



## Technischer Leitfaden für die Bekämpfung von *Drosophila suzukii* in Beerenkulturen

### Autoren-innen

Virginie Dekumbis, Camille Minguely, Dalinda Bouraoui, Benno Huber,  
Max Kopp, Cristina Marazzi, Carole Werdenberg, Hagen Thoss,  
Maxime Perret, Matthias Müller, André Ançay, Catherine Baroffio und  
Bastien Christ



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

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



## Impressum

Herausgeber :	Agroscope Route des Éterpys 18, 1964 Conthey <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Auskünfte :	<a href="mailto:bastien.christ@agroscope.admin.ch">bastien.christ@agroscope.admin.ch</a>
Redaktion :	Virginie Dekumbis, Camille Minguely, Dalinda Bouraoui, Benno Huber, Max Kopp, Cristina Marazzi, Carole Werdenberg, Hagen Thoss, Maxime Perret, Matthias Müller, André Ançay, Catherine Baroffio und Bastien Christ
Fotos :	P. Richoz, B. Christ, V. Dekumbis, D. Bouraoui, H. Thoss, C. Baroffio, C. Parodi
Download:	<a href="http://www.agroscope.ch/transfer/fr">www.agroscope.ch/transfer/fr</a>
ISSN:	2296-7222
DOI:	<a href="https://doi.org/10.34776/at357g">https://doi.org/10.34776/at357g</a>
Copyright:	© Agroscope 2020

## Inhaltsverzeichnis

Problematik	4
Beschreibung der Schäden an Beeren	5
Identifikation der Adulttiere	6
Lebenszyklus	7
Entwicklung der Populationen und Beobachtung auf gesamtschweizerischer Ebene	8
Wirtspflanzen	9
Zusammenfassung der integrierten Bekämpfung	10
Monitoring	11
Überwachungsfallen	11
Massnahmen zur Fernhaltung (Netze)	12
Anbaumassnahmen	13
Ernteintervalle und Umgang mit Ernterückständen	13
Anwendung von Löschkalk $\text{Ca(OH)}_2$	14
Direkte Bekämpfungsmassnahmen	15
Massnahmen bei geernteten Früchten	15
Massnahmen in Entwicklung	16
Nützliche Links	18
Referenzen	19

## Problematik

Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*, KEF) gehört zur Familie der Taufliegen (*Drosophilidae*) und ist ein bedeutender Schädling von Beeren- und Steinobstkulturen. Sie stammt aus Asien und tritt in der Schweiz seit Anfang der 2010er-Jahre auf. Hier verursacht sie in allen Anbauregionen bedeutende Schäden.

In diesem Leitfaden sind die Bekämpfungsmassnahmen gegen die KEF in den verschiedenen Beerenkulturen zusammengefasst, wobei klar unterschieden wird zwischen Ansätzen, deren Wirksamkeit wissenschaftlich nachgewiesen ist, und Ansätzen die noch geprüft werden. Die Bekämpfung der KEF beruht auf der Kombination mehrerer Massnahmen, die mit erheblichen Kosten für die Produzenten verbunden sind. Gemäss einer in Norditalien durchgeführten Studie verursacht die KEF bei den wichtigsten Beerenkulturen wirtschaftliche Einbussen in der Höhe von durchschnittlich 13 % und durch eine integrierte Strategie können diese Einkommenseinbussen auf 7 % reduziert werden (De Rose *et al.* 2015).

## Eigenschaften, die die KEF zu einem gefürchteten Schädling machen

### Gut entwickelter Ovipositor ermöglicht die Eiablage in gesunde Früchte

Im Gegensatz zu anderen Taufliegenarten verfügt das KEF-Weibchen über einen grösseren, sägeartig gezähnten Ovipositor (Eiablageapparat), mit dem es die Eier in gesunde reifende oder reife Früchte legen kann.

### Breites Spektrum an Wirtspflanzen (Kultur- und Wildpflanzen)

Die KEF ist ein sehr mobiler und polyphager Schädling, der zahlreiche Kultur- und Wildpflanzen befallen kann. Durch dieses breite Spektrum an Wirtspflanzen kann er sich während des ganzen Jahres fortpflanzen.

### Schneller Lebenszyklus

Die Weibchen beginnen 1 bis 4 Tage nach dem Schlüpfen mit der Eiablage, falls die Paarung bereits stattgefunden hat. Sie legen pro Frucht durchschnittlich 1 bis 3 Eier und 7 bis 16 Eier pro Tag. Die Dauer des vollständigen Lebenszyklus hängt hauptsächlich von der Temperatur ab und liegt zwischen 8 und 25 Tagen. Ein KEF-Weibchen kann in seinem Leben mehr als 300 Eier legen.

### Schutz der Eier und Larven vor Kontaktinsektiziden

Die KEF-Larven entwickeln sich im Inneren der Früchte und sind dadurch geschützt vor Kontaktinsektiziden.



Ein KEF-Adulttier auf einer Himbeere

## Beschreibung der Schäden an Beeren

Dank des gezähnten Ovipositors, der die intakte Beerenhaut durchdringt, kann die KEF die Eier in gesunde Früchte legen.

Die Eier sind von bloßem Auge kaum sichtbar. Mit einer Vergrößerung (mindestens 10x) ist es möglich, die beiden weissen Atmungsfäden zu erkennen, die aus der Eiablagestelle ragen.

Nach dem Schlüpfen entwickeln sich die Larven im Inneren der Früchte und ernähren sich vom Fruchtfleisch. Dabei werden die Früchte (z.B. Brombeeren und Himbeeren) schnell weich und matschig. Bei Früchten mit einer festeren Haut wie Heidelbeeren tritt bei leichtem Druck an der Eiablagestelle ein Tropfen aus. Die Schäden sind bei Himbeeren und Brombeeren schneller sichtbar (2 Tage) als bei Erdbeeren und Heidelbeeren (3 Tage). Diese Schäden bieten günstige Bedingungen für das Eindringen und die Entwicklung von Pilzen und Bakterien, durch die die Früchte noch schneller verderben.

**Himbeeren**



Früchte der Himbeere und Brombeere, in die KEF Eier gelegt hat, werden matt und kollabieren, fallen in sich zusammen. Die Atmungsfäden der Eier (weisse Dreiecke) sind mit einer Lupe sichtbar.

**Brombeeren**

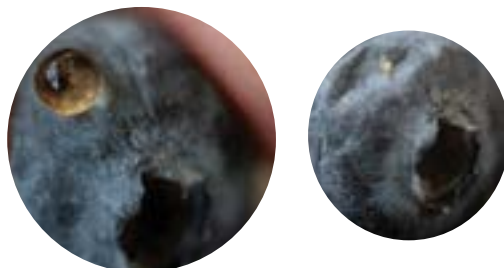


**Erdbeeren**



Befallene Früchte werden 3 Tage nach der Eiablage weich und matschig und die Nüsschen (Samen) werden dunkler.

**Heidelbeeren**



Bei Heidelbeeren sind die Atmungsanhänge der Eier manchmal von bloßem Auge sichtbar. Durch leichten Druck auf die Früchte erscheint ein Safttropfen bei der Eiablagestelle. Nach 3 Tagen wird die Frucht weich und fällt zu Boden.

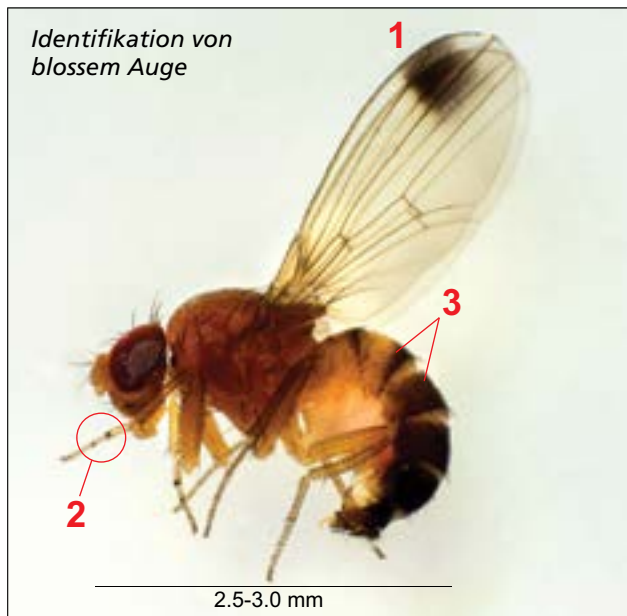
## Identifikation der Adulttiere

### Spezifische morphologische Merkmale der adulten Kirschessigfliegen

Die Kirschessigfliege gehört zur Familie der Taufliegen (Diptera: Drosophilidae). Ihre Augen sind rötlich und der Körper gelb-braun mit durchgehenden braunen Streifen auf dem Hinterleib. Ihre Grösse liegt zwischen 2,5 und 3,5 mm, wobei die Weibchen im Allgemeinen etwas grösser sind als die Männchen. Die einzelnen Männchen oder Weibchen der KEF können sich in der Grösse stark unterscheiden.

