

# Schlussbericht

## „Entwicklung und Evaluation eines Fallensystems für die umweltverträgliche Kontrolle von Kirschessigfliegen im Wein- und Obstbau“

gefördert unter dem Aktenzeichen 33871/01 von der  
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Laufzeit: 01.11.2017 – 31.10.2019

durchgeführt von: 3WIN Maschinenbau GmbH  
An der Schurzelter Brücke 11  
52704 Aachen



Kooperationspartner: Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum

Projektleiter: Dagmar Wirtz

Aachen im Dezember 2019

06/02		<b>Projektkennblatt</b> der <b>Deutschen Bundesstiftung Umwelt</b>			
Az	<b>33871/01</b>	Referat	<b>34</b>	Fördersumme	<b>299.547 €</b>
<b>Antragstitel</b>		<b>Entwicklung und Evaluation eines Fallensystems für die umweltverträgliche Kontrolle von Kirschessigfliegen im Wein- und Obstbau</b>			
<b>Stichworte</b>		Kirschessigfliege, Fallenentwicklung, Umweltverträglichkeit, Wein- und Obstbau			
Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)		
<b>24 Monate</b>	<b>01.11.2017</b>	<b>31.10.2019</b>	<b>1</b>		
Zwischenberichte	01.11.2018				
<b>Bewilligungsempfänger</b>	3win Maschinenbau GmbH An der Schurzelter Brücke 11 52074 Aachen			Tel	0241-943233-0
				Fax	0241-943233-30
				Projektleitung	Dagmar Wirtz
			Bearbeiter	Dr. Tobias Franken	
<b>Kooperationspartner</b>	Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinland Breitenweg 71 67435 Neustadt				
<b>Zielsetzung und Anlass des Vorhabens</b>					
<p>Die Kirschessigfliege (<i>Drosophila suzukii</i>) ist seit 2009 zu einem der gefährlichsten Schädlinge für den Obst- und Weinbau in Europa geworden. So hat das Jahr 2014 gezeigt, dass es in Deutschland durch die aus Südostasien eingewanderte Kirschessigfliege zu massiven Ertragsverlusten durch die Eiablage in die Frucht und die daraus entstehenden Larven kommen kann.</p> <p>Sowohl der Einsatz von Insektiziden, Gesteinsmehlen oder Stäuben als auch der Massenfang und die Verwendung von Repellentien führten bislang nur zu unbefriedigenden Teilerfolgen in der Bekämpfung des Schädlinge.</p> <p>Ziel des Vorhabens war es darum, eine innovative Falle zu entwickeln und zu evaluieren, welche die Limitationen der herkömmlichen Bekämpfung eines Kirschessigfliegenbefalls nicht aufweist. Durch die Kombination von Licht-, Farb- und Duftreizen soll diese Falle eine weitaus höhere Effektivität als bisherige Bekämpfungsmaßnahmen besitzen.</p>					
<b>Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden</b>					
<p>Innerhalb des Projektes wurde eine neuartige mit umfangreicher Technik ausgestattete Falle entworfen, konstruiert und in diversen Ausführungen gebaut. Diese Versuchsmuster und spätere Prototypen wurden umfangreich getestet. Die Versuchsreihen umfassten auch Feldversuche über zwei Vegetationsperioden im Weinbau und Obstbau.</p> <p>Parallel dazu wurden umfangreiche Forschungsarbeiten zur Auswahl geeigneter Lockstoffe und farblichen Lichtreize sowie deren Optimierung durchgeführt.</p>					
Deutsche Bundesstiftung Umwelt • An der Bornau 2 • 49090 Osnabrück • Tel 0541/9633-0 • Fax 0541/9633-190 • <a href="http://www.dbu.de">http://www.dbu.de</a>					

**Ergebnisse und Diskussion**

Unter Laborbedingungen konnte die effektive Fängigkeit des aus den Versuchsreihen resultierenden finalen Fallensystem V03 nachgewiesen werden. Im Freiland waren die Fallen im Vergleich zu den reifen Früchten oder auch den Monitoringfallen noch nicht ausreichend wirksam. Hier gestaltete sich die Einbindung der Fallen in ein bestehendes Ökosystem mit den entsprechenden Umwelteinflüssen als sehr komplex. Die zunächst identifizierten konstruktiven Schwächen konnten behoben werden. Weitere Optimierungen hinsichtlich der Fängigkeit aufgrund des Reizverhaltens der Fliege konnten in der zur Verfügung stehenden zweijährigen Projektlaufzeit durchgeführt werden, führten aber nicht zu dem erwarteten finalen Erfolg.

Die entwickelte Falle ist somit noch nicht praxisreif getestet und erfordert weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, welche von den Projektpartnern zukünftig angegangen werden. Hierfür wurde bereits ein weiteres Projekt beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft beantragt.

**Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation**

Von der DBU wurde am 08.11.2017 eine Pressemitteilung zum Projekt veröffentlicht. Die 3win präsentierte das Projekt durch ein Poster in den Unternehmensräumlichkeiten. Darüber hinaus wurde das Projekt auf dem Unternehmertreffen Hallo Nachbar am 12.09.2019 vorgestellt.

Weitere Veröffentlichungen sind nach Projektabschluss vorgesehen, wenn die Ergebnisse nach weiteren Forschungsarbeiten präsentationsreif sind.

**Fazit**

Es ist vorgesehen, die Forschungsarbeiten fortzusetzen. Hierbei soll zunächst mit den V03 Fallen im Feld-einsatz ein komplexeres Monitoring der Umgebungsbedingungen und deren Auswirkungen auf die Population der Kirschessigfliegen sowie deren Auftreten im Obst- und Weinanbau erfolgen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll in weiteren Versuchsreihen dann die Fängigkeit verbessert werden.

# Inhaltsverzeichnis

<b>PROJEKTKENNBLETT</b> .....	<b>2</b>
<b>VERZEICHNIS VON BILDERN, ZEICHNUNGEN, GRAFIKEN UND TABELLEN</b> .....	<b>5</b>
<b>1 ZUSAMMENFASSUNG</b> .....	<b>7</b>
<b>2 BERICHT</b> .....	<b>8</b>
<b>2.1 Anlass und Zielsetzung des Projektes</b> .....	<b>8</b>
<b>2.2 Darstellung der Arbeitsschritte und angewandte Methoden</b> .....	<b>9</b>
<b>2.3 Ergebnisse</b> .....	<b>10</b>
2.3.1 Anforderungsanalyse.....	10
2.3.2 Konstruktion .....	11
2.3.3 Identifikation von Duft- und farblichen Lichtreizen in Laborversuchen am DLR.....	11
2.3.4 Herstellung von Musterfallen .....	16
2.3.5 Testlauf der Fallen.....	17
2.3.6 Erste Freilandversuche.....	17
2.3.7 Monitoring zur Ermittlung des Auftretens von <i>D. suzukii</i> in der Kultur .....	20
2.3.8 Verwendete Boniturmethode zur Untersuchung der Früchte auf Befall...21	
2.3.9 Auswertung der Ergebnisse der ersten Feldversuche zur Fängigkeit .....	21
2.3.10 Fallenmodifikation zur besseren Identifikation des Fangs und Beifangs ...25	
2.3.11 Optimierung der Falle und des Versuchsprogramms.....	26
2.3.12 Konstruktion und Herstellung von Fallen V03 zur Testung in der zweiten Vegetationsperiode .....	27
2.3.13 Versuchsreihen mit der Falle V03.....	28
2.3.14 Test unterschiedlicher Trägermaterialien für den Lockstoff.....	33
2.3.15 Analyse des Beifangs.....	34
<b>2.4 Diskussion</b> .....	<b>36</b>
<b>2.5 Öffentlichkeitsarbeit</b> .....	<b>38</b>
<b>2.6 Fazit</b> .....	<b>38</b>
<b>3 LITERATURANGABEN</b> .....	<b>40</b>

## Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildung 1:	Falle V01 und Aufbau bei im Projekt beteiligten Winzern. ....	10
Abbildung 2:	Statisches 4-Kammerolfaktometer zur Identifikation eines Lockstoffs. ....	11
Abbildung 3:	Versuchsanordnung in den Käfigversuchen (Duft). ....	12
Abbildung 4:	Versuchsaufbau der Olfaktometertests (Licht). ....	13
Abbildung 5:	Auswertung der Olfaktometertests mit einzelnen Lichtfarben.....	13
Abbildung 6:	Käfigversuch, Kombinationsversuch mit UV-Licht (Licht und Duft).....	14
Abbildung 7:	Test mit Farbtafeln im Labor. ....	15
Abbildung 8:	Ergebnisse der Farbtafelversuche, verschiedene Kombinationen gegeneinander getestet .....	16
Abbildung 9:	Fallensysteme V02 für die Freilandtestung. ....	18
Abbildung 10:	Ort und verwendete Becherfalle zum Monitoring der Flugaktivität in den einzelnen Kulturen. ....	21
Abbildung 11:	Auswertungen der Monitoringfallen.....	22
Abbildung 12:	Befallsverlauf bei bonitierten Sommerhimbeeren (links) und Brombeeren (rechts). ....	23
Abbildung 13:	Temperatur (links) und Luftfeuchte (rechts) innerhalb und außerhalb der Falle im Beerenobst im Zeitraum vom 18.-20.07.2018. ....	24
Abbildung 14:	Temperatur (links) und Luftfeuchte (rechts) innerhalb und außerhalb der Falle im Beerenobst im Zeitraum vom 16.-18.09.2018. ....	24
Abbildung 15:	In der Falle verwendeter Lockstoff. ....	25
Abbildung 16:	Fallenaufbauten zur Analyse des Fangs und Beifangs.....	26
Abbildung 17:	Aufbau Muster Falle V03.....	28
Abbildung 18:	Ergebnisse der Labortests zur Fängigkeit der Falle V03. ....	28
Abbildung 19:	Einsatz der Falle V03 im Obstbau, hier schwarze Johannisbeere. ....	29
Abbildung 20:	Auswertung der Versuchsergebnisse Feldversuch „Nussacker“, schwarze Johannisbeere/Himbeere .....	30
Abbildung 21:	Auswertung der Versuchsergebnisse Feldversuch „Nussacker“ Sauerkirsche/Brombeere .....	30
Abbildung 22:	Verteilung der Fallensysteme V03 in verschiedenen Weinbergen des Winzers Rössler-Schneider in St. Martin/Pfalz. ....	31
Abbildung 23:	Falle 4 (Dornfelder), innen orange lackiert. ....	32
Abbildung 24:	Auswertung der Freilandversuche im Weinbau (hier: St. Martin mit Falle 4, Dornfelder).....	32
Abbildung 25:	Zusammenfassung der Freilandversuche 2019 im Weinbau, St. Martin.....	33
Abbildung 26:	Untersuchung unterschiedlicher Trägermaterialien für den Lockstoff im Labor .....	34

Abbildung 27: Präsentation des Projektes auf der Veranstaltung „Hallo Nachbar“ auf dem Gelände der 3win am 12.09.2019. ....38

## 1 Zusammenfassung

Ziel des vorliegenden Projektes war die Entwicklung und Evaluation einer innovativen Falle für die Bekämpfung der Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* im Obst- und Weinbau. Hierbei wird besonders auf eine autarke Funktionsweise der Falle und auf die Vermeidung von Beifang Wert gelegt.

Zu Beginn des Projektes wurde auf Basis einer umfangreichen Anforderungsanalyse eine neuartige Falle entworfen und in einem ersten Labormuster (V01) umgesetzt. Unter Einbindung der späteren Benutzergruppe wurde dieses Labormuster in ein Versuchsmuster (V02) aus einem Kunststoffgehäuse überführt. In begleitenden Laborversuchen wurden am Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum Rheinpfalz (DLR Rheinpfalz) parallel die optimalen farblichen Licht-/Duftreizkombinationen für die Freilandversuche sowie wichtige Parameter zur Ausgestaltung der Falle identifiziert.

