



Schlussbericht zum Thema

Erarbeitung von Bausteinen zur Optimierung der Regulierung
der Apfelsägewespe, der Rotbeinigen Baumwanze und von
Schalenwicklern und optimale Integration in die
Gesamtstrategie zur Insektenregulierung im Ökologischen
Kernobstanbau

**FKZ: 2815OE074; 2815OE116;
2815OE117**

Projektnehmer: Universität Hohenheim;
Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum (DLR) –
Rheinpfalz; Öko-Obstbau Norddeutschland Versuchs-
und Beratungsring e.V.

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung
und Landwirtschaft auf Grund eines Beschlusses des
Deutschen Bundestages im Rahmen des
Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere
Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Das Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft (BÖLN) hat sich zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen für die ökologische und nachhaltige Land- und Lebensmittelwirtschaft in Deutschland zu verbessern. Es wird vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) finanziert und in der BÖLN-Geschäftsstelle in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) in Bonn in die Praxis umgesetzt. Das Programm untergliedert sich in zwei ineinandergreifende Aktionsfelder, den Forschungs- und den Informationsbereich.

Detaillierte Informationen und aktuelle Entwicklungen finden Sie unter
www.bundesprogramm.de

Wenn Sie weitere Fragen haben, wenden Sie sich bitte an:

Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft
Deichmanns Aue 29
53179 Bonn
Tel: 0228-6845-3280
E-Mail: boeln@ble.de

Zuwendungsempfänger	<ul style="list-style-type: none"> • Universität Hohenheim, Stuttgart-Hohenheim • Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz (DLR), Rheinbach • Öko-Obstbau Norddeutschland (ÖON e.V.), Jork
Förderkennzeichen	<p>FKZ 2815OE 074 2815OE 116 2815OE 117</p>
Vorhabenbezeichnung	<p>Erarbeitung von Bausteinen zur Optimierung der Regulierung der Apfelsägewespe, der Rotbeinigen Baumwanze und von Schalenwicklern und optimale Integration in die Gesamtstrategie zur Insektenregulierung im Ökologischen Kernobstanbau (INSEKTOEKOOST)</p>
Laufzeit	27.03.2017 – 31.03.2022
Berichtszeitraum	27.3.2017 – 31.3.2022 (Abschlussbericht)
Koordination	Prof. Dr. Dr. C.P.W. Zebitz, Universität Hohenheim
Beteiligte Institute	<ul style="list-style-type: none"> • Dienstleistungszentrum Ländlicher Raum – Rheinpfalz (DLR), Rheinbach • Öko-Obstbau Norddeutschland (ÖON e.V.), Jork
Partner	<ul style="list-style-type: none"> • e-nema Gesellschaft für Biotechnologie und biologischen Pflanzenschutz mbH, Schwentinental

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

INHALT

1	Einführung	3
1.1	Gegenstand des Vorhabens	3
1.2	Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen	3
1.3	Planung und Ablauf des Projektes	3
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde	3
3	Darstellung der wichtigsten Ergebnisse (incl. Material und Methoden)	6
3.1	AP 1: Regulierung der Apfelsägewespe mit entomopathogenen Nematoden (EPN) ...	6
3.1.1	Optimierung des Applikationsverfahrens für die EPN	6
3.1.2	Bestimmung der Wirkungsdauer der EPN im Boden	7
3.1.3	Wirksamkeit der Applikation der EPN auf den Befall mit Apfelsägewespe	9
3.1.4	Prüfung der Plausibilität einer Befallsprognose aufgrund des Vorjahresbefalls	11
3.2	AP 2: Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze	11
3.2.1	Monitoring des Auftretens der Rotbeinigen Baumwanze in Apfelanlagen und der Korrelation mit Schäden an den Früchten	11
3.2.2	Versuche zur Wirkung verschiedener direkter Regulierungsverfahren	13
3.2.3	Versuche zur Wirkung von Alternativen zu Pyrethrumpräparaten	15
3.2.4	Versuche zu Nebenwirkungen der Mischung von Neudosan® Neu/Trifolio S-forte auf Birnen bei Applikation in der Blüte	17
3.2.5	Erhebungen zu Antagonisten der Rotbeinigen Baumwanze	19
3.2.6	Versuch zur Ausbringung des Eiparasitoiden Trissolcus cultratus	20
3.3	AP 3: Regulierung des Fruchtschalenwicklers	21
3.3.1	Befallssituation, Artenspektrum und Parasitierung in den verschiedenen Regionen	21
3.3.2	Erarbeitung und Validierung einer Kombinationsstrategie zur Regulierung des Schalenwicklers	23
3.4	AP 4: Regulierung der Pfennigminiermotte	26
3.4.1	Untersuchungen zur Wirkung von entomopathogenen Nematoden	26
3.4.2	Detailversuche zur Wirkung von NeemAzal®-T/S auf die Pfennigminiermotte	28
3.4.3	Freilandversuche zur Wirkung von NeemAzal®-T/S auf die Pfennigminiermotte	30
3.4.4	Effekte des Witterungsverlaufs auf die Entwicklung der Larven	33
3.4.5	Untersuchungen zur Entwicklung der Eier in Abhängigkeit von der Temperatur	33
3.4.6	Prognose des Schlupfs der Pfennigminiermottenlarven	33
3.4.7	Untersuchungen zum Potential von pilzlichen Antagonisten	34
3.4.8	Untersuchungen zum antagonistischen Potential von Parasitoiden	37

3.5	Zusatzuntersuchung zu den APs 2 und 4: Untersuchung von Kescherproben in Anlagen mit und ohne Blühstreifen auf Parasitoide von <i>P. rufipes</i> und <i>L. scitella</i>	43
3.6	Erstellung einer Internetseite mit Anleitungen zur Bestimmung der gefundenen Parasitoide	44
4	Diskussion der Ergebnisse	44
4.1	AP 1: Regulierung der Apfelsägewespe mit entomopathogenen Nematoden (EPN)	44
4.2	AP 2: Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze	44
4.3	AP 3: Regulierung des Fruchtschalenwicklers	45
4.4	AP 4 Regulierung der Pfennigminiermotte	45
4.5	Zusatzuntersuchung zu den APs 2 und 4: Untersuchung von Kescherproben in Anlagen mit und ohne Blühstreifen auf Parasitoide von <i>P. rufipes</i> und <i>L. scitella</i>	47
5	Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. Wurden im Projekt praxisrelevante Ergebnisse erzielt?	47
6	Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen	48
7	Zusammenfassung	48
8	Literaturverzeichnis	50
9	Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen zum Projekt	51
9.1	Vorträge	51
9.2	Veröffentlichungen	53

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Gegenstand des Vorhabens war die Erarbeitung einer langfristig tragfähigen Gesamtstrategie zur Schädlingsregulierung im Ökologischen Kernobstanbau in enger Zusammenarbeit mit Praxis und Beratung. Dadurch sollten die Rahmenbedingungen für die Ausdehnung des Ökologischen Kernobstanbaus verbessert werden. Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Erarbeitung/Validierung von Bausteinen zur Regulierung der Apfelsägewespe (*Hoplocampa testudinea*), der Rotbeinigen Baumwanze (*Pentatoma rufipes*) und des Fruchtschalenwicklers. Für diese Schädlinge standen nicht genügend, nicht sicher verfügbare oder ausreichend wirksame Bausteine für eine langfristig erfolgreiche und gut mit dem Gesamtkonzept vereinbare Regulierungsstrategie zur Verfügung. Auch das Potential intelligenter Kombinationsmöglichkeiten mehrerer Bausteine sollte untersucht werden. Im Jahr 2018 trat dann die Pfennigminiermotte vermehrt auf, so dass die Strategie zu ihrer Regulierung ebenfalls in das Projekt integriert wurde. Ein Schwerpunkt des Projekts war auch die Untersuchung der natürlichen Gegenspieler und ihres Potentials in den Strategien. Die wichtigsten Gegenspieler der untersuchten Schädlinge sind Parasitoide. Diese sind nicht einfach zu finden und schon gar nicht zu bestimmen. Daher wurde eine homepage mit einer Anleitung zur Sammlung und Bestimmung dieser Parasitoide erstellt.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projekts, Bezug des Vorhabens zu den einschlägigen Zielen des BÖLN oder zu konkreten Bekanntmachungen und Ausschreibungen

Das Vorhaben leistet einen Beitrag zu den förderpolitischen Zielen in Modul B der Bekanntmachung über die Förderung von innovativen Vorhaben für einen nachhaltigen Pflanzenschutz vom 28. Juli 2015 - Modul B.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Das Projekt war ursprünglich für eine Laufzeit von drei Jahren konzipiert. Durch das Frostjahr 2017 war aber eine Auswertung im ersten Jahr nur sehr begrenzt möglich. Für das AP 1 Apfelsägewespe lagen zum geplanten Projektende aber genügend Ergebnisse vor, so dass deutlich wurde, dass dieser Baustein nicht in praxistauglich ist. In den APs 2, 3 und 4 waren aber praxisrelevante Ergebnisse zu erwarten, wenn die Arbeiten noch zwei Jahre fortgesetzt werden konnten. Daher wurde für diese APs eine Verlängerung beantragt. In der Verlängerung konnten dann auch Praxisempfehlungen erarbeitet werden.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

Bei der Strategie zur Insektenregulierung im Ökologischen Kernobstanbau waren für die **Apfelsägewespe** nur sehr wenige Bausteine für eine erfolgreiche Strategie vorhanden. Zudem ist die langfristige Verfügbarkeit des bislang wichtigsten Bausteins, der Einsatz von Quassia-Extrakten, derzeit nicht sicher. Entomopathogene Nematoden (EPN) der Art *Steinernema feltiae*, die zur Reduktion des Apfelwicklerbefalls bereits Verwendung finden (Kienzle et al., 2010, 2012), hatten auch erste interessante Ergebnisse bei der Regulierung der Pflaumensägewespe und der Apfelsägewespe gezeigt (Happe et al., 2016).

Die Sägewespe überwintert in einem Kokon im Boden in 20-40 cm Tiefe. Kurz vor der Blüte arbeiten sich die frisch geschlüpften adulten Tiere nach oben. Während dieser Passage sind sie sehr anfällig für EPN (Happe et al., 2016). Erste Praxisversuche an der Niederelbe mit einer Ausbringung von EPN auf den Boden kurz vor Schlupf der adulten Sägewespen konnten die Ergebnisse von Happe et al. (2016) soweit bestätigen, dass das Potential dieses Verfahrens als Baustein für die Strategie zur Regulierung der Apfelsägewespe unbedingt näher untersucht werden musste. Ein wichtiger Punkt dabei war die Entscheidungsfindung über die Applikation, die aufgrund des Vorjahresbefalls getroffen werden muss. Da die Sägewespe auch mehrere Jahre im Boden überdauern kann war es nicht wie z.B. beim Apfelwickler zwangsläufig als gesichert anzusehen, dass auf ein Befallsjahr ein zweites Befallsjahr folgt. Oft tritt auch starker Flug überraschend auf. Ob dies auf ein unzulängliches Monitoring des sich langsam aufbauenden Befallsdrucks durch die Betriebsleiter oder auf die Biologie der Sägewespe zurückzuführen ist, sollte durch ein gross angelegtes Monitoring des Befallsverlaufs geklärt werden.

Eine weitere offene Frage war die Terminierung und die notwendige Anzahl der Behandlungen mit entomopathogenen Nematoden (Abb. 1). Trapman (2016) evaluierte die von verschiedenen Autoren vorgestellten Verfahren zur Bestimmung des Schlupfzeitpunkts der ersten Sägewespen auf Basis der Lufttemperaturen in mehreren europäischen Regionen und stellte ein erstes Prognosemodell in RIMPro vor. Die Ausbringung musste nicht unbedingt vor dem Schlupf der ersten Sägewespe bei 181 Gradtagen (DD), sondern vor dem Hauptschlupf bei 209 DD erfolgen. Mit der Terminierung der Applikationen auf der Basis dieser Temperatursummen sollten Erfahrungen gesammelt werden, um später Empfehlungen geben zu können.

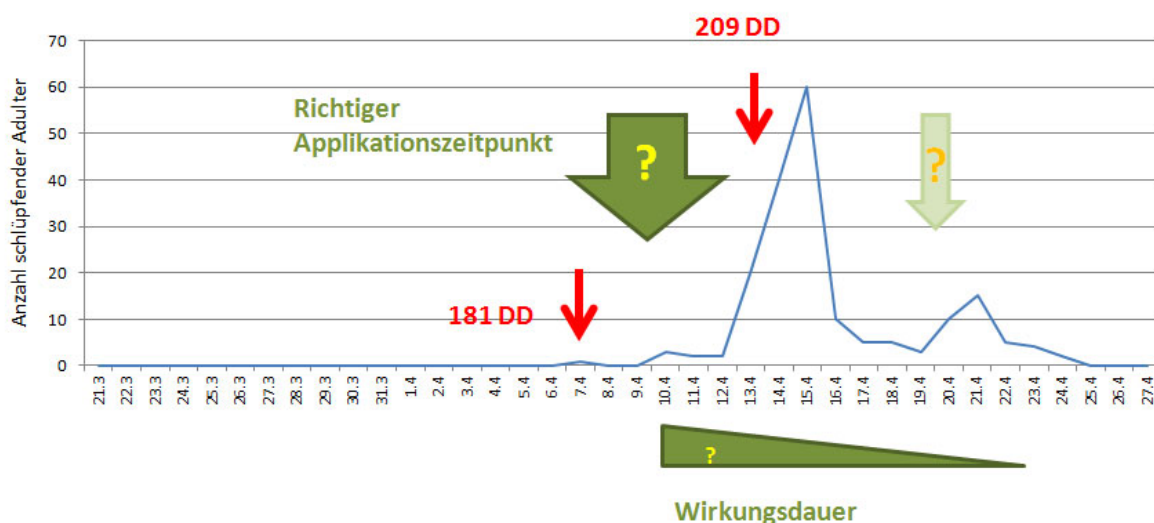


Abbildung 1: Schematische Darstellung der vorhandenen Daten und offenen Fragen für die Prognose des Schlupfverlaufs der Apfelsägewespe im Hinblick auf den Applikationszeitpunkt und die Anzahl der Behandlungen

Wichtig für die Terminierung sowie für die notwendige Anzahl der Behandlungen ist auch, ob die Wirkungsdauer im Boden über die gesamte Schlupfperiode der Sägewespen anhält. Je nach Schlupfverlauf und potentieller Wirkungsdauer könnte eine zweite Behandlung notwendig werden, was Kosten und Aufwand sehr stark verteuern würde. Die „Wirkungsdauer“ im Boden in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit war der zweite relevante Parameter für die Entscheidung, ob ggf. eine Wiederholung der Behandlungen notwendig sein könnte sowie, wie genau vor dem Schlupf der Sägewespen die erste Behandlung terminiert werden sollte. Im Boden war eigentlich nach den Erfahrungen aus den Apfelwickler-Behandlungen kein längeres Überleben der EPN zu erwarten (Curto et al., 2008). Es sollte aber untersucht werden, wie viele Tage nach der Behandlung noch lebende EPN in einer gewissen Zahl gefunden werden.

In Birnenanlagen im südlichen Teil Deutschlands war die **Rotbeinige Baumwanze** (*Pentatoma rufipes*) und manchmal auch andere Stinkwanzenarten seit einigen Jahren zu einem sehr grossen Problem (König, 2015) geworden. Mehrere Betriebe hatten deshalb bereits ihre Birnenanlagen gerodet. Zunehmend wurden diese Wanzen auch im Apfelanbau beobachtet, wo man sie mit Saugschäden an den Früchten in Verbindung brachte.

Die Möglichkeiten der Regulierung der Baumwanze im Bioanbau waren sehr beschränkt. Bei Spruzit mit der Indikation Birnenknospenstecher/Apfelfruchtstecher konnte die Nebenwirkung genutzt werden. Damit sind Bekämpfungstermine ein- oder zweimalig vor der Blüte und/ oder nach der Ernte möglich. Allerdings waren der Effekt mäßig und das Risiko einer Schädigung von relevanten Nützlingen groß (Trautmann und Wetzler, 2010; Peusens und Belien 2012, König, 2014). Daher sollten nützlingsschonendere und möglichst auch wirksamere Alternativen gesucht werden. Im Fokus standen entomopathogene Nematoden und Pilze. Es wurde bereits nachgewiesen, dass EPN (*Steinernema spec.*) die Rotbeinige Baumwanze erfolgreich angreifen können (Belien, 2012, De Bruine, 2015). Bei einer anderen Stinkwanzenart, *Plautia stali*, konnte ein Effekt von *Metarhizium anisopliae* nachgewiesen werden (Ihara et al., 2001). Nematoden müssen nicht zugelassen werden und *M. anisopliae* ist bereits auf EU-Ebene als Pflanzenschutzmittel gelistet und damit auch für den Öko-Anbau zulässig. Daher wäre in beiden Fällen eine rasche Verfügbarkeit des Bausteins für die Praxis gewährleistet gewesen.

Da die Wanze auch zunehmend im Apfelanbau beobachtet wurde und in einer stark befallenen Anlage auch Saugschäden an den Früchten gefunden wurden, die mit den Wanzen in Verbindung gebracht werden könnten, war davon auszugehen, dass dieses Verfahren auch für den Ökologischen Apfelanbau relevant sein wird. Es wurden von verschiedenen Seiten Beobachtungen eines verstärkten Auftretens im Apfelanbau im Südwesten gemeldet, unklar war allerdings, ob wirklich Schäden entstehen und wie diese mit der Populationshöhe in Verbindung zu bringen sind.

Schalenwickler traten nach langer „Pause“ ab 2015 wieder verstärkt auf und es kam teilweise zu hohem Befall, den man in dieser Form in den Öko-Anlagen früher eher weniger beobachten konnte. In den neunziger Jahren, als Schalenwicklerschäden noch eine Rolle spielten, wurde in Öko-Anlagen eine hohe Parasitierung aber auch ein regional unterschiedliches breites Artenspektrum an Schalenwickler- und Knospenwicklerarten festgestellt (Kienzle et al., 1997, 2015). Zu den jetzt stark befallenen Anlagen lagen dazu keine Daten vor. Wichtig ist die Parasitierung auch vor dem Hintergrund der Auswahl der Regulierungsstrategie für die wichtigste Art *Adoxophyes orana*: Durch das für diese Schalenwicklerart spezifische Granulovirus (CAPEX 2) sterben die Larven erst in den letzten Larvenstadien ab so dass sich die meisten Schlupfwespen in der Larve noch vollständig entwickeln können (Kienzle et al., 1995). Das Präparat ist also sehr nützlingsschonend und verschiebt das Nützlings-Schädlings Verhältnis zugunsten der Nützlinge. Allerdings wird der Effekt von Praxis und Beratung als weniger hoch eingeschätzt als der einer zweimaligen Behandlung mit einem *Bt*-Präparat (Effekt auf verschiedenen Arten), bei der die Larven allerdings in der Regel absterben bevor die Parasitoide sich fertig entwickeln können. Um diesen Effekt entsprechend quantifizieren und in der Strategieempfehlung optimal nutzen zu können, sollte in Anlagen mit den entsprechenden Strategien die Höhe der Parasitierung und das Artenspektrum der Schalenwickler erfasst werden.

3 Darstellung der wichtigsten Ergebnisse (incl. Material und Methoden)

3.1 AP 1: Regulierung der Apfelsägewespe mit entomopathogenen Nematoden (EPN)

In diesem Arbeitspaket wurde ein optimales Applikationsverfahren erarbeitet und die Terminierung erprobt. Um die optimale Terminierung abschätzen zu können, wurde auch die Wirkungsdauer der EPN im Boden bestimmt. Dafür wurde ein Verfahren für einen Biotest entwickelt. Die Wirksamkeit des Verfahrens auf den Befall durch Apfelsägewespe wurde ermittelt. Es erfolgte auch eine Klärung, ob ein Monitoring des Vorjahresbefalls für die Prognose des Befallsdrucks im Folgejahr aussagefähig sein kann. Die Versuche fanden in den Jahren 2017 bis 2019 statt.

3.1.1 Optimierung des Applikationsverfahrens für die EPN

Der Zeitpunkt des Schlupfes der adulten Sägewespen wurde mittels der von Trapman (2016) beschriebenen Methode berechnet (s. auch Abb. 1). Außerdem wurden Weißfallen aufgehängt und regelmäßig kontrolliert, um sowohl den Schlupfbeginn als auch den Schlupfhöhepunkt zu erfassen.

Keine der Versuchsanlagen verfügte über eine Überkronenberegnungsanlage. Ziel war auch, ein Verfahren auszuarbeiten, das für alle Anlagen geeignet sein sollte. Daher wurde ein Spritzverfahren angestrebt.

