



## FEUERBRAND-STRATEGIEVERSUCHE – GUTE WIRKUNG TROTZ HOHEM BEFALL

Agroscope führt jährlich am Steinobstzentrum Breitenhof/BL Pflanzenschutzmittel-Versuche gegen Feuerbrand durch. Im Jahr 2019 war der Fokus der Versuche auf Wunsch der kantonalen Obstfachstellen sehr praxisnah ausgelegt. Es ging vor allem um verschiedene Myco-Sin-Strategien und das Anti-Drift und Haftmittel Squall®.

Unter den Projekten «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES Plus» wurden in der Vegetationsperiode 2019 zwei Pflanzenschutzmittel (PSM)-Versuche mit praxisrelevanten Strategien durchgeführt. Der erste Versuch fand zur natürlichen Apfelblüte statt, während der zweite Mitte Juni gestartet wurde. Bei diesen Bäumen wurde die Blüte künstlich verzögert, indem die Bäume bis Anfang Juni bei 4 °C im Kühler gelagert wurden. Die Versuche wurden mit dreijährigen Topfbäumen der hochanfälligen Sorte «Gala Galaxy» durchgeführt. Die folgenden Ergebnisse liefern wertvolle Anhaltspunkte für ein erfolgreiches Feuerbrand-Management in der Praxis.

### Versuchsdurchführung

In der total eingensetzten Parzelle am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof in Wintersingen/BL wurden im April/Mai 2019 sechs verschiedene PSM-Strategien gegen Feuerbrand inklusive unbehandelter Kontrolle getestet. Hierbei wurden LMA und Myco-Sin auch in Kombination mit Squall® eingesetzt sowie das Antagonistenpräparat Blossom Protect™. Squall® ist ein Anti-Drift

und Haftmittel und wurde aufgrund der länderübergreifenden jährlichen Versuchsvorbesprechung am Julius-Kühn-Institut in Dossenheim (D) mit aufgenommen. In der Schweiz ist Squall® nicht bewilligt. Es erfolgten je zwei Behandlungen pro Strategie. Im zweiten Versuch im Juni 2019 wurden die Strategien LMA und LMA und Squall®, Myco-Sin und Myco-Sin und Squall® wiederholt und Myco-Sin zusätzlich in Kombination mit LMA und in der Tankmischung mit Vacciplant® getestet (Tab. 1 und 2). Im zweiten Versuch erfolgten bei allen Strategien mit Myco-Sin zwei Vorbehandlungen durch Vacciplant®.

In beiden Versuchsperioden wurden Myco-Sin und Myco-Sin und Squall®, die Tankmischung Myco-Sin plus Vacciplant® sowie Blossom Protect™ am Tag der Inokulation mit dem Feuerbranderreger behandelt, LMA und LMA und Squall® am darauffolgenden Tag. Die anschliessenden Behandlungen erfolgten jeweils nach zwei Tagen (Tab. 1 und Abb. 1). Die Witterungsbedingungen waren im ersten Versuch zunächst gut, wobei nach der zweiten Behandlung eine kühle und nasse Periode eintrat. Aus diesem Grund wurde auf die dritte spezifische PSM-Behandlung verzichtet.