Das Fallenversuchsmuster (V02) wurden anschließend im Sommer 2018 in einer ersten Freilandversuchsreihe im Weinbau (Dornfelder/Portugieser) und Obstbau (Himbeere/Brombeere) getestet. Neben der Effektivität der Fallen wurden der Beifang, der Kulturbefall und das Wetter in den einzelnen Kulturen analysiert. Ergebnis dieser Feldversuche war, dass die Fallen trotz Umsetzung aller Anforderungen und der ersten positiven Laborergebnisse, wenig effektiv waren. Gründe hierfür wurden im allgemein geringen Schädlingsbefall im Weinbau und den Umweltbedingungen (heißer, trockener Sommer) in dieser Vegetationsperiode identifiziert. Darüber hinaus zeigten die Fallen im dauerhaften Freilandgebrauch jedoch auch, dass einige technische Optimierungen notwendig waren.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurden im weiteren Projektverlauf technische Optimierungen an der Falle vorgenommen und ein weiteres Versuchsmuster im Metallgehäuse (V03) entwickelt und gefertigt. Weitere begleitende Versuche im Labor und Feldeinsatz während einer weiteren Witterungsperiode folgten in 2019.

Zusammenfassend zeigte sich, dass die Falle V03 ihre Fängigkeit für Kirschessigfliegen sowohl im Labor als auch Feldeinsatz nachwies. Im Vergleich zu den reifen Früchten oder auch Monitoringfallen waren die Fallen noch nicht ausreichend wirksam. Trotz unterschiedlicher innerhalb der Laufzeit vorgenommener Modifikationen waren die Ergebnisse nicht eindeutig, sondern von zu vielen Einflüssen abhängig und die Versuchsbedingungen im Feldeinsatz zu komplex.

Als Ergebnis des Projektes ist die entwickelte Falle noch nicht praxisreif. Es sind weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich, die von den Partnern bereits geplant wurden.

## 2 Bericht

### 2.1 Anlass und Zielsetzung des Projektes

Anlass des Vorhabens sind die Probleme, die durch die aus Südostasien eingewanderte Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) im Obst- und Weinbau verursacht werden. Sie hat sich seit 2009 zu einem der gefährlichsten Schädlinge in Europa entwickelt (Cini et al. 2012). Im Jahr 2014 kam es in Deutschland zu massiven Ertragsverlusten durch die Eiablage in die Frucht und den darauffolgenden Befall durch Maden (Fried et al. 2016).

Gegenstand des Vorhabens war die Entwicklung und Evaluierung eines innovativen und umweltfreundlichen Fallensystems, welches die Limitationen der herkömmlichen Bekämpfung eines Kirschessigfliegenbefalls mittels Insektiziden und Falleneinsatzes nicht aufweist. Zielsetzung war es, die Kirschessigfliegen durch Einsatz der neuen Falle im Obst- und Weinbau effektiv einzufangen und dadurch den Befall der Früchte zu verhindern. Im Unterschied zu herkömmlichen Bekämpfungsmaßnahmen soll durch diese insektizidfreie und spezifisch wirkende Bekämpfungsmethode ein erheblicher Beitrag zum Umweltschutz geleistet werden.

Nach Kenntnisstand vor Projektbeginn reagiert der Schädling stärker auf Duftstoffe, die während früher Reifungsprozesse der Wirtsfrüchte verströmt werden, als auf Düfte bereits gärender Früchte, welche oftmals als Köder für andere Taufiegen eingesetzt werden. Aus Vorversuchen war zudem bekannt, dass Kirschessigfliegen licht- und farbaffin sind. Der Lösungsweg bestand deshalb darin, a) die Fliegen mit einer Falle durch Kombination aus farblichen Licht- und Duftreizen anzulocken, b) mittels Gitternetzes die Kirschessigfliegen von anderen Insekten zu selektieren und c) die Falle durch ein Solarmodul energieautark im Wein- und Obstbau zu betreiben.

Innerhalb des FuE-Projektes sollte das Verhalten der Kirschessigfliegen durch intensive Untersuchungen bei unterschiedlichen Lichtfarben und Lockstoffen durch den wissenschaftlichen Projektpartner weiter erforscht werden. Der Industriepartner sollte währenddessen die Falle konzipieren, konstruieren und in umfangreichen Versuchen evaluieren.

Zum Nachweis des Erfolgs einer Kombination aus einer anlockenden farblichen Lichtquelle und einer stimulierenden Duftquelle waren dabei nach ausgiebigen Labortests Freilandversuche über mindestens eine komplette Vegetationsperiode hinweg vorgesehen.

## 2.2 Darstellung der Arbeitsschritte und angewandte Methoden

Die Arbeitsplanung sah für den Partner 3win im ersten Projektjahr die Anforderungsanalyse, die Konstruktion eines Labormusters, davon abgeleitet die Herstellung und Dauertestung erster Fallen und die technische Evaluation innerhalb erster Freilandversuche vor. Der wissenschaftliche Partner sollte unterdessen die Anforderungsanalyse, die Identifikation der Duft-, Farb- und Lichtreize und die Freilandtestung sowie deren Auswertung und wissenschaftlichen Evaluation durchführen. Zwei Meilensteine galt es im ersten Jahr zu erreichen: M1.3 „Erste Duft- und Lichtreize erfolgreich identifiziert“ und M1.5 „Technischer Testlauf erfolgreich durchgeführt“.

Im zweiten Projektjahr sollten dann technische Optimierungen an der Falle vorgenommen, weiterentwickelte Fallenmuster hergestellt und diese in einer weiteren Freilandversuchsreihe getestet werden. Ziel war es, die Effektivität und Selektivität beim Fang der Fliegen unter Praxisbedingungen nachzuweisen. Parallel dazu waren weitere Versuchsreihen beim wissenschaftlichen Projektpartner zur Optimierung der Fangergebnisse und Begleitung der Versuchsreihen vorgesehen. Als Meilensteine wurden vorgesehen: M2.1 „erfolgreiche Durchführung der Freilandtestung“ und M2.2 „Evaluation der Daten“.

Ein notwendiger Wechsel des ursprünglich vorgesehenen wissenschaftlichen Partners Universität Hohenheim zum Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) Rheinpfalz führte zu Beginn des Projektes zu Verzögerungen der wissenschaftlichen Untersuchungen innerhalb der Arbeitspakete 1.1 Anforderungsanalyse und 1.3 Identifikation der Duft- und Lichtreize. Der Verzug konnte jedoch u.a. durch Modifikation der Versuchspläne im weiteren Verlauf aufgeholt werden.

## 2.3 Ergebnisse

### 2.3.1 Anforderungsanalyse

Zu Projektbeginn führten die Partner zunächst eine Anforderungsanalyse durch. Diese unterteilte sich in die technischen und anwendungsseitigen Anforderungen (3win) sowie die wissenschaftlichen Anforderungen zur Auswahl geeigneter Duftstoffe und farblichen Lichtreize, inklusive der Berücksichtigung des Standes der Wissenschaft (DLR). 3win bezog in die Analyse auch die spätere Nutzergruppe Winzer in die Analyse ein, welche ein erstes Labormuster V01 prüften (Abbildung 1).



Abbildung 1: Falle V01 und Aufbau bei im Projekt beteiligten Winzern.

Die als Ergebnis der Arbeiten definierten wichtigsten festgelegten technischen Anforderungen waren:

- möglichst vollständiger Fang der Kirschessigfliegen.
- Einsatz von Kunststoffgazen mit einem Loch-Ø zwischen 1,6 - 1,8 mm, um die Selektion zu gewährleisten.
- Stromgitter zum Töten der gefangenen Fliegen.
- Lockstoff in Behältern unter einem Stromgitter.
- Vorauswahl geeigneter Lockstoffe (siehe weiter unten).
- Zeitgesteuerte Zerstäubung von flüssigem Lockstoff in die Peripherie.
- möglichst wenige elektrische Verbraucher in der Falle.
- wartungsarmer Betrieb im Einsatz – kaum Betreuung der Falle durch den Nutzer notwendig.
- witterungsbeständiges Gehäuse der Falle.
- Befestigung der Falle anhand von im Weinbau verwendeter Stickle, welche auch für den Obstbau geeignet sind.
- Maße der Falle: Anpassung zum Einsatz im Obst- und Weinbau, Limitationen durch Maschineneinsatz beachten.

### 2.3.2 Konstruktion

Im ersten Projektjahr wurde ein Labormuster (V01) und darauf aufbauend eine Kleinserie von Fallen (V02) konstruiert. Hierbei wurden zunächst die Anforderungen der Falle aus der Anforderungsanalyse realisiert. Die Umsetzung der Ergebnisse startete mit der Auswahl des Grundgestells. Die weiteren Konstruktionsschritte ergaben sich dann parallel aus dem Fertigungsprozess, die durch eigene Werkstattversuche evaluiert wurden.

### 2.3.3 Identifikation von Duft- und farblichen Lichtreizen in Laborversuchen am DLR

#### a) Duftreize

Zur Ermittlung eines attraktiven Duftreizes wurden zunächst Laborversuchsreihen mit *Drosophila suzukii* durchgeführt. Diese umfassten sowohl Olfaktometerversuche als auch Käfigversuche.

In den Olfaktometerversuchen wurden je 3 Proben unterschiedlicher Lockstoffe und zusätzlich eine Kontrollprobe (Aqua dest.) verwendet (siehe nachfolgende Abbildung 2). Im geschlossenen Versuchsraum wurden je 5 weibliche und 5 männliche Kirschessigfliegen pro Versuchslauf eingesetzt. Die Dauer der Testläufe betrug jeweils 10 Minuten. Zum Einsatz kamen unterschiedlichste Lockstoffe: neben frischen und überreifen Wirtsfrüchten auch Sirup sowie unterschiedliche Säfte in verschiedenen Ausführungen (Saftkonzentrat, Aroma, Fruchtsaft-Aroma, Destillat, Extrakt) und auch in unterschiedlichen Verdünnungsreihen.

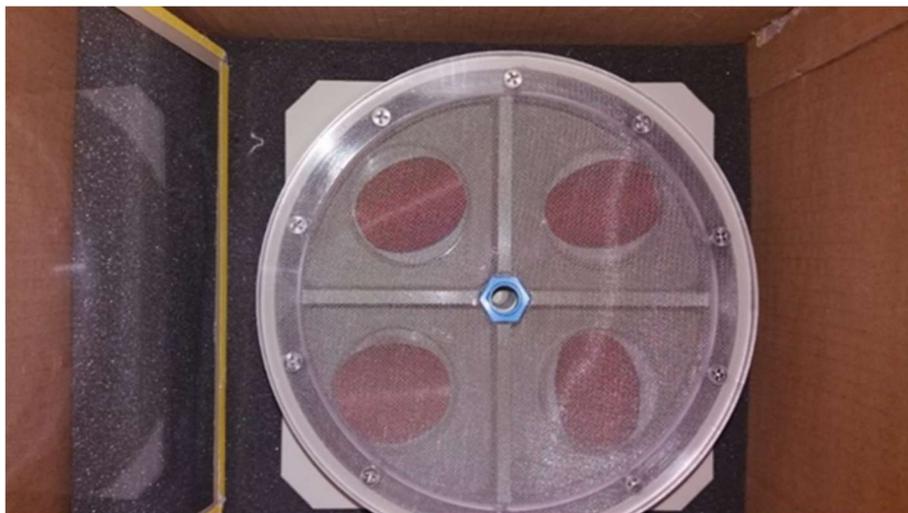


Abbildung 2: Statisches 4-Kammerolfaktometer zur Identifikation eines Lockstoffs.

Zusammenfassend zeigte sich in diesen ersten Laborversuchen, dass die Früchte selbst immer attraktiver für die Fliegen waren, als Sirup oder Saft und bei den Verdünnungsreihen hochkonzentrierte Medien tendenziell besser funktionierten. Himbeere und Traube funktionierten

am besten, wobei jedoch generell in den Versuchen eine geringe Lockwirkung auf die Kirschessigfliegen festzustellen war.

In den anschließend durchgeführten Versuchen in BugDorm Käfigen (Versuchsanordnung im Käfig siehe nachfolgende Abbildung 3) wurden verschiedene Substanzen präsentiert. Dabei kamen jeweils 50 weibliche und 50 männliche Kirschessigfliegen zum Einsatz. Die Versuche liefen über 24 Stunden und wurden fünffach wiederholt.



Abbildung 3: Versuchsanordnung in den Käfigversuchen (Duft).

