Ruprecht - Karls - Universität Heidelberg
Institut für Zoologie, Abt. Morphologie / Ökologie
Im Neuenheimer Feld 230
69120 Heidelberg

Forschungsprojekt Aktenzeichen 514-33.44/04HS055

Thema:

Etablierung einer Laborzucht der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) und Untersuchungen zur Entwicklung umweltschonender Regulierungsverfahren

Laufzeit: 01. Januar 2005 bis 31. Dezember 2007

Berichtszeitraum: 01.Januar 2005 bis 31. Dezember 2007

Projektleitung: Prof. Dr. Volker Storch

Projektbearbeitung: Dr. Kirsten Köppler
Thomas Kaffer

in Kooperation mit:

Dr. Heidrun Vogt
Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft
Institut für Pflanzenschutz im Obstbau
Schwabenheimer Str. 101
69221 Dossenheim

1. Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Die Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* ist der wirtschaftlich bedeutendste Schädling im Kirschanbau. Im konventionellen Obstbau sind nur begrenzte, im integrierten und ökologischen Landbau sowie im Klein- und Hausgartenbereich keine praktikablen Möglichkeiten zur ausreichenden Bekämpfung der Kirschfruchtfliege verfügbar (Vogt 2002, Daniel & Wyss 2003). Im konventionellen Anbau war die Anwendung von Präparaten mit dem Wirkstoff Dimethoat nach Zulassungsende im Januar 2005 in den Jahren 2005 und 2006 nach § 11 des PflSchG („Gefahr im Verzug“) nur unter zahlreichen Auflagen genehmigt. Für 2007 galt zur Anwendung von Dimethoat noch dessen Aufbrauchfrist. Präparate mit diesem breit wirksamen Wirkstoff sind umweltschädlich und gesundheitsgefährdend. Zusätzlich konnte 2007 im konventionellen Kirschanbau das Präparat Mospilan mit dem Wirkstoff Acetamiprid ebenfalls nach § 11 des PflSchG gegen die Kirschfruchtfliege in zweimaliger Anwendung eingesetzt werden. Hierbei ist jedoch nach bisherigen Erkenntnissen keine konstant zuverlässige Wirkung zu verzeichnen (Galli & Flöß 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, Galli et al. 2005, 2006).
Aufgrund des Bekämpfungsproblems in allen Bereichen des Kirschanbaus gilt es, alternative Methoden zu entwickeln. In dem abgeschlossenen Projekt sollten hierzu notwendige Aspekte bearbeitet werden, wie Zucht und Biologie des Schädlings sowie die Entwicklung von umweltschonenden Bekämpfungsstrategien. Die Laborzucht und damit die Verfügbarkeit von Tiermaterial stellt eine Grundvoraussetzung für gezielte Untersuchungen zur Erarbeitung von alternativen Methoden wie z. B. Köderverfahren dar. Aufbauend auf den Vorarbeiten zur Zucht von *R. cerasi*, sollte diese weiterentwickelt und ein Standardverfahren entwickelt werden. Untersuchungen zur Biologie (z. B. Phänologie, Populationsdynamik, Dispersion) sind wichtige Grundlagen für zukünftige umweltschonende Bekämpfungsstrategien. Kenntnisse über das Verhalten und die natürliche Ausbreitung des Schädlings sind ausschlaggebend für die Anwendung sowie die richtige Beurteilung der Nachhaltigkeit biologischer oder biotechnischer Bekämpfungsverfahren. Hinsichtlich biotechnischer Bekämpfungsmethoden waren Untersuchungen zur Entwicklung von Köderverfahren basierend auf dem Prinzip von „Bait & Kill“ vorgesehen. Dazu gehörte die Ermittlung attraktiver Stoffe sowie Untersuchungen zur Wirksamkeit moderner, weitgehend umweltschonender Insektizide, insbesondere in reduzierten Aufwandmengen in Kombination mit Futterködern (Ködersprays oder sogen. „Bait Sprays“).

Da seit 2004 zahlreiche Exemplare der nordamerikanischen Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cingulata* in Rheinland-Pfalz, insbesondere In Rheinhessen und in den Folgejahren im gesamten Bundesgebiet auftraten, waren in Zusammenarbeit mit den Pflanzenschutzdiensten der Länder und anderen Einrichtungen Untersuchungen zur Verbreitung und Phänologie dieser Art vorgesehen. Das sollte insbesondere der Gefährdungsabschätzung für späte Süßkirschen sowie Sauerkirschsorten dienen.

1.1. Planung und Ablauf des Projektes

Die Planung und Ausführung des Projektes erfolgte nach der Vorhabenbeschreibung, in Anpassung an die während der Arbeiten erzielten Ergebnisse und neuen Erkenntnisse sowie nach dem aktuellen Kenntnisstand. Saisonabhängige Arbeiten wurden entsprechend der Phänologie der Wirtspflanzen und des Schädlings in den einzelnen Projektjahren entsprechend geplant und durchgeführt.

1.2. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

1.2.1. Zuchtverfahren für die Kirschfruchtfliege

Fruchtfliegen der Gattung *Rhagoletis* ernähren sich mono- oder oligophag. Für eine kontinuierliche Laborzucht der Kirschfruchtfliege ist es erforderlich, anstatt der Kirsche als natürliches Eiablage- und Nährmedium, Alternativen zu verwenden. Bemühungen, die Kirschfruchtfliege auf künstlichen Medien zu züchten, gehen vor allem auf die 70er und 80er Jahre zurück. Ziel war damals, mit Hilfe von Massenzuchten die Bekämpfung der Kirschfruchtfliege mittels der sterilen Männchenmethode zu ermöglichen. Es gelang den Bearbeitern in der Schweiz (Boller) und in Deutschland (Haisch) insbesondere im Hinblick auf die Larvenaufzucht nicht, ein Verfahren zu etablieren, bei dem für die sterile Männchenmethode ausreichend Tiere produziert werden konnten. Die Versuche sind in der Literatur beschrieben (z.B. Boller 1966, Boller 1968, Prokopy & Boller 1970, 1971, Boller & Ramser 1971, Haisch & Boller 1971, Boller & Remund 1975, Haisch 1975 a, Katsoyannos et al. 1977, Boller 1984, Katsoyannos et al. 1987, Boller 1989).
Auf der Basis des von Boller entwickelten Verfahrens zur Eiablage in Wachsdome wurde in dem Vorläuferprojekt (03/HS065) eine neue Kombination von Wachsen entwickelt, die als Eiablagemedium diente (Köppler & Vogt 2007). Da ebenfalls im Vorläuferprojekt trotz persönlicher Kontakte zu beiden Autoren eine Reproduktion der Puppenausbeuten (40 – 45 %) in eigenen Untersuchungen mit deren Originalmedien nicht möglich war, wurde das Medium auf Agarbasis mit Verpuppungsraten zwischen 27 % und 46 % aus dem Projekt 03HS/065 weiterentwickelt. Erschwerend für die Laborzucht ist die obligatorische Diapause der Kirschfruchtfliege, die bei der Freilandpopulation 11 Monate, zum Teil auch länger bis zur übernächsten Saison („Überlieger“), und im Labor mindestens 4-5 Monate bei ca. 4 bis 6°C (e.g. Wiesmann 1950, Haisch 1975 b, Vallo et al. 1976) beträgt.

1.2.2. Biotechnische Regulierungsverfahren

1.2.2.1. „Bait & Kill“ unter Verwendung von Fallen - Optimierung von Fallensystemen

Adulte Kirschfruchtfliegen können mit beleimten Gelbfallen gefangen werden (Boller 1972, Remund 1971, Remund & Boller 1975). Es existieren verschiedene Fallenmodelle, die aufgrund der Farb- und Formgebung unterschiedlich fängig sind. Höhere Fangraten sind insbesondere für die Rebell®-Falle belegt (Wyss & Zuber 1998). Allerdings werden bei diesem teuren Verfahren in der Regel keine ausreichend hohen Befallsreduktionen erreicht (Boller et al. 1980). Die Fallen könnten ggf. in Hausgärten zu einer beschränkten Befallsreduktion eingesetzt werden. Im Erwerbsobstbau dienen sie überwiegend der Prognose und dem Monitoring (Haisch & Boller 1973, Remund & Boller 1979, Kapoor et al. 1987, Voigt 1997, Epp 1998, Theinert & Dickler 2000).
Eine Erhöhung der Fängigkeit der Fallen kann durch die Kombination mit potentiellen Futterattraktantien erreicht werden. Dabei sind insbesondere Ammoniak abgebende Stoffe von Bedeutung (Wiesmann 1944, Katsoyannos et al. 1980). Erste Erfahrungen mit einem entsprechenden Ansatz liegen für *R. cerasi* vor (Katsoyannos et al. 2000). Eine Erhöhung von Fängen könnte neben dem Zusatz von ammoniumhaltigen Stoffen auch durch volatile Komponenten, die von reifenden Früchten abgegeben werden, möglich sein. Ein Ansatz für "Bait & Kill“ für Fruchtfliegen ist auch in der Kombination von Fallen oder Fruchtattrappen mit ökotoxikologisch günstigen Insektiziden zu sehen. In den USA gelang es beispielsweise, den Befall durch die Apfelfruchtfliege (*R. pomonella*) mit Hilfe von Apfelattrappen, die mit Futterattraktantien und einem Insektizid bestückt waren, auf ähnlich niedriges Niveau wie durch die Anwendung eines breitwirksamen Insektizides zu reduzieren (Prokopy et al.

2000, Gut et al. 2003). Auch für andere *Rhagoletis*-Arten, wie z.B. *R. mendax* liegen Untersuchungen vor, die auf diesem Prinzip beruhen (Stelinski et al. 2001).

1.2.2.2. „Bait & Kill“ unter Verwendung von „Bait Sprays“

Im Zitrus- und Olivenanbau werden gegen Fruchtfliegen (z.B. *Ceratitis capitata*, *Bactrocera oleae*) seit Jahren sogenannte „Bait Sprays“ mit Erfolg eingesetzt (Roessler 1989), wobei immer mehr der Einsatz umweltfreundlicher Insektizide angestrebt wird (Peck & McQuate 2000). Dabei erfolgt eine Teilflächenbehandlung der Pflanzen mit einem Insektizid unter Zusatz eines proteinhaltigen Futterköders. Bisher fanden hierbei nahezu ausschließlich breitwirksame Phosphorsäureester Anwendung. Auf der Suche nach selektiveren Wirkstoffen konnten beim Einsatz von Spinosad bereits Erfolge bei der Bekämpfung der Mittelmeerfruchtfliege erzielt werden. Auch gegen *Rhagoletis*-Arten liegen erste Untersuchungen vor (Haniotakis et al. 1987, Pelz et al. 2004). Als weiterer für ein solches Verfahren geeigneter Wirkstoff kommt Neem mit dem Wirkstoff Azadirachtin in Frage. Es wirkt nach oraler Aufnahme bei den Fliegenweibchen hemmend auf die Eiablage, wie Untersuchungen mit *C. capitata* (Adán et al. 1998, Di Ilio et al. 1999), *R. indifferens* (van Randen & Roitberg 1998a und b) sowie *R. cerasi* ergaben (Geipel 2001, Köppler & Vogt 2003).

1.2.3. Biologie der Kirschfruchtfliege

Erste ausführliche Arbeiten über die Biologie der Kirschfruchtfliege stammen von Sprengel und Wiesmann (z. B. Sprengel & Sonntag 1932, Wiesmann 1933). Zahlreiche Arbeiten liegen aus den 70er bis 90er Jahren vor.
Für die Beurteilung der Nachhaltigkeit eines biologischen oder biotechnischen Verfahrens sind insbesondere Kenntnisse über das Flugverhalten und die Dispersion der Kirschfruchtfliege von Bedeutung. Hierzu gibt es bisher nur wenig exakte Untersuchungen. Erste Freilassungsversuche zeigten, dass 82 % der wiedergefangenen Tiere innerhalb eines Radius von 100 m verblieben und keines der Tiere weiter als 600 m flog (Boller 1969). Diese Tendenz wurde von Katsoyannos et al. (1986) bestätigt. Danach zeigten die Fliegen eine geringe Neigung zur Dispersion, wenn genügend Ressourcen zur Verfügung standen. Boller & Remund (1980) berichteten von einem Flugradius einzelner Tiere bis zu 3 km. Kneifl et al. (1997) empfiehlt einen Abstand zwischen Erwerbsanlagen und Infektionsquellen von 500 m. Nach Haisch können die Kirschfruchtfliegen größere Distanzen überwinden (pers. Kommun.). Eine systematische Abstufung der Dispersion in Abhängigkeit von potentiellen Wirtspflanzen in der Umgebung des Freilassungsortes wurde bisher nicht vorgenommen. Auch ist das Wanderungsverhalten der Fliegen innerhalb einer Kirschanlage in Abhängigkeit von Kirschsorten von Bedeutung. Katsoyannos et al. (1986) geben Hinweise auf das Verhalten der Fliegen nach Beerntung der Kirschbäume. Für eine erfolgreiche Behandlung der Kirschbäume mit „Bait & Kill“-Formulierungen ist die richtige Auswahl der zu behandelten Teilflächen nötig. Verschiedene Arbeiten weisen darauf hin, dass sich die meisten Kirschfruchtfliegen in den oberen Kronenbereichen und auf der Südseite der Bäume aufhalten (e.g. Wiesmann 1944, Remund 1971, Epp 1998).

2. Material und Methoden

2.1. Zucht der Kirschfruchtfliege

2.1.1. Aufsammlung und Lagerung der Puparien aus der Freilandpopulation (nicht nur für Zuchtversuche)

Adulte *R. cerasi* wurden gewonnen durch die Aufsammlung befallener Kirschen (*Prunus avium* und *P. cerasus*) sowie Heckenkirschenbeeren (*Lonicera xylosteum*) und deren Lagerung in Plastikobstkisten, unter denen die Puparien nach Auswanderung der Larven aus den Früchten alle 1 bis 3 Tage abgesammelt werden konnten. Je nach Befallsgrad lagerten die Früchte 1 bis 2 Wochen in einem regengeschützten und belüfteten Raum. Die Kirschen stammten vorwiegend von der Versuchsanlage des BBA-Instituts in Dossenheim sowie von Anlagen der Pflanzenschutzdienste der Länder und aus Privatgärten. Heckenkirschenfrüchte konnten von Straßen- oder Wegrandhecken gewonnen werden. Die Puparien wurden nach der Absammlung gewaschen, getrocknet und in mit Vermikulit (Frank Götz, Pflanzenzubehör, Bischweier, Deutschland) gefüllten Plastikbechern (Boden 9,5 x 9,5 cm, oberer Rand 10,3 x 10,3 cm, Höhe 6 cm) bei Raumtemperatur (20 to 25°C) gelagert. Diese Lagerung und die nachfolgende Überführung in die Kühlkammer zur obligatorischen Diapause (3 bis 5°C) erfolgte entsprechend den Ergebnissen von Vallo et al. (1976) sowie dem Fliegenbedarf außerhalb der Vegetationsperiode und in der nachfolgenden Saison. Die Einlagerungsdaten der Puparien sind in Tab. 1 aufgelistet.

Tab. 1. Einlagerungsdaten der Puparien in die Kühlkammer, mit Ausnahme vom 31.01.06 alle von *Prunus*

Jahr	Einlagerungsdaten
2004	06.08.04, 21.12.04
2005	18.07.05, 04.10.05, 23.12.05, 27.01.06, 31.01.06 (*Lonicera*)
2006	03.11.06, 01.12.06, 05.01.07

2.1.2. Schlupf und Haltung der adulten Fliegen (nicht nur für Zuchtversuche)

Zum Auslösen des Schlupfes der adulten Fliegen nach der Diapause wurde eine definierte Anzahl von Puparien in Abhängigkeit vom geplanten Versuch, aber frühestens nach 4 bis 5 Monaten, aus der Kühlkammer entnommen und in eine Klimazelle (25 ± 0.5°C / 18 ± 0.5°C, RH 65 ± 5 %, Fotoperiode 16:8, 4 to 6 klux) überführt. Die Haltung der Fliegen erfolgte in sogenannten BioQuip-Käfigen (“Bug Dorm-1”, BioQuip Products, Rancho Dominquez, CA, USA), wobei sie mit Wasser über eine Plastikdose (Höhe 2,5 cm, Durchmesser 2,0 cm) mit aus dem Deckel nach oben abgeführtem Schwamm sowie mit Trockenhefe (Diana Bierhefe, Spezialfuttermittel M. Diekmann, Versmold-Bockhorst, Deutschland) und handelsüblichen raffiniertem Zucker (Saccharose) im Gewichtsverhältnis 1:4 versorgt wurden. Die Fliegen konnten so über 4 bis 6 Wochen gehalten und für Versuche verwendet werden, wobei das Wasser wöchentlich und das Futter nach Bedarf alle 1 bis 2 Wochen erneuert wurde.

2.1.3. Eiablage (nicht nur für Zuchtversuche)

Die Eiablage basierte auf den Methoden von Prokopy & Boller (1970, 1971), Boller & Ramser (1971) und Haisch (1970) unter Verwendung einer neuen Wachskombination aus TeCe-Ceresin W 46 und TeCe-Ozokerit 6270 (Wachs- und Ceresin-Fabriken Th. C. Tromm GmbH, Köln, Deutschland) im Verhältnis 1:1. Die Eigenschaften dieser Wachse im Vergleich zu dem von Boller und Haisch verwendeten und nicht mehr produzierten Ceresin (Typ 1577) sind in Tab. 2 aufgelistet. Zur Feuchthaltung der abgelegten Eier wurden 4 Wachsdome auf dem mit 4 Löchern versehenen Deckel einer Runddose (69 mm Durchmesser x 40 mm Höhe, neoLab® Laborbedarf-Vertriebs GmbH, Heidelberg, Deutschland) befestigt, die mit Wasser gefüllt war. Eine weiße Plastikblende mit 4 Löchern, die über die Dome gestülpt wurde, diente als farblicher Kontrast zu den mit schwarzer Kerzenfarbe gefärbten Wachsdomen zur Eiablage. Eine Gaze zwischen Deckel und Unterteil der Dose verhinderte das Hineinfallen der Eier ins Wasser.
Die Entnahme und Überführung der Eier auf Larvenmedien erfolgte 2 x wöchentlich mit einem Pinsel.

Tab. 2. Eigenschaften der zur Eiablage verwendeten Wachse TeCe-Ceresin W 46 und TeCe-Ozokerit 6270 im Vergleich zu Ceresin (Typ 1577)

Eigenschaft	Ceresin (Typ 1577)	TeCe-Ceresin W 46	TeCe-Ozokerit 6270
Erstarrungspunkt (ISO 2207)	53°C	46 – 50 °C	57 – 61 °C
Tropfpunkt (DIN 51801)	56°C	46 – 50 °C	66 – 70 °C
Penetration (bei 25°C, 0,1 mm)	44	30 – 50	35 – 70
Viskosität (bei 100°C)	nicht verfügbar	2 – 4 mPas	4 – 8 mPas
Dichte (bei 20 °C)	nicht verfügbar	ca. 0,92 g/ml	ca. 0,92 g/ml
Farbe	weiß / weißlich	weiß / weißlich	weiß / weißlich
Konsistenz	weich - plastisch	weich - plastisch	weich - plastisch

Um den aufwendigen Prozess der Eiabnahme aus den Wachsdomen zu umgehen, wurden in einem weiteren Eiablageversuch Halbkugeln aus dem Standardnährmedium gegossen und mit der Eiablage bzw. Puppenausbeute aus Eiern aus Wachsdomen verglichen. Genaueres dazu ist in Abschnitt 2.1.6.6. beschrieben.

2.1.4. Larvennährmedien (nicht nur für Zuchtversuche)

2.1.4.1. Entwicklung eines Standardnährmediums

Aufbauend auf den Ergebnissen des Vorläuferprojektes 03HS065 wurden weiterführend verschiedene Zusammensetzungen von Larvennährmedien getestet (insgesamt N = 66). Die Grundlage der Medien war Agar (z.B. Bacto™ Agar, Becton, Dickimson & Company, Sparks, MD, USA), der mit verschiedenen Kombinationen von Nährstoffen, Vitaminen, Säuren, Basen, Konservierungsstoffen und kommerziell erhältlichen Kirschsaft versetzt wurde. Alle Medien wurden in der nachfolgend beschriebenen Weise hergestellt. Zunächst wurde eine definierte Menge Agar in voll entsalztem Wasser autoklaviert und die Temperatur der Agarlösung in einem Wasserbad bei 60°C gehalten. Alle anderen Zutaten mit Ausnahme der anorganischen Säuren oder Basen zur pH-Einstellung wurden in einem Erlenmeyerkolben auf einem Magnetrührer verrührt und anschließend die sich abkühlende Agarlösung zugegeben. Nachfolgend wurde der pH-Wert der Lösung gemessen und je nach Bedarf Basen oder Säuren hinzugegeben. Der pH-Wert variierte zwischen 3,89 und 4,21. Die fertigen Larvendiäten wurden in Petrischalen (Durchmesser 9,0 cm) bzw. Plastikbecher (Durchmesser 9,0 cm,

Höhe 2,0 cm) gegossen. Die Medienplatten konnten so über mehrere Wochen im Kühlschrank bis zu deren Verwendung gelagert werden.
Das Standardmedium wurde nach den Kriterien einer über einen längeren Zeitraum zügigen Larvenentwicklung und einer konstant höheren Puppenausbeute ausgewählt.
Zusätzlich zu der Verwendung verschiedener Formulierungen für die Larvennährmediem wurde ein in den USA kommerziell erhältliches *Rhagoletis*-Medium (BioServ, Frenchtown, NJ, USA) als Vergleich herangezogen.

2.1.4.2. Einfluss des pH-Wertes auf die Entwicklung

Nach Angaben von Boller und Haisch sollte der pH-Wert der Larvenmedien zwischen 3,9 und 4,1 liegen. 2007 wurden Messungen des pH-Wertes von Süß- und Sauerkirschen in verschiedenen Reifestadien durchgeführt. Das zeigte eine Spanne im Verlauf der Kirschreife von 3,5 bis 4,0 bei Süßkirschen und 3,0 bis 3,7 bei Sauerkirschen (jeweils ca. 22-28°C). In reifen *Lonicera*-Beeren betrug der pH-Wert sogar nahezu 5,0. Daraus ergab sich die Frage nach der Toleranzgrenze der Kirschfruchtfliegenlarven hinsichtlich des pH-Wertes, bei dem trotzdem mikrobielles Wachstum verhindert wurde.
Zur Klärung dieser Frage wurde das Standardmedium hergestellt und der pH mit HCl (25%ig) oder KOH (in Abhängigkeit vom gewünschten pH mit 25 bis 80 %iger Lösung) eingestellt. Die Abstufungen des pH-Wertes mit jeweils 2 Ansätzen unter Zugabe von HCl oder KOH sind in Tab. 3 aufgelistet. Es wurden jeweils 20 Eier pro Platte möglichst unter paralleler Verwendung der verschiedenen pH-Werte ausgelegt. Die Kontrolle von Larvenschlupf, Verpuppungsrate und -zeit in Abhängigkeit vom pH-Wert erfolgte jeweils über 4 bis 5 Wochen.