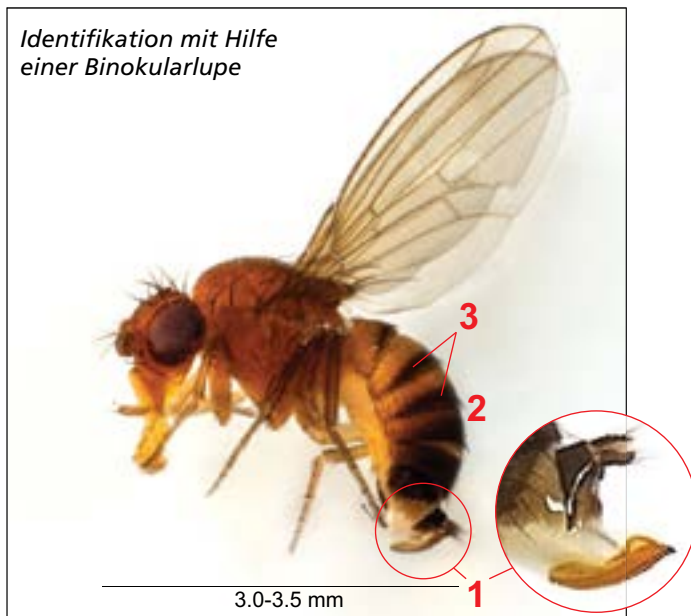
Der Ovipositor (Eiablageapparat) des Weibchens ist viel besser entwickelt als bei den meisten anderen Taufliegenarten und er ist gezähnt.

Männchen ♂



1. Ein schwarzer Fleck auf jedem Flügel
2. Zwei schwarze Streifen auf dem vordersten Beinpaar
3. Durchgehende Streifen auf dem Hinterleib

Weibchen ♀



1. Ovipositor gezähnt und gross im Vergleich zur Körpergrösse des Insekts
2. Abgerundeter Hinterleib
3. Durchgehende Streifen auf dem Hinterleib

### Mögliche Verwechslung

Die Kirschessigfliege kann mit anderen Fliegenarten verwechselt werden. Es ist deshalb wichtig, auf die oben beschriebenen spezifischen Merkmale zu achten. In den untenstehenden Bildern sind Beispiel anderer Fliegenarten dargestellt.

Unterbrochene

Streifen auf Hinterleib

Ovipositor im Vergleich zur Körpergrösse kleiner und nicht gezähnt

Anderer Zweiflügler mit Flecken auf den Flügeln



# Lebenszyklus

## Adulttiere

Die Merkmale der adulten Kirschessigfliegen sind auf der vorhergehenden Seite beschrieben. Die Dauer des Entwicklungszyklus, die Anzahl abgelegter Eier und die Lebensdauer sind temperaturabhängig. Das adulte KEF-Weibchen wird 4 bis 13 Wochen alt.

Es kann bereits 1 bis 4 Tage nach dem Schlüpfen mit der Eiablage von bis zu 16 Eiern pro Tag beginnen und legt insgesamt manchmal mehr als 300 Eier in seinem Leben.

## Überleben im Winter

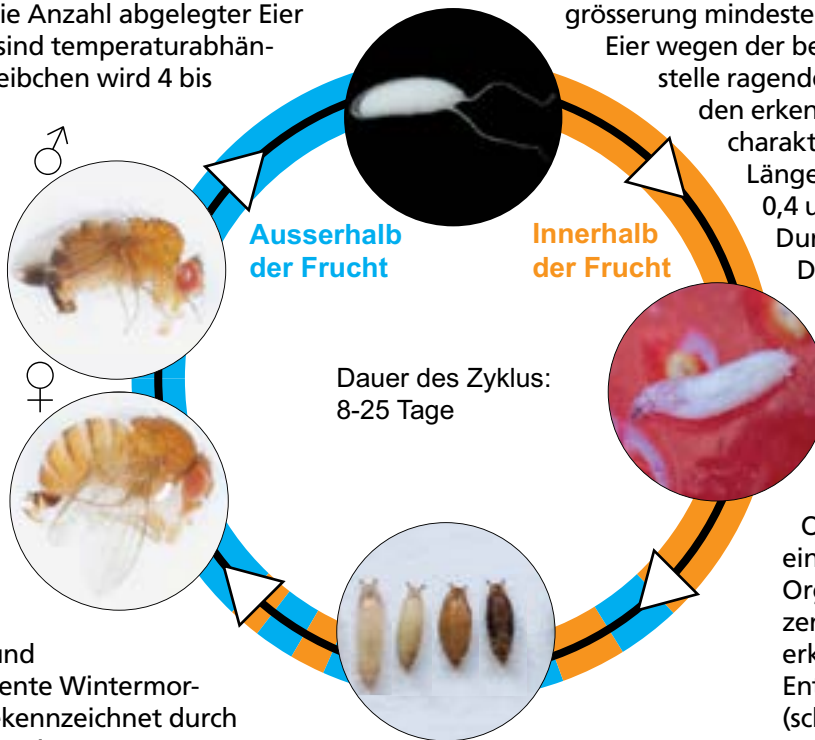
Die Adulttiere weisen eine phänotypische Plastizität auf und bilden eine kälteresistente Wintermorphie. Diese Form ist gekennzeichnet durch eine dunklere Färbung, einen grösseren Körper und längere Flügel als die Sommerform. Je nach Kälte und Klima tritt die KEF im Winter in den Zustand der Dormanz. Dabei wird die Entwicklung vorübergehend verlangsamt oder ganz gestoppt. Durch den so begrenzten Energieverlust kann die Lebensdauer auf bis zu 200 Tage ausgedehnt werden. Im Frühling werden die Weibchen ab 10°C aktiv, wandern aber erst bei Beginn des Farbwechsels der Früchte in die Kulturen ein.



## Eier

Wegen der geringen Grösse sind die Eier schwer zu entdecken. Mit Hilfe einer kleinen Lupe (Vergrößerung mindestens 10x) lassen sich die Eier wegen der beiden, aus der Eiablagestelle ragenden weissen Atmungsfäden erkennen, die für diese Art charakteristisch sind. Die Länge der Eier liegt zwischen 0,4 und 0,6 mm und der Durchmesser bei 0,2 mm. Dieses Stadium dauert zwischen 24 und 48h.

Dauer des Zyklus:  
8-25 Tage



## Larven

Die KEF-Larven sind weisse, durchscheinende Maden, durch deren Oberfläche sich mit einer Lupe die inneren Organe und die schwarzen Mundwerkzeuge erkennen lassen. Die Entwicklung umfasst 3 (schwer unterscheidbare) Larvenstadien. Die Larven erreichen eine Länge von 5,5 mm und ein Durchmesser von 0,8 mm. Die Larven ernähren sich vom Fruchtfleisch und erreichen das nächste Stadium in 5 bis 7 Tagen. Die Farbe kann je nach Frucht, in der sie sich entwickelt, variieren.

## Puppen

Die Puppen sind spindelförmig und von rötlich-brauner Farbe, die im Laufe der Entwicklung dunkler wird. Sie tragen zwei kleine Hörnchen mit fingerartigen Fortsätzen. Sie sind etwa 3,5 mm lang und haben einen Durchmesser von 1,2 mm. Meist befinden sie sich in oder auf den befallenen Früchten, sie können aber auch im Boden eingegraben sein. Das Puppenstadium dauert etwa 6 Tage.

