

# Die (un)bekannte Kirschessigfliege *Drosophila suzukii*: ein Überblick

Dr. Alexandra Wichura<sup>1</sup>, Prof. Dr. Roland W. S. Weber<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Pflanzenschutzamt der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

<sup>2</sup> Obstbauversuchsanstalt Jork der Landwirtschaftskammer Niedersachsen



Alexandra Wichura

Roland Weber

## Zusammenfassung

Die 2008 nach Südeuropa eingeschleppte Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) hat sich in wenigen Jahren bis nach Niedersachsen ausgebreitet und dort in den Vegetationsperioden 2014 und 2015 erste wirtschaftliche Schäden verursacht. Der aktuelle internationale Kenntnisstand zu diesem Schädling wird daher in diesem Artikel zusammengefasst. Sämtliche Entwicklungsstadien sowie typische Schadbilder werden beschrieben und illustriert. Die Befallsbiologie von *D. suzukii* ist gekennzeichnet durch eine hohe Mortalität im Winter und eine starke Vermehrung unter günstigen Bedingungen während der Saison. *D. suzukii* besitzt einen sehr breiten Wirtspflanzenkreis. Besonders gefährdet sind Beerenobstarten sowie Süß- und Sauerkirschen. Auch viele Nicht-Kulturpflanzen werden befallen. Faktoren, die die Eignung einer Wirtspflanze beeinflussen, werden erläutert. Nutzen und Grenzen einer Befallsbeobachtung durch Essigfallen werden aufgezeigt. Die wichtigste Bekämpfungsmaßnahme besteht in der sauberen, rechtzeitigen und kompletten Beerntung von Beständen, verbunden mit der Vernichtung von Befallsmaterial. Verschiedene insektizide Wirkstoffgruppen besitzen mäßige bis hohe Wirkungsgrade gegen *D. suzukii*. Die hohe Wirkung von Spinosad (SpinTor) wird durch die fehlende Regenbeständigkeit geschmälert. Eine genaue Terminierung der SpinTor-Behandlungen ist daher entscheidend und kann durch die sorgfältige Beobachtung des beginnenden Fruchtbefalls erreicht werden. Die Einnetzung von Strauchbeeren- und Steinobstanlagen kann eine effektive Maßnahme sein, indem sie die wirtschaftlich relevante Befallszunahme um ein bis zwei Generationen verzögert. Maschenweiten von etwa 1 mm sind geeignet. Hingegen erscheint der Massenfang mit Essig- oder Rotweinfallen nicht als praxisrelevante Option für niedersächsische Betriebe. Eine sichere Bekämpfung der Kirschessigfliege ist möglich, sofern verschiedene Optionen konzentriert genutzt werden.

Schlagwörter: Beerenobst, Bekämpfung, *Drosophila melanogaster*, *Drosophila suzukii*, Kirschessigfliege, Steinobst, Verbreitung

## The (un)known spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*): an overview

### Summary

Spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*) was introduced into Europe in 2008 and has spread within a few years to Lower Saxony where economic damage was recorded in the 2014 and 2015 seasons. This article summarizes the state of current international knowledge of this pest. All developmental stages as well as typical symptoms of infestation are described and illustrated. The biology of *D. suzukii* is characterised by a high winter mortality and a high reproductive potential under favourable conditions during the vegetation period. *D. suzukii* has an exceptionally wide range of host plants. Most species of soft fruits as well as sweet and sour cherries are particularly susceptible. Many non-cultivated plants are also attacked. Factors favouring the suitability of a plant as a host are evaluated. Potential and limitations of the use of vinegar traps for observing population dynamics are discussed. A clean, timely and complete harvest of orchards combined with the destruction of infested material is viewed as the most important control measure. Several insecticidal compounds possess moderate to high activities against *D. suzukii*. The high efficacy of spinosad (SpinTor) is compromised by a low rainfastness. A precise determination of suitable application dates of SpinTor is essential and should be based on careful observations of incipient fruit infestation. The protection of entire bush and stone fruit orchards by netting may also be effective by delaying an economically relevant increase of fruit infestation by one to two generations. Mesh sizes of about 1 mm are suitable. In contrast, mass catches using traps with a bait of vinegar and red wine do not appear to be a practical option for Lower Saxon fruit farms. The safe control of spotted-wing drosophila is possible if different control options are deployed in a concerted manner.

Keywords: control, distribution, *Drosophila melanogaster*, *Drosophila suzukii*, soft fruit, spotted-wing drosophila, stone fruit

Seit 2008 breitet sich die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) in Europa und Nordamerika aus und hat in vielen Ländern bereits schwere wirtschaftliche Schäden angerichtet (GOODHUE *et al.*, 2011; GRASSI *et al.*, 2011; DE ROS *et al.*, 2015; HARZER & KÖPPLER, 2015). In Niedersachsen wird sie seit 2012 nachgewiesen; 2014 ist es im Erwerbsobstbau erstmals zu Schäden durch Fruchtbefall gekommen. Aufgrund ihrer Fähigkeit, noch am Strauch hängende intakte Früchte zu befallen, ihrer schnellen Generationsfolge und ihres hohen Ausbreitungspotenzials wurde sie bereits kurz nach ihrem Erstauftreten in Europa als extrem gefährlicher Schadorganismus für Beerenfrüchte eingestuft (BAUFELD *et al.*, 2010). Die ökologische Spezialisierung von *D. suzukii* wird ganz wesentlich durch ein Merkmal ermöglicht: den mit Sägezähnen versehenen Legeapparat (Abb. 1), der die Weibchen dieser Fliege in die Lage versetzt, intakte Fruchthäute aufzusägen und gesunde Früchte mit Eiern zu belegen. Darin unterscheidet sie sich substantiell von anderen *Drosophila*-Arten, die ausschließlich überreife oder verwundete Früchte besiedeln (ATALLAH *et al.*, 2014).

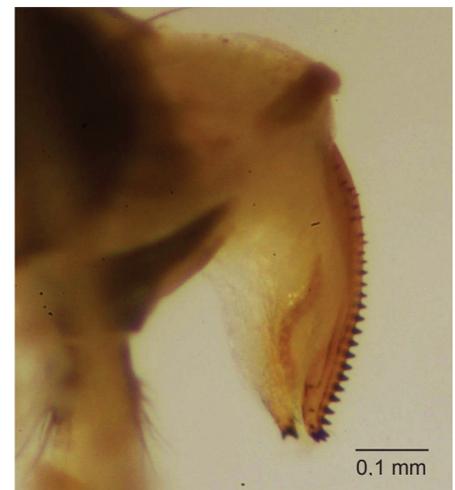


Abb. 1: Sägeartiger Eiablageapparat des Weibchens von *D. suzukii*.

(Foto: Roland Weber)

alexandra.wichura@lwk-niedersachsen.de; roland.weber@lwk-niedersachsen.de

In den vergangenen 10 Jahren sind mit der steigenden Bedeutung von *D. suzukii* viele internationale Studien veröffentlicht worden. Es ist deshalb Zeit für einen Überblick über neue Erkenntnisse zur Biologie, zu Bekämpfungsmöglichkeiten und zu aktuellen Entwicklungen in der Forschung an der Kirschessigfliege.

### Ausbreitung und Schadpotenzial

Die Kirschessigfliege ist im asiatischen Raum beheimatet. Der genaue Ursprung lässt sich allerdings nicht mehr feststellen. Obwohl sie als Erstes in Japan gefunden und beschrieben wurde (MATSUMURA, 1931 [zitiert in CALABRIA *et al.*, 2012]), könnte *D. suzukii* vor über 100 Jahren auch nach Japan eingeschleppt worden sein. Die ersten Berichte als Schaderreger an Beerenfrüchten in Japan stammen bereits aus den 1930er Jahren (KANZAWA, 1939 [zitiert in WALSH *et al.*, 2011]). Sämtliche der wenigen Studien aus dieser Zeit sind auf Japanisch verfasst und stehen uns somit nicht zur Verfügung. Nach einer starken Ausweitung der Heidelbeer-Anbaufläche trat *D. suzukii* dort ab 2002 als massiver Schaderreger an dieser Kultur auf, so dass ihr auch in Japan verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt wurde (KINJO *et al.*, 2014).

Im Laufe des letzten Jahrhunderts wurde die Existenz von *D. suzukii* in China, Taiwan, Russland, Nord- und Südkorea, Indien, Pakistan, Myanmar und Thailand belegt, seit 1980 auch auf Hawaii (CALABRIA *et al.*, 2012). 2008 wurde sie zum ersten Mal im US-amerikanischen Bundesstaat Kalifornien nachgewiesen und hat sich von dort aus kontinuierlich bis nach Kanada ausgebreitet (HAUSER, 2011). Mittlerweile ist sie in fast allen US-Bundesstaaten zu finden und ist mit Nachweisen in Mexiko und Brasilien nun dabei, auch den südamerikanischen Kontinent zu erobern (LEE *et al.*, 2011a; VILELA & MORI, 2014).

Zeitgleich mit der Invasion der USA wurde *D. suzukii* 2008 auch in Spanien zum ersten Mal nachgewiesen (CALABRIA *et al.*, 2012). Im darauf folgenden Jahr entdeckte man *D. suzukii* in Frankreich und Italien (GRASSI *et al.*, 2011; CALABRIA *et al.*, 2012) sowie in Kroatien (ANONYM, 2015). Ab 2010 hat die Kirschessigfliege sich in

Italien und Frankreich immer weiter ausgebreitet und ab 2011 auch nennenswerte Fruchtschäden in diesen Ländern verursacht (CINI *et al.*, 2012). Derweil setzten sich die Nachweise in Europa kontinuierlich fort: 2011 wurde sie erstmals in Belgien, Slowenien, der Schweiz, in Österreich und in Süddeutschland entdeckt (VOGT *et al.* 2012; ANONYM, 2015). Auch in diesen Ländern wurden ein Jahr später die ersten bedeutsamen Schäden an Kulturpflanzen beobachtet, darunter auch an Weintrauben (VOGT *et al.*, 2012). 2012 meldeten die Niederlande, Großbritannien, Portugal und Ungarn ihr Vorkommen. 2014 wurde sie zum ersten Mal in der Slowakei, Tschechien, Bulgarien, Griechenland und Polen nachgewiesen (ANONYM, 2015).