Die Testung verschiedener Aromen (Holunder-, Brombeer- und Traubensaft) gegeneinander in unterschiedlichen Verdünnungsreihen zeigte, dass Brombeere und Holunder am attraktivsten sind, generell jedoch auch hier eine geringe Beteiligung der Fliegen festzustellen war. Bei der Verwendung von Lockstoffen mit Essigkomponente konnten die besten Ergebnisse erzielt werden. Der Test verschiedener Lockstoffgemische gegeneinander (Apfelessig/Wasser, Droski Drink, Hohenheim V6, Riga und weitere diverse Testmischungen) führte zu dem Ergebnis, dass die Lockwirkstoffe Hohenheim Variante 6 und Droski Drink zu den besten Fangergebnissen führten, so dass diese für weitere Versuche ausgewählt wurden.

### **b) Licht- und Farbreize**

Die Labortests zur Ermittlung attraktiver Licht- und Farbreize für *D. suzukii* umfassten ebenfalls Olfaktometerversuche, in denen verschiedene Farben eingesetzt wurden. Hierfür wurden von der 3win Olfaktometer mit austauschbaren LED in den jeweiligen Versuchskammern modifiziert. Es wurden verschieden farbige LEDs in einem abgedunkelten Käfig verwendet. Auch hier kamen je 5 männliche und 5 weibliche Kirschessigfliegen pro Testlauf zum Einsatz (Testläufe über 15 Minuten, anfangs auch 20/30 Minuten). Getestet wurden die Farben UV-Licht, rot, grün und gelb sowie unterschiedliche Kombinationen von 2 Farben: UV - grün, UV - gelb, gelb - rot, rot - grün, UV - rot, grün - gelb sowie alle Farben gleichzeitig und 2 Farben mit Zuschaltung einer neuen Farbe im laufenden Versuch.

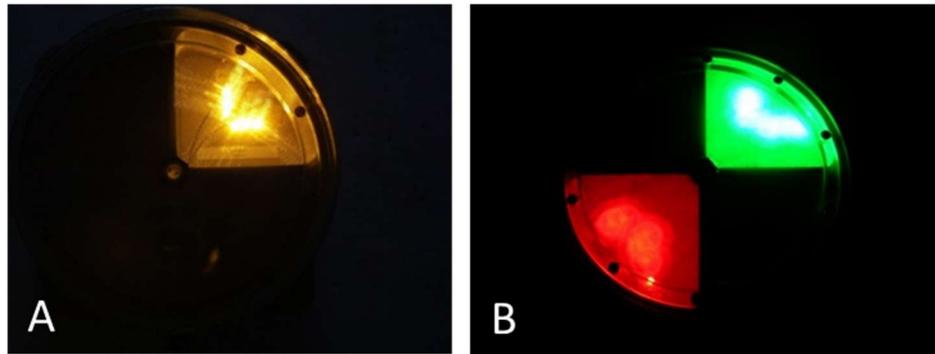


Abbildung 4: Versuchsaufbau der Olfaktometertests (Licht).

A: Einzeltest der Lichtfarbe gelb, B: Kombinationstest der Farben rot und grün.

Im nachfolgenden Diagramm sind die Versuchsergebnisse zusammengefasst:

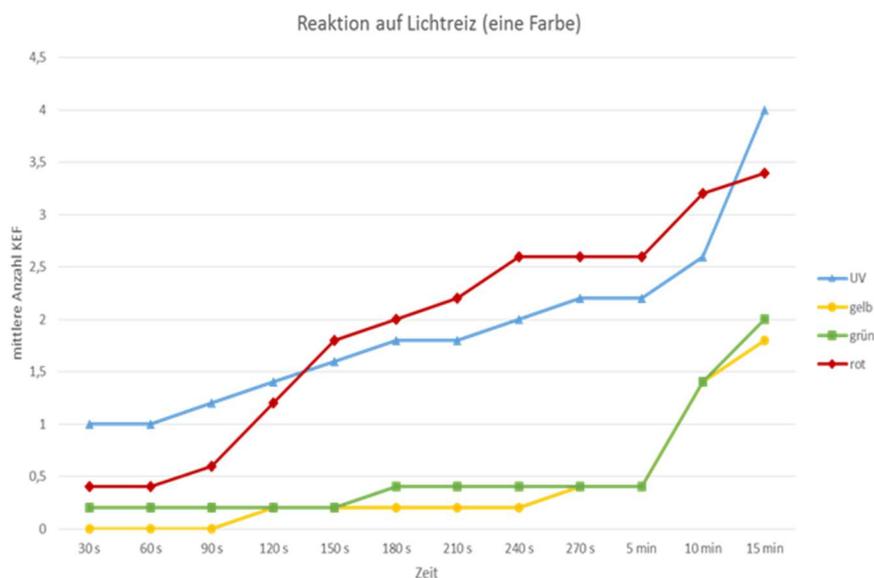


Abbildung 5: Auswertung der Olfaktometertests mit einzelnen Lichtfarben

Zusammenfassend zeigte sich, dass UV-Licht mit 40 % die besten Ergebnisse ergab, gefolgt von rot (34 %), grün (20 %) und gelb (18 %). Bei den Choice-Versuchen (verschiedene Farbkombinationen) war generell eine sehr geringe Aktivität festzustellen und keine eindeutigen Favoriten erkennbar, jedoch wurde immer die Variante mit UV-Licht favorisiert (schnellste und stärkste Reaktion).

Im Anschluss wurden aufgrund der zu niedrigen Aktivität der Fliegen auch die Licht-Versuche auf Käfigversuche umgestellt. Für die Käfigversuche fertigte 3win spezielle Plexiglaswürfel an. Die Versuche umfassten folgende Parameter:

- Kombinationsversuch mit UV-Licht ohne Farbtafeln.
- je 2 Stunden UV-Beleuchtung morgens und abends.
- eine Kammer mit Lockstoff, eine Kammer mit Kontrolle (Aqua dest.).
- Laufzeit 22 Stunden

- je 50 männliche und 50 weibliche Kirschessigfliegen pro Käfig
- je 8 Wiederholungen.
- getestete Lockstoffe: Riga und Hohenheim Variante 6.

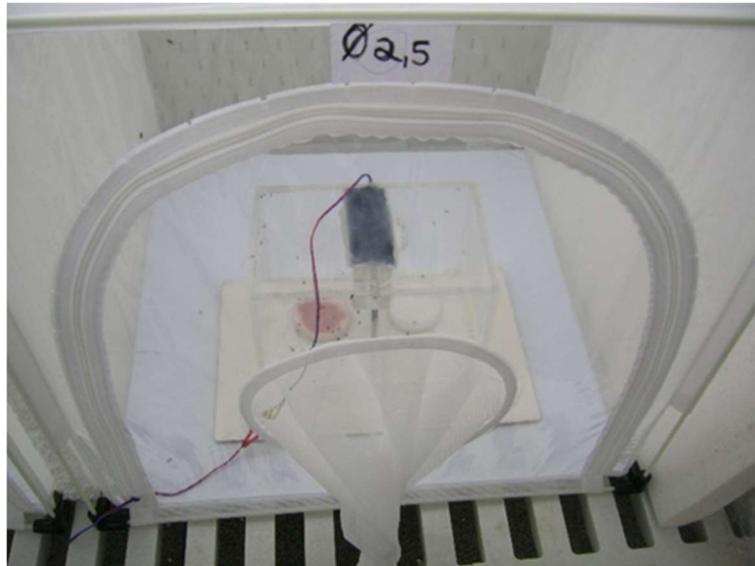


Abbildung 6: Käfigversuch, Kombinationsversuch mit UV-Licht (Licht und Duft)

Es zeigte sich, dass der Lockstoff Riga mit 40,4 % Kirschessigfliegen (KEF) im Vergleich zur Kontrolle mit 20 % KEF doppelt so attraktiv war und die Hohenheim Variante 6 mit 44,7 % KEF im Vergleich zur Kontrolle mit 15,3 % KEF die dreifache Attraktivität hatte. Der Lockstoff Hohenheim V6 zeigte sich attraktiver als Riga und bestätigte hierbei die Käfigversuche, in denen nur Duftstoff (ohne Lichtreize) eingesetzt worden war.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Tests mit Farbtafeln durchgeführt, wobei auch hier speziell von 3win angefertigte Plexiglaswürfel zum Einsatz kamen. Die Versuche umfassten:

- 22 Stunden Versuchsdauer.
- je 50 männlichen und 50 weiblichen KEF.
- konstantem UV-Licht.
- 3 Wiederholungen mit unterschiedlichen Farbtafeln.

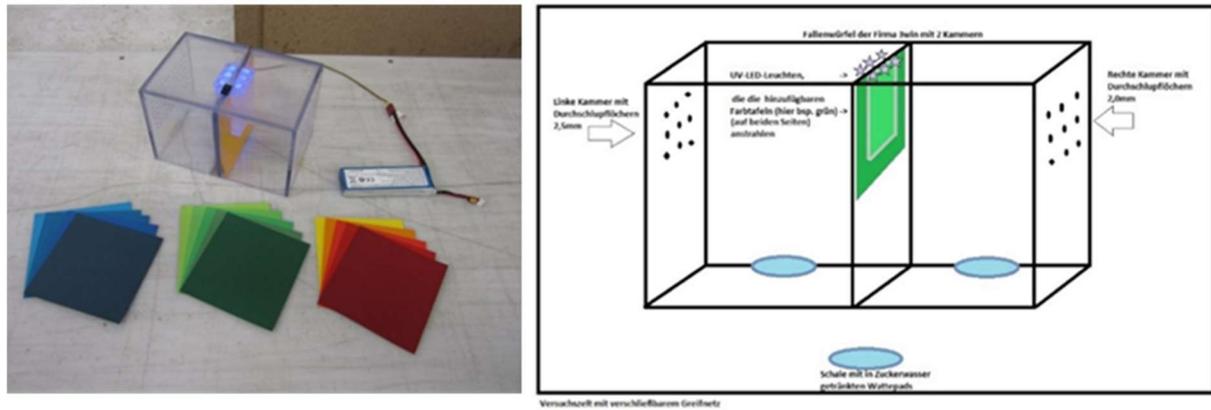


Abbildung 7: Test mit Farbtafeln im Labor.

Links gefertigter Plexiglaswürfel mit UV Lichtquelle und zu testender Farbtafeln, rechts schematischer Aufbau des Versuches.

In diesen Versuchsreihen wurden zunächst die Farben (gelb, orange, rot, grün, blau, schwarz sowie ohne Farbtafel nur UV LEDs) einzeln getestet, um die attraktivste Farbe zu ermitteln. Die Ergebnisse sind nachfolgend zusammengefasst:

Favoritenranking	Attraktion KEF (Mittelwert, n=3 Wdh.)
1. Rot	66,31 %
2. Grün	62,65 %
3. Orange	62,33 %
4. Blau	62,01 %
5. Schwarz	59,69 %

Im Anschluss daran wurden Farbkombinationen getestet. Dabei kamen zunächst alle Solo-Favoriten gemischt gegeneinander und in einer weiteren Versuchsreihe nur die 3 besten Favoriten gegeneinander (rot, orange, grün) zum Einsatz. Die Versuchsergebnisse sind in den nachfolgenden Diagrammen dargestellt.