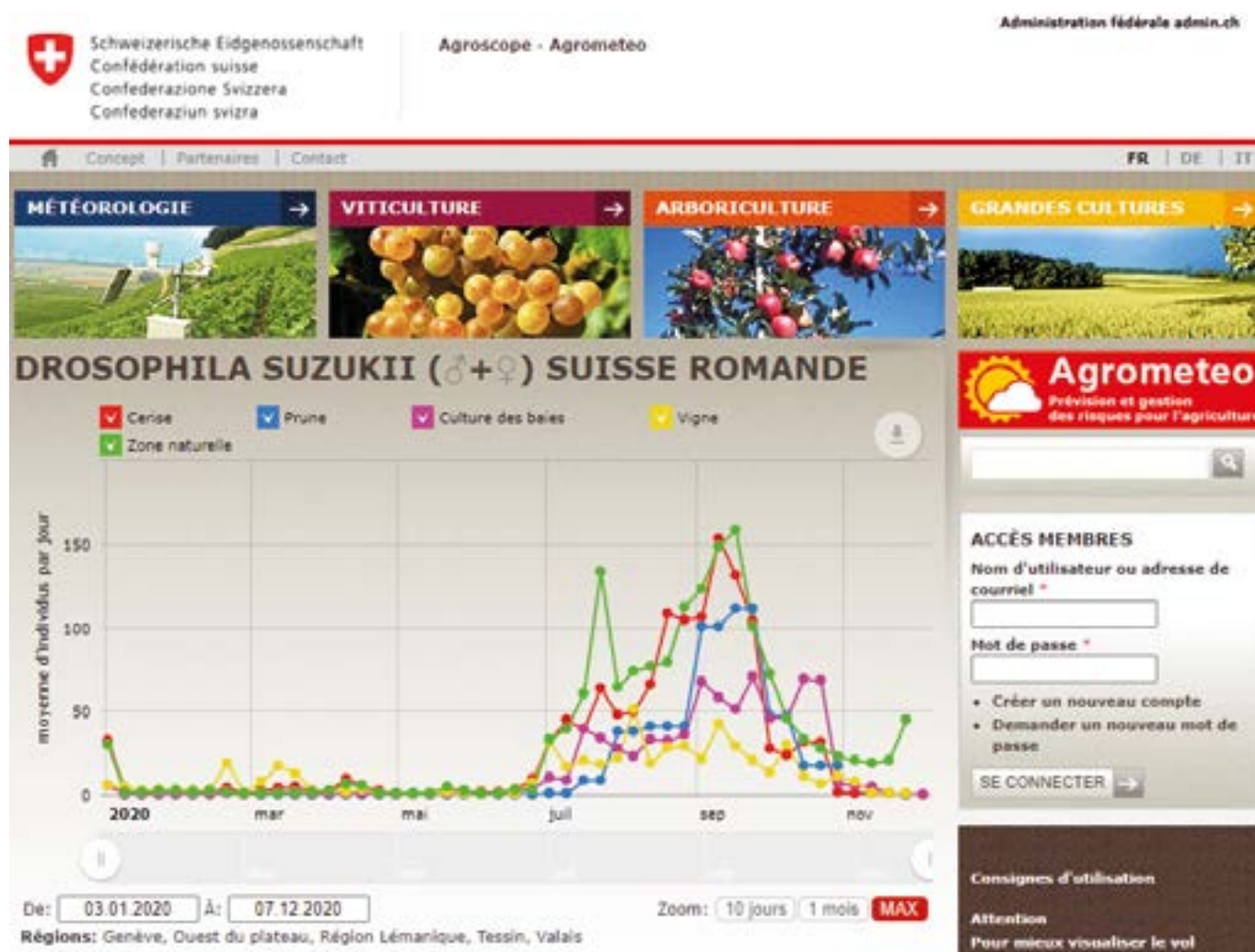
## Entwicklung der Populationen und Beobachtung auf gesamtschweizerischer Ebene

Die Aktivität der adulten KEF wird begünstigt durch mittlere Temperaturen (Optimum 23°C) und eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit (Optimum 70-80 %). Die KEF kann jedoch die Aktivitätsphase während des Tages bei ungünstigen klimatischen Bedingungen anpassen.

Im Allgemeinen ist die Populationsgrösse im Frühling klein und sie beginnt ab Juni stetig zu wachsen. Die Populationsspitze wird Anfang Herbst erreicht. In diesem Zeitraum treten die Wintermorphen auf, die gegenüber Kälte widerstandsfähiger sind. Das Überleben bei tieferen Temperaturen während des Winters wird auch stark beeinflusst durch eine Verhaltensstrategie, bei der die Fliegen witterungsgeschützte Bereiche aufsuchen. Dadurch werden in dieser Zeit in geeigneten, geschützten Lagen am meisten Individuen gefangen.

In der Schweiz wird die Kirschesigfliege seit 2012 landesweit überwacht. In Zusammenarbeit mit den kantonalen Pflanzenschutzdiensten werden im ganzen Land Fallen verteilt und in regelmässigen Intervallen kontrolliert.

Ziel dieses gesamtschweizerischen Monitorings ist es, die Entwicklung der Populationen des Schädlings in verschiedenen Kulturen und Regionen der Schweiz zu überwachen. Dadurch können ausserdem Daten zur Analyse der Populationsdynamik gesammelt werden, mit denen ein Prognosemodell entwickelt werden kann. Die Fangergebnisse der Fallen werden regelmässig auf der Plattform <http://www.agrometeo.ch/> erfasst.





## Wirtspflanzen

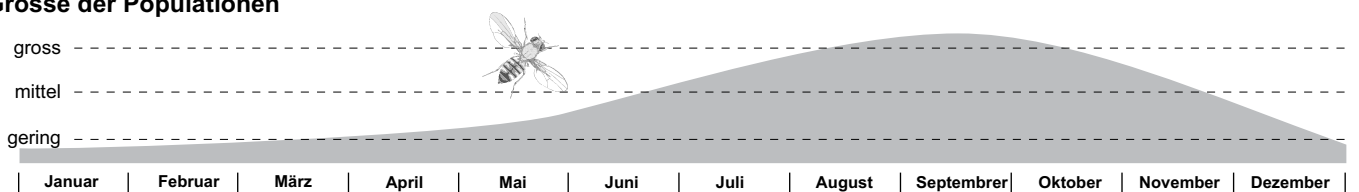
Die KEF hat eine ausgeprägte Vorliebe für rote Beeren mit feiner und zarter Epidermis (Fruchthaut). Sie kann aber auch Steinobst und zahlreiche Wild- und Zierpflanzen befallen. In der Schweiz können mehr als 90 Pflanzenarten durch die KEF befallen werden.

Da die Früchte der verschiedenen Wirtspflanzen über das ganze Jahr verteilt reifen, folgen sich viele Generationen lückenlos und die Populationen können stark zunehmen. Es lassen sich folgende Trends beobachten:

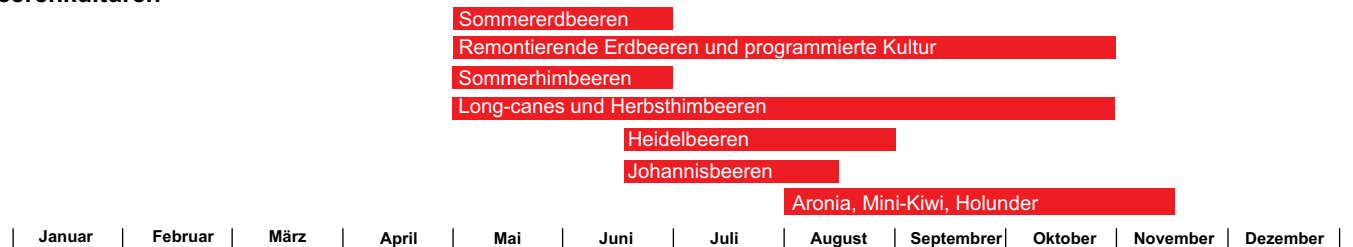
- Einige Pflanzenarten ermöglichen eine Reproduktion bis Ende Winter.
- Im Frühling gibt es wenige Arten mit reifen Früchten aber viele blühende Arten, deren Nektar der KEF als Nahrung dient und die ihr Überleben sicherstellen.
- Ab dem Monat Juni steigt die Zahl der Arten mit reifenden Früchten bis in den Herbst ständig.

Diese Beobachtungen erklären die im nachstehenden Schema beschriebene saisonale Entwicklung der KEF-Populationen.