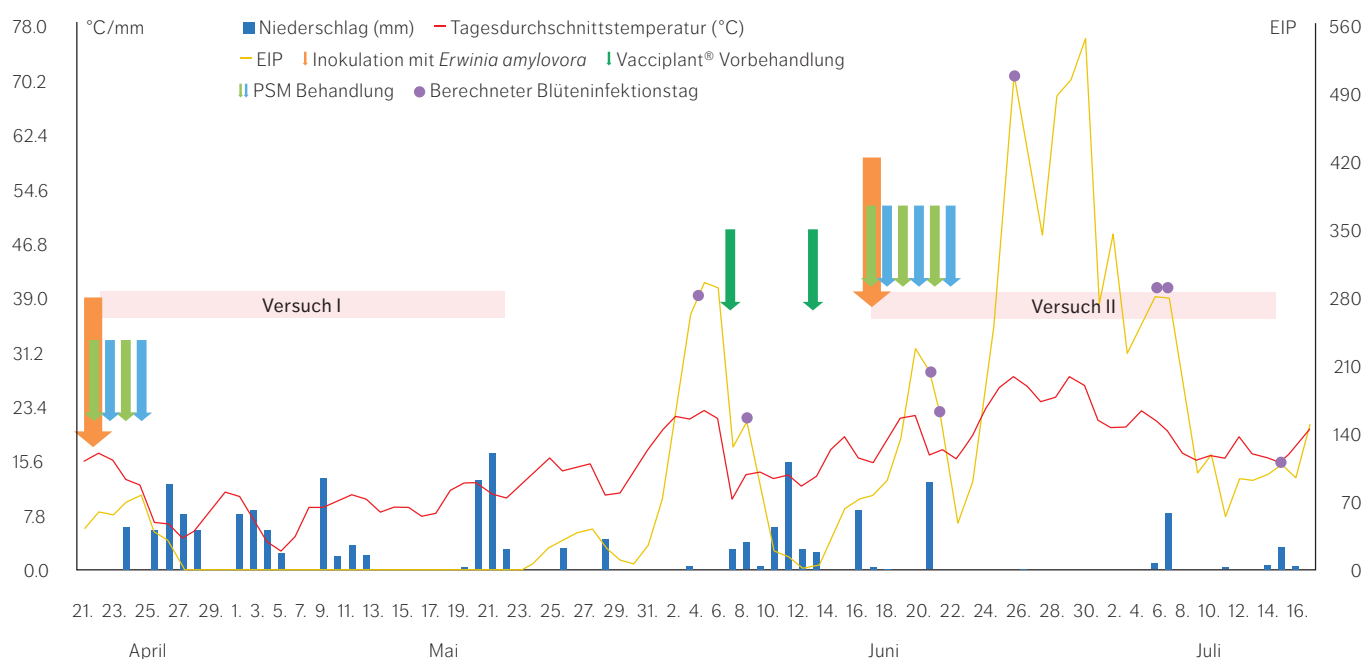


Abb. 1: Temperatur- (rot) und Niederschlagsbedingungen (NS) (blau) am Breitenhof zu beiden Versuchszeitpunkten. Berechnetes Erregerinfektionspotenzial (EIP) nach Maryblyt ist in gelb dargestellt und ab Versuchsbeginn (Inokulation mit *E. amylovora*) des ersten Versuchs bis zur Blütenbüschelbonitur des zweiten Versuchs durchgerechnet. Orange Pfeile signalisieren die Inokulation mit *E. amylovora* und grüne (Myco-Sin, Myco-Sin & Squall®, Blossom Protect™) sowie blaue (LMA, LMA & Squall®) die Behandlungen mit PSM.

Im zweiten Versuch war es durchgehend sehr warm (max. Lufttemperaturen im Bereich von 30 °C, Nachttemperaturen von min. 13 °C), demnach erfolgten drei Behandlungen mit PSM, um die Blühperiode unter optimalen Feuerbrandbedingungen bestmöglich abzudecken (Abb. 1). Die Bäume wurden mit einer Birchmeier Motorrückspritz behandelt.

