



F&E Task Force Kirschessigfliege

Schlussbericht

Dominique Mazzi, Patrik Kehrli, Barbara Egger, Bastien Christ, Jana Collatz (alle Agroscope) und Claudia Daniel (FiBL)

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Organisation	3
2	Versuchstätigkeit und Forschungsergebnisse	4
2.1	Modul Beeren	4
2.1.1	Monitoring und Populationsdynamik	4
2.1.2	Bekämpfungsstrategien	6
2.1.3	Schlussfolgerungen für Beerenkulturen	10
2.2	Modul Steinobst	11
2.2.1	Monitoring	11
2.2.2	Insektenschutznetze	12
2.2.3	Schutz vor Eiablagen durch Gesteinsmehl	13
2.2.4	Direkte Bekämpfung durch Pflanzenschutzmittel	14
2.2.5	Nach der Ernte	14
2.2.6	Schlussfolgerungen für den Steinobst-Anbau	15
2.3	Modul Trauben	16
2.3.1	Monitoring	16
2.3.2	Sortenanfälligkeit	17
2.3.3	Befallsbegünstigende Faktoren	17
2.3.4	Boniturmethode und Befallsvorhersage	18
2.3.5	Schutz der Reben	19
2.3.6	Schlussfolgerungen für den Rebbau	21
2.4	Modul Bio-Anbau	22
2.4.1	Biologie und Vorbeugung	22
2.4.2	Prüfung von Fallenfarben und Lockstoffen und Monitoring der Kirschessigfliege	24
2.4.3	Direkte Bekämpfung: Labor- und Feldversuche zur Prüfung von Bio-Insektiziden	25
2.4.4	Weitere Versuchsansätze	25
2.5	Modul Grundlagen	26
2.5.1	Bewegung der Kirschessigfliege in der Landschaft	26
2.5.2	Vorkommen und Bekämpfungspotential von Prädatoren	28
2.5.3	Vorkommen und Bekämpfungspotential von Parasitoiden	29
2.5.4	Parasitoide in der Interaktion mit Früchten	30
2.5.5	Kältetoleranz von Parasitoiden	31
2.5.6	Schlussfolgerungen Grundlagen	32
3	Projekte von Drittpartnern	33
4	Wissenstransfer	34
4.1	Merkblätter und Newsletter	34
4.2	Webseite, Medienpräsenz und Fachpublikationen	34
4.3	Nationale Tagung Kirschessigfliege	35
4.4	Politikberatung und Vollzugsunterstützung	35
5	Schlussfolgerungen und Ausblick	36
6	Veröffentlichungen	37
6.1	Referierte wissenschaftliche Publikationen	37
6.2	Nicht-referierte wissenschaftlich-technische Publikationen	38
6.3	Merkblätter	40

1 Ausgangslage und Organisation

Die aus Südostasien stammende und in der Schweiz erstmals 2011 nachgewiesene Kirschessigfliege, *Drosophila suzukii*, befällt bei vielen Wirtspflanzen heranreifende oder reife, intakte Früchte. Die befallenen Früchte sind nicht länger vermarktungsfähig. Der Befall sorgte im Jahr 2014 lokal für beträchtliche Ernteauffälle. Grosse Mehrkosten entstanden daneben durch die Umsetzung von vorbeugenden Massnahmen und die Nachsortierung des Ernteguts.

Mit der von Nationalrat Bruno Pezzatti eingereichten Motion «Forschung im Bereich der Kirschessigfliege» wurde der Bundesrat aufgefordert, die Forschung und Beratung im Bereich der Kirschessigfliege deutlich auszubauen, nachhaltige Schutzstrategien zu entwickeln und diese in der Praxis zu verankern. In der Folge etablierten Agroscope und das Forschungsinstitut für Biologischen Landbau (FiBL) die Task Force Kirschessigfliege, um gemeinsam mit Partnern aus der Forschung, Beratung, Praxis und dem Vollzug die Entwicklung und Umsetzung von schadensmindernden Lösungen voranzutreiben. Das Ziel der Projektaktivitäten der Task Force Kirschessigfliege war eine wirtschaftlich vertretbare, nachhaltige Koexistenz mit der Kirschessigfliege unter Berücksichtigung der steigenden Qualitätsanforderungen von Handel und Konsum zu ermöglichen. Der Bundesrat empfahl die Unterstützung der Motion. Der Nationalrat stimmte bereits in der Wintersession 2014 der Motion zu; der Ständerat hiess sie im Juni 2015 definitiv gut. Für die Intensivierung der Forschung im Bereich der Kirschessigfliege wurden darauffolgend insgesamt CHF 2.5 Mio., verteilt auf fünf Jahre, zugesprochen.

Die Task Force Kirschessigfliege war ab Februar 2015¹ unter der wissenschaftlichen Projektleitung von Dominique Mazzi (Agroscope) operativ. Sie umfasste die Module **Beeren** (Leitung: Catherine Baroffio, ab 2018 Bastien Christ, Agroscope), **Steinobst** (Leitung: Stefan Kuske, ab 2017 Barbara Egger, Agroscope), **Trauben** (Leitung: Patrik Kehrl, Agroscope), **Bio-Anbau** (Leitung: Claudia Daniel, FiBL) und **Grundlagen** (Leitung: Dominique Mazzi und Jana Collatz, Agroscope). Als sich im zweiten Projektjahr die **Aprikosen** ebenfalls als attraktive Wirtsfrüchte für die Kirschessigfliege erwiesen, wurden die Aktivitäten der Task Force auf diese Kultur erweitert. Aus logistischen Gründen wurde die Verantwortung für die Entwicklung von Schutzstrategien für den Aprikosenanbau von den im Wallis tätigen und ebenfalls für den Beerenanbau zuständigen Mitarbeitenden in Zusammenarbeit mit der Forschungsgruppe Obstkulturen im Alpenraum übernommen.

Die Projektarbeit wurde begleitet, unterstützt und überwacht durch eine **Projektoberleitung** aus Vertretenden von Agroscope (Robert Baur, ab 2017 Alain Gaume) und FiBL (Lucius Tamm), dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW, Olivier Félix), dem Schweizer Obstverband (SOV, Georg Bregy, ab 2017 Hubert Zuferey) sowie der kantonalen Beratung (Luigi Colombi, ab 2017 Cristina Marazzi, Kt. Tessin und Markus Leumann, Kt. Schaffhausen).

Sektorspezifische **Begleitgruppen** aus Vertretenden von praxisnahen Kreisen unterstützten die anwendungsorientierteren Module bei der Prüfung der Bekämpfungsverfahren in den verschiedenen gefährdeten Kulturen und Anbauregionen, nahmen Einfluss auf die Priorisierung der Forschungsausrichtung und pflegten den Wissensaustausch zwischen Forschung, Beratung und Branchenorganisationen.



Abbildung 1: Jährlich trafen sich die Mitarbeitenden von Agroscope und FiBL zum Besuch eines Praxisbetriebs und zum Erfahrungsaustausch; hier im Juni 2019 am Agroscope-Standort Zürich-Reckenholz.

¹ Die Vereinbarung mit dem Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) betrifft den Zeitraum 1. Januar 2016 bis 31. Dezember 2020. Alle Arbeiten vor 2016 wurden von Agroscope und FiBL selbst finanziert.

2 Versuchstätigkeit und Forschungsergebnisse

2.1 Modul Beeren

Beeren – insbesondere Himbeeren, Brombeeren und Heidelbeeren – sind für *D. suzukii* sehr attraktiv und dieser Schädling verursacht oft hohe Schäden bei diesen Kulturen, die beträchtliche wirtschaftliche Einbußen zur Folge haben. Die von der Task Force Kirschessigfliege aktuell empfohlenen Bekämpfungsstrategien beruhen auf einem regelmässigen Monitoring, einer Kombination aus Fernhaltungs- und Präventionsmassnahmen und einer konsequenten Aufrechterhaltung der Kühlkette nach der Ernte. Die aktuellen Systeme zur Beerenproduktion erfordern regelmässige Ernten, die über einen langen Zeitraum von März bis November verteilt sind. Die Beobachtungen seit 2012 zeigen jedoch, dass vor allem die Herbstkulturen betroffen sind, bei denen trotz strikter Präventionsmassnahmen (regelmässige Ernteintervalle, Hygienemassnahmen und Anwendung von Löschkalk) die Befallsraten bis zu 100% erreichen können.

Die Forschung im Rahmen der Tätigkeit der Task Force Kirschessigfliege konzentrierte sich auf das Monitoring, Massnahmen zur Fernhaltung und Präventionsmassnahmen mittels folgender Studien: Vergleich und Entwicklung von Fallenmaterial, Analysen des gesamtschweizerischen Monitorings und vertiefte Untersuchung des Tageszyklus, Vergleich verschiedener Bekämpfungsstrategien, Suche nach neuen Repellentien und Optimierung des Einsatzes von Löschkalk (Formulierungen, Anwendungstechnik und Evaluation der Wirksamkeit auf gesamtschweizerischer Ebene).

2.1.1 Monitoring und Populationsdynamik

Vergleich und Entwicklung von Fallenmaterial

Wir haben verschiedene Arten von Fallen (Form, Farbe) und Lockstoffen über mehrere Vegetationsperioden getestet und verglichen, um das wirksamste Material zu identifizieren (Abbildung 2). Nach mehreren Jahren Entwicklung erwies sich die Kombination der Falle Profatec mit dem Lockstoff Riga als wirksamste Variante bei Berücksichtigung der Wirkungsdauer. Das Produkt behält seine Wirksamkeit über mehr als drei Wochen, im Gegensatz zu zwar wirksameren Produkten, die aber häufiger ausgetauscht werden müssen und deshalb für die Praxis weniger geeignet sind.

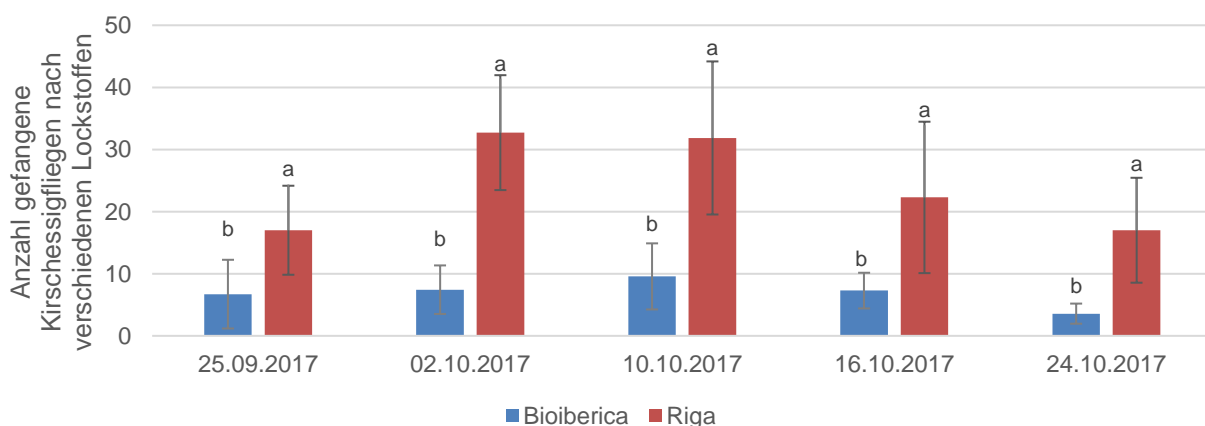
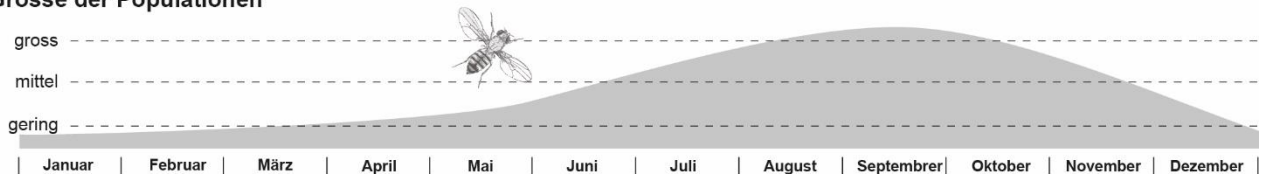


Abbildung 2: Anzahl gefangene Individuen von *Drosophila suzukii* pro Woche und pro Falle mit dem Lockstoff «Bioiberica» bzw. «Riga» in einer Himbeerkultur in Chamoson (VS). Mittelwert und Standardabweichung von sieben Fallen pro Variante. Die Buchstaben bei den einzelnen Werten weisen auf statistisch signifikante Unterschiede. Wenn keine gemeinsamen Buchstaben bestehen, ist der Unterschied der betreffenden Werte statistisch signifikant.

Gesamtschweizerisches Monitoring

Unsere Beobachtungen in den Beerenkulturen zeigen, dass die Fänge und Schäden ab Juli zu steigen beginnen, ihren Höhepunkt im September erreichen und ab Oktober wieder kontinuierlich sinken (*Abbildung 3*). Im Gegensatz zu den natürlichen Lebensräumen werden in den Beerenkulturen zwischen November und Juni kaum Kirschessigfliegen gefangen. Dies lässt sich damit erklären, dass in den Wintermonaten keine Früchte in den Kulturen vorhanden sind. Dagegen bleiben die Fangzahlen im Mai und Juni gering, obwohl die Kulturen bereits voll produzieren.

Grösse der Populationen



Beerenkulturen



Andere Wirtspflanzen (Kultur- oder Wildpflanzen)

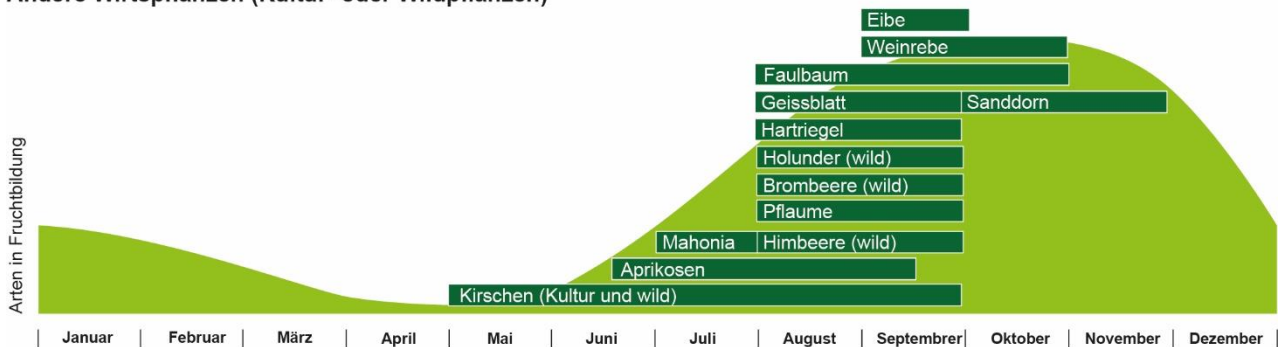


Abbildung 3: Dynamik der Populationen von *Drosophila suzukii* auf gesamtschweizerischer Ebene, Reifungszeiträume verschiedener Beerenkulturen und anderer Wirtspflanzen.

Schwache Korrelation zwischen den Fangzahlen und der Befallsrate der Beeren

Unsere Beobachtungen bestätigen, dass ein Monitoring der Populationen auf der Ebene der Parzellen erfolgen muss, da die Entwicklung der Populationen auf regionaler Ebene sehr heterogen sein kann und stark von lokalen Faktoren abhängt (Kultur, Produktionssystem und Umgebung der Parzelle). Durch ein Monitoring der Parzellen kann ein gezielter Einsatz verschiedener Bekämpfungsmassnahmen erfolgen. Es ist allerdings bei der Interpretation der Fangergebnisse Vorsicht geboten, da wir in den meisten zwischen 2015 und 2020 durchgeführten Versuchen keine Korrelation zwischen der Anzahl gefangener Kirschessigfliegen und der Befallsrate feststellten. Wir empfehlen deshalb, das Monitoring mit Fallen durch eine Kontrolle des Befalls der Früchte zu ergänzen, wenn sich eine Population von *D. suzukii* in der Parzelle etabliert hat.

Verfeinertes Monitoring

Wir haben vertiefte Studien zum Verhalten von *D. suzukii* in den Beerenkulturen über den Tagesverlauf während drei aufeinander folgenden Saisons durchgeführt, mit dem vorrangigen Ziel, den optimalen Zeitpunkt für die Anwendung eines Insektizids zu bestimmen. Durch die Analyse der gesammelten Daten konnten wir folgende Eigenheiten des Verhaltens der Kirschessigfliege identifizieren:

- In den heissesten Zeiträumen des Jahres (Sommer) ist *D. suzukii* eher am Morgen und Abend aktiv. Sie versteckt sich während des Tages, wenn die Temperaturen zu hoch sind.
- In den kühleren Zeiträumen des Jahres (Herbst) ist *D. suzukii* während des Tages aktiv und am Morgen und Abend inaktiv.
- Wenn die Temperaturen im von *D. suzukii* bevorzugten Bereich liegen (~5-26°C), begünstigt eine hohe Feuchtigkeit die Aktivität der Kirschessigfliege (während kälteren oder heisseren Phasen ist die Feuchtigkeit weniger wichtig, da die Temperatur für die Aktivität begrenzend ist).
- *D. suzukii* ist kaum oder nicht aktiv während der Nacht.
- Wir empfehlen deshalb, ein Insektizid am Morgen oder Abend anzuwenden, wenn die Tageshöchsttemperatur in der Kultur 25°C überschreitet. Bei tieferen Temperaturen wird eine Behandlung während des Tages empfohlen.

2.1.2 Bekämpfungsstrategien

In *Abbildung 4* sind die Strategien zusammengefasst, die von der Task Force Kirschessigfliege nach fünf Jahren Versuchen und Beobachtungen im Feld empfohlen werden. Eine erfolgreiche Bekämpfung von *D. suzukii* erfordert von den Produzenten der Beerenkulturen unabhängig von der gewählten Strategie viel Engagement und Sorgfalt. Eine gut abgewogene Kombination gezielter Massnahmen ist für eine maximale Begrenzung der Schäden auch bei einem geringen Schädlingsdruck unerlässlich und umso wichtiger bei Kulturen, bei denen sich die Reifung der Früchte über einen langen Zeitraum erstreckt.