Da vermutet wurde, dass die Bodenfeuchte für die Wirksamkeit und das Überleben der EPN von entscheidender Bedeutung sein würden, wurde versucht, die Applikation kurz vor einem Niederschlagsereignis und dem zu erwartenden Schlupfbeginn der Apfelsägewespen zu terminieren. Dies erwies sich als sehr schwierig da es zu dieser Zeit in allen Regionen meist sehr trocken war. Anfangs wurde nur auf den Baumstreifen appliziert. Dabei erfolgte ein "Vornässen" mit 2000 L Wasser pro ha, dann die Ausbringung der EPN wiederum mit 2000 L/ha und dann ein "Einnässen" mit wiederum 2000 L/ha. Ausgebracht wurden also insgesamt 6000 L/ha. Die Ausbringung erfolgte mit selbstgebauten Spritzgestängen (Abbildung 2).



Abbildung 2: Ausbringung der Nematoden mit selbstgebauten Spritzbalken auf den Baumstreifen

Bald zeigte sich, dass diese Wassermengen viel zu gering waren. Mehrere Betriebsleiter auf den Versuchsbetrieben gingen dann rasch dazu über, sich in der Nachbarschaft Jauchefässer auszuleihen. Damit war die Ausbringung ganz anderer Wassermengen möglich. Die EPN wurden direkt in das Jauchefaß gegeben. Somit war nur eine Überfahrt notwendig (Abb. 3). Erfolgte die Ausbringung nur auf den Baumstreifen, wurden 10.000 l/ha ausgebracht. Musste die Ausbringung auf die gesamte Fläche erfolgen, wurden bis zu 24.000 L/ha verwendet.



Abbildung 3: Ausbringung der Nematoden mit dem Jauchefass auf den Baumstreifen (links) und auf die gesamte Anlagenfläche (rechts)

Versuche mit Eklektoren in einer Anlage zeigten, dass auch in der Fahrgasse Sägewespen schlüpfen. Wird ein früher Sommerschnitt praktiziert, werden zudem befallene Früchte mit den Astpartien abgeschnitten und auf die Fahrgasse geworfen. Dasselbe geschieht bei der Ausdünnung. Eine Behandlung der Fahrgasse ist daher in vielen Fällen grundsätzlich angeraten. Sie konnte aber logistisch nicht in allen Fällen umgesetzt werden.

3.1.2 Bestimmung der Wirkungsdauer der EPN im Boden

Um die Überlebensdauer der EPN im Boden zu bestimmen, wurden anfangs vor der Spritzung und im Wochenabstand nach der Spritzung Bodenproben gezogen und an die Firma e-nema GmbH zur Analyse verschickt. Dieses Verfahren erwies sich allerdings als wenig aussagekräftig. Daher wurde im Jahr 2018 ein Verfahren für einen Biotest entwickelt, der die Aktivität der EPN im Boden abbilden sollte. Dafür wurden jeweils 5 Mehlwurmlarven mit etwas Sand in ein Säckchen aus Netzmaterial mit einer Maschenweite von 100 μ gewickelt und vergraben (Abb. 4). Pro Variante wurden 25 Säckchen ca. 15 cm tief eingegraben, markiert und nach 1-3 Tagen wieder ausgegraben. Die Säckchen mit den Mehlwürmern wurden 7 Tage bei Raumtemperatur aufbewahrt. Dann wurde untersucht, wieviel Mehlwürmer noch am Leben waren. Die toten Tiere wurden unter dem Mikroskop auf Vorhandensein von EPN untersucht (Abb. 4).



Abbildung 4: Mehlwurmsäckchen mit Sand (links), Säckchen beim Eingraben (Mitte), EPN in seziiertem Mehlwurm bei der Kontrolle unter dem Mikroskop (rechts)

Im Jahr 2018 wurde das Verfahren entwickelt. Erste Tendenzen zeichneten sich ab, dass die EPN bis zu drei Wochen auch in relativ trockenem Boden nach der Spritzung aktiv waren. Im

Jahr 2019 konnte der Biotest dann in den Regionen Süd, Ost und West sehr gut durchgeführt werden. Die Ergebnisse in Süd und Ost (Tab. 1 und 2) zeigen deutlich, dass bis fast 3 Wochen nach der Applikation trotz wenig Niederschlägen eine hohe Aktivität der EPN zu verzeichnen war. In der Region West kam es nach der Applikation zu sehr niedrigen Temperaturen und sogar zu Bodenfrost. In dieser Periode war wenig bis keine Aktivität der EPN gegenüber den Mehlwürmern zu verzeichnen. Zu den späteren Probenahmeterminen war die Aktivität aber wieder recht hoch (Abb. 5). Sogar zwei Monate nach Applikation wurden noch einzelne Mehlwürmer befallen.

Tabelle 1: Anteil von Säckchen (%) mit mindestens einem nematodenbefallenen Mehlwurm in der Region Süd an beiden Standorten an verschiedenen Tagen nach der Applikation (TnA) im Jahr 2019

Standort	Variante	Anzahl ausgebrachter Säckchen pro Termin	TnA 4	TnA 11	TnA 19
1 Süd	Nematoden	25	68 %	68 %	72 %
	Kontrolle	6	0	0	0
2 Süd	Nematoden Baumstreifen	25	64 %	64 %	76 %
	Nematoden Fahrgasse	25	68 %	52 %	88 %
	Kontrolle	6	0	0	0

Tabelle 2: Anteil von Säckchen (%) mit mindestens einem nematodenbefallenen Mehlwurm in der Region Ost an beiden Standorten an verschiedenen Tagen nach der Applikation (TnA) im Jahr 2019

Standort	Variante	Anzahl ausgebrachter Säckchen pro Termin	TnA 2	TnA 9/8	TnA 16/15
1	Nematoden	25	73,3	70,0	65,0
2	Nematoden	25	63,3	71,7	75,0

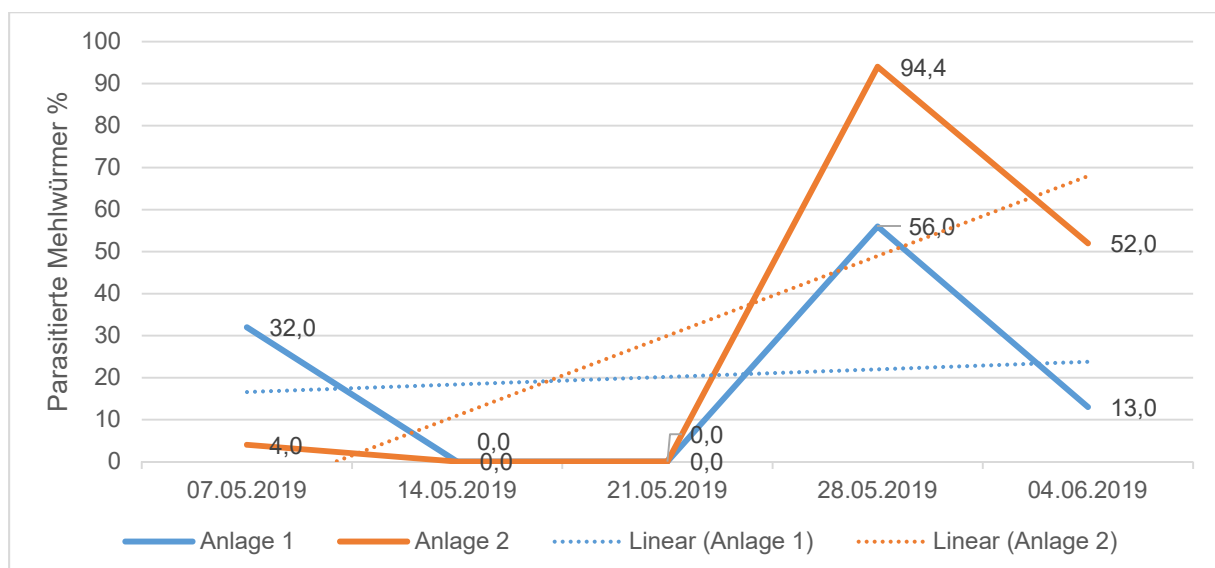


Abbildung 5: Parasitierung der Mehlwürmer zu den verschiedenen Probenahmeterminen an den beiden Versuchsanlagen in der Region West im Jahr 2019. Die Spritzung erfolgte am 6.5.2019.

Die Ergebnisse zeigen, dass eine Terminierung der Applikation nicht direkt vor dem Schlupf erfolgen muss, sondern dass die EPN mindestens 2-3 Wochen im Boden sehr aktiv sind. Dies

ist ein wesentlicher Fortschritt in Bezug auf eine potentielle Umsetzung. Kurz vor dem Schlupf-termin der Apfelsägewespe stehen in den Betrieben sehr viele Arbeiten gleichzeitig an. Zudem fällt der Termin oft noch in die Osterfeiertage, an denen Spritzungen mit dem Jauchefass Anwohnern schwierig vermittelbar sind. So kann auch eher auf ein Niederschlagsereignis gewartet werden. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass die verwendete EPN-Art *Steinernema feltiae* eine Mindesttemperatur von 8°C für ihre Aktivität benötigt. Bei sehr kaltem Boden ist sie offensichtlich inaktiv.

3.1.3 Wirksamkeit der Applikation der EPN auf den Befall mit Apfelsägewespe

Da eine mögliche Reduktion der Anzahl der adulten Sägewespen das Ziel der Behandlung war und diese relativ mobil in der Anlage sind, wurde das Versuchsdesign entsprechend mit großen Blöcken aufgebaut. Es wurden große Anlagen ausgesucht, die dann zweigeteilt wurden. In einem Block wurden die entomopathogenen Nematoden (EPN) ausgebracht, der andere Block blieb unbehandelt. Zwischen behandeltem und unbehandeltem Teil wurde eine Pufferzone von mindestens 50 m eingerichtet, die ebenfalls behandelt aber nicht ausgewertet wurde. Ausgebracht wurden in jedem Versuch 500,000 EPN je m². Wurde nur auf den Baumstreifen appliziert, wurde für diesen 1 m Breite veranschlagt und die zu behandelnde Fläche entsprechend berechnet. Von der Spritzbrühe wurde jeweils etwas aufgefangen und die Aktivität der EPN unter dem Binokular anschließend geprüft. In allen Versuchen war sie gegeben.

Die Wirkung der Behandlung wurde anhand der Eiablage der Sägewespen ermittelt. Dafür wurden je Variante jeweils 250 Blütenbüschel auf Eiablage untersucht. Angestochene Blüten wurden ins Labor verbracht. Dort erfolgte noch eine Bestimmung des Entwicklungsstadiums der Eier, um ggf. einen zeitlichen Verlauf des Effekts beobachten zu können. Da die meisten Betriebe Quassia zur Kontrolle der Sägewespe einsetzen erfolgte keine Bonitur des Fruchtschadens. Zusätzlich zur Bonitur der Eiablage wurden noch beleimte Weißfallen in den einzelnen Varianten aufgehängt und die daran festhängenden Sägewespen gezählt.

In den Versuchen Nr. 4, 5, 6, 7, 8, 13 and 14 wurde eine hohe Aktivität der EPN im Boden über etwa 3 Wochen nachgewiesen. Offensichtlich waren aber die Effekte auf die Eiablage der Sägewespen aber gering und nicht verlässlich (Tab. 3). Um zu prüfen, ob ggf. nematodenbefallene Sägewespen längere Zeit am Leben bleiben und ggf. noch Eier legen, wurden im Jahr 2019 an beiden Standorten in der Region Süd von den Weißfallen gut erhaltene Sägewespen entnommen und unter dem Binokular auf Nematodenbefall untersucht. Von den 20 untersuchten Sägewespen waren 4 Tiere mit Nematoden befallen. Diese Tiere wiesen außer dem Nematodenbefall bereits reife Eier auf, hatten also vermutlich auch schon welche abgelegt (Abb. 6).

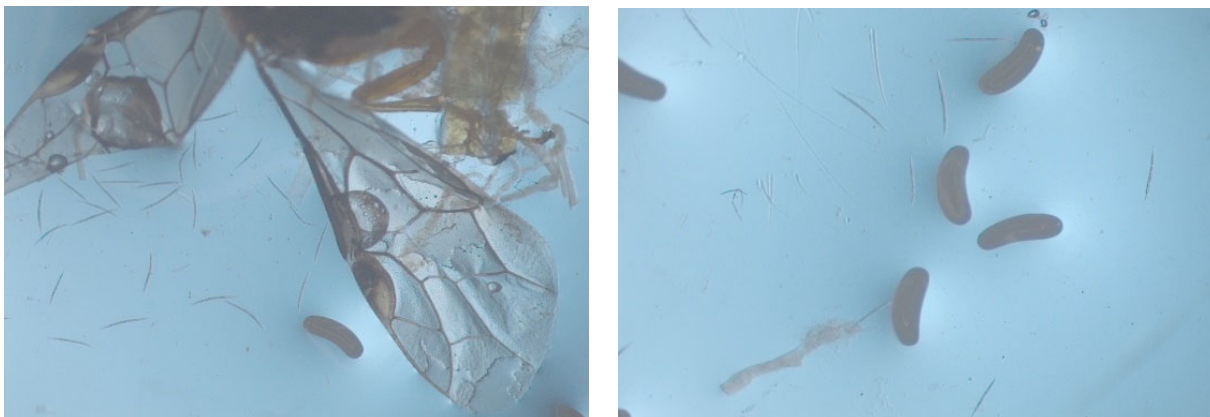


Abbildung 6: Nematodenbefall (links) und reife Eier (rechts) bei adulter Sägewespe

Tabelle 3: Übersicht über die Ergebnisse der Versuche zur Wirkung der EPN auf den Sägewespenbefall in den Jahren 2017 bis 2019 in den verschiedenen Regionen

Versuch Nr./Jahr Region	Applikationstyp und Wasseraufwandmenge pro ha (BS nur Baumstreifen, GA ganze Anlage)	Applikationstermin /1.Sägewespe auf der Falle/Flughöhepunkt	Blüten mit Eiablage in der Kontrolle (%)	Blüten mit Eiablage in der EPN-Parzelle (%)	Wirkungsgrad nach ABBOTT (%)
1/2017 S	Applikation mit 2.000 L Wasser, Einnässen nach Applikation mit 2.000 L Wasser, danach Regenereignis, BS	12.4./13.4./10.5.	Gala 4,4 Elstar 10,4 Jonagold 4,4	Gala 8,0 Elstar 8,6 Jonag, 7,8	-81,8 15,3 -72,7
2/2018 S	Applikation mit 3.000 L Wasser, Einnässen nach Applikation mit 3.000 L Wasser, BS	22.4./21.4./24.4.	Remo 1,9 Rewena 1,6	Remo 8,2 Rewena 1,8	-331 -12.5
3/2018 S	Applikation mit 3.000 L Wasser, Einnässen nach Applikation mit 3.000 L Wasser, BS	22.4./21.4./24.4.	Resi 2,2 Releika 2,9	Resi 0 Releika 4,8	100 -65.5
4/2018 BS	Applikation mit 4.000 L Wasser, Nachnässen mit 10.000 L Wasser mit Jauchefaß.	21.4./21.4./28.4.	11,2	8,4	-33,3
5/2019 S	Applikation mit 6.000 L Wasser, Vor- und Nachnässen mit je 6.000 L Wasser (insg. 18.000 L), GA	15.4./23.4./1.5.	Remo 1,2	Remo 1,5	-25
6/2019 S	Applikation mit 6.000 L Wasser, Vor- und Nachnässen mit je 6.000 L Wasser (insg. 18.000 L), GA	16.4./23.4./14.5.	Dalinc0 0,8 Topaz 1,6	Dalinc0 1,2 Topaz 1,7	-50 -6,3
7/2019 BS	Applikation mit Jauchefaß, mit 25.000 L Wasser, GA	12.4./22.4./25.4.	1,6	1,6	0
8/2019 BS	Applikation mit Jauchefaß, mit 10.000 L Wasser, BS	12.4./22.4./25.4.	6,8	8,0	-17.6
9/2017 NE	Applikation mit 2.400 L Wasser während eines mehrtägigen Regenereignisses. BS.	21.4./2.5./8.5.	18,0	39,0	-116,7
10/2018 NE	Applikation mit 2.400 L Wasser während eines mehrtägigen Regenereignisses (25 mm vor, 25 mm nach der Spritzung).	25.4./19.4./6.5.	11,5	10,5	8,7
11/2018 NE	Applikation mit 2.400 L Wasser während eines mehrtägigen Regenereignisses (25 mm vor, 25 mm nach der Spritzung).	25.4./2.5./6.5.	11,0	14,0	-27,3
12/2018 NE		25.4./30.4./8.5.	10,0	7,0	30,0
13/2018 RP	Applikation mit dem Jauchefaß, Vornässen und Applikation mit jeweils 5.000 L Wasser pro ha. BS.	26.4./26.4./30.4.	Plot1: 3,25* Plot2: 2,71* Plot3: 5,88*	Plot1: 1,29* Plot2: 1,76* Plot3: 2,29*	60,3 34,9 61,0
14/2019 RP	Applikation mit dem Jauchefaß, Vornässen und Applikation mit jeweils 5.000 L Wasser pro ha. BS.	26.4./26.4./6.5.	Plot1: 1,10 Plot2: 0,90 Plot3: 1,40	Plot1: 1,50 Plot2: 0,80 Plot3: 0,40	-36,36 11,11 71,42
15/2019 NE	Applikation mit 2.500 L Wasser, nach der Applikation Beregnung mit Frostschutzberegnung mit 12.500 L/ha. BS.	19.4./24.4./3.5.	Elstar 11,0 Jonagor,9,0	Elstar 12,0 Jonagor,11,0	-9,1 -22,2

3.1.4 Prüfung der Plausibilität einer Befallsprognose aufgrund des Vorjahresbefalls

Die Befallsprognose auf der Basis des Sekundärbefalls im Vorjahr ist bei der Sägewespe sehr unsicher. In Abb. 7 ist für die Region Ost eine Auswertung der Jahre 2017, 2018 und 2019 dargestellt. Dabei zeigte sich deutlich, dass eine Prognose des Befallsdrucks auf der Basis der Bonitur des Sekundärbefalls im Vorjahr nicht möglich ist. Auch in Anlagen wie z.B. der Nr. 6451 mit niedrigem Sekundärbefall in zwei Jahren kann noch hoher Befallsdruck auftreten. Ähnliches wird von der Beratung berichtet: Es gibt einige Anlagen bei denen relativ sicher mit Befall gerechnet werden muss, es gibt aber in jedem Jahr wieder Anlagen, in denen völlig überraschend starker Befall auftritt.

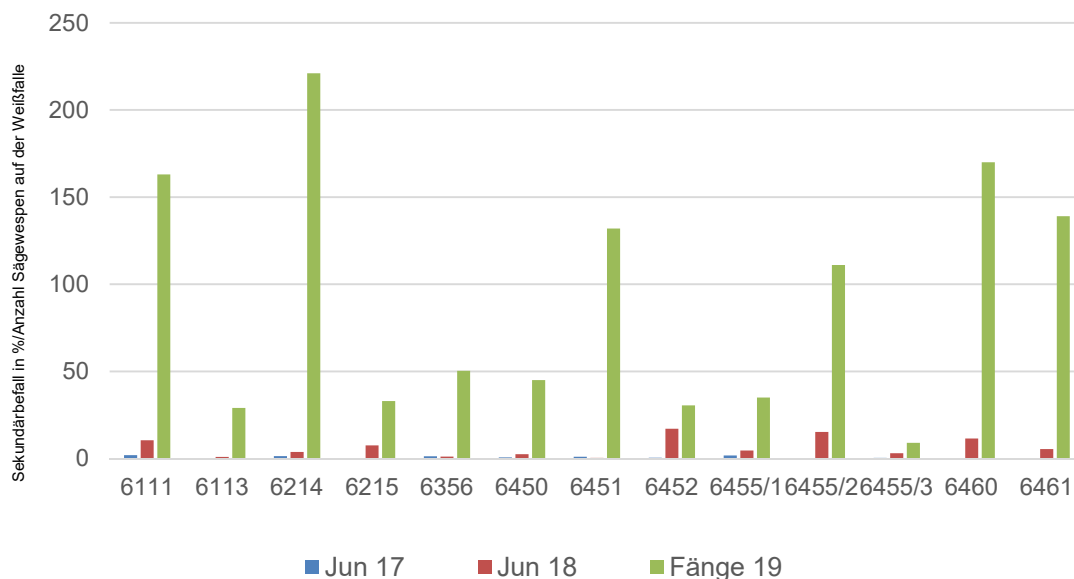


Abbildung 7: Sekundärbefall in den Jahren 2017 und 2018 (JUN 17, JUN 18) und Fallenfänge pro Weißtafel im Jahr 2019 in verschiedenen Anlagen in Sachsen.