Aufgrund der hohen Vermehrungsrate, des schnellen Verbreitungspotenzials und des großen Risikos der Verschleppung wurden in Deutschland schon früh Warnungen durch das Julius Kühn-Institut (JKI) veröffentlicht (BAUFELD *et al.*, 2010; VOGT & BAUFELD, 2011). Seit 2011 wird ein flächendeckendes Monitoring in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Bundesländer durchgeführt. Im Rahmen dieses Monitorings wurden im September 2011 an den JKI-Standorten in Siebeldingen (Rheinland-Pfalz) und Dossenheim (Baden-Württemberg) zum ersten Mal vereinzelte

Exemplare in Fallen gefunden. Später im Jahr wurden auch am Bodensee (Bayern und Baden-Württemberg) Fallenfänge gemacht (VOGT *et al.*, 2012). Im Folgejahr 2012 wurden die ersten Fruchtschäden in Baden-Württemberg und Rheinland-Pfalz beobachtet (TRAUTMANN, 2013). Die Ausbreitung nach Norden ist sehr schnell erfolgt: schon 2012 gelangen die ersten Fallenfänge in Niedersachsen, 2013 in Schleswig-Holstein (S. Monien, persönl. Mitt.) und 2014 auf der Insel Fünen in Dänemark (H. Lindhard Pedersen, persönl. Mitt.). Zu ersten Schäden an Kulturpflanzen kam es in Niedersachsen erst 2014 (Wichura *et al.*, in Vorbereitung).

Die bisher beobachteten Ausbreitungsmuster lassen sich dadurch erklären, dass größere Distanzen wahrscheinlich mit dem Transport von Befallsfrüchten zurückgelegt werden, während innerhalb kleinräumiger Strukturen und zusammenhängender Gebiete die Flugaktivität der Fliegen selbst eine bedeutende Rolle spielt.

### Morphologie

*D. suzukii* gehört zur Familie der Taufliegen oder Essigfliegen (Drosophilidae). Verschiedene Arten aus der Gattung *Drosophila* kommen auch in Deutschland natürlich vor. Der bekannteste Vertreter ist *D. melanogaster*.

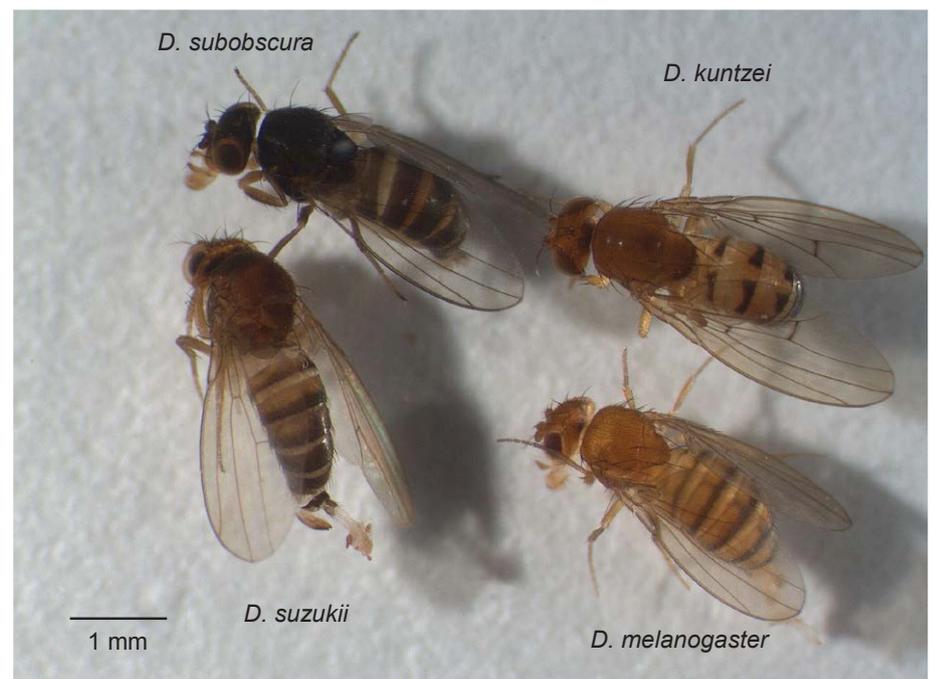


Abb. 2: Weibchen verschiedener *Drosophila*-Arten, wie sie in einer Essigfalle gefunden werden können. (Foto: Alexandra Wichura)

Morphologisch sind sich die verschiedenen Taufliegen-Arten sehr ähnlich. Sicher können sie nur anhand der adulten Tiere unterschieden werden.

Die Weibchen der Kirschessigfliege sind ca. 3-4 mm groß und haben eine Flügelspanne von 7-8 mm. Die Männchen sind mit 2-3 mm Körpergröße und einer Flügelspanne von 6-7 mm grundsätzlich etwas kleiner. Beide Geschlechter haben rote Augen und einen hellbraun bis gelb-braun gefärbten Körper. Am unteren Teil der Hinterleibsegmente befinden sich dunkelbraune bis schwarze durchgängige Querstreifen (KANZAWA, 1939



Abb. 3: *Drosophila suzukii*: Männchen mit typischem Flügelfleck (links) und Weibchen mit ausgefahrenem Legeapparat (rechts).  
(Foto: Alexandra Wichura)



Abb. 4: Sexualkämme (Pfeile) an den Vorderbeinen eines Männchens von *D. suzukii*.  
(Foto: Roland Weber)



Abb. 5: Eiablageapparate von *D. suzukii* (A), *D. melanogaster* (B) und *D. immigrans* (C) im Vergleich.

(Fotos: Alexandra Wichura)

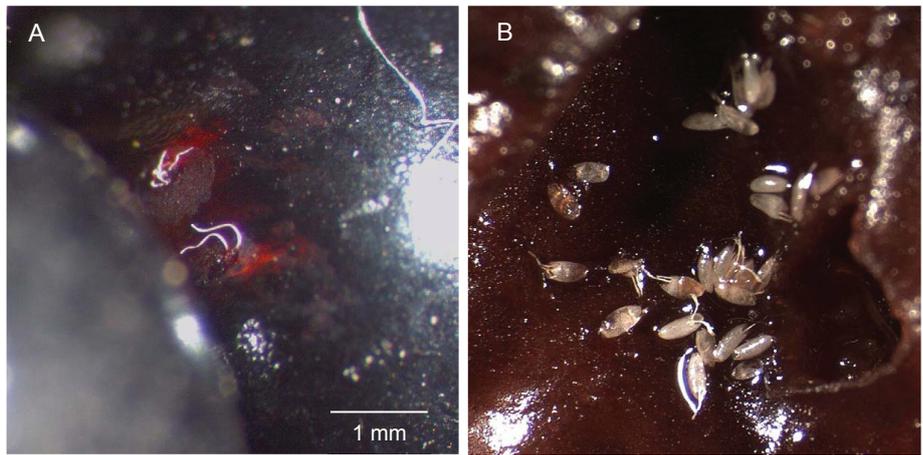


Abb. 6: Eiablage von *D. suzukii* (A) und *D. melanogaster* (B). (Fotos: U. Weier / A. Wichura)

[zitiert in WALSH *et al.*, 2011]). Allerdings kann die Ausprägung der Streifen innerhalb der Art und jahreszeitlich bedingt variieren. Zudem besitzen andere Arten ebenfalls durchgängige Querstreifen, so dass dieses Merkmal nicht immer eindeutig ist (Abb. 2).

Männchen von *D. suzukii* sind an ihrem schwarzen Flügelfleck gut zu erkennen (Abb. 3). Andere *Drosophila*-Arten, bei denen die Männchen Flügelflecke haben (*D. pulchrella*, *D. subpulchrella*, *D. biarmipes*), kommen in Europa bisher nicht vor (HAUSER, 2011). Die Flügelflecke färben sich erst nach zwei Tagen vollständig aus (KANZAWA, 1939 [zitiert in WALSH *et al.*, 2011]). Selten fehlen sie völlig oder sind nur schwach ausgebildet. Daher können als weiteres Identifizierungsmerkmal die unter einem Binokular deutlich erkennbaren zwei Sexualkämme an den Vorderbeinen der Männchen hinzugezogen werden (Abb. 4). Das relevante Bestimmungsmerkmal für die Weibchen ist der deutlich gezähnte, gebogene, bräunlich gefärbte Legeapparat, mit dem sich *D. suzukii* eindeutig von allen anderen *Drosophila*-Arten unterscheidet (Abb. 1, Abb. 5).

Die Eier von *D. suzukii* besitzen zwei weiße, fädige, gewellte Atemschläuche, durch die das unter die Fruchthaut abgelegte Ei mit Sauerstoff versorgt wird (Abb. 6A). Die Eier von *D. melanogaster* weisen hingegen kürzere, am oberen Rand z.T. keulig verdickte Eifäden auf und werden in Massen auf verwundetes Fruchtfleisch abgelegt (Abb. 6B).

Die Kirschessigfliege entwickelt sich über drei Larvenstadien, wobei das erste Larvenstadium knapp 0,7 mm, das zweite 2,5 mm und das dritte knapp 4 mm lang ist (KANZAWA, 1939 [zitiert in WALSH *et al.*, 2011]). Die Larven sind weiß, oft auch durchscheinend, so dass die inneren Organe sichtbar sind. Sie besitzen die für Fliegenlarven typischen schwarzen Mundhaken. Da die Larvenstadien keine charakteristischen Besonderheiten aufweisen, eignen sie sich nicht dazu, *D. suzukii* eindeutig von den einheimischen *Drosophila*-Arten zu unterscheiden. Lediglich kurz vor der Verpuppung der L3-Larven scheinen uns die Segmentringe von *D. suzukii* eine deutlichere Braunfärbung aufzuweisen als bei *D. melanogaster* (Abb. 7).

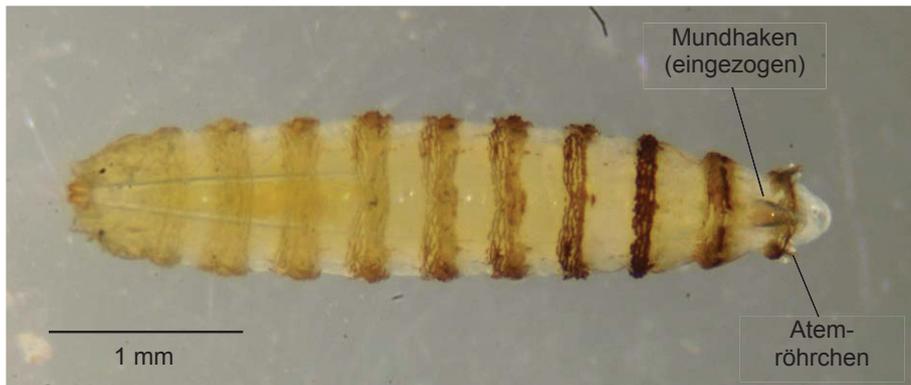


Abb. 7: Larve von *D. suzukii* gegen Ende des letzten Entwicklungsstadiums (L3), erkennbar an den verbräunten Segmentringen. Die eingezogenen Mundhaken und die Ansätze der Atemröhrchen sind im Kopfbereich (rechts) zu sehen. (Foto: Roland Weber)



Abb. 8: Puppen von *D. suzukii* an Holunder (A) und *D. melanogaster* an Pflaume (B). (Fotos: Roland Weber)