Populationsgrösse

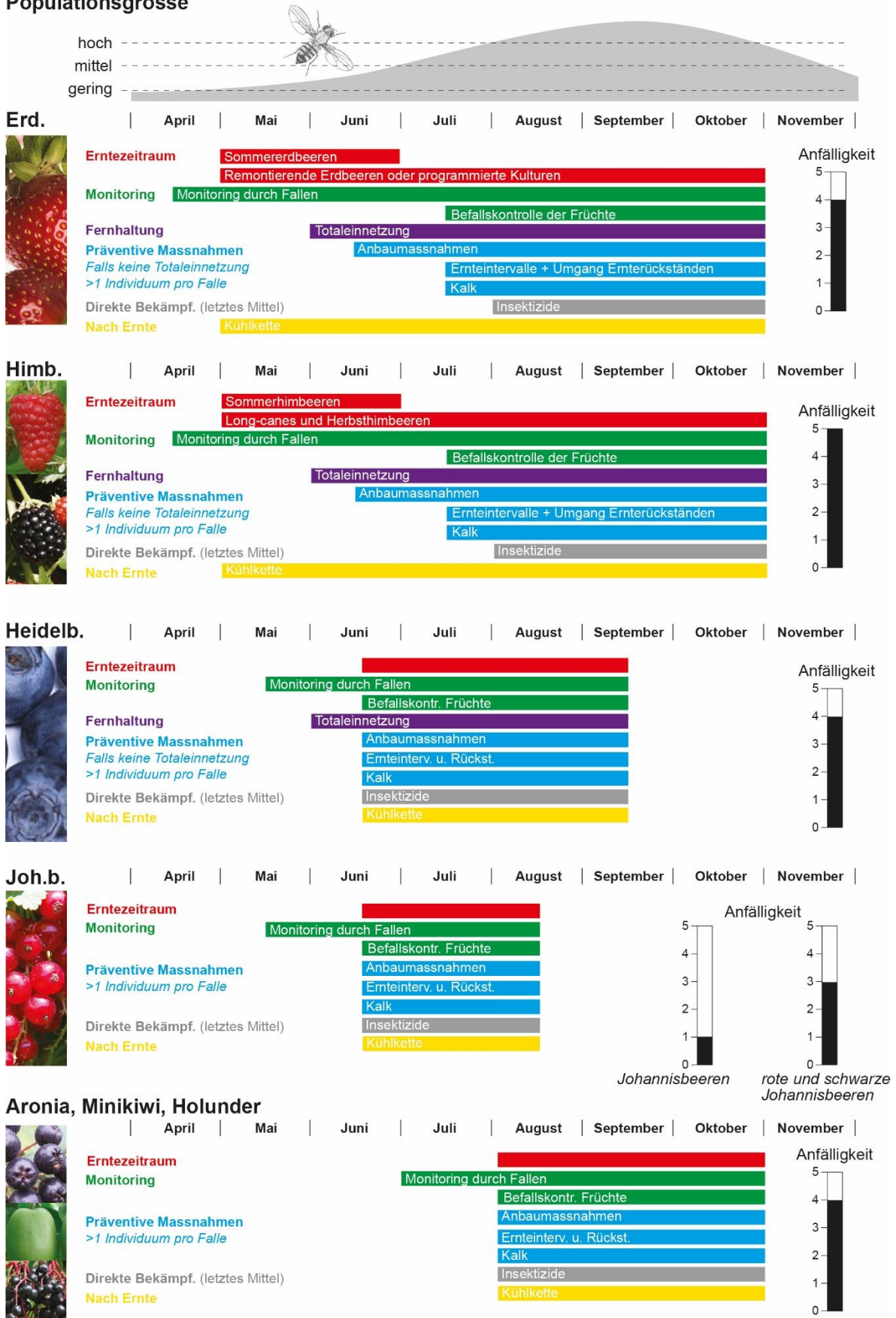


Abbildung 4: Überblick über die von der Task Force Kirschessigfliege empfohlenen Bekämpfungsstrategien. Es ist die Anfälligkeit der einzelnen Kulturen angegeben.

Massnahmen zur Fernhaltung

Unsere Versuche haben gezeigt, dass mit einer Totaleinnetzung der Befall mit der Kirschessigfliege wirksam reduziert werden kann und weitere Massnahmen unterstützt werden (Abbildung 5A).

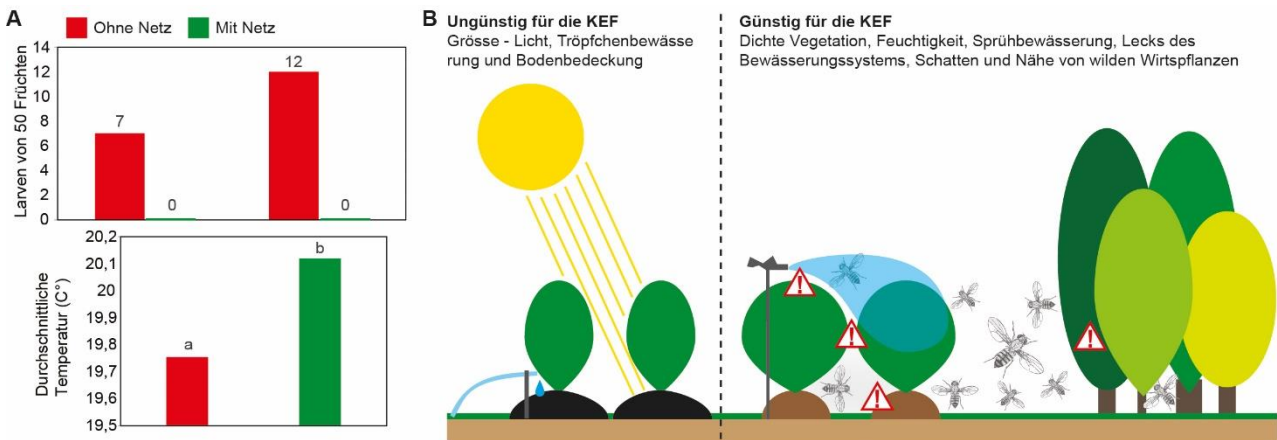


Abbildung 5: A) Auswirkung der Totaleinnetzung auf die Befallsraten und Temperatur in einer Heidelbeerkultur in Dürrenroth (BE) im Jahr 2015; B) Anbaumassnahmen, durch die ein für die Kirschessigfliege ungünstiges Klima in den Beerenkulturen geschaffen wird.

Anbaumassnahmen, Ernteintervalle und Umgang mit Ernterückständen

Für Beerenkulturen empfehlen wir bestimmte Anbaumassnahmen, mit denen für die Kirschessigfliegen ungünstige Bedingungen geschaffen werden können (Abbildung 5B). Dabei wird in erster Linie das Blattvolumen niedrig gehalten (Grösse, Auslichten, Entlauben), abgestimmt auf die Art und die Führung der Kultur, um das Eindringen des Lichts zu begünstigen (Verminderung der Feuchtigkeit und Anstieg der Temperatur). Ein geringeres Blattvolumen ermöglicht ausserdem eine homogenere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln und erleichtert den Unterhalt der Bereiche zwischen den Reihen (regelmässiger Schnitt der Bodenbedeckung und Unkrautentfernung). Auch durch die Beseitigung der Ursachen von stehendem Wasser in den Kulturen (Tröpfchenbewässerungssystem) können die Kirschessigfliegenpopulationen begrenzt werden. Die Zeiträume zwischen den Ernten sollten so kurz wie möglich sein. Unsere Versuche haben gezeigt, dass durch die Reduktion der Ernteintervalle von 3 auf 2 Tage die Befallsrate um bis zu 75% gesenkt werden kann. Die Beseitigung der Ernteabfälle ist ebenfalls eine Schlüsselmassnahme bei der Bekämpfung der Kirschessigfliege, weil dadurch die vorhandenen Eier und Larven entfernt werden und die Entwicklung der Populationen begrenzt wird.

Anwendung von Löschkalk und Repellentien auf der Basis von Pflanzenextrakten

Durch die zahlreichen Versuche, die von der Task Force Kirschessigfliege zwischen 2015 und 2020 mit Löschkalk ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) durchgeführt wurden, konnten eine geeignete Formulierung und eine Anwendungstechnik gefunden werden, mit denen eine Teilwirkung erreicht wird und Flecken auf den Früchten vermieden werden. In Versuchen, die wir 2019 in Zusammenarbeit mit zehn Himbeerproduzenten durchführten, konnten wir zeigen, dass mit einer wöchentlichen Kalkbehandlung die durchschnittliche Zahl der Larven pro Frucht und die Befallsrate bei geringem bis mittlerem Schädlingsdruck um bis zu 40% reduziert werden konnte (Abbildung 6).

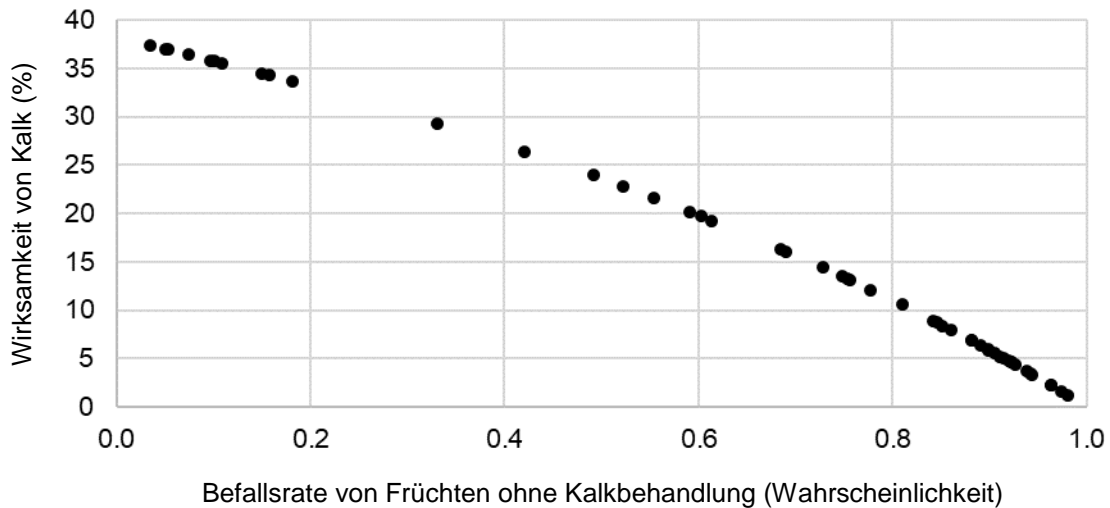


Abbildung 6: Wirkung der Anwendung von Löschkalk im Jahr 2019 in Himbeerkulturen von 10 Produzenten, je nach Schädlingsdruck durch *Drosophila suzukii*. Das zur Kombination aller Daten verwendete statistische Modell zeigt, dass die Wirksamkeit abnimmt (vertikale Achse), wenn der Schädlingsdruck durch *D. suzukii* steigt (horizontale Achse: Wahrscheinlichkeit, dass eine Frucht in einer nicht mit Kalk behandelten Kultur befallen ist (0 ≈ Befallsrate 0%; 1 ≈ Befallsrate 100%)).

In jüngerer Zeit erhielt ein weiteres Produkt mit vergrämender Wirkung vermehrt Aufmerksamkeit: Action R, ein Blattdünger mit Knoblauch- und Zitronengrasextrakten. Wir testeten das Produkt in mehreren Feldversuchen, um die Wirksamkeit in Himbeerkulturen zu untersuchen (Abbildung 7). Die Wirkung dieses Repellens liegt zwar deutlich unter der Wirkung von Kalk, ermöglicht aber eine Reduktion der durchschnittlichen Anzahl Larven pro Frucht um 30% im Vergleich zu einem Kontrollblock. Dagegen scheint die Kombination von Action R mit Kalk trotz eines signifikanten Unterschieds im Vergleich zu einem Kontrollblock nicht interessant zu sein, da die beobachtete Wirkung für die Praxis nicht ausreicht, wenn der

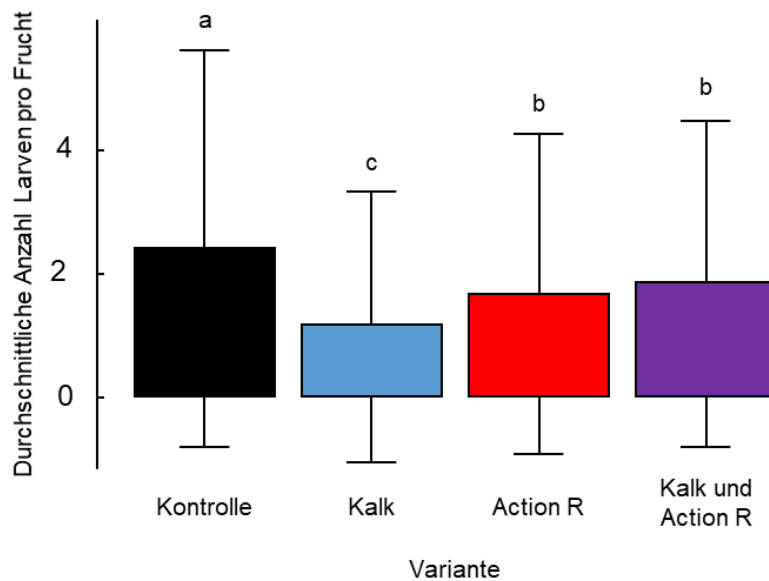


Abbildung 7: Durchschnittliche Anzahl Larven pro Frucht in Himbeerkulturen, die wöchentlich mit Löschkalk, Action R oder einer Kombination dieser beiden Mittel behandelt wurden (Mittelwert über 6 Wochen mit Standardabweichung). Die Buchstaben bei den einzelnen Werten weisen auf statistisch signifikante Unterschiede. Wenn keine gemeinsamen Buchstaben bestehen, ist der Unterschied der betreffenden Werte statistisch signifikant.

Schädlingsdruck hoch ist. Die Produkte sind jedoch für eine regelmässige präventive Anwendung interessant.

Direkte Bekämpfung

Durch die Anwendung von Insektiziden können die von Kirschessigfliegen verursachten Schäden vorübergehend gesenkt werden, sie sollten aber nur als letztes Mittel eingesetzt werden. Für jede Indikation ist eine maximale Zahl von Anwendungen sowie eine Wartezeit festgelegt. Die wiederholte Anwendung eines Wirkstoffs erhöht das Risiko der Entwicklung von Resistenzen beim Schädling. Es ist ausserdem wichtig zu beachten, dass die Anwendung eines Kontaktinsektizids nur gegen die adulten Insekten wirkt, da sich Eier und Larven im Inneren der Früchte entwickeln.

Massnahmen nach der Ernte

Wir stellten fest, dass durch eine systematische Beachtung der guten Praxis nach der Ernte von Beeren (schnelle Kühlung, Aufrechterhaltung der Kühlkette, schneller Verkauf) die durch Kirschessigfliegen verursachten Schäden bei der Lagerung begrenzt werden können. Vor dem Transport müssen die Beeren nach der Ernte im Schatten kühl zwischengelagert und so schnell wie möglich zum Kühllager gebracht werden, idealerweise mit einem Kühlwagen. Die Kühlkette muss bis in die Verkaufsregale konsequent aufrecht erhalten werden und es ist auf einen raschen Verkauf des Produkts zu achten. Wir haben im Übrigen festgestellt, dass durch eine Lagerung von Heidelbeeren bei 1°C während drei Tagen die Eier von *D. suzukii* abgetötet werden können.

2.1.3 Schlussfolgerungen für Beerenkulturen

Die Tätigkeit der Task Force Kirschessigfliege ermöglichte es, ein besseres Verständnis zur Entwicklung der Schädlingspopulationen zu gewinnen, verschiedene Bekämpfungsmassnahmen zu testen und auf die einzelnen Kulturen und Produktionssysteme abgestimmte Schutzstrategien festzulegen. Wie bei den anderen Kulturen erfordert die Bekämpfung der Kirschessigfliege die Umsetzung verschiedener Fernhaltungs- und Präventionsmassnahmen, damit die Schäden bei minimaler direkter Bekämpfung durch Insektizide möglichst gering gehalten werden können. Eine konsequente Einhaltung der Kühlkette ist ebenfalls entscheidend, um Schäden bei der Lagerung zu minimieren. Die Suche nach neuen Lösungen zum Schutz von Beerenkulturen gegen die Kirschessigfliege ist in den kommenden Jahren fortzusetzen, insbesondere im Hinblick auf wirksamere Repellentien und deren optimale Anwendung.

2.2 Modul Steinobst



Die Steinobstkulturen Kirsche, Zwetschge und Aprikose sind aufgrund ihrer dünnen Schale, Fruchtfestigkeit, Farbe, spezifischer Duftstoffe und Zuckergehalts sehr attraktiv für die Kirschessigfliege. Weibliche Fliegen können durch ihren gezähnten Eiablageapparat ihre Eier in intakte Früchte ablegen. Die sich in den Früchten entwickelnden Larven verursachen den Schaden: die Früchte sind als Tafelobst nicht verkäuflich, bei starkem Befall kann die sich sekundär bildende Essigfäule auch zu Fehlnoten in der Produktion von Destillaten führen. Seit 2014 war das Schadensausmass nicht jedes Jahr vergleichbar hoch. Abhängig von Temperatur und Feuchtigkeit konnte sich eine Kirschessigfliegen-Population oft sehr schnell aufbauen und innerhalb kurzer Zeit sehr grossen wirtschaftlichen Schaden anrichten. Die Kirschessigfliege hat den Steinobstanbau verändert. Zahlreiche vorbeugende Massnahmen müssen ergriffen werden, um einen Aufbau der Schädlingspopulation zu verhindern: Monitoring der Kirschessigfliege, Kulturmassnahmen zur guten Durchlüftung des Kronenbereichs, Einnetzung und Feldhygiene. Sollte es trotzdem zum Aufbau einer Population innerhalb der Kultur kommen, muss es schnell gehen: Die Ernte sollte, wenn möglich, vorgezogen werden, befallenes Obst aus der Anlage gebracht werden und die Früchte müssen rasch gekühlt werden. All diese Empfehlungen wurden in den vergangenen Jahren intensiver Beobachtung und Forschungstätigkeit erarbeitet. Die folgenden Seiten rekapitulieren den Weg vom ersten Einflug der Kirschessigfliege in den Schweizer Steinobstanbau bis zur Strategieempfehlung zum Schutz der Kulturen.

2.2.1 Monitoring

Zur Überwachung der Kirschessigfliege in Steinobstanlagen wurden Monitoringmethoden entwickelt. Die Wirksamkeit verschiedener Köderflüssigkeiten und Fallentypen zum Fang der Fliegen wurden im Labor und im Feld geprüft. Seit 2016 werden schweizweit Fallenfänge durch kantonale Fachstellen und Agroscope ausgewertet und in der Online-Datenbank Agrometeo gesammelt und dargestellt (*Abbildung 8*). Für eine Befallsprognose auf Parzellenebene sind solche Fallen nicht geeignet, da reife Früchte attraktiver sind als die Köderflüssigkeit. Zur Überwachung des Befalls in einer Obstanlage müssen deshalb Früchte auf Eiablagen kontrolliert werden.

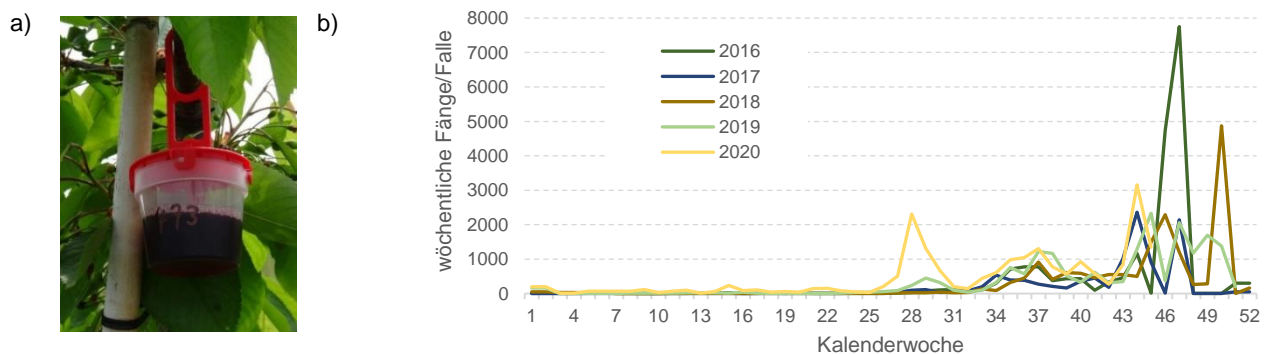


Abbildung 8: a) Becherfalle mit Lockstoff (Wein, Essig, Wasser); b) Anzahl gefangener Kirschessigfliegen pro Falle und Woche in Wädenswil 2016-2020.