Die Sägewespen können bis zu drei Jahre im Boden überdauern. Dies dürfte bei den Schwierigkeiten der Befallsprognose auf der Basis des Vorjahresbefalls eine große Rolle spielen.

3.2 AP 2: Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze

Um abzuklären, ob die Rotbeinige Baumwanze auch im Apfel Schäden verursachen kann, wurde ein Monitoring in 15 Apfelanlagen am Bodensee durchgeführt. Außerdem erfolgte eine mehrjährige Untersuchung zur Biologie dieses Schädling im Apfel. Getestet wurden ferner Alternativen zum Einsatz von Pyrethrum. Auch die Bedeutung von natürlichen Gegenspielern wurde untersucht.

3.2.1 Monitoring des Auftretens der Rotbeinigen Baumwanze in Apfelanlagen und der Korrelation mit Schäden an den Früchten

Das Monitoring des Befalls von Apfelanlagen wurde in der Bodenseeregion mit Schwerpunkt in der besonders betroffenen Region um Ravensburg mittels Klopfprobe (100 Äste/Probe) durchgeführt.

Im Frühjahr wurden in 13-15 Anlagen Klopfproben gezogen, um die Anzahl der vorhandenen Nymphen zu ermitteln. Dann wurden im Sommer vor der Ausdünnung und im Herbst vor der

Ernte jeweils 500 Früchte auf Schäden bonitiert, die ggf. den Wanzen zugeschrieben werden könnten. In 2017 konnte durch den Blütenfrost keine Auswertung erfolgen, im Jahr 2018 war die Fruchtbonitur durch starke Hagelschäden kurz nach der Blüte vor dem Schließen der Hagelnetze nicht aussagefähig. Im Jahr 2019 wurden aber klar zuordenbare Fruchtschäden entdeckt (Tab. 4). Dies wiederholte sich in 2020 und 2021 (Tab. 5).

Tabelle 4: Anzahl der Nymphen in der Klopfprobe und Prozentsatz Früchte mit Schadsymptomen in den untersuchten Anlagen im Jahr 2019

Anlage-Nr.	Sorte	Anzahl Nymphen in der Klopfprobe	Früchte mit Schadsymptomen in %	
		02.04.2019	06.05.2019	02.09.2019
1a	Topaz	0	0,6	0,4
1b	Topaz	75	3,8	2,8
2	Galant	0	0,4	0,2
3	Topaz	2	1	1
4	Santana	0	0	0
5a	Topaz	5	1,6	0,8
5b	Topaz	0	0,8	0,2
6	Topaz	26	5,4	3,6
7	Santana	8	2,2	3,8
8	Braeburn	26	0,4	0,2
9a	Topaz	5	0,2	2
9b	Topaz	4	0,8	0,2
10	Topaz	0	0,4	0
11	Topaz	0	0	0,2
12	Jonagold	2	0	0,6
13	Jonagold	4	0	0,8

Tabelle 5: Anzahl der Nymphen in der Klopfprobe und Prozentsatz Früchte mit Schadsymptomen in den untersuchten Anlagen in den Jahren 2020 und 2021.

Anlage/Jahr	Sorte	2020			2021		
		Anzahl Nymphen in der Klopfprobe (2.4.)	Früchte mit Symptomen in % (26.6.)	Früchte mit Symptomen in % (12.8/2.9.)	Anzahl Nymphen in der Klopfprobe (31.3.)	Früchte mit Symptomen in % (26.6.)	Früchte mit Symptomen in % (8.8./1.9.)
1a	Topaz	60	8,8	12,6	14	3,4	6,6
1b	Topaz	8	0,6	3,2	37	9,8	15,8
2	Galant	0	1,4	1,8	0	1	1,6
3	Topaz	3	2,2	1,6	11	3,6	4,6
4	Santana	2	1	1,2	9	3,2	2,2
5a	Topaz	2	2,2	0,8	18	7,8	4
5b	Topaz	8	3,8	2,6	32	9,2	3,8
6	Santana	61	7,4	13,2	48	13,2	12
7	Braeburn	13	2	2,2	27	7,2	3,2
8	Topaz	12	1	3	28	7,8	6
9a	Topaz	2	0,2	1	0	0,4	0,4
9b	Topaz	5	0,2	1,6	1	0,2	0,6
10	Jonagold	65	10,6	10,8	43	14,2	8,8
11	Jonagold	3	0,8	0,6	9	3,4	2,8
12	Santana	38	6	11,2	47	12,6	16,2
13	Santana	106	14,6	5,4	46	13	12,6
14	Santana	--	-	-	62	13,2	11,8



Abbildung 8: Schadsymptome an den Früchten im Juni (links) und zur Ernte (rechts)

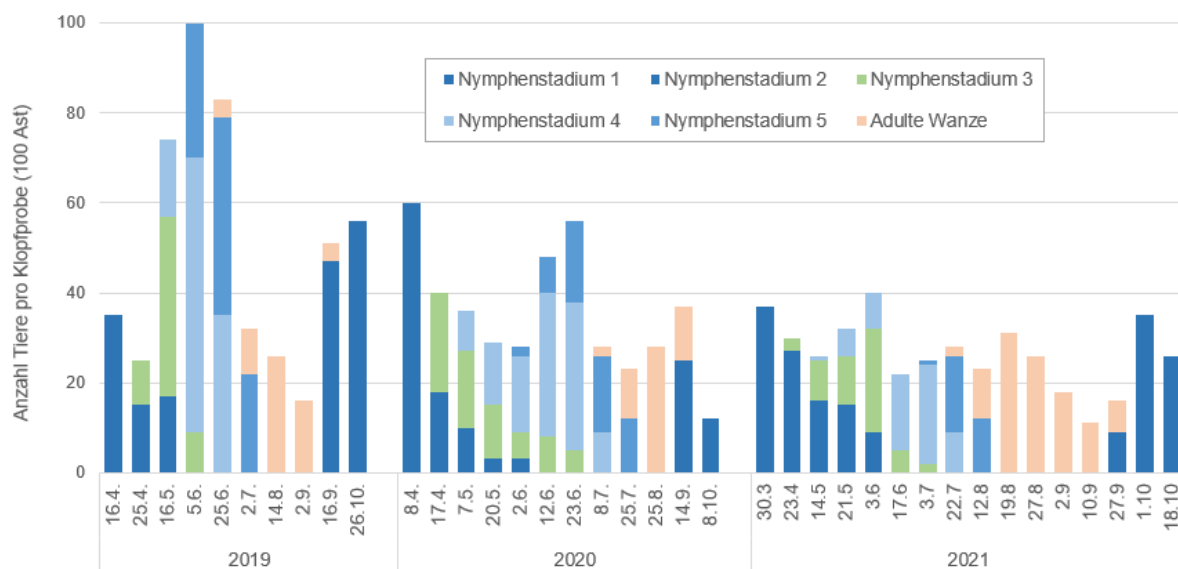


Abbildung 9: Auftreten und Abundanz verschiedener Entwicklungsstadien der Rotbeinigen Baumwanze in einer Apfelanlage am Bodensee in den Jahren 2019 bis 2021.

Die Rotbeinige Baumwanze macht eine Generation pro Jahr und überwintert im zweiten Nymphenstadium. Im Frühjahr erscheinen die Nymphen bei warmen Temperaturen, ziehen sich aber bei kühlem Wetter imm wieder in die Winterverstecke zurück. Anfang Juli treten erste Adulte auf. Der Beginn der Eiablage und das Auftreten der ersten Nymphen im Herbst waren im Untersuchungszeitraum sehr variabel. Im Jahr 2017 wurden die ersten Nymphen erst Mitte Oktober gefunden während sie in den Jahren 2018 und 2019 schon Mitte September auftraten. 2020 wiederum lag der Peak des Schlupfes der Nymphen erst Anfang Oktober (Abb. 9).

3.2.2 Versuche zur Wirkung verschiedener direkter Regulierungsverfahren

3.2.2.1 Versuche zum Potential von entomopathogenen Nematoden

Im Labor wurden verschiedene entomopathogene Organismen (Nematoden, *Beauveria bassiana* Vuillemin, *Metarhizium anisopliae*) an im Freiland gesammelten Nymphen der Rotbeinigen Baumwanze getestet. Die Versuche wurden im Frühjahr 2018 durchgeführt. Die Nymphen befanden sich zu großen Teil im zweiten Nymphenstadium.

Folgende Varianten wurden untersucht:

- *Metarhizium anisopliae*, aufbereitet vom Handelspräparat Met 52*
- *Beauveria bassiana*, Handelspräparat Naturalis (0,15 %)
- *Steinernema feltiae* (1,5 Milliarden pro 1000 l) zus. mit 0,1 % Trifolio S forte
- *Heterorhabditis bacteriophora* (1,5 Milliarden pro 1000 l) zus. mit 0,1 % Trifolio S forte
- Trifolio-S-forte 0,1 %
- Kontrolle: Behandlung mit Wasser

*Da es sich bei Met 52 um ein Granulat auf Reiskörnern handelt, wurden diese in einem ersten Schritt abgewaschen. Nach Erfassung der Sporendichte der Waschlösung wurde durch mehrere Verdünnungsschritte die für die Anwendung gewünschte Sporendichte von 1000×10^3 hergestellt.

Jeweils 6 Wanzenlarven wurde mit einem unbehandelten Apfelstück in eine Petrischale verbracht. Dann wurde diese Petrischale mit den Wanzen mit 1 ml Spritzlösung der jeweiligen Behandlungsvariante besprüht. Anschließend wurden die Petrischalen mit Parafilm luftdicht verschlossen, so dass eine sehr hohe Feuchtigkeit herrschte. Pro Variante wurden 5 Petrischalen mit je 6 Larven (insgesamt 30 Larven) behandelt.

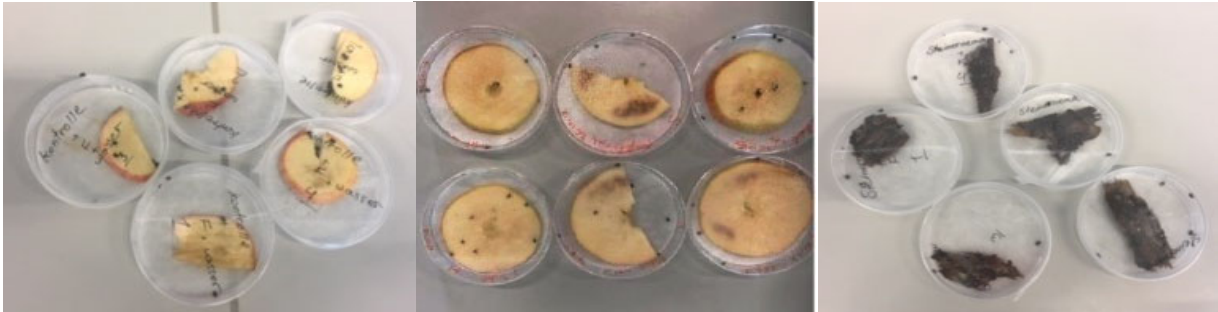


Abbildung 10: Versuchsaufbau in Petrischalen (links und Mitte) und Versuchsaufbau „mit Versteck“.

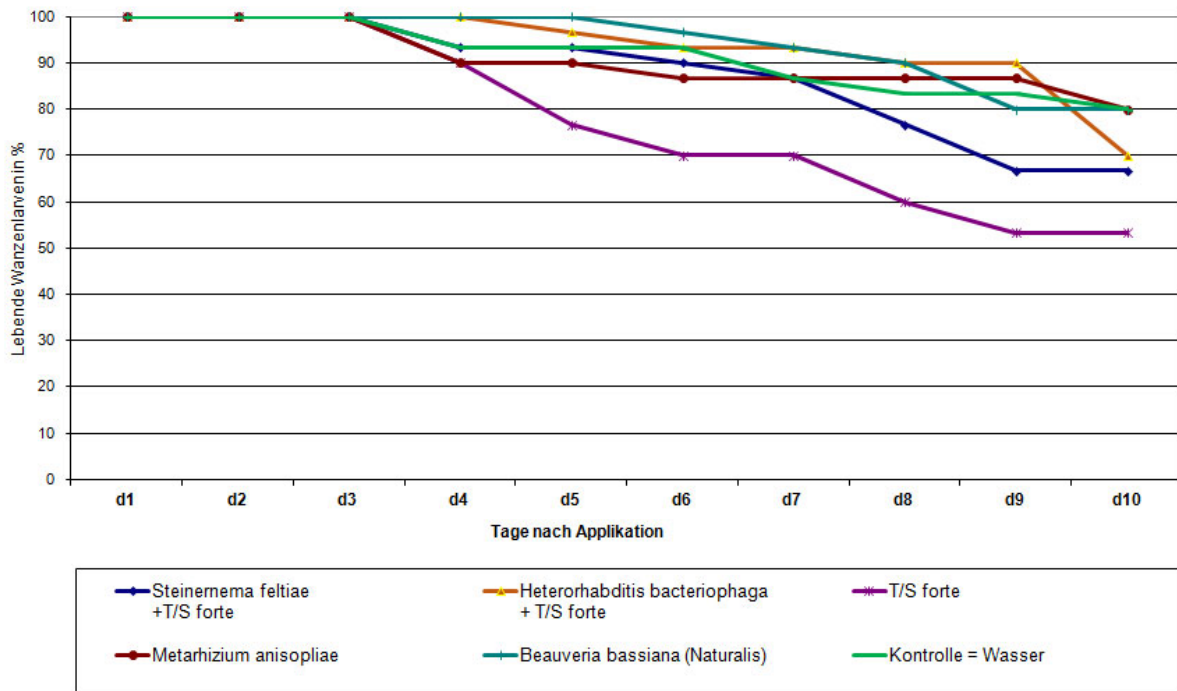


Abbildung 11: Ergebnisse des Laborversuchs mit Entomopathogenen im April 2018

Für die Nematoden wurde im Vorfeld diskutiert, dass Nematoden freilaufende Wanzenlarven auf offenen Flächen eher nicht angreifen. Sie suchen eher verborgene Insekten in Nischen. Daher wurden in weiteren Varianten mit Nematoden solche Verstecke angeboten.

Über einen Gesamtzeitraum von 10 Tagen wurden die Wanzenlarven täglich bonitiert und der Zustand der Tiere notiert.

Die Ergebnisse des ersten Versuchs sind in Abb. 12 dargestellt. Nur die Applikation von Trifolio-S-forde zeigte einen geringen Effekt. Von den restlichen Mitteln zeigte nur *Steinernema feltiae* noch einen sehr geringen Effekt. Auch mit den Verstecken zeigte sich kein besserer Effekt der entomopathogenen Nematoden. Das Netzmittel zeigte aber dort keine Wirkung (Abb. 12) vermutlich, da die Larven nicht direkt getroffen wurden.

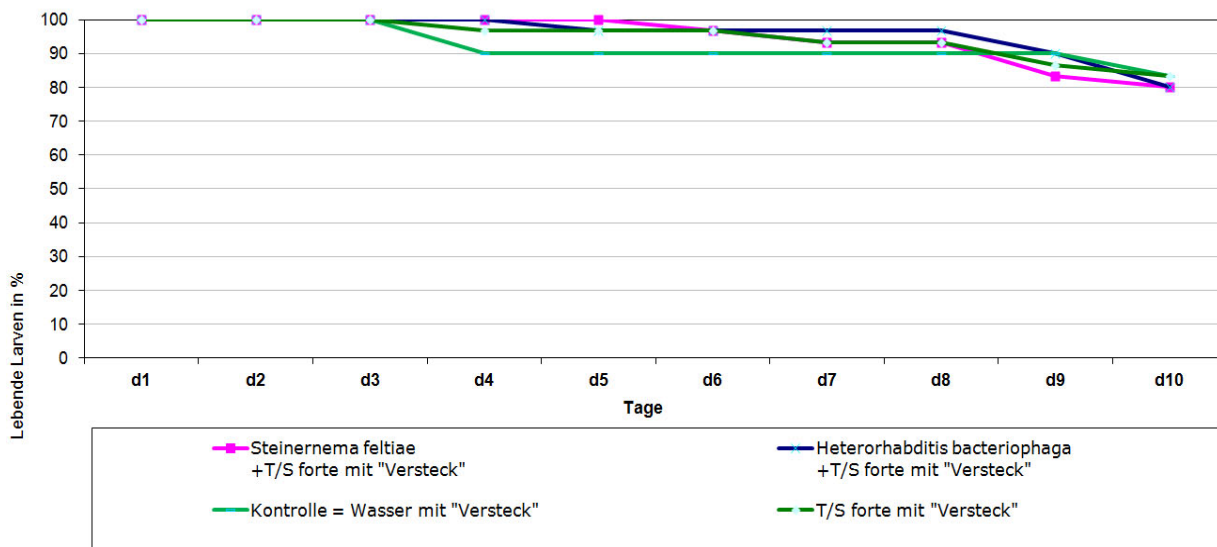


Abbildung 12: Ergebnisse des Versuches mit entomopathogenen Nematoden „mit Versteck“

In den Niederlanden wurde noch Freiland-Praxisversuche mit entomopathogenen Nematoden durchgeführt, die ebenfalls sehr schwankende und eher schlechte Ergebnisse zeigten (Brouwer, mündliche Mitteilung). Daher wurden in 2019 keine Freilandversuche zu den Entomopathogenen durchgeführt, sondern der Schwerpunkt der Arbeiten auf den Test alternativer Präparate zu Pyrethrum konzentriert.

3.2.3 Versuche zur Wirkung von Alternativen zu Pyrethrumpräparaten

Nachdem sich die Entomopathogene als wenig vielversprechend erwiesen, wurden Laborversuche mit anderen Präparaten als Alternative zu den Pyrethrumbehandlungen aufgebaut. Als interessant erwies sich eine Mischung aus Neudosan® Neu mit 10 l/ha und mKh und Trifolio S-forde mit 5 l/ha und mKh. Diese Mischung wurde mit hoher Wasseraufwandmenge (800 l/ha) in Feldversuchen ausgebracht. Darstellt sind hier nur die letzten aussagefähigen Feldversuche im Jahr 2020 und 2021 im Bodenseeraum.

Behandelt wurde im Frühjahr 2020 an zwei Standorten. Es wurden jeweils 6 Reihen, mit 33 bzw. 40 Bäumen pro Parzelle und Reihe behandelt. Als Vergleichsvariante diente Spruzit® NEU, allerdings mit der derzeit zulässigen Aufwandmenge von 4,6 l/ha. Pro Versuch gab es zwei Wiederholungen (Parzellen), die separat dargestellt werden. Für die Auswertung wurden direkt vor der Spritzung und einen Tag nach der Behandlung in den 4 mittleren Reihen Klopfbproben (jeweils 50 Äste pro Variante) gezogen und die Anzahl der Nymphen in der Behandlung im Vergleich zur Kontrolle bestimmt. Im Herbst wurden pro Standort 2

Wiederholungen mit jeweils 30 bzw. 65 Bäumen pro Reihe angelegt. Pro Wiederholung wurden dabei 40 bzw. 50 Äste geklopft (Abb. 13a).

Im Herbst wurde nur die Mischung Neudosan® Neu/Trifolio S-forte nochmals getestet, da in den Versuchsanlagen Eiparasitoide auftraten, die durch Spruzit® NEU, nicht geschädigt werden sollten (Abb. 13b).

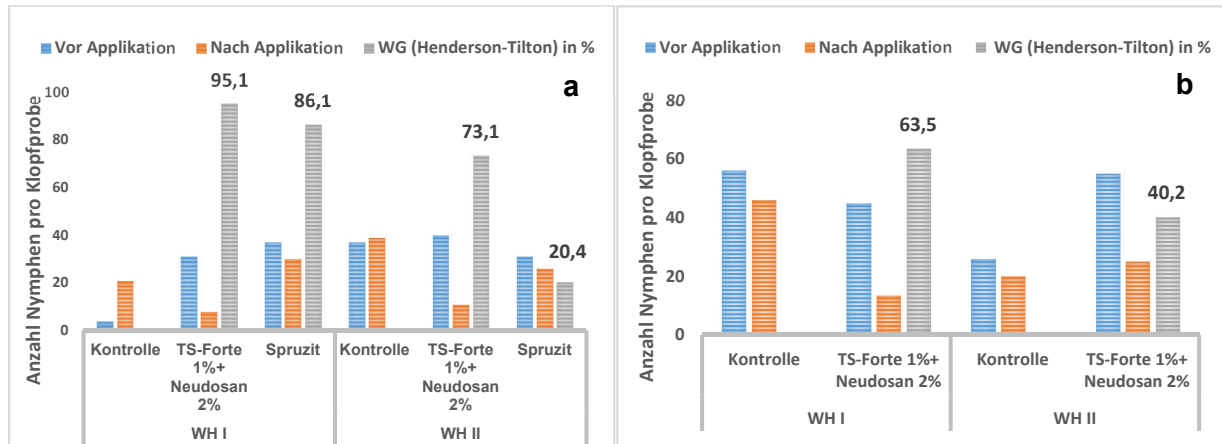


Abbildung 13: Anzahl Nymphen in den beiden Wiederholungen der Versuche im Frühjahr (a) und Herbst (b) 2020 vor und nach der Applikation (a: am 8.4.2020 and b: am 14.9.2020) von Spruzit® NEU 4.6 l/ha und der Mischung von Neudosan® NEU 2 % und Trifolio-S-forte® 1%. Der Wirkungsgrad nach Henderson & Tilton ist als Zahl über den Balken nochmals angegeben.