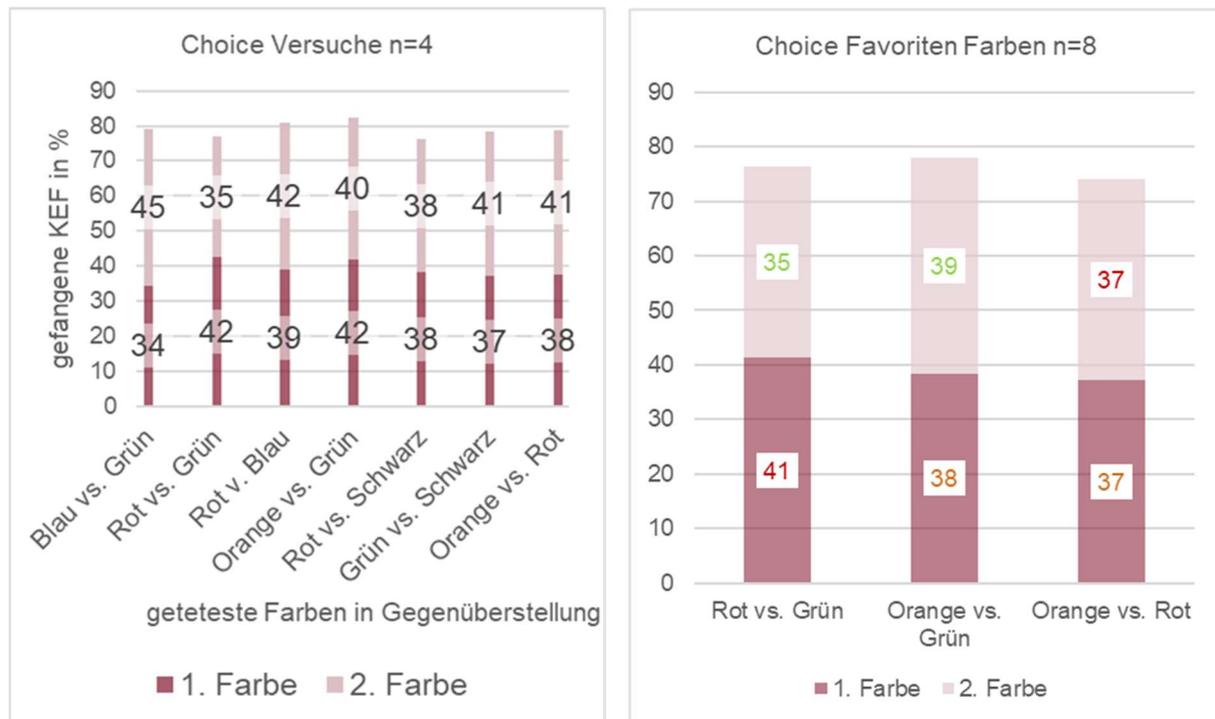


Abbildung 8: Ergebnisse der Farbtafelversuche, verschiedene Kombinationen gegeneinander getestet

Die Diagramme zeigen, dass nur sehr geringe Unterschiede feststellbar waren. Eine Testung der Favoriten zeigte ebenfalls keine eindeutigen Ergebnisse der Bevorzugung einer Lichtvariante. Festgestellt wurde jedoch, dass die Leistung der UV-LEDs mit der Zeit sichtbar abnimmt und dadurch die Ergebnisse beeinträchtigt werden.

Als Fazit der Versuchsreihen wurden grün, orange und rot als Favoriten festgelegt. Weiterhin folgte die Entscheidung, die im weiteren Projektverlauf hergestellten Fallen V03 mit unterschiedlichen Lackierungen in rot, grün, orange und schwarz auszustatten.

Zusammenfassend kann als Ergebnis festgehalten werden, dass sowohl in den Auswahl-, - wie auch in den Einzelversuchen, eine Tendenz zum UV-Licht beobachtet werden konnte. Es zeigte sich ferner, dass intensiveres UV-Licht die Attraktivität für KEFs steigert.

Das Arbeitspaket 1.4 „Identifikation von Duft- und Lichtreizen“ konnte mit dem MS1.4 „Erste Duft- und Lichtreize erfolgreich getestet“ für das erste Versuchsjahr abgeschlossen werden. Die Ergebnisse flossen in die Freilandversuche ein und resultierten in der Umrüstung der Fallen mit UV-LED Lampen.

### 2.3.4 Herstellung von Musterfallen

Zur Herstellung der ersten Versuchsmuster V02 wurden die Komponenten beschafft bzw. in der eigenen Werkstatt von 3win hergestellt und zusammengebaut. Hierbei kamen Spritzguss-Kunststoffkisten zum Einsatz. Diese wurden beispielsweise durch Ausschnitte im Deckel modifiziert. Die Gaze zur Selektion wurden zwischen zwei Plexiglasrahmen geklemmt, verklebt

und im Deckel der Falle fest verschraubt. Für die Auflage der Fallen wurde eine Konsole aus nichtrostendem Stahl angefertigt, die in der Kultur zwischen zwei Stieckeln verschraubt werden kann. Ebenfalls aus Edelstahl wurde das Gestell für die verwendeten Solarpaneele realisiert. Die Verbindung aller Bauteile der Falle erfolgte mit weiteren Hilfsmitteln wie doppelseitigem Klebeband, Heißkleber und Schweißgerät. Der Zusammenbau wurde zunächst in Werkstattversuchen getestet.

Im ersten Versuchsjahr wurde, abgeleitet von dem Labormuster V01, eine Kleinserie von 3 x 2 Fallen V02 von 3win hergestellt

### **2.3.5 Testlauf der Fallen**

Die hergestellten Fallen wurden im Testlauf unter kontrollierten Bedingungen bei der 3win getestet. Im Fokus stand hier die Funktionsstabilität im Dauertest über 8 – 24 h. Die Freilandtestung schloss sich danach direkt im Weinberg und im Obstbau mit den ersten Doppelfallen an. Aufgrund der einsetzenden Vegetationsperiode wurde auf Testläufe im Halbfreiland verzichtet.

Der Testlauf konnte sowohl mit den Fallen, welche mit Akkus als auch mit Solarpaneelen ausgestattet sind, erfolgreich durchgeführt werden. Somit wurde der Meilenstein M1.5 „Technischer Testlauf erfolgreich durchgeführt“ am 25.06.2018 erreicht.

### **2.3.6 Erste Freilandversuche**

Für die erste Freilandtestung standen drei Doppelfallen V02 zur Verfügung, die in der nachfolgenden Abbildung beispielhaft nach dem Aufbau im Feld gezeigt sind.



Abbildung 9: Fallensysteme V02 für die Freilandtestung.  
 I. Doppelfallensystem im Weinberg „Dornfelder“ mit Solarpanel. II. System im Obstbau „Himbeeren“ mit der Energieversorgung über Lithium Akkus. III. Falle geöffnet, IV. Nahaufnahme: Zu sehen ist die Steuerungseinheit A, der den Zerstäuber mit Duftstoff speisende Plastikbehälter B, das Stromgitter C und die mit Lockstoff gefüllten Aluschalen D. Nicht zu sehen sind die unter der Halterung für A angebrachten LED Dioden.

Die drei aufgestellten Fallen wurden mindestens einmal die Woche vom wissenschaftlichen Partner besucht und hinsichtlich der Funktionsfähigkeit, dem Beifang und der Fängigkeit ausgewertet. Zudem wurden an den Fallen Datalogger angebracht, die die Wetterdaten innerhalb und außerhalb der Falle aufzeichneten. Weiter wurden Früchte der einzelnen Kulturen auf Befall bonitiert sowie die Flugaktivität in den Kulturen und Saumstrukturen durch herkömmliche Monitoringfallen ermittelt.

Nachfolgend sind die Versuchsprotokolle der ersten Freilandversuche dargestellt:

Falle Weinbau „Dornfelder“ (07.06.2018-25.09.2018)	
Energieversorgung	Solarpanel
Aktivität am Tag	- Licht: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Zerstäuber: ab 5.00 Uhr alle 15 min je 30 Sek. bis 6.30 Uhr und ab 21.00 Uhr alle 15 min. je 30. Sek.</li> <li>- Fanggitter: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr.</li> </ul>
Sonstiges:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese Falle wurde zunächst mit roten und grünen LEDs betrieben. Am 01.07.2018 Umrüstung mit UV LEDs.</li> <li>- Modifizierung einer der Doppelfallen mit Gaze zur Ermittlung des Beifangs.</li> <li>- Wechsel von Agarplatten zu Duftdochten.</li> </ul>

Falle Weinbau „Portugieser“ (01.07.2018-25.09.2018)	
Energieversorgung	Solarpaneel
Aktivität am Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licht: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr</li> <li>- Zerstäuber: ab 5.00 Uhr alle 15 min je 30 Sek. bis 6.30 Uhr und ab 21.00 Uhr alle 15 min. je 30. Sek.</li> <li>- Fanggitter: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr</li> </ul>
Sonstiges:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese Falle wurde ausschließlich mit UV LEDs verwendet.</li> <li>- Modifizierung einer der Doppelfallen mit Gaze zur Ermittlung des Beifangs.</li> <li>- Wechsel von Agarplatten zu Duftdochten</li> </ul>

<p>Falle Obstbau „Himbeere“ (08.06.2018-09.08.2018)</p> <p>dann Wechsel: Falle Obstbau „Brombeere“ (09.08.2018-27.09.2018)</p>	
Energieversorgung	Lithium-Akkus
Aktivität am Tag	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Licht: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr</li> <li>- Zerstäuber: ab 5.00 Uhr alle 15 min je 30 Sek. bis 6.30 Uhr und ab 21.00 Uhr alle 15 min. je 30. Sek.</li> <li>- Fanggitter: 5.00 Uhr – 7.00 Uhr und 21.00 Uhr – 23.00 Uhr</li> </ul>
Sonstiges:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diese Falle wurde zunächst mit roten und grünen LEDs betrieben. Am 01.07.2018 Umrüstung mit UV LEDs.</li> <li>- Modifizierung einer der Doppelfallen mit Gaze zur Ermittlung des Beifangs.</li> <li>- Wechsel von Agarplatten zu Duftdochten</li> </ul>

### 2.3.7 Monitoring zur Ermittlung des Auftretens von *D. suzukii* in der Kultur

In den Rebanlagen wie auch in den Saumstrukturen wurde jeweils eine Monitoringfalle aufgehängt und einmal wöchentlich ausgewertet.



Abbildung 10: Ort und verwendete Becherfalle zum Monitoring der Flugaktivität in den einzelnen Kulturen. Linkes Bild MD= Falle im Dornfelder-Weinberg, MPH1 Hecke nahe der Kultur, MPH2= Falle im Portugieser-Weinberg, MPH2 Hecke nahe der Kultur. Rechtes Bild zeigt die verwendete Becherfalle.

### 2.3.8 Verwendete Boniturmethode zur Untersuchung der Früchte auf Befall

Die Methoden sind kulturabhängig verschieden, da nicht jedes Entwicklungsstadium auf jeder Art Frucht gleich gut zu erkennen ist:

- **Weinbeeren:** Bonitur auf Eiablage; dabei werden je Boniturtermin und Anlage 50 intakte Beeren aus insgesamt min. 15 Traubenteilen (möglichst homogen aus dem zu untersuchenden Areal entnommen) und unter dem Binokular auf Vorhandensein der Atemfäden untersucht.
- **Himbeeren:** Inkubation der Früchte für 2 Wochen und anschließende Auswertung auf geschlüpfte Adulte (Nachkommen/Frucht).
- **Brombeeren:** hier wurde die Befallshäufigkeit ermittelt (wieviel % der untersuchten Beeren sind befallen).

### 2.3.9 Auswertung der Ergebnisse der ersten Feldversuche zur Fängigkeit

#### a) Weinbau

Lediglich im Portugieser-Weinbau konnte über den gesamten Zeitraum eine einzige Kirschessigfliege auf der Leimgaze nachgewiesen werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen aus dem Einsatz der Monitoringfallen im Weinbau (siehe Abbildung 11). Auch hier wurden in beiden Rebflächen nur vereinzelt Kirschessigfliegen geködert.

#### b) Obstbau

Mit der Falle im Beerenobst wurden über die Saison immer wieder vereinzelte *D. suzukii* neben einer größeren Zahl *D. melanogaster* geködert.

### c) Ergebnis der Flugaktivitäten innerhalb der Kulturen und in den Saumstrukturen

Abbildung 11 zeigt die Ergebnisse der Flugüberwachung mittels Monitoringfallen: während in den Weinbergfallen nur vereinzelt Kirschessigfliegen nachgewiesen wurden, wiesen die Fänge in den angrenzenden Saumstrukturen auf eine höhere Aktivität in diesen Strukturen hin. Dies ist auf ein günstigeres Mikroklima sowie das Vorhandensein wilder Wirtspflanzen in solchen Habitaten zurückzuführen. Auch die Kulturführung bei Himbeeren und Brombeeren schafft günstige klimatische Bedingungen für Kirschessigfliegen innerhalb der Obstanlagen, weshalb die Flugaktivität hier oftmals weitaus höher ist, als in den entblätterten Rebanlagen.