2.2.2 Insektenschutznetze

Die Kirschessigfliege überwintert überwiegend ausserhalb von Obstparzellen, zum Beispiel in umliegenden Wäldern oder Hecken. Erst wenn die Früchte in Steinobst-Anlagen in die Reifephase kommen, wandern die Fliegen in die Parzellen ein und legen ihre Eier in die Früchte. In einer Reihe von Versuchen wurde die Volleinnetzung (Abbildung 9) von Kirschenparzellen mit Netzen verschiedener Maschenweiten geprüft (Abbildung 10). Um den Einflug der Kirschessigfliege in Obstanlagen zu verhindern, sind Insektenschutznetze mit einer Maschenweite ≤ 1.3 mm sehr gut geeignet (Abbildung 11). Versuche in Zwetschgen- bzw. Apriko-senanlagen haben gezeigt, dass die ausschliessliche seitliche Einnetzung nicht ausreichend wirksam ist. Beim Öffnen der Einnetzung für Arbeiten oder durch schadhafte Stellen im Netz können Kirschessigfliegen in eine Obstanlage gelangen. In diesem Fall ist der Einsatz von wirksamen Pflanzenschutzmitteln notwendig um den Aufbau einer Fliegenpopulation zu unterbinden und den Schaden an den Früchten zu begrenzen.



Abbildung 9: Eingenetzte Kirschenparzellen mit a) dichtem Bodenabschluss und b) Traufenabschluss.

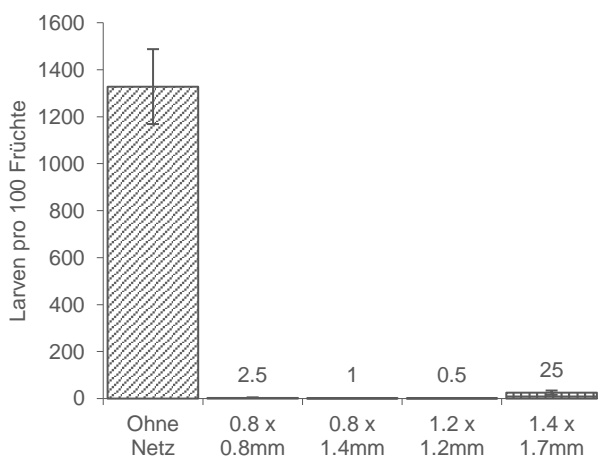


Abbildung 10: Anzahl Kirschessigfliegen-Larven in 100 Kirschen zur Ernte. Ohne Netz, Netz 0.8 x 0.8 mm, Netz 0.8 x 1.4 mm, Netz 1.2 x 1.2 mm, Netz 1.4 x 1.7 mm. Alle Varianten wurden 2x mit Spinosad behandelt (Audienz, 0.02%).

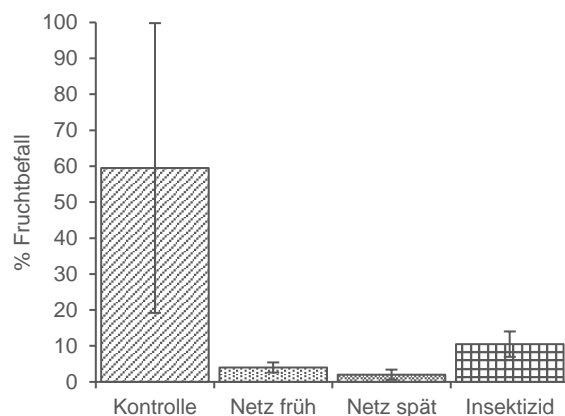


Abbildung 11: Anteil befallener Kirschen pro 100 Früchte zur Ernte, Sorte Regina. Kontrolle: unbehandelt, Netz früh, 1.2 x 1.2 mm: Schliessung Netz Kalenderwoche (KW) 21, Netz spät, 1.2 x 1.2 mm: Schliessung Netz KW 24, Insektizid: Gazelle (Acetamiprid) 0.02% KW 25, Audienz (Spinosad) 0.02% KW 26 und KW 27.

2.2.3 Schutz vor Eiablagen durch Gesteinsmehl

Die Kirschessigfliege wird in Obstanlagen unter anderem durch die Farbe von reifenden Früchten angezogen. Durch die Applikation von Gesteinsmehl (Kaolin, 2%) oder Löschkalk (0.75%) wird ein weißer Belag auf den Früchten erzeugt (Abbildung 12). Der Belag bewirkt, dass die Kirschessigfliegen-Weibchen ihre Eier nicht in die Kirschen ablegen. Um eine gute Wirkung zu gewährleisten, muss der Belag nach Starkregenereignissen erneuert werden. Ergebnisse aus neun Versuchen von FiBL und Agroscope in biologisch bzw. integriert bewirtschafteten Feldobst-Kirschenanlagen haben 2019 eine gute Wirksamkeit von Kaolin-Behandlungen gezeigt (Abbildung 13a). Die Behandlungen haben keine Auswirkungen auf den Zuckergehalt und das Gewicht der Kirschen (Abbildung 13b-c). Der weiße Belag auf den Früchten ist auch bei der Ernte noch sichtbar, deshalb ist die Methode nur für Kirschen geeignet, die für die Brennerei bestimmt sind. Auf den Gärprozess und den Brennvorgang haben die Kaolin-Behandlungen keinen nennenswerten Einfluss. Einen negativen Einfluss haben die Behandlungen hingegen auf die Anzahl von Raubmilben auf den Blättern, denn kurz nach den Behandlungen sinkt die Anzahl der Nützlinge, die Populationen können sich aber im Laufe des Jahres wieder erholen.

Ebenfalls als Mittel mit repellenter Wirkung wurde Löschkalk (0.75%) auf Kirschen geprüft. Der Wirkungsgrad ist mit jenem von Kaolin nicht vergleichbar und für den Kirschenanbau nicht zufriedenstellend (Abbildung 13a).

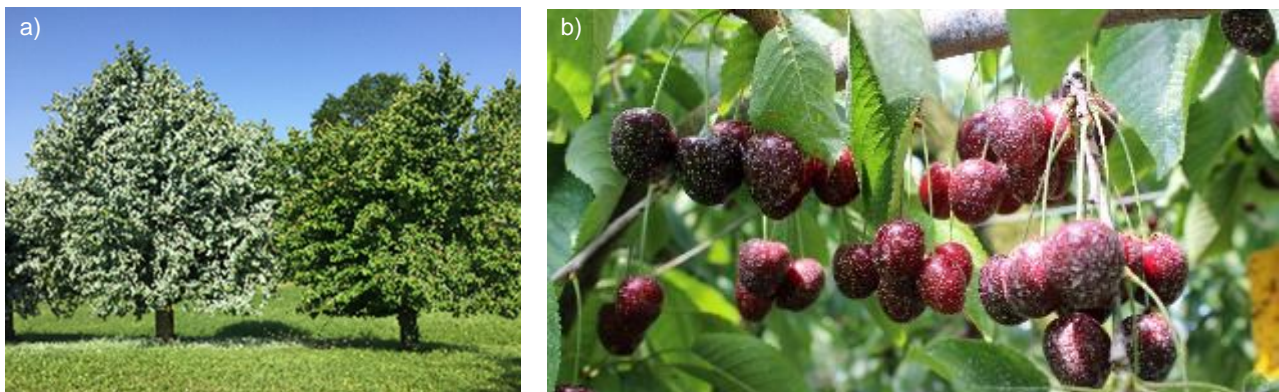


Abbildung 12: a) Hochstamm-Kirschen mit Kaolin behandelt (links im Bild); b) Kirschen nach der Applikation von Kaolin (2%).

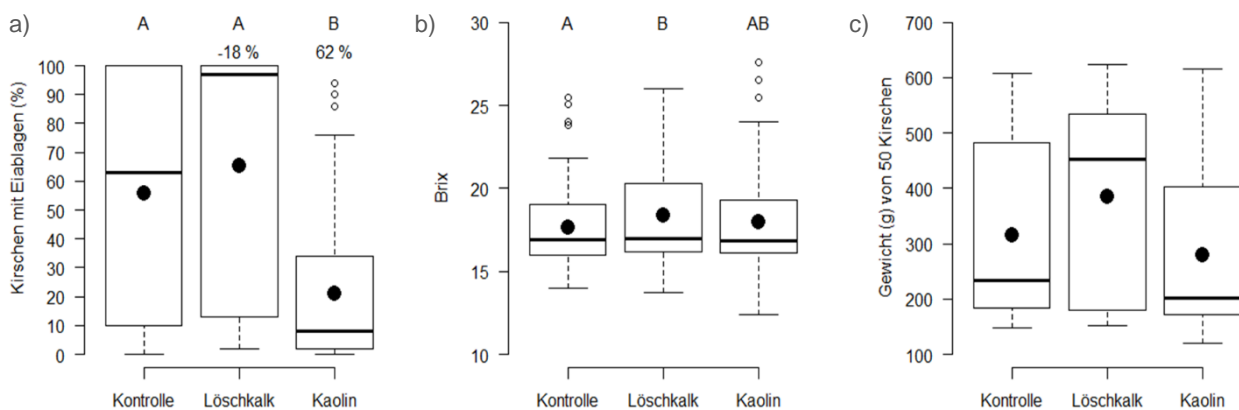


Abbildung 13: Auswertung von Kirschen zur Ernte aus neun (Kaolin) bzw. drei (Löschkalk) Hochstamm-Anlagen nach zwei bis drei Behandlungen mit Kaolin (2%) bzw. Löschkalk (0.75%). a) Anteil Kirschen mit Eiablagen, b) Zuckergehalt (Brix) von 50 Früchten und c) Fruchtgewicht (g) von 50 Kirschen.

2.2.4 Direkte Bekämpfung durch Pflanzenschutzmittel

Zum Zeitpunkt der Berichterstattung sind in der Schweiz für den Obstbau keine Pflanzenschutzmittel ordentlich gegen die Kirschessigfliege zugelassen. Es gibt wirksame Pflanzenschutzmittel zur Bekämpfung der Kirschessigfliege, über die jeweils aktuelle Zulassungssituation wird im BLW-Pflanzenschutzmittelverzeichnis informiert.

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sollte nach allen vorbeugenden als letzte der Massnahmen vor der Ernte zur Bekämpfung der Kirschessigfliege in Steinobstanlagen ergriffen werden. Vorbeugende Applikationen sind aufgrund der Wirkungsdauer und -mechanismen der verfügbaren Pflanzenschutzmittel nicht sinnvoll. Beim Einsatz von Pflanzenschutzmitteln sollte wegen des kurzen Zeitabstandes zwischen dem Befallsbeginn und der Steinobsternte den vorgeschriebenen Wartefristen besondere Beachtung geschenkt werden. Der Befall von Früchten kann unter Umständen nicht gänzlich verhindert werden, weil eine Applikation von Pflanzenschutzmitteln unmittelbar vor der Ernte nicht mehr möglich ist.

2.2.5 Nach der Ernte

Die möglichst rasche Kühlung von Früchten nach der Ernte unterbindet das Schlüpfen von Fliegenlarven aus schon abgelegten Eiern. Der Larvenschlupf wurde in verschiedenen Versuchen unter verschiedenen Lagerbedingungen geprüft. Eier von Kirschessigfliegen wurden in Nährmedium, Zwetschgen und Aprikosen gezählt, anschliessend wurden das Nährmedium bzw. die Früchte mit den Eiern bei verschiedenen Temperaturen unterschiedlich lang gelagert. Nach der Lagerung wurden die geschlüpften Larven gezählt und die Schlupfrate berechnet (Abbildung 14). Eine 24-stündige Kühlzeit bei 3°C reduziert den Larvenschlupf signifikant. Je länger die Kühlzeit und geringer die Lagertemperatur, desto geringer die Schlupfrate. Da die Kühlung negative Effekte auf die Fruchtqualität haben kann, müssen die Bedingungen den gelagerten Sorten angepasst werden. Bei Aprikosen zum Beispiel geht die Kühlung sehr schnell auf Kosten der Fruchtqualität und ist deshalb nur bedingt umsetzbar.

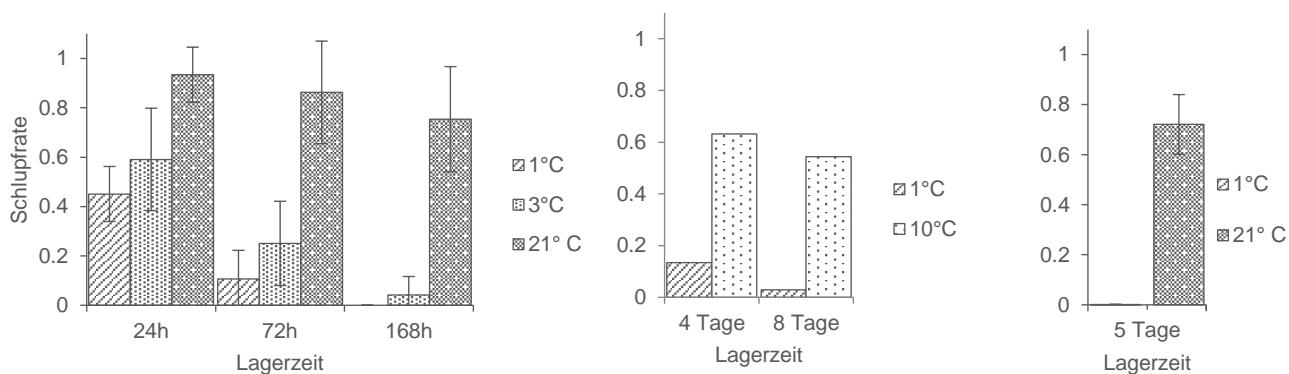


Abbildung 14: Schlupfrate von Kirschessigfliegen nach Lagerung bei verschiedenen Temperaturen. a) Nährmedium nach 24, 72 bzw. 168 Stunden bei 1°C, 3°C bzw. 21°C; b) Zwetschgen nach 4 bzw. 8 Tagen bei 1°C bzw. 10°C; c) Aprikosen nach 5 Tagen bei 1°C bzw. 21°C.

2.2.6 Schlussfolgerungen für den Steinobst-Anbau

Die Kirschessigfliege ist eine grosse Herausforderung für den Steinobst-Anbau, denn die Kulturen sind sehr attraktiv für diesen invasiven Schädling. Er kann sich bei günstigen Bedingungen rasch vermehren und richtet den Schaden unmittelbar vor der Ernte an. Durch die erarbeiteten Massnahmen können Steinobstanlagen vor grossen Ernteaussfällen geschützt werden. Dort, wo nicht alle Massnahmen umsetzbar sind, werden in Jahren mit starkem Schädlingsaufkommen erhebliche Ernteaussfälle verzeichnet.

Während der letzten Jahre intensiver Forschung wurde eine Vielzahl an Lösungsansätzen verfolgt. Manche davon wurden fallengelassen, weil sie nicht erfolgversprechend oder praxistauglich waren. Andere wurden weiterentwickelt und abschliessend in eine Bekämpfungsstrategie gegen die Kirschessigfliege integriert. Nicht in allen Kulturen sind dieselben Massnahmen wirksam. Durch die gemeinsame Forschung über Kulturen und Institutionen hinweg ist ein konstanter Informationsaustausch möglich, verschiedene Ansätze können koordiniert umgesetzt werden.

Den ProduzentInnen stehen heute Werkzeuge zur Verfügung, mit deren Hilfe sie trotz der Kirschessigfliege qualitativ hochwertiges Steinobst produzieren können.

2.3 Modul Trauben



Eiablagen führen zu kleinen Einstichen in gesunden Traubenbeeren. In der Folge bilden sich häufig kleine Safttropfen auf den Früchten. Diese Verletzungen schaffen Eintrittspforten für Hefen und Bakterien sowie einheimische Essigfliegen. Dieser Komplex von Essigfliegen und Mikroorganismen begünstigt die Bildung und das Auftreten von Essigfäule im Rebberg. Nichtsdestotrotz konnte bis anhin kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Fallenfängen von *D. suzukii*, der Zahl der Eiablagen und dem Auftreten der Essigfäule belegt werden. Die genaue Rolle von *D. suzukii* in der Entwicklung der Essigfäule ist daher nur teilweise verstanden und wird zurzeit in einer vom Projekt teilweise finanzierten Dissertation weiter untersucht.

Trotz alledem wurden seit 2014 wertvolle Erkenntnisse für den Schweizer Rebberg gewonnen und die Angst der Winzer vor diesem neuen Schädling hat sich weitgehend gelegt. Die Kirschessigfliege wird heute als ein wichtiger Rebbauschädling wahrgenommen, der in gewissen Jahren und Situationen erhebliche Ernteausfälle mitverursachen kann. *Drosophila suzukii* löst jedoch heute, auch dank der Task Force Kirschessigfliege, nicht mehr dieselben Ängste bei den Winzern aus wie noch Ende 2014. Auf den nachfolgenden Seiten werden die wichtigsten Erkenntnisse im Rebberg, die im Rahmen des Projekts gewonnen wurden, zusammengefasst.

2.3.1 Monitoring

Seit 2015 wird im Schweizer Rebberg koordiniert durch Agroscope und mit Hilfe der Kantone ein jährliches nationales Eiablagemonitoring durchgeführt. Dabei wurden anfangs mehr als 100'000 Beeren in mehr als 500 Parzellen kontrolliert, heute konzentriert sich das kantonale Monitoring überwiegend auf sensible Rebsorten an kritischen Lagen. Dank des Projekts kann der ermittelte Befallsverlauf im Schweizer Rebberg seit 2017 auf Agrometeo grafisch mitverfolgt werden (Abbildung 15).

Abbildung 15: Grafische Darstellung der *Drosophila suzukii* Eiablage im Schweizer Rebberg am 15.9.2019.



2.3.2 Sortenanfälligkeit

Die Beobachtungen im Monitoring zeigen, dass neben einigen seltenen Sorten (Bondoletta, Chasselas rose, Kimisch Lutshitsi etc.) im Schweizer Rebbau insbesondere die dunklen Rebsorten Cabernet Dorsa, Cornalin, Divico, Dornfelder, Dunkelfelder, Galotta, Garanoir, Humagne rouge, Mara, Regent und Syrah das höchste Befallsrisiko aufweisen (Abbildung 16). Je nach Jahr und Lage können durch unterschiedliche Witterung und Umgebung aber auch die Hauptsorten Gamay, Pinot Noir und Merlot in grösserem Masse befallen werden.

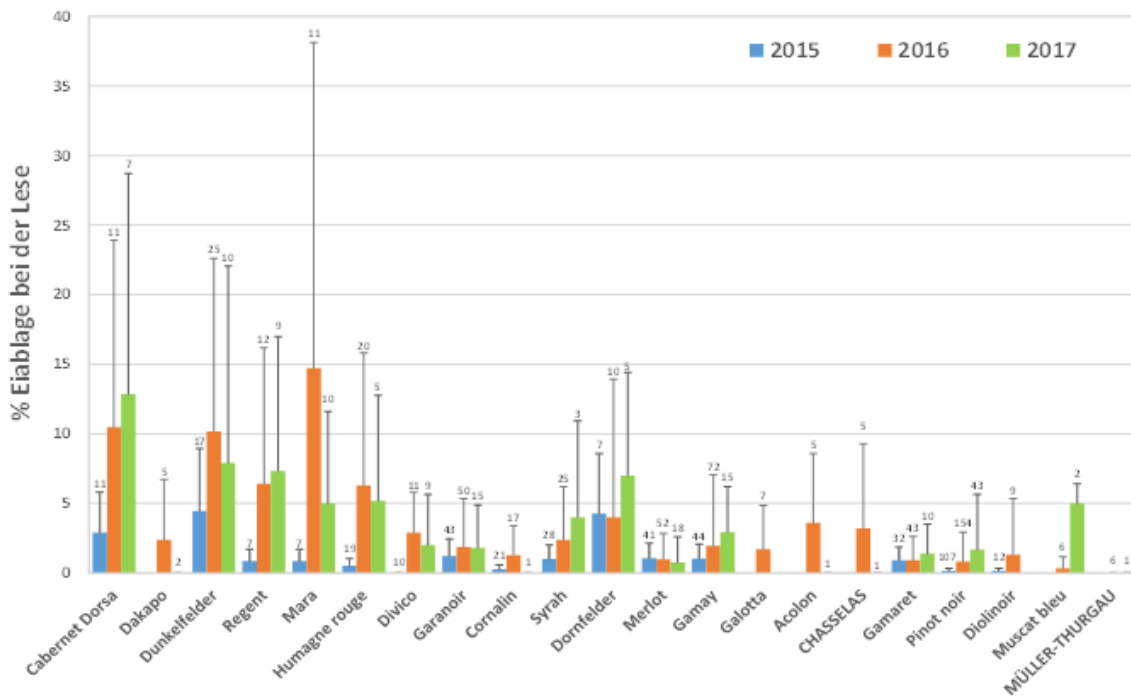


Abbildung 16: Prozentualer Anteil der kontrollierten Beeren mit *Drosophila suzukii* Eiablage nach Rebsorte im Schweizer Weinbau zwischen 2015 und 2017 ($\emptyset \pm$ Standardabweichung). Weisse Rebsorten in GROSSBUCHSTABEN; Zahlen über den Balken = Anzahl untersuchte Parzellen.