Die verschiedenen PSM-Strategien waren über die Parzelle randomisiert verteilt und es gab pro Strategie je sechs Wiederholungen. Jeder dieser sechs Blöcke beinhaltete sieben Bäume, wobei der mittlere Baum als Inokulationsbaum und somit als Infektionsherd fungierte. Die Inokulation dieser sogenannten Mittelbäume erfolgte am 22. April resp. am 17. Juni 2019 mit einer Bakterien-Suspension von *Erwinia amylovora* mit  $5 \cdot 10^{10}$  Zellen/ml und 110 ml/Baum respektive mit  $6 \cdot 10^9$  Zellen/ml und 156 ml/Baum. Der Feuerbakterieerregere wurde über ein Hummelvolk, das in die Parzelle eingesetzt wurde, natürlicherweise auf die geöffneten Blüten der «sekundären» Versuchsbäume verbreitet. Vor Inokulation wurden alle Blütenbüschel dieser Bäume gezählt. Diese sechs Versuchsbäume pro Block wurden im Folgenden mit PSM behandelt. Die Blütenbüschelbonitur erfolgte im ersten Versuch 4 ½ Wochen und im zweiten 3 ½ Wochen nach erfolgter Inokulation. Es wurden alle Blütenbüschel mit Feuerbrandsymptomen gezählt und nach ABBOTT mittels untenstehender Formeln Befall und Wirkung der jeweiligen PSM-Strategie berechnet:

1. Befall [%] = (Total Blütenbüschel mit Feuerbrand/Total Blütenbüschel zur Vollblüte) × 100
2. Wirkung [%] = [(Befall Kontrolle [%] – Befall Verfahren [%])/Befall Kontrolle [%]] × 100

Die statistische Auswertung erfolgte für den Befall mittels ANOVA (Analysis of Variance) und für die Wirkung über den Kruskal-Wallis Test.

### Hohe Wirkungsgrade dank enger Behandlungsintervalle

Der Blütenbüschelbefall in der unbehandelten Kontrolle belief sich auf 39 % im ersten resp. 37 % im zweiten Versuch. In beiden Versuchen unterschieden sich alle Strategien signifikant in ihrem Befall von der unbehandelten Kontrolle, d.h. alle Mittel zeigten eine Wirkung. Im ersten Versuch lagen die Wirkungsgrade zwischen 50 und 68 %, wobei es keine signifikanten Unterschiede zwischen den PSM-Strategien gab, d.h. alle Mittel hatten statistisch gesehen die gleiche Wirkung gegen Feuerbrand. Im zweiten Versuch wichen die Strategie mit LMA und Squall® (71 % WG) und das reine Myco-Sin-Verfahren (51 % WG) signifikant voneinander ab. Alle anderen PSM-Strategien hatten unter den diesjährigen Versuchsbedingungen statistisch die gleiche Wirkung gegen Feuerbrand mit Wirkungsgraden zwischen 51 und 71 % (Tab. 2). Aufgrund grosser Schwankungen zwischen einzelnen Wiederholungen oder auch Bäumen weichen die Strategien trotz erheblicher Differenzen nicht signifikant voneinander ab.

Trotz sehr hoher Befallswerte bei den unbehandelten Bäumen konnten hohe Wirkungsgrade mit den PSM-Strategien erzielt werden. Dies kann auf die engen Behandlungsabstände zurückgeführt werden. Anders als in anderen Jahren wurden die PSM, die bereits am Tag der Inokulation behandelt wurden, nicht erst nach drei, sondern bereits wieder nach zwei Tagen behandelt. Dieser Zwei-Tages-Turnus hat sich durch beide Versuche gezogen und somit konnten alle sich neu öffnenden Blüten im Versuchsverlauf geschützt werden. Auf Obstbaubetrieben ergeben sich, bedingt



durch den Sortenspiegel, unterschiedliche Blühperioden. Der gezielte Einsatz von PSM ist unter Berücksichtigung der Blüteninfektionsprognose entsprechend zu terminieren.