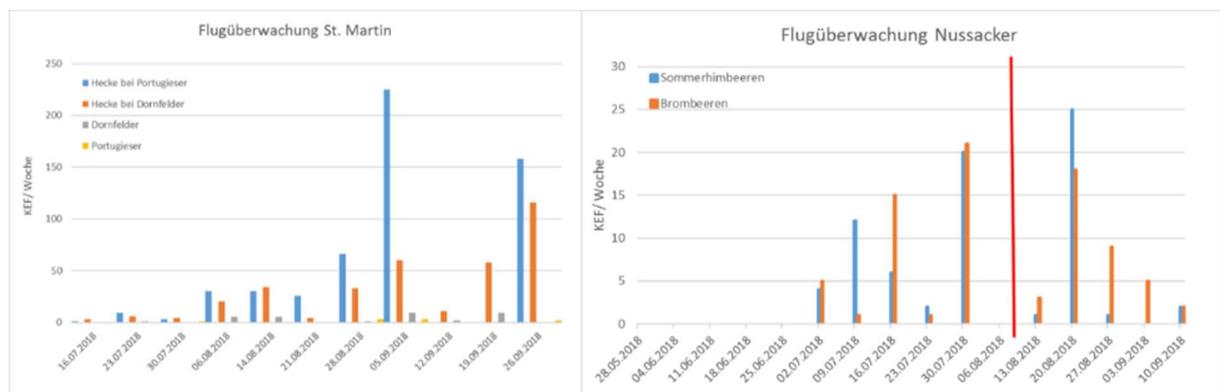


Abbildung 11: Auswertungen der Monitoringfallen sowohl im Weinberg (Region St. Martin) und den Saumkulturen (links), wie auch im Obstbau auf der Versuchsfläche des DLR („Nussacker“)(rechts). Die rote Trennlinie zeigt den Zeitpunkt des Wechsels der Doppelfalle von den Himbeeren in die Brombeeren an.

### d) Ergebnis der Fruchtbonituren auf Befall

Im Weinbau konnte auf den Weinbeeren in beiden Rebanlagen nur jeweils eine vereinzelte Eiablage kurz vor dem jeweiligen Lesetermin ermittelt werden.

Abbildung 12 zeigt die Boniturergebnisse in den Sommerhimbeeren (links) und den Brombeeren (rechts). Zu Beginn der Saison wiesen die Himbeeren lediglich einen schwachen Befall mit *D. suzukii* Eiern und Maden auf, der sich aber im Laufe von nur 3 Wochen um das 14-fache steigerte. Die Befallshäufigkeit in den Brombeeren lag beim Wechsel der Falle in diese Kultur bereits bei 100 %. Nach dem 06.08.2018 konnten durch den hohen Zerstörungsgrad der Früchte keine weiteren Proben gezogen werden.

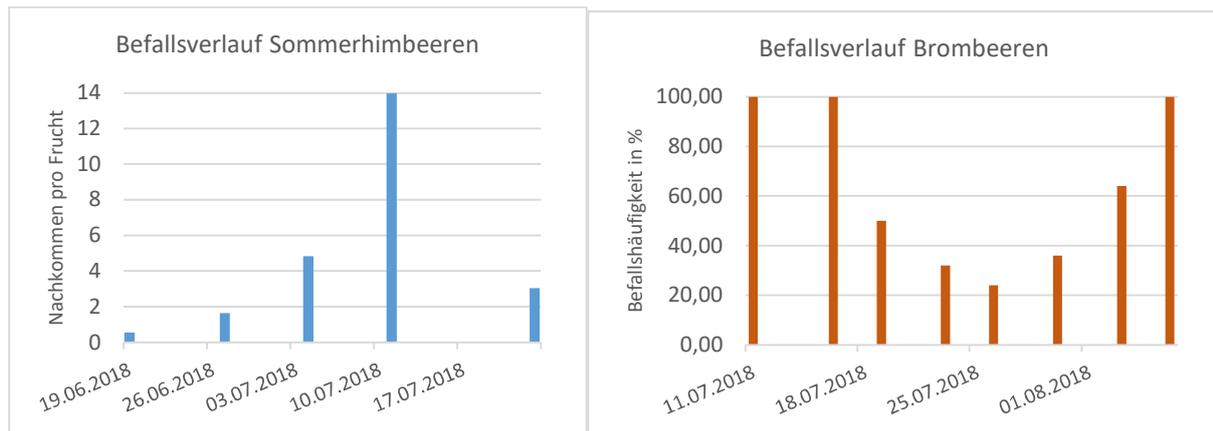


Abbildung 12: Befallsverlauf bei bonitierten Sommerhimbeeren (links) und Brombeeren (rechts).

### e) Ergebnis Wetterdaten

Sowohl in der Portugieseranlage als auch im Beerenobst wurden Temperatur und Luftfeuchte innerhalb und außerhalb der Falle zur Ermittlung des abweichenden Mikroklimas aufgezeichnet. Die Abbildung 13 und Abbildung 14 zeigen exemplarisch zwei 3-Tagesperioden mit unterschiedlichen makroklimatischen Bedingungen, aufgezeichnet von den Datenloggern im Beerenobst. Hervorgehoben sind die Zeiten, in denen die Falle eingeschaltet war, was dem Hauptaktivitätszeitraum der Kirschessigfliegen entspricht. Abbildung 13 zeigt den Verlauf zwischen dem 18. und 20.07.2018. In dieser Zeit stiegen die Tageshöchstwerte am Nachmittag mehrfach über 40 °C. Wie in der Graphik veranschaulicht, erhitze sich die Temperatur innerhalb der Falle morgens sehr viel schneller als außerhalb und die Luftfeuchte war im Innenraum niedriger; d.h. die Bedingungen waren für die Kirschessigfliegen in der Falle ungünstiger, hatten eventuell sogar eine abschreckende Wirkung auf die Tiere.

Abbildung 14 zeigt die Unterschiede im Verlauf zwischen dem 16. und 18.09.2018. Zu dieser Zeit war die größte Hitzewelle vorbei und die Temperaturen sind nachts bereits stark abgekühlt. Hier hatten sich die Bedingungen innerhalb der Falle vor allem in den Morgenstunden für die Kirschessigfliege verbessert. Dies könnte daran liegen, dass die Falle in den Brombeeren stärker beschattet wurde als zuvor in den Sommerhimbeeren.

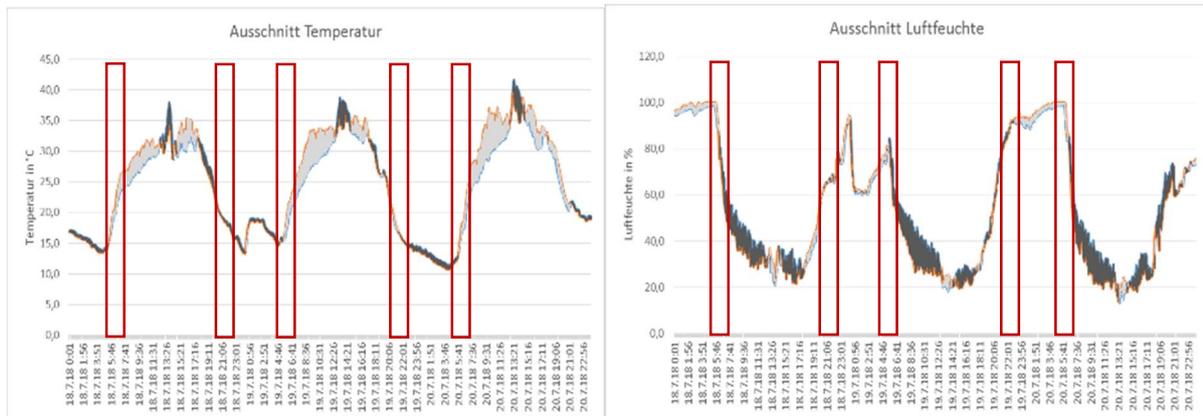


Abbildung 13: Temperatur (links) und Luftfeuchte (rechts) innerhalb und außerhalb der Falle im Beerenobst im Zeitraum vom 18.-20.07.2018.

Legende: Werte außerhalb (blau), Werte innerhalb (orange), neg./pos. Abweichungen (graue Flächen); Zeiten, in denen die Falle eingeschaltet ist/ Hauptaktivitätszeitraum der Fliegen (rote Rechtecke).

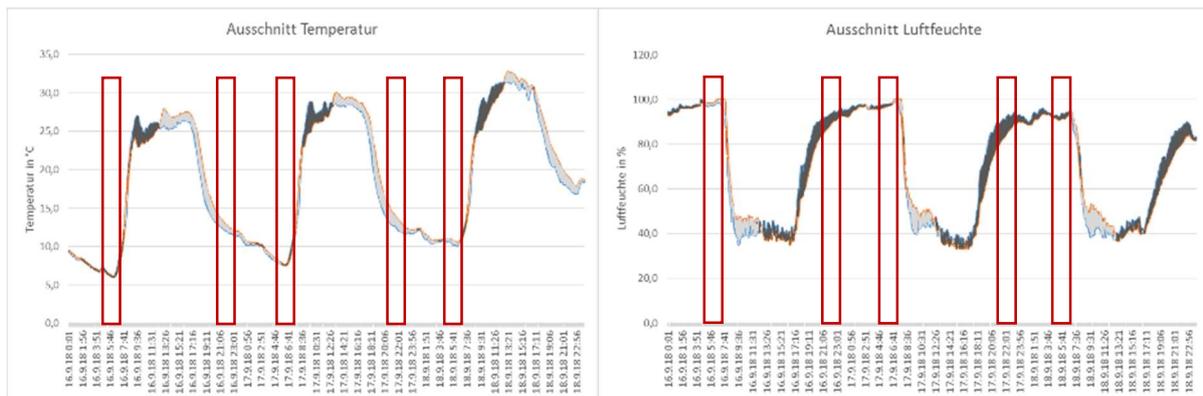


Abbildung 14: Temperatur (links) und Luftfeuchte (rechts) innerhalb und außerhalb der Falle im Beerenobst im Zeitraum vom 16.-18.09.2018.

Legende: Werte außerhalb (blau), Werte innerhalb (orange), neg./pos. Abweichungen (graue Flächen); Zeiten, in denen die Falle eingeschaltet ist/ Hauptaktivitätszeitraum der Fliegen (rote Rechtecke).

## f) Allgemeine Ergebnisse hinsichtlich der Gebrauchstauglichkeit der Falle

### Stromversorgung

Hinsichtlich der Funktionsweise ist festzuhalten, dass der Einsatz von Lithium-Akkus durch den notwendigen Akku-Austausch für den Weinbau nicht praktikabel ist, da die Fallen spätestens alle 2 Tage zwecks Wechsel aufgesucht werden müssen. Die Lösung, die Energieversorgung durch Solarpaneele sicher zu stellen, erwies sich dagegen als sehr effizient.

### Lockstoff in Verbindung mit Agar

Durch sommerliche Temperaturen trocknete der mit dem jeweiligen Lockstoff versetzte Agar aus und klumpt zusammen. Eine Verminderung der Lockwirkung konnte als Folge nicht aus-

geschlossen werden, weswegen an einer Alternative zum Agar gearbeitet wurde. Hieraus resultierte ein System bei dem flüssiger Lockstoff durch Dochte an die Umgebung abgegeben wurde (Abbildung 15).



Abbildung 15: In der Falle verwendeter Lockstoff.

Links ist der verklumpte Agarblock (Pfeil) zu erkennen, rechts das neue System mit flüssigem Lockstoff und den Dochten (Pfeil).

### Verwendetes Kunststoffgehäuse

Im Laufe des Langzeitversuches zeigte sich, dass sich das verwendete Kunststoffgehäuse verformte. Somit kam es zu Spaltbildungen und einem Ablösen der Gaze. Aus beidem resultierte ein entsprechend hoher Beifang ab diesem Zeitpunkt.

#### 2.3.10 Fallenmodifikation zur besseren Identifikation des Fangs und Beifangs

Zur Identifikation des Fangs und Beifangs wurden im weiteren Projektverlauf mit Leim versetzte Gaze verwendet (Abbildung 16). Dieser Ansatz war notwendig, da die durch Strom getöteten Tiere durch die entstehende Hitze z.T. unkenntlich wurden und somit eine Auswertung der Versuche erschwert wurde.