2.3.3 Befallsbegünstigende Faktoren

Über die Dauer des Projekts hat sich gezeigt, dass verschiedene Faktoren den Kirschessigfliegen-Befall im Rebberg begünstigen oder reduzieren (Tabelle 1).

Tabelle 1: Äussere Faktoren, welche einen Einfluss auf den *D. suzukii* Befall im Rebberg haben.

Günstige Faktoren +	Weniger günstige Faktoren -
Risiko ab Farbumschlag	Kein Risiko vor dem Farbumschlag
Rote und rötliche Traubensorten	Weisse Rebsorten
Dünne Beerenhaut	Dicke Beerenhaut
Kompakte Trauben	Lockerbeerige Trauben
Schattige, feuchte, kühle und dichte Laubwand, dichter Traubenbehang, starkwüchsige Reben	Sonnige, trockene, warme und durchlüftete Laubwand, ausgelaubte Traubenzone, lockerer Traubenbehang, normaler Wuchs der Reben
Hoher Unterwuchs bis in die Traubenzone	Niedriger Unterwuchs
Nähe zu Wald, Hecken, feuchte Habitate, Steinobst, Beeren, heterogene Umgebung	Grosse, zusammenhängende Rebfläche

Zum Ersten steigt das Befallsrisiko mit dem Reifegrad der Trauben, d.h. vor Farbumschlag kommt es nur äusserst selten zu Eiablagen und die Beeren sind am attraktivsten kurz vor der Lese. Ausserdem werden weisse Traubensorten generell weniger stark befallen als rote oder rötliche, ebenso wie lockerbeerige Trauben gegenüber von kompakten. Daneben nimmt das Befallsrisiko mit der Festigkeit der Beerenhaut ab (Abbildung 17). Ausserdem hat sich gezeigt, dass der Schädling gut besonnte Trauben meidet. In der Parzelle bietet ein hoher Unterwuchs dem Schädling ein schattiges und feuchtes Rückzugshabitat. Ausserhalb der Parzelle fördern Hecken, Wälder und alternative Wirtspflanzen das Vorkommen der Kirschessigfliege und erhöhen dadurch den Schädlingsdruck im angrenzenden Rebberg.

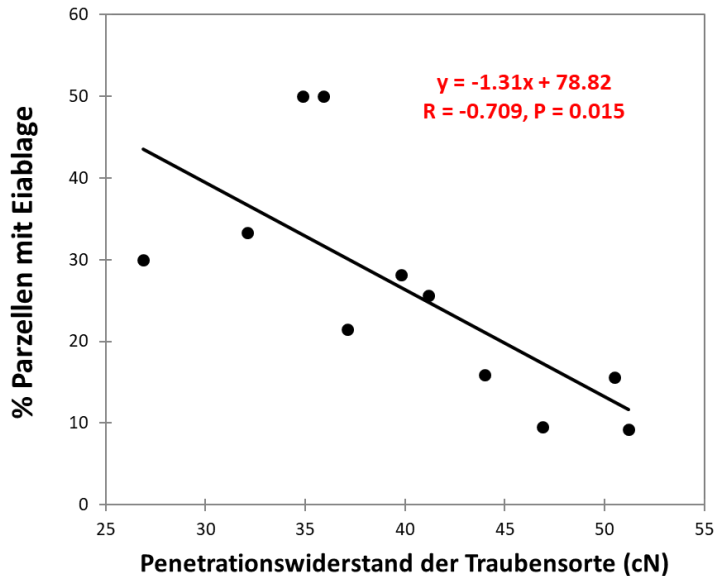


Abbildung 17: Zusammenhang zwischen dem Penetrationswiderstand der Traubenhaut und dem prozentualen Anteil kontrollierter Parzellen mit *Drosophila suzukii* Eiablagen im Herbst 2015 in der Schweiz.

2.3.4 Boniturmethode und Befallsvorhersage

Im Verlaufe des Projekts hat sich auch gezeigt, dass die anfangs verwendete Boniturmethode den Befall leicht unterschätzte. In einer mehrjährigen Studie wurde die Boniturmethode daher verfeinert und 2019 wurde die herkömmliche Beerenmethode durch die sensiblere Traubenmethode ersetzt (Abbildung 18). Die neue Traubenmethode besteht darin, dass fünf Trauben repräsentativ für die Parzelle eingesammelt werden. Aus jeder Traube werden fünf Beeren aus dem Traubeninnern und dem -äussern kontrolliert. Sind mehr als 4% der Beeren mit Eiern befallen (= Schadschwelle), kann je nach Zustand der Trauben und Erntetermin eine Behandlung der Parzelle in Betracht gezogen werden.

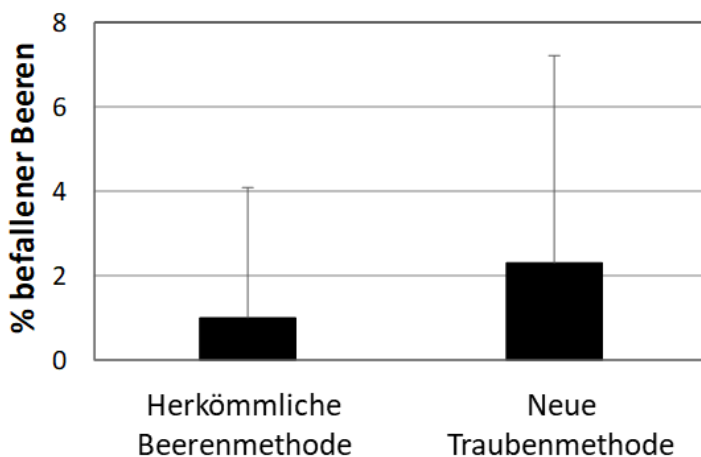


Abbildung 18: Vergleich der beiden untersuchten Boniturmethoden im 2018.

In einer Masterarbeit wurde 2017 ebenfalls untersucht, ob chemische und physikalische Eigenschaften der Trauben in direktem Zusammenhang mit *D. suzukii* Befall stehen. Dabei hat sich gezeigt, dass Eiablagen mit der Reife und insbesondere dem Penetrationswiderstand, Zucker- und Säuregehalt korreliert werden können, dass für die einzelnen Eigenschaften jedoch kein eigentlicher Schwellenwert existiert, ab welchem es zu Befall kommen kann (Abbildung 19). Des Weiteren variierten die gemessenen Eigenschaften stark über die verschiedenen Standorte. Dies bedeutet, dass es mittels der chemischen und physikalischen Traubeneigenschaften nur schwer möglich sein wird, einen effektiven Beerenbefall vorherzusagen oder gar zu modellieren. Externe Faktoren wie Witterung, Umland und Zufall scheinen einen mindestens ebenso bedeutenden Einfluss zu haben.

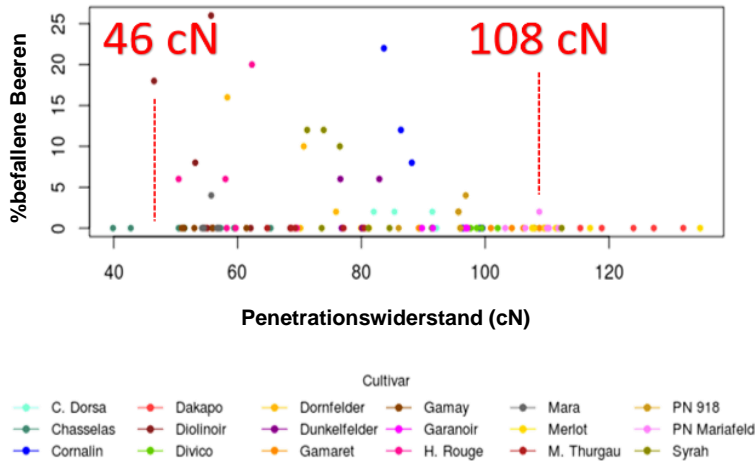


Abbildung 19: Eiablage von *Drosophila suzukii* in Abhängigkeit des Penetrationswiderstandes auf verschiedenen Rebsorten in Pully im 2017.

2.3.5 Schutz der Reben

Die vergangenen Jahre haben gezeigt, dass ein effektiver Pflanzenschutz als erstes auf einer konsequenten Umsetzung aller vorbeugenden Methoden basiert, insbesondere auf einer angepassten Entlaubung der Traubenzone (Abbildung 20), einer Ertragsregulierung vor Farbumschlag und einer niedrigen Begrünung ab Farbumschlag.

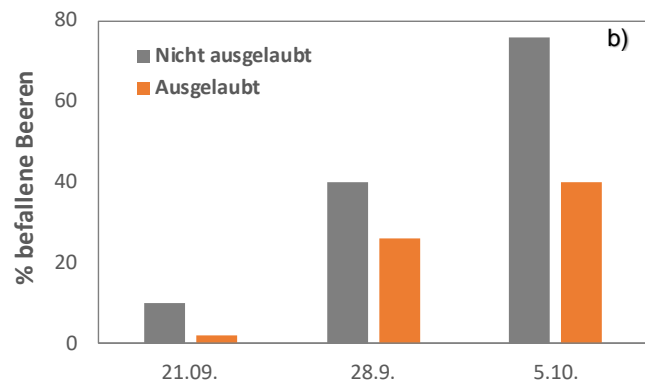


Abbildung 20: Einfluss einer a) angepassten Entlaubung auf b) die Entwicklung des *Drosophila suzukii* Befalles in einer Mara Parzelle in Echichens (VD) im 2016.

Eine vorbeugende Bekämpfung mit engmaschigen Netzen bietet ebenfalls einen sehr guten Schutz gegen die Kirschessigfliege. Gemeinsam mit den kantonalen Fachstellen durchgeführte Versuche im 2016 zeigten, dass insbesondere Insektenschutznetze und engmaschige Netze gegen Wespen und Vögel den Befall stark reduzieren (*Abbildung 21*). Hagelnetze stellten sich hingegen als ungenügend heraus. Ökonomische Analysen ergaben, dass sich Netze insbesondere bei anfälligen Rebsorten von hoher Wertschöpfung rechtfertigen sowie in Parzellen, die einen zusätzlichen Schutz gegen Vögel und Wespen verlangen.

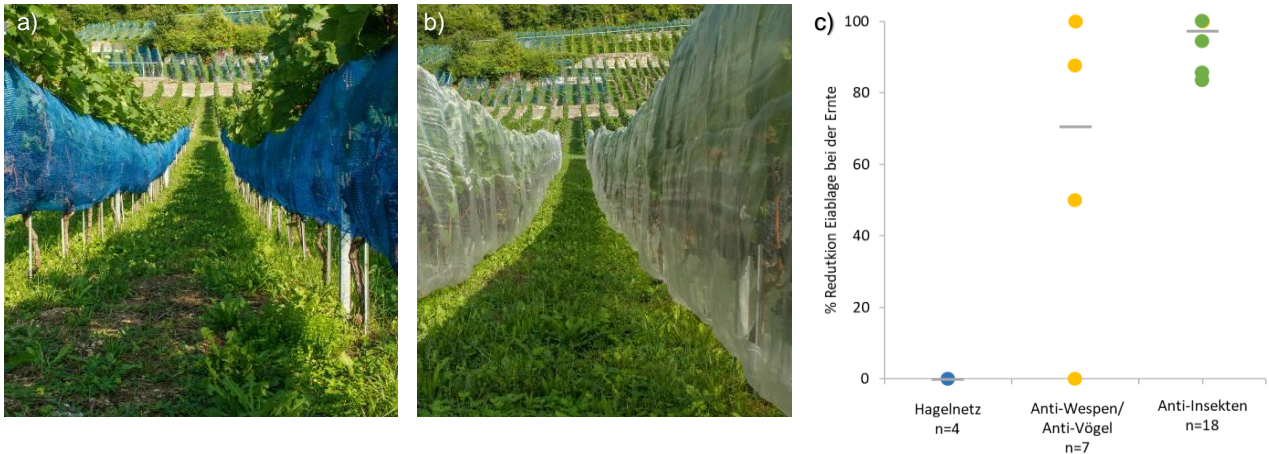


Abbildung 21: Foto a) eines engmaschigen Anti-Wespen/Anti-Vögel sowie b) eines Anti-Insekten Netzes. Grafik zur c) prozentualen Reduktion der Eiablage von *Drosophila suzukii* unter verschiedenen Netzen bei der Ernte.

Falls die vorbeugenden Massnahmen nicht ausreichen, bevorzugen die Winzer, wie von Agroscope seit 2015 empfohlen, als zusätzliches Mittel den Einsatz von Kaolin. Kaolin ist ein inertes weisses Gesteinsmehl auf der Basis von Aluminiumsilikat, das auch im Biolandbau angewendet werden darf und dessen Nebenwirkungen auf Nützlinge vernachlässigbar sind. Kaolinpartikel haften an der Oberfläche von Trauben (*Abbildung 22a*) und bilden dadurch eine physikalische Barriere, welche die Eiablage der Kirschessigfliege verringert. In 23 Wirkungsversuchen hat sich gezeigt, dass Kaolin eine durchschnittliche Wirksamkeit von 56% besitzt (*Abbildung 22b*). Zudem beeinflussten Kaolinbehandlungen in einem kontrollierten Vinifikationsversuch weder die Fermentation noch den Weingeschmack (*Abbildung 22c*) und die gemessene Aluminiumkonzentration in den behandelten Weinen verblieb weit unter dem tolerierten Maximalwert. Es ist empfohlen, die anderen zugelassenen Insektizide nur als letztes Mittel einzusetzen. Einbezogen werden muss dabei der voraussichtliche Erntetermin, die Wartezeit, die kurze Wirkungsdauer und die limitierte Anzahl bewilligter Applikationen. Neben der Rückstands- und Resistenzproblematik birgt der Einsatz von herkömmlichen Insektiziden auch Gefahren für Nützlinge und er kann die öffentliche Wahrnehmung des Schweizer Weinbaus negativ beeinflussen.

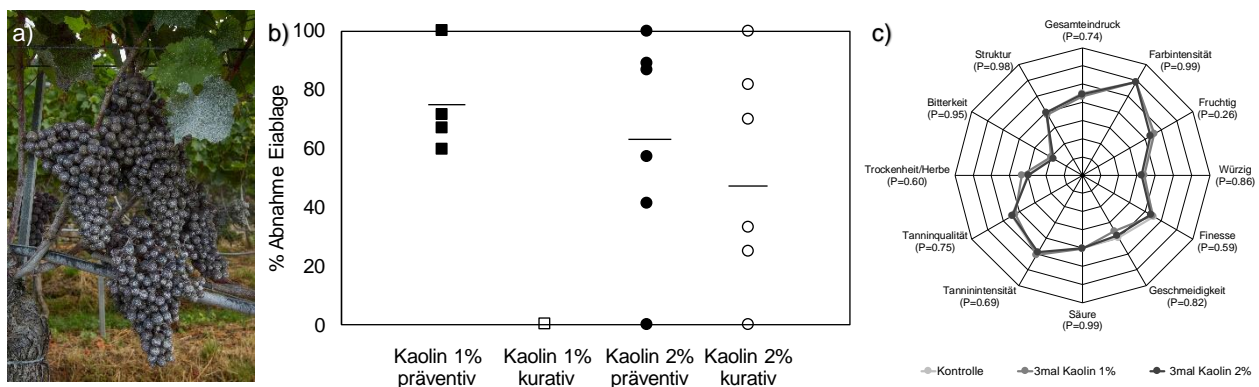


Abbildung 22: Einfluss von Kaolin auf a) das Erscheinungsbild der Trauben, b) die Abnahme der Eiablagen in 23 Wirkungsversuchen 2016 und c) die sensorischen Eigenschaften der vinifizierten Mara-Weine 2015.

2.3.6 Schlussfolgerungen für den Rebbau

Die Kirschessigfliege bevorzugt dunkle, weiche und dünnhäutige Früchte wie Kirschen, Himbeeren, Brombeeren, Heidelbeeren oder Holunder und die Rebe ist weitgehend eine sekundäre Wirtspflanze. Der Befall im Rebbau ist zudem stark abhängig von der *D. suzukii* Populationsentwicklung über die Saison, der unmittelbaren Umgebung, der Witterung nach dem Farbumschlag, der Rebsorte sowie des Gesundheitszustandes der Trauben. Ausserdem steuern Temperatur und Feuchtigkeit, ob sich abgelegte Eier in den Beeren entwickeln können und ob die Bildung von Essigfäule durch Mikroorganismen begünstigt wird. Diese Komplexität verunmöglicht es, einfache und allgemeingültige Aussagen für den Schweizer Rebbau zu machen. Vielmehr muss eine angepasste Pflanzenschutzstrategie situativ und in Abhängigkeit des Jahres getroffen werden. Trotz alledem basiert der Schutz der Kulturen vor der Kirschessigfliege in erster Linie auf der konsequenten Umsetzung aller vorbeugenden Massnahmen und einer regelmässigen Kontrolle des Gesundheitszustandes der Trauben. In gefährdeten Reblagen kann zudem eine präventive Bekämpfung mit engmaschigen Netzen oder der Applikation von Gesteinsmehlen einen zusätzlichen Schutz bieten. Bei starkem Befall empfiehlt es sich hingegen, den Lesetermin kurzfristig vorzuziehen und langfristig weniger anfällige Sorten in gefährdeten Lagen anzupflanzen.

2.4 Modul Bio-Anbau

Wie bei anderen Schädlingen im Bioanbau, ist auch bei der Kirschessigfliege die Befallsprävention entscheidend. Zur Erarbeitung einer Strategie mussten zahlreiche Fragen zur Biologie, Ausbreitung und Vermehrung geklärt werden. Für die Bekämpfung wurden Fallen und Lockstoffe, Repellentien und Bio-Insektizide geprüft.

2.4.1 Biologie und Vorbeugung

Das FiBL untersuchte die folgenden Schwerpunkte:

- (1) Anfälligkeit der verschiedenen Kulturen und Sorten
- (2) Temperaturabhängige Eiablage der verschiedenen Kirschessigfliegenmorphen
- (3) Einfluss natürlicher Habitats in der umgebenden Landschaft

(1) Anfälligkeit der verschiedenen Kulturen und Sorten: Hierfür wurden zahlreiche Studien zur Anfälligkeit verschiedener Sorten im Labor durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass z.B. alle Kirschsarten eine hohe Anfälligkeit aufweisen, während es bei Reben starke Sortenunterschiede gibt (*Abbildung 23*). Helle Rebsorten sind bis zur Ernte wenig anfällig und bei den dunklen Sorten gibt es bereits während der Reifung starke Sortenunterschiede. Generell ist der Penetrationswiderstand der Fruchthaut massgeblich dafür verantwortlich, ob eine Eiablage möglich ist (*Abbildung 24*). Die Inhaltsstoffe in der Beere bestimmen, ob sich die Larven entwickeln können und somit tatsächlich ein Schaden (und eine Folgegeneration) entsteht.