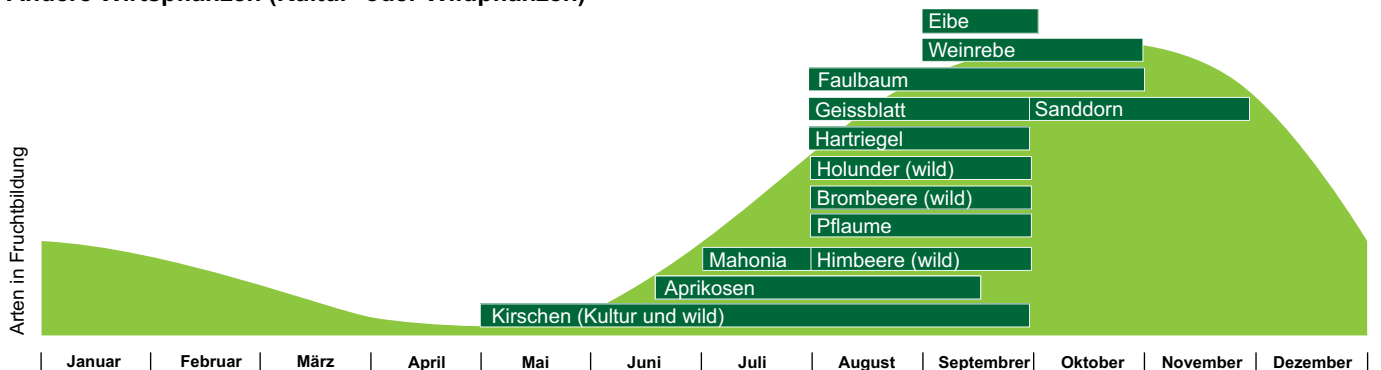
### Grösse der Populationen



### Beerenkulturen

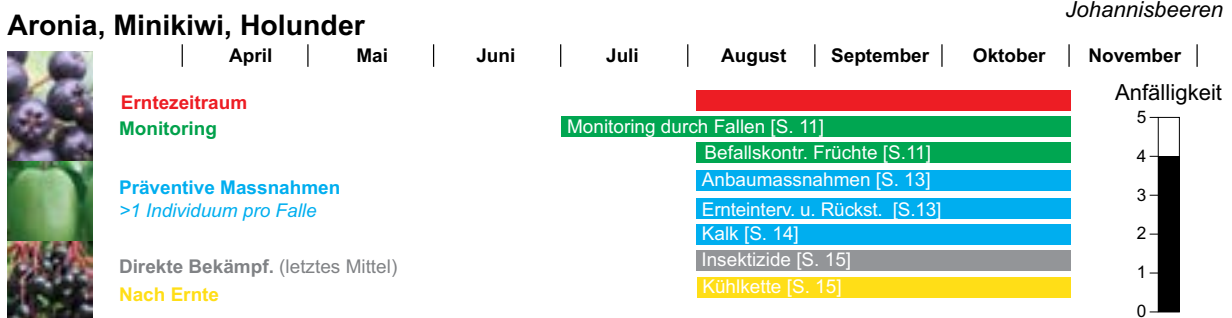
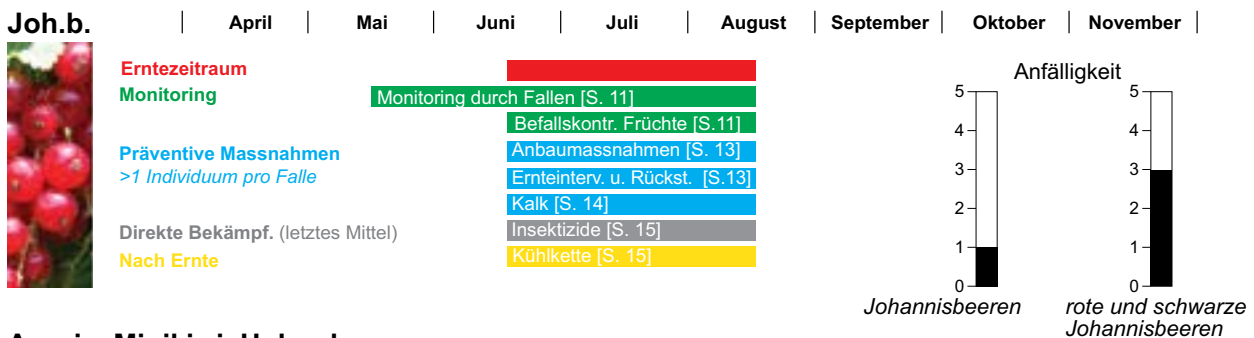
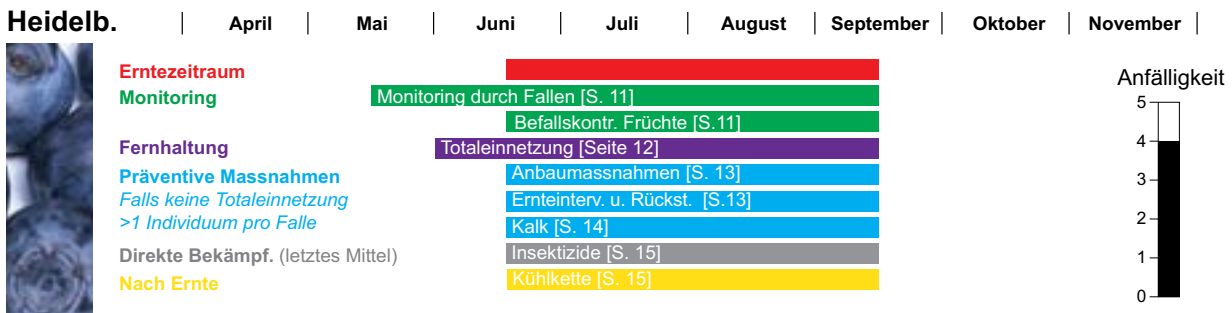
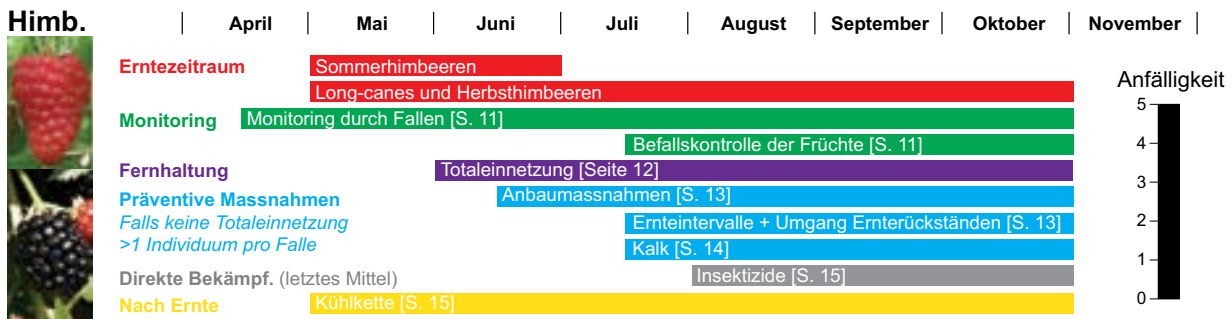
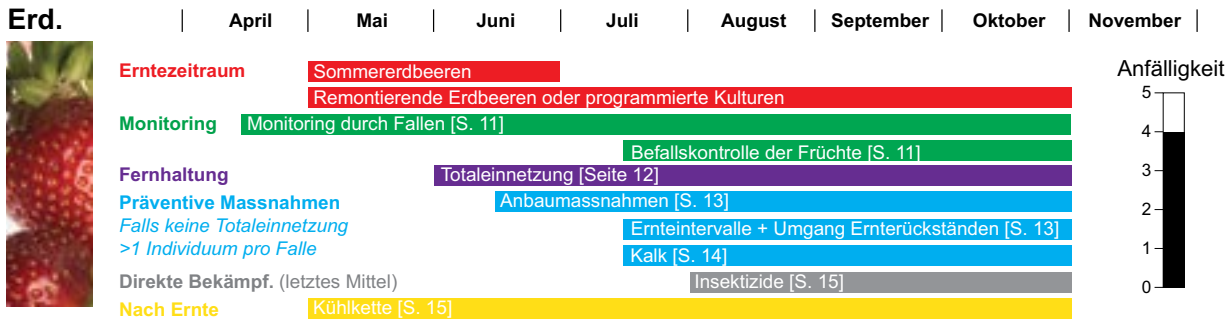
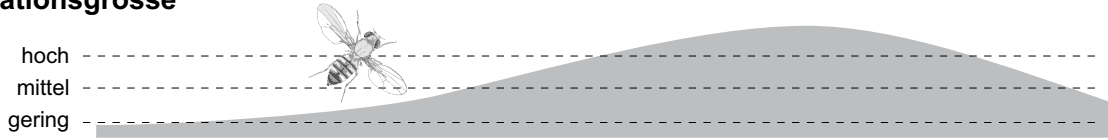


### Andere Wirtspflanzen (Kultur- oder Wildpflanzen)



# Zusammenfassung der integrierten Bekämpfung

## Populationsgrösse



## ● Monitoring

### Überwachungsfallen

Ziel: Die KEF in der Kultur und in der unmittelbaren Umgebung nachweisen

Mit dem nationalen Monitoring können die Populationsgrößen geschätzt werden. Regional bestehen jedoch grosse Unterschiede. Mit dem Monitoring der adulten Insekten, in der Parzelle oder deren Umgebung, können, die gegen die KEF eingesetzten Bekämpfungsmassnahmen, angepasst werden. Es wird deshalb empfohlen, in den Parzellen Überwachungsfallen einzurichten und die Früchte regelmässig auf einen Befall zu kontrollieren. Es lassen sich verschiedene Typen von Fallen und Lockstoffen einsetzen.