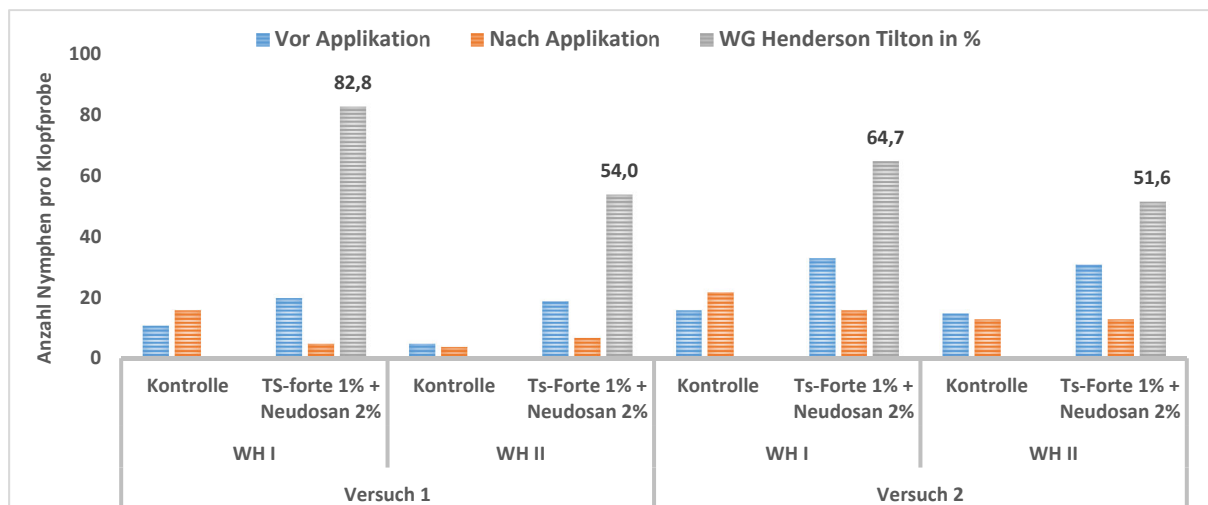


Abbildung 14: Anzahl Nymphen in den beiden Wiederholungen (WH) der beiden Versuche im Frühjahr 2021 vor und nach der Applikation von Spruzit® NEU 4.6 l/ha und der Mischung von Neudosan® NEU 2 % und Trifolio-S-forte® 1% am 1.4.2021. Der Wirkungsgrad nach Henderson & Tilton ist als Zahl über den Balken nochmals angegeben.

Im Frühjahr und Herbst 2021 wurden nochmals Versuche zur Wirkung auf die Nymphen mit dem gleichen Versuchsdesign (nur im Frühjahr waren es in Versuch 2 55 Bäume pro Parzelle) durchgeführt (Abb. 14). Im Sommer 2021 wurde im Laborversuch auch Kantaro®, ein Präparat auf der Basis des Wirkstoffs Maltodextrin in Kombination mit Neudosan® Neu getestet und zeigte dort eine sehr gute Wirkung. Daher wurde es noch in den Feldversuch im Herbst aufgenommen (Abb. 15).

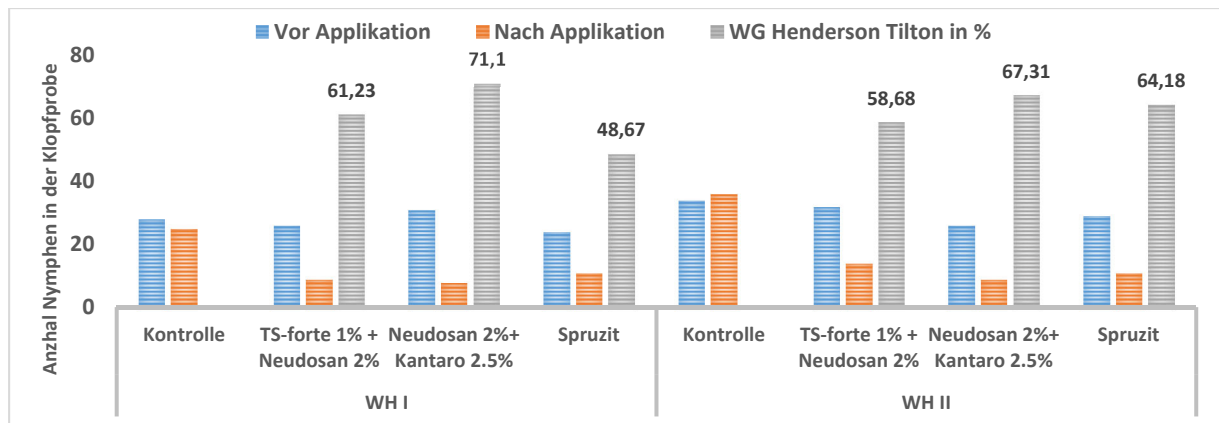


Abbildung 15: Anzahl Nymphen in den beiden Wiederholungen (WH) der beiden Versuche im Herbst 2021 vor und nach der Applikation von Neudosan® 2 % und Trifolio S-forte® 1%, der Mischung von Neudosan® 2 % und Kantaro® 2.5% und Spruzit® NEU 4.6 l/ha am 30.9.2021. Der Wirkungsgrad nach Henderson & Tilton ist als Zahl über den Balken nochmals angegeben.

Die Mischung Neudosan® Neu/Trifolio S-forte zeigte etwas schwankende Wirkungsgrade zwischen 40 und 95 %, bei direktem Vergleich waren sie besser oder gleich denen von Spruzit® NEU (Abb. 13-14). Kantaro® in Kombination mit Neudosan® Neu zeigte etwas höhere Wirkungsgrade (Abb. 15).

3.2.4 Versuche zu Nebenwirkungen der Mischung von Neudosan® Neu/Trifolio S-forte auf Birnen bei Applikation in der Blüte

Da eine Applikation auf die überwinterten zweiten Nymphenstadien der Rotbeinigen Baumwanze, witterungsbedingt häufig erst in der sensiblen Phase der Blüte möglich ist, wurden hierzu Versuche in den Sorten 'Alexander Lucas' und 'Conference' durchgeführt. Hierbei sollte geklärt werden, ob durch die Applikationen phytotoxische Reaktionen auftreten. Insgesamt wurden sechs Varianten miteinander verglichen (Tab. 6). Die Versuche wurden vom DLR Rheinland durchgeföhrt.

Tabelle 6: Varianten in der Prüfung der Nebenwirkungen auf Birnen bei Applikation in die Blüte

Variante		Aufwandmenge ha u. mKh
1	Kontrolle	---
2	T/S-forte	5
3	Neudosan	10
4	Neudosan + T/S-forte	10 + 5
5	Neudosan + Kantaro	10 + 12,5
6	Spruzit Neu	2,3

Die Applikation erfolgte zurzeit der Vollblüte am 26.04.2021 zwischen 13.30 und 14.00 Uhr. Zurzeit der Applikation betrug die Temperatur ca. 14°C bei trockener Witterung (Tab. 7).

Vor der Behandlung wurde eine Blatt- und Blütenbonitur durchgeföhrt, die Bonitur nach der Behandlung erfolgte am selben Tag in einem Abstand von fünf bis sechs Stunden. Hierbei wurde neben den jungen Blättern die Blüte mit ihren sensiblen Blütenblättern auf phytotoxische

Reaktionen in Form von Blattverbräunungen, Blattrandnekrosen bonitiert. Es wurden pro Variante zufallsverteilt jeweils 1000 Blätter und Blüten kontrolliert.

Hierbei zeigte sich, dass die durchgeführten Applikationen keine phytotoxischen Auswirkungen an Blüten und Blättern hervorgerufen hatten (Tab. 8 und 9).

Vor der Ernte wurde am Baum eine Bonitur der Fruchtberostung durchgeführt. Hierbei konnten sowohl bei der Sorte 'Alexander Lucas' und der Sorte 'Conference' keine Unterschiede zwischen den Varianten ermittelt werden. Die geplante Qualitätsbonitur nach der Ernte konnte nicht mehr durchgeführt werden, da die hierfür markierten Versuchsbäume von den Erntehelfern versehentlich abgeerntet wurden.

Tabelle 7: Witterungsbedingungen am Applikationstag

Stundenmittelwerte Klein-Altendorf (150 m) : 26.04.2021				Stundenmittelwerte Klein-Altendorf (15	
Zeit (MEZ)	Temp. (2 m) Ø	Temp. (2 m) min.	Temp. (2 m) max.	Zeit (MEZ)	Niederschlag Σ
	[°C]	[°C]	[°C]		[mm]
00:00	1.6	1.1	2.3	00:00	0.0
01:00	0.3	0.1	0.9	01:00	0.0
02:00	-0.2	-0.4	0.1	02:00	0.0
03:00	-0.8	-1.1	-0.3	03:00	0.0
04:00	-1.2	-1.7	-0.7	04:00	0.0
05:00	-1.2	-1.6	-0.8	05:00	0.0
06:00	0.7	-0.6	2.1	06:00	0.0
07:00	3.9	2.6	5.1	07:00	0.0
08:00	6.9	5.2	8.9	08:00	0.0
09:00	9.7	9.0	10.2	09:00	0.0
10:00	10.6	10.1	11.2	10:00	0.0
11:00	11.4	10.3	12.1	11:00	0.0
12:00	12.7	12.0	13.5	12:00	0.0
13:00	13.5	12.8	13.9	13:00	0.0
14:00	14.2	13.8	14.7	14:00	0.0
15:00	14.6	14.4	14.8	15:00	0.0
16:00	14.9	14.5	15.5	16:00	0.0
17:00	14.7	14.4	15.2	17:00	0.0
18:00	13.8	13.0	14.5	18:00	0.0
19:00	11.5	10.5	12.9	19:00	0.0
20:00	9.8	8.9	10.4	20:00	0.0
21:00	8.3	7.8	8.8	21:00	0.0
22:00	5.5	4.3	7.7	22:00	0.0
23:00	3.0	2.4	4.0	23:00	0.0

Tabelle 8: Bonitur am 26.04.2021 an der Sorte 'Alexander Lucas

Variante/Wdh. Blüte/Blütenblätter Blätter		Phytotox an der Blüte/Blütenblätter und Blätter									Bemerkung
		Verbräunungen (nach obstbaulicher Leistungsprüfung, geändertes Berostungsschema)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
		0%	1-5 %	6-10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	41-50 %	51-75 %	76-100 %)	
1 v. Beh.	Blätter	100									Abblüte ca. 5 %
1 v. Beh.	Blüte/Blütenblätter	85	15	0							
1 n. Beh.	Blätter	100									Abblüte ca. 20 %
1 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	85	13	2							
2 n. Beh.	Blätter	100									
2 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	87	12	1							
3 n. Beh.	Blätter	100									
3 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	82	18								
4 n. Beh.	Blätter	100									
4 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	85	12	3							
5 n. Beh.	Blätter	100									
5 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	81	15	4							
6 n. Beh.	Blätter	100									
6 n. Beh.	Blüte/Blütenblätter	90	8	2							

Tabelle 9: Bonitur am 26.04.2021 an der Sorte 'Conference'

Variante/Wdh. Blüte/Blütenblätter Blätter	Phytotox an der Blüte/Blütenblätter und Blätter									Bemerkung	
	Verbräunungen (nach obstbaulicher Leistungsprüfung, geändertes Berostungsschema)										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
	0%	1-5 %	6-10 %	11-20 %	21-30 %	31-40 %	41-50 %	51-75 %	76-100 %)		
1 v. Beh. Blätter	100										Abblüte ca. 0 %
1 v. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										
1 n. Beh. Blätter	100										Abblüte ca. 0 %
1 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										
2 n. Beh. Blätter	100										
2 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										
3 n. Beh. Blätter	100										
3 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										
4 n. Beh. Blätter	100										
4 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										
5 n. Beh. Blätter	100										
5 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	95	5									
6 n. Beh. Blätter	100										
6 n. Beh. Blüte/Blütenblätter	100										

3.2.5 Erhebungen zu Antagonisten der Rotbeinigen Baumwanze

Im Jahr 2019 konnten in einer Apfelanlage erste parasitierte Eier beobachtet werden. In 2020 konnten in zwei Apfelanlagen und einer Birnenanlage mit starkem Befall sowohl parasitierte als auch ausgefressene Eier gefunden werden. In der Birnenanlage war die Anzahl der gefundenen Eigelege so hoch, dass der prozentuale Anteil bestimmt werden konnte. Dafür wurden 14.9.20 88 Eigelege mit insgesamt 1.143 Eiern gesammelt und in Döschen, die mit Netzgewebe verschlossen waren, verbracht und dann im Klimaschrank (24 +/- 1°C, Langtag) aufbewahrt und täglich der Schlupf bonitiert.

Auch 2021 wurden in einer Apfel- und einer Birnenanlage insgesamt 98 Gelege mit 1240 Eiern gesammelt und untersucht.

Unter dem Binokular wurden auch „leere“ Eier (Eihüllen) untersucht. War der Deckel sauber abgeklappt, konnte davon ausgegangen werden, dass die Nymphen bereits geschlüpft waren. Bei Auftreten von Fraßspuren oder angefressenem Deckel wurde das Ei als von Räubern ausgefressen eingestuft.

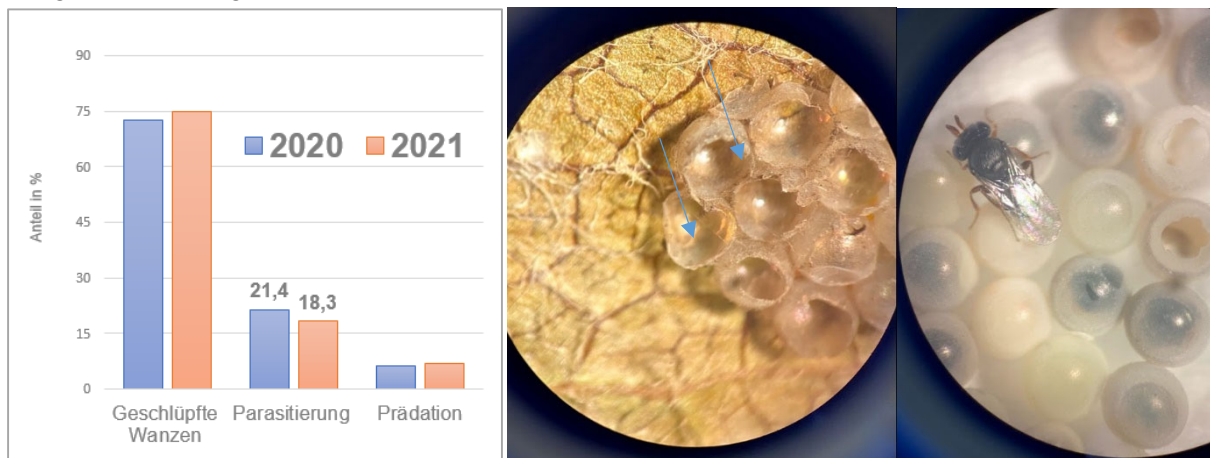


Abbildung 16: Links: Anteil der parasitierten und von Räubern ausgefressenen Eier an den Freilandsammlungen in den Jahren 2020 und 2021. Mitte: Ausgefressene Eier (Pfeile). Rechts: Parasitierte Eier und unparasitierte geschlüpfte und ungeschlüpfte Eier mit Parasitoid. Die Parasitierung der Eier ist bereits vor dem Schlupf der Parasitoide durch eine Schwarzfärbung erkennbar

Der Parasitoid wurde von Prof. Tortorici (DISAFA, Universität Turin, Italien) erstbestimmt. Es handelt sich um *Trissolcus cultratus* Mayr.

3.2.6 Versuch zur Ausbringung des Eiparasitoiden *Trissolcus cultratus*

Der 2019 und 2020 in mehreren Anlagen gefundene Eiparasitoid *T. cultratus* wurde im Herbst 2020 in Zucht genommen. Da keine Zucht der Rotbeinigen Baumwanze vorhanden war, wurde er in Zusammenarbeit mit der Fa. Katz Biotech AG auf durch Kälte abgetöteten Eiern von *Halyomorpha halys* gezüchtet. Dies war erfolgreich, so dass im Jahr 2021 erste Freilandversuche zum Nützlingseinsatz mit diesem Parasitoiden erfolgen konnten.

Die Eiablage der Rotbeinigen Baumwanze begann im Jahr 2020 bereits Ende Juli. Für die Versuche in 2021 wurde daher bereits Ende Juli mit der Ausbringung der Nützlinge begonnen und dann in kurzen Abständen (29.7., 5.8., 13.8., 20.8., 27.8., 2.9., 10.9., 17.9.) in jedem dritten Baum etwa 50 parasitierte Eier kurz vor dem Schlupf der Parasitoide in einem regendichten Papprollchen (Abb. 4) ausgebracht, um den derzeit schwer einzuschätzenden Zeitraum der Eiablage auf jeden Fall abzudecken. 2021 begann die Eiablage dann erst Ende August in nur einer Anlage, in einer anderen erst Anfang September mit einem Höhepunkt Mitte September. Die Verzögerung war auf sehr schlechte Witterungsbedingungen Ende August und Anfang September zurückzuführen. Die meisten Ausbringungstermine waren daher nicht notwendig. Der Versuch war als Parzellenversuch in zwei sehr stark befallenen Anlagen (6 Reihen à 30 Bäume) mit einer Pufferzone von ca. 50 Bäumen zwischen Nützlingseinsatz und der Kontrollparzelle aufgebaut. In den mittleren beiden Reihen wurden die Parasitoide ausgebracht. Zu jedem Ausbringungstermin wurden natürlich abgelegte Eigelege sobald vorhanden eingesammelt und im Labor gehalten bis die Parasitoiden schlüpften. In der Kontrolle wurde keine Parasitierung festgestellt, während die Parzelle mit Nützlingseinsatz eine hohe Parasitierung aufwies (Abb. 3). Besonders hoch war die Parasitierung bei den zum Eiablagehöhepunkt eingesammelten Eigelegen. Zu Ende des Schlupfes wurde eine Klopfprobe an jeweils 50 Ästen durchgeführt, um die Anzahl geschlüpfter Nymphen festzustellen. Es zeigten sich auch hier sehr hohe Wirkungsgrade (Abb. 17). Die wenigen vorhandenen Nymphen waren alle schon im zweiten Nymphenstadium, d.h. sie kamen eher aus Eiern, die kurz vor der Schlechtwetterperiode abgelegt wurden.

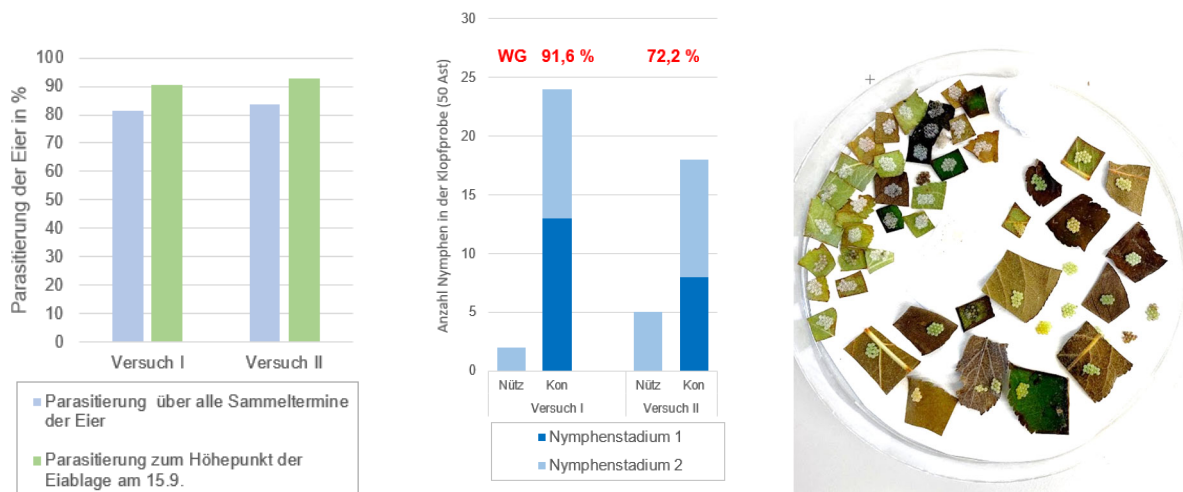


Abbildung 17: Parasitierung der Eier in den Parzellen mit Nützlingseinsatz zum Eiablagehöhepunkt und im Gesamtversuch (in der Kontrolle wurde keine Eiparasitierung gefunden und daher nicht dargestellt) sowie Anzahl der Nymphen in der Kontrolle und mit Nützlingseinsatz (WG = Wirkungsgrad nach ABBOTT in % bei der Klopfprobenkontrolle am 1.10.2021). Foto rechts gesammelte Wanzen Eier auf den Blattstücken.