Tab. 3. Abstufungen des pH-Wertes des Larvennährmediums unter Zugabe von HCl oder KOH

Ausgangswert pH	Zugabe		pH	pH gilt als
	HCl / KOH	Volumen [ml]		
4,07 / 4,07	25%ige HCl	6,00 / 7,50	3,06 / 3,01	3,0
4,03 / 4,07	25%ige HCl	3,20 / 3,80	3,53 / 3,54	3,5
4,02 / 4,08	keine / 25%ige KOH	0,00 / 0,50	4,02 / 4,01	4,0
4,03 / 4,08	25%ige KOH	9,50 / 9,20	4,46 / 4,47	4,5
4,03 / 4,13	50%ige KOH	13,00 / 12,80	4,96 / 4,97	5,0
4,00 / 3,98	80%ige KOH	13,90 / 13,70	5,46 / 5,50	5,5
4,00 / 4,03	80%ige KOH	15,25 / 19,50	5,95 / 5,98	6,0
4,01 / 3,92	80%ige KOH	17,10 / 21,00	6,47 / 6,60	6,5
4,01 / 3,92	80%ige KOH	18,50 / 22,10	6,95 / 6,94	7,0

2.1.5. Inkubation sowie Haltung der *R. cerasi* - Larven und - Puparien

Alle mit *R. cerasi* - Eiern belegten Medien wurden bei 25 ± 1,5°C, relativer Luftfeuchte 50 ± 15 % und einer Fotoperiode von 16 : 8 h (6 x 16 W weiße Lampen) in einem Klimaschrank über einen Zeitraum von ca. 4 Wochen gehalten. Um die Platten zusätzlich vor Austrocknung zu schützen, wurden sie in verschließbare Plastikbeutel gegeben, die nicht vollständig geschlossen waren, um den Luftaustausch zu gewährleisten. Die Platten wurden 2 bis 3 mal wöchentlich kontrolliert, der Larvenschlupf mindestens bis zum 10. Tag und die Larvalentwicklung bis zur Verpuppung mindestens über 4

Wochen. Bei jeder Kontrolle wurde der Deckel der Platten zur Erhaltung der Feuchtigkeit leicht mit Wasser besprüht. Die gewonnenen Puparien wurden getrennt nach Versuchen in Petrischalen mit Vermikulit bei Zimmertemperatur aufbewahrt und am Ende der jeweiligen Versuche für 192 Tage kühl gestellt (3 bis 5°C).

2.1.6. Zuchtversuche

2.1.6.1. Einfluss des Alters der *R.cerasi*-Weibchen auf die Eiablage und Larvenentwicklung

Für diesen Versuch wurden die Fliegen aus 800 ausgelegten Puparien so auf 5 Käfige verteilt, dass pro Käfig nur Fliegen gleichen Alters im Geschlechterverhältnis ♂:♀ = 1:2 vorhanden waren (Käfig I, II, III 10:20, Käfig IV 20:40, Käfig V 15:30). Gestorbene Fliegen wurden jeweils durch Fliegen gleichen Alters ersetzt. Pro Käfig kamen 4 Wachsdomdosen ab einem Alter der Fliegen von 7 Tagen zum Einsatz. Je nach Eiablage pro Käfig wurden zwischen 10 und 50 Eier auf das Standardmedium 2 mal wöchentlich überführt. Die Schlupf- und Entwicklungskontrolle der Larven erfolgte 4 bis 5 mal in der Woche.

2.1.6.2. Einfluss der Fliegendichte auf die Eiablage sowie der Anzahl der ausgelegten Eier pro Mediumplatte auf die Larvenentwicklung

Für diesen Versuch wurden 2 Varianten von Fliegendichten pro Wachsdom mit jeweils 4 Wiederholungen gewählt, 1 sowie 3 ♀ / Dom. Männchen wurden jeweils im Verhältnis 1:2 zugesetzt. Insgesamt befanden sich entweder 1:4 bzw. 6:12 Fliegen in den Käfigen. Die Eiabnahme erfolgte täglich. Die Anzahl der Eier pro Platte betrug N = 18, 27, 36 und 54, was bei durchschnittlich 36 g Medium / Platte einem Verhältnis N Eier/g Medium von 0,5, 0,75, 1,0 sowie 1,5 entsprach. Pro Variante wurden 12 Wiederholungen angesetzt. Die Schlupf- und Entwicklungskontrolle der Larven in Abhängigkeit vom Alter der Fliegenweibchen und von der Anzahl der Eier pro Platte wurde 2 mal wöchentlich durchgeführt. Zusätzlich wurden die Puparien jeweils vor der Einlagerung in Vermikulit gewogen

2.1.6.3. Einfluss der Inkubationstemperatur auf die Larvenentwicklung

In diesem Zuchtversuch wurde die Temperatur bei der Inkubation der Larven bis zur Verpuppung variiert. Es wurde neben der Standardtemperatur von 25°C eine Temperatur von 20°C sowie 30°C gewählt und Schlupfrate sowie Verpuppungsrate der Larven bestimmt. Dazu wurden Eier aus den Wachsdomen 2 mal wöchentlich entnommen und jeweils 30 Eier pro Platte verwendet. Für die drei Temperaturen wurden die Platten mit Eiern jeweils parallel vorbereitet, so dass ein möglicher Alterseinfluss der Fliegen auf Schlupf- und Entwicklungsrate der Larven gleichmäßig auf die Varianten verteilt war. Die Kontrolle von Larvenschlupf und Verpuppung erfolgte so, dass die Dauer der Entwicklung möglichst zeitnah erfasst werden konnte. Für die Temperaturvarianten 20°C und 25°C wurden 28 und für 30°C 20 Wiederholungen (Medienplatten) erstellt.

2.1.6.4. P- F5-Generationen

Die Puparien, die aus den Versuchen zur Entwicklung eines Standardnährmediums gewonnen wurden, waren Grundlage für die weitere Zucht der Nachfolgegenerationen bis zur F5. Daraus ergaben sich zahlreiche Zuchtchargen der verschiedenen Generationen nahezu über den gesamten Projektzeitraum. Alle Larven mit Ausnahme der F1 wurden auf dem Standardmedium gehalten (vgl. Abschn. 2.1.4.1. und 3.1.1.4.1.). Die Haltung der Fliegen erfolgte wie in Abschnitt 2.1.2., die Eiablage wie in Abschnitt 2.1.3. und die Inkubation der Eier und Larven bis zur Verpuppung wie in Abschnitt 2.1.5. beschrieben.

2.1.6.5. Standardisierter Zuchtversuch (P-F2)

Dieser Ansatz diente dazu, mit dem Standardnährmedium einen Zuchtversuch durchzuführen, bei dem die Ausbeute an Puparien im Vergleich zur eingesetzten Puppenmenge und deren Gewicht als eventuelles Maß für die Qualität der Tiere sowie der geschlüpften Fliegen und Larvenentwicklung über mehrere Generationen untersucht wurde. Ausgangspunkt waren 5x100 Puparien aus Kirschen (P-Generation). Diese Puparien wurden nach Entnahme aus der Kühlkammer gewogen. Neben dem Puppengewicht wurden Daten für die Eiablage, die Larven- und Fliegenschlupf- sowie Verpuppungsraten und Zeiträume bis zur Verpuppung der F1- und F2-Generationen erfasst.

2.1.6.6. Eiablage und Entwicklung der Larven in Halbkugeln aus Larvennährmedium mit und ohne Wachsüberzug

Für diesen Versuch wurden Halbkugelformen (Durchmesser 4 cm) aus Standardlarvennährmedium gegossen. Diese wurden nach dem Erkalten entweder mit Wachs überzogen oder belassen und so zur Eiablage in Eiablagekäfige sowie zur Larvenentwicklung in den Inkubationsschrank gegeben. Um die Austrocknung der Agarhalbkugeln zu verhindern, wurden sie auf mit Gaze bespannte und mit Wasser gefüllte Plastikbecher gelegt. Als Vergleich dienten die in Abschnitt 2.1.3. beschrieben Wachsdome, aus denen die Eier auf Medienplatten überführt wurden. Da die genaue Anzahl der Eier und die Larvenschlupfrate in den Agarhalbkugeln nicht ermittelt werden kann, diente die Anzahl der Puparien im Vergleich zu denen auf den Mediumplatten von Eiern aus den Wachsdomen als Maß für die Eignung des Verfahrens.
Für alle Eiablagevarianten in den Käfigen wurden jeweils 10 Kirschfruchtfliegen-♂ und 10 -♀ verwendet. Der Versuch verlief über einen Zeitraum von 6 Wochen mit 2 Wiederholungen pro Variante.

2.2. „Bait & Kill“ - Verfahren

2.2.1. „Bait & Kill“ unter Verwendung von Fallen - Optimierung von Fallensystemen

2.2.1.1. Fallenvergleich mit verschiedenen Ammoniakködern

Der Fallenvergleich diente dazu, die Fängigkeit von handelsüblichen Fallen durch eine Kombination mit Geruchskomponenten zu erhöhen. Ammoniak abgebende Substanzen gelten als attraktiv für Kirschfruchtfliegen und somit wurden verschiedene Fallentypen mit und ohne unterschiedliche

Ammoniakverbindungen getestet. Die Fallentypen und die Köder sind in Tab. 4 aufgelistet. In den Jahren 2006 und 2007 kamen alle Fallentypen zum Einsatz. 2005 wurde zunächst die Typen Rebell® ohne Köder, mit NH_4-acetat, mit „Supercharger“, Pherocon mit und ohne „Supercharger“ sowie die Ungarische Falle Csal♀m♂N® verwendet. Die Fallen wurden in allen drei Untersuchungsjahren in 6 Wiederholungen getestet, d.h. in 4 Reihen in Süßkirschen und in 2 Reihen in Sauerkirschen. Die Reihen mit den Fallen waren jeweils mindestens durch eine weitere Reihe von der nächsten Reihe mit Fallen getrennt. 2005 befanden sich die Fallen in den Sorten 1 x Hedelfinger, 1 x Sam und 2 x Van, 2006 sowie 2007 in 2 x Hedelfinger, 1 x Sam und 1 x Van. Bei den Sauerkirschen handelte es sich in allen drei Jahren um eine Reihe mit gemischten Sorten (Favorit, Erdi Jubiläum, Schwäbische Weinweichsel) und eine Reihe mit Schattenmorellen. Die Fallen wurden jeweils in 2 bis 2,5 m Höhe aufgehängt und innerhalb einer Reihe bei jeder Kontrolle zur nächsten Position im Uhrzeigersinn rotiert. Die Position der Fallentypen in den Reihen war jeweils um einen Fallentyp in Bezug auf die benachbarten Fallenreihen versetzt. Die Kontrolle der Fallen, bei denen jeweils alle Kirschfruchtfliegen abgenommen und nach Geschlechtern getrennt gezählt wurden, fanden 2005 vom 25. Mai bis 21. Juli, 2006 vom 5. Juni bis 7. August sowie 2007 vom 25. Mai bis 2. Juli 2 mal wöchentlich statt. Die Fallen wurden in allen drei Jahren während des Versuches 1 mal komplett erneuert. Behälter mit den Ammoniumsalzen wurden zusätzlich bei Bedarf gewechselt.

Tab. 4. Fallentypen und Köder unter Angabe der Hersteller, die 2005 bis 2007 eingesetzt wurden

Fallentyp	Farbe	Firma (Falle)	Köder	Firma (Köder)	NH_4-quelle
Rebell® amarillo	gelb	Andermatt Biocontrol AG, CH	-	-	-
Rebell® amarillo	gelb	Andermatt Biocontrol AG, CH	extern (Biolure)	Suterra $_{TM}$, USA	NH_4CO_3
Rebell® amarillo	gelb	Andermatt Biocontrol AG; CH	extern (Biolure)	Suterra $_{TM}$, USA	CH_3COONH_4
Rebell® amarillo	gelb	Andermatt Biocontrol AG; CH	extern (Biolure)	Suterra $_{TM}$, USA	CH_3COONH_4+ NH_4CO_3
Rebell® amarillo	gelb	Andermatt Biocontrol AG, CH	extern (Supercharger)	TRÉCÉ inc., USA	Mischung aus versch. NH_4-salzen
PHEROCON® AM	gelb	TRÉCÉ inc., USA	-		CH_3COONH_4
PHEROCON® AM	gelb	TRÉCÉ inc, USA	im Leim + extern (Supercharger)	TRÉCÉ inc., USA	CH_3COONH_4+ NH_4CO_3
Csal♀m♂N®	grün	Plant Protection Institute, HUN	extern (Membran)	Plant Protection Institute, HUN	CH_3COONH_4 + NH_4CO_3

2.2.1.2. Aufsammlung, Analyse und experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit von Duftstoffen der Wirtspflanzen der Kirschfruchtfliege

2.2.1.2.1. „Head Space“-Aufsammlungen

Die Duftstoffe, die von Kirschen (2005 und 2006: *Prunus avium*, Sorte Hedelfinger; 2007 Prunus avium, Sorten Erdi Bötermö und Schattenmorelle) sowie 2006 und 2007 von Heckenkirschenbeeren (*Lonicera xylosteum*) abgegeben werden, wurden mit der sogenannten “Head Space“-Methode gesammelt. Dabei wurde über die Früchte ein Luftstrom in einem definierten Volumen pro Zeiteinheit (250 ml min^{-1}) aus mit Aktivkohle (5 mg) gereinigter Luft mit Hilfe einer Vakuumpumpe geleitet. Aus der Luft wurden dann mit einem Filter (Aktivkohle) die Duftstoffe mittels doppelt destilliertem Dichloromethan (25 µl) sowie mit Tridecan als internen Standard (50 ng/µl) herausfiltriert. Die Aufsammlungen erfolgten über 4 Stunden mit Früchten in verschiedenen Reifestadien (unreif, halbreif und reif; 2005 bis 2007 mit jeweils 3 bis 6 Wiederholungen in Abhängigkeit von der Verfügbarkeit der Früchte), wobei jeweils in einer Variante Blätter sowie bei reifen Heckenkirschenbeeren auch holzige Teile einbezogen wurden. Nach einer Aufkonzentrierung unter N_2 auf ein Endvolumen von 8-12 µl, wurden die Duftstoffproben mit Hilfe von Gaschromatographie (GLC) und Massenspektroskopie (MS) analysiert.

2.2.1.2.2. Analyse der Duftstoffe

Die GLC-MS-Analysen wurden in Kooperation mit Prof. Wink vom Institut für Pharmazie und Molekulare Biotechnologie der Universität Heidelberg mit einem HP 5890 Series II System, ausgerüstet mit einer OV-1 Quarz-Kapillarsäule (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm), durchgeführt. Die Säulentemperaturen waren auf 30°C bis 300°C bei 4°C min^{-1} programmiert. Als Trägergas wurde Helium mit einem Druck von 14 Psi verwendet. Das mit dem Gaschromatographen gekoppelte Massenspektrometer war ein Finnigan MAT SSQ 7000. Die Identifizierung der Duftstoffkomponenten erfolgte auf der Basis des Vergleich des Retentionsindex sowie durch einen Abgleich der Massenspektren mit den entsprechenden Datenbanken (gruppeninterne und NIST-Datenbank).

2.2.1.2.3. Eiablageversuche mit den ermittelten Duftstoffen

Zur Ermittlung der Attraktivität der gefundenen Duftstoffe bzw. Trägersubstanzen in verschiedenen Lösungsmitteln wurden 5 Eiablageversuche (Versuch 1 und 2 mit jeweils 2 Durchgängen) durchgeführt. Dabei wurden die in einem Lösungsmittel gelösten zu testenden Substanzen in z. T. verschiedenen Konzentrationen mittels Mikroliterspritzen auf die 4 Wachsdome einer Domdose zur Eiablage 2 x wöchentlich aufgebracht bzw. in mittig zwischen den Domen platzierte Wachsnäpfe gegeben (V = 20 µl). Die für alle 5 Versuche verwendeten Duft- oder Trägerstoffe bzw. Lösungsmittel sind in Tab. 5 aufgelistet. Zur Überprüfung, ob das Lösungsmittel einen Einfluss auf das Eiablageverhalten hat, wurden in den Versuchen 3 und 4 die Applikationsform sowie die Art des Lösungsmittels variiert. Neben Hexan auf den Eiablagedomen und im Wachsnapf kam Ethylacetat zu Anwendung. Als Kontrolle dienten unbehandelte Wachsdome. Zusätzlich kam in Versuch 3 noch die Variable mit und ohne Zweig (Brombeere) hinzu. Das Hineinstellen eines Zweiges sollte klären, inwieweit die Umgebung in den Käfigen Einfluss auf die Eiablage hat. In Versuch 5 wurde eine Kombination von Trägersubstanzen (Dodecan, Tetradecan) mit und ohne Duftstoffe (Caryophyllen oder cis-Jasmon), in Ethylacetat gelöst, in Wachsnäpfen eingesetzt. Die Kirschfruchtfliegen wurden für die Versuche 1 und 2 in Käfigen (60 x 60 x 60 cm, Metallgestell mit Gaze) sowie für die Versuche 3 bis 5 in BioQuip-Käfigen gehalten. Letzter wurden eingesetzt, da in den größeren Gazekäfigen eine höhere Mortalität der Fliegen zu verzeichnen war. Die Eiabnahme erfolgte jeweils vor der Erneuerung der Duftstoffe. Pro Konzentration der Duftstoffe, die in separaten Klimakammern (25 ± 0.5°C / 18 ± 0.5°C, RH 65 ± 5 %, Fotoperiode 16:8, 4 to 6 klux) geführt wurden, kamen in jeweils 4 Käfigen und somit 4 Wiederholungen 15 ♂ : 15 ♀ im 1. und 16 ♂ : 22 ♀ im 2. Durchgang des 1. Versuchs sowie 15 ♂ : 20 ♀ im 1. und 20 ♂ : 30 ♀ im 2. Durchgang des 2. Versuchs als Ausgangszahlen zum Einsatz. Der 3. Versuch zur Testung der Lösungsmittel startete mit 10 ♂ : 15 ♀ und der 4. sowie 5. mit 20 ♂ : 25 ♀. Die toten Fliegen wurden in allen Ansätzen täglich gezählt und entnommen und wenn möglich ersetzt. Nach jeder Eiabnahme wurden die Domdosen für die neue Datenerhebung zwischen den Käfigen und innerhalb der Käfige im Uhrzeigersinn rotiert. Nach 4 Applikationen der Duftstoffe auf die Wachsdome bzw. in die Näpfe kamen jeweils neue Domdosen bzw. Wachsnäpfe zum Einsatz.

Tab. 5: Für Eiablageversuche verwendete Duftstoffe, Trägersubstanzen und Lösungsmittel

1. Versuch	**2. Versuch**	**3. Versuch**	**4. Versuch**	**5. Versuch**
n-Dekanal	Caryophyllen (Car.)	Hexan auf Dome	Ethylacetat auf Dome	Dod.+Tet.
n-Dodekan (Dod.)	cis-Jasmon (Jas.)	Hexan im Wachsnapf	Ethylacetat im Wachsnapf	Dod.+Tet.+Car.
n-Nonal	Tetradekan (Tet.)	Ethylacetat auf Dome	Hexan im Wachsnapf	Dod.+Tet.+Jas.
Hexan als Kontrolle	Hexan als Kontrolle	Dome ohne Behandlung	Dome ohne Behandlung	Dome ohne Behandlung

2.2.2. „Bait & Kill“ unter Verwendung von Ködersprays

2.2.2.1. Freilandkäfigversuche

2.2.2.1.1. Auswirkung verschiedener Ködersprayformulierungen auf den Fruchtbefall

Zur Ermittlung der Wirkung verschiedener Ködersprayformulierungen auf den Fruchtbefall wurden in Freilandkäfigen (3 x 3 x 3 m) mit je einem Kirschbaum (Sorten Kordia und Hedelfinger) Versuche mit jeweils 4 Käfigen pro Variante durchgeführt. Als Futterköder kamen GF-120 Naturalyte* Fruit Fly Bait (Dow AgroSciences, Indianapolis, USA), eine Brauhefe-Zucker-Lösung (1:4:7) sowie Maisquellwasser (Cargill Deutschland GmbH, Krefeld, Deutschland) zum Einsatz. Insektizide Wirkstoffe waren in GF-120 und Maisquellwasser Spinosad (0,02 %) und in dem Hefe-Zucker-Köder Azadirachtin (5 % NeemAzal®-T/S, Trifolio GmbH, Lahnau, Deutschland). Die GF-120-Köderformulierung wurde in einer Variante zusätzlich durch die Zugabe von 5 % NH_4-carbonat variiert. Bei der Neem-Hefe-Zucker-Köderformulierung kamen entweder Fliegen, die eine Woche vor dem Versuch im Labor bereits mit einer neemhaltigen Hefe-Zucker-Mischung (1 % Neem) oder mit dem normalen Hefe-Zucker-Futter (1:4) gefüttert wurden, zum Einsatz. Die Behandlung mit Ködersprays erfolgte beim beginnenden Farbumschlag der Kirschen von gelb auf rot. Es wurden pro Käfig 30 ml Köderlösung auf 2 bis 3 Äste pro Baum mit einer Handsprühflasche 1 mal pro Woche über einem Zeitraum von 4 Wochen gesprüht. Nach Niederschlägen am gleichen oder Folgetag der Ködersprayanwendung wurde die Behandlung unmittelbar wiederholt. Nach jeder der ersten 3 Behandlungen wurde eine definierte Anzahl von Kirschfruchtfliegen im Alter von ca. 10 bis 20 Tagen in die Käfige entlassen. Die Anzahl richtete sich nach der Verfügbarkeit von Tiermaterial aus den Aufsammlungen vom Vorjahr (vgl. Abschn. 2.1.1. und 2.1.2.). Nach 4 bis 5 Wochen wurden alle Kirschen pro Baum geerntet und in Abhängigkeit von der Behandlung auf Befall kontrolliert.

2.2.2.1.2. Wirkgeschwindigkeit von Ködersprays

Zur Untersuchung der Wirkgeschwindigkeit von Ködersprays kam GF-120 in 20%iger Lösung in den Freilandkäfigen nach der Kirschernte zum Einsatz. Die Wirkung der Behandlung wurde indirekt über den Rückfang überlebender *R. cerasi* mittels Rebell®-Fallen nach unterschiedlichen Zeiten nach der Behandlung ermittelt. Dazu wurden die Fallen jeweils in 4 Kontrollkäfige ohne insektiziden Bestandteil im Köderspray und in je 4 Käfige mit der insektizidhaltigen GF-120-Formulierung nach 3, 6 h, 1, 2 und 3 Tagen eingehängt und über einen Zeitraum von 1 bis 2 Wochen die gefangenen Kirschfruchtfliegen erfasst.

2.2.2.2. Freilandversuche

Im Berichtszeitraum wurden 2 Freilandversuche auf externen Versuchsflächen durchgeführt, 2006 in Buckenreuth bei Forchheim in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Landesanstalt für Wein- und Gartenbau und 2007 in Bavendorf am Kompetenzzentrum Obstbau Bodensee. 2006 wurde mit der natürlichen Kirschfruchtfliegenpopulation gearbeitet. 2007 fanden in Bavendorf 2 Freilassungen von Fliegen (07.06.07 17-30 ♂ : 30 ♀, 15.06.07 20 ♂ : 20 ♀ pro Block) statt, da die Anlage 2005 neu

aufgepflanzt war und sich noch keine ausreichende natürliche Kirschfruchtfliegenpopulation aufgebaut hatte. Die Beschreibung der beiden Freilandversuche findet sich in Tab. 6.

Tab. 6. Kenndaten der Freilandversuche mit Köderspraysauf Versuchsflächen 2006 und 2007

	Köderspray	Versuchsansatz	Behandlungstermine	Bemerkungen
2006 (Buckenreuth)	50 ml GF-120 / Baum (Höhe 4-5 m)	2 Blöcke pro Variante (pro Block 2 Reihen Schneiders, 1 Reihe Regina à 10 Bäume in GF-120-Variante und je 2 Reihen à 10 Bäume mit Sam und gemischten Sorten in der Kontrolle)	13., 19., 26.06., 03., und 10.07.06	letzter Behandlungstermin nur für Regina
2007 (Bavendorf)	30 ml GF-120 / Baum (Höhe ca. 3 m)	4 Blöcke pro Variante (pro Block 2 Reihen à 10 Bäume) für Kontrolle und GF-120-Behandlung (Sorten Kordia, Regina)	07., 16., 19. und 23.06.07	Dimethoatstreifen (jew. 2 Reihen) zwischen Kontroll- und GF-120-Blöcken (Spritzung am 06.06.07)

2.2.2.3. Persistenz von Köderspraysy (Halbfreiland, Labor)

Zur Ermittlung der Beständigkeit von Köderspraysy wurden Persistenzversuche mit verschiedenen Köderformulierungen (Hefe-Zucker-Lösung, GF-120 Blank 20 %ig, GF-120 20 %ig, GF-120 20 %ig mit 5 % NH_4-carbonat) jeweils mit und ohne zusätzlichem Futterangebot durchgeführt. Dazu wurden Kirschzweige geschnitten, die Blätter behandelt und unter einer UV-durchlässigen und regendichten Folie im Halbfreiland aufgestellt. Es wurden dann Blätter am Tag 0 (Tag der Behandlung), Tag 2, 5, 7, 9 und 13 in kleine Versuchskäfige zusammen mit jeweils 3 Kirschfruchtfliegen-♂ und -♀ gegeben. Die Kontrolle der Überlebensrate bzw. Fitness der Tiere erfolgte stündlich zwischen 8.00 und 18.00 Uhr. Pro Variante wurden 4 Wiederholungen angesetzt. Die Beobachtungszeit belief sich auf 48 h.