Weiterführende Informationen: orprints.org/32318/; orprints.org/32319/; orprints.org/32052/

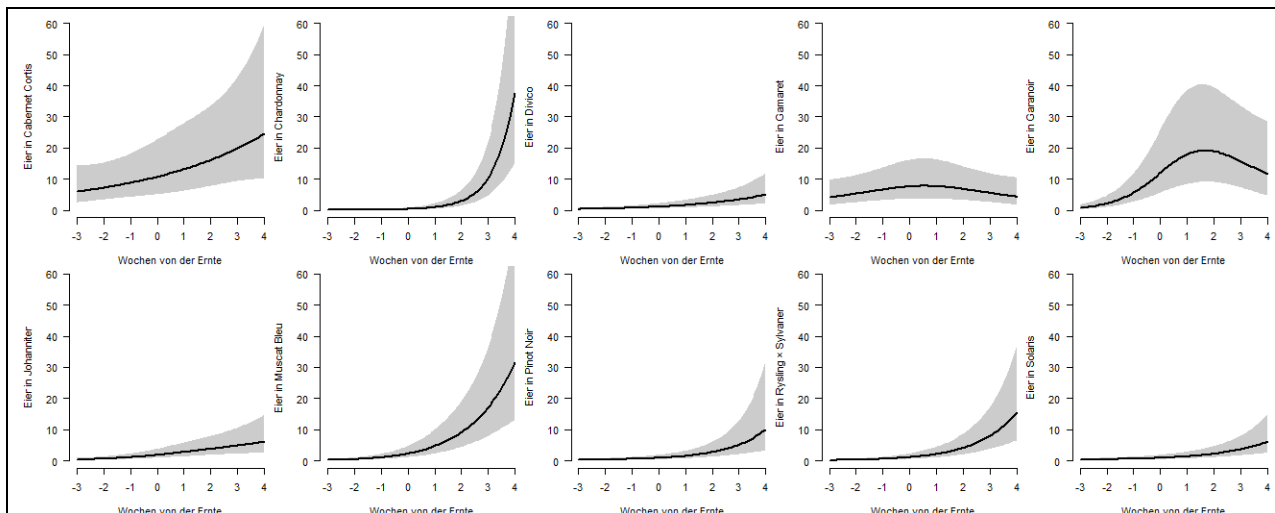


Abbildung 23: Verschiedene Fruchtcharakteristika, wie Penetrationswiderstand, Farbe und Fruchtzucker, ändern sich mit fortlaufendem Reifestatus. Dies – und die Traubensorte – haben Einfluss auf die Eiablage (Grafiken: Eiablage in zehn verschiedene Sorten in Abhängigkeit vom Erntezeitpunkt).

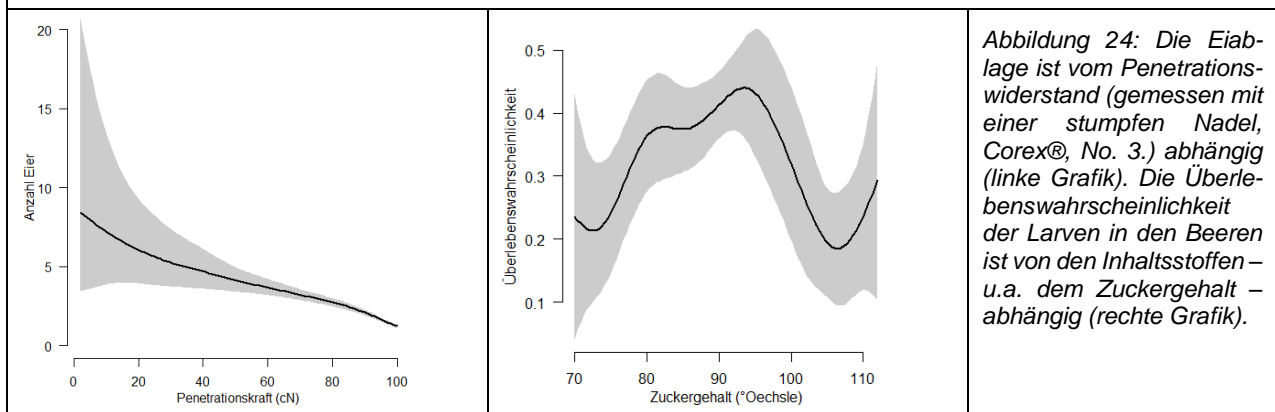


Abbildung 24: Die Eiablage ist vom Penetrationswiderstand (gemessen mit einer stumpfen Nadel, Corex®, No. 3.) abhängig (linke Grafik). Die Überlebenswahrscheinlichkeit der Larven in den Beeren ist von den Inhaltsstoffen – u.a. dem Zuckergehalt – abhängig (rechte Grafik).

(2) Temperaturabhängige Eiablage der verschiedenen Kirschessigfliegenmorphen: Laborversuche zeigten, dass sich die dunkleren und grösseren Wintermorphen entwickeln, wenn die Temperatur während der zweiten Hälfte der Puppenphase 15°C beträgt. Bei Kälteimpulsen zu früheren Zeitpunkten entwickelten sich die helleren Sommermorphen oder Mischformen. Die unterschiedlichen Morphnen, die an die Jahreszeiten angepasst sind, reagieren unterschiedlich auf Temperatur und andere Faktoren (*Abbildung 25*). Dies muss für Prognosemodelle beachtet werden. Die gemessene Eiablage hängt vom Eiablagemedium, der Sommer- oder Winterform und von der Temperatur ab.

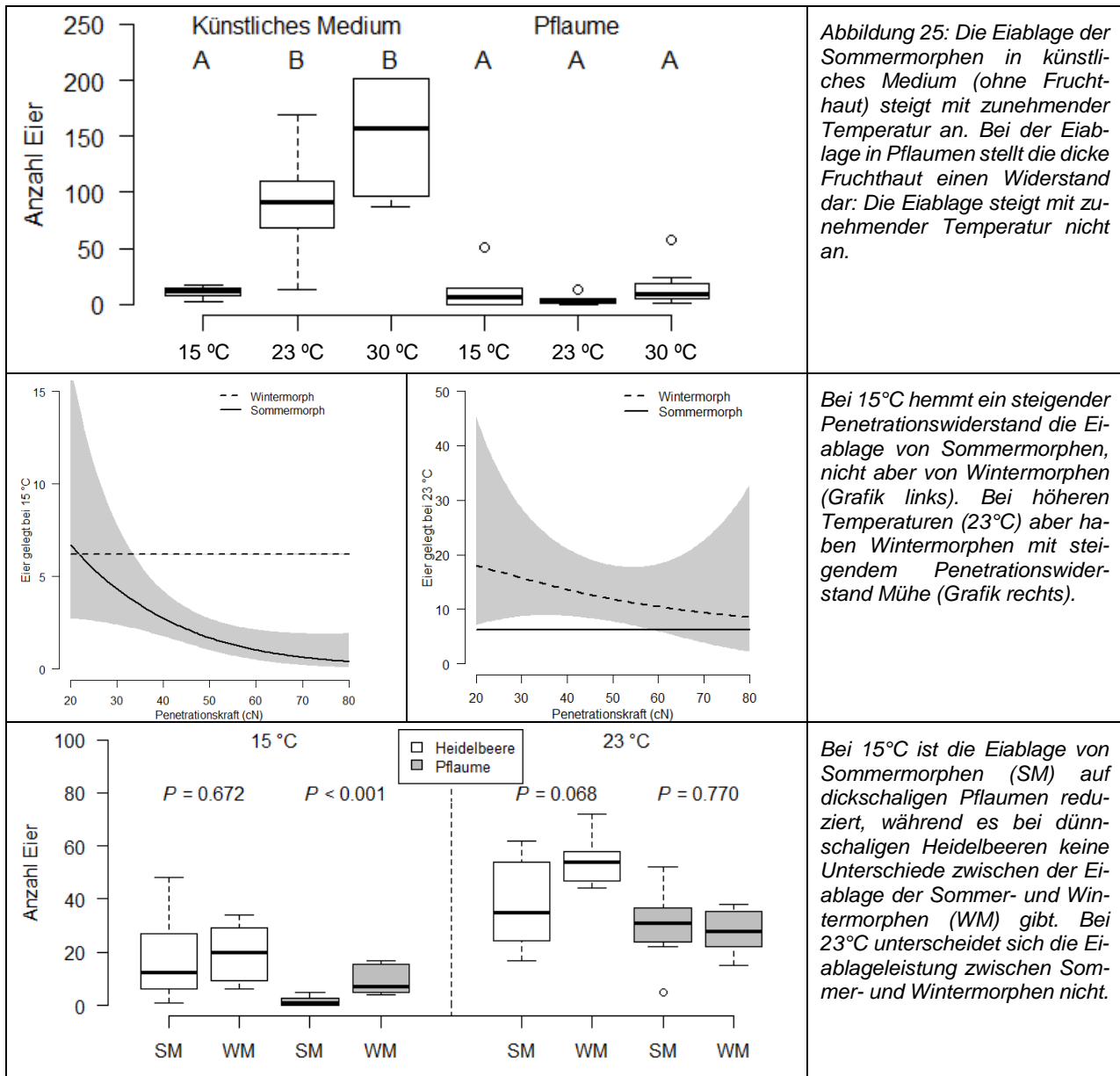


Abbildung 25: Die Eiablage der Sommermorphen in künstliches Medium (ohne Fruchthaut) steigt mit zunehmender Temperatur an. Bei der Eiablage in Pflaumen stellt die dicke Fruchthaut einen Widerstand dar: Die Eiablage steigt mit zunehmender Temperatur nicht an.

Bei 15°C hemmt ein steigender Penetrationswiderstand die Eiablage von Sommermorphen, nicht aber von Wintermorphen (Grafik links). Bei höheren Temperaturen (23°C) aber haben Wintermorphen mit steigendem Penetrationswiderstand Mühe (Grafik rechts).

Bei 15°C ist die Eiablage von Sommermorphen (SM) auf dickschaligen Pflaumen reduziert, während es bei dünnchaligen Heidelbeeren keine Unterschiede zwischen der Eiablage der Sommer- und Wintermorphen (WM) gibt. Bei 23°C unterscheidet sich die Eiablageleistung zwischen Sommer- und Wintermorphen nicht.

(3) Einfluss natürlicher Habitate in der umgebenden Landschaft: Das Monitoring der Kirschessigfliege auf Landschaftsebene zeigte, dass sich die Fliegen vor allem an Wildstandorten vermehren und von dort in die Kulturen einfliegen. Insbesondere wilde Brombeerhecken bieten fast ganzjährig optimale Bedingungen (Schatten, hohe Luftfeuchte, Windstille, geeignete Früchte) für die Kirschessigfliege. Zur Überwinterung werden auch immergrüne Pflanzen (Koniferen, Hecken, Wälder) genutzt, da sie Schutz, ausreichende Feuchte und Nahrung bieten. Generell erwiesen sich artenreiche Hecken nicht als Treiber des Befalls, sondern können im Gegenteil durch die Förderung von Antagonisten sogar die Regulierungsmassnahmen unterstützen.

Beim Einflug in die Kulturen zeigte sich, dass der Abstand zwischen Wald und Kultur entscheidend für den Einflugbeginn ist: d.h. in waldnäheren Kirschanlagen wurden während der Fruchtreife mehr Fliegen gefangen. Zur Ernte hin glich sich der Unterschied aber wieder aus. Insgesamt – in allen Versuchen – hatte die Umgebungsvegetation weniger Einfluss auf den Befallsverlauf als die jährlich und saisonal schwankenden Witterungsbedingungen. Die Untersuchungen in Kirschanlagen zeigten ausserdem, dass das Mikroklima (insbesondere Feuchtigkeitsunterschiede) einen Einfluss auf die Aktivität und Eiablage der Kirschessigfliege hat.

Weiterführende Informationen: orprints.org/33703/

In der Summe zeigen die Ergebnisse, dass die Kirschessigfliege unter verschiedenen Bedingungen sehr variabel reagiert. Die Populationsentwicklung und damit der Befallsdruck ist abhängig vom Klima (Temperatur, Luftfeuchte), von der zeitlichen Verfügbarkeit von Wirtsfrüchten, sowie der Eignung von Wirtsfrüchten (Fruchtqualität) und dem Vorhandensein von Rückzugshabitaten (zur Überwinterung; und feuchte Orte zur «Übersommerung»). Aus diesen Versuchen resultieren Empfehlungen für befallsverbeugende Massnahmen in verschiedenen Kulturen. Daneben wurden die Informationen über die Verbreitung und Biologie der Kirschessigfliege als Grundlage für die Modellierung der Populationsbiologie in einem zusätzlichen Projekt genutzt: Das Entscheidungshilfesystem SIMKEF (SIMulation KirschEssigFliege), welches in Zusammenarbeit mit deutschen, französischen und Schweizer Projektpartnern im Interreg-Projekt 'InvaProtect' entwickelt wurde, simuliert aufgrund der Populationsbiologie die Eiablagewahrscheinlichkeit der Kirschessigfliege. Das Modell wird weiter validiert und verbessert und soll ab 2021 auf isip.de und bioaktuell.ch zur Verfügung stehen.

Empfehlungen: **(1)** Nicht alle Kulturen und Sorten sind gleich anfällig. Im Rebbau werden vor allem dunkle, dünnschalige Sorten mit kompakter Traubenstruktur stark befallen. Diese Sorten sollten langfristig ersetzt werden. Bei anderen Sorten kann in Jahren mit heissem, trockenem Sommer auf eine Kirschessigfliegenbekämpfung verzichtet werden. Bei Zwetschgen/Aprikosen gibt es auch Sortenunterschiede, während bei Kirschen und Beeren praktisch alle Sorten befallen werden und bei feuchter, milder Witterung entsprechend geschützt werden müssen. **(2)** Die Larven sind empfindlich auf kühle Temperaturen: Erntegut sofort kühlen (optimal: 0-3°C) und Kühlkette bis zum Konsumenten halten. **(3)** Die Kirschessigfliegen bevorzugen feuchte Standorte. Alle Massnahmen, die zu einem trockenen Bestandesklima führen haben präventive Wirkung und sollten konsequent umgesetzt werden (Schnittsystem anpassen; Unterwuchs mulchen; Bewässerung anpassen; Rebbau: Traubenzone entlauben).

2.4.2 Prüfung von Fallenfarben und Lockstoffen und Monitoring der Kirschessigfliege

In den ersten beiden Versuchsjahren war die Prüfung verschiedener Fallentypen und verschiedener Köderflüssigkeiten ein Schwerpunkt (Abbildung 26). Ziel war es, den Produzenten möglichst rasch Empfehlungen für ein geeignetes Monitoringsystem machen zu können. Fruchtsaftbasierte Köder (z.B. der Firma Riga) zeigten eine gute Fängigkeit. Die grosse Hoffnung, die Attraktivität der fruchtsaftbasierten Köder durch Zusatzstoffe so weit zu erhöhen, dass ein Massenfang der Kirschessigfliege möglich wird, erfüllte sich leider nicht. Zahlreiche Stoffe (z.B. Acetone) zeigten zwar im Labor eine gute Lockwirkung, waren aber im Freiland in Konkurrenz mit den reifenden Früchten zu wenig wirksam (bzw. zu teuer).

Weiterführende Informationen: orprints.org/29698/; orprints.org/29866/

Empfehlungen: Die Fallen (am besten: Profatec-Falle mit dem Lockstoff Riga) sollten an schattigen, geschützten Stellen und an den Parzellenrändern montiert werden und während der Flugsaison von April bis Oktober bzw. ab Reifebeginn bis zur vollständigen Ernte der Kultur wöchentlich kontrolliert werden. Massenfang kann nur für wenig attraktive Kulturen unter Netzabdeckung empfohlen werden.



Abbildung 26: Am attraktivsten für die Kirschessigfliegen waren rote oder schwarze Fallen. Zusätzliche Muster konnten die Fängigkeit nicht erhöhen.

2.4.3 Direkte Bekämpfung: Labor- und Feldversuche zur Prüfung von Bio-Insektiziden

In Laborversuchen wurden 28 Produkte (Bio-Insektizide, stäubende Substanzen, Öle, Biocontrol) mit verschiedenen Applikationsmethoden gegen die Kirschessigfliege geprüft (Abbildung 27). Bei direkter Applikation auf die Fliegen hatten alle Mittel in öliger Formulierung eine gute Wirkung. Sobald die Fliegen jedoch nur einem schon getrockneten Spritzbelag vorfanden, wirkten diese Mittel nicht mehr. Die geprüften Biocontrol-Produkte (*Bt*, entomopathogene Pilze) hatten keine Wirkung, zum Teil wurde die Eiablage durch die Behandlung wegen der Fermentationsrückstände in den Produkten sogar erhöht. Als vielversprechend erwiesen sich neben Spinosad vor allem die stäubenden Substanzen, wie Kaolin: ein Belag dieser Stoffe auf den Früchten konnte die Eiablage signifikant senken.

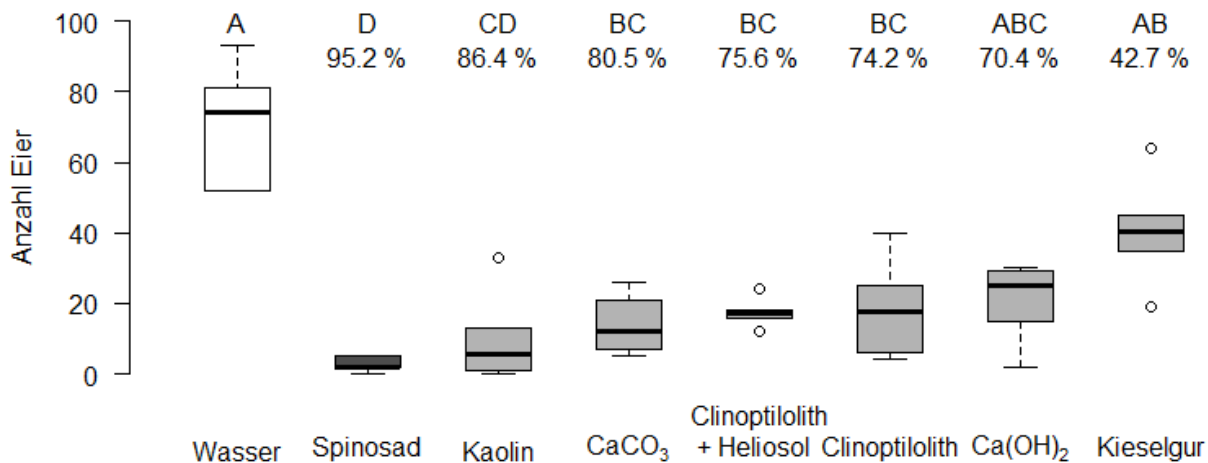


Abbildung 27: Einfluss verschiedener Substanzen auf die Eiablage in behandelte Heidelbeeren im Labor.

Die Wirkung stäubender Substanzen wurde im Anschluss auch in Feldversuchen in Reben und Steinobst nachgewiesen. Im Rebbau wurden auch die möglichen Auswirkungen auf die Vinifikation erfasst (siehe Bericht des Moduls Trauben).

Weiterführende Informationen: orgprints.org/31524/; orgprints.org/34461/; orgprints.org/33049/; orgprints.org/30490/; orgprints.org/32055/; orgprints.org/32054/; orgprints.org/37118/; www.fibl.org/de/shop/1073-kaolin.html

Empfehlungen: (1) Kaolin zeigte im Rebbau eine ausgezeichnete Wirkung ohne negative Effekte auf die Vinifikation. Ein Einsatz bei anfälligen Sorten ist daher sinnvoll. Spinosad war im Rebbau weniger wirksam und ist daher nicht für den Bio-Rebbau zugelassen. (2) Bei Brenn-Steinobst zeigte Kaolin ebenfalls eine sehr gute Wirkung. Wichtig ist hier eine gute Benetzung der ganzen Baumkrone. Bei Konservenkirschen ist Kaolin nicht zugelassen. (3) Löschkalk war nur im Beerenobst genug wirksam und verursacht bei korrekter Anwendung kaum Spritzflecken. Eine reguläre Zulassung ist noch ausstehend. (4) Spinosad ist im Beerenanbau zugelassen, hat eine gute Wirkung, wenn es in Kombination mit allen vorbeugenden Massnahmen eingesetzt wird.