Der Versuch zeigt, dass *T. cultratus* sich grundsätzlich als Nützlich zur biologischen Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze eignet und eine hohe Eiparasitierung erreicht werden kann. Allerdings muss die Synchronisierung der Ausbringung mit der Eiablage der Rotbeinigen Baumwanze verbessert, die Anzahl der auszubringenden Parasitoide noch wesentlich reduziert und ein optimales Ausbringungsverfahren erarbeitet werden.

3.3 AP 3: Regulierung des Fruchtschalenwicklers

Da in einigen Regionen nach längerer Pause wieder Befall mit Fruchtschalenwickler auftrat, der sich mit den gängigen Verfahren nicht kontrollieren ließ, sollte eine optimierte Strategie erarbeitet werden.

3.3.1 Befallssituation, Artenspektrum und Parasitierung in den verschiedenen Regionen

In allen Regionen erfolgten Bonituren an 500-1000 zufällig ausgewählten Trieben im Frühjahr und Sommer sowie auf Fruchtschäden kurz vor der Ernte (jeweils 1000 zufällig ausgewählte Früchte). Wo ausreichend Material vorhanden war, wurden Larven eingesammelt, einzeln in Plastikdöschen verbracht und im Labor regelmäßig mit frischen unbehandelten Blättern gefüttert bis eine Imago (Falter oder Parasitoid) schlüpfte oder die Larve abstarb. Dies wurde festgehalten, so konnten Mortalitäten und Parasitierungsraten ermittelt werden.

3.3.1.1 Region Süd

Im Jahr 2017 war der Schalenwickler in der Bodenseeregion in den meisten Anlagen kein Problem. Es gab aber zwei Anlagen mit extremem Befall, der weder mit Capex® 2 noch mit der damals mehr empfohlenen zweifachen Anwendung von *Bacillus thuringiensis*-Präparaten reguliert werden konnte. Ab dem Jahr 2019 änderte sich das Bild und es kamen immer mehr Anlagen mit starkem Befall dazu. In diesen wurde dann die entwickelte Strategie mit großem Erfolg validiert. Gefunden wurde hauptsächlich *Adoxophyes orana*, in einigen Anlagen war aber auch *Pandemis heparana* vertreten. Der Rote Knospenwickler *Spilonota ocellana* wurde nur sehr vereinzelt beobachtet und es kam in keiner Anlage zu höherem Populationsaufkommen oder zu Fruchtschäden. Im Neckarraum und in Südbaden war ab 2019 auch in einzelnen Anlagen Befall zu beobachten.

Die Parasitierung war in allen Jahren nahezu ausschließlich auf die auf *A. orana* spezialisierte Ichneumonide *Teleutaea striata* zurückzuführen. Außerdem wurden noch sehr wenige Exemplare von *Meteorus ictericus* gefunden und in einer Anlage in 2021 einige Individuen von *Glypta spec.*

Die Höhe der Parasitierung schwankte je nach Anlage von 10 bis ca. 30 %. Im Frühjahr lag sie immer etwas niedriger als in der Sommergeneration. Die Parasitoide spielen also bei der Regulierung durchaus eine wichtige Rolle.

3.3.1.2 Region Ost

In der Region Ost waren der Schalenwickler im Jahr 2017 in mehreren Anlagen ein Problem, auch hier konnte – wie am Bodensee – keine erfolgreiche Regulierung mittels Einsatz von *Bacillus thuringiensis* Produkten und/oder Capex® 2 erfolgen. Im Jahr 2017 erfolgte ebenfalls ein Monitoring und in den Folgejahren wurde die Strategie dann entwickelt und validiert. Das Artenspektrum der Schalenwickler war hier in einer Mostobstanlage vielfältiger. Außer *A. orana* spielten noch *P. heparana*, *Hedya nubiferana* und in geringerem Maße auch der Rote Knospenwickler *S. ocellana* eine Rolle. In den Erwerbanlagen war aber außer *A. orana* nur *P. heparana* von größerer Bedeutung. Vor allem im Jahr 2020 trat er vermehrt auf. Die Parasitierung lag in allen Anlagen weit unter 10 %, so dass Parasitoide bei der Regulierung derzeit kaum eine Rolle spielen.

Nicht alle Parasitoide konnten bestimmt werden. Bei den meisten handelte es sich aber um *T. striata*, *M. ictericus* und *Glypta spec.*

3.3.1.3 Region West

Im Jahr 2017 lag der durchschnittliche Fruchtschaden in den untersuchten Praxisanlagen bei 0,12 %. Innerhalb der Betriebe waren keine signifikanten Unterschiede zu erkennen. Der bonitierte Schaden an den Früchten variierte in den untersuchten Parzellen zwischen 0 und 1,3 %. An den Trieben wurde ein mittlerer Befall von 0,08 % ermittelt. Der Fruchtschalenschwärmer stellte daher in der Region West im Jahr 2017 kein Problem dar. Im Jahr 2018 erfolgte das Monitoring der Fruchtschalenschwärmer in zwei Stufen. Zum einen wurden durch Pheromonfallen adulte Schalenschwärmer gefangen und wöchentlich ausgezählt. Zum anderen wurden bei fünf Betrieben in der Region West Fruchtbonituren (an jeweils 1000 Früchten pro Anlage) durchgeführt, wodurch der Befall und die Populationsentwicklung überregional dargestellt werden können. Die durch den Fruchtschalenschwärmer entstandenen Schäden bewegen sich jedoch bei allen untersuchten Betrieben in der Region West auch im Jahr 2018 auf einem sehr niedrigen Niveau. Dies konnte auch in den Folgejahren beobachtet werden. Aus diesem Grund konnten auch nicht ausreichend Larven gesammelt werden um Aussagen über das Parasitoidenspektrum oder die Höhe der Parasitierung zu ermöglichen.

3.3.1.4 Region Nord

In Norddeutschland spielte der Fruchtschalenschwärmer im Jahr 2017 nur eine untergeordnete Rolle. In Kehdingen wurde Mitte 2017 in einer Anlage ein verstärktes Auftreten des Fruchtschalenschwärmers festgestellt. Dort wurden dann Larven eingesammelt. Neben dem Bräunlichen Obstbaumwickler *Archips podana* und dem Fruchtschalenschwärmer *A. orana* konnte auch *P. heparana* in dieser Anlage identifiziert werden.



Abbildung 18: Parasitoide *T. striata* (links), *M. ictericus* (Mitte) und *Campoplex spec.* (rechts)

Im Jahr 2018 wurden die Bonituren in dieser Anlage wiederholt. An neun Terminen wurde der Befall an jeweils 1.000 zufällig ausgewählten Trieben in der Anlage erfasst. Die Befallsdichte betrug zwischen 6 und 16 Larven pro 1.000 Triebe. Neben *A. orana* wurden wieder *P. heparana* und *A. podana* in der Anlage gefunden. Als Parasitoid wurde ausschließlich *T. striata* bestimmt.

Im Jahr 2019 wurden drei verschiedene Anlagen im Alten Land bonitiert. Dabei wurde pro Anlage jeweils zwei Stunden lang gezielt nach Schalenschwärmer-Larven gesucht, um deren Parasitierung zu untersuchen. Die Parasitierungsrate war hier mit insgesamt 29 % relativ hoch. Die Artenzusammensetzung der Parasitoide bestand zu gleichen Teilen aus *M. ictericus* und *T. striata*, unterschied sich jedoch stark zwischen den drei Standorten. Am ersten Standort waren 26,0 % der gesammelten Larven von *T. striata* und nur 13,3 % von *M. ictericus* parasitiert. Dagegen dominierte *M. ictericus* mit 19,9 % vor *T. striata* mit 3,5 % am zweiten Standort. Der dritte Standort wies mit 8,9 % für *M. ictericus* und 6,7 % für *T. striata* im Allgemeinen eine geringere Parasitierungsrate auf. Die Gesamtparasitierungsrate war im Frühjahr mit 38,1 % höher als im Sommer mit 27,5 %, obwohl nur *M. ictericus* bereits so früh gefunden werden konnte.

Im Jahr 2020 lag der Anteil der parasitierten Larven bei 14,4 %. Der Anteil der geschlüpften Falter ist dafür von 25,3 % auf 34,6 % und der Anteil der toten Puppen von 4,5 % auf 11,9 %

gestiegen. An Standort 1 dominierte *M. ictericus* mit 9,3 %. *T. striata* spielte mit nur 1,9 % eine untergeordnete Rolle. An Standort 2 war *T. striata* mit 13,0 % am häufigsten zu finden, wohingegen *M. ictericus* nur ungefähr halb so häufig auftrat. *T. striata* war bereits ab 6. Mai an vier Terminen zu finden, wohingegen *M. ictericus* ab dem 13. Juni an drei Terminen vorkam. An Standort 3 waren die Parasitierungsraten durch *T. striata* und *M. ictericus* mit jeweils 5,6 % gleich hoch.

Im Folgejahr 2021 mussten zwei Standorte, an denen 2020 nur noch wenige Schalenwickler-Larven gefunden werden konnten, gegen Standorte mit stärkerem Befall ausgetauscht werden. An den drei untersuchten Standorten lag die Parasitierungsrate insgesamt bei lediglich 12,7 %, wobei nur 1,2 % auf *M. ictericus* und 11,5 % auf *T. striata* entfielen. An Standort 1 waren 10,4 % der Larven von *T. striata* und 1,3 % der Larven durch *M. ictericus* parasitiert. An Standort 2 lag die Parasitierung durch *T. striata* bei 12,4 % und die durch *M. ictericus* bei 0,9 %. An Standort 3 lag die Parasitierungsrate durch *T. striata* bei 4,3 %. *M. ictericus* wurde hingegen an diesem Standort im Jahr 2021 nicht gefunden.

In den Jahren 2019 bis 2020 dominierte im Alten Land und an der Niederelbe unter den Schalenwicklern *A. orana* sehr stark. Des Weiteren wurden auch vereinzelt *A. podana* und *P. heparana* gefunden.

3.3.2 Erarbeitung und Validierung einer Kombinationsstrategie zur Regulierung des Schalenwicklers

Im Jahr 2017 erfolgten in allen Regionen Bonituren an Trieben und Früchten, um die Befallssituation zu erfassen. In der Bodenseeregion gab es mehrere stark befallene Anlagen. Besonders eine wies trotz häufiger Behandlungen mit *B. thuringiensis*-Präparaten einen sehr hohen Befall auf, den niemand nachvollziehen konnte. Daher wurden im Jahr 2017 in dieser Anlage Triebbonituren in sehr kurzen Abständen für ein Monitoring des Befallsverlaufs durchgeführt, um das Problem zu verstehen. Es zeigte sich, dass in dieser Anlage die Frühjahrslarven erst sehr spät auftraten, so dass die Applikationen von Bt-Präparaten im April nach Warndienst nur einen sehr geringen Teil der Larven erfassten. Diese starben allerdings zum großen Teil ab. Während in anderen Anlagen bereits Larven im dritten Larvenstadium zu finden waren, war in dieser Anlage auch durch Absuchen mit der Lupe noch nichts zu entdecken. Die meisten Larven wurden erst Anfang Mai gefunden. Die frühen Larven reagierten auf die wiederholten Bt-Applikationen dann zum Teil mit einer Entwicklungsverzögerung, stellten zunächst die Nahrungsaufnahme ein und verharrten in diesem Zustand – allerdings ohne abzusterben. Einige Larven nahmen dann aber nach einiger Zeit die Entwicklung wieder auf und verpuppten sich. Eine der eingesammelten Larven lebte im Labor 4 Monate bevor sie sich verpuppte und zum Falter entwickelte. In der Anlage wurden 2017 an jedem Boniturtermin Larven gefunden, das Auftreten war extrem verzettelt.

Bereits 2017 wurden für die letzten Applikationen auf die spät aufgetretenen Larven im Frühjahr die Strategie geändert: Eingesetzt wurde nur Capex® 2. Dieses Mittel hat den Vorteil, dass die Larven erst zum Ende ihrer Entwicklung absterben. Parasitoide können daher aus den behandelten Larven noch schlüpfen (Andermatt, 1989, Kienzle et al., 2005).

In der Sommergeneration, die einen Befall von über 50 % der Triebe aufwies, konnte dann ein sehr hohes Aufkommen des Parasitoiden *T. striata* beobachtet werden. Es wurde wieder nur mit Capex® 2 behandelt. Außerdem wurden befallene Triebspitzen teilweise herausgeschnitten um die Population weiter zu reduzieren. Die Anlage mit der Sorte ‚Galant‘ hatte auch im Frostjahr 2017 einen gewissen Ertrag.

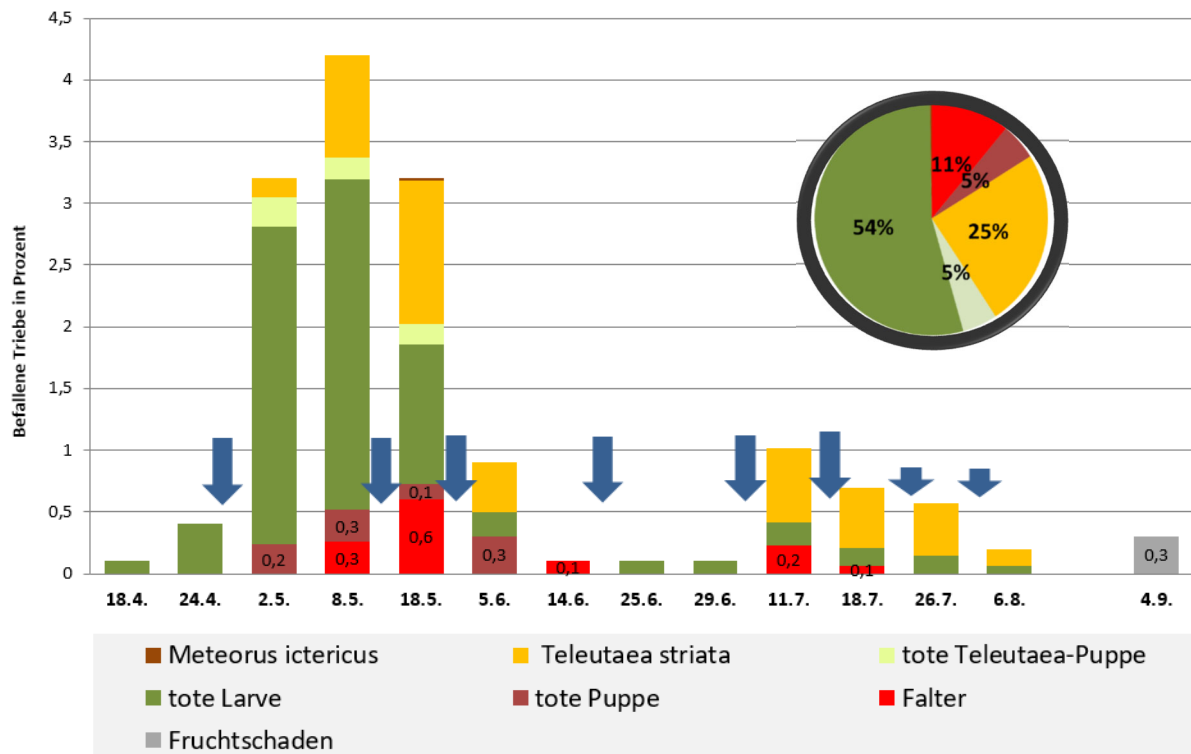


Abbildung 19: Befallsverlauf, Mortalität und Parasitierung in der stark befallenen Anlage im Bodenseeraum im Jahr 2018. Blaue Pfeile markieren die Termine gesplitteter Capex® 2-Anwendungen

Während im Frühjahr nur eine geringe Parasitierungsrate festgestellt werden konnte, hat sich die Parasitierung dann nach dem Verzicht auf Bt-Anwendungen vor allem Ende August stark erhöht (Abb. 20). Für die Parasitierung war ausschließlich die Ichneumonide *Teleutaea striata* Grav. verantwortlich. Im August waren diese Parasitoide dann so zahlreich, dass sie in der Anlage fliegend beobachtet werden konnten (Abb. 20).



Abbildung 20: Links: Parasitoid *T. striata* auf einem Apfelblatt in der Anlage, Mitte: Schaden der Sommergeneration an der Frucht, rechts: Schaden der Herbstgeneration an der Frucht.

Es wurde aber davon ausgegangen, dass die Früchte weitgehend verloren waren und nur als Mostobst genutzt werden können. Bei einer Bonitur des Fruchtschadens am 8.9.2017 (1000 zufällig ausgewählte Früchte) ergab sich ein hoher Schaden durch die Sommergeneration von 17,5 % zzgl. 5,5 % Früchte, die Sommer- und Herbstschäden aufwiesen. Der Schaden durch die Herbstgeneration war aber bei weitem nicht so hoch wie erwartet (9,2 %, zzgl. 5,5 %

Früchte, die Sommer- und Herbstschäden aufwiesen), so dass der Betrieb doch noch Tafelobst erntete.

In dieser und einer weiteren Anlage mit hohem Befall wurde dann im Jahr 2018 eine Kombination aus Capex® 2 und der Verwirrmethode Isomate CLR (enthält Apfel- und Schalenwicklerpheromone) versuchsweise eingesetzt. Im Frühjahr war noch eine relativ hohe Populationsdichte zu beobachten, die ihren Höhepunkt sehr spät und verzerrt erreichte (Abb. 19). Die Capex-Behandlungen verursachten eine hohe Mortalität, auch die Parasitierung war für das Frühjahr schon sehr hoch, so dass nur 11 % der Larven sich zum Falter entwickeln konnten. Im Sommer traten zwar auch immer Larven auf, die Population war aber sehr niedrig und wies einen deutlichen Peak auf, was auf einen zusätzlichen Effekt der Verwirrungsmethode während der Phasen mit geringerer Population hinweisen könnte. Die Population in dieser Problemanlage wurde im Jahresverlauf vollständig auf ein verträgliches Niveau reduziert. Der Schaden bei der Ernte betrug 0,3 %.

Auch in einer zweiten Anlage wurde die Population durch die Kombination von Capex 2 und dieser Verwirrmethode erfolgreich reduziert (Abb. 21).

Die Strategie wurde in diesen Anlagen in den Jahren 2019 bis 2021 fortgeführt wobei die Anwendungen von Capex® 2 schrittweise reduziert und dann komplett ausgesetzt wurden. Es konnten kaum noch Schalenwickler gefunden werden und es trat kein Fruchtschaden mehr auf. In 2019 wurde eine dritte Anlage mit Befall in den Versuch aufgenommen, ebenfalls mit sehr gutem Erfolg bereits im ersten Jahr. In 2020 und 2021 kam im Rahmen einer Notfallzulassung von Isomate® CLR MAX TT dann auf vielen Flächen diese Strategie zur Anwendung, der Erfolg war in allen Fällen sehr gut.

Auf den Flächen am Bodensee konnte aber aufgrund der geringen Flächengröße keine Kontrollparzelle gelassen werden, um zu untersuchen, ob der Rückgang der Population tatsächlich auf die Strategie zurückzuführen war. Möglich war dies aber in Sachsen. Insgesamt 9 große Anlagen wurden in mehrere ha große Blöcke quer zu den Reihen unterteilt. In einem Block wurde Isomate® CLR MAX TT ausgebracht, im zweiten Block als Kontrolle RAK 3. Beide Blöcke wurden gleich mit Capex® 2 behandelt. Der Befall im Frühjahr war in beiden Blöcken jeweils vergleichbar.