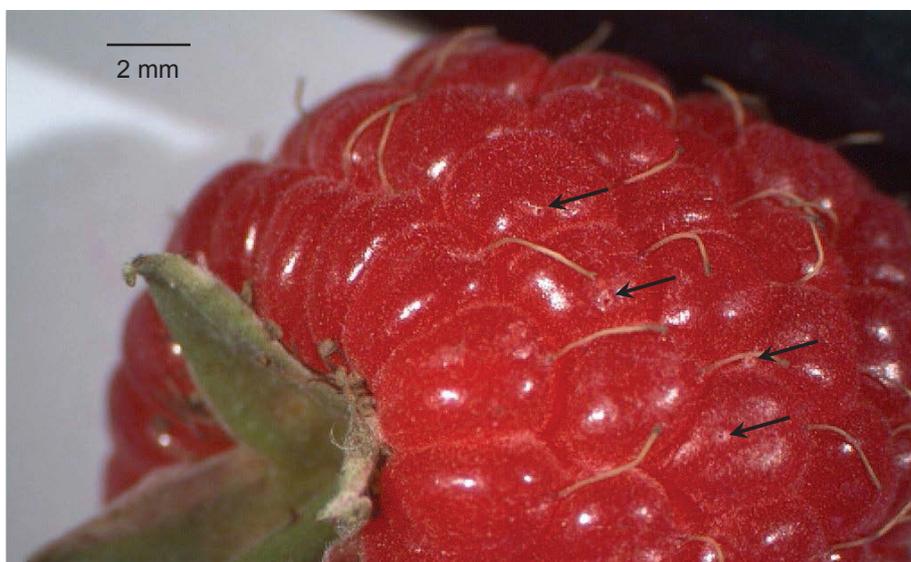


Abb. 9: Eiablage von *D. suzukii* (Pfeile) an einer Himbeerfrucht. (Foto: Alexandra Wichura)

Die Verpuppung kann innerhalb und außerhalb der Früchte stattfinden. Die Puppen sind ca. 3 mm lang. An der Oberseite befinden sich zwei Atemröhrchen, an deren Enden 7 bis 8 Anhänge sternförmig angeordnet sind (Abb. 8A). Diese kronenartigen Fortsätze sind oft an der Oberfläche der Frucht sichtbar. Sie fehlen bei Puppen von *D. melanogaster*, die zudem deutlich heller gefärbt sind (Abb. 8B). Die Atemröhrchen werden bereits kurz vor der Verpuppung als Stummel an der Kopfseite der Larven beider Arten sichtbar (Abb. 7).

### Schadbild

Beeren und beerenartige Früchte werden durch Weibchen von *D. suzukii* in der Regel mit mehreren Eiern belegt. Die Eier werden dabei knapp unter die Fruchthaut geschoben. Die bei der Eiablage verursachten Löcher können an glatten Früchten wie Kirschen oder Brombeeren mit etwas Übung gut erkannt werden (KOCKEROLS *et al.*, 2015). In der Regel hängen aus dem Einstichloch die beiden fädigen Atemschläuche, die das Erkennen erleichtern. An behaarten Früchten wie Him- und Erdbeeren kann die Eiablage leichter übersehen werden (Abb. 9). Zudem scheinen bei hohen Temperaturen die Eier auch tiefer in die Früchte geschoben zu werden, so dass die Eifäden von außen kaum sichtbar sind.

Sobald die Larven der Kirschessigfliege aus den Eiern schlüpfen, beginnen sie das Fruchtfleisch zu fressen. Der Fraßgang ist bei Kirschen unterhalb der Fruchthaut als dunklere Verfärbung meist gut sichtbar. Die Fruchthaut wird an diesen Stellen zudem matt und sinkt ein (KOCKEROLS *et al.*, 2015). Im weiteren Verlauf fällt die Frucht in sich zusammen. Bei Sammelbeerenfrüchten wie Him- oder Brombeeren sind Fraßgänge nicht zu beobachten. Hier kommt es zunächst zu einem Zusammenbruch der Einzelbeeren (Abb. 10A), dann mit dem weiteren Wachstum der Larven zu einem Kollabieren der Gesamtfrüchte (Abb. 10B). Der Zusammenbruch der Früchte ist umso schneller, je mehr Eier pro Frucht abgelegt wurden und je höher die Temperatur ist und damit die Entwicklung der Larven vonstatten geht (Abb. 10C). Beobachtungen haben je-

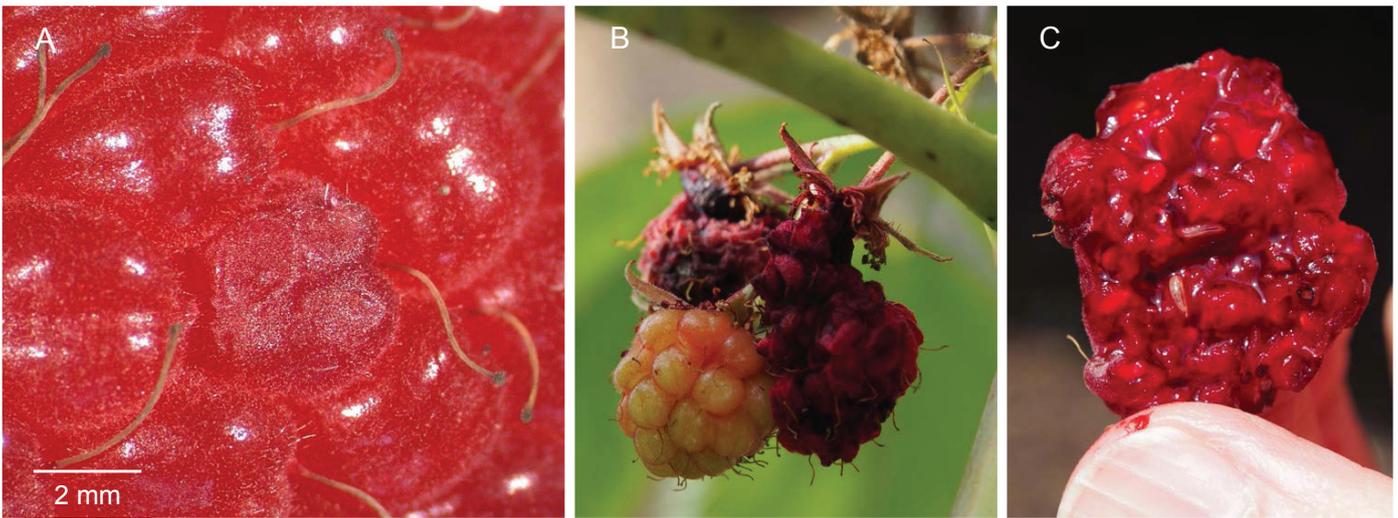


Abb. 10: Fruchtbefall durch *D. suzukii* an Himbeeren: (A) Zusammenbruch einer Einzelbeere. (B) Kollaps der Frucht. (C) Sichtbare Larven nach Auseinanderziehen der Frucht. (Fotos: Alexandra Wichura)

doch gezeigt, dass selbst Früchte mit bis zu 8 Larven pro Sammelfrucht erstaunlich lange stabil sein können.

Als Folge eines Befalls kann es zum Sekundärbefall durch *D. melanogaster* (KOCKEROLS *et al.*, 2015) und/oder durch Bakterien oder Pilze kommen. Dies ist jedoch abhängig von den jeweiligen Bedingungen.

### Verwechslungsmöglichkeiten des Schadbildes

Ein Befall durch die Kirschessigfliege kann mit anderen Schadursachen verwechselt werden. Unnötige Panik ist oft die Folge. Ein Spezialfall betrifft

die Kirsche, in der auch Kirschfruchtfliegen (*Rhagoletis* spp.) vorkommen. An allen Früchten besteht die weitest häufigste Verwechslungsmöglichkeit aber in einem Befall durch andere *Drosophila*-Arten. Viele Arten sind mit Fruchtbefall assoziiert (MITSUI *et al.*, 2010). Die Eier werden von den Weibchen aller bei uns vorkommenden *Drosophila*-Arten außer *D. suzukii* allerdings oberflächlich auf Wunden gelegt (ATALLAH *et al.*, 2014). In Europa spielt *D. melanogaster* eine große Rolle. Möglichkeiten der Unterscheidung zwischen *D. suzukii* und *D. melanogaster* sind in **Tab. 1** zusammengefasst.

### Biologie

Nach 24 bis 32 Stunden schlüpfen die Larven aus den Eiern (LIN *et al.*, 2014). Die Entwicklungszeiten der Larven sind vorrangig abhängig von der Temperatur und verkürzen sich mit steigenden Temperaturen zwischen 10 und 28 °C (**Tab. 2**).

Die größte Eiablageaktivität der Weibchen wird zwischen 18 und 22 °C beobachtet. Unter 10 °C werden keine Eier abgelegt. Die Gesamtzahl der Eier, die ein Weibchen während seiner Lebensdauer ablegt, ist stark unterschiedlich und schwankt zwischen 7 Eiern pro Weibchen bei 14 °C in Heidelbeeren bis 141 abgelegte Eier bei 18 °C in Kirschen (TOCHEN *et al.*, 2014). In der älteren Literatur ist von durchschnittlich 384 Eiern pro Weibchen die Rede (KANZAWA, 1939 [zitiert in CALABRIA *et al.*, 2012]).

Temperaturen um 22 °C scheinen für die gesamte Populationsentwicklung am günstigsten zu sein (TOCHEN *et al.*, 2014). Ab 31 °C (KINJO *et al.*, 2014) oder unter 10 °C (DALTON *et al.*, 2011) zeigten sich verlängerte Entwicklungszeiten und deutlich reduzierte Überlebensraten aller Stadien. Unter diesen Bedingungen werden die Männchen steril (DALTON *et al.*, 2011; KINJO *et al.*, 2014). Temperaturen ab 33 °C sind tödlich für alle Entwicklungsstadien (KINJO *et al.*, 2014). Dies kann zur Abschwächung einer *D. suzukii*-Epidemie bei heißem Wetter führen.

*D. suzukii* ist deutlich weniger kältetolerant als andere *Drosophila*-Arten. Entsprechend hoch ist die natürliche

Tab. 1: Unterscheidungsmöglichkeiten zwischen *D. suzukii* und *D. melanogaster* \*

Merkmal	<i>D. suzukii</i>	<i>D. melanogaster</i>
Befallsfrucht	reifend, intakt	überreif, beschädigt
Eiablage	im Loch	auf Oberflächen von Wunden
Atemschläuche	lang, wellig, aus Loch heraushängend	kurz, am Ende leicht keulig verdickt
Eier pro Frucht	eins bis wenige	viele, oft dichtgesät
Larvenbefall	bereits in intakten Früchten	in überreifen, beschädigten, bereits verfallenden Früchten
Verteilung des Befalls	mehrere Früchte mit Larven besetzt	einzelne Früchte stark mit Larven besetzt

\* *D. melanogaster* und *D. simulans* sind Zwillingarten, die morphologisch nur von Fachleuten unterschieden werden können (MCKENZIE & PARSONS, 1972). Wir verwenden *D. melanogaster* hier synonym für beide Arten.