2.2.2.4. Einfluss eines azadirachtinhaltigen Köderspraysy auf die Eiablage (Labor)

In diesem Versuch wurden jew. 2 Kirschfruchtfliegen-♂ und 4 -♀ während (Versuchsteil 1: 1–5 Tage alt) und am Ende der Präovipositionsperiode (Versuchsteil 2: 6-9 Tage alt) mit azadirachtinhaltigem Futter (1 und 5 % NeemAzal®-T/S in Hefe-Zucker-Lösung 1:4 mit Wasser nach Bedarf) entweder mit oder ohne zusätzliches Futter ohne Insektizid über 6 bis 7 Tage versorgt (jew. 5 Wiederholungen). Während dieser Zeit fand täglich eine Mortalitätskontrolle statt. Danach wurden die überlebenden Fliegen in Eiablagekäfige mit jeweils 1 Wachsdomdose mit 4 Wachsdomen überführt. Die Versorgung der Fliegen erfolgte mit Hefe und Zucker im Verhältnis 1:4 sowie Wasser. Die Eiabnahme erfolgte 2 mal wöchentlich. Die Eier wurden auf Standardnährmedien überführt und die Entwicklung der Larven und deren Verpuppung in Abhängigkeit von der Neemfütterung über einen Zeitraum von 4 Wochen kontrolliert.

2.2.2.5. Auswirkungen verschiedener Futterköderformulierungen auf das Überleben und die Eiablage der Kirschfruchtfliege (Labor)

Für ein effektives Köderspraysyverfahren ist es wichtig, die geeignete Köderformulierung zu entwickeln. Dabei geht es neben dem möglichst schnellen Auffinden des Köders um Futtersubstanzen, die den minimal notwendigen Nährstoffbedarf bieten, um noch eine ausreichende Aufnahme des Insektizids

zu bewirken, aber möglichst nicht die Fitness der Fliegen und die Entwicklung der Ovarien fördern. Für diese Fragestellung wurde für jeweils 10 Kirschfruchtfliegen-♂ und 10 -♀ mit 5 Wiederholungen pro Variante folgendes Futter vorbereitet: Hefe-Zucker (HZ) 1:4, 0,1:4, 0,01:4, Zucker (Z) ohne Proteine, GF-120-Blank-Zucker (GFZ) 1:1, Maisquellwasser-Zucker (MZ) 1:1 und 0,5:1 sowie Maisquellwasser (20 %ig)-Zucker (M(20%)Z) 1:1. Die aus den Puparien schlüpfenden Fliegen wurden sofort am gleichen Tag auf die Käfige mit den verschiedenen Futtervarianten verteilt und ihre Überlebensfähigkeit beobachtet. Im Alter der Fliegen von 7 bis 10 Tagen wurde je eine Eiablagedose mit 4 Wachsdomen in die Käfige gegeben und die Eiablage sowie Larvenentwicklung bis zur Verpuppung über einen Zeitraum von 9 Wochen kontrolliert.
Bei den Puparien für diesen Versuch handelte es sich um Tiere, die von *Lonicera xylosteum* abgesammelt wurden.

2.2.2.6. Nebenwirkungen von Ködersprays (Labor)

Zur Überprüfung von Nebenwirkungen von Ködersprays auf Nichtzielarten wurden 3 Insektenarten aus 3 Ordnungen, die für Nebenwirkungstests als Standardorganismen gelten, herangezogen (Coleoptera: *Coccinella septempunctata* - Larven und Adulte, Neuroptera: *Chrysoperla carnea* – Larven und Adulte, Hymenoptera: *Aphidius rhopalosiphi* - Adulte). Als Köderformulierungen kamen GF-120 in 20 %iger Lösung sowie Hefe-Zucker-Lösung (1:4:7) mit 5 % NeemAzal®-T/S mit jeweils 5 x 5 µl-Tropfen für *C. septempunctata* und *C. carnea* auf Glasplatten (Durchmesser 6,5 cm, Ausnahme *C. carnea*-Adulte in Glaspetrischalen, Durchmesser 9 cm) zum Einsatz. Für *A. rhopalosiphi* wurden Kirschblattstücke (Durchmesser 1,7 cm) mittels einer Handsprühflasche zur feineren Verteilung der Tropfen mit den Köderformulierungen besprüht. Als Kontrollen dienten jeweils GF-120 Blank und die Hefe-Zucker-Lösung ohne Neem. Larven und Adulte von *C. septempunctata* wurden zusätzlich mit Erbsenblattläusen (*Acyrthosiphon pisum*), die von *C. carnea* mit *Sitotroga cerealella*-Eiern und die Adulten von *A. rhopalosiphi* mit Honigwasser (1:3) versorgt. Die Versuche mit den Larven (*C. septempunctata* ab L2, *C. carnea* ab L1) dauerten bis zum Schlupf der Adulten und die mit den adulten Tieren über 72 Stunden. Als Maß für die Wirkung auf die Larven galt die Schlupfrate fitter adulter Individuen und auf die Adulten die Mortalität nach 3 Tagen. Bei den Glasplattentests mit *C. septempunctata* (Larven und Adulte) und *C. carnea* (Larven) handelte es sich um Einzeltierhaltung mit jeweils 40 Wiederholungen. Für die Versuche mit *C. carnea* (Adulte) kamen pro Käfig 2 ♂ und 2 ♀ und mit *A. rophalosiphi* 6 Tiere (ohne Geschlechtsbestimmung) mit jeweils 5 Wiederholungen pro Variante zum Einsatz.

2.3. Biologie der Kirschfruchtfliege

2.3.1. Phänologie 2005 bis 2007

Das Auftreten der Kirschfruchtfliegen im Saisonverlauf wurde von 2005 bis 2007 mittels Rebell®-Fallen jeweils von April / Mai (Beginn abhängig von Witterungsverlauf und Bodentemperatursumme) bis August / September (Ende abhängig von Flugverlauf) erfasst. Dazu wurden auf der Versuchsanlage in Dossenheim in verschiedenen Kirschquartieren 2005 6, 2006 12 und 2007 10 Fallen an Kirschbäumen in 2 bis 2,5 m Höhe aufgehängt. Die Kontrolle der Fallen erfolgte zur Erfassung der ersten Fliege zu Saisonbeginn täglich, im Verlauf der Saison zweimal wöchentlich und am Ende der Saison einmal in der Woche. Es wurden pro Kontrolle Männchen und Weibchen unterschieden und von den Fallen entfernt.

2.3.2. Dispersion

2.3.2.1. Freilassungsversuch

In einem Freilandversuch 2006 auf der Versuchsanlage in Dossenheim wurden im Süßkirsch- und Sauerkirschquartier jeweils mit Modellbaufarbe markierte Fliegen freigelassen. Zu den zwei Freilassungsterminen (1. Freilassung: 09.06./12.06.06, 2. Freilassung: 21.07.06) wurden auf der Süßkirschanlage weiß markierte Fliegen (1. Freilassung: 253 ♂ : 248 ♀, 2. Freilassung 181 ♂ : 108 ♀) und auf der Sauerkirschanlage grün markierte Fliegen (1. Freilassung: 257 ♂ : 256 ♀, 2. Freilassung 181 ♂ : 108 ♀) entlassen. Die Freilassungspunkte waren 180 m voneinander entfernt. Der Rückfang der Fliegen wurde mit den auf der Anlage verteilten Gelbtafeln des Fallenvergleichs und des Monitorings über ca. 2 Wochen erfasst.

2.3.2.2. Verhalten der Fliegen auf und ggf. zwischen den Kirschquartieren

Mittels der Daten von den Kirschfruchtfliegenfallen zum Fallenvergleich, die in unterschiedlichen Sorten von Süßkirschen sowie in Sauerkirschen aufgehängt waren, konnte das Flugverhalten der Fliegen innerhalb und zwischen den Quartieren erfasst werden. 2005 waren die Fallen mit 2 Wiederholungen in der Sorte Van, mit jeweils einer Wiederholung in der Sorte Sam und Hedelfinger sowie in einer hinsichtlich der Sorten gemischten Sauerkirschreihe (Sorten Favorit, Erdi Jubiläum und Schwäbische Weinweichsel) sowie in einer Reihe Schattenmorellen ausgehängt. 2006 und 2007 war die Sortenverteilung wie 2005 mit der Ausnahme, dass anstelle von 2 Wiederholungen in Van, 2 Wiederholungen in Hedelfinger durchgeführt wurden. Für die Süßkirschsorten Sam und Van ist die Reife für die 5. und für Hedelfinger für die 5. bis 6. Kirschwoche angegeben. Weiterhin handelte es bei der Reihe Hedelfinger, die in allen drei Jahren beprobt wurde, um eine Reihe am südlichen Rand des Süßkirschquartiers. Hier war ein leicht schnelleres Reifen der Kirschen als an den innerhalb des Quartiers stehenden Bäumen der gleichen Sorte zu verzeichnen. Die Reife der Sauerkirschsorten ist bei Favorit und Erdi Jubiläum für die 4., bei Schwäbischer Weinweichsel für die 6. bis 7. und bei Schattenmorelle für die 7. Kirschwoche angegeben.

2.3.2.3. Fallennetz

In allen drei Untersuchungsjahren wurden Rebell®-Fallen in einem definierten Abstand (25 bis 30 m nach N, O, W und S) vom Süßkirschquartier sowie zwischen den beiden Quartieren und am Rand der Anlage aufgehängt. Dabei handelte es sich neben kleinen Kirschbäumen, die zur Raisergewinnung dienen und damit keine oder nur sehr wenige Früchte trugen, im Norden um einen Birn-, im Osten um einen Pfirsich-, im Westen um eine Zwetschen- und in der Diagonale zwischen den Quartieren um Apfelbäume. Im Süden der Süßkirschanlage war die Falle auf einer Freifläche installiert. Die Kontrolle der Fallen erfolgte parallel zu den Monitoringfallen.

2.5. Monitoring von *R. cingulata*

Im Berichtszeitraum wurde *R. cingulata* parallel zu *R. cerasi* mittels Rebell®-Falllen auf der Versuchsanlage der BBA in Dossenheim erfasst. Daneben koordinierte Frau Dr. Vogt eine bundesweite Erfassung von *R. cingulata* auf Erwerbsanlagen und offen gelassenen Kirschstandorten.

Weiterhin wurden in Kirschanbaugebieten in Rheinland-Pfalz, Hessen und Sachsen gezielte Untersuchungen durch Kollegen vor Ort in Kooperation mit der BBA zur Phänologie und zur Befallssituation spät reifender Kirschen durch *R. cingulata* durchgeführt.

3. Ergebnisse

3.1. Ausführliche Darstellung der wichtigsten Ergebnisse

3.1.1. Zucht der Kirschfruchtfliege

3.1.1.1. Aufsammlung und Lagerung der Puparien aus der Freilandpopulation (nicht nur für Zuchtversuche)

In den Jahren 2005 bis 2007 standen insgesamt über 45 000 Puparien aus *Prunus* und 2007 noch zusätzlich ca. 4 000 Puparien aus *Lonicera xylosteum* für die verschiedenen Versuche zur Verfügung. Die unterschiedlichen Zahlen in den einzelnen Jahren (Tab. 7) ergaben sich aus den unterschiedlichen Befallssituationen.

Tab. 7. Anzahl eingelagerter Puparien 2004 bis 2006 für Versuchszwecke 2005 bis 2007

Jahr	N aufgesammelter Puparien aus *Prunus* jeweils vom Vorjahr	N aufgesammelter Puparien aus *Lonicera* jeweils vom Vorjahr
2005	11 218	-
2006	27 233	-
2007	7 246	4 043

3.1.1.2. Schlupf und Haltung der adulten Fliegen (nicht nur für Zuchtversuche)

Die Entnahme der Puparien aus der Kühlkammer erfolgte je nach Bedarf der Fliegen nach unterschiedlichen Zeiten. Pro entnommener Charge wurde die Dauer bis zum Schlupf der ersten Fliege und die Schlupfrate festgehalten. Im Durchschnitt schlüpfte die erste Fliege nach 21,4 (SD ± 2,1) Tagen. Dieser Wert variierte kaum zwischen den einzelnen Schlupfchargen mit unterschiedlicher Länge der Kühllagerung und damit Diapause. Im Gegensatz dazu steht die Schlupfrate. Hierbei ist eine deutliche Abnahme der geschlüpften adulten Fliegen zu erkennen, je länger die Puparien in der Kühlkammer lagerten. Die Schlupfraten in Abhängigkeit von der Länge der künstlichen Diapause werden in Abb. 1 gezeigt. In einem Zeitraum von 5 bis knapp 9 Monaten Kühllagerung betrug die Schlupfrate im Durchschnitt 73 %, wohingegen sie bei einer längeren Lagerung bis zu über einem Jahr auf 37 % absank.

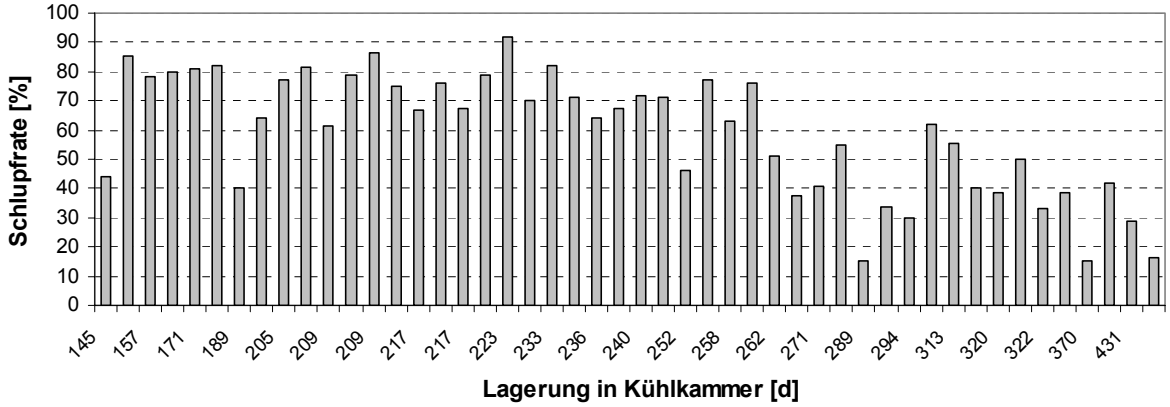

Abb. 1. Adultenschlupfrate [%] nach Beendigung der Diapause in Abhängigkeit von der Dauer der Lagerung bei 3 bis 5°C

3.1.1.3. Eiablage (nicht nur für Zuchtversuche)

Für die Beurteilung der Eiablage in Wachsdome aus verschiedenen Wachsen wurde der Quotient der Eier, die durch die Wachshaut durchgestochen wurden und die der außen abgelegten Eier herangezogen. Durch das Ablegen ins Innere der Dome waren die Eier besser vor Austrocknung geschützt, was eine Eiabnahme 2 mal wöchentlich ermöglichte. Die Quotienten für die Wachstypen Ceresin (Typ 1577), TeCe-Ceresin W66, TeCe-Ozokerit 6270 sowie der beiden letzteren im Verhältnis 1:1 sind in Abb. 2 dargestellt. Die Mischung der beiden neuen Wachse führte zu einer hoch signifikanten Zunahme des Quotienten (H-Test: $P < 0{,}0001$, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0{,}0001$). Lediglich die Wachsvarienten Ceresin (Typ 1577) und TeCe-Ozokerit 6270 unterschieden sich noch auf dem 0,5 % - Niveau (U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P = 0{,}03$).

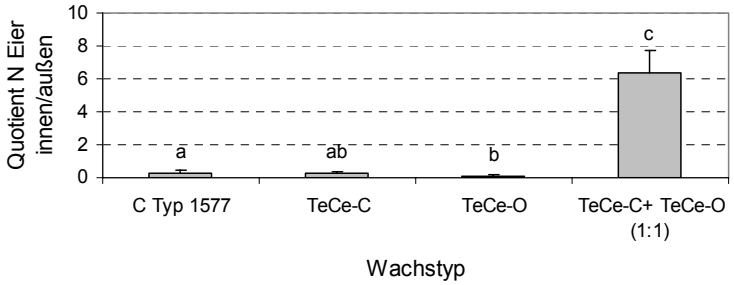

Abb. 2. Quotienten der abgelegten Eier innen im Verhältnis zu außen für die Wachstypen Ceresin (Typ 1577) = C Typ 1577, TeCe-Ceresin W46 = TeCe-C, TeCe-Ozokerit 6270 = TeCe-O sowie TeCe-Ceresin W46 kombiniert mit TeCe-Ozokerit 6270 im Verhältnis 1:1 = TeCe-C+TeCe-O (1:1); Vgl. a-b $0{,}01 < P < 0{,}05$, a,b-c $P < 0{,}01$

3.1.1.4. Larvennährmedien (nicht nur für Zuchtversuche)

3.1.1.4.1. Entwicklung eines Standardnährmediums

Für die Darstellung der Ergebnisse zur Entwicklung eines Standardnährmediums wurde eine Auswahl von 13 Medien aus den insgesamt 66 Medien getroffen. Diese Medien sind in Tab. 8 dargestellt. Die

Larvenschlupfrate bezieht sich jeweils auf die ausgelegten intakten Eier und die Verpuppungsrate auf die daraus geschlüpften Larven. Mit den Ausgangsmedien von Boller (1984, Med.-Nr. 1) sowie Haisch (1975, Med.-Nr. 2) konnten die in der Literatur angegebenen Verpuppungsraten von 40 bis 46 % nicht erreicht werden. Nach der Rezeptur von Boller (1984) wurde keine Puppe gewonnen und nach der von Haisch (1975) entwickelten sich nur einzelne Puparien. Die Variation des Mediums nach Haisch (1975) mit verschiedenen Vitaminzusätzen (Med.-Nr. 3 und 4) oder dem Zusetzen von eventuell fraßstimulierenden Pflanzeninhaltsstoffen unreifer Steinfrüchte (z.B. Amygdalin, Med.-Nr. 5) führte nicht zu einer Steigerung der Verpuppungsrate. Erst die Zugabe von frischem Kirschsaft resultierte in einer Steigerung der Verpuppung auf 24,2 bzw. 25,6 % (Med.-Nr. 6 und 7). Da dadurch aber eine Unabhängigkeit von frischen Früchten nicht gegeben ist, wurde kommerziell erhältlicher Kirschsaft (Fruchtgehalt mind. 35 %) eingesetzt. Das führte fast zu einer Verdopplung der Verpuppungsrate mit durchschnittlich knapp 40 % (Med.-Nr. 8). Das Ersetzen eines Teils des Zuckers durch Stärke, Fruktose oder Glukose ergab keine weitere Verbesserung der Puppenausbeute (Med. Nr. 9, 10 und 11). Auch nach Verwendung eines kommerziellen als Kirschfruchtfliegendiät verkauften Mediums von BioServ konnte die Verpuppungsrate nicht mehr gesteigert werden (Med.-Nr. 12). Folglich wurde für die weiteren Versuche das Larvennährmedium (Nr. 8) gemäß dem Originalmedium nach Haisch (1975) unter Reduzierung der Agar- und Zuckermenge und unter Zusatz von kommerziellem Kirschsaft und Kalilauge als Standardmedium eingesetzt. Parallel zu den nachfolgenden Experimenten mit dem Standardmedium wurde weiter versucht, die Puppenausbeute zu erhöhen. Mit einem erhöhten Anteil von kommerziellem Kirschsaft konnte eine Verpuppungsrate von 56,7 % erreicht werden (Med.-Nr. 13). Um eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse zu gewährleisten, wurde das o. g. Standardmedium weiter eingesetzt. Die Untersuchungen zeigen aber, dass weiteres Potential zur Steigerung der Ausbeute besteht.

Der statistische Vergleich der Larvenschlupfraten ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen den Medien (H-Test P = 0,386). Dagegen unterschieden sich Verpuppungsrate sowie die Dauer der Larvenentwicklung bis zur Puppe signifikant (H-Test P < 0,01). Bei den Verpuppungsraten kam es zu einer hoch signifikanten Steigerung zunächst nach Zugabe von frischen Kirschsaft und dann nochmals nach Zugabe von kommerziellem Kirschsaft (U-Test, Bonferrroni-Korrektur P < 0,0001). Die paarweisen Vergleiche der Dauer der Larvenentwicklung erwiesen sich nach der Bonferrroni-Korrektur als nicht mehr signifikant.

Tab. 8. Auswahl an getesteten Larvenmedien unter Angabe der wichtigsten Änderungen in der Zusammensetzung in Bezug auf das Basismedium aus der Literatur

Basismedium	Nr.	Änderungen im Vergleich zum Basismedium	N	pH	Larven-schlupf [%]	Verpuppung [%]	Larvenent-wicklung [d]
Boller (1984)	1		15	4,0	57,9 ± 4,4	0	keine
Haisch (1975)	2		15	4,0	56,7 ± 3,6	0,6	31,0
Haisch (1975)	3	ohne Vanderzant-Vitaminmix	14	4,0	50,8 ± 3,3	0	keine
Haisch (1975)	4	mit AIN-Vitaminmix	12	4,0	49,7 ± 3,8	0,6 ± 0,5	44,0 ± 3,0
Haisch (1975)	5	½ Agar, mit 0,01 % Amygdalin, KOH	7	3,9	56,9 ± 6,4	0	keine
Haisch (1975)	6	½ Agar, 2/3 Zucker, Süßkirschsaft, KOH	24	4,0-4,1	55,5 ± 5,3	24,2 ± 4,5	23,2 ± 0,6
Haisch (1975)	7	½Agar, 2/3 Zucker, Sauerkirschsaft, KOH	12	4,0	35,1 ± 7,5	25,6 ± 7,5	25,9 ± 1,4
Haisch (1975)	**8**	**½ Agar, 2/3 Zucker, kommerz. Kirsch-saft, KOH**	**47**	**3,9-4,2**	**60,5 ± 2,8**	**39,5 ± 3,3**	**23,5** ± 0,5
Haisch (1975)	9	½ Agar, 1/3 Zucker, 1/3 Stärke, kommerz. Kirschsaft, KOH	54	3,9-4,1	53,7 ± 2,9	38,3 ± 3,1	23,5 ± 0,4
Haisch (1975)	10	½ Agar, 1/3 Zucker, 1/3 Fruktose, kommerz. Kirschsaft, KOH	52	3,9-4,1	58,9 ± 3,4	36,6 ± 2,8	23,7 ± 0,4
Haisch (1975)	11	½ Agar, 1/3 Zucker, 1/3 Glukose, kommerz. Kirschsaft, KOH	39	3,9-4,1	57,9 ± 3,4	30,9 ± 3,1	23,7 ± 0,4
BioServ-Medium	12		31	4,0-4,1	58,7 ± 4,4	18,4 ± 3,4	22,8 ± 0,6
Haisch (1975)	**13**	**½ Agar, 2/3 Zucker, erhöhter Anteil komm. Kirschsaft, KOH**	**26**	**3,9-4,0**	**46,8 ± 6,7**	**56,7 ± 5,0**	**22,0 ± 0,4**

3.1.1.4.2. Einfluss des pH-Wertes auf die Larvenentwicklung

Die Kenndaten der Larven- und Puppenentwicklung in Abhängigkeit vom pH-Wert des Larvenmediums werden in Tab. 9 gezeigt. PH 6,0, 6,5 und 7,0 sind nicht aufgeführt, da es bei diesen Medien sehr schnell zu einem Bakterien- und Pilzbefall auf den Platten kam, so dass bereits die Larvenschlupfrate nicht mehr erfasst werden konnte. Des Weiteren beruhten die Verpuppungsrate und –zeit für pH 5,5 lediglich auf 2 Werten, wodurch die Vergleichbarkeit mit den anderen Daten eingeschränkt wird. Der statistische Vergleich der Larvenschlupfrate führte nicht zu einem signifikanten Unterschied zwischen den verschiedenen pH-Werten (H-Test: $P = 0,275$). Die Verpuppungsrate bei pH 3,0 und 5,5 war signifikant geringer als bei den anderen untersuchten pH-Werten (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,0001$), wohingegen sie sich von pH 3,5 bis 5,0 nicht unterschied. Die Verpuppungszeit verkürzte sich von dem stärker zu dem schwächer saueren Milieu. Dabei waren die Unterschiede zwischen pH 3,0 und 4,0, 3,5 und 5,0 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $0,01 < P < 0,05$) sowie pH 3,0 und 4,5, 4,5, 5,0 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,0001$) auf dem 1- oder 5 %-Niveau signifikant.