### Auch bei Zellzahlen keine grossen Unterschiede zwischen den Strategien

Um den Verlauf der Anzahl Feuerbrandbakterien in Abhängigkeit der PSM-Strategie auf den Blüten nachzuverfolgen, wurden Blütenproben ausgewählter Strategien entnommen und mittels real-time PCR quantifiziert. Die PSM-Strategien waren in beiden Versuchen identisch (Abb. 2). Die erste Probenahme von ein bis zwei Tage alten Einzelblüten der «sekundären» Versuchsbäume erfolgte im ersten Versuch ca. zwei Stunden und im zweiten Versuch ca. drei Stunden nach Inokulation der Mittelbäume mit *Erwinia amylovora*, demzufolge vor der ersten PSM-Behandlung. Dieser erste Zeitpunkt dient als «Baseline», d.h. als Ausgangswert für den Verlauf der Zellzahlen in Abhängigkeit der Verfahren. Die weiteren Probenahmen fanden jeweils einen Tag nach der jeweiligen PSM-Behandlung statt, um den Einfluss der vorgängigen Behandlung beurteilen zu können. Im ersten Versuch zeigte sich ein Anstieg der Zellzahlen bis zur Vollblüte mit anschliessendem Abfall. Dieser Abfall der Zellzahl auf den Blüten könnte mutmasslich durch die kühlen Temperaturen in diesem Zeitraum erklärt werden, was einen reduzierten Hummelflug und auch eine geringere Zellvermehrung auf den in dieser Periode geöffneten Blüten zur Folge hatte. Im zweiten Versuch sieht man bei der LMA und Squall®-Strategie eine Abnahme der Zellzahl im Versuchsverlauf. Dieses Ergebnis spiegelt die Daten aus der Blütenbüschelbonitur wider. Hingegen ist es bei den weiteren Verfahren aufgrund der grossen Streuung schwer, einen Trend auszumachen. Es gab jedoch keine markanten Unterschiede zwischen den Verfahren, was sich auch mit der Blütenbüschelbonitur deckt. Bei beiden Datenerhebungen gab es grosse Schwankungen zwischen den einzelnen Wiederholungen, da nicht alle Blüten gleichmässig von den Hummeln besucht werden. Diese

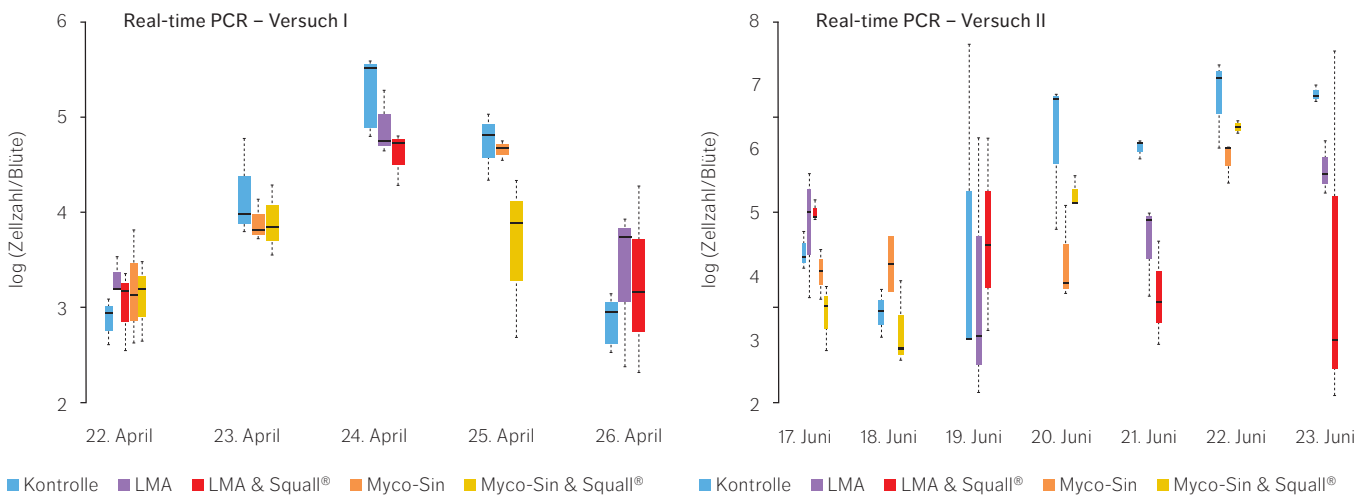
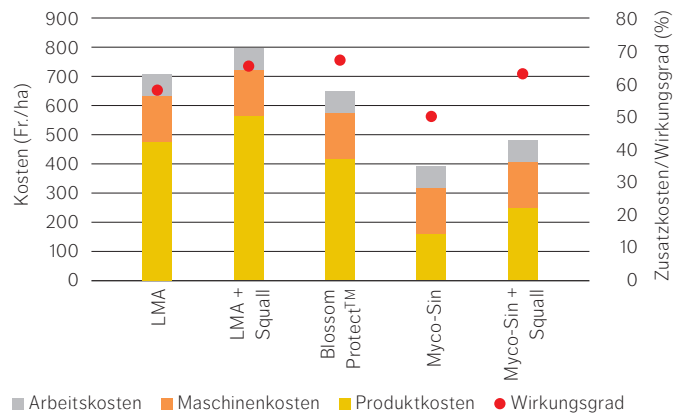