Tabelle 2: Einfluss von konstanten Temperaturen auf die Entwicklungszeit (gerundete Mittelwerte in Tagen) von *D. suzukii* an Kirschen. Daten aus TOCHEN *et al.* (2014).

Stadium	Temperatur					
	10 °C		18 °C		28 °C	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Ei zu Puppe	43	47	11	11	6	6
Puppe zu adultem Tier	35	32	8	8	4	4
Ei zu adultem Tier	78	79	19	18	10	10
Lebensdauer adultes Tier	31	35	17	18	10	11

Mortalität der überwinternden Fliegen. In der detaillierten Studie von DALTON *et al.* (2011) überlebten nur ca. 1% der Tiere 88 Tage und länger bei Temperaturen unter 10 °C. Durch kurze Frostperioden (eine Woche bei -2 °C) schien die Mortalität allerdings nicht signifikant beeinflusst zu werden. Auch aus Puppen, die kurzzeitig Kälte und Frost ausgesetzt waren, konnten sich zu einem sehr geringen Prozentsatz noch vitale Tiere entwickeln und überleben. Alle überlebenden Tiere waren in dieser Studie Weibchen. Allerdings können zu einem geringeren Anteil auch Männchen überwintern. Die Anzahl der überwinternden Tiere ist umso kleiner, je tiefer die absoluten und die durchschnittlichen Temperaturen an einem Überwinterungsort sind (ZERULLA *et al.*, 2015). Es wird vermutet, dass *D. suzukii* den Nachteil der Kälteempfindlichkeit durch das gezielte Aufsuchen geschützter Habitats ausgleicht (KIMURA, 2004). Schon die alten japanischen Arbeiten deuteten an, dass die Weibchen in geschützten Lagen und Verstecken vermutlich in Hausnähe die Winter überleben und sich die Population in der neuen Saison aus einer sehr geringen Anzahl überlebender Tiere wieder aufbaut.

Während der Winterzeit sind die Weibchen nicht reproduktiv tätig. Bereits produzierte, aber noch nicht abgelegte Eier können von den Weibchen während der Wintermonate resorbiert und so als Reservequelle während der nahrungsarmen Zeit genutzt werden. Weibchen mit reifen Eiern werden im Frühjahr mit steigendem Nahrungsangebot beobachtet. Als Nahrungsquelle könnten den Tieren zu diesem Zeitpunkt Pollen und Nektar dienen; erst zur Eiablage und für die Entwicklung der Larven sind Früchte notwendig (ZERULLA *et al.*, 2015).

Einige Stadien von *D. suzukii* scheinen einem Tagesrhythmus zu folgen (LIN *et al.*, 2014). So legen die Weibchen ihre Eier vorwiegend in der Abenddämmerung ab, während sich die meisten Larven vormittags verpuppen. Die meisten adulten Tiere schlüpfen in den frühen Morgenstunden und sind dann den gesamten Tag über aktiv. Die Population der Tiere findet ebenfalls bevorzugt vormittags statt.

## Wirtspflanzenkreis

In Niedersachsen ist Befall bislang an den folgenden Kulturpflanzen beobachtet worden: Brom- und Himbeere, Johannis- und Stachelbeere, Süß- und Sauerkirsche, Erdbeere, Holunder und Pflaume (KOCKEROLS *et al.*, 2015; Wichura *et al.*, in Vorbereitung). In Süddeutschland werden seit 2012 Schäden im Weinbau beobachtet (BAUMANN & BREUER, 2015). Darüber hinaus kann sich *D. suzukii* noch an den Früchten vieler anderer Pflanzen entwickeln, die von verschiedenen Autoren beschrieben worden und in **Tab. 3** aufgeführt sind. Teilweise erfolgte in der Literatur dabei auch eine Einstufung hinsichtlich ihrer Wirtseignung (RAULEDER *et al.*, 2015). In geringfügigem Ausmaß ist eine Entwicklung an Blüten von *Styrax japonicus* beobachtet worden (MITSUI *et al.*, 2010).

Tabelle 3: Wildpflanzen und nicht einheimische Kulturpflanzen, an denen eine Entwicklung von *D. suzukii* beobachtet worden ist <sup>a</sup>

<i>Actinidia arguta</i> (Minikiwi)
<i>Actinidia polygama</i> (Katzenkraut)
<i>Aronia melanocarpa</i> (Apfelbeere)
<i>Asimina triloba</i> (Indianerbanane, Paw Paw)
<i>Aucuba japonica</i> (Aukube)
<i>Cornus controversa</i> (Pagoden-Hartriegel)
<i>Cornus kousa</i> (Blüten-Hartriegel)
<i>Cornus mas</i> (Kornelkirsche)
<i>Cornus sanguinea</i> (Roter Hartriegel)
<i>Cotoneaster</i> spp. (Felsenmispel)
<i>Diospyros kaki</i> (Kaki)
<i>Ficus carica</i> (Feige)
<i>Gaultheria adenothrix</i> (Scheinbeere)
<i>Lonicera kamschatica</i> (Maibeere)
<i>Lonicera nitida</i> (Maigrün)
<i>Mahonia aquifolium</i> (Gewöhnliche Mahonie)
<i>Morus bombycis</i> (Maulbeere)
<i>Prunus avium</i> (Vogelkirsche)
<i>Prunus cerasifera</i> (Kirschpflaume)
<i>Prunus laurocerasus</i> (Kirschlorbeer)
<i>Prunus serotina</i> (Späte Traubenkirsche)
<i>Prunus spinosa</i> (Schlehe)
<i>Rubus caesius</i> (Ackerkratzbeere)
<i>Rubus crataegifolius</i> (Koreanische Himbeere)
<i>Rubus fruticosus</i> (Brombeere)
<i>Rubus idaeus</i> (Himbeere)
<i>Rubus microphyllus</i> (Kleinblättrige Himbeere)
<i>Sambucus nigra</i> (Schwarzer Holunder)
<i>Sambucus racemosa</i> (Roter Holunder)
<i>Styrax japonicus</i> (Storaxbaum), an Blüten
<i>Symphoricarpos albus</i> (Gewöhnl. Schneebeere)
<i>Taxus baccata</i> (Gemeine Eibe)
<i>Torreya nucifera</i> (Japanische Nusseibe)
<i>Viburnum dilatatum</i> (Schneeball)

<sup>a</sup> nach MITSUI *et al.* (2010) und RAULEDER *et al.* (2015)

## Wirtseignung

Grundsätzlich hat die Qualität der Nahrung großen Einfluss auf die Entwicklung der Larven, ihre Überlebensrate und auch auf die Fruchtbarkeit der sich daraus entwickelnden adulten Insekten. Normalerweise benötigen *Drosophila*-Arten für ihre larvale Entwicklung proteinreiche Nahrung. Proteine (Eiweiße) werden ihnen vor allem von Hefen geliefert, die sich auf überreifen, faulenden Früchten entwickeln (BECHER *et al.*, 2012). Reifende Früchte sind jedoch nicht eiweiß-, sondern zuckerhaltig. Da sich *D. suzukii* auf dieser eigentlich unvorteilhaften Nahrung ohne sichtbare Nachteile entwickeln kann (JARAMILLO *et al.*, 2015), besteht die Vermutung, dass die Weibchen von *D. suzukii* wie andere *Drosophila*-Arten während der Eiablage Hefepilze in die neue Frucht übertragen. Die Hefen vermehren sich dort und unterstützen somit die Entwicklung der Larven. Diese Hypothese wird gestützt durch eine Assoziation der Larven und adulten Tiere von *D. suzukii* mit der Hefe *Hanseniaspora uvarum* (HAMBY *et al.*, 2012).

Auch verschiedene Fruchtarten und teilweise sogar -sorten sind für die Entwicklung der Kirschessigfliege unterschiedlich gut geeignet (LEE *et al.*, 2011b; BURRACK *et al.*, 2013; KINJO *et al.*, 2013). Die Eignung einer Fruchtart scheint einerseits auf der fruchtspezifischen Überlebensrate und Entwicklungsgeschwindigkeit von *D. suzukii* (messbar unter kontrollierten Bedingungen im Labor), andererseits auf der Reifungsdauer der Frucht im Bestand zu beruhen. Beispielsweise entwickeln sich Larven an Kirschen schneller und mit einer höheren Überlebensrate als an Heidelbeeren oder Weinbeeren (KANZAWA, 1939 [zitiert in WALSH *et al.*, 2011]; TOCHEN *et al.*, 2014). Dennoch sind Heidelbeeren aufgrund ihrer langen Reifezeit durch *D. suzukii* gefährdet.

Einen entscheidenden Einfluss auf das Eiablageverhalten und die Eiablage rate hat die Schale der Früchte. So wurden in Heidelbeersorten mit weicheren Früchten mehr Eier abgelegt als in solchen mit härterer Schale (KINJO *et al.*, 2013). Hierzu passt die Beobachtung, dass *D. suzukii*, wie andere *Drosophila*-Arten auch, weichere und

verletzte Fruchtzonen für die Eiablage vorzieht (ATALLAH *et al.*, 2014). Bei Früchten mit festerer Schale, wie sie z.B. grüne Weintrauben besitzen, steigt die Zahl der fehlgeschlagenen Eiablageversuche. Auch wenn *D. sukukii* aufgrund der besonderen Form des Lege-stachels als einzige Essigfliege in der Lage ist, die intakte Haut der Weinbeeren zu durchbohren, ist die Anzahl der Eier, die in einer gegebenen Zeit abgelegt werden, deutlich niedriger als in weichschaligeren Früchten wie Himbeeren oder Kirschen. Hierdurch ist die hartschalige Frucht als Wirt weniger geeignet (BURRACK *et al.*, 2013; TOCHEN *et al.*, 2014).

Aus einer Kombination verschiedener Parameter wie Attraktivität der Frucht für das Weibchen, Rate der Eiablage sowie Entwicklungsdauer der Larven haben BELLAMY *et al.* (2013) ein Verfahren entwickelt, um Früchte hinsichtlich ihrer Eignung als Wirte von *D. sukukii* einzustufen. In absteigender Eignung wurden erst Himbeeren, dann Erdbeeren und Brombeeren, dann Kirsche, Aprikose und Heidelbeere und schließlich Weintraube benannt. Weitere Früchte wurden in dieser Studie nicht berücksichtigt. Zu einer ähnlichen Einstufung kamen auch BURRACK *et al.* (2013). In Deutschland wurde eine besonders starke Entwicklung an wildwachsenden Brombeeren, Traubenkirschen, Holunder, Himbeeren und Ackerkratzbeeren beobachtet (RAULEDER *et al.*, 2015).

Die Entwicklungszeit von *D. sukukii* kann nicht nur durch die Qualität der Nahrung, sondern auch durch die Konkurrenz der Tiere selbst beeinflusst werden. Die Entwicklung ist umso kürzer, je geringer die Besatzdichte an Larven pro Frucht ist und verlangsamt sich mit zunehmender Besatzdichte (HARDIN *et al.*, 2015).