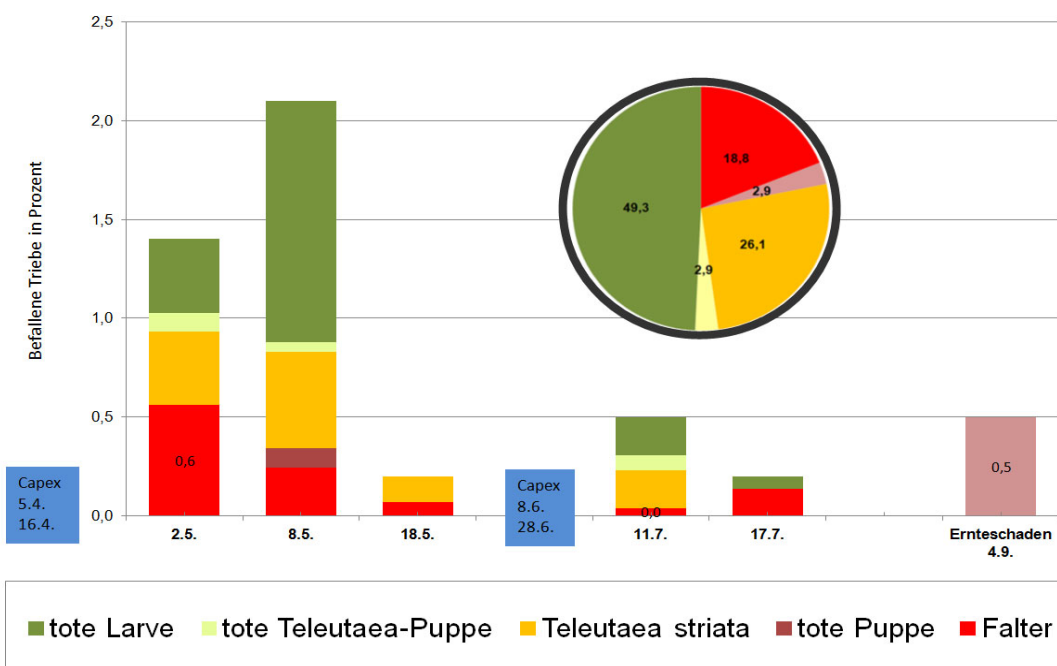


Abbildung 21: Befallsverlauf, Mortalität und Parasitierung in der zweiten Versuchsanlage im Bodenseeraum

Beim Triebbefall im Sommer und beim Fruchtschaden im Herbst zeigten sich dann in Anlagen mit starkem Befallsdruck große Unterschiede (Tab. 10) während in Anlagen mit geringerem Befallsdruck die Behandlung mit Capex® 2 ausreichte, um einen Fruchtschaden zu verhindern.

Tabelle 10: Triebbefall der Sommergeneration von *A. orana* und Fruchtschaden im Herbst in Parzellen mit und ohne Einsatz von Isomate CLR MAX TT im Jahr 2019.

Versuch Nr.	Sorte	Triebbefall im Sommer%		Fruchtschaden im Herbst in %	
		Kontrolle	Isomate	Kontrolle	Isomate
1	Dalisco	0	0	0	0
2	Roter Topaz	0	0,2	0	0
3	Dalisco	0	0,4	0	0
4	Roter Topaz	0,2	0	0	0
5	Galant	4,0	1,8	7,6	1,2
6	Galant	0,8	0,4	4,0	2,4
7	Santana	1,0	0	0,4	0
8	Santana	1,8	0	1,2	0,4
9	Red Jonaprince	1,8	0,6	0,8	0,4

3.4 AP 4: Regulierung der Pfennigminiermotte

Die Pfennigminiermotte trat zuerst vor allem im Bodenseeraum ab 2017 vermehrt auf. Dann wurde sie auch in mehreren norddeutschen Betrieben zum Problem. Um die Regulierungsstrategie optimal in die Kombinationsstrategien integrieren zu können, wurden Versuche dazu ins Projekt integriert. Anfangs erfolgten diese nur an der Uni Hohenheim, ab 2020 dann auch am ÖON an der Niederelbe.

3.4.1 Untersuchungen zur Wirkung von entomopathogenen Nematoden

Im Jahr 2017 wurden einige Kernobstanlagen mit Problemen mit der Pfennigminiermotte wegen des frostbedingten Ertragsausfalls nicht behandelt und das Auftreten der Pfennigminiermotte verstärkte sich dadurch generell in der Region. Daraufhin wurde im Herbst diskutiert, in zwei Anlagen mit sehr starkem Befall Winterspritzungen mit entomopathogenen Nematoden durchzuführen, um abzutesten, ob es Effekte auf die Populationsentwicklung der Pfennigminiermotte (PM) gibt. Dies war vor dem Hintergrund von Kombinationsstrategien, wie sie im Projekt entwickelt werden sollen, von großer Bedeutung.

Für diesen Versuch wurden jeweils 2-4 ha große Anlagen quer zu den Reihen geteilt und eine Hälfte mit Nematoden behandelt. Die andere Hälfte diente als Kontrolle. Appliziert wurden jeweils 1,5 Milliarden EPN pro ha mit hoher Wasseraufwandmenge und 0,1 % ProFital® (Biofa AG) als Netzmittel am 17./18./19.9.2017 bei Witterungsbedingungen mit ausreichender Feuchte und Temperatur.

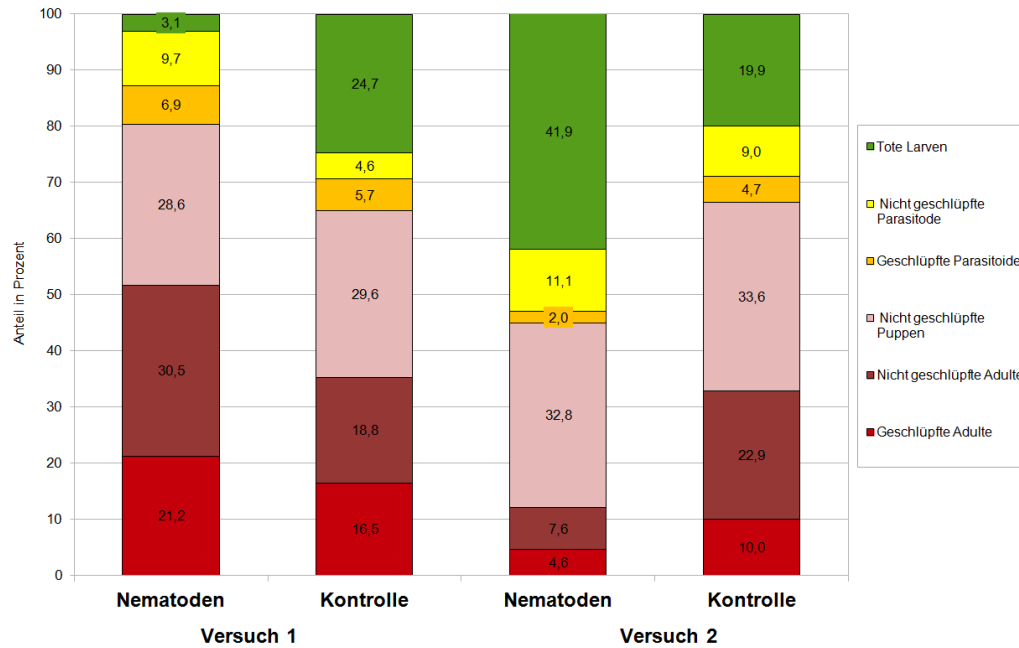


Abbildung 22: Ergebnisse der Auswertung der im Frühjahr gesammelten Überwinterungskokons der Pflanzmüchlingmotte in den beiden Versuchen zur Wirkung entomopathogener Nematoden. Bei den nicht geschlüpften Adulten und Puppen sowie Parasitoiden handelt es sich vermutlich um Trockenschäden aufgrund der Aufbewahrung im Labor bis zum Schlupf.

Für die Auswertung wurden einerseits im Frühjahr Kokons gesammelt und ins Labor gebracht. Vermerkt wurden die geschlüpften Falter und Parasitoiden aber auch die abgestorbenen Larven und Puppen. Außer den Parasitoiden wurden auch mit Entomopathogenen verpilzte Larven erfasst.

Außerdem wurden während der gesamten Saison an 50 Trieben pro Variante in den beiden Versuchsanlagen jeweils alle Blätter in regelmäßigen Abständen auf Minen untersucht, um auftretende Befallsunterschiede festzuhalten. Dabei wurden jeweils 25 Triebe in zwei stark befallenen Reihen und jeweils 25 Triebe in zwei schwächer befallenen Reihen bonitiert.

Betrachtet man die Auswertung der gesammelten Kokons, so könnte ein gewisser schwacher Effekt der Nematoden ggf. in Versuch 2 vermutet werden, in Versuch 1 ist dies aber nicht sichtbar (Abb. 22).

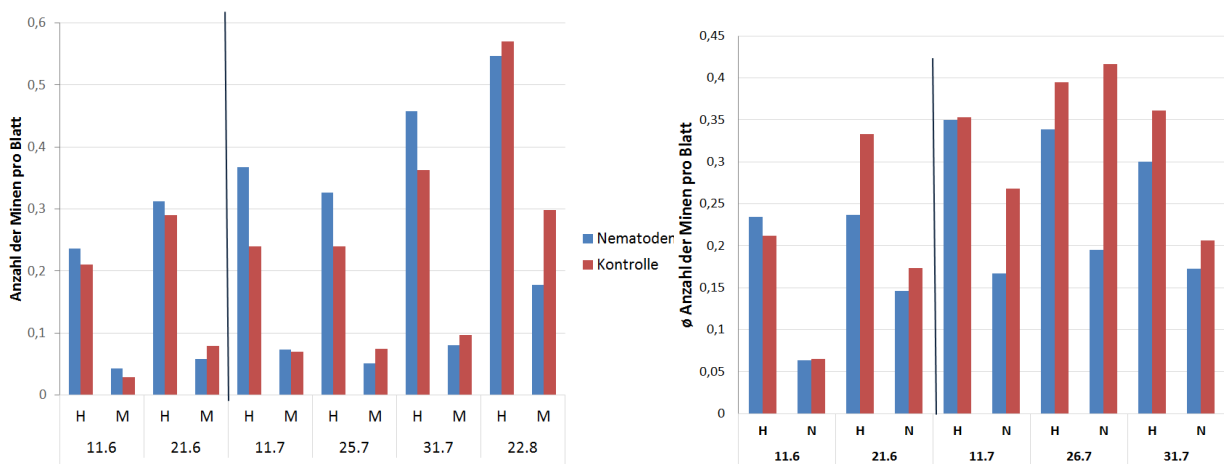


Abbildung 23: Ergebnis der Bonituren der Anzahl der Minen an jeweils 50 Trieben in Versuch 1 und 2: H = Anlagenteil mit hohem Befallsdruck; N = Anlagenteil mit schwachem Befallsdruck. Die blaue Linie zeigt das Ende der ersten Generation.

Auch die Auswertungen des Befalls im Sommer zeigen keinen klaren Effekt (Abb. 23).

3.4.2 Detailversuche zur Wirkung von NeemAzal®-T/S auf die Pfennigminiermotte

Über die Wirkung und die Empfehlungen für die Applikation von NeemAzal®-T/S gab es widersprüchliche Angaben. In Labor- und Feldversuchen wurden die Effekte genau untersucht, um entsprechend klare Empfehlungen ausarbeiten zu können. Die Versuche im Labor wurden alle an der Uni Hohenheim durchgeführt, die dargestellten Feldversuche 2018 und 2019 und 2020 ebenfalls. In 2021 werden sowohl Feldversuche an zwei Standorten am Bodensee als auch an der Niederelbe von ÖON e.V. dargestellt.

3.4.2.1 Effekte bei Applikation kurz vor Eiablage auf Entwicklung und Schlupf der Eier

Die Versuche wurden im Halbfreiland in Hohenheim durchgeführt. Im Jahr 2019 wurden jeweils 20 Weibchen von Pfennigminiermotten mit 10 Männchen in drei Plastikboxen (20x20x25 cm) für 48 Stunden eingesetzt. Fünf kleine einjährige Topfbäumchen (Sorte ‚Topaz‘) wurden jeweils in einen Käfig eingesetzt. Im ersten Käfig wurden 5 Bäumchen vor dem Einbringen mit NeemAzal®-T/S 1,0 % behandelt, in der Kontrolle wurden die fünf Bäumchen nur mit Wasser gespritzt. Pro Käfig wurden 20 Weibchen eingesetzt. Bonitiert wurden die Anzahl nicht geschlüpfter Eier und die Anzahl der Minen und deren Entwicklung. Es zeigte sich kein Effekt auf den Schlupf der Larven aus den Eiern, aber ein deutlicher Effekt auf die Entwicklung der Minen (Tab. 11).

Tabelle 11: Ergebnisse des Halbfreilandversuchs zur Applikation kurz nach Eiablage im Jahr 2019

Variante	Nicht geschlüpfte Eier in %	Abgestoppte Minen in %	Voll entwickelte Minen in %
NeemAzal	9	90,7	9,3
Kontrolle	19,9	12,9	87,1

3.4.2.2 Effekte bei Applikation kurz vor dem Schlupf der Eier

In einem zweiten Versuch wurden wiederum 5 Bäumchen pro Käfig und Variante in einem Schritt durch Einkäfigen mit 20 Weibchen zusammengebracht. Die Weibchen wurden nach 48h wieder entfernt. Die Applikation der verschiedenen Prüfglieder erfolgte erst 10 Tage später kurz vor Schlupf der Eier. Außer NeemAzal®-T/S 1,0 % wurden noch zwei Präparate auf der Basis von Orangenöl geprüft: WetCit® 0,1 % und Prev-AM® 0,5 %. Die Kontrolle wurde mit Wasser behandelt.

Diese Applikation zeigte einen Wirkungsgrad [Henderson & Tilton] auf den Schlupf der Eier von 16,6 % für NeemAzal®-T/S, 10,1 % für Wetcit® und 28,7 % für Prev-AM®.

Nach diesen Ergebnissen kann davon ausgegangen werden, dass die Applikation von NeemAzal®-T/S, aber auch von Ölpräparaten weder auf die Eientwicklung noch auf den Schlupf der Eier einen wesentlichen Effekt hat.

3.4.2.3 Effekte auf die Larven vor und nach dem Einbohren ins Blattgewebe

Auch für diese Fragestellung wurde ein Halbfreilandversuch unter regengeschützten Bedingungen durchgeführt. Jeweils fünf Topfbäume wurden 48 Stunden lang mit jeweils 10 begatteten Weibchen eingekäfigt. Die Eientwicklung wurde danach täglich beobachtet. Kurz vor dem Schlupf der Eier am 25.06.21 wurde eine erste Applikation mit NeemAzal-T/S 0,3 % durchgeführt. Kurz nach dem Schlupf am 26.06.21 wurde am 27.06.21 die zweite Variante mit derselben Aufwandmenge appliziert. Ausgewertet wurden die Anzahl und die Entwicklung der

Minen. Dabei wurden die Minen in kleingebliebene „abgestoppte“, halb und voll entwickelte Minen unterschieden (Tab. 12).

Tabelle 12: Wirkung von NeemAzal auf die Anzahl und die Entwicklung der Minen der Pfennigminiermotte in einem Halbfreilandversuch mit Applikation kurz vor und kurz nach dem Schlupf der Larven. Der Wirkungsgrad nach ABBOTT wurde auf Basis der voll entwickelten Minen berechnet.

Variante	Anzahl kleingebliebener Minen pro Blatt	Anzahl halb entwickelter Minen pro Blatt	Anzahl voll entwickelter Minen pro Blatt
Applikation kurz vor Schlupf	0.46	0.14	0.42
Applikation kurz nach Schlupf	0.63	0.9	2.23
Kontrolle	0.48	0.07	2.51
Wirkungsgrad nach ABBOTT in % bei Applikation vor Schlupf			88.8 %
Wirkungsgrad nach ABBOTT in % bei Applikation nach Schlupf			11.2 %

Während bei Applikation kurz vor Schlupf ein Wirkungsgrad von 88 Prozent bezogen auf die Anzahl voll entwickelter Minen festgestellt wurde, war der Effekt bei der Applikation kurz nach Schlupf fast gar kein Effekt festzustellen. Es kam hierbei auch nicht zu einem späteren Absterben der Larven, d. h. zu halb entwickelten Minen, sondern es entstanden komplett entwickelte Minen.

3.4.2.4 Nicht sichtbare Effekte auf die Entwicklung von Faltern aus den Minen

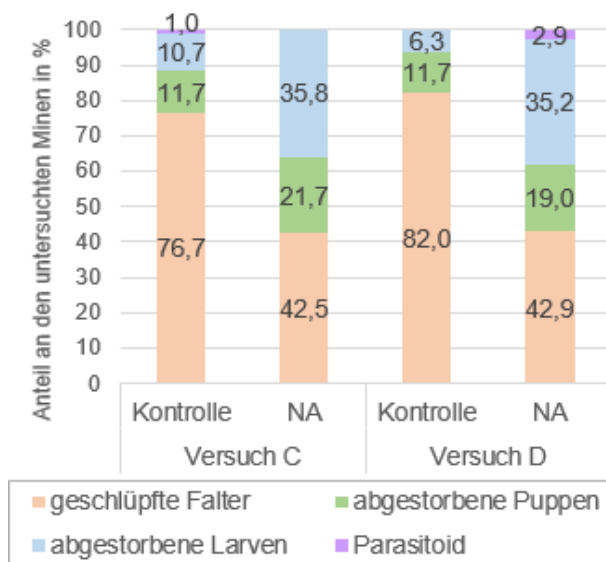


Abbildung 24: Prozentualer Anteil an geschlüpften Faltern und abgestorbenen Larven und Puppen in den voll entwickelten Minen aus den Versuchen C und D in 2021.

Auch in voll entwickelten Minen kam es noch zu einer gewissen Mortalität durch die Neem-Applikation, die zwar nicht mehr den Schaden, aber die Entwicklung der zweiten Generation reduzieren kann.

In Freilandversuchen (Versuch C und D im Jahr 2021 (siehe Freilandversuche und Abb. 27) wurden in der mit NeemAzal®-T/S behandelten Variante jeweils 100 Blätter mit voll entwickelten Minen (> 5,0 mm) eingesammelt und bis zum Schlupf der adulten Falter inkubiert. In den behandelten Varianten ist die Mortalität der Larven stark und die der Puppen in der Neem Variante gegenüber der Kontrolle schwach erhöht (Abb. 24). Es kann also von einer gewissen spät eintretenden Mortalität ausgegangen werden. Die Parasitierungsrate war sehr gering so dass keine Aussagen über einen etwaigen Effekt auf den Schlupf bzw. die Mortalität von Parasitoiden möglich sind.

3.4.3 Freilandversuche zur Wirkung von NeemAzal®-T/S auf die Pfennigminiermotte

In einem ersten Freilandversuch am Bodensee im Jahr 2019 wurde die Wirkung von NeemAzal®-T/S (im Folgenden NA abgekürzt) mittels mehrerer Bonituren der Entwicklung der Minen an den Trieben verfolgt. Der Versuch war wie auch alle folgenden Versuche als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen (6 Reihen mit 29 Bäumen pro Reihe und WH) in einer Anlage mit der Sorte ‚Braeburn‘ aufgebaut und wurde vom Betriebsleiter mit betriebsüblicher Applikationstechnik am 25.6. und am 2.7.2019 mit NA 1,5 l/ha und m Kh behandelt. Ausgewertet wurden in den mittleren beiden Reihen jeweils 25 Triebe pro Wiederholung, auf denen jeweils alle Blätter am 25.6., 3.7. und 7.7.2019 bonitiert wurden. Die Minen wurden in drei Kategorien unterschieden: kleine Minen mit Durchmesser < 2 mm, halb entwickelte Minen mit Durchmesser 3-5 mm und voll entwickelte Minen mit Durchmesser > 5 mm (Abb. 25).



