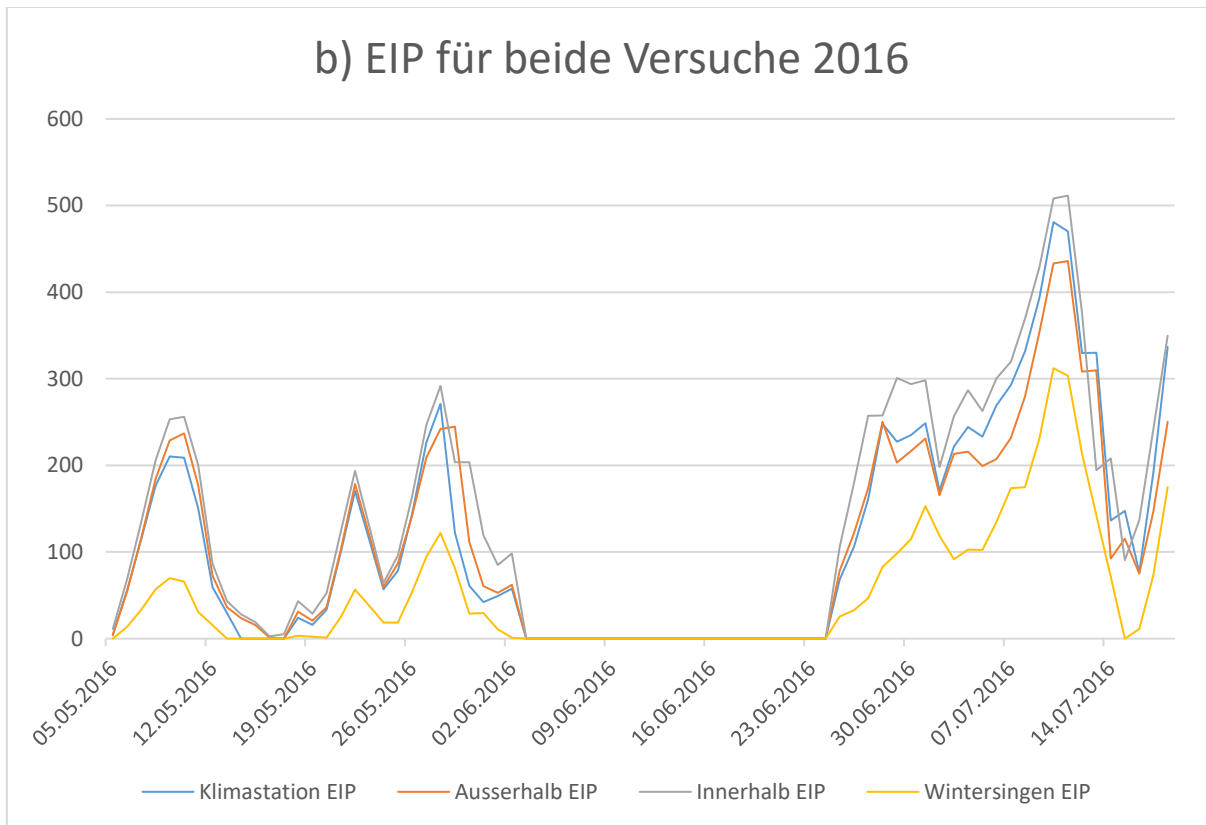


Fig. 9.1.2. a) Temperatur-Messungen (Min/Max) am SZB im Jahr 2016 unter dem Netz und ausserhalb der Feuerbrandparzelle, sowie an der Klimastation für Wintersingen. b) Überproportionale Veränderung des EIPs anhand der gemessenen Lufttemperaturen. Klimastation=Datenlogger an Klimastation Wintersingen, Ausserhalb=Datenlogger ausserhalb der Feuerbrandparzelle am SZB, Innerhalb=Datenlogger innerhalb der Feuerbrandparzelle, Wintersingen=Klimastation Wintersingen (Campbell).