## Wirtsfindung

Zwar besitzt *D. sukukii* eine sensiblere Sensorik für Duftstoffe unreifer Früchte als *D. melanogaster*, jedoch entscheiden sich die Weibchen bei der Arten zur Eiablage auf überreife Früchte, wenn sie im Labor die direkte Wahl bekommen (KEESEY *et al.*, 2015). Ein Alleinstellungsmerkmal von *D. sukukii* ist die Wahrnehmung des Blattduftstoffes  $\beta$ -Cyclocitral. Besonders

hohe Konzentrationen dieser Substanz werden von Blättern produziert, die unter Stress leiden, verursacht beispielsweise durch Verletzungen, Nährstoffmangel oder die Reife benachbarter Früchte. Möglicherweise nutzen die Fliegen diesen Duftstoff als indirekten Hinweis auf Regionen einer Pflanze, in denen geeignete Früchte zur Eiablage vorhanden sind (KEESEY *et al.*, 2015). Aber auch von den Früchten direkt abgegebene Duftstoffe wie Isoamylacetat dienen der Wirtsfindung (REVADI *et al.*, 2015).

Umgekehrt gibt es auch Duftstoffe, die *D. sukukii* zu vergrämen scheinen. Diethyltoluamid (DEET), ein Bestandteil von Mitteln zur Mückenabwehr, ist eine solche Substanz. PHAM & RAY (2015) haben entdeckt, dass einige in Früchten natürlich vorkommende Substanzen mit chemischer Verwandtschaft zu DEET die eiablagebereiten Weibchen von *D. sukukii* ebenfalls abschrecken können. Von WALLINGFORD *et al.* (2015) wurden zwei weitere Substanzen mit demselben Potenzial beschrieben. Ob sich daraus eine praxistaugliche Bekämpfungsmethode entwickeln lässt, bleibt abzuwarten.

## Habitatnutzung

Das Eiablageverhalten von *D. sukukii* in der Natur ist schwer zu verstehen. MITSUI *et al.* (2006) beobachteten, dass vornehmlich Früchte am Baum und nicht solche am Boden für die Eiablage aufgesucht wurden. Die Anzahl der abgelegten Eier war in dieser Studie höher an reiferen (schwarzen) als an roten Früchten; an hellroten Früchten wurden keine Eier abgelegt. Dies deckt sich mit den Beobachtungen von KOCKEROLS *et al.* (2015) an Süßkirschen an der Niederelbe, steht aber anderen Studien (LEE *et al.*, 2011b; POYET *et al.*, 2014) sowie der gängigen Meinung entgegen, wonach die Eiablage an reifenden Früchten mindestens so stark ist wie an vollreifen Früchten. Während andere *Drosophila*-Arten Massen von Eiern auf dieselbe Frucht ablegen, scheint die Eiablage bei *D. sukukii* über die Früchte gleichmäßiger verteilt zu sein (MITSUI *et al.*, 2006).

Früchte im Bauminneren werden durch *D. sukukii* bevorzugt (KOCKEROLS *et al.*, 2015); dies lässt sich durch die Vermeidung von Trockenheit und

Hitze erklären (INNEREBNER & ZELGER, 2015). Bei dem sehr geringen Erstbefall an frühen Süßkirschen 2015 im Alten Land wurde die Eiablage an einzelnen Fruchtbüscheln einzelner Bäume beobachtet (KOCKEROLS *et al.*, 2015), verursacht vermutlich durch einzeln einwandernde Weibchen.

Um die Aktivität von *D. sukukii* zu erfassen, werden Essigfallen verwendet. Dadurch lässt sich zeigen, dass die Aktivitätspunkte der Kirschessigfliege im Vegetationsverlauf wechseln, beispielsweise von den als Winterquartieren dienenden Hecken und Büschen hin zu Obstanlagen. Auch innerhalb von Obstanlagen kann man Gradienten in Raum und Zeit beobachten (HARRIS *et al.*, 2014; KOCKEROLS *et al.*, 2015; KÖPPLER & RAULEDER, 2015; Wichura *et al.*, in Vorbereitung).

Aktivitätsverschiebungen über größere Distanzen könnten als Migrationsverhalten gedeutet werden. So nahm die Population der Kirschessigfliege während der heißen Monate in Tälern in Japan ab, während sie im gleichen Zeitraum in höheren Lagen anstieg (MITSUI *et al.*, 2010). Es wird vermutet, dass die Kirschessigfliege mit dieser Strategie heiße Temperaturen vermeidet (KINJO *et al.*, 2014) oder aktiv in nahrungsreichere Gebiete wandert. Eine einfache alternative Erklärung wäre, dass die Population an einem Ort stagniert, während sie sich zeitgleich an einem anderen Ort unter günstigeren Bedingungen vermehrt.

Der jährliche Verlauf der Fallenfänge in Niedersachsen (KOCKEROLS *et al.*, 2015; Wichura *et al.*, in Vorbereitung) ist mit dem in vielen anderen Ländern vergleichbar (BAROFFIO *et al.*, 2014; KÖPPLER & RAULEDER, 2015). Nach vereinzelt Fängen im Frühjahr und einer generellen Pause im Zeitraum April bis Juni steigen die Fallenfänge während des Sommers an, um im November ihren Höhepunkt zu erreichen und dann relativ abrupt zusammenzubrechen. Charakteristisch ist ein wellenartiger Verlauf, dessen Amplituden ca. 14-21 Tage umfassen und möglicherweise die einzelnen Generationen widerspiegeln (KOCKEROLS *et al.*, 2015). Generell zeigt die Anzahl der Tiere, die in den Fallen gefangen werden, keinen klaren Zusammenhang zum Befall der Früchte (HARRIS *et al.*, 2014; Wichura *et al.*, in Vorbereitung). Dies mag damit

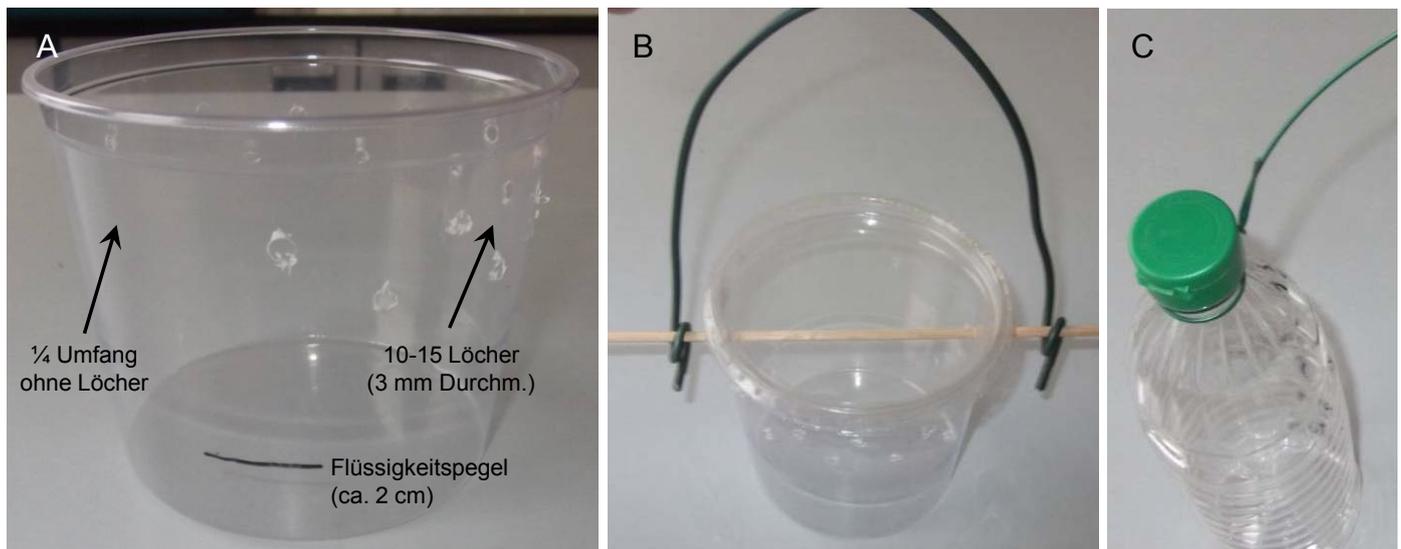


Abb. 11: Beispiele einfacher Essigfallen für ein einzelbetriebliches Monitoring. (A) Grundstruktur; (B) und (C) fertige Fallen mit Aufhängedraht. (Fotos: Ulrike Weier)

zusammenhängen, dass reife Früchte für *D. suzukii* eine höhere Attraktivität besitzen als Essigfallen.

### Monitoringfallen

Die Fänge in Essigfallen lassen zwar keine Schlussfolgerungen auf die Populationsdichte in einer Anlage zu und sind auch nicht zur Terminierung von Spritzmaßnahmen geeignet, liefern jedoch wertvolle Informationen zu Aufenthalts- und Überwinterungsorten sowie zur Aktivität der Fliegen. Flugaktivitäten sind temperaturabhängig und nach ZERULLA *et al.* (2015) ab 7 °C zu beobachten. Es ist jedem Betrieb insbesondere in Einzellagen anzuraten, Fallen in seinen Flächen aufzuhängen, um einen Überblick über das Auftreten der Fliegen und mögliche Winterquartiere in der Nähe der Obstanlagen zu erhalten. Die Fallen sollten dabei nicht in die Anlagen selbst, sondern in die Feldraine, Gebüsche und Saumstrukturen gehängt werden, bevorzugt mit Holunder- oder Brombeerbesatz, da dort die Fängigkeit der Fallen am größten ist.

Als Fallen eignen sich alle Gefäße, die geschlossen und aufgehängt werden können, z.B. Plastikflaschen oder -becher mit Deckel (Abb. 11). In die Gefäße werden im oberen Drittel ca. 15-20 Löcher mit einem Durchmesser von 2-3 mm gebohrt. An einer Seite des Gefäßes werden die Löcher ausgespart, um ein kleckerfreies Entleeren der Fallen zu ermöglichen. Die Fallen werden ca. 2-3 cm hoch mit ei-

ner Fangflüssigkeit befüllt und in ca. 1,50 m Höhe in die Büsche gehängt. Die Fallen sollten einmal die Woche geleert und mit frischer Fangflüssigkeit befüllt werden. Für das Auswerten der Fänge wird der Inhalt der Falle über einem Sieb in einen Ausguss ausgeleert; die Tiere werden nach den eingangs beschriebenen Merkmalen bestimmt.