Abb. 2: Anzahl Feuerbrandbakterien pro Blüte. Die Proben wurden jeweils vor der nächsten PSM-Behandlung entnommen, d.h. die Ergebnisse spiegeln den Einfluss der vorangegangenen Behandlung wider. Aufgrund der PSM-Behandlungen im zwei-Tagesturnus, fanden die Beprobungen entsprechend versetzt statt und es wurde nach dem ersten Tag jeweils nur der eine Teil der Strategien beprobt.

### Zusatzkosten und Wirkungsgrad Feuerbrand Versuch I 2019.



### Zusatzkosten und Wirkungsgrad Feuerbrand Versuch II 2019.

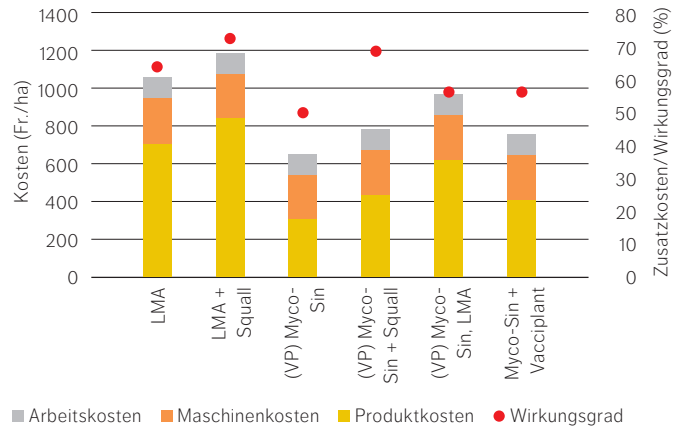


Abb. 3: Darstellung von Wirkungsgrad und Zusatzkosten mit den jeweiligen PSM-Strategien. Diese Kosten gelten für eine Hektare mit adulten Bäumen. Im ersten Versuch erfolgten zwei, im zweiten Versuch drei Behandlungen pro PSM-Strategie.



Versuch I	S1	S2	S3	S4	S5	S6	
22.04.2019	Inokulation						
				BP	MS	MS & Squall®	
23.04.2019		LMA	LMA & Squall®				
24.04.2019				BP	MS	MS & Squall®	
25.04.2019		LMA	LMA & Squall®				
Versuch II	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
07.06.2019				Vacciplant®	Vacciplant®	Vacciplant®	Vacciplant®
13.06.2019				Vacciplant®	Vacciplant®	Vacciplant®	Vacciplant®
17.06.2019	Inokulation						
				MS	MS & Squall®	MS	MS & Vacciplant®
18.06.2019		LMA	LMA & Squall®				
19.06.2019				MS	MS & Squall®	LMA	MS & Vacciplant®
20.06.2019		LMA	LMA & Squall®				
21.06.2019				MS	MS & Squall®	LMA	MS & Vacciplant®
22.06.2019		LMA	LMA & Squall®				

Tab. 1: Behandlungszeitpunkte und Strategien der eingesetzten PSM im ersten und zweiten Feuerband PSM-Versuch 2019. S1 – S7 steht für die Bezeichnung der entsprechenden Strategie.