Abbildung 16: Fallenaufbauten zur Analyse des Fangs und Beifangs.

Zur Feststellung des Fangs und Beifangs wurde in einer der Doppelfallen der Stromkreislauf unterbrochen. Auf das Gitter wurde anschließend eine mit Leim versetzte Gaze gelegt (links). Die Gaze wurde bei den Kontrollen entnommen (rechts), der Beifang gesammelt und für spätere Analysen in 70%igen EtOH konserviert.

### 2.3.11 Optimierung der Falle und des Versuchsprogramms

Es zeigte sich, dass mehrere Modifikationen an dem Aufbau vorgenommen werden mussten:

- Die Laborversuche zeigten, dass der Fokus auf UV-Licht und Duftstoff im Agar seitens der Fliegen liegt. Diese müssen entsprechend in einer Fallenweiterentwicklung präsentiert werden.
- Die weiteren Laborversuche zeigten ferner die attraktive Wirkung einiger Farben, die zu einer farblichen Modifikation der Falle führten.
- Das erste Jahr im Freiland zeigte, welche Modifikationen in der Falle vorgenommen werden müssen. Hierzu zählen z.B. die Modifikation des Duft-Agar oder auch die aktive Verteilung des Lockstoffes innerhalb der Falle.
- Die ursprüngliche Konstruktion muss zudem überdacht und abgeändert werden, auf Grund der beschriebenen Fehler (z.B. Verzug des Kunststoffgehäuses, Verwendung Solarpanel etc.).
- Die Versuchsflächen müssen im Hinblick auf den Befallsdruck der Anlagen sorgfältig ausgewählt werden.

Darüber hinaus wurden weitere Punkte, wie die Verwendung im Weinberg, die Säuberung, der Witterungsschutz und die Positionierung in der Rebanlage analysiert und während der Projekttreffen diskutiert. Zur geplanten Modifikation der Falle wurden im zweiten Projektjahr auch Versuche beim DLR zur Optimierung der Bohrlöcher der Falle durchgeführt, um die zuvor verwendete Gaze zu vermeiden. Hierzu wurden verschiedene Kammerausführungen mit Plexiglas unterschiedlicher Bohrl Lochdurchmesser getestet (2,0 mm Durchmesser und 2,5 mm

Durchmesser). Es konnten mit der Kammer mit 2,5 mm Durchmesser deutlich mehr KEFs gefangen werden. Beim Test einer Falle mit beidseitig 2,5 mm Durchmesser und einer Falle mit beidseitig 3,0 mm Durchmesser zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Bohrungsgrößen. Um den Beifang gering zu halten, wurde daher entschieden, für die Falle V03 Löcher mit 2,5 mm Durchmesser zu verwenden.

### **2.3.12 Konstruktion und Herstellung von Fallen V03 zur Testung in der zweiten Vegetationsperiode**

Nach Auswertung der Versuchsergebnisse wurde zu Beginn des zweiten Projektjahres ein neuer Aufbau der Fallen für Freilandversuche mit Metallgehäuse und hochwertiger Ausstattung konstruiert sowie Versuchsmuster hergestellt. Der Fallenaufbau besteht aus folgenden Komponenten (siehe auch Abbildung 17):

- Metallgehäuse, innen und außen unterschiedlich lackiert (zum Test der Lockwirkung auf die Fliegen)
- Verwendung einer Dichtungslippe um einen selektiven Abschluss zu gewährleisten
- Längsseiten der Falle aus Plexiglas mit Bohrungslochern von 2,5 mm Durchmesser
- Ventilator innen zur Verteilung des Lockstoffes innerhalb der Falle und Aufbau eines Lockstoffgradienten
- LED-Leiste mit UV-LEDs
- Elektrisches Gitter vertikal angeordnet (im Versuchsaufbau mit Klebetafeln zur Analyse des Fangs)
- Zerstäuber zur Verteilung des Lockstoffes in die Peripherie
- Eigenentwickelte SmartBox zur Steuerung aller elektrischen Prozesse

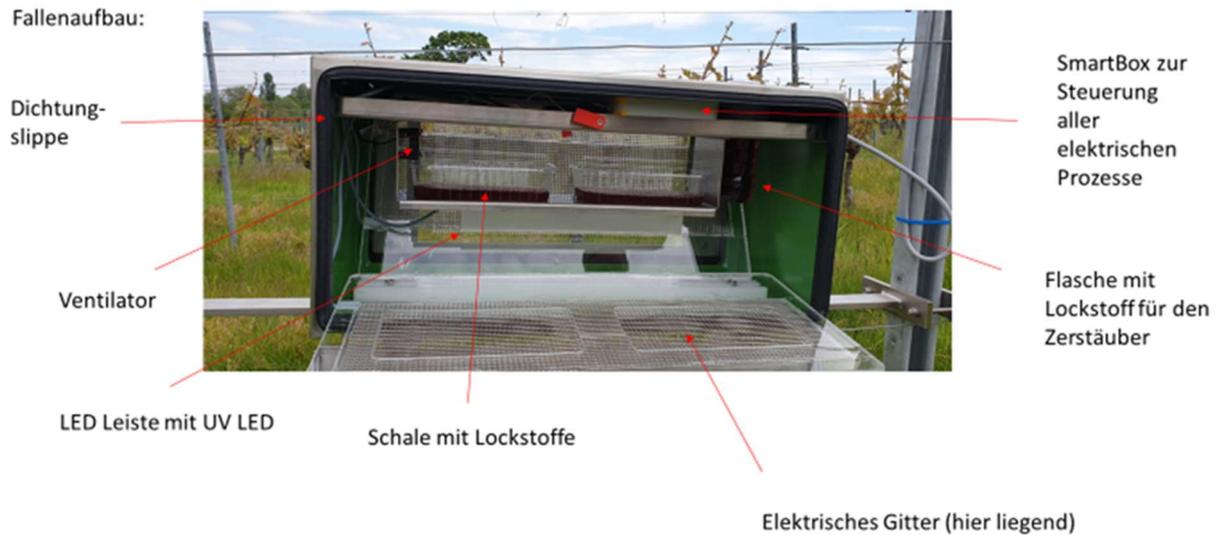


Abbildung 17: Aufbau Muster Falle V03.

Von der Falle V03 wurden insgesamt 10 Stück in unterschiedlicher Lackierung hergestellt und in den weiteren Versuchsreihen eingesetzt.

### 2.3.13 Versuchsreihen mit der Falle V03

Mit den Fallen V03 wurden umfangreiche Versuche durchgeführt. Nach Konstruktion, Fertigung und Dauertestung bei der 3win wurden die Fallen in einem Laborversuch getestet. Hierbei kamen jeweils 300 Tiere zum Einsatz. Die grundsätzliche Funktionsfähigkeit der Falle konnte in diesen Tests nachgewiesen werden, da eine überwiegende Anzahl der KEFs gefangen werden konnten (siehe nachfolgende Tabelle).

Freilandfalle V3 Übersicht aller Ergebnisse							
es wurden jeweils 300 Tiere gesamt eingesetzt. (wenige sind entflohen)							
	1. Test	2. Test	3. Test	4. Test	5. Test	6. Test	7. Test
Außerhalb der Falle/Rest im Käfig =	103 KEFs	93 KEFs	124 KEFs	123 KEFs	93 KEFs	103 KEFs	107 KEFs
Innerhalb der Falle =	195 KEFs	199 KEFs	171 KEFs	171 KEFs	189 KEFs	185 KEFs	205 KEFs
im Lockstoff:	8	0 ♂ + 4 ♀	2 ♂ + 7 ♀	1 ♀	2 ♀	6 ♀	1 ♂ + 3 ♀
auf Leim:	41	72 ♂ + 48 ♀	54 ♂ + 55 ♀	61 ♂ + 59 ♀	50 ♂ + 47 ♀	58 ♂ + 63 ♀	40 ♂ + 33 ♀
im Falleninnenraum:	146	32 ♂ + 43 ♀	19 ♂ + 34 ♀	22 ♂ + 28 ♀	41 ♂ + 49 ♀	25 ♂ + 33 ♀	63 ♂ + 65 ♀
	keine Geschlechtertrennung						

Abbildung 18: Ergebnisse der Labortests zur Fängigkeit der Falle V03.

Im Anschluss daran wurden die Fallen V03 im Freiland aufgebaut. Dabei wurden unterschiedliche Ausstattungen der Fallen bzw. Lackierungen verwendet:

- Falle 1: außen rot, innen grün,
- Falle 2: außen grün, innen rot,
- Falle 3: außen rot, innen grün,

- Falle 4: außen grün, innen rot.

Zur Auswertung der Fängigkeit wurde das elektrische Gitter ausgeschaltet und mit durchsichtigen Leimtafeln der Firma Aeroxon abgeklebt. Die darauf klebenden Insekten wurden bei den jeweiligen Besuchen gezählt und bestimmt.



Abbildung 19: Einsatz der Falle V03 im Obstbau, hier schwarze Johannisbeere.  
Gut zu sehen ist der durch den Zerstäuber abgegebene Lockstoffnebel.

Der Einsatz im Freiland erfolgte zunächst im Obstbau:

- Falle 1: 16.05. bis 31.07.2019, schwarze Himbeere, Fang 1 KEF. 31.07. bis 16.10.2019, Herbsthimbeere, Fang 278 KEF. Anmerkung: In den Versuchen wurde ab 22.08.2019 zusätzlich das Licht ausgeschaltet und der Ventilator länger angeschaltet.
- Falle 2: 16.05. bis 31.07.2019, schwarze Johannisbeere, Fang 2 KEF. 31.07. bis 16.10.2019, Herbsthimbeere 278 KEF. Anmerkung: Hier erfolgte keine Modifikation, bei der letzten Kontrollzeit war jedoch das Licht ausgefallen.
- Falle 3: 16.05. bis 22.08.2019, Sauerkirsche, Fang: 4 KEF. 23.08. bis 16.10.2019, Brombeere, Fang 434 KEF. Anmerkung: In den Versuchen wurde ab 22.08.2019 zusätzlich der Ventilator ausgeschaltet und das Licht länger angeschaltet. Bei der letzten Kontrollzeit am 16.10. war die Falle jedoch ohne Funktion.
- Falle 4: 16.05. bis 22.08.2019, Sauerkirsche, Fang 1 KEF. 23.08. bis 16.10.2019, Brombeere, Fang 386 KEF. Anmerkung: Hier erfolgte keine Modifikation.

Die Ergebnisse sind jeweils in den nachfolgenden Diagrammen zusammengefasst (die rote Linie kennzeichnet jeweils den Wechsel im Ernteeinsatz).