2.4.4 Weitere Versuchsansätze

Ausgehend von der Laborprüfung verschiedener ätherischer Öle im Jahr 2016 wurden Duftdispenser mit Zitronengras 2018 und 2019 in Heidelbeeren getestet. Die Resultate im Freiland waren ernüchternd: zwischen den behandelten und unbehandelten Blöcken waren keine Unterschiede in der Eiablage nachweisbar. Basierend auf der Erkenntnis, dass die Eiablage von der Fruchthautfestigkeit abhängt, wurden in einem Halbfreilandexperiment an Kirschen verschiedene fruchthautstärkende Mittel (Greenstim, NuFilm-P, Heliosol, Vapor Gard) geprüft. Einzig das Produkt Vapor Gard senkte die Eiablage um 33%. Für eine Praxisempfehlung ist dieser Wirkungsgrad allerdings zu gering. Eine sensitive Markierungsmethode für die Fliegen mit in Silikatpartikel eingekapselter DNS (SPED, silica particles with encapsulated DNA) wurde im Labor erarbeitet, verfeinert und geprüft. Diese Methode kann zum Einsatz kommen, wenn in einem Projekt die Bewegungen der Fliegen innerhalb von Landschaften studiert werden sollen.

2.5 Modul Grundlagen



Die Kirschessigfliege stellt durch ihre Mobilität und die Breite ihres Wirtspflanzenspektrums eine besondere Herausforderung für die Bekämpfung dar. Halbnatürliche Habitate wie Hecken und Waldstücke in der Agrarlandschaft bieten Rückzugsorte für die Kirschessigfliege, gleichzeitig beherbergen sie natürliche Feinde der Kirschessigfliege und anderer landwirtschaftlicher Schädlinge. Die Untersuchungen im Modul Grundlagen dienen dazu, die Bewegung der Kirschessigfliege in der Agrarlandschaft nachzuverfolgen, ihre natürlichen Feinde zu identifizieren und die Anforderungen von Kirschessigfliege und natürlichen Feinden an ihre Umwelt besser zu verstehen. Dies bildet die Grundlage, um langfristig nachhaltige und flächendeckende Bekämpfungsmethoden zu entwickeln. Mit den Mitteln der Task Force Kirschessigfliege wurden zeitweilig ein Postdoktorand, eine Doktorandin und eine Praktikantin finanziert. Zusätzliche Untersuchungen wurden von einer Bundesexzellenzstipendiatin, einer BNF Praktikantin, einer Masterstudentin und zwei Bachelorstudenten durchgeführt.

2.5.1 Bewegung der Kirschessigfliege in der Landschaft

Natürliche verholzte Strukturen in der Nähe von Obstkulturen und Rebbergen stellen potentielle Habitate der Kirschessigfliegen dar. Obwohl die Rolle dieser Strukturen für die Kirschessigfliege auf der Landschaftsebene nicht eindeutig nachgewiesen ist, liegt die Vermutung nahe, dass die Fliegen in waldähnlichen Lebensräumen Schutz und alternative Nahrungsquellen finden. Wälder, Hecken und andere Habitate mit dichtem Bewuchs und Laub können vor ungünstigen Witterungsbedingungen schützen und bieten Rückzugsmöglichkeiten zur Überwinterung. Zahlreiche Wildobstpflanzen bieten die Möglichkeit zur Vermehrung und formen diese Habitate dadurch zu potenziellen Quellen der Kirschessigfliege.

Die Auswertung eines dreijährigen Monitorings in verschiedenen Wirtskulturen und in naturnahen, nicht bewirtschafteten Habitaten in der Umgebung des Agroscope-Standortes in Wädenswil bestätigte, dass sich Kirschessigfliegen bevorzugt in halbnatürlichen Lebensräumen aufhalten (Abbildung 28).

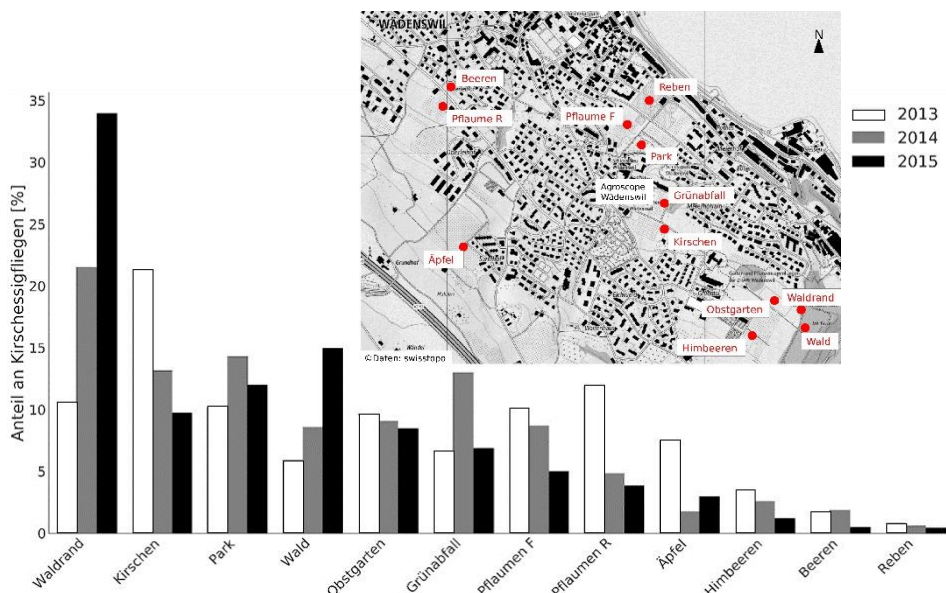


Abbildung 28: Fänge adulter Kirschessigfliegen in verschiedenen Kulturen und Habitaten 2013-2015.

Die Rolle dieser Vegetationsstrukturen für die Kirschessigfliege kann auch von deren Fläche, Form und der Entfernung zu den Anlagen beeinflusst werden. Die geringe Grösse der Kirschessigfliege lässt vermuten, dass einzelne Individuen in einem kurzen Zeitraum keine grossen Distanzen überwinden. Daher wird erwartet, dass mit zunehmender Entfernung der Vegetationsstrukturen die Anzahl gefangener Kirschessigfliegen in der Anlage abnimmt, unabhängig von der Flächengrösse der Waldstruktur. Die Form der Waldstrukturen, hier als Randdichte bezeichnet, könnte insofern eine wichtige Rolle spielen, als dass komplexere Formen Mikrohabitate schaffen, in welchen die Kirschessigfliege vor starken Winden und intensiver Sonneneinstrahlung geschützt ist.

In einer Studie wiesen wir einen Befallsanstieg durch näherliegende Vegetationsstrukturen an allen fünf untersuchten Standorten nach. Überall nahm die Zahl der gefangenen Kirschessigfliegen mit der Distanz zu Waldstrukturen ab (Abbildung 29). Hingegen waren die Effekte der Waldfläche und der Randdichte nicht einheitlich. Die standort- und zeitabhängigen Unterschiede in den Beziehungen widerspiegeln die Komplexität der Zusammenhänge. Diese Ergebnisse verdeutlichen, dass Bekämpfungsstrategien zeit- und standortspezifisch durchgeführt und die umliegenden Vegetationsstrukturen einbezogen werden müssen.

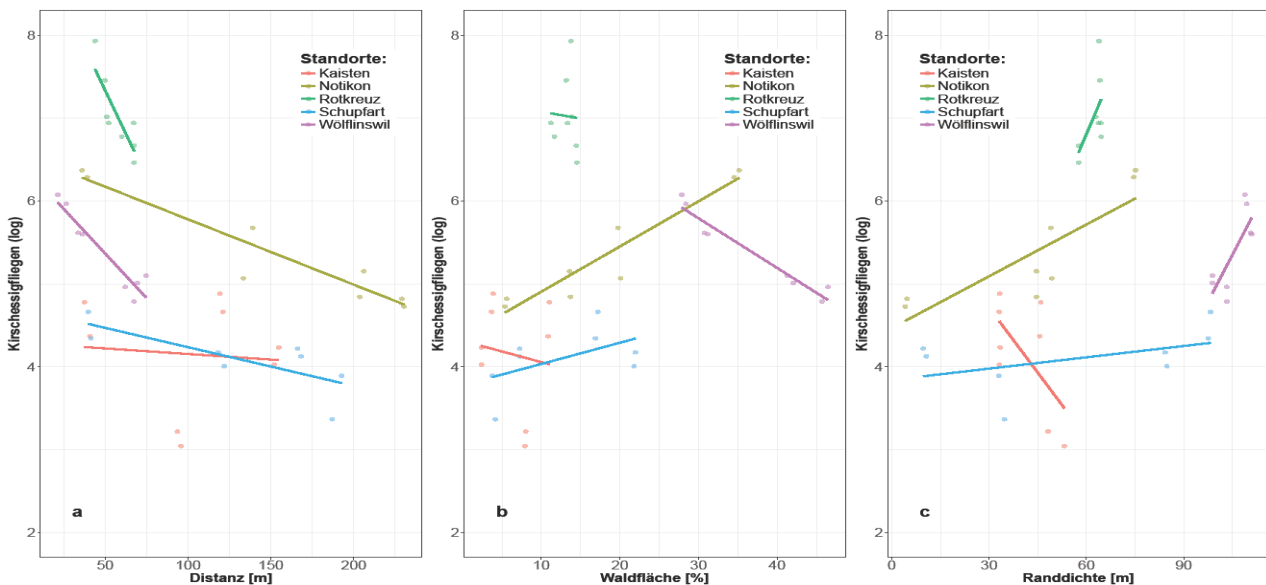
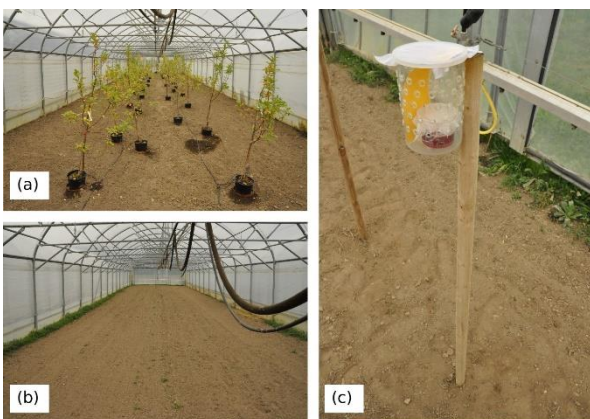


Abbildung 29: Zusammenhang zwischen den Fangzahlen der Kirschessigfliegen (log-transformiert) und (a) der Distanz, (b) dem Anteil der Waldfläche und (c) der Randdichte für die fünf Standorte. Die Linien sind Ergebnisse einfacher Regressionen für die jeweiligen Standorte.



Zudem zeigte ein Versuch in grossen Tunneln aus transparenter Plastikfolie (Länge 35 m, Breite 8 m, Höhe 4 m), dass alleinstehende Bäume als Korridore bzw. Trittbretter («stepping stones») genutzt werden, um rascher und sicherer zu einer Kultur zu gelangen (Abbildung 30). Sie unterstützen somit die Ausbreitung der Kirschessigfliege.

Abbildung 30: Der Vergleich zwischen einer simulierten Landschaftssituation (a) mit und (b) ohne Vegetationsstrukturen auf dem Weg zu einer Nahrungsquelle (c) gab Aufschluss über die Bewegungsmuster der Kirschessigfliege.

Bei Anlagen in unmittelbarer Nähe von Waldflächen sollten daher Möglichkeiten zur Eindämmung des Befallsdrucks untersucht werden, die am Waldrand oder im Wald ansetzen. Denkbar ist die Aufstellung eines Fallengürtels oder von Fangpflanzen am Waldrand und/oder die Förderung natürlicher Gegenspieler der Kirschesigfliege. Alternativ liessen sich verstärkt Massnahmen an der waldzugewandten Seite der Kulturen durchführen.

2.5.2 Vorkommen und Bekämpfungspotential von Prädatoren

Insbesondere im Frühling können Prädatoren den Populationsaufbau von Schadinsekten verringern. Um die Prädation von Kirschesigfliegen unter natürlichen Bedingungen im Feld zu untersuchen, wurde in Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck eine Methode entwickelt, die Erbsubstanz (DNS) der Kirschesigfliege im Magen von Prädatoren nachzuweisen. Die Methode wird nun von Wissenschaftlern weltweit genutzt, um die Prädation der Kirschesigfliege zu erforschen.

Die Methode wurde zunächst mit Prädatoren validiert, die an Orten mit hohem Vorkommen der Kirschesigfliege gefangen wurden. Vor allem in Raubwanzen, Ohrwürmern und Spinnen konnte die DNS nachgewiesen werden (*Abbildung 31*). Raubwanzen sind dabei besonders interessant, weil sie die Eier der Kirschesigfliege aussaugen, bevor deren Larven an der Frucht fressen.

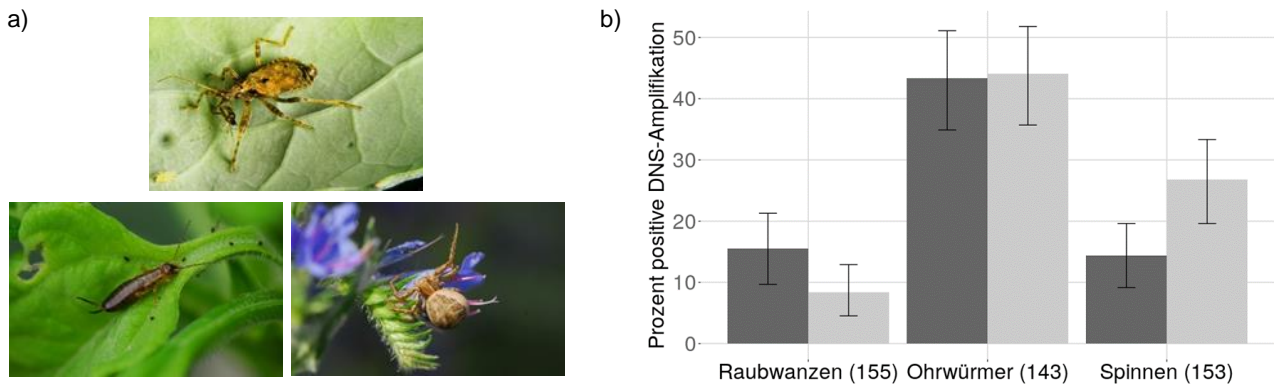


Abbildung 31: Molekularer Nachweis von DNS der Kirschesigfliege in (a) Raubwanzen, Ohrwürmern und Spinnen; (b) Prozent positive DNS (dunkel: Kirschesigfliege; hell: Drosophila allgemein) bei feldgefangenen Prädatoren an Orten mit hoher Kirschesigfliegendichte. Die Anzahl in Klammern beschreibt die Stichprobengröße.

Hecken in der Agrarlandschaft beherbergen zahlreiche Arten von Prädatoren. Unsere Untersuchungen zeigten sowohl lokale als auch jahreszeitliche Unterschiede in den Prädatorengemeinschaften in Hecken an fünf Schweizer Standorten. Raubwanzen, Ohrwürmer und Spinnen wurden an allen Standorten gefangen, ausserdem waren Laufkäfer und Ameisen häufig anzutreffen. Ausgebrachte Puppen der Kirschessigfliege wurden zu 40-50% gefressen oder beschädigt (Abbildung 32), allerdings konnte nur in einem geringen Teil der Prädatoren DNS der Kirschessigfliege nachgewiesen werden. Dies kann einerseits daran liegen, dass der Nachweis der DNS nur über einen Zeitraum von etwa 48h möglich ist, andererseits können auch Prädatoren eine Rolle spielen, die nicht erfasst wurden, z.B. Vögel, Schnecken oder Raubfliegen.

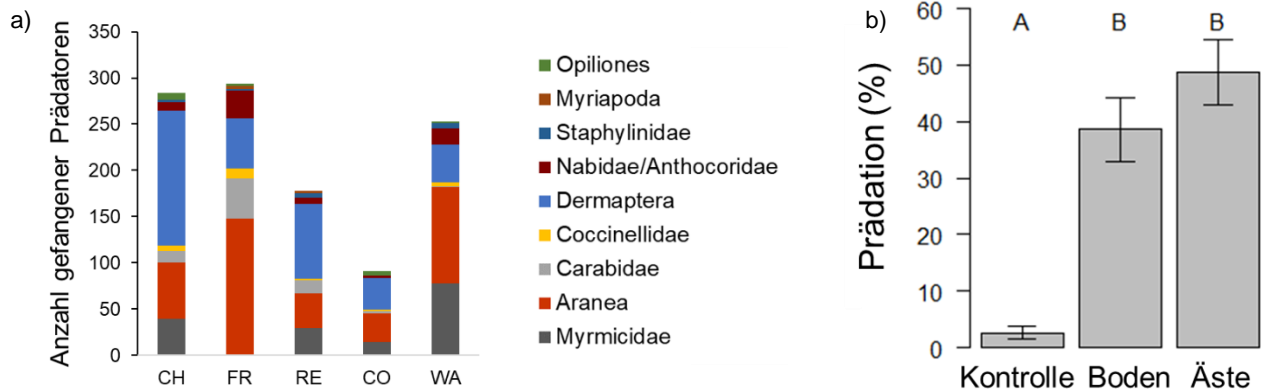


Abbildung 32: Prädatation in Hecken. (a) Prädatorengemeinschaft an verschiedenen Standorten (CH: Changins, FR: Frick, RE: Zürich-Reckenholz, CO: Conthey, WA: Wädenswil), zwei Hecken je Standort, 3-5 Probenahmen zwischen Juni und Oktober 2019; (b) Anteil vollständig oder teilweise gefressener Puppen der Kirschessigfliege, 30 Puppen je Hecke am Boden und in den Ästen an vier Zeitpunkten zwischen Juni und Oktober 2019.

2.5.3 Vorkommen und Bekämpfungspotential von Parasitoiden

Parasitoide sind Insekten, die ihre Eier in einen Wirtsorganismus legen und deren Larven den Wirt während ihrer Entwicklung töten (Abbildung 33a). Parasitoide gehören zu den wichtigsten Organismen in der biologischen Schädlingsbekämpfung. Die Bekämpfung kann durch die Förderung bereits vorhandener Populationen oder die Freisetzung zusätzlicher Arten oder Individuen stattfinden. Dabei ist es wichtig, dass Populationen von Nichtzielarten nicht nachhaltig geschädigt werden.

Die Erfassung der Parasitoide von fruchtfressenden Essigfliegen in der Schweiz ergab insgesamt neun Arten, wovon sechs sich grundsätzlich auf der Kirschessigfliege entwickeln können und vier näher untersucht wurden. Bei den einheimischen Parasitoiden können sich ausschliesslich solche auf der Kirschessigfliege entwickeln, die ihre Eier in die Puppen ablegen (Abbildung 33b).