Tab. 9. Mittelwerte (± SE) für Larvenschlupf-, Verpuppungsrate und Verpuppungszeit in Abhängigkeit vom pH-Wert des Larvenmediums

	Larvenschlupfrate ± SE [%]	Verpuppungsrate ± SE [%]	Verpuppungszeit ± SE [d]
pH 3,0	58,1 ± 4,0	4,0 ± 1,1	28,7 ± 1,8
pH 3,5	62,3 ± 4,5	24,5 ± 2,5	24,6 ± 0,8
pH 4,0	54,3 ± 3,2	27,0 ± 2,4	23,2 ± 0,5
pH 4,5	51,5 ± 3,3	18,4 ± 2,2	22,3 ± 0,5
pH 5,0	58,8 ± 3,1	22,3 ± 3,2	21,5 ± 0,4
pH 5,5	59,3 ± 5,1	0,9 ± 0,6	20,0 ± 1,0

3.1.1.5. Zuchtversuche

3.1.1.5.1. Einfluss des Alters der *R. cerasi*-Weibchen auf die Eiablage und Larvenentwicklung

Wichtig für die Zucht der Kirschfruchtfliege sind Kenntnisse über die Eiablagerate, die Schlupfrate der Larven, die Verpuppungsrate im Zeitverlauf sowie die Dauer der Larvenentwicklung bis zur Verpuppung. Weiterhin kann das Puppengewicht ein Maß für die Qualität der Nachfolgegeneration sein. Aus diesem Grund wurden diese Parameter in Abhängigkeit vom Alter der Elterngeneration bestimmt, um Aussagen über das für die Zucht effektivste Alter der Kirschfruchtfliegen treffen zu können. Es konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Elterntiere und der Eiablagerate pro Weibchen, der Larvenschlupfrate sowie der Verpuppungsrate festgestellt werden. Danach nehmen diese Werte ab, je älter die Tiere werden (vgl. Tab. 10; $P < 0,01$). Im Gegensatz dazu besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter der Adulten und der Dauer der Larvenentwicklung sowie dem Puppengewicht.

Tab. 10. Zusammenhang zwischen dem Alter der Elterntiere und der Eiablagerate pro ♀, der Larvenschlupfrate, der Verpuppungsrate, der Dauer der Larvenentwicklung bis zur Verpuppung sowie dem Puppengewicht; * Korrelationskoeffizient nach Paerson, ** Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman; alle Daten zur Analyse (ln+0,1)-transformiert

	Korrelationskoeffizient	**N**	**P**
Anzahl Eier pro Weibchen*	-0,347	79	0,002
Larvenschlupfrate**	-0,577	90	0,000
Verpuppungsrate*	-0,290	90	0,006
Dauer Larvenentwicklung bis zur Puppe*	0,170	90	0,123
Puppengewicht*	-0,116	90	0,298

Zur Charakterisierung des Zeitraumes, in dem die höchste Ausbeute an Individuen in der F1-Generation erzielt werden konnte, wurde die Eiablagerate pro Weibchen herangezogen. Danach sind die Weibchen im Alter von 2 bis 3 Wochen am produktivsten (Abb. 3). In diesem Zeitraum kann dann auch von einer sehr guten Larvenschlupf- und Verpuppungsrate ausgegangen werden.

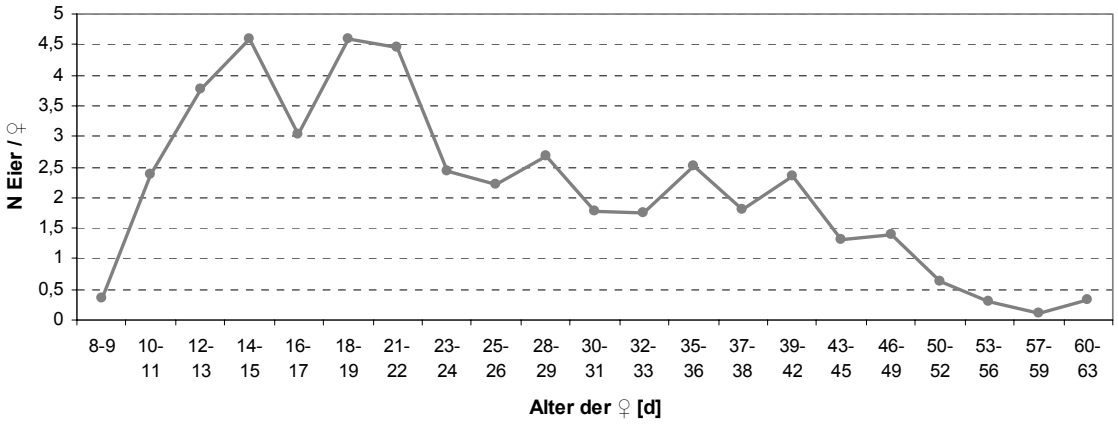

Abb. 3. Eiablagerate pro ♀ im Zeitverlauf

3.1.1.5.2. Einfluss der Fliegendichte auf die Eiablage sowie der Anzahl der ausgelegten Eier pro Mediumplatte auf die Larvenentwicklung

Die Anzahl der pro Weibchen abgelegten Eier in Abhängigkeit vom Verhältnis Anzahl Fliegenweibchen pro Wachsdom ist in Abb. 4 dargestellt. Die Eiabnahmedaten nach Wochenenden oder Feiertagen wurden durch eine Division durch die Anzahl der Tage korrigiert, für die die Eier jeweils zusammenhängend abgenommen werden mussten. Dadurch ist an diesen Tagen keine Darstellung der Standardabweichung möglich. Im Vergleich der Fliegendichten zeigte sich, dass es zu einer verstärkten Eiablage (U-Test: $P < 0,01$) bei der Variante mit mehr Fliegen pro Dom kam.

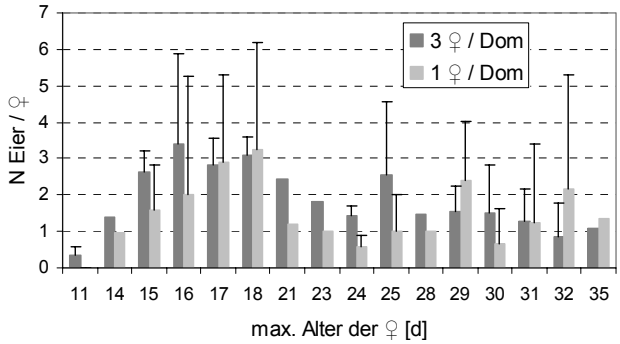

Abb. 4. Anzahl der abgelegten Eier / ♀ in Abhängigkeit Verhältnis N ♀ / Wachsdom im Zeitverlauf

Die Kenndaten für die Larvenentwicklung und Verpuppung in Abhängigkeit von der Anzahl der Eier pro g Medium bzw. pro Mediumplatte sind in Tab. 11 dargestellt. Die Larvenschlupfrate war bei allen Varianten mit 65 bis 78 % relativ hoch. Ein signifikanter Unterschied lag hierbei nicht vor (One Way ANOVA: F = 2,058, P = 0,120). Bei der Verpuppungsrate trat ein signifikanter Unterschied zwischen den einzelnen Ei- bzw. Larvendichten auf (One Way ANOVA: F = 7,942, P < 0,0001). Dieser Unterschied steht mit dem niedrigen Verpuppungsgrad von 0,75 Eiern/g Medium und damit Larven im Zusammenhang (Duncan: P = 0,001). Weiterhin unterschied sich die Verpuppungsrate in der Variante mit 0,5 Eiern/g Medium von der in der Variante mit 1,5 Eier/g Medium. Eine klarer Trend zur Abnahme der Verpuppung in Abhängigkeit von der Anzahl der Eier und damit Larven pro Mediumplatte lässt sich daraus jedoch mit den eingesetzten Eizahlen nicht erkennen, was auch durch die Berechnung des Korrelationskoeffizienten nach Pearson gezeigt wird. Danach besteht in dem beschriebenen Datensatz keine signifikante Korrelation zwischen der Anzahl der aufgelegten Eier und damit geschlüpften Larven zur Verpuppungsrate (r_P = -0,133, P = 0,367).

Tab. 11. Entwicklungskenndaten der Kirschfruchtfliegenlarven in Abhängigkeit von der Anzahl der Eier pro g Medium bzw. pro Mediumplatte

	N Eier / g Medium (N Eier / Platte)			
	0,5 (18)	**0,75 (27)**	**1,0 (36)**	**1,5 (54)**
Larvenschlupfrate [%] ±SE	73,2 ± 3,9	73,8 ± 3,4	78,7 ± 3,9	65,1 ± 4,4
Verpuppungsrate [%] ±SE	44,3 ± 3,6	21,4 ± 3,0	36,6 ± 3,1	33,7 ± 3,8
Verpuppungszeit [d] ±SE	20,0 ± 0,5	19,6 ± 0,2	19,0 ± 0,3	20,1 ± 0,3
Puppengewicht [g] ±SE	4,7 ± 0,2	4,8 ± 0,3	4,8 ± 0,1	4,5 ± 0,1

3.1.1.5.3. Einfluss der Inkubationstemperatur auf die Larvenentwicklung

Der Einfluss der Temperatur auf die Larvalentwicklung und Verpuppung wurde anhand der Dauer des Larvenschlupfes, der Larvenschlupf- und Verpuppungsrate sowie der Dauer der Larvenentwicklung bis zu Verpuppung bewertet. Die durchschnittlichen Werte für die Larvenschlupfrate sind zusammen mit denen der Dauer des Larvenschlupfes in Abb. 5 dargestellt. Im Anteil der geschlüpften Larven wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den 3 Temperaturen deutlich. Allerdings zog sich der Larvenschlupf bei 20°C signifikant länger hin als bei den anderen beiden Temperaturen (H-Test: P < 0,0001, U-Test, Bonferroni-Korrektur: Schlupfdauer bei 20°C > 25°C mit P < 0,01, Schlupfdauer bei 20°C > 30°C mit P < 0,0001). Abb. 6 zeigt die mittleren Verpuppungsraten für die drei Temperaturen sowie die Entwicklungszeit der Larven bis zur Puppe. Die Verpuppungsrate war bei 20°C und 25°C signifikant höher als bei 30°C (ANOVA: P < 0,0001, Duncan: Verpuppungsrate 30°C < 25°C, 20°C). Die Entwicklungszeiten der Larven unterschieden sich ebenfalls signifikant zwischen allen drei

Temperaturen (H-Test: P < 0,0001, U-Test, Bonferroni-Korrektur: P < 0,0001) mit abnehmenden Werten bei höheren Temperaturen.

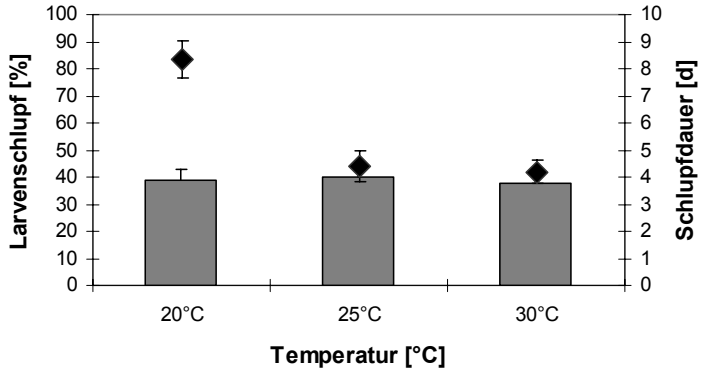

Abb. 5. Abhängigkeit der Larvenschlupfrate (± SE, %; ▩) und der Dauer des Larvenschlupfes (± SE, Tage; ♦) von der Inkubationstemperatur

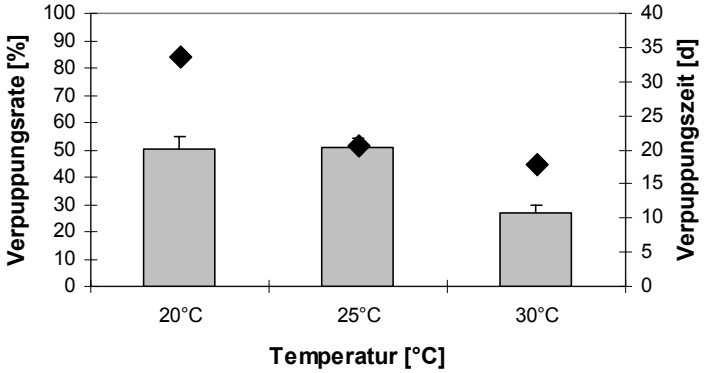

Abb. 6. Abhängigkeit der Verpuppungsrate (± SE, %, ▩) und der Dauer der Larvenentwicklung (± SE, Tage; ♦) von der Inkubationstemperatur

3.1.1.5.4. P- F5-Generationen

Aus den Versuchen zur Entwicklung eines geeigneten Larvenmediums entwickelten sich zahlreiche Chargen von F1-Puparien, die jeweils weiter in die Zucht genommen wurden. Aufgrund der obligatorischen Diapause konnten im Projektzeitraum Fliegen der F1 bis F4 sowie Puparien der F5-Generation gewonnen werden. Die Entwicklungsdaten der einzelnen Generationen sind in Tab. 12 dargestellt. Durch das Testen der verschiedenen Larvennährmedien in der F1-Generation sind die Werte für die Verpuppungsraten nicht vergleichbar mit denen der anderen Generationen, bei denen das Standardmedium verwendet wurde. Alle Entwicklungsdaten der Larven und Puppen der einzelnen Generationen wurden ohne Berücksichtigung des Alters der adulten Fliegen erhoben (vgl. Abschn. 3.1.1.5.1.). Der Wert für den Adultenschlupf der P-Generation ergab sich aus den Schlupfdaten der gestaffelt aus der Kühlkammer nach 5 bis knapp 9 Monaten entnommenen Puparien, die Schlupfraten der Adulten der F-Generationen beziehen sich auf eine Kühllagerung von 192 Tagen (ca. 6 Monate, 2 Wochen). Aufgrund der abnehmenden Individuenzahlen über die Generationen beruht der Adultenschlupf der F4-Generationen nur auf 3 Pupariencharge n und damit 3 Werten. Für die Daten ab der F1-Generation wurden nur Chargen mit N > 5 einbezogen (Ausnahme Verpuppungszeit, da bei N > 5 zu starke Reduktion der einbeziehbaren Werte).

Der statistische Vergleich der Daten für Larvenschlupf, Verpuppungsrate und -zeit sowie Adultenschlupf führte zu teilweise deutlichen Unterschieden zwischen den Generationen. Der Larvenschlupf von F1 war signifikant höher als der der Nachfolgegenerationen mit Ausnahme von F5 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,0001$). F1 und F5 sowie die anderen Generationen unterschieden sich hinsichtlich des Larvenschlupfes nicht untereinander. Für den Vergleich der Verpuppungsraten wurden nur die Generationen F2 bis F5 herangezogen, da die Larven der F1-Generationen auf sehr unterschiedlichen Medien gehalten wurden (s.o.). Die Verpuppungsrate unterschied sich danach zwischen F2 und F3 sowie F4 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,0001$) mit höheren Werten bei F2, zwischen F3 und F5 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $0,01 < P < 0,05$) sowie F4 und F5 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,001$) mit höheren Werten bei F5. Die Mittelwerte der Verpuppungszeiten der einzelnen Generationen wichen nicht deutlich voneinander ab. Trotzdem dauerte die Verpuppung von F3 beim Vergleich der Einzelwerte länger als bei F1, F2 und F4 (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,001$). Der Adultenschlupf der P-Generation war signifikant höher als bei allen anderen Generationen (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,0001$). Lediglich zwischen P und F5 war der Unterschied nicht so deutlich infolge der geringen Stichprobengröße bei F5 ($N = 3$, H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P = 0,05$).

Tab. 12. Mittelwerte der Entwicklungsdaten der Laborgenerationen der Kirschfruchtfliege

	Larvenschlupf [%] ± SE	Verpuppungsrate [%] ± SE	Verpuppungszeit [d] ± SE	Schlupf Adulte [%] ± SE
P-Generation	-	-	-	71,0 ± 2,3
F1-Generation	56,9 ± 0,7	26,3 ± 0,8	23,4 ± 0,1	35,2 ± 1,7
F2-Generation	47,3 ± 1,1	36,4 ± 1,1	23,5 ± 0,2	36,2 ± 2,6
F3-Generation	46,1 ± 1,3	20,1 ± 0,9	25,0 ± 0,2	31,3 ± 2,0
F4-Generation	45,7 ± 2,4	16,5 ± 1,3	23,5 ± 0,3	15,6 ± 8,0
F5-Generation	50,6 ± 6,9	33,2 ± 3,0	23,7 ± 0,4	-

3.1.1.6.5. Standardisierter Zuchtversuch (P-F2)

In Tab. 13 sind die Kenndaten der einzelnen Generationen zusammengefasst. Diese Daten verdeutlichen, dass in diesem Versuch ein Erhalt der Population nicht gewährleistet werden konnte. Die Anzahl der Puparien hat von der P- zur F1-Generation um 179 (35,8 %) und von der F1- zur F2-Generation um 244 (76,0 %) abgenommen. Das Puppengewicht hingegen unterschied sich nur zwischen der F1- und F2-Generation auf dem 5%-Niveau signifikant (U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P = 0,018$), was auf höhere Werte bei der F1-Generation zurückzuführen war. Eine Abnahme des Gewichts der Laborgenerationen F1 und F2 auf künstlichem Medium im Vergleich zur Elterngeneration, deren Larven sich im natürlichen Wirt entwickelt haben, konnte nicht verzeichnet werden. Jedoch unterschied sich der Zeitpunkt der Wägung (P nach Diapause, F1 und F2 vor Diapause). Abnahmen von P zu F1 gab es weiterhin in der Schlupfrate der adulten Fliegen sowie in der Anzahl der Eier pro geschlüpftem Weibchen. Die Werte für die Larvenschlupfrate (U-Test: $P = 0,316$), Verpuppungsrate (U-Test: $P = 0,076$) sowie Verpuppungszeit (U-Test: $P = 0,583$) unterschieden sich hingegen nicht signifikant zwischen F1 und F2.

Tab. 13. Kenndaten der P- bis F2-Generation für einen Standardzuchtversuch

	Generationen		
	P	F1	F2
N Puparien	500	321	77
Ø Puppengewicht [g]	4,1	4,2	4,0
N Adulte (♂:♀)	220 : 161	40 : 56	-
Schlupfrate Adulte [%]	76,2	29,9	-
N Eier / ♀	43,4	28,6	-
N Larven	-	2697	647
Schlupfrate Larven [%]	-	48,4	44,9
Verpuppungsrate [%]	-	11,9	10,2
Verpuppungszeit [d]	-	25,3	26,0

3.1.1.6.6. Eiablage und Entwicklung der Larven in Halbkugeln aus Larvennährmedium mit und ohne Wachsüberzug

Der Vergleich der verschiedenen Eiablagemedien führte nicht zu einer Optimierung des Verfahrens mit Wachsdomen und Mediumplatten. Es konnten im Gegensatz zu den Agarhalbkugeln ohne Wachs Einstiche zur Eiablage in den Agarhalbkugeln mit Wachsüberzug verzeichnet werden. Über den gesamten Versuchszeitraum entwickelte sich aber nur ein Puparium. Im Vergleich dazu stehen 20 Puparien mit der Standardmethode mit Wachsdomen und Mediumplatten, wobei die Verpuppungsrate mit 13,5 % relativ gering war.

3.1.2. „Bait & Kill“ - Verfahren

3.1.2.1. „Bait & Kill“ unter Verwendung von Fallen - Optimierung von Fallensystemen

3.1.2.1.1. Fallenvergleich mit verschiedenen Ammoniakködern

Die Fängigkeit der verschiedenen Fallentypen ist für die Jahre 2005 bis 2007 in den Abbildungen 7.1 bis 7.3 dargestellt. Als Maß für die Fängigkeit wurde aufgrund der sehr unterschiedlichen Fangzahlen im Versuchsverlauf und zwischen den Jahren die mittlere Häufigkeit [%] herangezogen, wobei 100 % dem Fang einer Wiederholung mit den verschiedenen Fallentypen pro Kontrolltag entsprechen.
2005 konnte zunächst gezeigt werden, dass sich die Fängigkeit der Rebell®-Fallen signifikant durch die Kombination mit einem NH_4-Köder erhöhen lässt (Abb. 7.1), wobei mit der Mischung verschiedener NH_4-salze im kommerziellen Köder („Supercharger“) noch höhere Fangzahlen als mit NH_4-acetat erreicht wurden. Im ersten Untersuchungsjahr unterschied sich die Fängigkeit aller eingesetzter Fallen hoch signifikant für die Männchen und für die Weibchen (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur $P < 0,0001$), wobei lediglich die Unterschiede zwischen Rebell® mit NH_4-acetat und Rebell® Supercharger sowie zwischen Pherocon® Supercharger und der Ungarischen Falle auf dem 5 %-Niveau bei dem Vergleich der Weibchen signifikant waren. Im 2. Untersuchungsjahr (Abb. 7.2) konnten die Befunde aus 2005 bestätigt und ergänzt werden. Die Fängigkeiten der mit NH_4-salzen kombinierten Rebell®-Fallen lag signifikant über der der anderen verwendeten Fallen (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur $P < 0,0001$), wobei das gleichermaßen für die Männchen und Weibchen gilt. Ein deutlicher Unterschied zwischen den eingesetzten Ammoniak abgebenden Ködern konnte nicht nachgewiesen werden. Für alle Rebell®-Fallentypen war sowohl 2005 als auch 2006 die Fängigkeit für

Kirschfruchtfliegen-♂ signifikant höher als die für die -♀. 2007 zeigte wiederum einen ähnlichen Trend mit den verwendeten Fallentypen. Die Steigerung der Fängigkeit mit NH_4-salzen war nicht ganz so deutlich wie in den vorhergehenden beiden Untersuchungsjahren, was sich z.B. in der gleichen Fängigkeit der Rebell®-Falle im Vergleich zur Rebell®-Falle mit NH_4-acetat zeigte. Signifikante Unterschiede in den Fangzahlen zwischen ♂ und ♀ traten 2007 nicht auf. In alle drei Untersuchungsjahren zeigte sich, dass die mit NH_4-acetat im Leim versehenen Pherocon®-Fallen mit und ohne zusätzliche NH_4-Quelle vergleichsweise schlechte Fangergebnisse aufwies. Dagegen war die Ungarische Falle Csal♀m♂N® mit einer Mischung aus NH_4-carbonat und -acetat als Köder mit Ausnahme des ersten Untersuchungsjahres vergleichbar mit der Rebell®-Falle ohne NH_4-Köder. Bezogen auf die Flächen der Fallen, war die ungarische Falle ähnlich fängig wie die Rebell®-Fallen mit NH_4-Ködern.