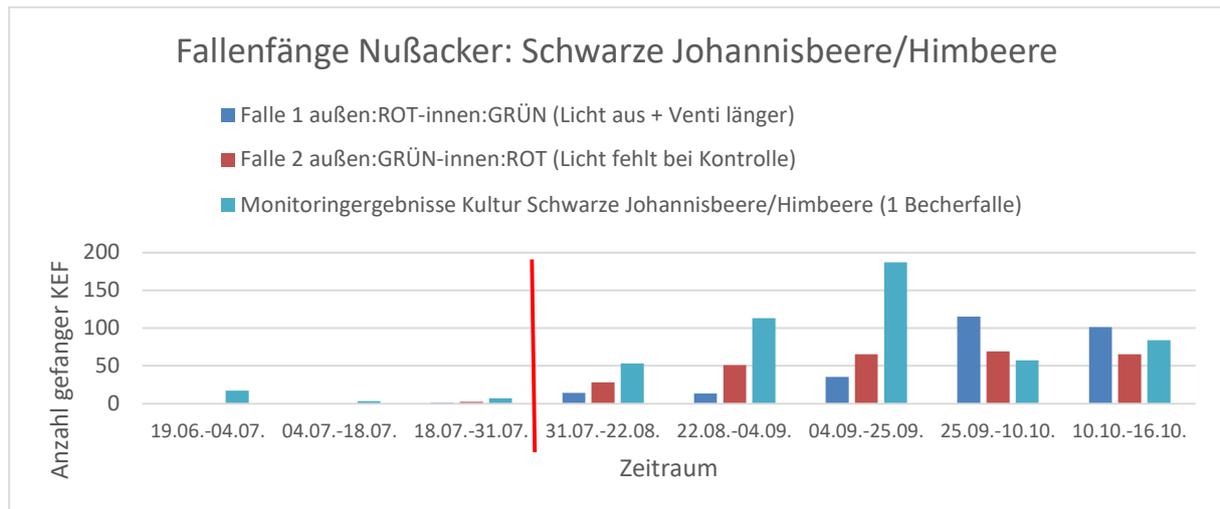


Abbildung 20: Auswertung der Versuchsergebnisse Feldversuch „Nussacker“, schwarze Johannisbeere/Himbeere

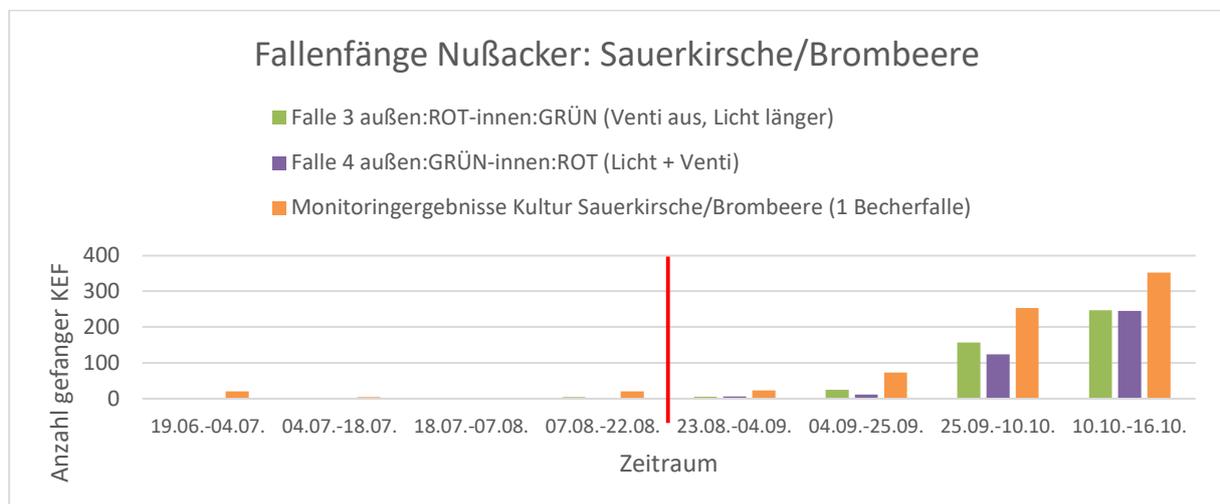


Abbildung 21: Auswertung der Versuchsergebnisse Feldversuch „Nussacker“ Sauerkirsche/Brombeere

Leider konnten in den Versuchsreihen keine eindeutigen Ergebnisse zum Fang der KEFs abgeleitet werden. Es gab sowohl zu viele Versuchsvarianten als auch zu viele Unsicherheiten bezüglich der Funktionalität der Fallen. Eindeutig war jedoch, dass im Vergleich zu den Fangergebnissen der bei der Bonitur festgestellte Befall in allen Kulturen mit bis zu 100 % sehr hoch war. Festzustellen ist auch, dass in den Fallen teilweise eine sehr starke Aufheizung von bis zu 54 °C vorlag, während außerhalb der Falle maximal 47 °C gemessen wurde und die Luftfeuchte zwischen 3 % und 96 % stark schwankte.

Im Weinbau wurden die Fallen V03 im Versuchsfeld Weinbau St. Martin am 15.05.2019 eingesetzt und zunächst getestet (Abbildung 22). Im Zeitraum 04.07.-16.10.2019 wurden die Fallen durch den wissenschaftlichen Partner hinsichtlich ihrer Fängigkeit ausgewertet.



Abbildung 22: Verteilung der Fallensysteme V03 in verschiedenen Weinbergen des Winzers Rössler-Schneider in St. Martin/Pfalz.

Die Farben geben jeweils die innenseitigen Lackierungen an. Gelbe Beschriftungen zeigen den Standort der verwendeten Monitoringfallen an.

Die Versuche umfassten den Einsatz in den Weinreben Portugieser, Spätburgunder und Dornfelder, wobei auch hier unterschiedliche Fallenausführungen (Lackierungen) zum Einsatz kamen. Beispielhaft sind hier die Ergebnisse mit der Falle 4 im Einsatz eines Dornfelder-Weinbaus gezeigt (die Falle war innen orange lackiert, Abbildung 23): Während auch in der vergleichsweise eingesetzten Monitoringfalle nur wenige KEFs gefangen werden konnten, waren in der Falle V03 nur einzelne KEFs zu finden (Abbildung 24). Die Bewertung des Befalls der Trauben zeigte, dass dieser sehr gering war.



Abbildung 23: Falle 4 (Dornfelder), innen orange lackiert.

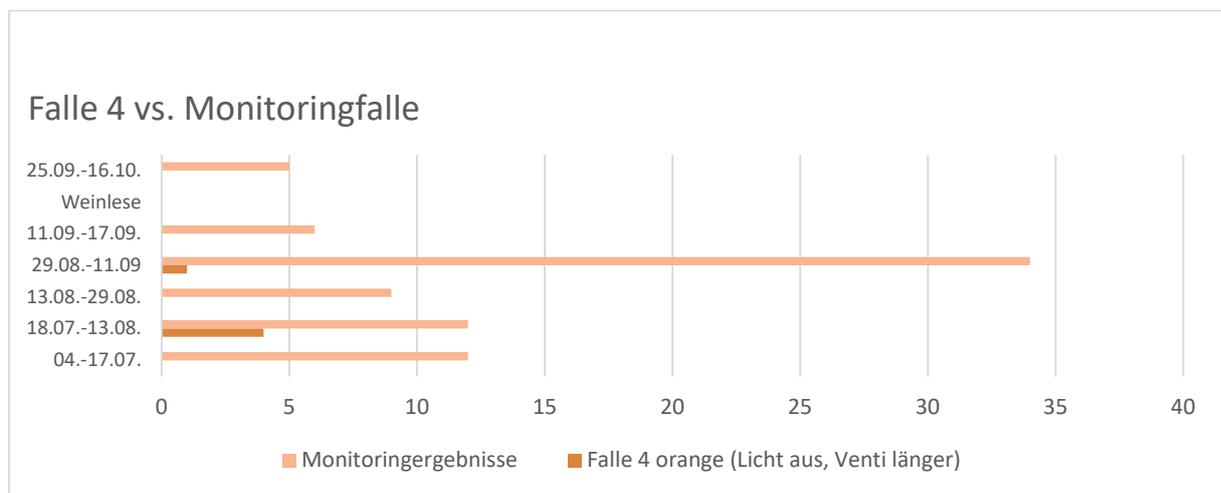


Abbildung 24: Auswertung der Freilandversuche im Weinbau (hier: St. Martin mit Falle 4, Dornfelder).  
Die Anzahl der mit beiden Fallensystemen gefangenen KEF ist sehr gering.

Ähnliche Ergebnisse zeigten sich im Spätburgunder sowie mit unterschiedlichen Fallenausführungen und -lackierungen auch in anderen Rebsorten. Alle Fangresultate der Versuche in St. Martin sind im nachfolgenden Diagramm zusammengefasst.

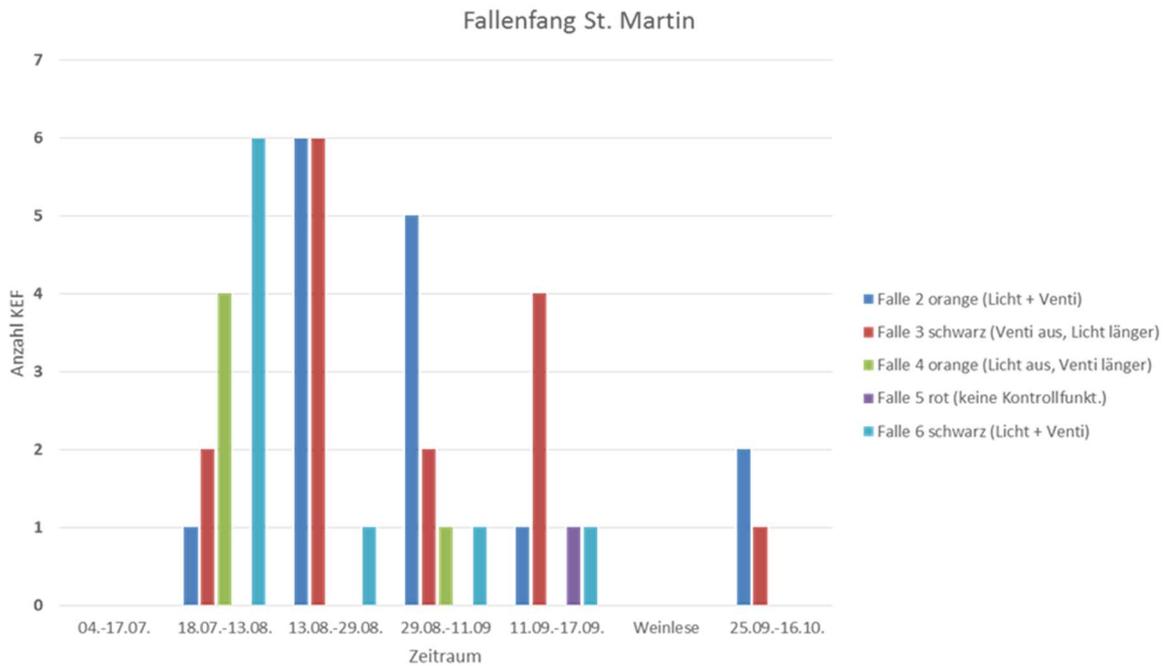


Abbildung 25: Zusammenfassung der Freilandversuche 2019 im Weinbau, St. Martin.

Die Falle 1 wurde nicht in die Analyse mit einbezogen, da diese aufgrund von technischen Problemen wieder abgebaut werden musste.

Die Versuchsreihen zeigten, dass nur sehr wenige KEFs gefangen werden konnten und es somit nur sehr wenige auswertbare Daten gab. Es waren somit keine Aussagen bezüglich der Fängigkeit der Fallen zu treffen. Auch mit den Monitorfallen konnte nur eine geringe Flugaktivität festgestellt werden.

### 2.3.14 Test unterschiedlicher Trägermaterialien für den Lockstoff

Nach Auswertung der Zwischenergebnisse wurde während der Laufzeit in Laborversuchen der Einsatz unterschiedlicher Trägermaterialien getestet. Ziel war es, die Lockstoffe im Feldeinsatz länger wirksam zu halten.

Perlite, Kieselgel und Migulatoren sowie Aqua Pearls zeigten keine geeigneten Resultate. Die Probleme lagen insbesondere in einer geringen Aufnahmekapazität des Lockstoffs, einem Absetzen der Medien oder Kaschieren von Gerüchen. Die besten Ergebnisse wurden mit Hydrogelgranulat (hier: Luquasorb) ermittelt.

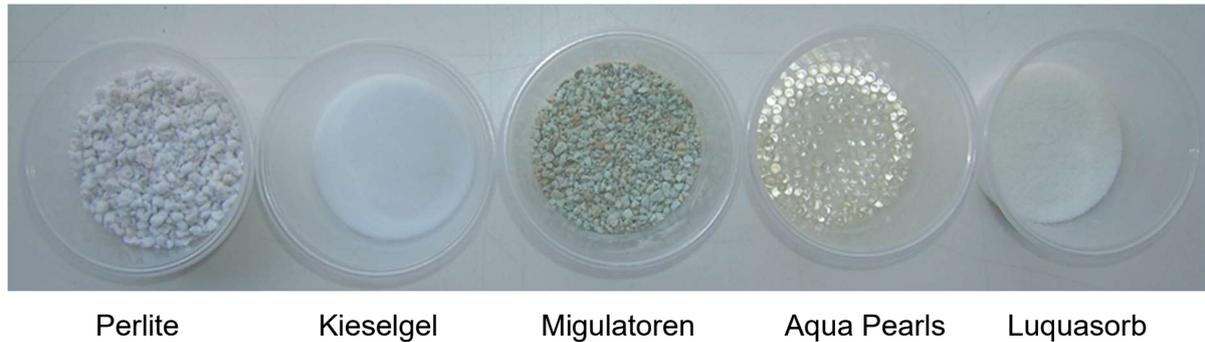


Abbildung 26: Untersuchung unterschiedlicher Trägermaterialien für den Lockstoff im Labor

Dieses wurde deshalb in Versuchsreihen im Feld als Lockstoffträger eingehender durch das DLR untersucht. Dabei zeigten sich diverse Schwächen des Trägermaterials, was sich insbesondere durch Austrocknung, Schleim- und Schimmelbildung sowie der Funktion des Gemischs als Eiablagesubstrat äußerte. Der durch die 3win getestete Superabsorber „Stockosorb“ wies diese negativen Effekte nicht auf, wodurch dieses Superabsorber-Lockstoffgemisch im Freiland letztlich länger haltbar war.