Eigenschaften der Fallen:

- Verschliessbarer Kunststoffbehälter 250 bis 750 ml
- 4 bis 6 Löcher mit ca. 3 mm Durchmesser (nicht grösser!)

Es ist möglich, den Lockstoff selber herzustellen. Dazu werden zu je einem Drittel Wein, Essig und Wasser gemischt und einige Tropfen Spülmittel hinzugefügt.

Diese Fallen locken auch andere Taufliiegenarten an. Deshalb muss sorgfältig sichergestellt werden, dass die KEF-Individuen richtig identifiziert werden (siehe Kapitel Identifikation).

Die Überwachungsfallen müssen vor dem Reifen der Früchte in den Kulturen platziert werden, die durch den Schädling gefährdet sind. Sie sollten in geschützten und beschatteten Bereichen auf der Höhe der Früchte angebracht werden. Für einen frühzeitigen Nachweis wird empfohlen, Fallen im Umkreis der Parzelle und/oder in Bäumen und Hecken an den Rändern der Kulturen aufzustellen. Die Fallen sollten wöchentlich kontrolliert werden.

### Kontrolle der Überwachungsfallen

1. Fallen an schattigen, kühlen und feuchten Stellen platzieren
2. Inhalt der Fallen in ein Sieb geben (hier 2 mm bzw. 0,5 mm Maschengrösse)
3. Inhalt des Siebs in einem feineren Sieb mit Wasser spülen und in einen weissen Behälter geben
4. Mit Hilfe von Lupe und Pinzette Kirschessigfliegen herausuchen



### Kontrolle des Befalls der Früchte

Ziel: Einen Befall von Früchten durch KEF nachweisen - den «Schädlingsdruck» einschätzen

Da reife Früchte im Allgemeinen attraktiver als der Lockstoff sind, ist es möglich, dass in den Überwachungsfallen keine KEF gefangen werden, aber Früchte befallen sind. Die Befallskontrolle wird einmal wöchentlich durchgeführt.

Vorgehen:

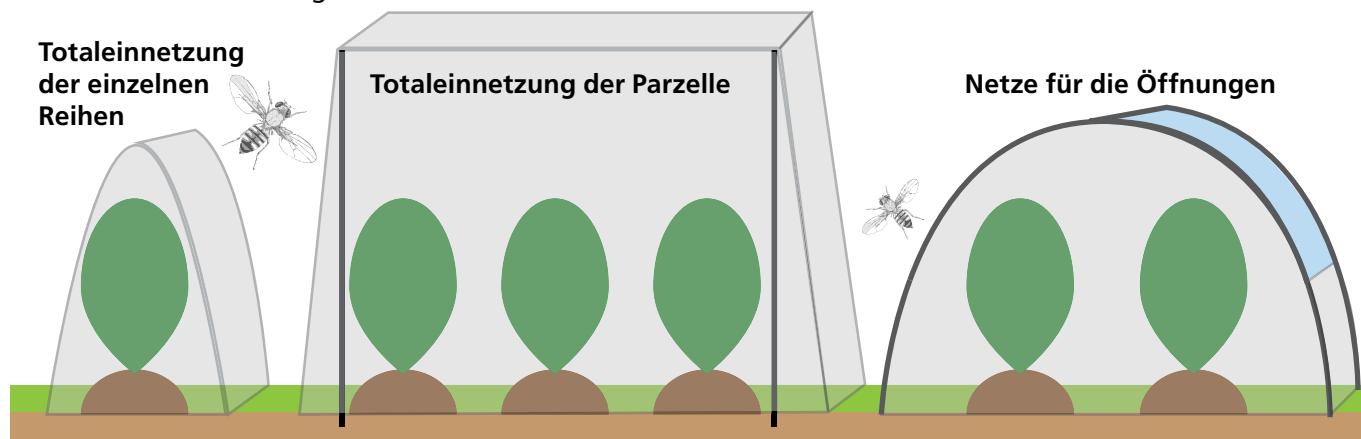
- Auf der ganzen Parzelle eine Stichprobe von 50 Früchten sammeln.
- Genügend Salzlösung (85 Gramm Salz auf 1 Liter Wasser) zubereiten, um die Früchte vollständig einzutauchen.
- Die Früchte in die Salzlösung geben.
- 10 Minuten warten, dann mischen und beobachten, ob Larven die Früchte verlassen (sie treiben normalerweise an der Oberfläche der Lösung).
- Wenn keine Larven sichtbar sind, können die Früchte geöffnet und zerdrückt werden, um das Herauskommen der Larven zu forcieren (Alle Larven haben nach ca. 1 Stunde die Früchte verlassen).

## ● Massnahmen zur Fernhaltung (Netze)

Ziel: Mechanischer Schutz der Kulturen gegen die KEF

**Mögliche Installationen von Netzen gegen die KEF:**

- Totaleinnetzung, Einnetzung der einzelnen Reihen oder ganzer Parzellen mit schirmartiger Abdeckung bzw. Schattennetz oder
- Netze zur Schliessung von Folientunnels oder Gewächshäusern.



Wenn die Netze fachgerecht installiert sind, wird mit dieser Massnahme eine starke Reduktion des KEF-Befalls erreicht, auch wenn die praktischen Aspekte nicht immer einfach zu handhaben sind. Das Anbringen von seitlichen Netzen ohne horizontale Abdeckung bietet keinen ausreichenden Schutz und muss mit anderen Bekämpfungsmassnahmen kombiniert werden. Die zu dieser Massnahme durchgeführten Versuche zeigen, dass die durch die Netze verursachte Reduktion der Lichtintensität und Erhöhung der Temperatur keinen negativen Einfluss auf den Ertrag und die Qualität der Früchte haben.

**Folgende Punkte müssen bei der Einrichtung von Netzen gegen die KEF beachtet werden:**

- Das Netz muss seitlich am Boden befestigt werden.
- Die Maschen sollten nicht verformbar sein und eine Fläche von unter 1.3 mm<sup>2</sup> aufweisen.
- Die Einrichtung erfordert eine grosse Sorgfalt. Wenn KEF in die Parzelle eindringen, können die Schäden höher als bei ungeschützten Parzellen sein. Durch die Einrichtung einer Schleuse am Eingang kann das Risiko vermindert werden.
- Das Mikroklima muss sorgfältig überwacht werden, da das Netz die natürliche Durchlüftung der Kultur behindert.
- Die Netze sind ziemlich früh in der Vegetationsperiode aber nach dem Abblühen einzurichten. Falls die Einnetzung vor der vollständigen Fruchtbildung erfolgt, müssen auf die Kultur abgestimmte Insekten zur Bestäubung eingesetzt werden.
- Unterschiedliche Sätze von Himbeer-Terminkulturen sind allenfalls mit Netzvorhängen abzutrennen.

**Die Netze gegen die KEF sind mit einigen Nachteilen verbunden:**

- Hohe Kosten für die Einrichtung (Himbeeren (Netze auf Tunnel (Enden und Seiten)): 2500CHF / ha / Jahr, Amortisation über 10 Jahre; Heidelbeeren (gesamte Netze auf der Parzelle): 8500CHF / ha / Jahr, Amortisation über 10 Jahre; Beerenkost 2020)
- Einschränkung der Durchlüftung der Kulturen (zur Begrenzung dieses Nachteils können Belüftungssysteme eingerichtet werden)
- Verhinderung des Zugangs von bestäubenden Insekten und Nützlingen
- Erschwerung der Arbeiten an den Kulturen – es sind Vorsichtsmassnahmen bezüglich der Dichtheit der Netze erforderlich
- Notwendigkeit der regelmässigen Kontrolle des Zustands der Netze während der Vegetationsperiode
- Massnahme an sehr windigen Standorten nicht umsetzbar, bzw. zusätzlich ein Windschutz erforderlich.