Abbildung 25: Blatt mit abgestoppten, halb und ganz entwickelten Minen (links), Befall an Apfel (rechts)

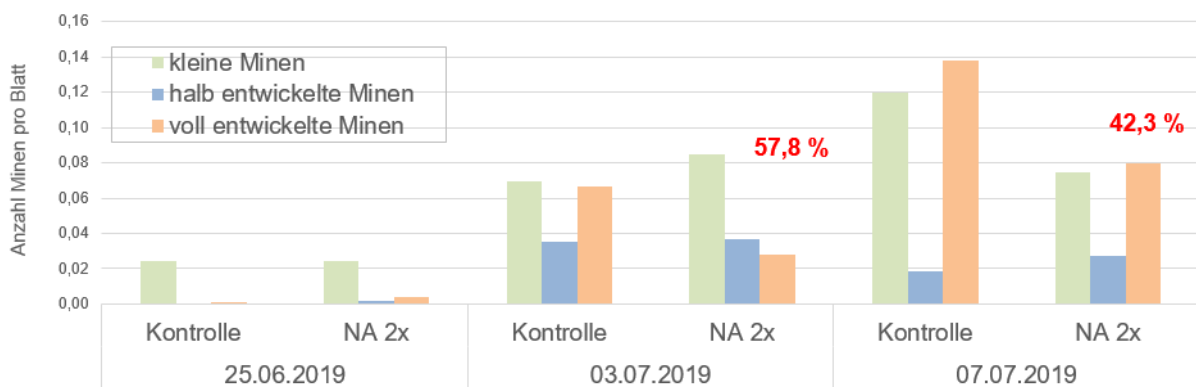


Abbildung 26: Anzahl der kleinen, halb entwickelten und voll entwickelten Minen pro Blatt im Versuch zu den jeweiligen Boniturterminen (25.6.Tag der ersten Behandlung, 3.7. Tag nach der zweiten Behandlung) im Jahr 2019 am Bodensee. In rot ist der Wirkungsgrad nach Henderson & Tilton bezogen auf die voll entwickelten Minen eingetragen.

Bei der ersten Applikation waren bereits viele Minen sichtbar (Abb. 26). Trotzdem konnte noch ein deutlicher Effekt auf die Entwicklung der Minen erzielt werden. Die Unterschiede in der Anzahl der voll entwickelten Minen pro Blatt zwischen NA und Kontrolle waren aber nicht signifikant.

In den Jahren 2020 und 2021 wurden weitere Freilandversuche mit gleichem Versuchsdesign am Bodensee durch die Uni Hohenheim und an der Niederelbe durch ÖON e.V. durchgeführt. Dabei wurde eine Applikation mit zwei Applikationen verglichen. In den Versuchen am

Bodensee erfolgte im Jahr 2020 die erste Behandlung am 2.6. 2020, die zweite am 23.6.2020 (Versuche A und B). Im Jahr 2021 wurde nur am 19.6. 2021 behandelt (Versuche C und D). Eine geplante zweite Spritzung unterblieb da der Schlupf der Larven in diesem Jahr sehr schnell beendet war.

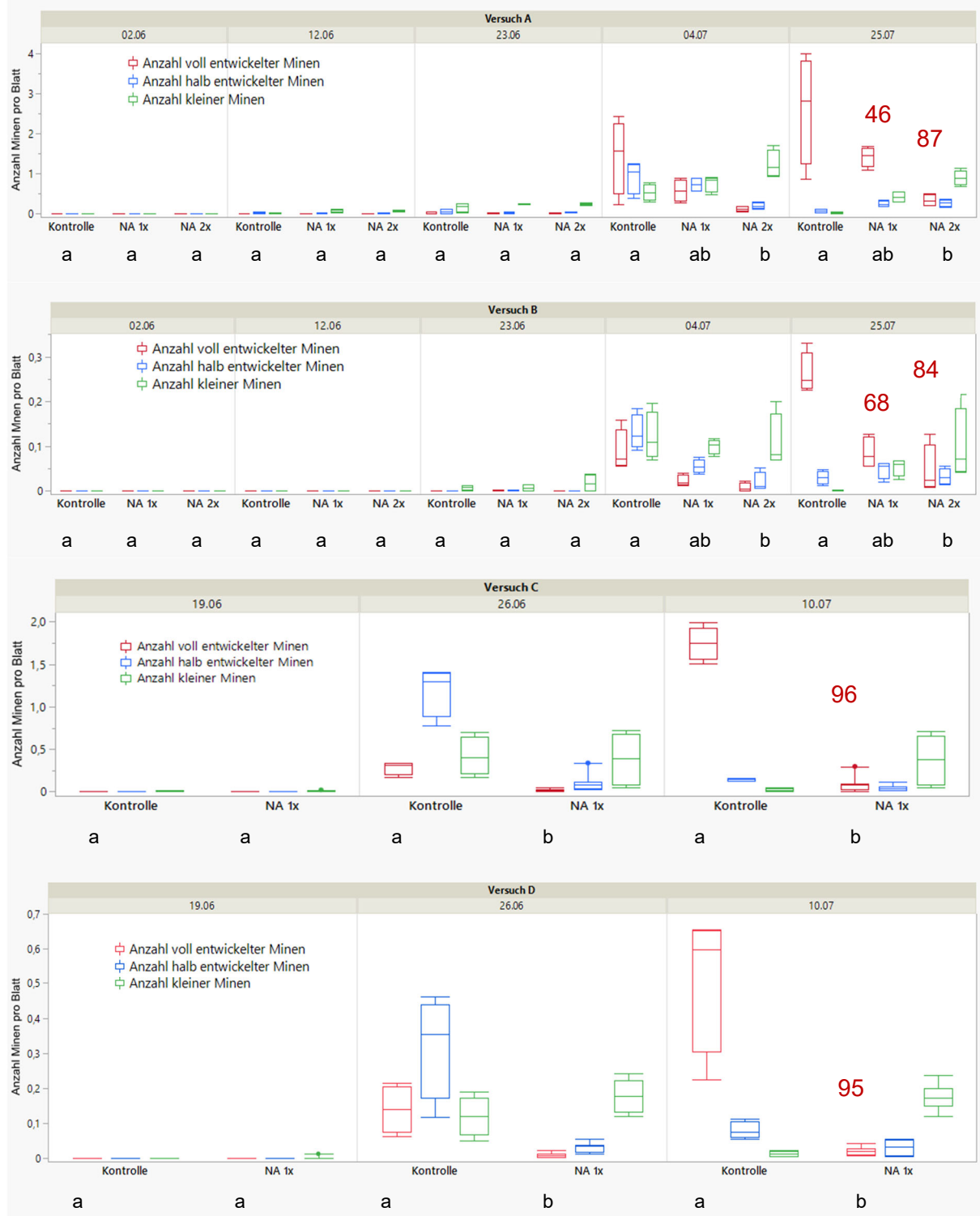


Abbildung 27: Anzahl Minen pro Blatt an den verschiedenen Auswertungsterminen in den Freilandversuchen A bis D im Bodenseegebiet in den Jahren 2020 und 2021. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei der Anzahl der voll entwickelten Minen. Der Wirkungsgrad nach Henderson und Tilton in % berechnet für die Anzahl der voll entwickelten Minen am letzten Boniturtermin ist in roter Schrift über der jeweiligen Variante angegeben.

An der Niederelbe wurde im Jahr 2021 am 14.6. und am 5.7. in Versuch E und am 15.6. und am 7.7.2021 in Versuch F behandelt. Die erste Auswertung erfolgte jeweils am Tag der Applikation. In der Folge wurde in regelmäßigen Abständen ausgewertet bis in der Kontrolle keine Entwicklung der Minen mehr stattfand.

Am Bodensee gab es im Jahr 2020 nach der ersten Spritzung starke Niederschläge und kühle Temperaturen. In der Folge konnten nur sehr wenige der Larven der ersten Schlupfperiode Minen anlegen. Erst fast drei Wochen später erfolgte dann ein zweiter Schlupfhöhepunkt, bei dem dann einen Tag nach Schlupfbeginn behandelt wurde. Im Jahr 2021 erfolgte die erste Behandlung rechtzeitig vor Schlupfbeginn, die zweite Behandlung war nicht mehr notwendig da die Schlupfperiode nach 14 Tagen bereits beendet war. Bei diesen Versuchen wurden zum Zeitpunkt der Spritzung jeweils Blätter entnommen und im Labor untersucht, ob die Larven bereits geschlüpft waren. So ist eine gute Aussage über den Schlupfbeginn möglich.

Im Norden wurde Versuch F wohl ganz kurz nach Schlupfbeginn behandelt während in Versuch E kurz vor Schlupfbeginn gespritzt wurde.

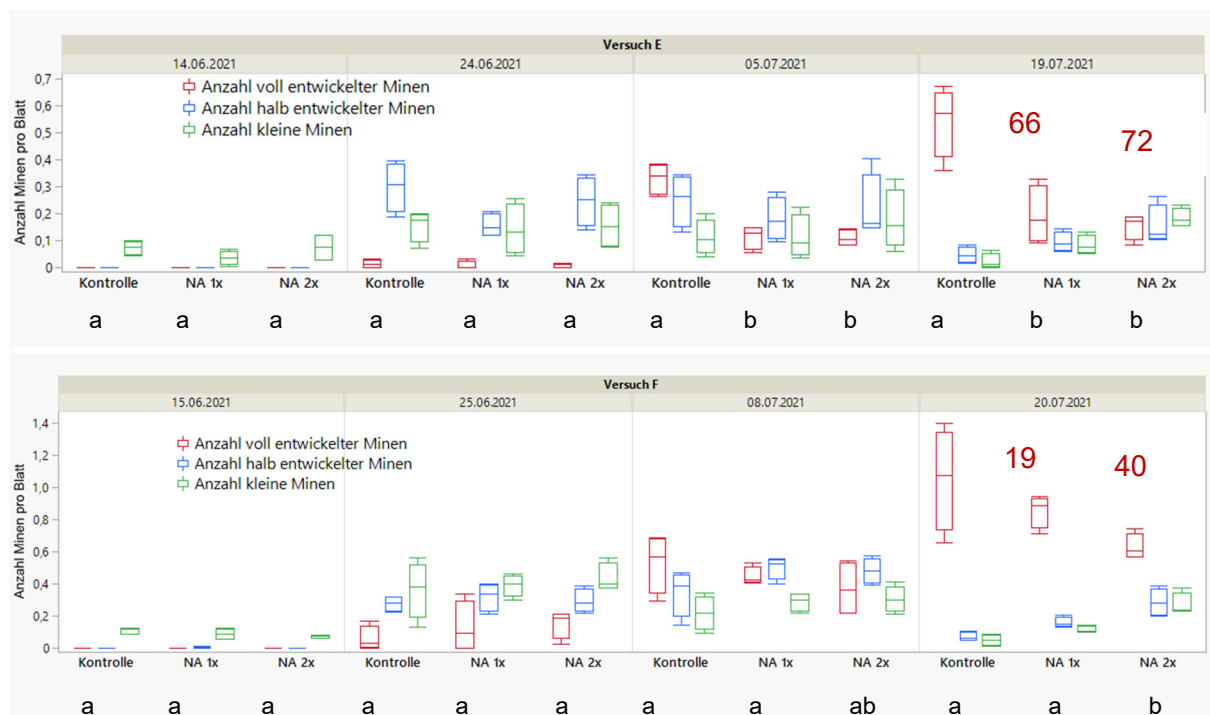


Abbildung 28: Anzahl Minen pro Blatt an den verschiedenen Auswertungsterminen in den Freilandversuchen E und F in der Region Nord im Jahr 2021. Unterschiedliche Buchstaben bedeuten signifikante Unterschiede bei der Anzahl der voll entwickelten Minen. Der Wirkungsgrad nach Henderson und Tilton in % berechnet für die Anzahl der voll entwickelten Minen am letzten Boniturtermin ist in roter Schrift über der jeweiligen Variante angegeben.

Die Versuche C und D, bei denen exakt kurz vor Beginn des Schlupfhöhepunkts gespritzt wurde und die Schlupfperiode sehr kompakt war (Abb. 27), zeigen die besten Wirkungsgrade bei nur einer Applikation. In Versuch A und B (Abb. 27) hat die einmalige Applikation fast drei Wochen vor dem Schlupf der Larven, die nicht durch Witterungsbedingungen an der Entwicklung gehindert wurden, immerhin noch einen Wirkungsgrad nach Henderson und Tilton von 46 % während die Doppelbehandlung, bei der allerdings die zweite Spritzung etwas zu spät ausgebracht wurde, um die allerersten schlüpfenden Larven der zweiten Schlupfperiode zu erfassen, einen Wirkungsgrad von 84 % erreichte. Bei den Versuchen E und F (Abb. 28) ist wohl davon auszugehen, dass bei der Applikation der ersten Spritzung in Versuch F bereits ein Teil der Larven geschlüpft war, so dass die Wirkung deutlich schlechter war als in Versuch E, wo eine signifikante Wirkung erreicht wurde. Die Anzahl der kleinen Minen zum Zeitpunkt der Bonitur am Tag der Spritzung ist zwar ein gewisser Indikator für den Status des

Larvenschlupfs, ist aber relativ ungenau. Die Minen sind bei der Bonitur am Tag der Einbohrung und auch am Folgetag eher nicht sichtbar, sondern erst in der Folgezeit.

3.4.4 Effekte des Witterungsverlaufs auf die Entwicklung der Larven

In einem Halbfreilandversuch im Mai 2021, bei dem zum Schlupf sehr nasse Witterung herrschte, starben sämtliche Larven nach dem Schlüpfen ab und es wurden keine Minen angelegt. Ähnliche Beobachtungen gab es auch im Freilandversuch im Jahr 2019 (Abb. 29)

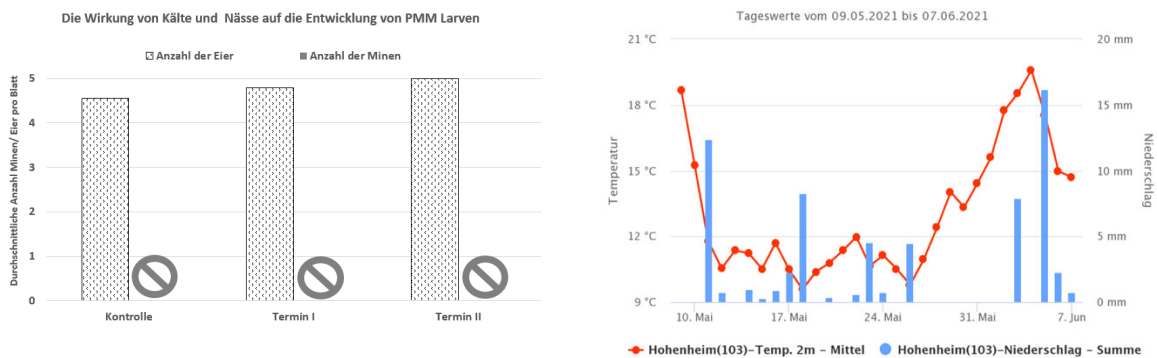


Abbildung 29: Witterungsbedingungen (Quelle Agrarmeteorologie Baden-Württemberg) und Entwicklung der geschlüpften Eilarven in einem Halbfreilandversuch im Mai 2021.

3.4.5 Untersuchungen zur Entwicklung der Eier in Abhängigkeit von der Temperatur

Die genaue Terminierung und damit die Prognose des Schlupfes der Larven hat sich als sehr wichtig erwiesen. Um eine Temperatursumme für die Entwicklungsdauer der Eier abzuschätzen, wurden am 22.06.2020 35 Apfelblätter mit frisch abgelegten Eiern gesammelt und unter dem Binokular ausgezählt.

Die Blätter wurden anschließend in Petrischalen mit Filter Papier im Klimaschrank unter Temperatur 25 ± 1 °C, R.H= 65%, Licht: 16:8 bis zum Schlupf der Larven aufbewahrt.

Aus 75,4 % der Eier schlüpfen Larven. Aus den Temperaturen berechnet sich eine Eientwicklungsdauer von 105 DD bei einer T_0 von 8 °C und von 93 DD bei einer T_0 von 10 °C. Im Klimaschrank war die durchschnittliche Zeitspanne bis zum Schlupf 6,2 Tage.

3.4.6 Prognose des Schlupfs der Pfennigminiermottenlarven

Für die Prognose von Eiablagebeginn und Schlupf der Pfennigminiermotten gibt es Temperatursummenangaben von Gottwald (1996). In den Jahren 2020 und 2021 wurden diese im Bodenseeraum und an der Niederelbe validiert (Tabelle 13). Zur Berechnung der Gradtage wurde von einer Basistemperatur von 8°C und einem Beginn der Addition ab 1.März ausgegangen (Gottwald, 1996).

Der Beginn der Eiablage lag eher früher als im Modell berechnet (Tab. 13). Der Beginn des Larvenschlupfs dagegen wurde 2020 am Bodensee sehr exakt vorhergesagt während in 2021 die Prognose zu früh war. Für Schlupfhöhepunkte und Beginn der Eiablage der zweiten Generation waren die Prognosen sehr unzuverlässig.

Tabelle 13: Validierung der Temperatursummen nach Gottwald für die Eiablage- und Schlupftermine der Pfennigminiermotte im Süden und im Norden in den Jahren 2020 und 2021.

Entwicklungsstadien	Gradtage nach Gottwald	Gradtage Süden		Gradtage Norden (Versuch E)
		2020	2021	2021
Beginn Eiablage 1. Generation	125	117	103	102
Beginn Larvenschlupf erste Generation	253	251	307	272
Schlupfhöhepunkt der Larven der ersten Generation	402	295	453	<i>Keine Daten</i>
Beginn Eiablage zweite Generation	741	325	637	560
Schlupfbeginn Larven der zweiten Generation	831	<i>Keine Daten</i>		774

3.4.7 Untersuchungen zum Potential von pilzlichen Antagonisten

Es konnten viele verschiedene Arten von entomopathogenen Pilzen aus den Larven der Pfennigminiermotte isoliert werden (Tab. 14). In 2019 gab es höheren Pilzbefall als in den Folgejahren.

3.4.7.1 Bestimmung der entomopathogenen Pilze und ihres insektenpathogenen Potentials

Nach Oberflächendesinfektion zum Ausschluss sekundärer Infektionen wurden die befallenen Larven auf Agar verbracht, um das jeweilige Pathogen zu kultivieren. Diese Kulturen wurden im Anschluß auf Insektenpathogenität untersucht.

Die Bestimmung dieser Kulturen war von großer Bedeutung, um die Wichtigkeit dieser Entomopathogene für die natürliche Kontrolle der Pfennigminiermotte abzuschätzen.

Ist bekannt, welche Entomopathogene eine größere Bedeutung haben, kann auch eher abgeschätzt werden, wann diese eine wichtige Rolle spielen können und wie dies ggf. gefördert werden kann. Diese Untersuchung bot gleichzeitig die Gelegenheit, das Vorkommen solcher Pathogene an natürlich vorhandenen Insekten in Öko-Obstanlagen zu untersuchen und so einen Überblick über das in den Anlagen vorhandene Artenspektrum entomopathogener Pilze zu erhalten.

Da keine Zucht der Pfennigminiermotte verfügbar war, wurde die Insektenpathogenität am Apfelwickler *Cydia pomonella* getestet. Von dieser Insektenart war eine Zucht im Fachgebiet Angewandte Entomologie, Institut für Phytomedizin, vorhanden.

Zehn Pilzstämmen aus den Sammlungen von 2019 und ein kommerzieller Pilzstamm als Vergleichspräparat (*Beauveria bassiana* ATCC 74040, Produkt: Naturalis-L) wurden auf ihre Insektenpathogenität getestet (Tab. 14). Alle Pilzstämmen wurden im Labor auf Kartoffel-Dextrose Agarmedium bei 22°C vermehrt.

Um die Pathogenität der Pilze zu überprüfen, wurden 5 Larven des Apfelwicklers jeweils im zweiten und fünften Larvenstadium in einer Petrischale (9 cm Ø) platziert und mit 1 ml einer Sporensuspension eines Pilzstammes, welche in einer 0,01 %-igen Tween 20 Lösung formuliert war, besprüht. Die Sporensuspensionen wurden mit den in Tabelle 15 dargestellten Konzentrationen verwendet.

Für dieses erste Screening wurden die Sporenkonzentrationen so eingestellt, wie sie bei der Auswaschung der Pilze entstanden. Als Kontrolle diente die 0,01 %-ige Tween 20 Lösung. Nach der Applikation wurden die Larven in eine Petrischale (10 x 5 x 6 cm) übertragen und auf

ein semisynthetisches Nährmedium gesetzt. Anschließend wurden die Larven bei 22°C, 70% rel. LF und L:D 16:8 h angezogen. Pro Variante wurden 5 Wiederholungen mit je 5 Larven angesetzt.

Nach 15 Tagen wurde die Mortalität der Larven ermittelt (Tab. 15). Die toten Larven wurden außen desinfiziert, wieder auf semisynthetisches Nährmedium gesetzt und dann nach 4-5 Tagen untersucht, ob sich Pilzsporen gebildet hatten.