### 2.3.15 Analyse des Beifangs

In den Versuchsreihen wurde zudem stets der Beifang, d.h. das Einfangen von Nicht-Ziel-Organismen, analysiert, um die Selektivität der Falle zu testen. Nachfolgend sind die Ergebnisse den unterschiedlichen Entwicklungsstadien zugeordnet:

#### a) Versuchsmuster (Kunststofffallen V02) im Weinbau, Feldversuche 2018

Die im Weinbau in 2018 durchgeführten Versuche wiesen eine hohe Beifangrate auf. Dieser bestand aus nur wenigen anderen *Drosophila* (nicht-KEF), doppelt so vielen Nützlingen (Schlupfwespen, Spinnen) und recht vielen Indifferenten. Es wurden auch einige Rebschädlinge wie Rebzikaden oder Thripse gefangen.

#### b) Fallen V03 im Weinbau, Feldversuche 2019

Der gesamte Beifang konnte um etwa die Hälfte reduziert werden. Außerdem fingen die Fallen in 2019 weitaus mehr andere *Drosophila* (nicht-KEF) als 2018. Die Anzahl der Nützlinge konnte im Vergleich zu 2018 stark verringert werden, auch die Anzahl der Indifferenten.

#### c) Versuchsmuster (Kunststofffallen V02) im Obstbau, Feldversuche 2018

Die Falle hatte in 2018 im Obstbau (Sommerhimbeere 9.7.-8.8. und Brombeere 8.8.-26.9.) insgesamt keine hohen Beifangzahlen. Dennoch war der Anteil der Nützlinge (meist Schlupfwespen, wenige Flurfliegen) dabei relativ hoch. Immerhin bestand über ein Drittel der Beifänge aus anderen *Drosophila* (nicht-KEF), was ein wesentlich besserer Wert gegenüber dem Weinbau (vergleichbarer Zeitraum) ist.

#### d) Fallen V03 im Obstbau Feldversuche 2019

Die Analysen betrafen die Schwarze Johannisbeere (Zeitraum 29.5.-31.7.2019) und die Sauerkirsche (29.5.-22.8.) als frühe, sowie die Herbsthimbeere (31.7.-16.10.) und Brombeere (23.8.-16.10.) als späte Obstkulturen. Es ergaben sich Unterschiede im Beifang, die neben den verschiedenen Kulturen auch auf den Beprobungszeitraum und die spätere Jahreszeit zurückzuführen sind. Die Unterschiede der Beifänge und deren Zusammensetzungen können daher nicht auf die Kulturen allein oder die Fallen reduziert werden. In den beiden frühen Kulturen waren die Nützlingsfangraten mit wenigen Einzeltieren pro Falle insgesamt sehr gering und mit einem Höchstwert von 1,5 % in einer Falle, anteilig sehr niedrig. Gegensätzlich verhielt es sich jedoch mit den Indifferenten, die in einer Falle über 50 % des gesamten Beifangs ausmachten.

Verglichen mit den beiden frühen Obstkulturen, waren die absoluten Fangzahlen der Beifänge in den beiden späten Obstkulturen höher. Hierbei stieg insbesondere der Anteil anderer *Drosophila*-Fliegen (nicht-KEF), die gefangen wurden, in allen Fallen stark an und erreichte Werte zwischen 84 % und 92 % des Beifangs. Gleichzeitig erhöhte sich auch die totale (absolute) Zahl der gefangenen Nützlinge (maximale Fangzahl an Schlupfwespen gefunden in einer Falle n=117). Bezogen auf den gesamten Beifang lagen die Nützlingsfangraten in den Fallen der beiden späten Obstkulturen mit Werten zwischen 3,2 % und 7,2 % somit höher als in den frühen Obstkulturen.

Die meisten Nützlinge waren Schlupfwespen. Die meisten Indifferenten gehörten zu Mücken und Fliegen. Teils waren auch Käfer und vereinzelt auch andere Insekten/Arthropoden vertreten. Bei den anderen Schädlingen überwiegen die weiteren *Drosophila* Arten, was durch die Größe der an *Drosophila suzukii* angepassten Einfluglöcher erklärt werden kann.

## 2.4 Diskussion

Innerhalb des Projektes wurde erfolgreich eine neuartige autark funktionierende Falle für Kirschessigfliegen im Wein- und Obstbau entwickelt. Unter Laborbedingungen konnte die effektive Fängigkeit des aus den Versuchsreihen resultierenden finalen Fallensystem V03 nachgewiesen werden. Im Freiland waren die Fallen im Vergleich zu den reifen Früchten oder auch den Monitoringfallen noch nicht ausreichend wirksam. Es wurden jedoch zahlreiche wichtige Erkenntnisse, sowohl zur Lockstoffauswahl als auch wichtigen Fangparametern, wie dem Einsatz von UV-Licht, gewonnen.

Das gemäß Antrag formulierte Ziel, die Kirschessigfliegen möglichst zuverlässig im Obst- bzw. Weinbau zu fangen und dadurch den Befall der Früchte zu verhindern, konnte innerhalb der Projektlaufzeit noch nicht erreicht werden. Im Vergleich zu einfachen Monitoringfallen war die Fangleistung der Fallen V03 als finale Version deutlich geringer. Die Monitoringfallen sind jedoch für den Feldeinsatz beim Obstbauern bzw. Winzer nicht geeignet, da sehr wartungsintensiv. Im Vergleich zu den reifen Früchten war die Falle V03 ebenfalls noch keine Konkurrenz, da im Obstbau trotz Fängigkeit der Falle ein vollständiger Befall der Früchte festgestellt werden konnte.

Generell ist festzustellen, dass beide Versuchszeiträume (sowohl 2018 als auch 2019) nur eine eingeschränkte Aussagekraft haben, da es sich um sehr trockene Sommer mit geringer Aktivität von Kirschessigfliegen im Weinbau handelte. Im Obstbau konnten im Vergleich dazu deutlich mehr Daten generiert werden und der Befall mit KEFs war deutlich höher.

In beiden Freilandhabitaten gestaltete sich die Einbindung der Fallen in ein bestehendes Ökosystem mit den entsprechenden Umwelteinflüssen als sehr komplex. Der technische Aufbau der Fallen wurde schrittweise so optimiert, dass ein autarker Einsatz im Feld ohne intensive vor-Ort-Betreuung nachgewiesen werden konnte. Erste Optimierungen hinsichtlich der Fängigkeit aufgrund des Reizverhaltens der Fliege konnten in der zur Verfügung stehenden zweijährigen Projektlaufzeit durchgeführt werden, führten aber noch nicht zu dem erwarteten finalen Erfolg. Die Fangergebnisse wurden von zahlreichen Parametern, wie den ausgewählten Duftstoffen, farblichen Lichtreizen und vor allem auch den Witterungsbedingungen beeinflusst, die einen großen Einfluss auf die Aktivität der Fliegen und den Befallsverlauf haben (s.o.).

Die Diskussionen der Ergebnisse zwischen den Partnern zeigten, dass folgende Einflüsse und Fehler zu beachten sind und ggfs. weiter untersucht und bearbeitet werden müssen:

- Haltbarkeit Lockstoffmaterialien
- Nachlassende Leistung UV-LEDs
- Allgemeine Funktionalität

- Solar-Panel erfordert Pflegemaßnahmen, besonders nach Pflanzenschutzmaßnahmen
- Reichweite der Falle unbekannt
- Lackfarbe für KEF wahrnehmbar?
- Störender Einfluss des elektrischen Feldes?

Hinsichtlich der Zusammenarbeit der Projektpartner fand während der gesamten Projektlaufzeit ein reger inhaltlicher und fachlicher Austausch statt. Hierzu zählten sowohl die 2-4-wöchigen Telefonkonferenzen (je nach Diskussionsbedarf), wie aber auch die insgesamt 12 Projekttreffen, die beim DLR in Neustadt und den kooperierenden Winzern durchgeführt wurden.

Aufgrund des hohen F&E Potentials des Projektes und der guten Zusammenarbeit zwischen den Projektpartnern haben diese sich dazu entschlossen, eine Projektskizze im Aufruf „Förderung von Innovationen zur Vermeidung der Ein- und Verschleppung von geregelten und neuen Schadorganismen an Pflanzen – Pflanzengesundheit – im Rahmen des Programms zur Innovationsförderung“ bei Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung einzureichen. Darüber hinaus werden weitere Fördermöglichkeiten seitens der Projektpartner geprüft, um die Forschungsarbeiten fortzusetzen und noch zu einem erfolgreichen Abschluss zu führen.

## 2.5 Öffentlichkeitsarbeit

Innerhalb der Projektlaufzeit wurden von den Projektpartnern noch keine Ergebnisse veröffentlicht, da die Versuche nicht zu den erwarteten Ergebnissen führten und daher noch keine Veröffentlichung zuließen. Dennoch konnte durch das Projekt Kontakt zu den Firmen Kwizda (Wien, Österreich), Neudorff (Emmerthal) und Aeroxon (Waiblingen) aufgenommen werden. Zusätzlich wurde das Projekt in den Firmenräumen der 3win GmbH durch Poster und während Unternehmertagen vor Ort präsentiert.



Abbildung 27: Präsentation des Projektes auf der Veranstaltung „Hallo Nachbar“ auf dem Gelände der 3win am 12.09.2019.

## 2.6 Fazit

Es gelang, eine technische Falle für Kirschessigfliegen zu entwickeln, die ihre Fängigkeit sowohl im Labor als auch Feldeinsatz nachwies. Im Vergleich zu den reifen Früchten oder auch Monitoringfallen waren die Fallen noch nicht ausreichend wirksam. Trotz unterschiedlicher innerhalb der Laufzeit vorgenommener Optimierungen waren die Ergebnisse nicht eindeutig, sondern von zu vielen Einflüssen abhängig und die Versuchsbedingungen im Feldeinsatz zu komplex.

Die entwickelte Falle ist somit noch nicht praxisreif und erfordert weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten. Es ist vorgesehen, die Forschungsarbeiten fortzusetzen. Hierbei soll zunächst ein komplexeres Monitoring der Umgebungsbedingungen und deren Auswirkungen auf die Population der Kirschessigfliegen sowie deren Auftreten im Obst- und Weinanbau erfolgen. Hierfür werden sowohl die Falle V03 wie auch weitere Monitoringfallen eingesetzt werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen soll in weiteren Versuchsreihen dann die Fängigkeit der

V03 verbessert werden. Zudem ist angedacht, mit den bestehenden Fallensystemen ein ganzheitliches Pflanzenschutzmanagement aufzubauen.

Die Ergebnisse zeigen, dass neben den Fruchtkulturen, die Saumkulturen und die Größe der Kulturen einen wichtigen Einfluss auf das Vorkommen der KEF haben. Hier möchten die Partner mit ganzjährigen Versuchsreihen das Verhalten der Fliegen weiter analysieren. Die Forschungspartner wollen somit ihre Arbeiten fortsetzen und nach weiteren Untersuchungen und Optimierungen noch einen positiven Abschluss erreichen. Hierfür werden weiterhin Erfolgsaussichten gesehen.

### 3 Literaturangaben

Cini, A., C. Ioriatti, G. Anfora. A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bull Insectol* (2012) 149–160

Fried A., J. Disselborg, V. Kaus, S. Kohn, C. Reinold, H. Vogt, H.-J. Wöppel. Kirschessigfliege – mögliche Bekämpfungsstrategien. *KTBL Fachartikel* (2016)