**Es gibt allerdings auch indirekte Vorteile einer Verwendung von Netzen:**

- Vermindert das Risiko von Sonnenbrand bei den Früchten
- Vermindert die Schäden durch Vögel und bestimmte andere Schädlinge (z.B. Wespen, Wanzen)

## ● Anbaumassnahmen

Ziel: Ungünstige Bedingungen für die Entwicklung der KEF-Populationen schaffen

Die adulten Kirschessigfliegen bevorzugen mittlere Temperaturen und eine hohe Luftfeuchtigkeit. Durch bestimmte Anbaumassnahmen können deshalb ungünstige Bedingungen für die KEF innerhalb der Kultur geschaffen werden, z.B.:

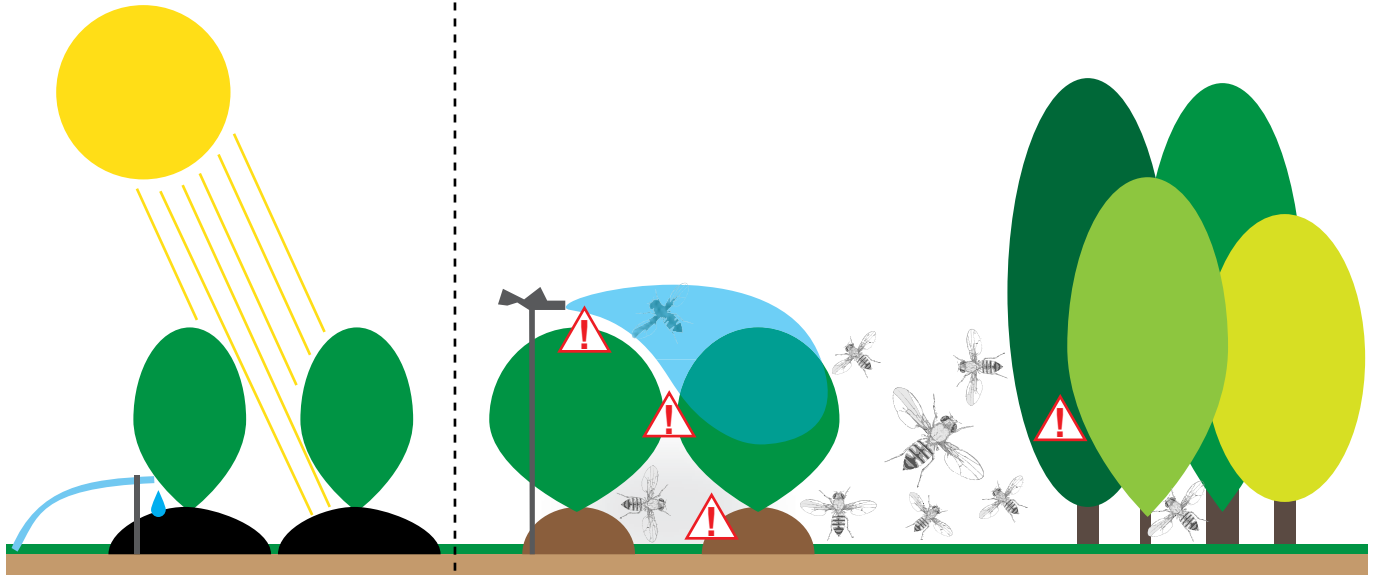
- Blätternvolumen abgestimmt auf die Art und die Führung der Kultur niedrig halten (Grösse, Auslichten, Entlauben), um das Eindringen des Lichts zu begünstigen (Verminderung der Feuchtigkeit und Anstieg der Temperatur). Ein geringeres Blattvolumen ermöglicht ausserdem eine homogenere Anwendung von Pflanzenschutzmitteln.
- Unterhalt der Bereiche zwischen den Reihen (regelmässiger Schnitt der Bodenbedeckung und Unkrautentfernung)
- Beseitigung der Ursachen von stehendem Wasser in den Kulturen (Bewässerungssystem beachten)

### Ungünstig für die KEF

Grösse - Starkes Licht, Tröpfchenbewässerung und Bodenbedeckung

### Günstig für die KEF

Dichte Vegetation, Feuchtigkeit, Sprühbewässerung, Lecks des Bewässerungssystems, Schatten und Nähe von wilden Wirtspflanzen



## ● Ernteintervalle und Umgang mit Ernterückständen

Ziel: Die Zahl möglicher Brutstätten reduzieren

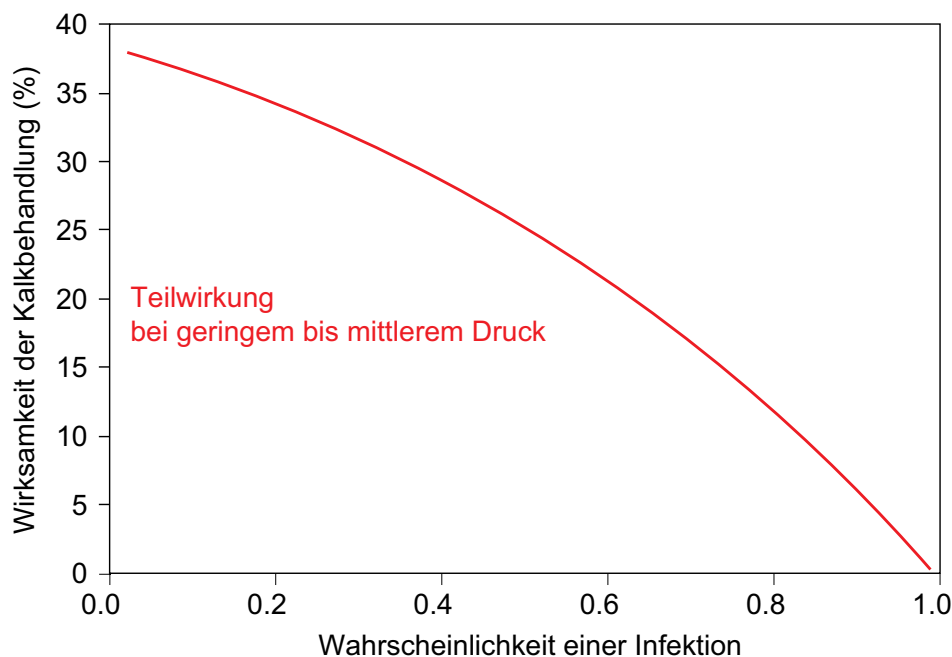
Nicht geerntete reife Früchte sind Brutstätten für die KEF. Deshalb sind folgende Punkte wichtig:

- Die Ernteintervalle möglichst kurz halten. Wichtig ist eine restlose Ernte aller reifen Früchte bei jedem Pflückdurchgang. Durch eine Ernte alle zwei Tage kann die Entwicklung der KEF-Populationen in der Kultur beschränkt und dennoch eine ausreichende Erntegeschwindigkeit erreicht werden.
- Die Kulturen sauber halten und alle verdorbenen, überreifen oder qualitativ unzureichenden Früchte aus der Kultur entfernen. Diese Abfälle müssen korrekt entsorgt werden, d.h. in luftdicht schliessenden Behältern gelagert und später durch Sonnenexposition während 48 Stunden oder durch Gefrieren für mindestens 48 Stunden behandelt werden. Zur Sonnenbestrahlung sind transparente Beutel besser geeignet als durchscheinende Behälter. Es können auch blaue Fässer verwendet werden, um die Früchte fermentieren zu lassen.
- Die Kulturen am Ende der Produktionsphase sorgfältig reinigen (Entfernung möglicherweise befallener alter Stängel).
- Wenn die Kulturen für das Selbstpflücken vorgesehen sind, müssen die ungepflückten Früchte in regelmässigen Abständen vom Pflückpersonal geerntet werden.

## ● Anwendung von Löschkalk $\text{Ca(OH)}_2$

Ziel: Die Attraktivität der Früchte vermindern

Löschkalk ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) reduziert die Eiablage der KEF bei Himbeeren signifikant. In einem 2019 von Agroscope in Zusammenarbeit mit 10 Produzenten durchgeführten Versuch konnte die Teilwirkung einer wöchentlichen Kalk-Behandlung nachgewiesen werden (Agroscope, Swiss Berry Note 23). Die Ergebnisse zeigen, dass mit einer Kalkbehandlung der prozentuale Anteil infizierter Früchte und die durchschnittliche Anzahl Larven pro Frucht bei mittlerem Schädlingsdruck durch die KEF signifikant gesenkt werden kann. Auf der Grundlage dieser Ergebnisse bei Himbeeren empfehlen wir die Anwendung von Löschkalk bei allen Beerenkulturen.