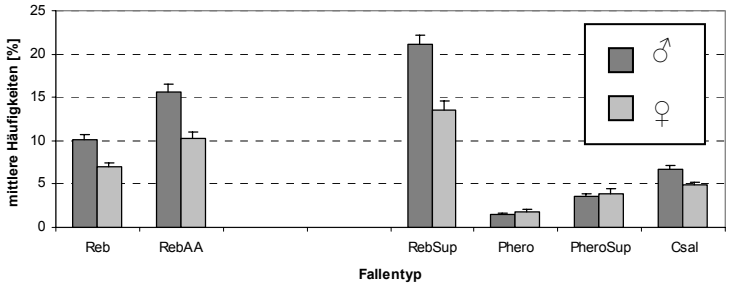

Abb. 7.1. 2005

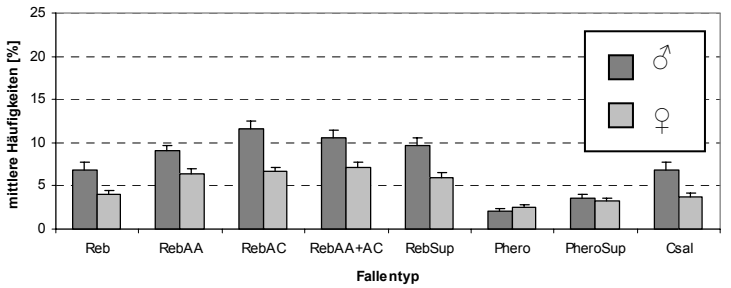

Abb. 7.2. 2006

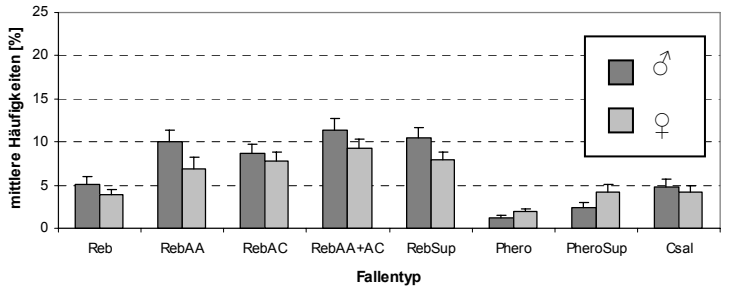

Abb. 7.3. 2007

Abb. 7.1-3. Mittlere Häufigkeiten [%] ± SE der gefangenen Kirschfruchtfliegen-♂ und -♀ für die Fallentypen Rebell® amarillo ohne Köder (Reb), mit Ammouniumcarbonat (AC), Ammoniumacetat (AA), AC und AA in Kombination, „Supercharger“ (Sup), Pherocon® AM (Phero) mit und ohne Supercharger sowie der ungarischen Falle Csal♀m♂N® (Csal) 2005 bis 2007; 2005 ohne Rebell® amarillo mit AC sowie AA und AC in Kombination

3.1.2.1.2. Analyse und experimentelle Überprüfung der Wirksamkeit von Duftstoffen der Wirtspflanzen der Kirschfruchtfliege

3.1.2.1.2.1. Analyse der Duftstoffe

Bei der Analyse der Duftstoffproben von Kirschen (Sorte Hedelfinger) konnten insgesamt 38 volatile Stoffe nachgewiesen werden, von denen 8 zu den grünen Blattdüften gehörten. Zusätzlich wurden die Duftstoffproben von *Lonicera* analysiert, wobei 20 verschiedene Stoffe nachweisbar waren, die alle auch in den Kirschproben gefunden wurden. Die gemeinsamen Duftstoffe von *Prunus* und *Lonicera*, die entweder nur in Proben mit Früchten oder sowohl in Proben nur mit Früchten als auch in Proben mit Früchten und Blättern vorkamen, sind in Tab. 14 aufgelistet. Die Duftstoffproben der Sauerkirschen (Sorten Erdi Bötermö und Schattenmorelle) von 2007 werden z.Z. noch analysiert.

Tab. 14. Gemeinsame volatile Stoffe in *Prunus*- und *Lonicera*-Proben (entweder nur Proben mit Früchten oder sowohl nur mit Früchten als auch in Proben mit Früchten und Blättern)

Duftstoff	**Bemerkung**
2-Ethyl-1-Hexanol	
2,6-Dimethyl-3,5,7-Octatrien-2-ol	
2-Hexenal	Grüner Blattduft
3-Caren / Ocimen	
6-Methyl-5-Hepten-2-on	
Caryophyllen	evt. Trägersubstanz
cis-3-Hexenol	Grüner Blattduft
cis-3-Hexenylacetat	
cis-3-Hexenylbutyrat	Grüner Blattduft
cis-3-Hexenylvalerat oder Methylbutyrat	Grüner Blattduft
Dodecan	
Farnesen	
Germacren D	
Hexanal	Grüner Blattduft
Iso-Amylpyruvat	
Linalool	Grüner Blattduft
n-Decanal	
n-Nonanal	
Tetradecan	Trägersubstanz

3.1.2.1.2.2. Eiablageversuche mit den ermittelten Duftstoffen

In den Abbildungen 8 und 9 sind die Eiablagedaten pro Kirschfruchtfliegenweibchen für die jeweils beiden verwendeten Konzentrationen der in Hexan gelösten Duftstoffe von 1 µg und 500 µg dargestellt. In Versuch 1 kam es nicht zu Unterschieden in der Anzahl der abgelegten Eier / ♀ zwischen Kontrolle und Behandlung (H-Test: 1 µg P = 0,399, 500 µg P = 0,171), wobei Dodecan die höchsten Werte aufwies. Auch zwischen den Konzentrationen der einzelnen Duftstoffe traten keine signifikanten Unterschiede auf (U-Test: n-Decanal P = 0,157, Dodecan P = 0,147, n-Nonanal P = 0,988). Im Versuch 2 mit anderen Duftstoffen sind die Unterschiede in der Anzahl der Eier / ♀, die in der Graphik (Abb. 9) unter Verwendung der Mittelwerte zu erkennen sind, ebenfalls nicht signifikant (H-Test: 1 µg P = 0,971, 500 µg P = 0,073). Mit der höheren Konzentration der Duftstoffe ist jedoch eine Tendenz der Zunahme der Eiablage mit Caryophyllen und Tetradecan zu erkennen. Mit Ausnahme von Caryophyllen unterschieden sich die beiden Konzentrationen bei den Duftstoffen signifikant (U-Test: cis-Jasmon P = 0,008, Tetradecan P = 0,002).

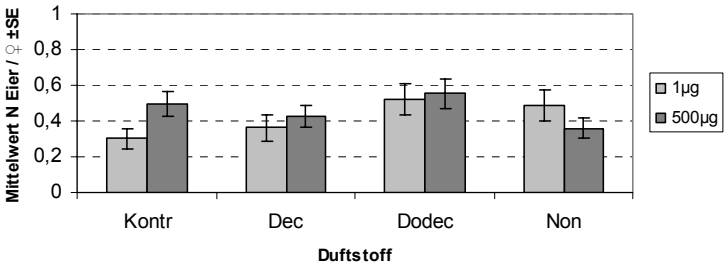

Abb. 8. Anzahl abgelegter Eier pro Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit vom Duftstoff und dessen Konzentration (Kontr = Kontrolle, Dec = n-Decanal, Dodec = Dodecan, Non = n-Nonanal); Applikation auf Dome

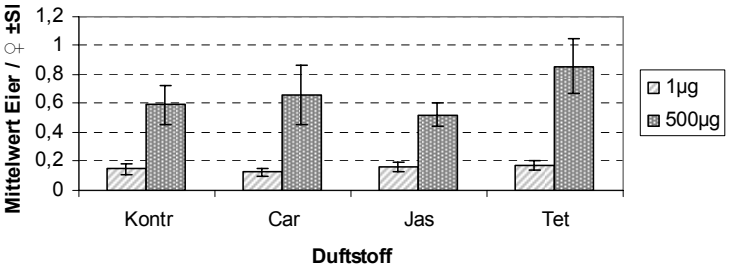

Abb. 9. Anzahl abgelegter Eier pro Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit vom Duftstoff und dessen Konzentration (Kontr = Kontrolle, Car = Caryophyllen, Jas = cis-Jasmon, Tet = Tetradecan); Applikation auf Dome

Die Abb. 10 zeigt den Vergleich der verschiedenen Lösungsmittel in Käfigen mit und ohne Brombeerzweig aus Versuch 3. Werden die Eiablagedaten zwischen den Lösungsmittelvarianten getrennt nach der Verwendung von Zweigen in den Käfigen verglichen, sind signifikante Unterschiede zwischen der Kontrolle sowie der Anwendung von Hexan im Wachsnapf zu der Applikation von Hexan auf die Dome zu verzeichnen. Bei der Anwendung von Hexan auf die Eiablagedome kam es zu einer geringeren Eiablage pro Weibchen (mit und ohne Brombeerzweig: H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: 0,01 < P < 0,05; Ausnahme mit Brombeerzweig kein Unterschied zwischen Hexan auf Dome und Hexan im Wachsnapf). Die Eiablage pro Weibchen in Käfigen mit Brombeerzweigen unterschied sich trotz der höheren Werte (vgl. Abb. 10) nicht signifikant von den Daten ohne Brombeerzweige (U-Test: Ethylacetat P = 0,124, Hexan auf Eiablagedome P = 0,111, Hexan im Wachsnapf P = 0,556, Kontrolle P = 0,070).

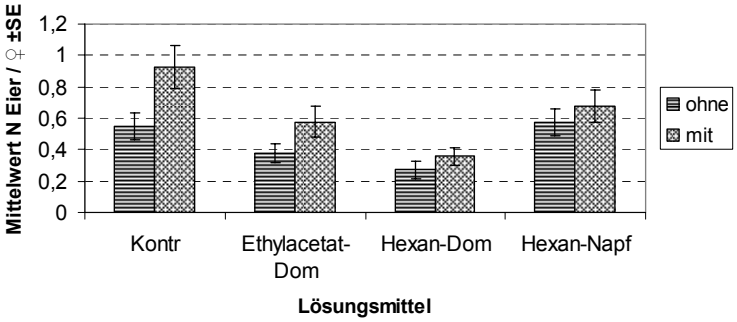

Abb. 10. Anzahl abgelegter Eier pro Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit vom Lösungsmittel, dessen Applikationsform der Anwesenheit eines Brombeerzweiges (ohne, mit)

Der zweite Versuch zur Ermittlung des richtigen Lösungsmittels und seiner Applikationsform führte weder zwischen der Anwendung von Lösungsmitteln an sich und der Kontrolle ohne Behandlung, noch zwischen den einzelnen Lösungsmitteln und verschiedenen Applikationsformen zu signifikanten Unterschieden (Abb. 11; H-Test: P = 0,363).

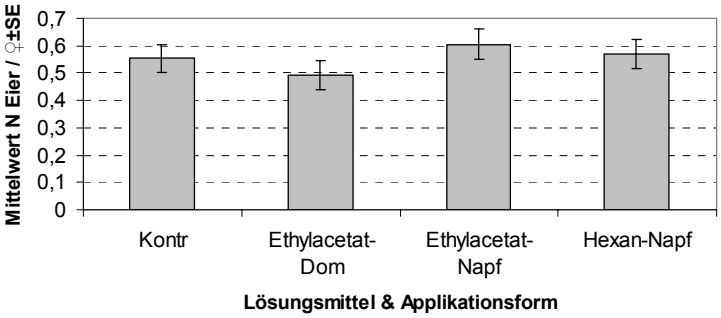

Abb. 11. Anzahl abgelegter Eier pro Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit vom Lösungsmittel, dessen Applikationsform

Die Kombination der Trägersubstanzen Dodecan und Tetradecan entweder ohne Duftstoffe oder mit Caryophyllen bzw. cis-Jasmon in Ethylacetat gelöst und in Wachsnäpfen zu den Eiablagedomen gegeben, führte zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Varianten (H-Test: P < 0,001). Dieser Unterschied ist auf die verstärkte Eiablage pro Weibchen auf Dome mit den Trägersubstanzen und cis Jasmon im Vergleich zu Caryophyllen zurückzuführen (U-Test, Bonferroni-Korrektur: 0,01 < P < 0,05). Unterschiede zur Kontrolle konnten für keine der Varianten nachgewiesen werden.

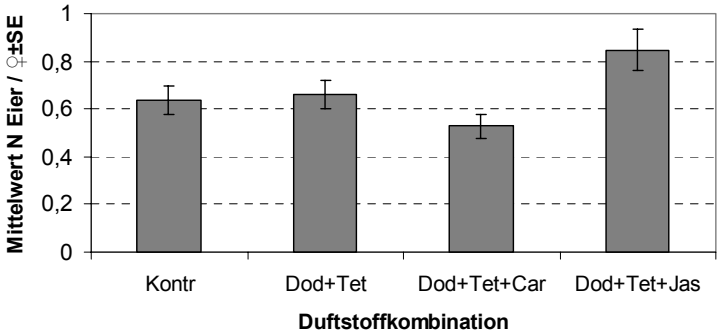

Abb. 12. Anzahl abgelegter Eier pro Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit vom der Duftstoffkombination; Applikation im Wachsnapf; Dodecan = Dodecan, Tet und Jas vgl. Abb. 10

3.1.2.2. „Bait & Kill“ unter Verwendung von Ködersprays

3.1.2.2.1. Freilandkäfigversuche

3.1.2.2.1.1. Auswirkung verschiedener Ködersprayformulierungen auf den Fruchtbefall

Der Vergleich verschiedener Köderformulierungen und Insektizide in den Ködern führte zu den in Abb. 13 dargestellten Befallswerten in den Freilandkäfigversuchen als Zusammenfassung der Versuche 2005 bis 2007. Für alle drei Ködervarianten, GF-120, Hefe-Zucker und Maisquellwasser, konnte der Befall unter Insektizidzugabe (Spinosad oder Neem mit Azadirachtin als Wirkstoff) im Vergleich zur jeweiligen Kontrolle deutlich reduziert werden. GF-120 in den verschiedenen Insektizidvarianten führte

zu einer Befallsreduktion von durchschnittlich 59,8 ± 11,6 % auf 4,4 ± 2,7 (GF-120 5 %ig, Wirkungsgrad 92,6 %), 0,4 ± 0,3 % (GF-120 5 %ig mit 5 % NH_4-carbonat, Wirkungsgrad 99,4 %) sowie 1,8 ± 1,0 % (GF-120 20 %ig, Wirkungsgrad 97,0 %). Die Unterschiede zwischen GF-120-Kontrolle und -Behandlung sind auf dem 5 %-Niveau signifikant (H- und U-Test), wohingegen sich die Insektizidvarianten trotz weiterer Befallsreduktion mit NH_4-carbonat nicht signifikant voneinander unterschieden. Mit 5 % Neem konnte der Befall im Vergleich zur Hefe-Zucker-Kontrolle von 61,8 ± 15,0 % auf 0,1 ± 0,0 % mit der Vorfütterung der Fliegen mit einem neemhaltigen Futter (Wirkungsgrad 99,9 %) sowie auf 15,8 ± 0,4 % ohne entsprechende Vorfütterung (Wirkungsgrad 74,5 %) signifikant abgesenkt werden (Neem H- und U-Test, Bonferroni-Korrektur: $P < 0,01$). Der Unterschied zwischen den beiden Neem-Varianten ist knapp nicht signifikant (U-Test: $P = 0,053$). Maisquellwasser scheint als Köder auch geeignet, da mit der entsprechenden spinosadhaltigen Behandlungsvariante der Befall von 68,9 ± 11,9 % auf 1,2 ± 0,2 % mit einem Wirkungsgrad von 98,2 % absank (U-Test: $0,01 < P < 0,05$). Dass trotz größerer Befallsunterschiede, die statistischen Unterschiede zwischen den Varianten relativ gering ausfallen, kann an der Anzahl der Wiederholungen und damit der Anzahl der zur Verfügung gestandenen Freilandkäfige pro Variante von N = 4 pro Jahr liegen.
Wird die Anzahl der befallenen Früchte auf die Anzahl der eingesetzten Weibchen bezogen, ergeben sich für die verschiedenen Kontrollen unterschiedliche Werte, da die Anzahl der Kirschen pro Baum stark variierte. Am wenigsten Larven mit 2,03 pro ♀ kommen mit einem GF-120 Blank-Köder zur Entwicklung. Bei der Versorgung mit Hefe und Zucker konnte ein Befall von 8,41 pro ♀ erreicht werden, was für eine bessere Futterqualität für die Fliegen spricht. Mit Maisquellwasser wurde im Vergleich ein mittlerer Wert von 5,83 Befallssymptomen pro ♀ erreicht.

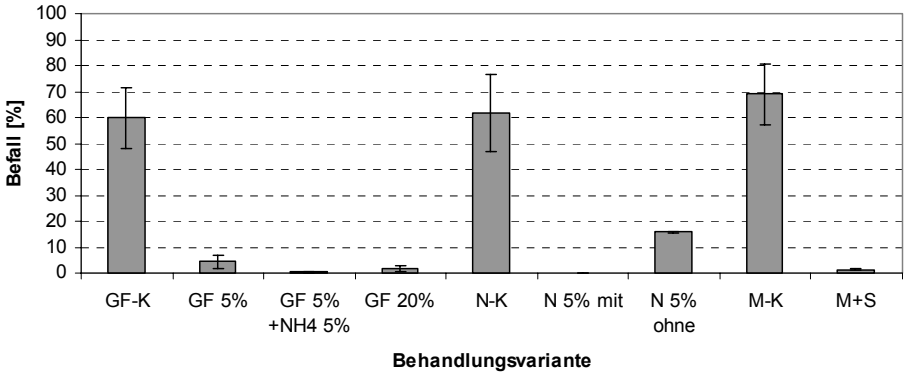

Abb. 13. Fruchtbefall [%] nach Behandlung mit verschiedenen Köderformulierungen (GF-K = GF 120 Blank-Kontrolle (20%ig), GF 5% = GF 120 (5%ig), GF 5% = GF 120 (5%ig) + 5% NH_4-carbonat, GF 20% = GF 120 (20%ig), N-K = Hefe-Zucker-Kontrolle, N 5% mit = Hefe-Zucker-Köder mit 5% Neem unter Vorfütterung der Fliegen mit Hefe-Zucker-Köder mit 1% Neem, N 5% ohne = Hefe-Zucker-Köder mit 5% Neem ohne Vorfütterung, M-K = Maisquellwasser-Kontrolle (20%ig), M+S = Maisquellwasser mit 0,02 % Spinosad (20%ig)

3.1.2.2.1.2. Wirkgeschwindigkeit von Ködersprays

Der Versuch zur Wirkgeschwindigkeit mit 20-%igem GF-120 führte zu den in Abb. 14 dargestellten Ergebnissen. Die spinosadhaltige Köderformulierung ergab bereits nach 3 h eine signifikante Reduktion des Rückfangs von 59,2 % auf 12,5 % (U-Test: $0,01 < P < 0,05$). Nach 6 h wurden in der Kontrolle 63,3 % und in der Behandlungsvariante 3,3 %, nach 1 Tag 39,2 % bzw. 0 %, nach 2 Tagen

20,8 % bzw. 1,7 % sowie nach 3 Tagen 10,8 % bzw. 0 % der Fliegen zurückgefangen. Auch bei diesen Varianten sind die Unterschiede auf dem 5 %-Niveau signifikant (U-Test).

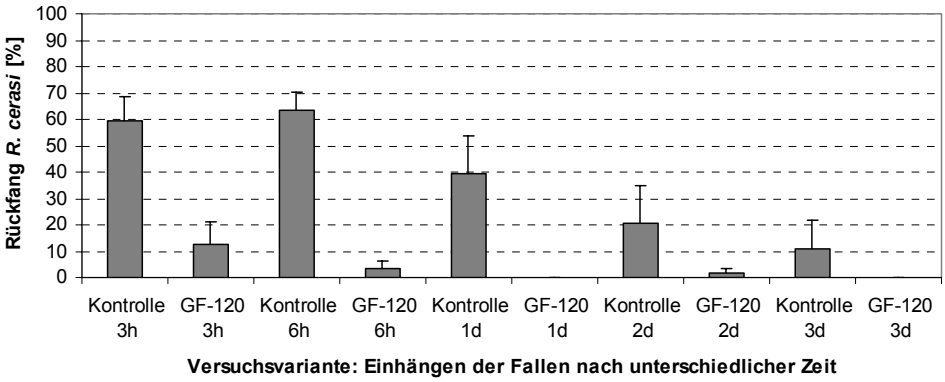

Abb. 14. Rückfang von *R. cerasi* an Rebell®-Fallen [%] nach 3-, 6-stündiger sowie 1-, 2- und 3-tägiger Wirkung von 20-%igem GF-120

3.1.2.2.2. Freilandversuche

Die mittleren Befallswerte für die beiden Freilandversuche sind in Tab. 15 aufgeführt. 2006 war der Befall in der Kontrolle sehr gering und deutlich unter der Schadschwelle von 2 %. Trotzdem konnte der Befall durch die GF-120-Behandlung mit 0,06 % signifikant reduziert werden (U-Test: 0,01 < P < 0,05). 2007 lag der Befall in der Kontrolle mit 2,04 % knapp über der wirtschaftlichen Schadschwelle. Die Verringerungen des Befalls mit GF-120 auf 0,51 % und mit Dimethoat als Vergleich auf 0,83 % sind nicht signifikant (H-, U-Test: P > 0,05).

Tab. 15. Mittlere Befallswerte [%] ± SE über alle Sorten für die beiden Freilandversuche 2006 (Buckenreuth) und 2007 (Bavendorf)

Behandlung / Jahr	Kontrolle	GF-120	Dimethoat
2006 (Buckenreuth)	0,28 ± 0,10	0,06 ± 0,02	-
2007 (Bavendorf)	2,04 ± 0,63	0,51 ± 0,24	0,83 ± 0,38

3.1.2.2.3. Persistenz von Ködersprays (Labor)

In den Abbildungen 15 und 16 sind die Verläufe der Überlebensraten der Kirschfruchtfliegen nach Kontakt mit behandelten Blättern unterschiedlichen Alters im Laborversuch aufgeführt. Abb. 15 zeigt die Werte für die GF-120-Blank-Kontrolle (20 %ig) und Abb. 16 für die GF-120-Insektizidvariante (20 %ig). Es wird deutlich, dass in der Kontrolle am Versuchsende nach 48 h mit über 80 % der Großteil der Fliegen überlebt hatte. Eine Ausnahme bildeten die Tiere, die in Kontakt mit 2 Tage alten behandelten Blättern kamen. Trotzdem bestanden hier signifikante Unterschiede im Vergleich zur Behandlungsvariante mit Insektizid (Abb. 16). Nach Behandlung der Blätter mit GF-120 in 20 %iger Lösung starben bereits nach 12 h bis zu 50 % der Fliegen, wenn die Behandlung auf den Blättern 0, 2, 5, und 9 Tage alt war. Nach 48 h waren bis auf einzelne Individuen alle Tiere tot, wenn die behandelten Blätter bis zu 9 Tagen alt waren. Erst ab einem Alter der Behandlung von 13 Tagen überlebten ca. 40 % der Fliegen den Versuch. Im Vergleich Kontrolle und Behandlung traten

durchgehend signifikante Unterschiede (H-, U-Test: 0,01 < P < 0,05) zwischen den einzelnen Zeiten mit Ausnahme der Daten mit 13 Tage alten Blättern nach 12 h auf.