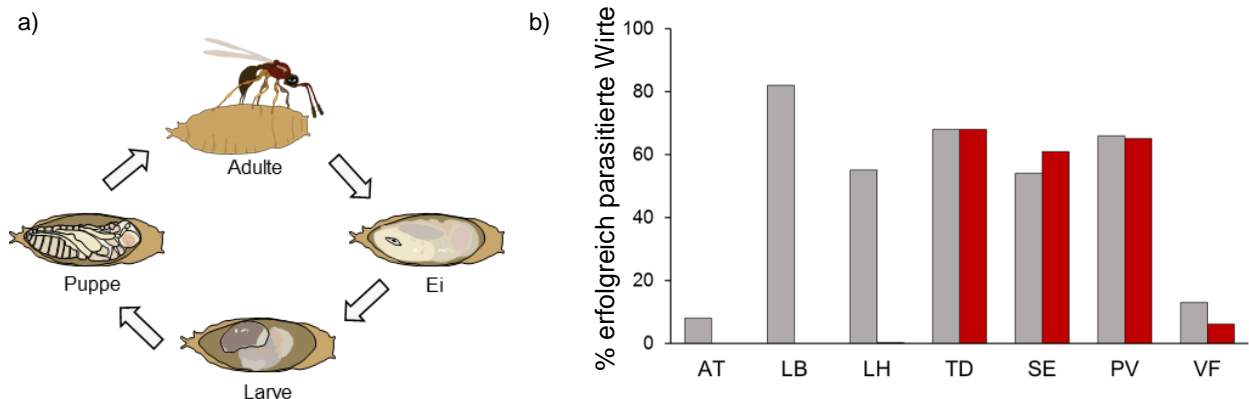


Abbildung 33: (a) Entwicklung von Trichopria drosophilae in einer Fliegenpuppe; (b) Entwicklung einheimischer Parasitoide auf Puppen von Drosophila melanogaster (grau) und Kirschessigfliege (rot) (AT: Asobara tabida; LB: Leptopilina boulardi; LH Leptopilina heterotoma; TD: Trichopria drosophilae; SE: Spalangia erythromera, PV: Pachycrepoideus vindemmiae; VF: Vrestovia fidenas). N=10*40 Puppen.

Im Laborversuch bevorzugten die drei Parasitoidenarten *Pachycrepoideus vindemmiae*, *Spalangia erythromera* und *Trichopria drosophilae* die Kirschessigfliege gegenüber zwei häufigen einheimischen Arten. Bei *T. drosophilae* wurde gezeigt, dass diese Präferenz sogar unabhängig davon ist, auf welchem Wirt die Parasitoide gezüchtet wurden. Im Feldkäfig konnte diese Präferenz für die beiden Arten *P. vindemmiae* und *T. drosophilae* bestätigt werden, während kaum Parasitierung durch *S. erythromera* stattfand. *Trichopria drosophilae* suchte seine Wirte vor allem am Boden, während *P. vindemmiae* eher höher in der Vegetation aktiv war (Abbildung 34). Dies ist relevant, da sich die Puppen der Kirschessigfliege sowohl in Früchten an der Pflanze als auch am Boden befinden können.

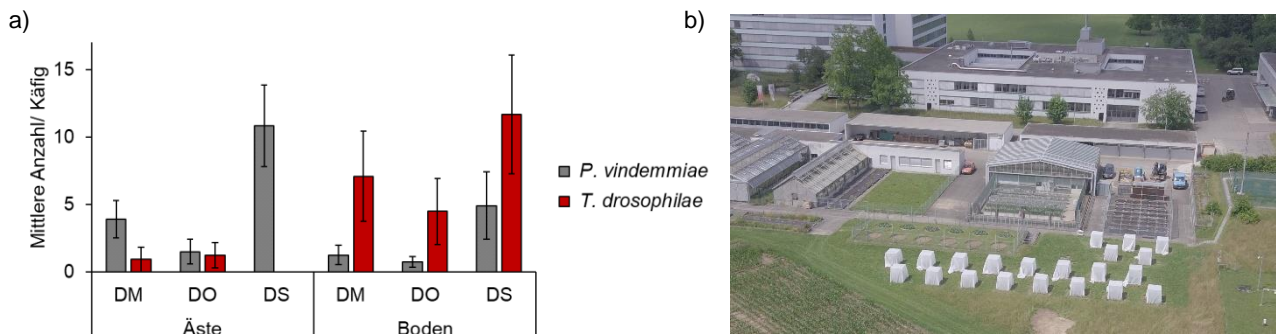


Abbildung 34: (a) Mittlere Anzahl geschlüpfter Parasitoide aus Kirschen, die mit *Drosophila melanogaster* (DM), *D. subobscura* (DO) und Kirschessigfliegen (DS) befallen waren. Die Proben waren entweder auf 1m Höhe in einem Busch (links) oder am Boden (rechts) angebracht. 12 Käfige mit je 2 Proben pro Art oben und unten, 10 adulte Parasitoide pro Käfig; (b) Feldkäfige auf dem Areal von Agroscope.

2.5.4 Parasitoide in der Interaktion mit Früchten

Die Früchte bilden die Grundlage des Nahrungsnetzes um die Kirschessigfliege. Die Kirschessigfliege besitzt ein besonders breites Spektrum an Nahrungspflanzen, das neben den Kulturfrüchten auch zahlreiche Wildfrüchte einschliesst, die besonders reich an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen sind. Sie können damit die Fitness der Kirschessigfliegen und ihrer natürlichen Feinde beeinflussen. Wenn die Früchte nur auf die natürlichen Feinde aber nicht auf die Kirschessigfliege einen negativen Einfluss haben, kann dadurch für die Kirschessigfliege ein feindfreier Raum entstehen.

Laborversuche mit einheimischen Wildfrüchten, die häufig in der Nähe von Obstanlagen anzutreffen sind, zeigten, dass sich Überleben, Gewicht, Entwicklungsdauer und Energiebudget der Kirschessigfliege je nach Frucht stark unterscheiden. Der Parasitoid *T. drosophilae* wurde in diesen Versuchen indirekt über die Qualität seiner Wirte beeinflusst, kaum jedoch direkt über die Wildfrucht (Abbildung 35). Allerdings scheint die Wirtsfindung, welche bei *T. drosophilae* über die Gerüche der befallenen Früchte stattfindet, bei einigen Wildfrüchten eingeschränkt zu sein (Abbildung 35). Auffallend ist in diesem Zusammenhang die Mistel. Sie erlaubt nicht nur eine frühe Vermehrung der Kirschessigfliege nach der Winterruhe, sondern produziert auch besonders grosse und schwere Individuen. Gleichzeitig aber ist die Wirtsfindung der Parasitoide auf dieser Frucht eingeschränkt.

Früchte können auch als Zuckerquelle für die Parasitoide dienen. Im Laborversuch verlängerten Früchte das Überleben von *P. vindemmiae* und *T. drosophilae* im Vergleich zur Wasserkontrolle um mehr als das Doppelte. Nektarreiche Blüten hatten in diesem Versuch einen noch stärkeren positiven Effekt, allerdings müssen die Parasitoide zum Suchen der Früchte zusätzlich Zeit aufwenden, während Früchte zwangsläufig mit den Wirten assoziiert sind. Daher scheinen Blüten als Zuckerquellen vor allem dann relevant zu sein, wenn (noch) keine reifen Früchte in der Obstanlage und der Umgebung vorzufinden sind.

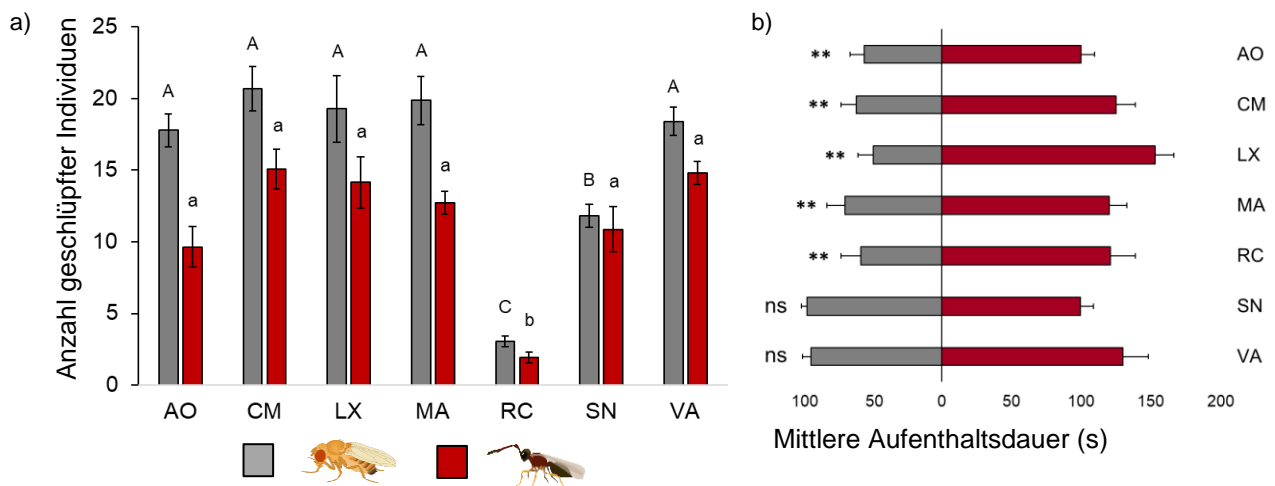


Abbildung 35: Interaktionen mit Wildfrüchten (AO: Felsenbirne, CM: Kornelkirsche, LX: rote Heckenkirsche, MA: Mahonia, RC: Purgier-Kreuzdorn, SN: Holunder, VA: Mistel). (a) Überleben von Kirschessigfliegen (grau) und *Trichopria drosophilae* (rot), $N=17-26 \times 40$ Kirschessigfliegen-Eier, mit oder ohne Parasitoid; (b) Geruchspräferenz von *T. drosophilae* für unbefallene (grau) oder befallene (rot) Früchte in einem Olfaktometer, $N= 18-24 \times 5$ min Beobachtung.

2.5.5 Kältetoleranz von Parasitoiden

Die Kältetoleranz der Parasitoide bedingt wo und in welchem Umfang sie in der Schweiz überwintern können und wann sie aktiv werden. Bei *P. vindemmiae* weisen die Larven und Puppen, bei *T. drosophilae* alle juvenilen Stadien innerhalb der Wirtspuppen die grösste Kältetoleranz auf. Daher überwintern die Arten vermutlich in diesen Stadien und nutzen hierfür andere Wirte als die Kirschessigfliege, welche als Adulte überwintert (Abbildung 36). Zur Überwinterung der Parasitoide scheinen Obstanlagen ähnlich geeignet wie Hecken oder Wald.

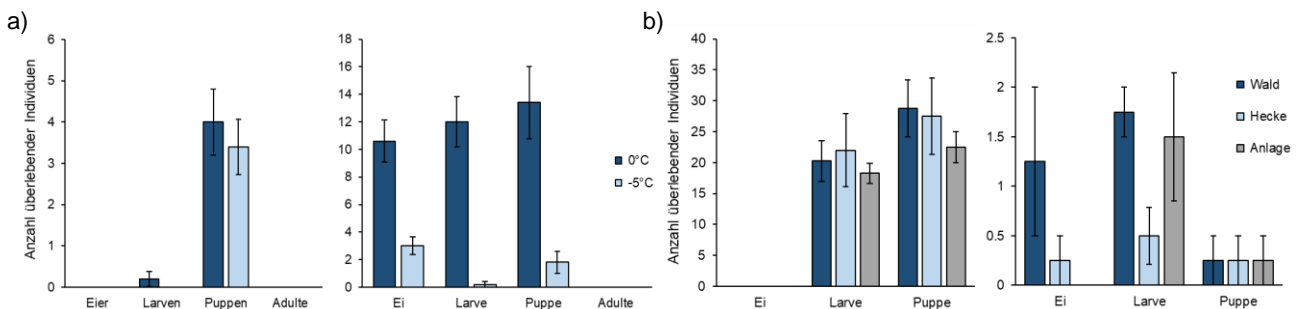


Abbildung 36: Schlupf von *Pachycrepoideus vindemmiae* (jeweils links) und *Trichopria drosophilae* (jeweils rechts) nach (a) einem Monat Kälteexposition (0°C oder -5°C) im Labor. $N=5 \times 30$ Puppen oder (b) Winterexposition (Dezember-März) im Freiland in verschiedenen Habitaten. $N=12 \times 100$ Puppen je Habitat.

Die Parasitierung unter Feldbedingungen findet im Herbst bis zu einem Schwellenwert von 10°C statt, die überwinterten Individuen schlüpfen im kommenden Frühjahr nach Erreichen von etwa 324 bzw. 285 Tagesgraden oberhalb eines Schwellenwertes von 10 bzw. 11°C für *T. drosophilae* bzw. *P. vindemmiae*. Dies erklärt auch, warum beide Parasitoide im Feld erst relativ spät in der Saison gefunden werden, zu einem Zeitpunkt, an dem die Population der Kirschessigfliege bereits gewachsen ist. Eine Freisetzung von Parasitoiden im zeitigen Frühjahr könnte daher den Populationsaufbau der Kirschessigfliege reduzieren. Sowohl adulte *P. vindemmiae* als auch *T. drosophilae* können einige Tage unter dem Gefrierpunkt überleben und später auch noch Nachkommen produzieren. Daher ist eine frühe Freisetzung auch dann möglich, wenn noch kurzzeitige Froste auftreten.

2.5.6 Schlussfolgerungen Grundlagen

Halbnatürlichen Habitaten kommt bei der Bekämpfung der Kirschessigfliege eine besondere Bedeutung zu. Prädatoren und Parasitoide in den halbnatürlichen Habitaten können die Kirschessigfliege attackieren, jedoch ist ihre Wirkung allein nicht ausreichend, um die Populationsentwicklung des Schädlings zu begrenzen. Im Falle der Parasitoide könnte ein Grund hierfür ihr spätes zeitliches Auftreten in der Saison sein. Eine zusätzliche Freisetzung von Individuen der vielversprechendsten Arten *T. drosophilae* und eventuell auch *P. vindemmiae* zu einem frühen Zeitpunkt in der Saison könnte die Populationen der Kirschessigfliege in ihren Rückzugsorten, den halbnatürlichen Habitaten, reduzieren. Solch ein Ansatz müsste jedoch auf einer grossen geographischen Skala stattfinden, um den Einfluss von Individuen zu reduzieren, die von aussen zuwandern.

3 Projekte von Drittpartnern

Die Vereinbarung mit dem BLW bezüglich der Finanzierung der Task Force Kirschessigfliege umfasste eine Mittelreserve für die Unterstützung von Forschungsprojekten inländischer Drittpartner. Die Beiträge sollten Projekten zugutekommen, welche ausserhalb der Task Force Kirschessigfliege entwickelt und durchgeführt werden, die aber mit den Zielen des Gesamtprojekts übereinstimmten und so die Versuchstätigkeit schweizweit ergänzten. Die Mittel wurden in zwei Tranchen in den Jahren 2016 und 2018 öffentlich ausgeschrieben und vergeben. Die Gesuchseingaben wurden durch die Projektoberleitung der Task Force Kirschessigfliege, mit Einbezug der Expertise der Modulleitenden, evaluiert. Die Beurteilungskriterien deckten die Relevanz des Beitrags zur Problemlösung, die Plausibilität des methodischen Ansatzes und das Synergiepotenzial mit den laufenden Aktivitäten der Task Force Kirschessigfliege ab. Entsprechend der Beschlüsse der Projektoberleitung wurden 2016 fünf und 2018 drei Beitragsgesuche bewilligt².

Tabelle 2: Eckwerte der über Reservemittel unterstützten Projekte Dritter.

HauptantragstellerIn	Institution	Schwerpunktthema	Laufzeit
Valeria Trivellone	WSL	Räumliche Struktur und genetische Differenzierung des einheimischen parasitischen Gegenspielers <i>Trichopria drosophilae</i>	06/2017-08/2018
Pauline Richoz Pilon	Fachstelle Pflanzenschutz Kt. VS	Praxistaugliche Bekämpfung im Aprikosenanbau	06/2017-10/2017
Markus Hallauer	Rebbaugenossenschaft Hallau/Oberhallau	Populationsentwicklung und Ausbreitung in der Landschaft	06/2017-06/2019
Lukas Kilcher	Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung	Marktfähigkeit behandelter Früchte von Hochstammbäumen	06/2017-06/2019
Marc Kenis	CABI	Evaluation der Freilassung eines asiatischen Gegenspielers in die Schweiz	06-2017-06/2018
Markus Hallauer	Rebbaugenossenschaft Hallau/Oberhallau	Anwendung von Massenfang und biotechnischen Barrieren (Weiterführung)	06/2019-06/2021
Urs Weingartner	Ebenrain-Zentrum für Landwirtschaft, Natur und Ernährung	Validierung und Weiterentwicklung eines Eiablage-Prognosesystems	06/2019-05/2021
Marc Kenis	CABI	Evaluation der Freilassung eines asiatischen Gegenspielers in die Schweiz (Weiterführung)	06/2019-11/2020

² Zusätzlich wurde gemäss Entscheidung des BLW das Projekt „Determinanten des Risikomanagements in der Schweizer Landwirtschaft am Beispiel von *Drosophila suzukii* (DROSOPHRISK)“, eingereicht von Robert Finger (Gruppe Agrarökonomie und -politik, ETH Zürich) zur Hälfte aus der Mittelreserve für Drittpartner der Task Force Kirschessigfliege finanziert (Laufzeit 06/2016-06/2019).

4 Wissenstransfer

4.1 Merkblätter und Newsletter

Für alle betroffenen Kulturen wurden die empfohlenen Bekämpfungsstrategien in Merkblättern zusammengefasst und in den drei Amtssprachen öffentlich zugänglich gemacht. Die **Merkblätter** wurden in den ersten Jahren des Projekts laufend angepasst und jährlich überarbeitet. Seit Frühjahr 2019 stehen definitive Versionen der Merkblätter zur Verfügung. Zusätzlich wurden Merkblätter zu spezifischen Themen erstellt, wie beispielsweise zu den Handlungsempfehlungen für Haus- und KleingartenbesitzerInnen und den Grosshandel sowie eine Übersicht der Merkmale zur Identifikation der Kirschessigfliege. Die von FiBL Mitarbeitenden verfassten Merkblätter adressierten die spezifischen Bedürfnisse der biologischen Produktion und wurden über die entsprechenden Kanäle verbreitet. Eine Liste der aktuellen Merkblätter ist unter Abschnitt 6.3 in diesem Bericht zu finden.

Ein **Newsletter** informierte jährlich 5- bis 8-mal über die aktuellen Fang- und Befallszahlen in den gefährdeten Kulturen und lieferte Empfehlungen zu den unmittelbar zu treffenden Massnahmen. Der Newsletter wurde ebenfalls genutzt, um über die laufenden Forschungsaktivitäten zu orientieren, auf neu erschienene Fachpublikationen hinzuweisen und neue Mitarbeitende vorzustellen.

4.2 Webseite, Medienpräsenz und Fachpublikationen

Die Inhalte und das Erscheinungsbild der Projekt-**Webseite** wurden laufend überarbeitet und in den drei Amtssprachen aufgeschaltet.

Die Mitarbeitenden von Agroscope und FiBL waren mit Vorträgen und Postern an nationalen, länderübergreifenden und internationalen **Tagungen** präsent und lieferten Beiträge für zahlreiche Informationsveranstaltungen. Ab 2017 wurde bei Anlässen der regionalen Beratung das Thema Kirschessigfliege oftmals von den kantonalen Verantwortlichen behandelt, eine Entwicklung die von einem erfolgreichen Wissenstransfer und einer verbesserten Wahrnehmung der Multiplikatorenrolle der öffentlichen Beratung zeugt.

Insbesondere in den ersten zwei Jahren des Projekts wurden die Mitarbeitenden der Task Force Kirschessigfliege häufig von lokalen und nationalen **Radio, Fernsehen, Print- und Online-Medien** eingeladen, zur Problematik Stellung zu nehmen. Die Medienaufmerksamkeit nahm nach und nach ab, allerdings wurde das Expertenwissen der Mitarbeitenden der Task Force Kirschessigfliege zunehmend im Zusammenhang mit gesellschaftlichen Anliegen, wie beispielsweise der Zunahme neu auftretender, gebietsfremder Schadorganismen und der Gefährdung der von Insekten erbrachten Ökosystemdienstleistungen eingefordert.