Streuung führt dazu, dass Unterschiede zwischen PSM-Strategien von diesen grossen Abweichungen überlagert werden (Abb. 2).

### Welche PSM-Strategie verursacht welche Zusatzkosten?

Für 2019 wurden die Zusatzkosten auf Basis der Handelspreise (Katalogpreise) für die gewählten PSM-Strategien pro Hektare und einer Aufwandmenge bei einem Baumvolumen von 10 000 m<sup>3</sup>/ha, d.h. für adulte Bäume, berechnet. In den vorliegenden beiden Versuchen wurden die Bäume aufgrund ihres geringen Baumvolumens mit einer angepassten, reduzierten Präparatmenge behandelt (Tab.2). Die Berechnung der Kosten wurde pro Strategie in Arbeits-, Maschinen- und Produktkosten unterteilt. Die Arbeits- und Maschinenkosten wurden basierend auf den Kosten für eine familieninterne Arbeitskraft berechnet. Für eine bessere Vergleichbarkeit wurde angenommen, dass für die zwei resp. drei Behandlungen separat gefahren wird, also keine Kombination mit bspw. einer Fungizidbehandlung erfolgte. Die Vorbehandlungen mit Vacciplant® wurden in Absprache mit kantonalen Beratern nicht mitgerechnet, weil sie in der Praxis üblicherweise als Tankmischung mit anderen PSM appliziert werden. Die Abweichungen der Kosten für die gleiche Strategie in den beiden Versuchen ist die Folge der zwei- bzw. dreimaligen Behandlung. Die Kostendifferenz zwischen den Strategien wird durch den Produktpreis bestimmt.

Die unterschiedlichen PSM-Strategien unterschieden sich lediglich in einem Fall signifikant voneinander (LMA und Squall® und Myco-Sin). Diese beiden Varianten hatten eine Differenz von 20 %-Punkten im Wirkungsgrad, mit fast doppelt so hohen Kosten bei höherer Wirkung (Abb. 3). Demnach kann es sich auszah-



Agroscope-Mitarbeitende bei den Inokulationsvorbereitungen.



Professionelles Abräumen der Versuchsanlage.

ID	Vorbehandlungen	Präparat/Strategie	Wirkstoff/Funktion	Produktmenge*	Befall/Wirkungsgrad (WG)
S 1		Unbehandelte Kontrolle	–	–	38.8 % Befall
S 2		LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80 %)	10 kg	57.9 % WG (a)
S 3		LMA & Squall®	Kaliumaluminiumsulfat (80 %) Anti-Drift und Haftmittel	10 kg, 0.5 %ig; 30 ml auf 6 L	65.7 % WG (a)
S 4		Blossom Protect™	<i>Aureobasidium pullulans</i> (5 × 10 <sup>9</sup> kbE/g)	6 kg	68 % WG (a)
S 5		Myco-Sin	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt	4 kg	50.4 % WG (a)
S 6		Myco-Sin & Squall®	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt Anti-Drift und Haftmittel	4 kg, 0.5 %ig; 30 ml auf 6 L	63.1 % WG (a)
S 1		Unbehandelte Kontrolle	–	–	36.9 % Befall
S 2		LMA	Kaliumaluminiumsulfat (80 %)	10 kg	64 % WG (ab)
S 3		LMA & Squall®	Kaliumaluminiumsulfat (80 %) Anti-Drift und Haftmittel	10 kg, 0.5 %ig; 30 ml auf 6 L	71.1 % WG (b)
S 4	Vacciplant® (2×)	Myco-Sin	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt	4 kg	50.7 % WG (a)
S 5	Vacciplant® (2×)	Myco-Sin & Squall®	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt Anti-Drift und Haftmittel	4 kg, 0.5 %ig; 30 ml auf 6 L	68.3 % WG (ab)
S 6	Vacciplant® (2×)	Myco-Sin - LMA - LMA	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt Kaliumaluminiumsulfat (80 %)	4 kg, 10 kg	56.2 % WG (ab)
S 7	Vacciplant® (2×)	Myco-Sin & Vacciplant®	65 % Schwefelsaure Tonerde, 0.2 % Schachtelhalmextrakt Laminarin	4 kg, 375 ml	57.5 % WG (ab)