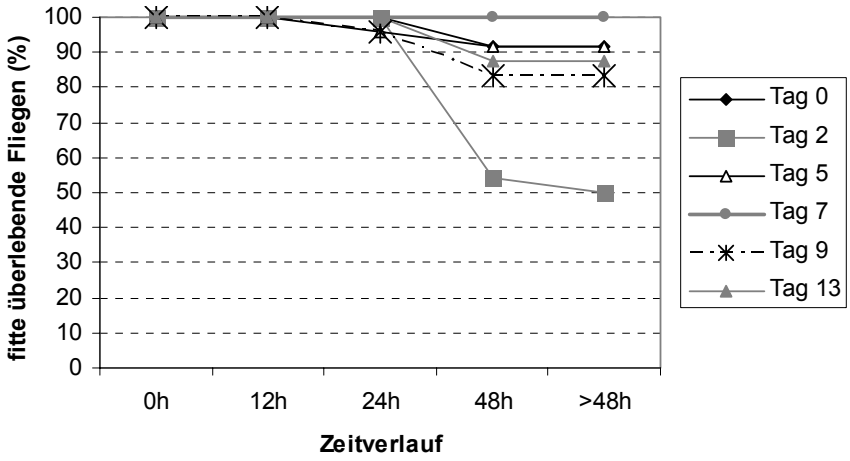

Abb. 15. Anteil der überlebenden fitten Fliegen im Zeitverlauf in Abhängigkeit vom Alter der behandelten Kirschblätter mit GF-120 Blank (20 %ig) als Kontrollbehandlung

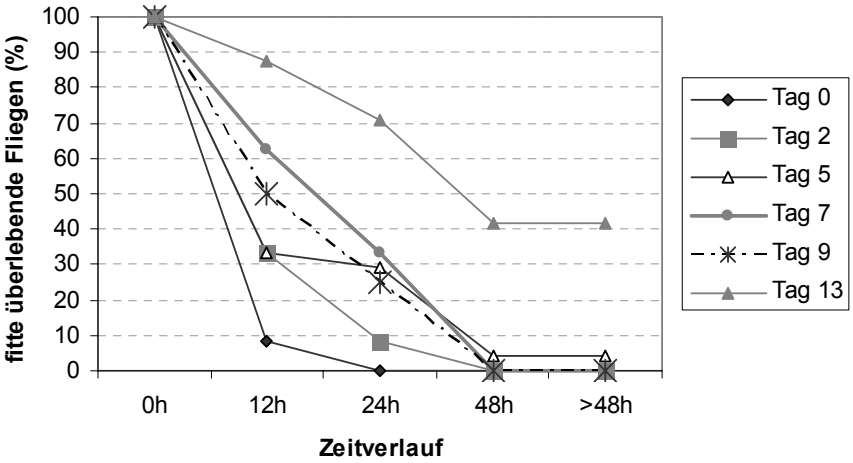

Abb. 16. Anteil der überlebenden fitten Fliegen im Zeitverlauf in Abhängigkeit vom Alter der behandelten Kirschblätter mit GF-120 (20 %ig)

3.1.2.2.4. Einfluss eines azadirachtinhaltigen Köndersprays auf die Eiablage (Labor)

In Tabelle 16 sind die Daten für die Überlebensrate der Fliegen, die Anzahl der Eier pro Weibchen, die Larvenschlupf- und Verpuppungsrate sowie Dauer der Larvenentwicklung bis zur Puppe zusammen mit den Summen der Eier, Larven und Puparien in Abhängigkeit von der Gabe neemhaltigen Futters und vom Alter der Fliegen aufgelistet. Bereits die Überlebensrate der Fliegen wurde durch die ausschließliche Gabe von Neemhaltigem Futter (Ausnahme Kontrolle bei jüngeren Fliegen) deutlich reduziert (H-, U-Test, ohne Bonferroni-Korrektur P < 0,01). Stand den Tieren zusätzlich insektizidfreies Futter zur Verfügung, überlebten ähnlich viele Tiere wie in der Kontrolle. Im Gegensatz dazu kam es bei beiden Altersstufen zu einer signifikanten Reduktion der abgelegten Eier insgesamt (χ^2-Test: jüngere Fliegen: χ^2 = 795,5, FG = 4, P < 0,001, ältere Fliegen χ^2 = 2677,2, FG = 4, P < 0,001) und der Anzahl der Eier pro Weibchen (H- und U-Test, Bonferroni-Korrektur: P < 0,01 oder 0,01 < P < 0,05)

bei Neemfütterung mit und ohne Zusatzfutter im Vergleich zur Kontrolle. Gleiches galt für die Anzahl der geschlüpften Larven. Neben der Ablage von ausschließlich sterilen Eiern bei der 5%-Neem-Variante in beiden Altersstufen der Fliegen führte die 1%-Neemfütterung mit und ohne neemfreiem Futter zu einer signifikanten Reduktion der geschlüpften Larven (χ^2-Test: jüngere Fliegen χ^2 = 885,8, FG = 4, P < 0,001, ältere Fliegen χ^2 = 179802, FG = 4, P < 0,001) und der Schlupfraten insgesamt im Vergleich zu den jeweiligen Kontrollen (H- und U-Test, Bonferroni-Korrektur: P < 0,01 bzw. 0,01 < P < 0,05). Entsprechend verhielt sich auch die Anzahl der Puparien pro Variante in beiden Altersstufen (χ^2-Test: jüngere Fliegen χ^2 = 390,6, FG = 4, P < 0,001, ältere Fliegen χ^2 = 595,7, FG = 4, P < 0,001). Im Gegensatz dazu unterschied sich die Verpuppungsrate pro Alterskategorie nicht. Das galt auch für die Dauer der Larvenentwicklung bis zur Verpuppung (H-Test: P > 0,05).
Wurden die Daten pro Versuchsvariante zwischen den beiden Altersstufen verglichen, ergaben sich insbesondere hinsichtlich Überlebensrate (U-Test Kontrolle, 5 % Neem + Futter: P < 0,01, 5 % Neem: 0,01 < P < 0,05), Eiern pro Weibchen (U-Test 1% Neem, 1 % Neem + Futter: P < 0,01) und Larvenschlupf (U-Test Kontrolle: P < 0,01) signifikant schlechtere Werte für die jüngeren Fliegen, denen bereits in einem früheren Entwicklungsstadium Neem im Futter angeboten wurde (mit Ausnahme der Kontrolle). Auch in der Anzahl der Eier, Larven und Puppen wiesen die früher mit Neem gefütterten Fliegen deutlich schlechtere Zahlen auf (χ^2-Test Vergleich jüngere – ältere Fliegen, FG = 1: mit Ausnahme von ∑ Eier 5 % Neem χ^2 = 8,0, P < 0,01, ∑ Larven 1 % Neem χ^2 = 7,0, P < 0,01, ∑ Puppen 1 % Neem χ^2 = 5,0, P < 0,05, alle Vergleiche χ^2 > 10,83 und damit P < 0,001; ∑ Larven und Puppen für 5 % Neem nur 0 - Werte).

Tab. 16. Kenndaten für Mortalität, Reproduktions- und Entwicklungsfähigkeit der Kirschfruchtfliegen in Abhängigkeit von der Gabe neemhaltigen Futters in verschiedenen Altersstufen der Fliegen

	Überlebensrate von 2♂ und 4♀ [%] ± SE	∑ **Eier**	N Eier / ♀ ± SE	∑ **Larven**	Schlupfrate [%] ± SE	∑ **Puppen**	Verpuppungsrate [%] ± SE	Verpuppungszeit [d] ± SE
Fliegen 2 – 5 Tage alt								
Kontrolle	50,0 ± 5,3	**411**	5,3 ± 1,1	**294**	66,0 ± 6,7	**113**	34,6 ± 6,1	22,3 ± 0,6
1% Neem	26,7 ± 4,1	**2**	0,1 ± 0,0	**0**	-	**-**	-	-
1% Neem +Futter	86,7 ± 6,2	**144**	1,3 ± 0,6	**44**	15,9 ± 8,8	**11**	32,9 ± 15,1	21,8 ± 1,1
5% Neem	0	**-**	-	**-**	-	**-**	-	-
5% Neem+Futter	36,7 ± 3,3	**148**	3,0 ± 1,0	**19**	9,7 ± 4,5	**1**	10,0	35,0
Fliegen 6 – 9 Tage alt								
Kontrolle	96,7 ± 3,3	**1555**	5,5 ± 0,6	**705**	47,3 ± 3,9	**232**	32,1 ± 3,9	23,7 ± 0,6
1% Neem	40,0 ± 10,0	**54**	0,8 ± 0,2	**7**	13,6 ± 8,2	**5**	77,8 ± 22,2	21,2 ± 1,4
1% Neem +Futter	93,3 ± 4,1	**741**	3,7 ± 0,5	**158**	16,4 ± 3,8	**51**	38,6 ± 8,1	23,6 ± 1,3
5% Neem	46,7 ± 12,2	**8**	0,1 ± 0,0	**0**	-	**-**	-	-
5% Neem+Futter	93,3 ± 6,7	**593**	2,6 ± 0,4	**91**	14,8 ± 4,3	**26**	40,5 ± 10,8	24,5 ± 1,2

3.1.2.2.5. Auswirkungen verschiedener Futterköderformulierungen auf das Überleben und die Eiablage der Kirschfruchtfliege (Labor)

Die Überlebensraten der Kirschfruchtfliegenweibchen in Abhängigkeit von der Futterköderqualität ist in Abb. 17 dargestellt. Alle Fliegen starben nach maximal 6 Tagen, wenn GF-120 mit Zucker zur Verfügung stand. Die besten Überlebensraten wurden mit der Hefe-Zucker Mischung 1:4, 0,1:4 sowie mit Maisquellwasser-Zucker 0,5:1erreicht, wobei mit letzterem Futterköder die Fliegen ab ca. Tag 46 schneller starben als mit den anderen beiden Futtervarianten. Alle anderen Futterqualitäten wiesen eine mittleres Überleben der Weibchen auf.

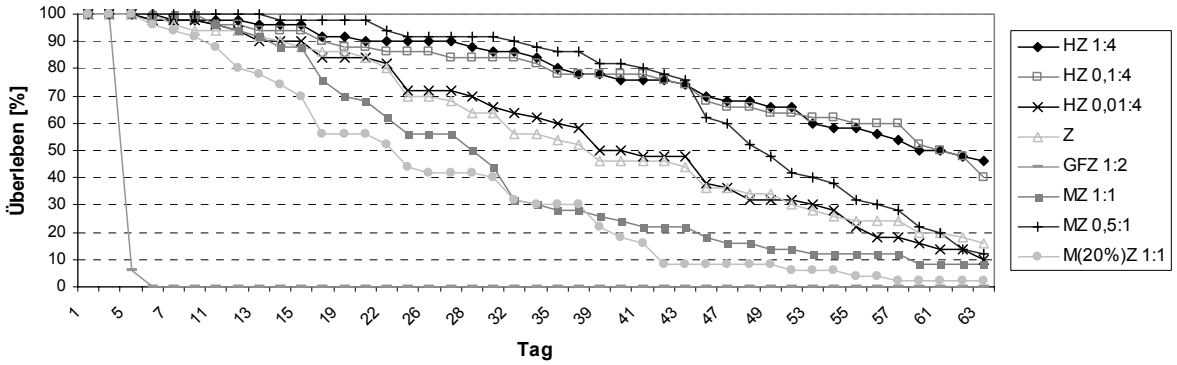

Abb. 17. Überlebensraten der *R. cerasi* ♀ [%] in Abhängigkeit von der Futterköderqualität; HZ 1:4, 0,1:4, 0,01:4 = Hefe-Zucker 1:4, 0,1:4, 0,01:4, Z = Zucker, GF-Z = GF-120 Blank-Zucker 1:1, MZ 1:1, 0,5:1 = Maisquellwasser-Zucker 1:1, 0,5:1, M(20%)Z 1:1 = Maisquellwasser (20%ig)-Zucker 1:1

Neben einer hohen Attraktivität des Futterköders und einer hohen Mortaliät der Fliegen ist die Verhinderung der Eiablage überhaupt sowie die Ablage entwicklungsfähiger Eier in die Früchte wichtig. Abb. 18 zeigt die prozentualen Anteile der fertilen Eier in Abhängigkeit von der Futterqualität. Die höchste Eiablagerate fertiler Eier wurde mit Hefe-Zucker (1:4) and Maisquellwasser-Zucker 1:1 sowie 0,5:1 erreicht. Die Unterschiede sind mit $0,01 < P < 0,05$ signifikant zwischen Hefe-Zucker 1:4 und 0,1:4, mit $P < 0,01$ zwischen Hefe-Zucker 1:4 und Hefe-Zucker 0,01:4 sowie zwischen Maisquellwasser-Zucker 1:1 und 0,5:1 im Vergleich zu jeweils Hefe-Zucker 0,1:4 und 0,01:4 (H- und U-Test, Bonferroni-Korrektur).

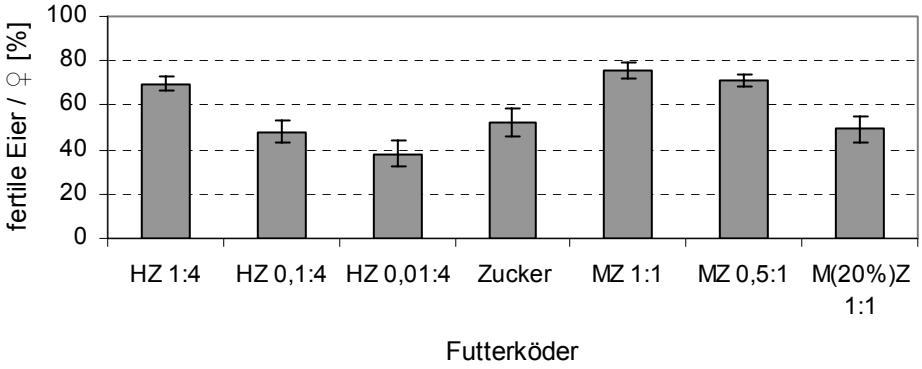

Abb. 18. Anteil der fertilen Eier [%] in Abhängigkeit von der Futterköderqualität (100 % entsprechen jeweils der Summe aller abgelegten Eier pro Probe und Variante); HZ 1:4, 0,1:4, 0,01:4 = Hefe-Zucker 1:4, 0,1:4, 0,01:4, Z = Zucker, GF-Z = GF-120 Blank-Zucker 1:1, MZ 1:1, 0,5:1 = Maisquellwasser-Zucker 1:1, 0,5:1, M(20%)Z 1:1 = Maisquellwasser (20%ig)-Zucker 1:1

Tab. 17. Larvenschlupf- und Verpuppungsraten in Abhängigkeit von der Futterköderqualität; HZ 1:4, 0,1:4, 0,01:4 = Hefe-Zucker 1:4, 0,1:4, 0,01:4, Z = Zucker, GF-Z = GF-120 Blank-Zucker 1:1, MZ 1:1, 0,5:1 = Maisquellwasser-Zucker 1:1, 0,5:1, M(20%)Z 1:1 = Maisquellwasser (20%ig)-Zucker 1:1

	HZ 1:4	HZ 0,1:4	HZ 0,01:4	Z	MZ 1:1	MZ 0,5:1	M(20%ig)Z 1:1
Larvenschlupf [%] ± SE	53,3 ± 2,8	46,7 ± 4,5	58,0 ± 7,0	61,7 ± 7,1	43,5 ± 3,5	44,7 ± 2,1	34,6 ± 5,4
Verpuppung [%] ± SE	16,5 ± 1,9	17,3 ± 4,3	14,2 ± 3,6	21,3 ± 5,0	15,6 ± 1,7	12,5 ± 1,8	6,7 ± 3,1

Wurden Larvenschlupf- und Verpuppungsrate der F1 in Abhängigkeit von der Futterqualität der Elterntiere verglichen, ergaben sich die in Tab. 17 aufgelisteten Werte. Der statistische Vergleich führte lediglich zu einem signifikanten Unterschied sowohl im Larvenschlupf als auch der Verpuppungsrate zwischen HZ 1:4 und M(20%)Z 1:1 auf dem 5%-Niveau (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur). Alle anderen Futterködervarianten unterschieden sich nicht signifikant.

3.1.2.2.6. Nebenwirkungen von Köderspray**s** (Labor)

Die Wirkung von verschiedenen Köderformulierungen auf die Larvalentwicklung und die Adulten von *C. septempunctata* und *C. carnea* ist nicht einheitlich (Tab. 18). Für beide Arten galt, dass die Larven das empfindlichere Stadium darstellten. Bei *C. septempunctata*-Larven kam es zu einer signifikanten Verringerung der Schlupfrate fitter adulter Käfer bei der Applikation von GF-120 im Vergleich zur GF-120 Blank-Kontrolle (χ^2-Test: χ^2 = 12,55, FG = 1, P < 0,001) sowie von Hefe-Zucker mit Neem im Vergleich zur Hefe-Zucker-Kontrolle (χ^2-Test: χ^2 = 92,5, FG = 1, P < 0,001). Im Gegensatz dazu unterschieden sich die jeweiligen Kontroll- und Insektizidköderbehandlungen bei den *C. carnea*-Larven nicht signifikant voneinander (χ^2-Test: GF-120 χ^2 = 1,96, FG = 1, P > 0,05; Neem χ^2 = 0,25, FG = 1, P > 0,05). Hierbei ist die hohe Kontrollmortalität von 35 % mit GF-120 Blank sowie 47,5 % mit der Hefe-Zucker-Kontrolle zu beachten, die deutlich über dem IOBC-Richtlinienwert (Vogt et al. 2000) von 20 % liegt. Auf die adulten Marienkäfer hatte die GF-120- und Neembehandlung keinen negativen Effekt (χ^2-Test: GF-120 χ^2 = 0,04, FG = 1, P > 0,05; Neem χ^2 = 0,03, FG = 1, P > 0,05). Die Adulten von *C. carnea* dagegen wurden mit GF-120 signifikant geschädigt (H-, U-Test, Bonferroni-Korrektur: 0,01 < P < 0,05). Die Applikation von neemhaltigem Köder führte nicht zu einer erhöhten Mortalität im Vergleich zur Kontrolle. Die Versuche mit *A. rhopalosiphi* zeigten einen Effekt der insektizidhaltigen Köder im Vergleich zur jeweiligen Kontrolle (GF-120 und Neemköder: H-, U-Test, ohne Bonferroni-Korrektur: 0,01 < P < 0,05). Bei diesem Ergebnis ist ebenfalls die hohe Kontrollmortalität zu beachten, in die auch ein sehr hoher Anteil an Tieren einbezogen werden musste, die an den Köderspühtropfen festgeklebt waren (GF-120 Blank-Kontrolle: 23,3 %, GF-120: 33,3 %, Hefe-Zucker-Kontrolle: 16,7 %, Neemköder: 26,7 %). Bei diesen Tieren war eine Zuordnung zu den überlebenden oder abgetöteten Individuen durch den jeweiligen insektiziden Wirkstoff nicht möglich.

Tab. 18. Überlebende Individuen [%] nach Exposition mit Futterködern mit und ohne Insektizid (Larven: Anteil der geschlüpften fitten adulten Tiere, Adulte: überlebende Tiere nach 72 h; *N = 1 Individuen)

Art, Stadium / Behandlung	*C. septempunctata*		*C. carnea*		*A. rhopalosiphi*
	Larven [%]	Adulte [%]	Larven [%]	Adulte [%] ± SE	Adulte [%] ± SE
GF-120 Blank-Kontrolle	80,0	90,0	65,0	100,0 ± 0,0	40,0 ± 12,5
GF-120 (20%ig)	41,0	87,5	50,0	60,0 ± 10,0	3,3 *
Hefe-Zucker-Kontrolle	92,5	97,5	52,5	100,0 ± 0,0	43,3 ± 19,4
Hefe-Zucker mit Neem	0,0	95,0	47,5	100,0 ± 0,0	3,3 *

3.1.3. Biologie der Kirschfruchtfliege

3.1.3.1. Phänologie 2005 bis 2007

Laut Angaben von Boller (1964) liegt die kritische Bodentemperatursumme (∑ Temperaturmittelwert in 5 cm Bodentiefe / Tag abzüglich 5°C, Beginn Januar) für das Erscheinen der ersten Kirschfruchtfliege

bei 430°C. Die so auf der Versuchsanlage in Dossenheim errechneten Temperaturwerte von 2005 bis 2007, sind in Tab. 19 dargestellt. In allen drei Jahren lagen die sehr unterschiedlichen Werte unter der von Boller angegebenen Summe mit der niedrigsten Temperatursumme von 354,0°C im Jahr 2006. Auch die Gesamtflugzeit der Kirschfruchtfliegen auf der Versuchsanlage variierte sehr stark in den drei Jahren. 2005 wurden Fliegen von Mitte Mai bis Anfang September, 2006 von Mitte Mai bis Ende Juli und 2007 von Ende April bis Anfang August nachgewiesen.

Tab. 19: Datum und Bodentemperatursumme beim Erscheinen der ersten Fliege sowie Fang der letzten Fliege auf der Versuchsanlage in Dossenheim 2005 bi 2007

Jahr	1. Fliege: Datum	1. Fliege: ∑ Bodentemperatur [°C]	Letzte Fliege: Datum
2005	11. Mai	415,4	08. September
2006	11. Mai	354,0	24. Juli
2007	27. April	404,5	01. August

Den Flugverlauf für die 3 Untersuchungsjahre zeigt Abb. 19. In den Jahren 2005 und 2007 sind im Gegensatz zu 2006 mit einem 2 Flughöhepunkte zu erkennen. 2007 begann der Flug 2 Wochen früher als in den anderen beiden Jahren und erreichte seinen Höhepunkt bereits Mitte bis Ende Mai. In den beiden vorangegangenen Jahren lag die Hauptflugzeit Ende Mai bis Mitte / Ende Juni.

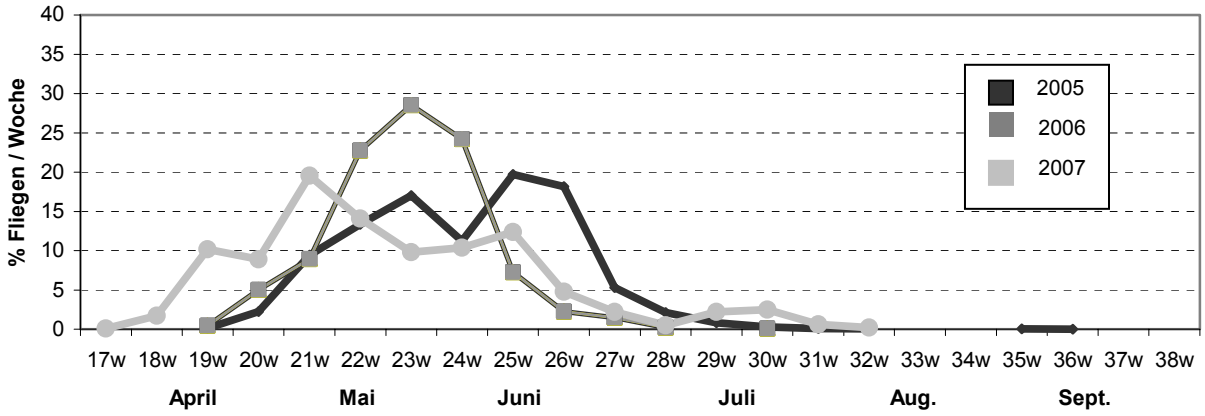

Abb. 19. Flugverlauf von *R. cerasi* auf der Versuchsanlage Dossenheim 2005, 2006 und 2007 (w = Kalenderwoche)

Stichprobenuntersuchungen des Entwicklungsstandes von Kirschfruchtfliegen, die Ende Mai 2007 an Fallen gefangen wurden, wiesen alle eine vollständige Ovarienentwicklung und damit Eiablage-bereitschaft auf.

3.1.3.2. Dispersion

3.1.3.2.1. Freilassungsversuch

Die Rückfangdaten für den Freilassungsversuch sind in Tab. 20 dargestellt. Im ersten Versuch wurden im Süßkirschquartier ca. $^1/_5$ und im Sauerkirschquartier ca. $^1/_3$ der freigelassenen Fliegen mittels Gelbtafeln im jeweils gleichen Quartier zurück gefangen. Im Durchschnitt flogen 0,7 % der Fliegen (♂

und ♀) bis zum jeweils anderen Quartier. Im 2. Versuch war der Rückfang in dem jeweils eigenen Quartier zwischen ca. 5 bis 10 % geringer. „Pendler“ gab es bei der 2. Freilassung nicht.