In Niedersachsen empfehlen wir zur Durchführung des Monitorings derzeit ein Gemisch aus trübem Apfelessig und Wasser (1:1), versetzt mit einem Tropfen duftneutralen Spülmittels. Obwohl durch den Zusatz von Rotwein mehr Tiere gefangen werden (LANDOLT *et al.*, 2012a), empfehlen wir dies nicht, weil hierdurch auch die Anzahl der unerwünschten Beifänge anderer *Drosophila*-Arten erhöht und die Identifizierung von *D. suzukii* entsprechend erschwert wird. Ein Nachteil durch den Verzicht auf Rotwein braucht nicht befürchtet zu werden, weil sich nach bisherigen Erkenntnissen nur die Höhe der Fangzahlen ändert, nicht aber der Zeitpunkt des ersten Nachweises. Da die Monitoringfallen dem Zweck der Aktivitätsüberwachung dienen, ist es unerheblich, wie viele Tiere absolut in der Falle gefangen werden.

Viele kommerziell erhältliche Fallen haben zu große Öffnungen, die den Beifang auch an Nicht-*Drosophiliden* deutlich erhöhen (BAROFFIO *et al.*, 2014). An Optimierungen des Lockstoffs wird weiterhin geforscht (LANDOLT *et al.*, 2012b; CHA *et al.*, 2014, 2015).

### Monitoring an Früchten

Für die Überprüfung einer Kultur auf Befall durch *D. suzukii* bietet sich das regelmäßige Pflücken von jeweils 50 Früchten an (BEUSCHLEIN & BERNHART, 2015). Bei sehr geringem Befall in früh reifenden Kulturen sollte die Anzahl der Früchte auf 100 oder sogar 200 erhöht werden. Die Früchte sollten von verschiedenen Pflanzen entnommen werden, bevorzugt dort, wo man den stärksten Befall erwartet. Bei Strauch- und Baumobst ist die Entnahme aus dem Bauminneren zu empfehlen (KOCKEROLS *et al.*, 2015). Entnommene Früchte sollten mindestens 2 Tage in einem geschlossenen Plastikbeutel mit ausreichend Luft bei max. 20 °C oder in einem Gefäß unter einem feinmaschigen Insektennetz aufbewahrt werden, um den Larven den Schlupf aus frisch abgelegten Eiern zu ermöglichen. Bei Kirschen und Pflaumen sollten die Früchte auf die charakteristischen Einbohrstellen (Öffnungen, weiche Regionen) untersucht werden. Insbesondere bei Beerenobst sollten die Früchte 2 Stunden lang in Salzwasser (10% Kochsalz) eingelegt und die dann an der Oberfläche treibenden Larven durch ein Sieb aufgefangen werden. Alternativ können die Früchte auch in lauwarmes Leitungswasser gelegt werden. Hier schwimmen die Larven dann am Boden des Gefäßes und sind gegen einen dunklen Hintergrund gut erkennbar. Gerade bei kleineren Fruchtproben ist diese Methode sehr schnell.

## Massenfang

Die Wirksamkeit des Massenfangs, also des Abfangens der Tiere vor dem Einwandern in die Kulturen, ist umstritten. Aus dem Beerenobstanbau der Schweiz sind Beispiele bekannt, in denen der Befallsbeginn um 2-3 Wochen verzögert werden konnte (BAROFFIO, 2015); im Steinobst wird diese Methode dort allerdings nicht empfohlen (KUSKE *et al.*, 2015). Im Südtiroler Weinbau und in süddeutschen Versuchen an Brombeeren hat der Massenfang keine ausreichende Wirkung gezeigt (SINN, 2015; TRAUTMANN & LEHMBERG, 2015).

Der Massenfang stellt andere Ansprüche an die Falle als ein Monitoring. Im Sinne einer möglichst hohen Fängigkeit kann hier die Anzahl der Löcher erhöht werden, und eine möglichst fängige Köderflüssigkeit sollte verwendet werden, z.B. Apfelessig / Wasser / Rotwein im Verhältnis 1:1:1 (KUSKE *et al.*, 2015). Geeignete Fallen mitsamt Köderflüssigkeit sind kommerziell erhältlich. Hohe Anschaffungskosten und der große Aufwand der Anbringung von einer Falle je 2-10 m Anlagenrand erfordern eine kritische ökonomische Betrachtung vor dem Kauf. Aufgrund der Anlagenstrukturen ist der Massenfang für die meisten Betriebe in Niedersachsen nach unserer derzeitigen Einschätzung keine relevante Option. Ausnahmen könnten kleine isolierte Beerenobstflächen sein.

## Einnetzung

In ersten Feldversuchen waren Netze mit Maschenweiten unter 1,3 mm geeignet, um den Befall von Kirschanlagen durch *D. suzukii* deutlich hinauszuzögern. Selbst durch typische Kirschfruchtfliegenetze mit einer Maschenweite von 1,4 x 1,7 mm konnte der Befallsausbruch noch deutlich verzögert werden (KUSKE *et al.*, 2015). In Südtirol wird eine Maschenweite von maximal 1,0 mm favorisiert (GAMPER, 2015). Bei Strauchbeeren ist die Komplettinnetzung nötig; bei Kirschen reicht die Abhängung der Seitenwände von Vogelschutznetzen oder Dachanlagen bis zu einer Höhe von 4,0 oder 4,5 m (GAMPER, 2015). Die durch kleine Maschenweiten verursachten Nachteile, wie erhöhte Luftfeuchtigkeit, erhöhte

Windbrechung und größere Beschattung, müssen allerdings berücksichtigt und abgewogen werden.

## Hygienemaßnahmen

Das konsequente und gründliche Pflücken in kurzen Abständen unterbricht die Populationsentwicklung der Kirschessigfliege und ist somit die wirkungsvollste Maßnahme, um einen Befallsaufbau zu verhindern. An schnell reifenden Kulturen wie Himbeeren kann ein Zwei-Tages-Abstand sinnvoll sein. Es lassen sich gerade im Beerenobst Synergieeffekte durch das Auspflücken der mit *Botrytis* befallenen Früchte erzielen (WEBER & ENTROP, 2015). Wichtig ist, dass beschädigte, befallene oder heruntergefallene Früchte aus der Anlage entfernt und vernichtet werden. Die Vernichtung eines Befalls kann mittels Solarisation (d.h. Versiegeln in Plastiksäcken, die dann zwei Tage lang in der Sonne aufbewahrt werden), Einfrieren oder Ertränken durchgeführt werden.

Nach dem Pflücken ist das sofortige Herunterkühlen der Früchte ebenfalls angezeigt. Hintergrund ist einerseits der Stillstand der Entwicklung von Larven in Befallsfrüchten, andererseits die mögliche Abtötung von Eiern und jungen Larven unter 2 °C. In Lagerversuchen war das Überleben von Eiern der Kirschessigfliege nach drei Tagen bei 1 °C deutlich reduziert und nach 7 Tagen komplett unterbunden; an Zwetschen, die zur Ernte einen frischen Befall gezeigt hatten und dann 8 Tage lang bei 0,5 °C eingelagert worden waren, konnte nach der Auslagerung keine weitere Befallsentwicklung beobachtet werden, im Gegensatz zu

Früchten, die zwischenzeitlich bei 11 °C gelagert worden waren (KAISER *et al.*, 2015).

## Insektizide

Die Interpretation der umfassenden Versuchsdaten ist nicht einfach. So sind beispielsweise adulte Männchen deutlich empfindlicher gegenüber Insektiziden als Weibchen (BEERS *et al.*, 2011; BRUCK *et al.*, 2011). Ferner kann die Wirkung der Insektizide an verschiedenen Kulturen unterschiedlich ausfallen (BRUCK *et al.*, 2011). Die Wirksamkeit der meisten Insektizide wird durch Niederschläge nach der Applikation reduziert; Spinosad (SpinTor) ist hier mit einer Belagsfestigkeit unter 10 mm Niederschlag besonders anfällig (BRUCK *et al.*, 2011; HENSEL & DAHLBENDER, 2015; INNEREBNER & ZELGER, 2015).

Umfassende Studien haben die Wirkung relevanter Insektizidgruppen gegen *D. suzukii* untersucht. Klassischerweise wurde ein im Feld ausgebrachter Insektizibelag getestet, indem Proben nach verschiedenen Zeiträumen entnommen und im Labor adulten Fliegen ausgesetzt wurden. Insbesondere den Organophosphaten, Pyrethroiden und Spinosynen konnte dabei eine Wirkung gegen Larven zugeschrieben werden (Tab. 4). Auf den ersten Blick überraschend scheint ein recht hoher Effekt vieler Wirkstoffe gegen die adulten Fliegen, der sich aber durch die Wirkung als Fraßgift bei der Aufnahme von Hefen an Blatt- und Fruchtoberflächen erklären lässt (INNEREBNER & ZELGER, 2015).

Organophosphate wie Dimethoat haben in Praxistests sehr unterschiedliche Ergebnisse geliefert, die von ge-

Tab. 4: Wirkung verschiedener Insektizide gegen *Drosophila suzukii*<sup>a</sup>

Insektizidgruppe Beispiele	Wirkung (Wirkungsdauer)	
	gegen Fliegen	gegen Larven
<b>Organophosphate</b> Malathion <sup>b</sup> , Dimethoat <sup>c</sup>	++ (<5 Tage)	++ (5 Tage)
<b>Pyrethroide</b> Beta-Cyfluthrin <sup>b</sup> , Lambda-Cyhalothrin <sup>c</sup>	++ (7 Tage)	++/+++ (bis 10 Tage)
<b>Pyrethrine</b> Pyrethrum ( <i>Chrysanthemum</i> -Extrakt) <sup>e</sup>	-	-
<b>Spinosyne</b> Spinosad <sup>c</sup> , Spinetoram <sup>b</sup>	+++ (<7 Tage)	+++ (bis 10 Tage)
<b>Neonicotinoide</b> Acetamidprid <sup>d</sup> , Imidacloprid <sup>d</sup>	-/+ (3 Tage)	+/+++ (7 Tage)

<sup>a</sup> nach Daten aus BEERS *et al.* (2011), VAN TIMMEREN & ISAACS (2013), INNEREBNER & ZELGER (2015) und WISE *et al.* (2015)  
<sup>b</sup> derzeit keine Zulassung in Deutschland im Obstbau  
<sup>c</sup> Zulassung über Art.53 (EG-VO 1107/2009) im Jahr 2015 in mindestens einer Indikation im Obstbau  
<sup>d</sup> reguläre Zulassung in verschiedenen Indikationen im Obstbau bis Ende 2015 / 2016  
<sup>e</sup> bislang wenig Versuchsdaten

ringen (INNEREBNER & ZELGER, 2015) zu hohen (HENSEL & DAHLBENDER, 2015) Wirkungsgraden reichten. Der Wirkstoff Dimethoat war 2015 nach Artikel 53 Verordnung (EU) 1107/2009 in Form von Perfekthion und Danadim Progress zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege *R. cerasi* in Kirschen zugelassen. Allerdings hätte die sehr lange Wartezeit von 28 Tagen eine verlässliche Wirkung gegen *D. suzukii* erschwert. Pyrethroide waren in Form des Wirkstoffes Lambda-Cyhalothrin (Karate Zeon) im Jahr 2015 nach Artikel 53 gegen die Kirschessigfliege im Strauchbeerenobst zugelassen, ebenso wie natürliche Pyrethrine (Piretro Verde). Neonicotinoide wie das in Kirschen zugelassene Acetamidrid (Mospilan SG) besitzen keine Wirkung gegen adulte Tiere, aber eine gewisse Wirkung gegen Larven, die als Folge der Bekämpfung von *R. cerasi* mitgenommen werden kann.