9.2 Modul 3

Fig. 9.2.1: Einschätzung der Triebanfälligkeit relativ zu «Gala Galaxy». Durchschnittliche Läsionslängen (bis zu 12 Pflanzen pro Genotyp) 21 Tage nach künstlicher Inokulation mit *E. amylovora* in die Triebspitze. 204 Testungen inklusive Wiederholungen, Mittelwert pro Jahr und Genotyp. Grün = «Fast Track» Nachkommen mit Feuerbrand-Resistenz (FB_MR5 oder Fb_E), blau = Zuchtnummern Agroscope, grau = Zuchtnummern Lubera, gelb = Sortenprüfung FiBL/Poma Culta, schwarz = «Enterprise», rot= «Gala Galaxy».

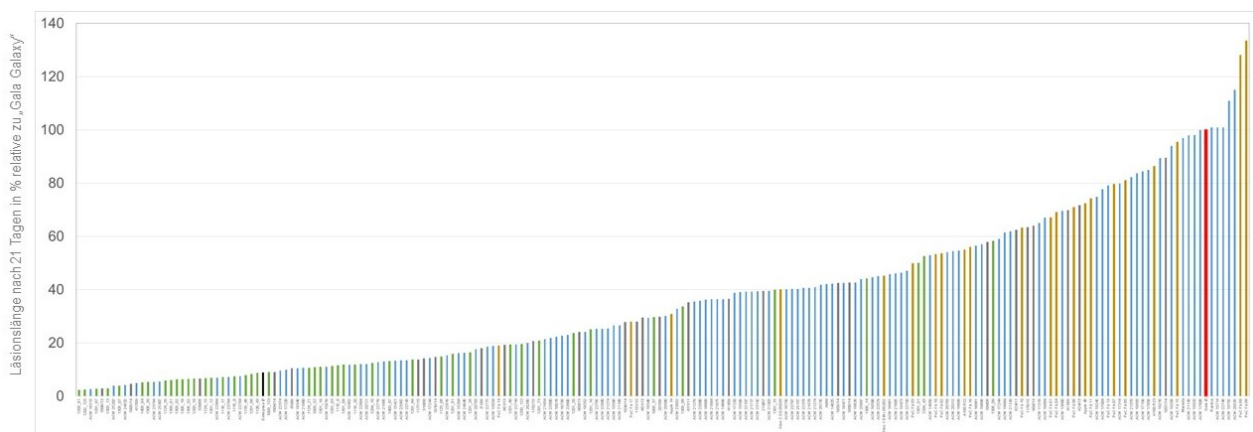




Fig. 9.2.2: Die sehr niedrig befallene Züchtung ACW 15834 der Stufe B im Vergleich mit der hoch anfälligen Kontrolle «Gala Galaxy» im Triebtest 2017.