Tab. 20. Rückfang [%] für die beiden Freilassungsversuche 2006

Rückfang [%]	Süßkirschquartier (weiß)		Sauerkirschquartier (grün)		„Pendler“ weiß → grün		grün → weiß	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
1. Freilassung	21,3	20,6	33,9	36,7	0,8	0,4	0,8	0,8
2. Freilassung	6,1	4,6	9,4	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0

3.1.3.2.2. Verhalten der Fliegen auf und ggf. zwischen den Kirschquartieren

Neben dem eigentlichen Dispersionsversuch mit markierten Kirschfruchtfliegen konnte im Verlauf der Untersuchungen zum Fallenvergleich beobachtet werden, dass die Fliegen innerhalb der Kirschquartiere und ggf. zwischen den beiden Quartieren der Versuchsanlage in Dossenheim ihre Aktivitätsschwerpunkte in Abhängigkeit vom Reifegrad und der Lage der einzelnen Kirschsorten richten. Die Anteile der Fliegen pro Falle mit 6 Fallen jeweils in den verschiedenen Sorten ist für die 3 Untersuchungsjahre in den Abb. 20.1 bis 20.3 dargestellt. 2005 zeigte sich, dass zu Beginn des Hauptfluges der Kirschfruchtfliegen mehr Tiere an den vergleichsweise früheren Süßkirschen Sam und Van gefangen wurden. Bei der später reifenden Sorte Hedelfinger kam es erst im weiteren Flugverlauf zu einem Anstieg, als an Sam und Van bereits weniger Fliegen auftraten. Deutlich wurde der unterschiedliche Verlauf des Fluges bei den Sauerkirschen im Vergleich zu den Süßkirschen. Obwohl die gemischte Sauerkirschreihe Sorten aufwies, die zu unterschiedlichen Zeiten und mit der Sorte Erdi Jubiläum vergleichsweise früh reiften, lag hier der Flugschwerpunkt in der 2. Hälfte des Hauptfluges, als bei den Süßkirschen der Flug bereits merklich abgenommen hatte. Insbesondere bei der sehr späten Sauerkirschsorte Schattenmorelle war der Anstieg der Kirschfruchtfliegenfänge am Ende der Flugperiode sehr stark. Die für 2005 beschriebene Tendenz der Verteilung der Fang- und damit Flughäufigkeiten bestätigte sich auch in den Jahren 2006 und 2007. Auffällig waren jedoch in diesen beiden Jahren die hohen Fänge an Hedelfinger, Reihe H, einer Reihe im nördlichen Teil des Süßkirschquartiers, an die sich weitere Süßkirschen anschließen. Im Vergleich zu der südlich gelegenen Randreihe (Hedelfinger, Reihe A) waren hier die Fänge wesentlich höher. Zum einen konnte hier trotz gleicher Sorte die Lage der Reihe im Süden und damit einer früheren Reife der Früchte und zusätzlich am Rand des Quartiers mit einer anschließenden Freifläche eine Rolle spielen. Die Kirschen der Sorte Hedelfinger, Reihe H zeigten 2006 und 2007 einen deutlichen Anstieg der Fänge, als die anderen Süßkirschen bereits weniger attraktiv waren sowie einen längeren starken Flug, der am Ende der Flugperiode vergleichbar mit den Sauerkirschen war.

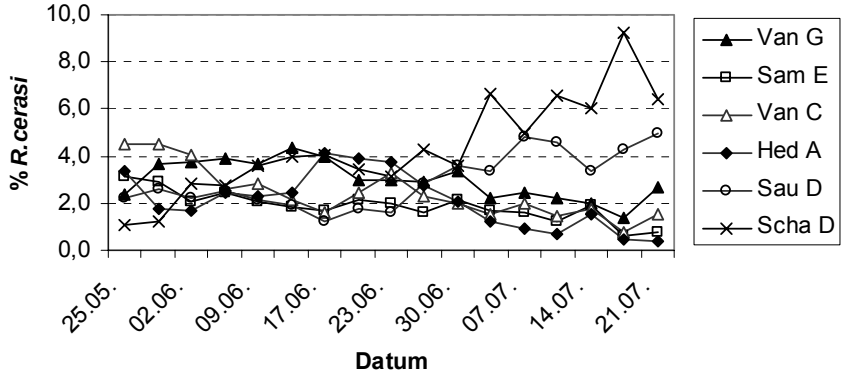

Abb. 20.1. 2005

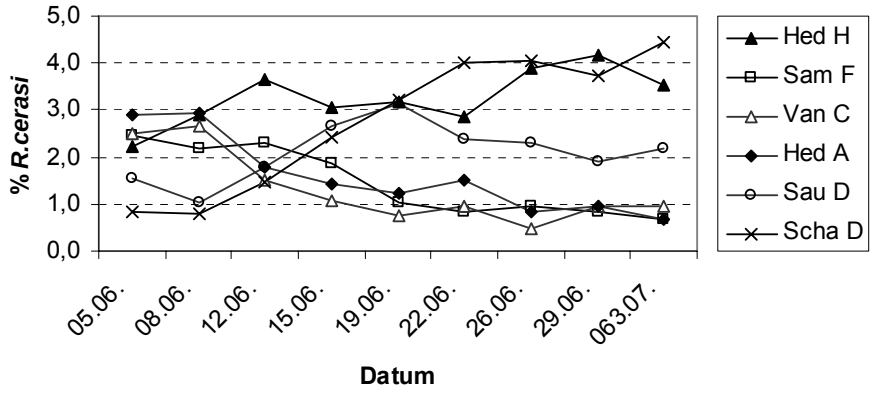

Abb. 20.2. 2006

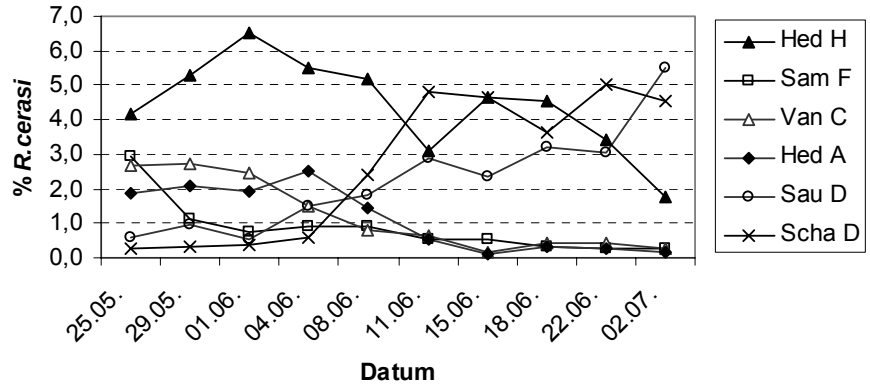

Abb. 20. 3. 2007

Abb. 20. 1 - 3. Verteilung der Anteile [%] pro Falle (N = 6) von *R. cerasi* in Abhängigkeit von der Kirschsorte und Standort (Van G = Sorte Van - Reihe G (nur 2005), Hed H = Sorte Hedelfinger - Reihe H (2006 und 2007), Sam E = Sorte Sam - Reihe E, Van C = Sorte Van - Reihe C, Hed A = Sorte Hedelfinger Reihe - A, Sau D = gemischte Sauerkirschen - Kirschquartier D, Scha D = Schattenmorellen - Kirschquartier D)

3.1.3.2.2. Fallennetz

Das Aushängen von Rebell®-Fallen außerhalb der Kirschanlage zeigte, dass regelmäßig ein sehr geringer Prozentsatz von Fliegen außerhalb der Kirschanlage gefangen werden kann. Im Mittel über beide Geschlechter lag dieser Prozentsatz bei 0,11 % (Tab. 21).

Tab. 21. Kirschfruchtfliegenfänge ([%],Gesamtfänge pro Jahr = 100%) außerhalb der Kirschquartiere an verschiedenen Obstbäumen

Jahr	Süßkirschquartier (Ausrichtung, Entfernung)								Diagonale zwischen Süß- und Sauerkirsch-quartier (Entfernung von Süßkirschquartier)					
	Birne (N, 25 m)		Zwetsche (W, 25 m)		Pfirsich (O, 25 m)		Freufläche (S, 30 m)		Raiserkirsche (16 m)		Apfel (30 m)		Apfel (50 m)	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀
2005	0,00	0,02	0,03	0,02	0,16	0,31	0,00	0,01	0,25	0,55	0,04	0,09	0,04	0,12
2006	0,00	0,00	0,03	0,00	0,30	0,37	0,00	0,00	0,57	0,66	0,12	0,03	0,09	0,03
2007	0,08	0,00	0,04	0,05	0,20	0,05	0,00	0,00	0,00	0,11	0,08	0,00	0,04	0,05

Ein Unterschied zwischen den drei Untersuchungsjahren und den Geschlechtern konnte nicht festgestellt werden (H-Test Vergleich 2005, 2006 und 2007: P = 0,695; U-Test Vergleich ♂ und ♀: P = 0,829). Nur zwischen den einzelnen Fallenstandorten traten signifikante Unterschiede auf (H-Test: P < 0,0001), wobei diese im Wesentlichen auf die höheren Fänge am Pfirsich sowie in der Diagonalen zwischen den Kirschquartieren an der Raiserkirsche und an den beiden Fallen in Apfel zurückzuführen sind.

3.1.4. Monitoring von *R. cingulata*

In allen drei Untersuchungsjahren wurden *R. cingulata* nur in wenigen Exemplaren auf den Kirschanlagen des Versuchsfeldes der BBA in Dossenheim nachgewiesen (2005 5 ♂ : 3 ♀, 2006 5 ♂: 7 ♀, 2007 2 ♂ : 3 ♀). Auch bei der Gewinnung von Kirschfruchtfliegenpuppen aus befallenen Süß- und Sauerkirschen konnten keine *R. cingulata* - Puparien ermittelt werden. Von einer Zunahme der Population war daher hier nicht auszugehen. Weiterhin wurde *R. cingulata* in einem von der BBA koordinierten Monitoring bisher neben den bereits betroffenen Regionen (Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg) während der Projektlaufzeit in Hessen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Bayern, Brandenburg und Niedersachsen nachgewiesen. Dabei konnten neben *P. avium* auch weitere Wirte für *R. cingulata* nachgewiesen werden (*P. serotina*, ggf. *P. padus* und *P. mahaleb*, pers. Komm. Holz, Hering 2007). Weiterhin wurden insbesondere in Rheinhessen Befallsprobleme von Schattenmorellen durch *R. cingulata* festgestellt (Vogt et al. 2007).

3.2. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

3.2.1. Zucht der Kirschfruchtfliege

Im Rahmen der Untersuchungen zur Zucht der Kirschfruchtfliege ist es gelungen, Labortiere über mehrere Generationen zu halten. Das stellt eine der wichtigsten Voraussetzungen dar, im Labor weitere Untersuchungen zu verschiedenen Fragestellungen über den Schädling durchzuführen. Insbesondere ist die erfolgreiche Eiablage und die Weiterverfolgung der Larvenentwicklung für Untersuchungen geeigneter insektizider Wirkstoffe, deren Wirkungsweise sowie von verschiedenen Köderformulierungen unabdingbar. Ohne die Versuche im Labor mit den Fliegen und damit die Unabhängigkeit vom Freiland wären Entwicklungen, wie die von wirksamen Ködersprays, nur unter erschwerten Bedingungen und aufgrund der Phänologie der Kirschfruchtfliege nur sehr zeitverzögert möglich. Neben der Verwertung der Ergebnisse der Zucht aus dem vorliegenden Projekt für die Entwicklung von Bekämpfungsstrategien können sie auch für zunächst grundlagenorientierte Forschung genutzt werden (z.B. Fragestellungen zur Inkompatibilität verschiedener Fliegenherkünfte infolge unterschiedlicher symbiontischer *Wolbachia*-Linien).

3.2.2. Entwicklung umweltschonender Bekämpfungsstrategien

In den Versuchen zur Entwicklung umweltschonender Bekämpfungsstrategien in Form von Ködersprays konnte in verschiedenen Versuchsabschnitten im Labor, Halbfreiland und Freiland gezeigt werden, dass Ködersprays ein geeignetes Verfahren darstellen können. In Freilandkäfig-versuchen wurde aufgrund der signifikanten Befallsreduktion und der schnell einsetzenden Mortalität

deutlich, dass die Kirschfruchtfliegen innerhalb kurzer Zeit die Köder auffinden und somit eine Eiablage in die Früchte verhindert wird. Der Schwerpunkt der Experimente mit Köndersprays lag zunächst bei der Überprüfung der Wirksamkeit und des Verhaltens von *R. cerasi* gegenüber einer bereits in Nordamerika gegen andere *Rhagoletis*-Arten eingesetzten Formulierung mit Spinosad, GF-120. Da dieses Produkt voraussichtlich jedoch in Deutschland nicht zur Zulassung gebracht werden wird, wurden auch andere Köderformulierungen und Insektizide eingesetzt. Hinsichtlich der Futterköder zeigte ein Abfallprodukt aus der Maisverarbeitung mit dem Insektizid Spinosad die gleichen sehr guten Ergebnisse bei der Befallsreduktion wie GF-120 selbst. Azadirachtin wurde als weiterer insektizider Wirkstoff untersucht. Dabei konnte im Labor und im Freiland die signifikante Wirkung dieses Wirkstoffs auf die Eiablage der Kirschfruchtfliegenweibchen gezeigt werden. Aufgrund der beschriebenen Zulassungssituation sind weitere Untersuchungen zu Neem und anderen Insektiziden mit eigenen Futterköderformulierungen notwendig, um die gewonnenen Erkenntnisse zu einem praxistauglichen Verfahren zu entwickeln.
Da eine Bekämpfung der Kirschfruchtfliegen mit Fallen zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht möglich ist, können die Ergebnisse zu den Fallen mit und ohne NH_3-Quelle für eine Kombination mit einem Köndersprayverfahren genutzt werden, in dem NH_4-salze in eine Köderformulierung einbezogen werden. Gleiches gilt für die Ergebnisse der Untersuchungen zu den Duftstoffen, die durch die Wirtspflanzen der Kirschfruchtfliege abgegeben werden.

4. Zusammenfassung

In der Projektlaufzeit vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2007 wurde eine Laborzucht der Kirschfruchtfliege etabliert sowie Untersuchungen zur Entwicklung umweltschonender Regulierungsverfahren des Schädlings durchgeführt.

4.1. Laborzucht der Kirschfruchtfliege

Ziel der Untersuchungen zur Zucht war es, eine saisonunabhängige Verfügbarkeit von Tiermaterial für Versuchszwecke zu schaffen. Hauptbestandteile der Arbeiten waren die Haltung und Eiablage der Fliegen, die Entwicklung eines Standardlarvennährmediums, Versuche zur Inkubation der Larven sowie Untersuchungen zur Zucht reiner Labortiere über mehrere Generationen.
Die Schlupfrate der adulten Fliegen aus bei 3 bis 5°C für 5 bis knapp 9 Monate eingelagerten Puparien, die in der jeweiligen Vorjahressaison von befallenen Kirschen abgesammelt wurden, lag im Durchschnitt bei 73 %. Bei längerer Lagerungsdauer nahm die Schlupfrate deutlich ab. Durch den Zeitraum von 5 Monaten mit einer hohen Schlupfrate kann bei der Einlagerung von aus dem Freiland aufgesammelten Puparien das Versuchsmaterial sehr flexibel entnommen werden. Das stellt eine wichtige Voraussetzung für eine effektive Arbeit mit dem Schädling im Labor dar. Die Fliegen wurden mit einem Hefe-Zuckergemisch im Verhältnis 1:4 sowie Trinkwasser versorgt. Die Kirschfruchtfliegenweibchen legten ca. ab dem 10. Tag nach dem Schlupf über 4 bis 5 Wochen Eier in die Wachsdome ab, wobei die ersten 2 Wochen der Eiablagephase die produktivste Zeit mit im Durchschnitt 3 bis 5 Eiern pro Tag und Weibchen darstellte. Die Eiabnahme erfolgte alle 3 bis 4 Tage. Bereits im Vorläuferprojekt 03HS065 konnte eine besser geeignete als in der Literatur angegebene Wachsvariante für die Eiablage entwickelt werden. Die Eier wurden nach der Entnahme auf die Medien verteilt und die Larven bei ca. 25°C und 60 bis 70 % relativer Luftfeuchte im Klimaschrank zum

Schlupf gebracht. Dabei konnten bis zu 1,5 Eier / g Medium (= 54 Eier / Platte) gegeben werden. Die Schlupfrate der Larven aus den in die Wachsdome abgelegten Eiern betrug je nach Versuch zwischen 40 % und 80 %. Die Verpuppungsrate lag bei der Entwicklung eines Standardlarvennährmediums im Durchschnitt bei 40 %. Sowohl bei der Larvenschlupf- als auch bei der Verpuppungsrate bestand eine deutliche negative Korrelation zu dem Alter der Fliegenweibchen. Die Verpuppungsrate konnte in einem nachfolgenden Versuch zur Verbesserung des Mediums auf 56 % gesteigert werden, was nochmals verifiziert werden müsste. Die Entwicklungszeit der Larven bis zur Puppe lag im Mittel zwischen 3 und 4 Wochen bei o.g. Bedingungen für die Inkubation der Eier bei 25°C. Durch eine Erhöhung der Inkubationstemperatur auf 30°C konnte zwar die Larvalentwicklung beschleunigt werden, die Verpuppungsrate nahm dabei jedoch deutlich ab. Im Gegensatz zu dem in der Literatur für Larvenährmedien angegebenen pH-Wert von 3,9 bis 4,1 konnte gezeigt werden, dass eine weitaus größere Spanne von pH 3,5 bis 5,0 für die Larven der Kirschfruchtfliege in Frage kommt.
Mit der weiteren Haltung der Kirschfruchtfliegen im Labor und der Zucht der von F1 nachfolgenden Generationen F2 bis F5 konnten die Ergebnisse für die F1 nicht durchgehend bestätigt werden. Zum einen sind die Daten sehr heterogen und durch eine deutlich reduzierte Schlupfrate adulter Fliegen stand jeweils für die Nachfolgegeneration weniger Ausgangsmaterial zur Verfügung. Auch wenn die Larvenschlupf- und Verpuppungsraten z.T. gute Werte erreichten, konnte die jeweilige Stärke der Ausgangspopulation nicht erreicht werden. Damit ist eine vollständige Unabhängigkeit vom Freiland nicht gegeben. Es bedarf weiterhin der Aufsammlung von Puparien von befallenen Wirtsfrüchten. Weiterhin ist es notwendig, die Laborgenerationen für Fruchtfliegen üblichen Qualitätskontrollen zu unterziehen.

4.2. Entwicklung umweltschonender Regulierungsverfahren

4.2.1. „Bait & Kill“: Optimierung von Fallensystemen

Die Ergebnisse des Fallenvergleichs mit unterschiedlichen Fallentypen mit und ohne Ammoniak abgebenden Stoffen in unterschiedlicher Darreichungsform (im Leim oder in einem externen Behälter) haben gezeigt, dass sowohl der Fallentyp als auch die Abgabe von Ammoniak Einfluss auf die Fängigkeit besitzen. Danach erwies sich die dreidimensionale Rebell®-Falle mit externen NH_4-Ködern am effektivsten, wobei die Art des NH_4-salzes oder die Kombination von verschieden NH_4-salzen keine Rolle spielte.
Nach den Duftstoffanalysen der Wirtspflanzen der Kirschfruchtfliege wiesen die Kirschen und die Heckenkirschen in verschiedenen Reifestadien mit und ohne Blätter identische Substanzen auf. Danach konnten insgesamt 20 gemeinsame Stoffe nachgewiesen werden, wobei es sich zum Teil um Duftstoffe grüner Pflanzenteile und mögliche Trägersubstanzen handelte. Jedoch kann keine dieser Substanzen als spezifisch für die Wirte der Kirschfruchtfliegen bezeichnet werden. Zur Ermittlung der Wirkung dieser Substanzen auf die Kirschfruchtfliege wurde ein Eiablagetest entwickelt, bei dem in unterschiedlicher Applikationsform, Konzentration und Kombination der Stoffe sowie der Art des Lösungsmittels die Eiablage der Fliegen verglichen wurde. Die Eiablage wurde als Indikator für eine mögliche anlockende Wirkung durch die Duftstoffe gewählt. Danach konnte noch keine Substanz oder eine Kombination von verschiedenen Substanzen identifiziert werden, die eindeutig die Eiablage von Kirschfruchtfliegen beeinflusst.

4.2.2. „Bait & Kill“ unter Verwendung von „Bait Sprays“

Das Verfahren „Bait Sprays“ beruht auf einer Teilflächenbehandlung von befallenen Wirtspflanzen mit einer insektizidhaltigen Ködersubstanz, hauptsächlich bestehend aus Zucker, Proteinen und Wasser. Für eine umweltschonende Bekämpfung der Kirschfruchtfliege sind insbesondere Insektizide mit günstigen ökotoxikologischen Eigenschaften, wie Spinosad oder Azadirachtin in Neem geeignet. GF-120 Naturalyte Fruit Fly Bait™ ist eine spinosadhaltige Köderformulierung der Firma Dow Agrosciences, die zunächst für Untersuchungen zur Eignung dieses Verfahrens für *R. cerasi* verwendet wurde. Dabei konnte in Freilandkäfigen gezeigt werden, dass es zu einer signifikanten Reduktion des Fruchtbefalls mit einem Wirkungsgrad von 92,6 bis 97,0 % unter Verwendung von GF-120 in verschiedenen Konzentrationen kam. Unter Zugabe von NH_4-carbonat wurde der Wirkungsgrad auf 99,4 % erhöht. Die Wirkgeschwindigkeit in den Freilandkäfigen, die über den Rückfang der überlebenden Kirschfruchtfliegen nach der Behandlung mit GF-120 ermittelt wurde, war sehr hoch. Bereits nach 3 Stunden zeigte sich eine deutliche Reduktion der überlebenden Fliegen von 59,2 % auf 15,5 %, was auf ein schnelles Auffinden des Futterköders und Absterben der Fliegen nach dessen Aufnahme hindeutet. Nach 6 Stunden wurden nur noch 3,3 % der eingesetzten Fliegen gefangen und nach 24 Stunden 0 %. Unter Verwendung einer weiteren Köderformulierung, bestehend aus einem Abprodukt der Maisverarbeitung und unter Verwendung des gleichen Insektizids wie in GF-120 wurde eine ebenso gute Befallsreduktion wie mit dem Originalprodukt mit einem Wirkungsgrad von 98,2 % erreicht. Auch der Wirkstoff Azadirachtin zeigte mit einem Wirkungsgrad von 74,5 % eine deutliche Befallsabnahme. Diese konnte insbesondere durch eine, bezogen auf das Alter der Kirschfruchtfliegenweibchen, frühe Aufnahme des Insektizids durch die Fliegen verstärkt werden (Wirkungsgrad 99,9 %), was auf negative Wirkung von Neem auf die Reproduktionsfähigkeit von *R. cerasi* hinweist. Auch im Laborversuch wurde diese Wirkung nachgewiesen. Die Versuche mit Köderspray im Freiland unter natürlichen Bedingungen führten ebenfalls zu einer z.T. signifikanten Befallsreduktion der Kirschen, die aber durch einen sehr geringen Befall in den Kontrollparzellen nicht praxisrelevant waren. Die Wirkungsdauer von GF-120 nach Exposition in UV-Licht mit einer Sterblichkeit der Fliegen von über 50 % konnte in einem kombinierten Halbfreiland- / Laborversuch über 9 Tage nachgewiesen werden.

4.3. Biologie der Kirschfruchtfliege

Die Arbeiten zur Phänologie der Kirschfruchtfliege haben gezeigt, dass das Erscheinen der Fliege im Frühjahr, der Flugverlauf sowie die Dauer der Flugperiode ausgesprochen heterogen sind. In allen drei Untersuchungsjahren zeigte sich kein einheitliches Bild. Die Bodentemperatursummen, zu denen die ersten Fliegen auf den Fallen nachgewiesen wurden, waren mit 415,4°C im Jahr 2005, 354,0°C im Jahr 2006 sowie 404,5°C im Jahr 2007 sehr unterschiedlich. Daneben kam es insbesondere 2005 zu einem Anstieg der Fliegenzahl in der Zeit während und nach der Kirschernte und die letzten Fliegen wurden im September gefangen. In einem Freilassungsversuch mit markierten Fliegen in den beiden Kirschquartieren wurden 0,7 % der Fliegen nachgewiesen, die die Distanz von 180 m zwischen den beiden Freilassungspunkten und damit zwischen den Kirschquartieren zurückgelegt haben. Auch mittlere Fallenfänge von 0,11 % der pro Jahr insgesamt gefangenen Fliegen, die außerhalb und zwischen den Kirschquartieren gemacht wurden, deuten auf eine Ausbreitung einzelner Fliegen hin. Unterstützt wird dieses Verhalten der Fliegen durch die Ergebnisse über die Orientierung der Fliegen nach Kirschen entsprechend ihres Reifegrades, ggf. auch zwischen den Kirschquartieren.
Inwieweit und unter welchen Umständen der im Verhältnis relative geringe Anteil von Kirschfruchtfliegen, die die Kirschanlage verlassen, eine neue Population aufbauen können, ist nicht bekannt.