In der Gesamtheit der Studien zeigen Vertreter der Spinosyne die höchste Wirkung gegen *D. suzukii*. Spinosad, der Wirkstoff von SpinTor, ist prinzipiell auch im ökologischen Anbau einsetzbar. Wichtig ist eine hohe Wasseraufwandmenge (möglichst 300 l/ha und m Kronenhöhe), um ein Eindringen der Spritzbrühe in Eiablage- und Bohrlöcher an den Früchten zu gewährleisten (Dr. R. Zelger, persönl. Mitt.). Spinosad leidet allerdings unter einer extrem geringen Regenfestigkeit und UV-Stabilität. Beide Nachteile von SpinTor können im geschützten Anbau ausgeglichen werden. Spinetoram, ein chemisches Derivat mit deutlich verbesserter Stabilität, ist in Deutschland noch nicht zugelassen.

Sogenannte „Köderverfahren“, in denen wirksame Insektizide mit Fraßstimulanzien kombiniert worden sind, haben in kritischen Versuchen keine positiven Ergebnisse erbracht (INNEREBNER & ZELGER, 2015; TRAUTMANN & LEHMBERG, 2015). Wir raten daher von einem Einsatz dieser Methode ab, nicht zuletzt auch deswegen, da die Möglichkeit einer Resistenzbildung durch die Unterdosierung der Wirkstoffe in „Köderverfahren“ gefördert werden könnte.

## Ausblick

Das sehr hohe Schadpotenzial der Kirschessigfliege *D. suzukii*, begrün-

det u.a. durch ein derzeit noch unvorhersehbares zeitliches und räumliches Auftreten, eine rapide Vermehrungsrate und das breite Wirtsspektrum, wird erhebliche Auswirkungen auf die Beeren- und Steinobstproduktion in Deutschland haben und diese entsprechend verändern. Die im Sinne der Integrierten Produktion sinnvollen Hygienemaßnahmen und Bestandskontrollen werden zur Bekämpfung von *D. suzukii* intensiviert werden müssen. In mehreren Studien wurde bereits belegt, dass sich diese Maßnahmen auch ökonomisch rechnen (GOODHUE *et al.*, 2011; DE ROS *et al.*, 2015). Im gleichen Atemzug wird *D. suzukii* aber die von allen gewünschte weitere Reduzierung des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln und der daraus entstehenden Rückstände torpedieren. Neue Rückstände können entstehen und den internationalen Handel mit Früchten erschweren (HAVILAND & BEERS, 2012). Gerade in den bislang eher extensiven Kulturen der Süß- und Sauerkirsche sowie insbesondere der Heidelbeere wird man um eine chemische Bekämpfung der Kirschessigfliege nicht herumkommen. Hierzu sind die relevanten Behörden in der Pflicht, wirksame Mittel gegen *D. suzukii* zur regulären Zulassung zu bringen.

Schon jetzt ist sicher, dass sich die Betriebe in Zukunft verstärkt mit zukunftsweisenden Planungen beschäftigen müssen, um den Befallsdruck durch die Kirschessigfliege zu regulieren. In der Anbauplanung muss entschieden werden, welche Kulturen und Sorten angepflanzt werden, und mit welchen Reihenabständen. Techniken zur Hygiene (Reihenkehrer, mechanische Ernte) und Sortierung müssen angepasst werden. Die Applikationstechnik muss ggf. optimiert werden.

Des Weiteren bietet sich ein weites Feld für praxisrelevante Forschung zur Beantwortung der vielen offenen Fragen. Welche Rolle spielen Nützlinge? Es gibt zwar eine Parasitierung der Kirschessigfliege durch generelle Nützlinge wie Blumenwanzen oder Florfliegenlarven (CUTHBERTSON *et al.*, 2014; ENGLERT *et al.*, 2015), jedoch erscheint es uns angesichts der rapiden Vermehrungsrate von *D. suzukii* derzeit utopisch, auf schnelle praxistaugliche Lösungen mit diesen Antagonisten zu

hoffen. Es gibt unseres Wissens derzeit auch keine spezifischen Insektenviren gegen *D. suzukii*. Ist es möglich, ein verlässliches Prognosemodell zu entwickeln? Erste Ansätze (WIMAN *et al.*, 2014) müssten unter unseren Bedingungen langjährig getestet werden. Hierzu ist in Deutschland bereits ein Forschungsprogramm aufgelegt worden. Wenn Essigfallen nicht ausreichend attraktiv zum Fangen von Fliegen von *D. suzukii* während der kritischen Reifezeit der Kulturen sind, gibt es spezifischer fängige Fallen zur besseren Prognose? Erste Pheromonfallen  entwickelt worden und werden durch uns zur Zeit getestet. Sollten diese die Erwartungen erfüllen, stünde uns endlich ein Werkzeug zur Verfügung, um dringliche Fragen zur Biologie von *D. suzukii* zu beantworten. Wir denken hier vor allem an das Wanderungsverhalten von *D. suzukii* zwischen verschiedenen Obstkulturen und den Winterquartieren dieses Schädlings.

## Literatur

- ANONYM (2015). EPPO Global Database: *Drosophila suzukii*. <https://gd.eppo.int/taxon/DROSSU/reporting> (abgerufen am 10.08.2015)
- ATALLAH, J., TEIXEIRA, L., SALAZAR, R., ZARAGOZA, G. & KOPP, A. (2014). The making of a pest: the evolution of a fruit-penetrating ovipositor in *Drosophila suzukii* and related species. *Proceedings of the Royal Society B* **281**: 20132840.
- BAROFFIO, C.A. (2015). Die Kirschessigfliege – Erfahrungen aus der Schweiz. *Spargel & Erdbeer Profi* **1/2015**: 54-55.
- BAROFFIO, C.A., RICHOS, P., FISCHER, S., KUSKE, S., LINDER, C. & KEHRLI, P. (2014). Monitoring *Drosophila suzukii* in Switzerland in 2012. *Journal of Berry Research* **4**: 47-52.
- BAUFELD, P., SCHRADER, G. & UNGER, J.-G. (2010). Die Kirschessigfliege - *Drosophila suzukii* - Ein neues Risiko für den Obst- und Weinbau. *Journal für Kulturpflanzen* **62**: 183-186.
- BAUMANN, A.-M. & BREUER, M. (2015). Kirschessigfliege breitet sich auch im Weinbaugebiet Baden aus. *Obstbau Weinbau* **52**: 122-124.
- BECHER, P.G., FLICK, G., ROZPĘDOWSKA, E., SCHMIDT, A., HAGMAN, A., LEBRETO, S.,

- LARSSON, M.C., HANSSON, B.S., PIŠKUR, J., WITZGALL, P. & BENGSSON, M. (2012). Yeast, not fruit volatiles mediate *Drosophila melanogaster* attraction, oviposition and development. *Functional Ecology* **26**: 822-828.
- BEERS, E.H., VAN STEENWYK, R.A., SHEARER, P.W., COATES, W.W. & GRANT, J.A. (2011). Developing *Drosophila suzukii* management programs for sweet cherry in the western United States. *Pest Management Science* **67**: 1386-1395.
- BELLAMY, D.E., SISTERTON, M.S., SPENCER, S. & WALSE, S.S. (2013). Quantifying host potentials: indexing postharvest fresh fruits for spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *PLoS One* **8**: e61227.
- BEUSCHLEIN, H.-D. & BERNHART, M. (2015). Kirschessigfliege: Was tun im Beerenobst? *Obstbau* **40**: 226-229.
- BRUCK, D.J., BOLDA, M., TANIGOSHI, L., KLUCK, J., KLEIBER, J., DEFRANCESCO, J., GERDEMAN, B. & SPITLER, H. (2011). Laboratory and field comparisons of insecticides to reduce infestation of *Drosophila suzukii* in berry crops. *Pest Management Science* **67**: 1375-1385.
- BURRACK, H.J., FERNANDEZ, G.E., SPIVEY, T. & KRAUS, D.A. (2013). Variation in selection and utilization of host crops in the field and laboratory by *Drosophila suzukii* Matsumura (Diptera: Drosophilidae), an invasive frugivore. *Pest Management Science* **69**: 1173-1180.
- CALABRIA, G., MÁCA, J., BÄCHLI, G., SERRA, L. & PASCUAL, M. (2012). First records of the potential pest species *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in Europe. *Journal of Applied Entomology* **136**: 139-147.
- CHA, D.H., ADAMS, T.B., WERLE, C.T., SAMPSON, B.J., ADAMCZYK, J.J., ROGG, H. & LANDOLT, P.J. (2014). A four-component synthetic attractant for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) isolated from fermented bait headspace. *Pest Management Science* **70**: 324-331.
- CHA, D.H., HESLER, S.P., PARK, S., ADAMS, T.B., ZACK, R.S., ROGG, H., LOEB, G.M. & LANDOLT, P.J. (2015). Simpler is better: fewer non-target insects trapped with a four-component chemical lure vs. a chemically more complex food-type bait for *Drosophila suzukii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **154**: 251-260.
- CINI, A., IORIATTI, C. & ANFORA, G. (2012). A review of the invasion of *Drosophila suzukii* in Europe and a draft research agenda for integrated pest management. *Bulletin of Insectology* **65**: 149-160.
- CUTHBERTSON, A.G.S., BLACKBURN, L.F. & AUDSLEY, N. (2014). Efficacy of commercially available invertebrate predators against *Drosophila suzukii*. *Insects* **5**: 952-960.
- DALTON, D.T., WALTON, V.M., SHEARER, P.W., WALSH, D.B., CAPRILE, J. & ISAACS, R. (2011). Laboratory survival of *Drosophila suzukii* under simulated winter conditions of the Pacific Northwest and seasonal field trapping in five primary regions of small and stone fruit production in the United States. *Pest Management Science* **67**: 1368-1374.
- DE ROS, G., CONCI, S., PANTEZZI, T. & 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.
- ENGLERT, C., HERZ, A. & SCHEEWE, P. (2015). Kirschessigfliege: gibt es Nützlinge? *Obstbau* **40**: 243-245.
- GAMPER, M. (2015). Netze schützen vor der Kirschessigfliege. *Obstbau Weinbau* **52**: 125-127.
- GOODHUE, R.E., BOLDA, M., FARNSWORTH, D., WILLIAMS, J.C. & ZALOM, F.C. (2011). Spotted wing drosophila infestation of California strawberries and raspberries: economic analysis of potential revenue losses and control costs. *Pest Management Science* **67**: 1396-1402.
- GRASSI, A., GIONGO, L. & PALMIERI, L. (2011). *Drosophila (Sophophora) suzukii* (Matsumura), new pest of soft fruits in Trentino (North-Italy) and in Europe. *IOBC/WPRS Bulletin* **70**: 121-128.
- HAMBY, K.A., HERNÁNDEZ, A., BOUNDY-MILLS, K. & ZALOM, F.G. (2012). Associations of yeasts with spotted-wing drosophila (*Drosophila suzukii*; Diptera: Drosophilidae) in cherries and raspberries. *Applied and Environmental Microbiology* **78**: 4869-4873.
- HARDIN, J.A., KRAUS, D.A. & BURRACK, H.J. (2015). Diet quality mitigates intraspecific larval competition in *Drosophila suzukii*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* **156**: 59-65.
- HARRIS, D.W., HAMBY, K.A., WILSON, H.E. & ZALOM, F.G. (2014). Seasonal monitoring of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) in a mixed fruit production system. *Journal of Asia-Pacific Entomology* **17**: 857-864.
- HARZER, U. & KÖPLER, K. (2015). Die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii*. Befallsituation 2014 in Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg. *Obstbau* **40**: 208-211.
- HAUSER, M. (2011). A historic account of the invasion of *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae) in the continental United States, with remarks on their identification. *Pest Management Science* **67**: 1352-1357.
- HAVILAND, D.R. & BEERS, E.H. (2012). Chemical control programs for *Drosophila suzukii* that comply with international limitations on pesticide residues for exported sweet cherries. *Journal of Integrated Pest Management* **3**: 1-6.
- HENSEL, G. & DAHLBENDER, W. (2015). Bekämpfung der Kirschessigfliege mit Insektiziden. *Obstbau* **40**: 235-237.
- INNEREBNER, G. & ZELGER, R. (2015). Versuche zur Befallsregulierung der Kirschessigfliege im Weinbau. *Obstbau Weinbau* **52**: 128-131.
- JARAMILLO, S.L., MEHLFERBER, E. & MOORE, P.J. (2015). Life-history trade-offs under different larval diets in *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Physiological Entomology* **40**: 2-9.
- KAISER, L., GOSSIN, D., GASSER, F. & KUSKE, S. (2015). Kirschessigfliege – Auswirkung der Kühlung bei Zwetschgen. *Schweizer Zeitschrift für Obst- und Weinbau* **13/2015**: 10-12.
- KEESEY, I.W., KNADEN, M. & HANSSON, B.S. (2015). Olfactory specialization in *Drosophila suzukii* supports an ecological shift in host preference from rotten to fresh fruit. *Journal of Chemical Ecology* **41**: 121-128.
- KIMURA, M.T. (2004). Cold and heat tolerance of drosophilid flies with reference to their latitudinal distribution. *Oecologia* **140**: 442-449.
- KINJO, H., KUNIMI, Y., BAN, T. & NAKAI, M. (2013). Oviposition efficacy of *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on different cultivars of blueberry. *Journal of Economic Entomology* **106**: 1767-1771.
- KINJO, H., KUNIMI, Y. & NAKAI, M. (2014). Effects of temperature on the reproduction and development of

- Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae). *Applied Entomology and Zoology* **49**: 297-304.
- KOCKEROLS, M., WOLTERS, A. & WEBER, R.W.S. (2015). Die Kirschessigfliege (*Drosophila suzukii*) an Süßkirschen an der Niederelbe 2015. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **70**: 287-293.
- KÖPPLER, K. & RAULEDER, H. (2015). Kulturabhängiges Auftreten der Kirschessigfliege sowie Untersuchungen zum Befallsverlauf in obstbaulichen Kulturen. *Obstbau* **40**: 212-216.
- KUSKE, S., KAISER, L., RAZAVI, E., FATAAR, S., SCHWIZER, T., MÜHLENZ, I. & MAZZI, D. (2015). Netze gegen Kirschessigfliege. *Obstbau* **40**: 238-242.
- LANDOLT, P.J., ADAMS, T., DAVIS, T.S. & ROGG, H. (2012a). Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae), trapped with combinations of wines and vinegars. *Florida Entomologist* **95**: 326-332.
- LANDOLT, P.J., ADAMS, T. & ROGG, H. (2012b). Trapping spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii* (Matsumura) (Diptera: Drosophilidae), with combinations of vinegar and wine, and acetic acid and ethanol. *Journal of Applied Entomology* **136**: 148-154.
- LEE, J.C., BRUCK, D.C., DREVES, A.J., IORIATTI, C., VOGT, H. & BAUFELD, P. (2011a). In focus: Spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, across perspectives. *Pest Management Science* **67**: 1349-1351.
- LEE, J.C., BRUCK, D.J., CURRY, H., EDWARDS, D., HAVILAND, D.R., VAN STEENWYK, R.A. & YORGEY, B.M. (2011b). The susceptibility of small fruits and cherries to the spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii*. *Pest Management Science* **67**: 1358-1367.
- LIN, Q.-C., ZHAI, Y.-F., ZHOU, C.-G., LI, L.-L., ZHUANG, Q.-Y., ZHANG, X.-Y., ZALOM, F.G. & YU, Y. (2014). Behavioral rhythms of *Drosophila suzukii* and *Drosophila melanogaster*. *Florida Entomologist* **97**: 1424-1433.
- McKENZIE, J.A. & PARSONS, P.A. (1972). Alcohol tolerance: an ecological parameter in the relative success of *Drosophila melanogaster* and *Drosophila simulans*. *Oecologia* **10**: 373-388.
- MITSUI, H., TAKAHASHI, K.H. & KIMURA, M.T. (2006). Spatial distributions and clutch sizes of *Drosophila* species ovipositing on cherry fruits of different stages. *Population Ecology* **48**: 233-237.
- MITSUI, H., BEPPU, K. & KIMURA, M.T. (2010). Seasonal life cycles and resource uses of flower- and fruit-feeding drosophilid flies (Diptera: Drosophilidae) in central Japan. *Entomological Science* **13**: 60-67.
- PHAM, C.K. & RAY, A. (2015). Conservation of olfactory avoidance in *Drosophila* species and identification of repellents for *Drosophila suzukii*. *Scientific Reports* **5**: 11527.
- POYET, M., ESLIN, P., HÉRAUDE, M., LE ROUX, V., PRÉVOST, G., GIBERT, P. & CHABRERIE, O. (2014). Invasive host for invasive pest: when the Asiatic cherry fly (*Drosophila suzukii*) meets the American black cherry (*Prunus serotina*) in Europe. *Agricultural and Forest Entomology* **16**: 251-259.
- RAULEDER, H., KÖPPLER, K. & EPP, P. (2015). Welche Früchte werden von Kirschessigfliegen befallen? *Obstbau* **40**: 220-224.
- REVADI, S., VITAGLIANO, S., STACCONI, M.V.R., RAMASAMY, S., MANSOURIAN, S., CARLIN, S., VRHOVSEK, U., BECHER, P.G., MAZZONI, V., ROTA-STABELLI, O., ANGELI, S., DEKKER, T. & ANFORA, G. (2015). Olfactory responses of *Drosophila suzukii* females to host plant volatiles. *Physiological Entomology* **40**: 54-64.
- SINN, F. (2015). Vier Jahre Kirschessigfliege im Südtiroler Weinbau. *Obstbau Weinbau* **52**: 112-116.
- TOCHEN, S., DALTON, D.T., WIMAN, N., HAMM, C., SHEARER, P.W. & WALTON, V.M. (2014). Temperature-related development and population parameters for *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae) on cherry and blueberry. *Environmental Entomology* **43**: 501-510.
- TRAUTMANN, M. (2013). Summ, summ, summ! *Suzukii* summt herum! *Obstbau* **38**: 289-294.
- TRAUTMANN, M. & LEHMBERG, L. (2015). Bekämpfung der Kirschessigfliege in Brombeeranlagen. *Obstbau* **40**: 229-232.
- VAN TIMMEREN, S. & ISAACS, R. (2013). Control of spotted wing drosophila, *Drosophila suzukii*, by specific insecticides and by conventional and organic crop protection programs. *Crop Protection* **54**: 126-133.
- VILELA, C.R. & MORI, L. (2014). The invasive spotted-wing *Drosophila* (Diptera, Drosophilidae) has been found in the city of São Paulo (Brazil). *Revista Brasileira de Entomologia* **58**: 371-375.
- VOGT, H. & BAUFELD, P. (2011). Die Kirschessigfliege *Drosophila suzukii* – eine neue Bedrohung für den Obst- und Weinbau! *Obstbau* **36**: 452-454.
- VOGT, H., BAUFELD, P., GROSS, J., KÖPPLER, K. & HOFFMANN, C. (2012). *Drosophila suzukii*: Eine neue Bedrohung für den europäischen Obst- und Weinbau. *Journal für Kulturpflanzen* **64**: 68-72.
- WALLINGFORD, A.K., HESLER, S.P., CHA, D.H. & LOEB, G.M. (2015). Behavioral response of spotted-wing drosophila, *Drosophila suzukii* Matsumura, to aversive odors and a potential oviposition deterrent in the field. *Pest Management Science* DOI: 10.1002/ps.4040.
- WALSH, D.B., BOLDA, M.P., GOODHUE, R.E., DREVES, A.J., LEE, J., BRUCK, D.J., VAUGHN, M.W., O'NEAL, S.D. & ZALOM, F.G. (2011). *Drosophila suzukii* (Diptera: Drosophilidae): Invasive pest of ripening soft fruit expanding its geographic range and damage potential. *Journal of Integrated Pest Management* **2**: 1-7.
- WEBER, R.W.S. & ENTROP, A.-P. (2015). Funzigstrategie für 2015 gegen *Botrytis* an Erdbeeren. *Mitteilungen des Obstbauversuchsrings des Alten Landes* **70**: 149-151.
- WIMAN, N.G., WALTON, V.M., DALTON, D.T., ANFORA, G., BURRACK, H.J., CHIU, J.C., DANANE, K.M., GRASSI, A., MILLER, B., TOCHEN, S., WANG, X. & IORIATTI, C. (2014). Integrating temperature-dependent life table data into a matrix projection model for *Drosophila suzukii* population estimation. *PLoS ONE* **9**: e106909.
- WISE, J.C., VANDERPOPPEN, R., VANDERVOORT, C., O'DONNELL, C. & ISAACS, R. (2015). Curative activity contributes to control of spotted-wing drosophila (Diptera: Drosophilidae) and blueberry maggot (Diptera: Tephritidae) in highbush blueberry. *Canadian Entomology* **147**: 109-117.
- ZERULLA, F.N., SCHMIDT, S., STREITBERGER, M., ZEBITZ, C.P.W. & ZELGER, R. (2015). On the overwintering ability of *Drosophila suzukii* in South Tyrol. *Journal of Berry Research* **5**: 41-48. 