Eine im Sommer 2016 erschienene Spezialausgabe der „Revue suisse de viticulture arboriculture horticul-ture“ bündelte die bis anhin von den Task Force Forschenden gesammelten Schlüsselergebnisse zur Bekämpfung und Ökologie der Kirschessigfliege. Die Artikel erschienen auf Deutsch in zwei Ausgaben der „Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau“.

Über die gesamte Laufzeit des Projekts wurde das generierte Wissen von den Mitarbeitenden der Task Force Kirschessigfliege und ihren KooperationspartnerInnen über verschiedene Fachzeitschriften verbreitet. Die vollständige Liste der in der Berichtsperiode veröffentlichten **Fachpublikationen** ist unter Abschnitt 6 in diesem Bericht zu finden³.

³ Eine Kopie der nicht öffentlich zugänglichen Publikationen ist bei der Projektleiterin auf Anfrage erhältlich.

4.3 Nationale Tagung Kirschessigfliege

Die Nationale Tagung Kirschessigfliege fand im November 2015 in Oeschberg, im Februar 2017 in Wädenswil und im Februar 2018 in Nyon statt. Jeweils rund 80-100 Teilnehmende aus Forschung, Beratung, Produktion, Unternehmen sowie Bundes- und Kantonsbehörden liessen sich über die Fortschritte der Forschungsarbeiten orientieren. Eingeladene Gäste aus dem nahen Ausland gaben Einblick in ihre Aktivitäten und auch die über die Reservemittel unterstützten externen Arbeiten wurden vorgestellt. Workshops und Posteraustellungen boten zusätzlichen Raum für den informellen fachlichen Austausch zwischen den Tagungsteilnehmenden, Mitarbeitenden der Task Force und DrittpartnerInnen. Ausführliche Berichte zu den Anlässen sowie sämtliche vorgestellten Präsentationen und Poster sind auf der [Projekt-Webseite](#) öffentlich zugänglich. Aufgrund der verschärften Massnahmen zur Eindämmung der Verbreitung des Coronavirus musste die für den 5. November 2020 geplante Schlussveranstaltung leider kurzfristig abgesagt werden. Der Anlass zielte vor allem darauf, über den Austausch mit eingeladenen Vertretenden der diversen Interessengruppen über den künftigen Umgang mit neu eingeschleppten Schadorganismen zu reflektieren, daher stellte ein online Format keine geeignete Alternative dar und wurde nicht angeboten.

4.4 Politikberatung und Vollzugsunterstützung

Das BLW konsultierte wiederholt die Experten der Task Force Kirschessigfliege und erhielt stets rasch und bedarfsgerecht die benötigten Informationen. So zum Beispiel im Zusammenhang mit den Änderungen der Anwendungsvorschriften für zugelassene Pflanzenschutzmittel und den verfügbaren Notzulassungen für Gesteinsmehlpräparate. Ebenfalls unterstützte die Task Force Kirschessigfliege die Beantwortung einzelner parlamentarischer Interpellationen.

5 Schlussfolgerungen und Ausblick

Nach rund fünfjähriger Arbeit ist das Projekt Task Force Kirschessigfliege zu Ende. Für die meisten gefährdeten Hauptkulturen stehen Lösungen zur Verfügung, die es ermöglichen, den wirtschaftlichen Schaden in einem akzeptablen Rahmen zu halten. Die von der Task Force Kirschessigfliege propagierten kulturspezifischen Bekämpfungsstrategien, die weitestgehend auf einer konsequenten Umsetzung vorbeugender Massnahmen beruhen, bewährten sich also. Die periodische, bedarfsgerechte Kommunikation erhöhte die Akzeptanz und Anwendung der Schutzmassnahmen in der Praxis, trotz der damit verknüpften Mehrkosten. Von der Wirksamkeit der Kommunikationsstrategie zeugt auch eine kürzlich erschienene Publikation⁴, die anhand einer Befragung zur Bekämpfung der Kirschessigfliege in der Schweiz aufzeigte, dass ProduzentInnen, die Informationen aus öffentlicher Hand erhalten mit höherer Wahrscheinlichkeit vorbeugende Massnahmen einsetzen, während solche, die Informationen von privaten Beratungsdiensten erhalten, mit höherer Wahrscheinlichkeit herkömmliche Pflanzenschutzmittel verwenden.

Dennoch sind nicht alle Probleme mit der Kirschessigfliege gelöst. Insbesondere im Hochstammobst- und im Aprikosenanbau sind noch bedeutende Ertragsverluste in Kauf zu nehmen und weiterführende Arbeiten zur Anpassung des Pflanzenschutzes sind notwendig. Im Grundlagenbereich werden zwei noch laufende Dissertationen die Kenntnisse zu den Interaktionen zwischen der Kirschessigfliege und der Essigfäule im Reb- und Aprikosenanbau sowie zur Eignung von Fangpflanzen zum Schutz der Kulturen vorantreiben. Allgemein steckt in der Regulierung auf Landschaftsebene samt Förderung natürlicher Gegenspieler noch Potenzial für nachhaltigere Lösungsansätze.

Wir sind überzeugt, dass die von der Task Force Kirschessigfliege gesammelten Erfahrungen sowohl in Bezug auf die Organisation eines Kooperationsnetzwerks als auch auf die Erarbeitung und Verbreitung von Fachkenntnissen in Zukunft der Forschung zu Gute kommen werden. Es zeigt sich nämlich, dass der Invasionserfolg vieler neu auftretender, gebietsfremder Schadinsekten, inklusive Überträger von Pflanzenkrankheitserregern, mit Eigenschaften verknüpft ist, die sie mit der Kirschessigfliege gemein haben, wie ein breites Wirtspflanzenspektrum und eine opportunistische Nutzung naturnaher und landwirtschaftlicher Lebensräume. Dadurch sind diese Organismen nicht oder nur eingeschränkt empfindlich gegenüber direkten Bekämpfungsmöglichkeiten, insbesondere dem Pflanzenschutzmitteleinsatz. Die Ergebnisse des Projekts Task Force Kirschessigfliege zeigen beispielhaft den Erfolg der Erarbeitung von risikoarmen, grösstenteils vorbeugenden Pflanzenschutzstrategien und deren Umsetzung in die Praxis auf.

Die Projektleiterin und die Modulleitenden bedanken sich beim Auftraggeber, dem Bundesamt für Landwirtschaft, für die Möglichkeit, dieses Projekt durchzuführen. Wir sind den Geschäftsleitungen von Agroscope und FiBL sowie der Projektoberleitung dankbar für die vertrauensvolle Unterstützung und den kantonalen Fachstellen, zahlreichen Mitarbeitenden und KooperationspartnerInnen für die lösungsorientierte Zusammenarbeit.

⁴ Wüpper D., Roleff N., Finger, R. 2020. Does it matter who advises farmers? Pest management choices with public and private extension. Food Policy, im Druck.

6 Veröffentlichungen⁵

6.1 Referierte wissenschaftliche Publikationen

- Amiresmaeili N., Romeis J., **Collatz J.** 2020. Cold tolerance of the drosophila pupal parasitoid *Trichopria drosophilae*. *Journal of Insect Physiology* 125, 104087.
- Boycheva-Woltering S., Romeis J., **Collatz J.** 2019. Influence of the rearing host on biological parameters of *Trichopria drosophilae*, a potential biological control agent of *Drosophila suzukii*. *Insects* 10, 183.
- Cahenzli F.**, Bühlmann I., **Daniel C.**, Fahrenttrapp J. 2018. The distance between forests and crops affects the abundance of *Drosophila suzukii* during fruit ripening, but not during harvest. *Environmental Entomology* 47, 1274-1279.
- Cahenzli F.**, Strack T., **Daniel C.** 2018. Screening of 25 different natural crop protection products against *Drosophila suzukii*. *Journal of Applied Entomology* 142, 563-577.
- Haye T., Girod P., Cuthbertson A.G.S., Wang X.G., Daane K.M., Hoelmer K.A., **Baroffio C.**, Zhang J.P., Desneux N. 2016. Current SWD IPM tactics and their practical implementation in fruit crops across different regions around the world. *Journal of Pest Science* 89, 643-651.
- Hennig E.I.**, **Mazzi D.** 2018. Spotted wing drosophila in sweet cherry orchards in relation to forest characteristics, bycatch, and resource availability. *Insects* 9, 118.
- Knapp L., **Mazzi D.**, Finger R. 2019. Management strategies against *Drosophila suzukii*: Insights into Swiss grape growers' choices. *Pest Management Science* 75, 2820-2829.¹
- Knapp L., **Mazzi D.**, Finger R. 2021. The economic impact of *Drosophila suzukii*: perceived costs and revenue losses of Swiss cherry, plum and grape growers. *Pest Management Science* 77, 978-1000.¹
- Knoll V., Ellenbroek T., Romeis J., **Collatz J.** 2017. Seasonal and regional presence of hymenopteran parasitoids of *Drosophila* in Switzerland and their ability to parasitize the invasive *Drosophila suzukii*. *Scientific Reports* 7, 40697.
- Linder C., Rösti J., Lorenzini F., Deneulin P., Badertscher R., **Kehrli P.** 2020. Efficacy of kaolin treatments against *Drosophila suzukii* and their impact on the composition and taste of processed wines. *Vitis* 59, 49-52.
- Mazzi D.**, Bravin E., Meraner M., Finger R., **Kuske S.** 2017. Economic impact of the introduction and establishment of *Drosophila suzukii* on sweet cherry production in Switzerland. *Insects* 8, 18.
- Trivellone V., Meier M., **Cara C.**, Pollini Paltrinieri L., Gugerli F., Moretti M., **Wolf S.**, **Collatz J.** 2020. Multiscale determinants drive parasitization of Drosophilidae by hymenopteran parasitoids in agricultural landscapes. *Insects* 11, 334.¹
- Wolf S.**, Zeisler C., Sint D., Romeis J., Traugott M., **Collatz J.** 2018. A simple and cost-effective molecular method to track predation on *Drosophila suzukii* in the field. *Journal of Pest Science* 91, 927-935.
- Wolf S.**, Baur H., **Collatz J.** 2019. Life history of *Vrestovia fidenas*, a potential control agent of *Drosophila suzukii*. *BioControl* 64, 263-275.
- Wolf S.**, Boycheva-Woltering S., Romeis J., **Collatz J.** 2020. *Trichopria drosophilae* parasitizes *Drosophila suzukii* in seven common non-crop fruits. *Journal of Pest Science* 93, 627-638.
- Wolf S.**, Barmettler E., Eisenring M., Romeis J., **Collatz J.** 2021. Host searching and host preference of resident pupal parasitoids of *Drosophila suzukii* in the invaded regions. *Pest Management Science* 77, 243-252.

⁵ In den Autorenschaften sind die Namen der Modulleitenden und der über Task Force Mittel finanzierten Mitarbeitenden hervorgehoben. Die mit ¹ gekennzeichneten Artikel entstanden aus der Zusammenarbeit der Mitarbeitenden der Task Force Kirschessigfliege mit den über Reservemittel unterstützten externen Partnern.

6.2 Nicht-referierte wissenschaftlich-technische Publikationen⁶

- Baroffio C., Kuonen F.,** Marazzi C., Wieland S. 2017. KEF-Bekämpfung: Wirksamkeit von Fallen, Lockstoffen und Netzen. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (14), 8-9.²
- Baumann A.-M., Breuer M., Doye E., **Mazzi D.** 2015. Kirschessigfliegen-Forschung. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 151 (9), 12-14.
- Bravin E., **Gremminger F., Eder R., Mazzi D., Kuske S.** 2016. Kirschessigfliege: Strategien, Befall und Schäden im Steinobst. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 152 (14), 8-11.
- Brinkmann N., Leumann M., Schouwey E., Hallauer M., **Kehrli P.** 2018. Das Hallauer KEF-Projekt. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 154 (19), 4-7.¹
- Cahenzli F., Daniel C.** 2016. Trapping of *Drosophila suzukii*. Proceedings of the 17th International Conference on Organic Fruit-Growing, Hohenheim, Germany, 220-223.
- Collatz J.,** Knoll V. 2017. Einheimische Schlupfwespen als Gegenspieler der Kirschessigfliege. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (15), 4-6.²
- Dekumbis V., Minguely C., Bouraoui D.,** Huber B., Kopp M., Marazzi C., Werdenberg C., Thoss H., Perret M., Müller M., Ançay A., **Baroffio C., Christ B.** 2020. Technischer Leitfaden für die Bekämpfung von *Drosophila suzukii* in Beerenkulturen. Agroscope Transfer 357, 1-19.
- Dekumbis V., Minguely C.,** van der Poel J., **Bouraoui D.,** Tanadini L., Kopp C., Ançay A., **Christ B.** 2020. Wirksamkeit von Kalk bei der Bekämpfung von *Drosophila suzukii* in Herbsthimbeeren. Agroscope Transfer 342, 1-4.
- Dorsaz M.,** Fischer S. 2017. Alternative zur chemischen KEF-Bekämpfung: zum Beispiel Kalk. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (14), 16-17.²
- Gugerli F., Moretti M., Graf R., Maier M., **Cara C., Collatz J.,** Trivellone V. 2019. Genetische Vielfalt von *Trichopria drosophilae*, einem Feind der Kirschessigfliege. Agrarforschung Schweiz 10, 396-401.¹
- Heiri M., Perrino M., Petignat-Keller S., **Kuske S.** 2016. Kirschessigfliege – erste Erfahrungen in der Brenneri. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 152 (11), 8-11.
- Hennig E.I., Kuske S., Mazzi D.** 2017. Bedeutung von Vegetationsstrukturen für die Ausbreitung der Kirschessigfliege. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (15), 10-13.²
- Kaiser L., Gossin D., Gasser F., **Kuske S.** 2015. Kirschessigfliege – Auswirkung der Kühllagerung bei Zwetschgen. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 151 (13), 10-12.
- Kehrli P.,** Linder C., **Cahenzli F., Daniel C.** 2017. Grosse Unterschiede in der KEF-Anfälligkeit von Rebsorten. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (14), 10-12.²
- Kehrli P.,** Cruchon Y., **Stäheli N., Cara C.,** Linder C. 2017. *Drosophila suzukii*: un ravageur principal du vignoble? Revue suisse de viticulture, arboriculture, horticulture 49 (1), 67-69.
- Kehrli P.,** Linder C. 2018. *Drosophila suzukii*: Sensibilité des cépages et lutte. Revue des Œnologues 45 (168), 9-12.
- Kuonen F.** 2017. Nationales KEF-Monitoring. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (14), 6-9.²
- Kuske S.,** Kaiser L., Razavi E., Fataar S., Schwizer T., Mühlentz I., **Mazzi D.** 2015. Netze gegen die Kirschessigfliege. Obstbau 4, 238-242.
- Kuske S.,** Kaiser L., Wichura A., Weber R.W.S. 2016. Integrierte Bekämpfung der Kirschessigfliege. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 152 (9), 8-11.
- Linder C., **Stäheli N., Kehrli P.,** Siegfried W., Leumann M., Morisod T., Droz P. 2017. Netze gegen die Kirschessigfliege im Rebbau. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (15), 7-9.^{1,2}
- Linder C., **Stäheli N.,** Leumann M., Siegfried W., **Kehrli P.** 2018. Physical barriers against *Drosophila suzukii* in viticulture. IOBC/WPRS Bulletin 139, 35-39.¹

⁶ Die mit ² gekennzeichneten Artikel erschienen in zwei Spezialausgaben der „Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau“.

- Linder C., **Kehrli P.**, Rösti J., Lorenzini F., Badertscher R., Deneulin P. 2020. Kaolin im Rebbau. Schweizer Zeitschrift für Obst und Weinbau 156 (10), 10-12.
- Mazzi D.**, Fataar S., Kaiser L., Razavi E., **Kuske S.** 2016. Fighting the threat from spotted wing drosophila in Swiss stone fruits: where from and where to from there. IOBC/WPRS Bulletin 112, 9-12.
- Mazzi D.** 2019. La drosophila del ciliegio, *Drosophila suzukii*: un minuscolo moscerino minaccia la produzione frutticola. TreTerre 73, 39-41.
- McGeary M., **Kehrli P.** 2018. Vineyard practices to strengthen grape skin thickness to limit *Drosophila suzukii* infestation. IOBC/WPRS Bulletin 139, 73-78.
- Schierscher J., Wirth A., **Stäheli N.**, **Kehrli P.** 2017. Rebschutznetze gegen die Kirschessigfliege. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (13), 4-7.
- Stäheli N.**, **Wullschleger G.** 2017. Alternative KEF-Bekämpfung bei Kirschen. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 153 (24), 8-11.
- Stäheli N.**, **Wullschleger G.** 2018. Alternative Bekämpfung mit Kaolin und Löschkalk. Besseres Obst 6, 4-7
- Stäheli N.** 2020. Kirschessigfliege im Steinobst. UFA Revue 5, 36-38.
- Strack T., **Cahenzli F.**, **Daniel C.** 2018. *Drosophila suzukii* control using kaolin, lime and rock dusts. In: Kienzle J. et al. (Eds.) Proceedings to the 18th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing, Hohenheim, Germany, 265-267.
- Strack T., **Cahenzli F.**, **Daniel C.** 2018. Kaolin, lime and rock dusts to control *Drosophila suzukii*. Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie 21, 123-124.
- Vonlanthen O.**, **Kehrli P.**, Ruffner H.P. 2016. Sommer- und Winterformen von *Drosophila suzukii*. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 152 (1), 6-9.
- Wullschleger G.**, **Stäheli N.**, **Kehrli P.**, Jüstrich H. 2018. Praxisversuche mit Kaolin. Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau 154 (16), 10-12.

6.3 Merkblätter⁷

- Baroffio C., Dorsaz M., Kuonen F.** 2018. Bekämpfung von *Drosophila suzukii* mit Löschkalk. Agroscope Merkblatt 69.
- Daniel C., Cahenzli F.** 2018. Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* - Regulierungsempfehlungen für den Bioanbau 2018. Merkblatt/Empfehlungen, FiBL.
- Daniel C., Cahenzli F., Stöckli S.** 2018. Mit Kaolin gegen die Kirschessigfliege im Weinbau. Merkblatt/Empfehlungen, FiBL.
- Christ B., Dekumbis V., Minguely C., Mazzi D., Thoss H.** 2019. Massnahmen zur Bekämpfung der Kirschessigfliege in Familiengärten. Agroscope Merkblatt 95.
- Kehrli P., Linder C.** 2019. Empfehlungen *Drosophila suzukii* im Rebbau. Agroscope Merkblatt 101.
- Kuonen F., Baroffio C., Stöckli S.** 2016. *Drosophila suzukii* – Partielles Auszählen bei grossen Fangzahlen in Monitoringfallen. Agroscope Merkblatt 46.
- Stäheli N., Egger B., Kehrli P., Mazzi D., Linder C.** 2020. Bekämpfungsstrategie gegen *Drosophila suzukii* in Steinobstkulturen. Agroscope Merkblatt 114.
- Stäheli N., Egger B., Mazzi D., Kehrli P., Linder C.** 2020. Bekämpfungsstrategien gegen *Drosophila suzukii* im Feldobstbau. Agroscope Merkblatt 113.
- Task Force *Drosophila suzukii*** 2016. *Drosophila suzukii*: Information für den Grosshandel. Agroscope Merkblatt 35.
- Task Force *Drosophila suzukii*** 2020. Strategie zur Bekämpfung von *Drosophila suzukii* in Beerenkulturen. Agroscope Merkblatt 111.
- Task Force *Drosophila suzukii*** 2020. Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* – Identifikation. Agroscope Merkblatt 125.

⁷ Alle Merkblätter sind auf Deutsch und Französisch vorhanden. Für die Merkblätter zu den sektorspezifischen Bekämpfungsstrategien steht jeweils auch eine Italienische Übersetzung zur Verfügung.