Tab. 2: Strategien, zugehörige Präparate, Befalls- und Wirksamkeitsdaten für die Feuerbrand-Pflanzenschutzmittelversuche 2019. Die Behandlungen erfolgten bei jeder Strategie zwei- (erster Versuch) respektive dreimal (zweiter Versuch) nach Inokulation mit *E. amylovora* (Tab. 1). Verschiedene Buchstaben hinter den Wirkungsgraden geben statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Verfahren nach Tukey's HSD an (Signifikanzlevel  $p \leq 0.05$ ). \* Eingesetzte Produktmenge bei 3-jährigen Topfbäumen/ha.

len, in eine kostenintensivere Strategie zu investieren, um Einbusen bei der Wirkung zu reduzieren. Der Produzent hat somit einen Anhaltspunkt, sich für eine entsprechende Strategie zu entscheiden.

### Schlussfolgerungen

In den PSM-Feuerbrand-Strategieversuchen 2019 am Agroscope Steinobstzentrum Breitenhof/BL war der Blütenbüschelbefall in der unbehandelten Kontrolle mit knapp 40 % sehr hoch. Trotz dieses hohen Befalls konnten in diesen Versuchen verhältnismässig hohe Wirkungsgrade (von 50 bis 71 %) mit den eingesetzten PSM-Strategien erzielt werden. Dieser Erfolg kann wohl auf die engen Behandlungsintervalle von konsequent zwei Tagen zurückgeführt werden. Die Versuche von 2019 zeigen, dass in unseren Versuchen die diesjährigen Strategien bei rechtzeitigem und regelmässigem PSM-Einsatz trotz sehr hoher Zelldichte auf den Blüten statistisch gesehen eine identische Wirkung zeigen. Obwohl im ersten Versuch nur jeweils zwei Behandlungen pro Strategie erfolgten und im zweiten Versuch drei, stellte sich in beiden Versuchen eine beurteilbare Wirksamkeit der Strategien ein. Dies verdeutlicht, dass der gezielte Einsatz von PSM auch dem berechneten Blüteninfektionsrisiko anzupassen ist, damit bei den entsprechenden Bedingungen jede neu aufgehende Blüte geschützt ist. Des Weiteren zeigen die Ergebnisse von 2019, dass kosten-

günstigere und praxisrelevante Strategien auch entsprechende Wirkungsgrade erzielen können. ■



#### VANESSA REININGER

Agroscope, Wädenswil  
vanessa.reininger@agroscope.admin.ch

#### In Zusammenarbeit mit:

Perrine Gravalon und Eduard Holliger,  
Agroscope, Wädenswil

### DANK

Wir danken den Projektpartnern von «Gemeinsam gegen Feuerbrand» und «HERAKLES Plus» (Kt. AG, LU, SG, TG, ZH, CAVO-Stiftung und IP-SUISSE) für die finanzielle Unterstützung sowie den Betriebsleitern Thomas Schwizer und Matthias Schmid (Obstbau-Versuchsbetriebe Breitenhof und Wädenswil) und ihren Mitarbeitenden für die gute Zusammenarbeit und Esther Bravin, Agroscope, für die Berechnung der Arbeits- und Maschinenkosten.