*Ergebnisse der Gesamtanalyse auf der Basis der kombinierten Daten aller Produzenten. Das statistische Modell zeigt, dass die Wirksamkeit (vertikale Achse) mit zunehmendem KEF-Druck (horizontale Achse - Wahrscheinlichkeit, dass eine Frucht in einer nicht mit Kalk behandelten Kultur befallen ist (0 ≈ Befallsrate von 0%; 1 ≈ Befallsrate von 100%)) abnimmt.*

### Empfehlungen für die Anwendung von Kalk:

- Für die Dosierung sind die Angaben der Hersteller der zugelassenen Produkte zu beachten.
- Den Kalk in den mit kaltem Wasser gefüllten Behälter geben (je wärmer das Wasser, desto schlechter löst sich der Kalk). Die Lösung gut umrühren.
- Volumen der Brühe: 400-600 l/ha (auf das Volumen der Vegetation abstimmen).
- Keine Injektordüsen verwenden.
- Nicht mit anderen Insektiziden, Fungiziden oder Blattdüngern mischen.
- Zerstäuber oder Turbo bevorzugen, um Flecken zu vermeiden.
- Anwendungsintervall einhalten.
- Anwendung wöchentlich nach dem Farbwechsel der Früchte oder nach dem Auftreten befallener Früchte.
- Wiederholung der Behandlung im Falle von Regen.
- Massnahmen zum Anwenderschutz unbedingt beachten (Sprühnebel mit pH 11-12!).

## ● Direkte Bekämpfungsmassnahmen

Ziel: Insektizide anwenden, um die Grösse der Populationen vorübergehend zu reduzieren.

Durch die Anwendung von Insektiziden können die von der KEF verursachten Schäden vorübergehend gesenkt werden. Insektizide sollten aber nur als letztes Mittel eingesetzt werden. Für jede Indikation ist eine maximale Zahl von Anwendungen sowie eine Wartefrist 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.

**Die zur Bekämpfung der KEF zugelassenen Produkte sind im Pflanzenschutzmittelverzeichnis aufgelistet ([www.psm.admin.ch](http://www.psm.admin.ch)). Darin sind auch die Informationen zur vorgesehenen Anwendung, die Anwendungseinschränkungen, die Dosierung, die Gefahrenhinweise und die Anwendungskosten aufgeführt. Die Anwendungsbedingungen müssen streng eingehalten werden.** Auf folgender Website sind Pflanzenschutzmittel aufgeführt, die für Notfälle zugelassen sind: [www.blw.admin.ch](http://www.blw.admin.ch) > Nachhaltige Produktion > Pflanzenschutzmittel > Zugelassenen Pflanzenschutzmittel > Notfallzulassung.

## ● Massnahmen bei geernteten Früchten

Ziel: Entwicklung von Eiern und jungen Larven in den geernteten Früchten verzögern.

Die nachfolgend aufgeführten Massnahmen bei geernteten Früchten sind bei einem potenziellen Befall unverzichtbar:

- Die geernteten Früchte sind bis zum Transport falls möglich im Schatten an einem kühlen Ort zu lagern.
- Früchte nach der Ernte so schnell als möglich zum Kühllager bringen, idealerweise mit einem Kühllwagen.
- Die Kühlkette bis in die Verkaufsregale konsequent aufrecht erhalten.
- Einen raschen Verkauf des Produkts sicherstellen.
- Mit einer Lagerung von Heidelbeeren bei 1 °C während drei Tagen können die KEF-Eier abgetötet werden.

## Massnahmen in Entwicklung

### Massenfallen

**Ziel: Ein Netzwerk von Fallen in der Kultur einrichten, um möglichst viele Individuen zu fangen.**

Eine aktuelle Studie des INRA bei Erdbeer- und Himbeerkulturen zeigte, dass die Schäden durch Massenfallen nicht reduziert werden können (Polturat *et al.* 2018). Die Anwendung dieser Methode würde die Entwicklung eines Lockstoffs erfordern, der wirksamer ist als die aktuell angebotenen Produkte. Zahlreiche Forschungsgruppen arbeiten an der Entwicklung eines Lockstoffs. Ausserdem wird in der Literatur auf einen «Spill-over-Effekt» mit den heute verwendeten Lockstoffen hingewiesen: Ein Teil der KEF wird vom Lockstoff angezogen, entkommt aber den Fallen. In einer solchen Situation kann der Befall einer Parzelle mit Massenfallen höher sein als in den Kontrollparzellen (Cloonan *et al.* 2018).

### Prognosemodell

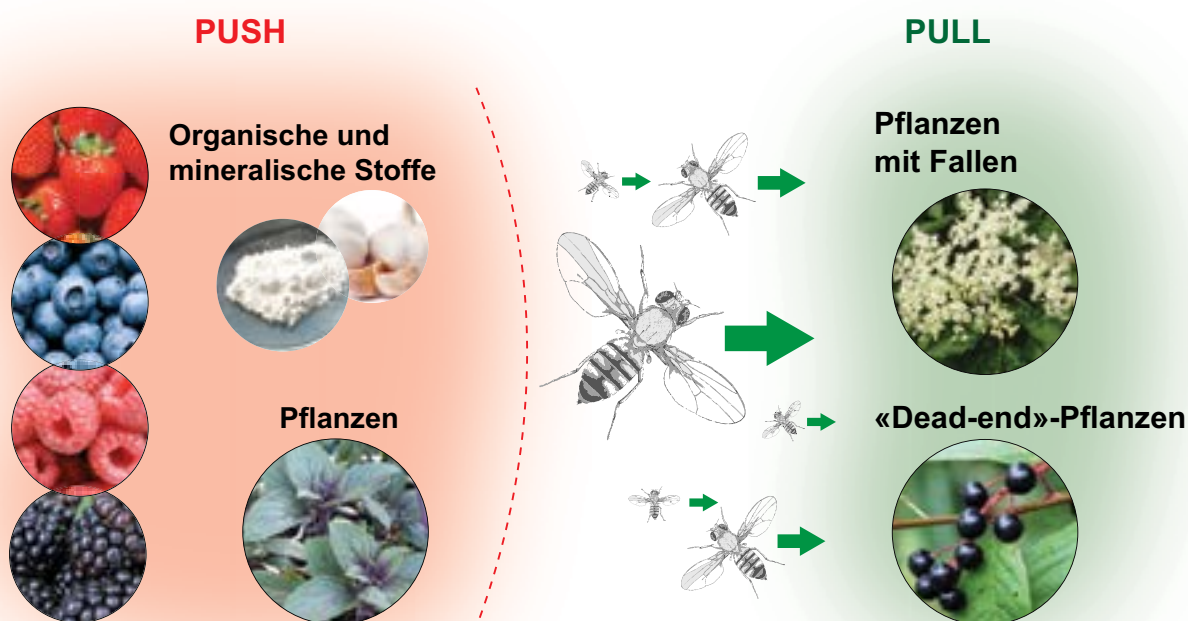
**Ziel: Prognosemodelle als Entscheidungshilfe entwickeln, indem die Entwicklung der Schädlingspopulationen modelliert wird.**

Verschiedene Forschungsgruppen arbeiten aktuell an der Entwicklung von Prognosetools, mit denen sich die Entwicklung der KEF-Populationen gestützt auf Klima- und Umweltdaten modellieren lassen. Durch die Modellierung der Populationsdynamik liessen sich wahrscheinlich die verschiedenen Bekämpfungsstrategien wirkungsvoller einsetzen. Bisher gibt es jedoch noch keine konkrete Anwendung eines solchen Modells in der Praxis. (Asplen *et al.* 2015, Tochen *et al.* 2016, Winkler *et al.* 2020).

### Push and pull

**Ziel: Die relative Attraktivität der Kulturen vermindern**

Bei einer «Push-and-Pull»-Strategie werden die KEF mit Hilfe von Lockstofffallen oder «Dead-End»-Pflanzen (Pflanzen mit Früchten, in denen sich die KEF nicht entwickeln kann) aus der Kultur weggelockt. Gleichzeitig werden die KEF mit Hilfe abstossender Mittel von der Kultur ferngehalten (abstossende Pflanzen und künstliche Verteilung flüchtiger Stoffe).