Auch beziehen sich die Daten auf Untersuchungsjahre, in denen das Wirtsangebot nicht eingeschränkt erschien.

5. Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; ggf. mit Hinweisen auf weiterführende Fragestellungen

Im Rahmen des Projektes „Etablierung einer Laborzucht der Kirschfruchtfliege *Rhahgoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae) und Untersuchungen zur Entwicklung umweltschonender Regulierungsverfahren“ lagen die Schwerpunkte bei der Zucht für Versuchszwecke und bei der Bearbeitung von Fragestellungen zum Einsatz von Köderverfahren zur Bekämpfung des Schädlings.

Hinsichtlich der Zucht war die Bearbeitung folgender Punkte vorgesehen:

- gestaffelte Entnahme von Puparien zur Beendigung der Diapause
- Entwicklung, Erprobung und Optimierung verschiedener Eiablagemedien sowie Eiablagebedingungen
- Entwicklung, Erprobung und Optimierung verschiedener Larvennährmedien
- Versuche zu optimalen Inkubationsbedingungen für die Kirschfruchtfliegenlarven
- Entwicklung und Erprobung rationeller Käfigsysteme
- Entwicklung und Erprobung von Systemen zur effektiven Puppengewinnung
- Ermittlung der Schlupfrate der eingelagerten Puppen
- Kirschanalysen (unreif, reif)
- Selektionsversuche zur Verkürzung der Diapause (Freilandmaterial)

Alle wesentlichen Punkte, die für eine Laborzucht der Kirschfruchtfliege vorgesehen waren, wurden in dem abgelaufenen Projekt bearbeitet. Die Entwicklung und Erprobung von verschiedenen Systemen zur effektiven Puppengewinnung wurde nicht durchgeführt, da die Ausbeute an Puparien bei den einzelnen Fragestellungen zur Zucht nicht hoch genug war. Die Absammlung der Puparien von den einzelnen Medienplatten erwies sich als ausreichend und geeignet für die einzelnen Versuchsabschnitte. Diese Frage ließe sich erst bei einer synchronisierten und quantitativ standardisierten Zucht mit einer höheren Ausbeute weiter bearbeiten. Weiterhin hat sich für die Larvenmedien kommerzieller Kirschsaft als geeigneter und leicht verfügbarer Zusatz erwiesen. Mit dem Standardmedium konnten bis 40 % Verpuppungsrate bei der F1-Generation erreicht werden. Wie ein weiterer Versuch zeigte, kann die Verpuppungsrate mit einem erhöhten Anteil an kommerziellem Kirschsaft noch gesteigert werden, was aber noch verifiziert werden sollte. Entsprechend dem Einsatz von kommerziellem Kirschsaft wurde im Verlauf des Projektes entschieden, die aufwendigen und von verschiedenen Partnern zu bearbeitenden Kirschanalysen nicht in den Vordergrund zu stellen. Durch die Verwendung eines kommerziellen Kirschsaftes konnten die einzelnen Fragestellungen zur Zucht der Kirschfruchtfliege effektiver und zielgerichteter bearbeitet werden. Für Selektionsversuche mit Individuen der Kirschfruchtfliege, die nicht die obligatorische Diapause aufweisen ist eine sehr hohe Anzahl von Puparien notwendig. Insgesamt wurden für das Projekt fast 50 000 Puparien gesammelt. Diese wurden alle vor der Kühllagerung und damit vor der Diapause über mehrere Wochen bei Zimmertemperatur gelagert. Dabei ist nur ein einzelnes Kirschfruchtfliegenweibchen ohne die Kühllagerung geschlüpft. Demnach war diese Problemstellung im Verlauf des Projektes nicht zu bearbeiten.

Für die Entwicklung umweltschonender Regulierungsverfahren der Kirschfruchtfliege waren folgende Punkte im Verlauf des Projektes zu bearbeiten:

„Bait & Kill“: Optimierung von Fallensystemen

- Head Space-Aufsammlungen und -Analysen
- Bioassays zur Fängigkeit von Fallen
- Windtunneluntersuchungen
- Olfaktometeruntersuchungen
- Elektroantennogramm-Experimente
- Freilanduntersuchungen mit optimierten Fallen entsprechend der Laborergebnisse

Dieser Projektabschnitt wurde so bearbeitet, dass im Projektzeitraum möglichste aussagekräftige Ergebnisse erzielt werden konnten. Die Head Space-Aufsammlungen und -Analysen sind in allen drei Projektjahren durchgeführt worden. Um die Ergebnisse aus diesen Analysen schnell und verlässlich in weitere Versuche umsetzen zu können, aus denen eine mögliche Attraktivität der Substanzen ermittelt werden konnte, wurden anstatt der Windtunnel-, Olfaktometer- und Elektroantennogrammversuche das bereits etablierte Eiablageverfahren als Maß für die Attraktivität herangezogen. Außerdem hätte für Wintunnelversuche insbesondere 2006 und 2007 nicht genügend Fliegenmaterial zur Verfügung gestanden, da nach Erfahrungen von Kollegen, die mit anderen Fruchtfliegenarten arbeiten, ein Durchlauf (entspricht einer Wiederholung) mit einem Duftstoff oder einer Kombination mindestens 50 Fliegen notwendig sind. Des weiteren kann mit dem Eiablageversuch im Gegensatz zur Aufnahme von Elektroantennogrammen gleich geklärt werden, ob eine Substanz attraktiv oder repellent auf die Kirschfruchtfliegen wirkt. Freilanduntersuchungen mit im Labor bestimmten attraktiven Stoffen konnten nicht durchgeführt werden, da eine eindeutige Anlockung der Kirschfruchtfliegen in den Eiablagetests noch nicht nachgewiesen werden konnte. Hierzu sind noch weitere solche Test notwendig, die auf den bisherigen aufbauen. Außerdem ist neben der Steigerung der Attraktivität von Fallen insbesondere die Erhöhung der Anlockungswirkung von Ködersprays ins Auge zu fassen, da das eine realistische Alternative zur Bekämpfung der Kirschfruchtfliege darstellt.

„Bait & Kill“ unter Verwendung von „Bait Sprays“

- Labor- und Halbfreilanduntersuchungen zum Einsatz insektizider Wirkstoffe in Kombination mit Futter
- Freilandkäfig- sowie Freilandversuche mit „Bair Sprays“
- Auswirkungen von „Bait & Kill“ auf Nichtzielarten

Die geplanten Fragestellungen zur Anwendung von Köderspays wurden alle im Verlauf des Projektzeitraums bearbeitet. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von Köderspays ein durchaus geeignetes Verfahren sein kann. Es kam im Freiland sowohl in Käfigen mit einer kontrollierten Kirschfruchtfliegenpopulation als auch auf Versuchsflächen mit der natürlichen Kirschfruchtfliegenpopulation zu einer signifikanten Befallsreduktion der Früchte. Die Ergebnisse aus den Versuchen mit Fallen in Kombination mit NH_4-salzen verdeutlichten, dass entweder NH_4-acetat, -carbonat oder eine Mischung aus beiden, woraus jeweils Ammoniak frei wird, die anlockende Wirkung der Fallen verstärkt. Da eine Bekämpfung der Kirschfruchtfliege mit Fallen selbst nicht praktikabel ist, kann dieses Ergebnis für ein Köderspayverfahren genutzt werden. In einem ersten Versuch in den Freilandkäfigen dazu bestätigte sich die Wirkung von NH_4-salzen, bei dem NH_4-carbonat der GF-120-Formulierung beigemischt war und der Befall noch weiter reduziert wurde. Auch ist zu prüfen, inwieweit die Duftstoffe, die bereits in den Eiablageversuchen eingesetzt wurden und eine, wenn auch nicht signifikante, Eiablagesteigerung im Vergleich zur Kontrolle erreichten, eine verstärkte Anlockung der Kirschfruchtfliegen zu den Fraßködern bewirken und damit die Wirkung der insektizidhaltigen Köderspays verstärken können. Neben der Persistenz von Köderspayformulierungen unter UV, ist

die Regenbeständigkeit von sehr großer Bedeutung. Da die bisherigen Formulierungen auf einer wässrigen Lösung beruhen, ist die Abwaschung im Freiland bei Niederschlägen gegeben. Eine damit erforderliche mehrfach wiederholte Anwendung der Sprays wäre wirtschaftlich nicht sinnvoll. Demnach ist bei der Formulierung eine UV- und Regenbeständigkeit anzustreben, die die Wirkung nicht beeinträchtigt.
Im abgelaufenen Projekt konnte wichtige Fragestellungen zu einem Ködersprayverfahren bearbeitet werden, wonach das Verfahren für die Europäische Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* in Frage kommen kann. Es müssen aber weitere Untersuchungen durchgeführt werden, um eine Umsetzung in die Praxis zu gewährleisten.

Weiterhin sollten Fragestellungen zur Biologie der Kirschfruchtfliege bearbeitet werden:

- Monitoring der Phänologie der Kirschfruchtfliege (*R. cerasi* und *R. cingulata*)
- Dispersions- und Verhaltensuntersuchungen

Die geplanten Fragestellungen zur Biologie der beiden Kirschfruchtfliegenarten wurden alle im Verlauf des Projektzeitraums bearbeitet. Dabei haben die Untersuchungen zur Phänologie ein ausgesprochen heterogenes Bild ergeben, aus dem noch keine eindeutigen Kriterien des Erscheinens der Fliegen im Frühjahr und des Flugverlaufes abzuleiten waren. Beispielsweise konnte das von Boller aufgestellte Temperaturmodell für den Flugbeginn des Schädlings nicht bestätigt werden. Die Bodentemperatursummen unterschieden sich in den drei Untersuchungsjahren deutlich. Auch war der Flugverlauf und Flugzeitraum sehr unterschiedlich, was Ableitungen für Empfehlungen für Ködersprayanwendungen erschwert. Aus den Ergebnissen der Flugaktivitäten in Abhängigkeit von der Kirschsorte ergibt sich, dass Bekämpfungsmaßnahmen entsprechend der Reife der Sorten auf einer Anlage mit unterschiedlichen Sorten durchgeführt werden müssten. Zur Dispersion konnte nur ein Versuch im 2. Projektjahr durchgeführt werden, da nur da ausreichend Fliegenmaterial zur Verfügung stand. Danach und durch eine Fallennetz konnten 0,7 bzw. 0,11 % der Fliegen trotz ausreichend erscheinendem Wirtsangebot außerhalb der Kirschquartiere gefangen werden. Danach stellt sich die Frage nach dem entsprechenden Anteil bei einem Mangel an Wirtsfrüchten sowie nach der Mindestzahl an Fliegen, die eine Population aufbauen können, deren verursachter Schaden oberhalb der Schadschwelle liegt. Hinsichtlich des Verhaltens, z. B. wo sich die Fliegen während der Präovipositionsphase aufhalten, sind noch weitere Untersuchungen durchzuführen, da auf den Fallen nur eiablagebereite Kirschfruchtfliegenweibchen mit reifen Ovarien gefangen wurden. Insbesondere aus den Versuchen mit Neem hat sich ergeben, dass dessen Verwendung in Köders prays umso effektiver ist, je früher in der Präovipositionsphase die Kirschfruchtfliegenweibchen eine solche Futterködermischung aufnehmen.

6. Literaturverzeichnis

Adán A, Soria J, Del Estal P, Sánchez-Brunete C & Viñuela E (1998): Differential action of two azadirachtin formulations on the developmental stages of *Ceratitis capitata*. Bol. San. Veg. Plagas 24: 1009-1018.

Boller EF (1964): Auftreten der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi* L.) und Prognose mittels Bodentemperaturen im Jahr 1963. Schweiz. Z. Obst- Weinbau 100: 53-58.

Boller EF (1966): Beitrag zur Kenntnis der Eiablage und Fertilität der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 38 (3 und 4): 193-202.

Boller EF (1968): An artificial oviposition device for the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi*. J. Econ. Entomol. 61 (3): 850-852.

Boller EF (1969): Neues über die Kirschenfliege: Freilandversuche im Jahr 1969. Schweiz. Z. Obst-Weinbau 105 (24): 566-572.

Boller EF (1972): Zum Verkauf und Einsatz neuer Kirschenfliegenfallen im Jahre 1972. Schw. Z. Obst-Weinbau 108: 84-87.

Boller EF (1984): *Rhagoletis cerasi* and *Ceratitis capitata*. Handbook of Insect Rearing. Vol. 2: 135-144. Pritam Singh & RF Moore (eds.). Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.

Boller EF (1989): *Rhagoletis* spp. In: World Crop Pests, Volume 3B, Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control. A.S. Robinson & G. Hooper (Eds): 119-127.

Boller EF & Ramser E (1971): Die Zucht der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi* L.) auf künstlichen Substraten. Schweiz. Z. Obst- Weinbau 107: 174-183.

Boller EF & Remund U (1975): Application of SIT on the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L., in northwest Switzerland. IAEA/FAO Panel Proc. Ser. "Controlling Fruit Flies by the Sterile-Insect-Technique" (Wien 1973): 77-82.

Boller EF & Remund U (1980): Alternativen zur konventionellen chemischen Bekämpfung der Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L., in der Schweiz. Schw. Z. Obst-Weinbau 116: 320-329.

Boller EF, Remund U & Katsoyannos BI (1980): Alternativen zur konventionellen chemischen Bekämpfung der Kirschenfliege. Schlussbericht der Forschungsperiode 1962-1979. Eidgenöss. Forschungsanstalt für Obst-, Wein- und Gartenbau Wädenswil. 107p.

Daniel Cu & Wyss E (2003): Neue Wege zur Regulierung der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* in der biologischen Süßkirschenproduktion. In: Bernhard Freyer (Hrsg.) Beiträge zur 7. Wissenschaftstagung zum Ökologischen Landbau. Ökologischer Landbau der Zukunft. Februar 2003, Wien, Universität für Bodenkultur: 541-542.

Di Ilio V, Christofaro M, Marchini D, Nobili P & Dallai R (1999): Effects of neem compound on the fecundity and longevity of *Ceratitis capitata* (Diptera:Tephriditae). J. Econ. Entomol. 92(1): 76-82.

Epp P (1998): Untersuchungen zum Einsatz von Gelbtafeln zur Prognose und Befallsminderung der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi*. Obstbauliche Versuchsberichte Baden-Württemberg, 12. Jahrg.. Hrsg. Ministerium Ländlicher Raum Bad.-Württ..

Galli P, Flöß W (2001): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2000 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 82-88.

Galli P, Flöß W (2002): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2001 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 85-89.

Galli P, Flöß W (2003): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2002 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 88-92.

Galli P, Flöß W (2004): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2003 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 74-75.

Galli P, Flöß W (2005): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2004 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 136-140.

Galli P, Flöß W, de Boer D & Funke H-G (2006): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2004 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landesanstalt für Pflanzenschutz, Stuttgart: 145-151.

Galli P, Flöß W & de Boer D (2007): Arbeitskreis Lückenindikation, Unterarbeitskreis Obstbau, Versuchsergebnisse 2004 zur Schließung der Lückenindikationen im Obstbau. Baden-Württemberg, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Außenstelle Stuttgart: 149-155.

Geipel KH (2001): Bekämpfung der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi* L., Versuchsbericht, Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau.

Gut L, Pelz K & Wise J (2003): New management strategies and controls for cherry fruit fly and apple maggot. Joint Annual Meeting of the Entomiological Societies of Canada and British Columbia, Kelwona, 1-5 November 2003, Abstract: 41.

Haisch A (1970): Rearing experiments with the European cherry fruit fly. IAEA Panel Proceeding Series, Vienna: 107-109.

Haisch A (1975 a): Raising and multiplying of the European cherry fruit fly, *Rhagoletis cerasi* L. In: Controlling Fruit Flies by the Sterile-Insect Technique. IAEA Panel Proceeding Series SYI/PUB/392, Vienna: 120-121.

Haisch A (1975 b): Zur Puppendiapause der Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L. Z. angew. Entomol. 79: 1-11.

Haisch A & Boller EF (1971): Genetic control of the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* L. Progress report on rearing and sterilization. IAEA/FAO Panel Proc. Ser. "Controlling Fruit Flies by the Sterile-Insect-Technique", Athens, 1970: 67-76.

Haisch A & Boller EF (1973): Zur Prognose des Fluges der Kirschenfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). Bayer. Landwirtsch. Jahrb. 50 (1): 113-119.

Haniotakis GE, Malliaros M & Kozyrakis M (1987): Control of the European cherry fruit fly *Rhagoletis cerasi* with bait spray. Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Rom 7-10 April: 487-493.

Hering A (2007): Das Auftreten von Kirschfruchtfliegen in sächsischen Obstanlagen und deren Umfeld. Diplomarbeit, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden (FFH), FB Landbau / Landespflege, Dresden.

Kapoor VC, Grewal JS & Beri AS (1987): Fruit fly traps in the population study of fruit flies. Proc. CEC/IOBC Int. Symp. Rom 7-10 April: 373-386.

Katsoyannos BI, Boller EF & Remund U (1977): Beitrag zur Entwicklung von Methoden für die Massenzucht der Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L., auf künstlichen Substraten. Mitt. Schweiz. Ent. Gesellsch. 50: 25-33.

Katsoyannos BI, Boller EF & Remund U (1980): A simple olfactometer for the investigation of sex pheromones and other olfactory attractants in fruit flies and moth. J. Appl. Entomol. 90: 105-112.

Katsoyannos BI, Boller EF & Benz G (1986): Das Verhalten der Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L., bei der Auswahl der Wirtspflanzen und ihre Dispersion. Mitt. Schw. Ent. Ges. 59: 315-335.

Katsoyannos BI, Boller EF & Benz G (1987): Zur Reproduktionsbiologie der Kirschenfliege *Rhagoletis cerasi* L.: Präovipositionsperiode, Tagesperiodizität und Einfluss der Kopulation auf die Fekundität und Fertilität einzeln oder in Gruppen gehaltener Weibchen (Diptera: Tephritidae). Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 60: 3-13.

Katsoyannos BI, Papadopoulos NT & Stavridis D (2000): Evaluation of trap types and food attractants for *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 93 (3): 1005-1010.

Kneifl V, Paprstein F & Knourkova J (1997): Dispersion of cherry fruit fly (*Rhagoletis cerasi* L.). Verdecke Prace Ovocnarske 15: 89-92.

Köppler K & Vogt H (2003): Erarbeitung erster Ansätze für die Bekämpfung der Kirschfruchtfliege im ökologischen Landbau unter besonderer Berücksichtigung des Potentials entomopathogener Nematoden. Projektbericht 2003.

Köppler K, Vogt H (2007): Neue Erkenntnisse zur Zucht der Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cerasi*. Kurzfassung, Tagung der DGaaE, Innsbruck 2007: 113.

Peck SL & McQuate GT (2000): Field tests of environmentaly friendly malathion replacements to suppress wild mediterrannean fruit fly (Diptera: Tephritidae) populations. J. Econ. Entomol. 92: 280-289.

Pelz KS, Isaacs R, Wise J & Gut LJ (2004): Protection of fruit against infestation by apple maggot and blueberry maggot flies (Diptera: Tephritidae) using GF-120 Fruit Fly Bait. J. Econ. Entomol. (in press).

Prokopy RJ & Boller EF (1970): Artificial egging systems for the European cherry fruit fly. J. Econ. Entomol. 63 (5): 1413-1417.

Prokopy RJ & Boller EF (1971): Stimuli eliciting oviposition of European cherry fruit flies, *Rhagoletis cerasi* (Diptera: Tephritidae), into inanimate objects. Ent. Exp. Appl. 14: 1-14.

Prokopy RJ, Wright SE, Black JL, Hu XP & McGuire M (2000): Attracticidal spheres for controling apple maggot flies: commercial-orchard trials. Entomol. Exp. Appl. 97: 293-299.

Remund U (1971): Anwendungsmöglichkeiten einer wirksamen visuellen Wegwerffalle für die Kirschfruchtfliege (*Rhagoletis cerasi* L.). Schw. Z. Obst-Weinbau 107: 196-205.

Remund U & Boller EF (1975): Entwicklung und Anwendungsmöglichkeiten einer neuen visuellen Falle für die Kirschenfliege, *Rhagoletis cerasi* L. Z. Angew. Entomol.77: 348-353.

Remund U & Boller EF (1979): Zur Negativprognose (Befallsprognose) bei der Kirschenfliege. Schw. Z Obst- Weinbau 115: 167-170.

Roessler Y (1989): Insecticidal bait and cover sprays. In: World Crop Pests, Volume 3B, Fruit Flies, Their Biology, Natural Enemies and Control. A.S. Robinson & G. Hooper (eds.): 329-337.

Sprengel L & Sonntag K (1932): Der Flug der Kirschfliege (*Rhagoletis cerasi* L.) in seiner Bedeutung zu Fruchtreife und Witterung, mit grundsätzlichen Erörterungen über die Erfassung der Wetterfaktoren. Anzeiger f Schädlingskunde Jahrg. VIII Heft 1: 1-10.

Stelinski LL, Liburd OE, Wright S, Prokopy RJ, Behle R & McGuire MR (2001): Comparison of neonicotinoid insecticides for use with biodegradable and wooden spheres for control of key *Rhagoletis* species (Diptera: Tephritidae). J. Econ. Entomol. 94 (5): 1142-1150.

Theinert C & Dickler E (2000): Zum Orientierungsverhalten der Kirschfruchtfliege, *Rhagoletis cerasi* L., eine Literaturübersicht. Mittlg. Biol. Bundesanst., 376: 271-272.

Vallo V, Remund U & Boller EF (1976): Storage conditions of stockpiled diapausing pupae of *Rhagoletis cerasi* for obtaining high emergence rates. Entomoph. 21 (3): 251-256.

van Randen EJ & Roitberg BD (1998 a): The effect of a neem (*Azadirachta indica*) based insecticide on survival and development of juvenile Western cherry fruit fly (*Rhagoletis indifferens*) (Diptera:Tephritidae). Can. Entomol. 130 (6): 869-876.

van Randen EJ & Roitberg BD (1998 b): Effect of a neem (*Azadirachta indica*) based insecticide on oviposition deterrence, survival, behaviour and reproduction of adult Western cherry fruit fly (*Rhagoletis indifferens*) (Diptera:Tephritidae). J. Econ. Entomol. 91: 123-131.

Vogt H, Bigler F, Brown K, Candolfi MP, Kemmeter F, Kühner C, Moll M, Travis A, Ufer A, Viñuela E, Waldburger M & Waltersdorfer A (2000): Laboratory method to test effects of plant protection products on larvae of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). In: MP Candolfi, S Blümel & R Forster et al. (eds.): Guidelines to evaluate side-effects of plant protection products to non-target arthropods. IOBC/WPRS, Gent, 27-44.

Vogt H (2002): Expertenkolloquium Kirschfruchtfliege. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 54: 77-79.

Vogt H, Dahlbender W, Hensel G & Lampe I (2007): Ein neues Problem für den Kirschanbau: Die Ostamerikanische Kirschfruchtfliege *Rhagoletis cingulata* (Loew). Abtrarts Entomologentagung der DGaaE, Innsbruck 26.02.-01.03.07. Berichte des naturwiss.-med. Vereins in Innsbruck, Suppl 17:253.

Voigt E (1997): Monitoring Cherry Fruit Fly (*Rhagoletis cerasi* L.) using yellow traps. IOBC/WPRS Bulletin 20(6): 50-53.

Wiesmann R (1933): Untersuchungen über die Lebensgeschichte und Bekämpfung der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* Linnè. Landw. Jahrb. Schweiz 47: 711-760.

Wiesmann R (1944): Untersuchungen über das Anködern der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. Landw. Jahrb. Schweiz. Separatdruck: 803-840.

Wiesmann R (1950): Untersuchungen über die Diapause der Puppe der Kirschfliege *Rhagoletis cerasi* L. Mitt. Schweiz. Ent. Ges. 23 (2): 207-225.

Wyss E & Zuber M (1998): Problem Kirschfruchtfliege - ein Fall für Fallen? Ökologie und Landbau 26: 44-45.