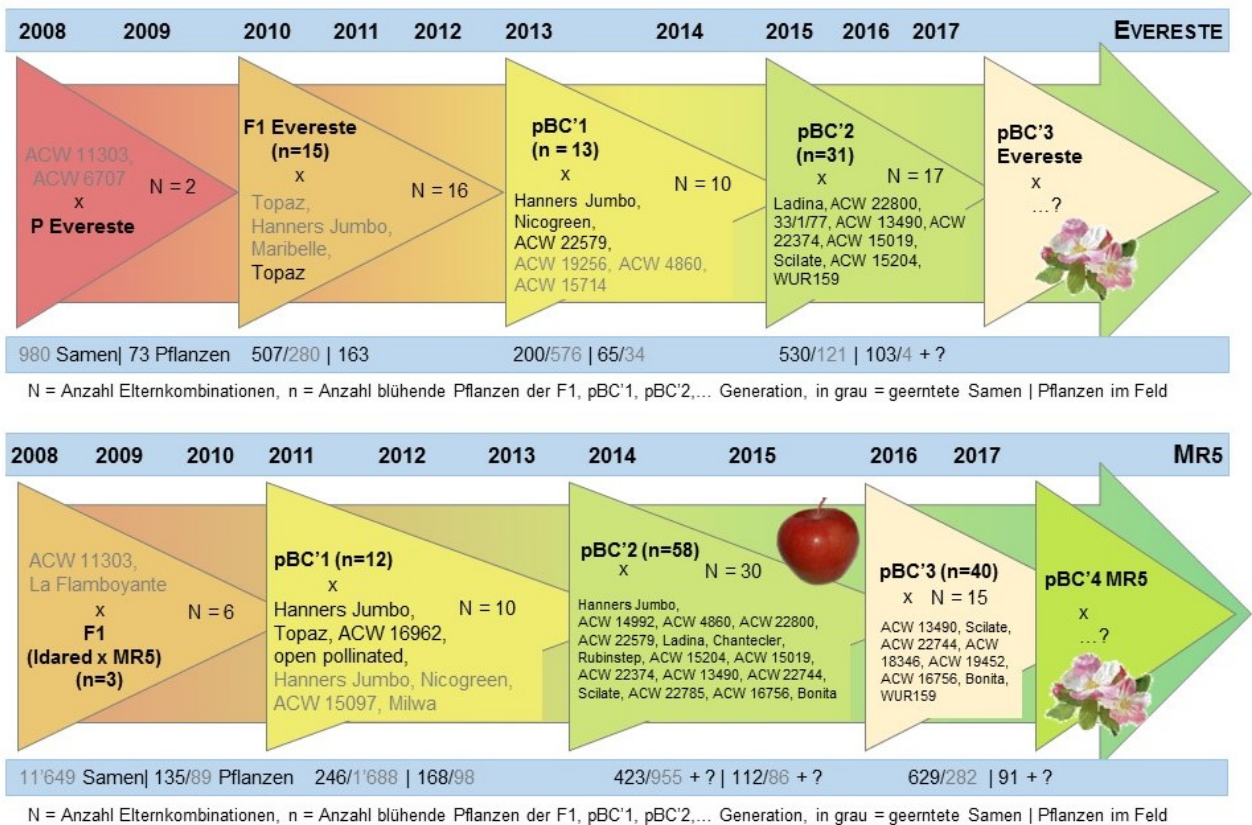


Fig. 9.2.3: Übersicht der im «Fast Track» durchgeführten Kreuzungen und vorhandenes Zuchtmaterial mit der Feuerbrandresistenz aus «Evereste» und «Malus x robusta 5».

Tab. 9.1: Übersicht der in den Freilandversuchen verwendeten Züchtungen und Sorten

Jahr	Züchtung/Sorte Kontrolle	direkte Inokulation	indirekte Inokulation
2015	ACW 11303 M9 T337		7
	ACW 13490 M9 T337	12	7
	ACW 14992 M9 T337	12	7
	Enterprise auf M9 T337	12	7
	Gala Galaxy auf M9 T337	12	7
2017	ACW 15097 M9 T337	12	7 (verschoben auf 2018)
	ACW 19258 M9 T337	12	7 (verschoben auf 2018)
	Rustica auf M9 T337	12	7 (verschoben auf 2018)
	Rustica auf CG11	12	
	Ariane auf M9 T337	12	
	Ariane auf CG11	12	
	Ladina auf M9 T337	12	
	Ladina auf CG11	12	
	Natyra auf M9 T337	12	
	Natyra auf CG11	12	
	Enterprise auf M9 T337	12	7 (verschoben auf 2018)
	Gala Galaxy auf M9 T337	12	7 (verschoben auf 2018)

Tab. 9.2: Übersicht der Veredelungen auf junge Hochstammbäume an ihren Standorten.

Agroscope Zuchtnummer	Unterlage	Flawil, SG; Anzahl / Veredelungsjahr	Wädenswil, ZH; Anzahl / Veredelungsjahr	Ballwil, LU; Anzahl / Veredelungsjahr
ACW 16426	Blauacher Wädenswil, Schneiderapfel	2 / 2015	2 / 2014	2 / 2017
ACW 19256	Blauacher Wädenswil, Schneiderapfel	2 / 2015	2 / 2014	
ACW 12556	Schneiderapfel	2 / 2014		
ACW 11303	Schneiderapfel	2 / 2015		
ACW 11319	Schneiderapfel	2 / 2015		
ACW 13490	Schneiderapfel	2 / 2015		2 / 2017
ACW 14995	Schneiderapfel	2 / 2015		2 / 2017
ACW 15097	Schneiderapfel	2 / 2015		2 / 2017
ACW 11301	Schneiderapfel	2 / 2017		2 / 2017
ACW 22374	Schneiderapfel	2 / 2017		
ACW 22764	Schneiderapfel	2 / 2017		
ACW 23794	Schneiderapfel	2 / 2017		