### **Attract and kill**

**Ziel: Die KEF in einen Bereich locken, in dem sie durch die Anwendung eines Pflanzenschutzmittels sehr gezielt bekämpft werden können.**

Das anziehende Mittel kann beispielsweise ein gefärbter, gezuckerter oder fermentierter Lockstoff sein, dem ein für die KEF toxischer Wirkstoff beigegeben wurde. Der Wirkstoff kann über den Kontakt oder die Aufnahme wirken. Mori *et al.* (2017) verwendeten den Hefepilz *Hanseniaspora uvarum* als Lockstoff zusammen mit einem Insektizid. Mit der Verwendung dieses Hefepilzes liess sich eine Verminderung der Eiablage durch befruchtete Weibchen beobachten, welche die Nahrungsaufnahme der Eiablage vorzogen. Es scheint also, dass die Verbindung eines Insektizids mit einem Lockstoff wirksamer ist als ein Insektizid allein. Diese Methode löst aber nicht das Problem, dass die verfügbaren Pflanzenschutzmittel nicht genügend spezifisch auf den Zielorganismus wirken.

### **Biologische Bekämpfung**

**Ziel: Lebende Organismen zur Bekämpfung der KEF einsetzen.**

Taufliegen können von verschiedenen Organismen parasitiert werden. Dazu gehören Schlupfwespen, Fadenwürmer, Pilze, Bakterien und Viren (Schetelig *et al.* 2018). Die meisten Studien zur biologischen Bekämpfung konzentrieren sich auf Schlupfwespen, welche die Larven oder Puppen parasitieren. In Japan wurden drei Gattungen von Schlupfwespen identifiziert, die die KEF parasitieren: *Trichopria*, *Leptopilina* und *Ganaspis*. Zur Zeit wird die Wirksamkeit von *Trichopria drosophilae*, eine einheimische Schlupfwespe, geprüft. In Studien wurde eine bessere Wirksamkeit der Gattung *Ganaspis* im Vergleich zu *Trichopria* und *Leptopilina* gezeigt, aber es gibt keine einheimischen Arten dieser Gattung (Lee *et al.* 2019, Cini *et al.* 2012).

### **Biotechnologie**

**Ziel: Insekten mit begrenzter/veränderter Kompatibilität einsetzen, um die Fortpflanzung der KEF zu stoppen.**

Es wird beispielsweise international intensiv an der Sterile-Insekten-Technik (SIT) geforscht. Dadurch könnten die Schädlingspopulationen ohne chemische Produkte bekämpft werden. Die SIT ist eine sehr spezifische Methode, bei der Männchen zuerst durch Bestrahlung unfruchtbar gemacht und dann in bereits bestehenden Populationen ausgesetzt werden. Die Paarung der sterilen Männchen mit den wilden Weibchen hat eine negative Wirkung auf die Entwicklung der Populationen (Nikolouli *et al.* 2020). Eine weitere vielversprechende Methode ist die Inkompatible-Insekten-Technologie (IIT). Bei dieser Bekämpfungsmethode wird ein Stamm des symbiotischen Bakteriums *Wolbachia*, das in verschiedenen Insektenordnungen vorkommt, eingesetzt. Die Methode beruht auf dem Prinzip der zytoplasmischen Inkompatibilität, bei der die Embryonalentwicklung der Eier von Weibchen blockiert wird, die mit einem anderen *Wolbachia*-Stamm infiziert sind als die befruchtenden Männchen. Durch die sterilen Eier wird die Fortpflanzung verhindert. Die KEF gehört ausserdem zu den Schädlingen, bei denen eine Bekämpfung durch das Gene-Drive-System angestrebt wird. Diese Technologien sind aktuell zur Bekämpfung der KEF noch nicht praxisreif.

## Nützliche Links

Beobachtung der Populationen auf gesamtschweizerischer Ebene:

<http://www.agrometeo.ch/fr>

Aktuelle Empfehlungen (Merkblätter) und Stand der Forschung (Website Agroscope):

[https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/protection-vegetaux/drosophila-suzukii/publications/fiches\\_techniques\\_drosophila\\_suzukii.html](https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/protection-vegetaux/drosophila-suzukii/publications/fiches_techniques_drosophila_suzukii.html)

Wichtige Empfehlungen für die biologische Landwirtschaft:

<https://www.bioactualites.ch/cultures/arboriculture-bio/protection-des-plantes/ravageurs-arboricultures/drosophila-suzukii.html>

Wirksamkeit von Kalk - Swiss Berry Note Nr. 23:

<https://www.agroscope.admin.ch/agroscope/fr/home/themes/production-vegetale/production-baies/publications/swiss-berry-notes.html>

Zugelassene Pflanzenschutzmittel:

<https://www.blw.admin.ch/blw/fr/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/pflanzenschutzmittel/zugelassene-pflanzenschutzmittel.html>

Handbuch Beeren:

<https://www.swissfruit.ch/fr/shop/produits/guide-des-petits-fruits-2017>

Informationen zur KEF:

<http://www.cabi.org/isc/datasheet/109283>

Fallen:

<http://www.becherfalle.ch/>; <https://www.profatec.ch/>; <https://www.biocontrol.ch/>

## Referenzen

- Asplen, M. K., G. Anfora, A. Biondi, D.-S. Choi, D. Chu, K. M. Daane, P. Gibert, A. P. Gutierrez, K. A. Hoelmer and W. D. Hutchison (2015). „Invasion biology of spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*): a global perspective and future priorities.“ *Journal of Pest Science* 88(3): 469-494.
- Beketov, M. A., B. J. Kefford, R. B. Schäfer and M. Liess (2013). „Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates.“ *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110(27): 11039-11043.
- Cini, A., C. Ioriatti and G. Anfora (2012). „A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management.“ *Bulletin of insectology* 65(1): 149-160.
- Cloonan, K. R., J. Abraham, S. Angeli, Z. Syed and C. Rodriguez-Saona (2018). „Advances in the chemical ecology of the spotted wing *Drosophila* (*Drosophila suzukii*) and its applications.“ *Journal of chemical ecology* 44(10): 922-939.
- De Ros, G., Conci, S., Pantezzi, T. and Savini, G. (2015) The economic impact of invasive pest *Drosophila suzukii* on berry production in the Province of Trento, Italy. *Journal of Berry Research* 5: 89–96.
- Dos Santos, L. A., M. F. Mendes, A. P. Krüger, M. L. Blauth, M. S. Gottschalk and F. R. Garcia (2017). „Global potential distribution of *Drosophila suzukii* (Diptera, Drosophilidae).“ *PLoS One* 12(3): e0174318.
- Mori, B. A., A. B. Whitener, Y. Leinweber, S. Revadi, E. H. Beers, P. Witzgall and P. G. Becher (2017). „Enhanced yeast feeding following mating facilitates control of the invasive fruit pest *Drosophila suzukii*.“ *Journal of Applied Ecology* 54(1): 170-177.
- Nikolouli, K., F. Sassù, L. Mouton, C. Stauffer and K. Bourtzis (2020). „Combining sterile and incompatible insect techniques for the population suppression of *Drosophila suzukii*.“ *Journal of pest science* 93(2): 647-661.
- Lee, J. C., X. Wang, K. M. Daane, K. A. Hoelmer, R. Isaacs, A. A. Sial and V. M. Walton (2019). „Biological control of spotted-wing *Drosophila* (Diptera: Drosophilidae)—current and pending tactics.“ *Journal of Integrated Pest Management* 10(1): 13.
- Polturat, B., Y. Trottin, V. Gallia and A. Ginez (2018). „Projet *Drosophila suzukii*: connaissance du ravageur, caractérisation du risque et évaluation de méthodes de protection.“ *Innovations Agronomiques, INRA* 63: 1-12.
- Shearer, P. W., J. D. West, V. M. Walton, P. H. Brown, N. Svetec and J. C. Chiu (2016). „Seasonal cues induce phenotypic plasticity of *Drosophila suzukii* to enhance winter survival.“ *BMC ecology* 16(1): 11.
- Tochen, S., J. Woltz, D. Dalton, J. Lee, N. Wiman and V. Walton (2016). „Humidity affects populations of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in blueberry.“ *Journal of Applied Entomology* 140(1-2): 47-57.
- Winkler, A., J. Jung, B. Kleinhenz and P. Racca (2020). „A review on temperature and humidity effects on *Drosophila suzukii* population dynamics.“ *Agricultural and Forest Entomology* 22(3): 179-192.
- Wolf, S., S. Boycheva-Woltering, J. Romeis and J. Collatz (2020). „*Trichopria drosophilae* parasitizes *Drosophila suzukii* in seven common non-crop fruits.“ *Journal of Pest Science* 93(2): 627-638.