Tabelle 14: Code, Herkunft und Sammlungszeitpunkt der verschiedenen Pilzstämmen sowie im Test auf Insektenpathogenität verwendete Sporenkonzentration

Pilzstamm	Sporenkonzentration	Ursprungsort	Sammlungszeitpunkt	Isolationszeitpunkt	Quelle des Isolates
Fr 02 A3	5,3*10 ⁶	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Ma 01 A	1,02*10 ⁸	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Ma 01 B	8,9*10 ⁷	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Ni02 C	1,8* 10 ⁸	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Fr 01 B	7,1*10 ⁷	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 18	Larve im Apfelblatt
Fr 02 A2	7,8*10 ⁷	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 18	Larve im Apfelblatt
Hu 01	2,3*10 ⁸	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Br 01	3,0*10 ⁶	Oberteuringen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Schaw 01 E	1,3*10 ⁸	Friedrichshafen	Apr 19	Jul 19	Larve im Apfelblatt
Ja 01 B	4,5*10 ⁷	Ahausen	Jul 19	Sep 19	Larve im Apfelblatt
Naturalis-L	2,5 ml/l	-----	-----		

Tabelle 15: Wirkung von zehn von der Pfennigminiermotte isolierten Pilzstämmen auf Apfelwicklerlarven im zweiten und fünften Larvenstadium: Mortalität und korrigierte Mortalität nach Schneider-Orelli.

Stammbezeichnung	Mortalität %		korrigierte Mortalität nach Schneider- Orelli	
	L2	L5	L2	L5
Fr 02 A3	68	44	57,9	33,3
Ma 01 A	52	24	36,8	9,5
Ma 01 B	40	40	21,1	28,6
Ni02 C	55	40	40,8	46,4
Fr 01 B	75	45	67,1	70,2
Fr 02 A2	44	20	26,3	33,3
Hu 01	48	56	31,6	38,1
Br 01	24	16	0	9,5
Schaw 01 E	52	16	36,8	42,9
Ja 01 B	36	36	15,8	23,8
Naturalis-L	64	60	52,6	52,4
Kontrolle	24	16	-	-

Die Pathogenität der gefundenen Pilze war teilweise höher als die des Handelspräparats Naturalis (Tab. 15), es gab aber auch Stämme mit sehr niedriger Pathogenität.

Die häufigste Pilzart war *Beauveria bassiana*. *B. bassiana* erreichte einen Anteil von mehr als 42 % an der Gesamtsammlungen.

Tabelle 16: Ursprung, morphologische Bestimmung und ITS-Sequenzierung der an den Larven der Pfennigminiermotte (*Leucoptera scitella*) gefundenen Pilzstämme.

Pilzstamm	Sammlungszeitpunkt	Isolationszeitpunkt	Quelle des Isolates	Morphologie	ITS-Sequenzierung
Br 01	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Verticillium lecani</i> (<i>Lacanicillium lecani</i>).	<i>Lecanicillium muscarium</i>
Ja 01 B	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>
Fr 02 A2	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Fusarium sp.</i>	<i>Fusarium avenaceum</i>
Fr 01 B	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Beauveria sp.</i>	<i>Beauveria bassiana</i>
Schaw 01 E	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Paecilomyces sp.</i>	<i>Clonostachys rosea</i>
Ma 01 A	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Verticillium lecani</i> (<i>Lacanicillium lecani</i>)	<i>Lecanicillium muscarium</i>
Fr 02 A3	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Beauveria sp.</i>	<i>Beauveria bassiana</i>
Hu 01	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Paecilomyces sp.</i>	<i>Isaria farinosa</i> (= <i>Paecilomyces farinosum</i>), <i>P. Hepiali</i> .
Ni 02 C	Apr 19	Jul 18	Larve im überwinternden Kokon	<i>Paecilomyces sp.</i>	<i>Isaria farinosa</i> (= <i>Paecilomyces farinosum</i>), <i>P. Hepiali</i> .
Ma 01 B	Jul 19	Sep 19	Larve im Apfelblatt	<i>Paecilomyces sp.</i>	<i>Isaria farinosa</i> (= <i>Paecilomyces farinosum</i>), <i>P. Hepiali</i> .
Ja 01 A	Jul 19	Sep 18	Larve im Apfelblatt	<i>Cladosporium sp.</i>	<i>Cladosporium cladosporioides</i>

Es wurden keine verpilzten Puppen gefunden. Um eine Verpilzung sicher festzustellen, muss das Insekt in der Petrischale wie oben angegeben auf Agar gelegt werden und es muss gelingen, den Pilz zu züchten. Dies war natürlich für alle toten Insekten möglich. Daher kann die Höhe der Verpilzung nur anhand äußerer Merkmale visuell geschätzt werden. Im Jahr 2019 waren ungefähr 5-6 % der Larven (sowohl in der überwinternden Generation als auch in den Minen im Sommer) verpilzt. In den Jahren 2020 war die Verpilzung der Wintergeneration deutlich geringer (etwa 1 %). Die Sommergeneration 2020 und die Sammlungen von 2021 wurden nicht mehr auf Verpilzung untersucht. Der visuelle Eindruck war aber auch in diesen Jahren, dass die Verpilzung keine besondere Bedeutung zur Reduktion der Population hatte.

3.4.8 Untersuchungen zum antagonistischen Potential von Parasitoiden

Für diese Untersuchung wurden erstmals im Jahr 2019 15 Anlagen am Bodensee ausgewählt, jeweils 5 Anlagen mit schwachem, mittlerem und starkem Befall im Vorjahr. Die Befallsstärke

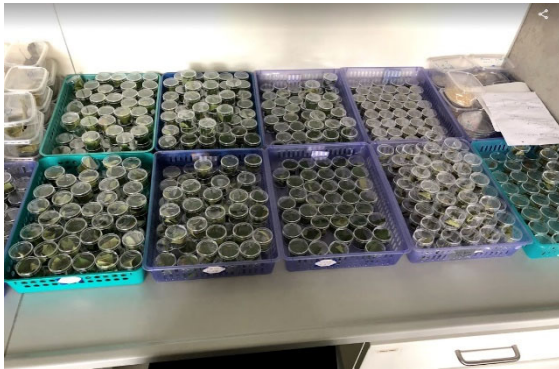


Abbildung 30: Aufbewahrung der Blattminen bis zum Schlupf der adulten Tiere

wurde aufgrund der Informationen aus der Beratung und der Betriebsleiter und von eigenen Abschätzungen bestimmt. In diesen Anlagen wurden jeweils 500- 600 Kokons mit Puppen der Wintergeneration und 50-70 fertige Blattminen, die noch Larven enthielten aus der Sommergeneration gesammelt und bis zum Schlupf der Falter oder Parasitoide in kleinen Plastikbehältern gehalten (Abb. 30). Nicht aus allen Kokons schlüpfte aber ein Insekt. Die Parasitierungsrate wurde jeweils als Prozentsatz von adulten Faltern und Parasitoiden an den geschlüpften Adulten bestimmt. Diese Untersuchungen wurden in den Jahren 2020 und 2021 sowohl am Bodensee als auch in der Region Nord fortgesetzt.

3.4.8.1 Parasitierung in der Region Süd

In der Region Süd zeigten sich deutliche Unterschiede zwischen den Anlagen in der Höhe der Parasitierung. Eine besonders hohe Parasitierung wiesen Anlagen mit Blühstreifen auf, die in einem anderen Projekt direkt mit einer Kontrollparzelle verglichen werden können. Da allerdings nur zwei Anlagen mit schwachem Befall in die Erhebung eingingen, ist hier keine definitive Aussage über den Effekt von Blühstreifen möglich (Abb. 31). Tendenziell wiesen die Anlagen mit höherem Befall eine geringere Parasitierung auf. Unterschiede gab es auch zwischen den einzelnen Jahren.



Abbildung 31: Schlupf von Faltern der Pfennigminiermotte und Parasitoiden aus den im Frühjahr 2019 in der Region Süd gesammelten Kokons (Grafik links) und den im Sommer 2019 gesammelten Blattminen (Grafik rechts). In den mit einer „0“ beschrifteten Anlagen wurden keine Minen mehr gefunden. *Anlage mit Blühstreifen

Während 2019 die überwinterten Kokons als auch die Blattminen ähnliche Parasitierungsraten aufwiesen (Abb. 31), waren die Kokons 2020 und vor allem 2020 stärker parasitiert als die Blattminen (Abb. 32). Im nasskalten Sommer 2021 konnte fast keine Parasitierung der Blattminen festgestellt werden (Abb. 33).

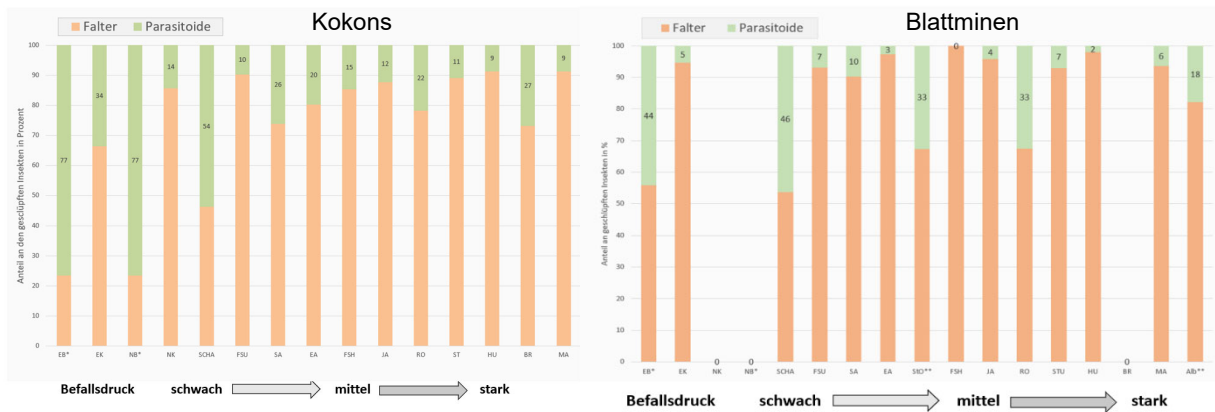


Abbildung 32: Schlupf von Faltern der Pfennigminiermotte und Parasitoiden aus den im Frühjahr 2020 in der Region Süd gesammelten Kokons (Grafik links) und den im Sommer 2020 gesammelten Blattminen (Grafik rechts). In den mit einer „0“ beschrifteten Anlagen wurden keine Minen mehr gefunden
 *Anlage mit Blühstreifen, ** neu hinzugenommene Anlage mit neu aufgetretenem starkem Befall

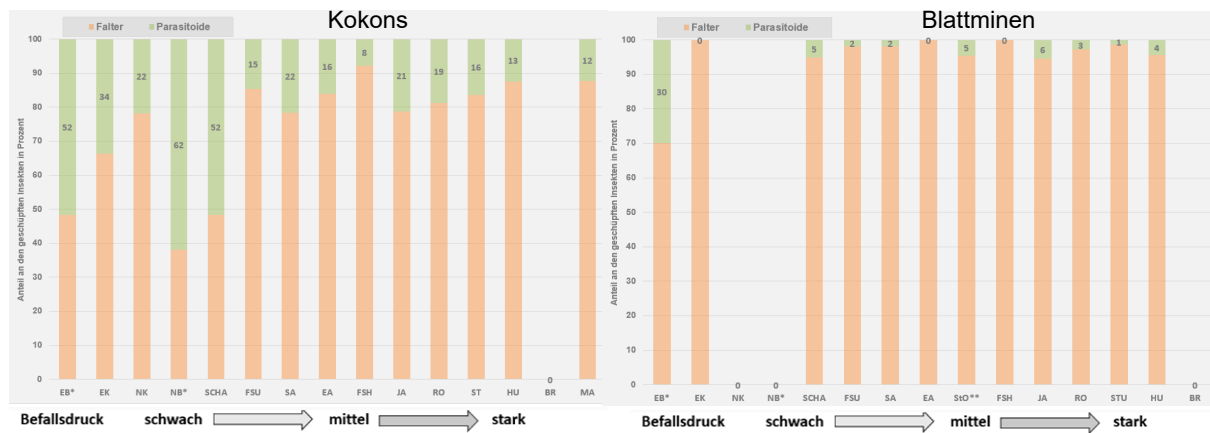


Abbildung 33: Schlupf von Faltern der Pfennigminiermotte und Parasitoiden aus den im Frühjahr 2021 in der Region Süd gesammelten Kokons (Grafik links) und den im Sommer 2021 gesammelten Blattminen (Grafik rechts) in der Region Süd. In den mit einer „0“ beschrifteten Anlagen wurden keine Minen mehr gefunden. *Anlage mit Blühstreifen

3.4.8.2 Parasitierung in der Region Nord

Im April 2020 wurden in Norddeutschland in zwei Anlagen mit schwachem, sieben Anlagen mit mittlerem und drei Anlagen mit starkem Befall Kokons und Minen der Pfennigminiermotte gesammelt. Aus insgesamt 19.579 im April 2020 gesammelten Kokons sind aus 2,9 % Falter und aus 1,3 % Parasitoide geschlüpft. Ein Großteil der Kokons war bereits bei der Probennahme leer und schien somit noch aus dem Vorjahr zu stammen. Der größte Anteil an Parasitoiden ist aus Kokons von mittelstark befallenen Anlagen geschlüpft. Die Anlage K war gering befallen und wies einen geringen Anteil an Parasitoiden auf. Die Anlage L hingegen wies einen starken Befall auf, hatte aber ebenfalls nur einen geringen Anteil an geschlüpften Parasitoiden (Abb. 34).

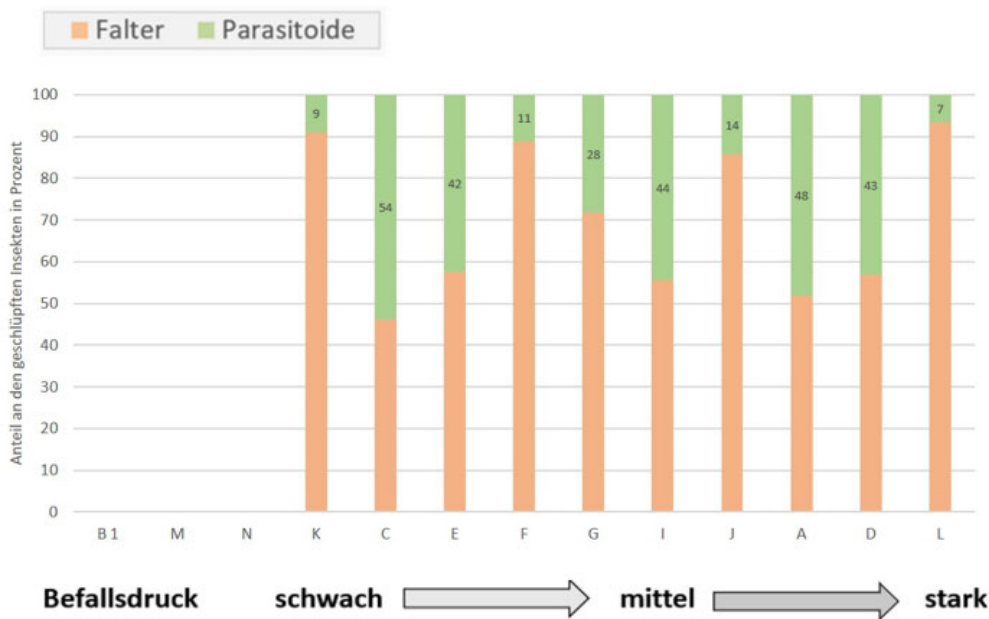


Abbildung 34: Befallsdruck und Parasitierung der im April 2020 gesammelten Kokons. In den Anlagen B1, M und N wurden keine Kokons gefunden. *Anlage mit Blühstreifen

In den im Juli 2020 gesammelten Minen wurden nur in zwei Anlagen überhaupt Parasitoide gefunden und das nur in geringer Zahl (Abb. 35). Aus einem Großteil der Minen haben sich allerdings keine adulten Insekten entwickelt (nur aus 4,64 % der gesammelten Minen schlüpfte ein Insekt).

In Anlage K hat sich der Befall trotz Behandlung mit NeemAzal T/S von schwach zu stark entwickelt. Eine zu späte Anwendung könnte hier zu einer reduzierten Wirkung geführt haben. Die Parasitierungsrate aller Kokons, aus denen ein Insekt geschlüpft ist, liegt bei Anlage K in der 2. Generation lediglich bei 1,7 %. Die Parasitierungsrate der Anlage L lag bei 0 %, wobei der Befall durch die Pfennigminiermotte weiterhin stark war.

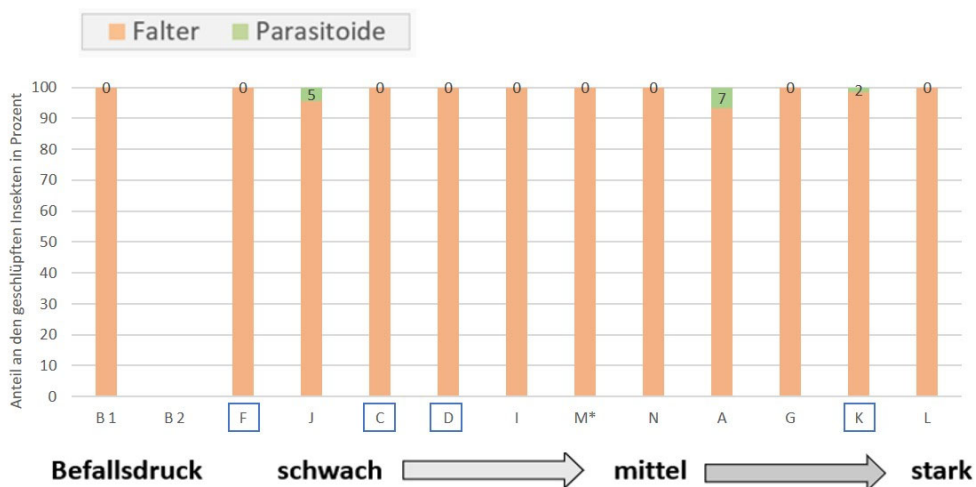


Abbildung 35: Befallsdruck und Parasitierung der im Juli 2020 gesammelten Kokons. In blau markierte Anlagen wurden gegen die Pfennigminiermotte mit NeemAzal®-T/S vorgegangen. *Anlage mit Blühstreifen

Im März 2021 wurden wieder in 14 Obstanlagen 18.578 Kokons gesammelt. Davon schlüpfen aus 14,5 % Falter und aus 4,5 % Parasitoide. Mit 64,2 % war der Großteil der gesammelten Kokons bereits leer. Weitere 10,5 % der Kokons beinhalteten tote Puppen und 5,9 % enthielten einen fertig entwickelten Falter, der jedoch nicht ausgeschlüpft war. Wie im Vorjahr stellte sich die Parasitierungsrate der im Frühjahr gesammelten Kokons als wesentlich höher dar als der im Sommer gesammelten Minen. Die Anlagen C, D und R verfügen über einen hohen Anteil der Parasitoide an der Gesamtzahl der geschlüpften Insekten von über 50 % und waren alle mittelstark befallen. Die Anlagen C und D wurden in den Jahren 2020 und 2021 mit NeemAzal®-T/S behandelt. Hier ist bereits seit einigen Jahren ein stärkerer Befall beobachtet worden. Anlage K weist wieder einen starken Befall bei einer gleichzeitig niedrigen Parasitierungsrate auf (Abb. 36).

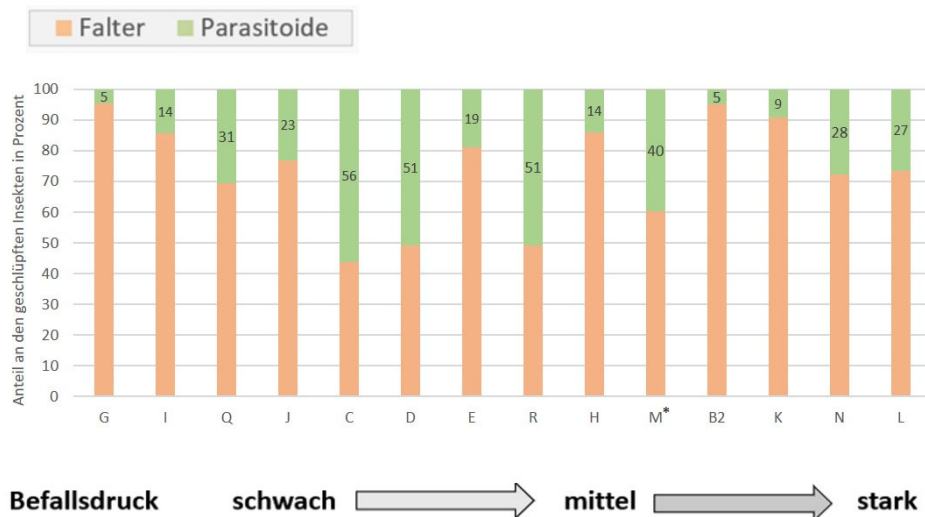


Abbildung 36: Befallsdruck und Parasitierung der im März 2021 gesammelten Kokons. *Anlage mit Blühstreifen

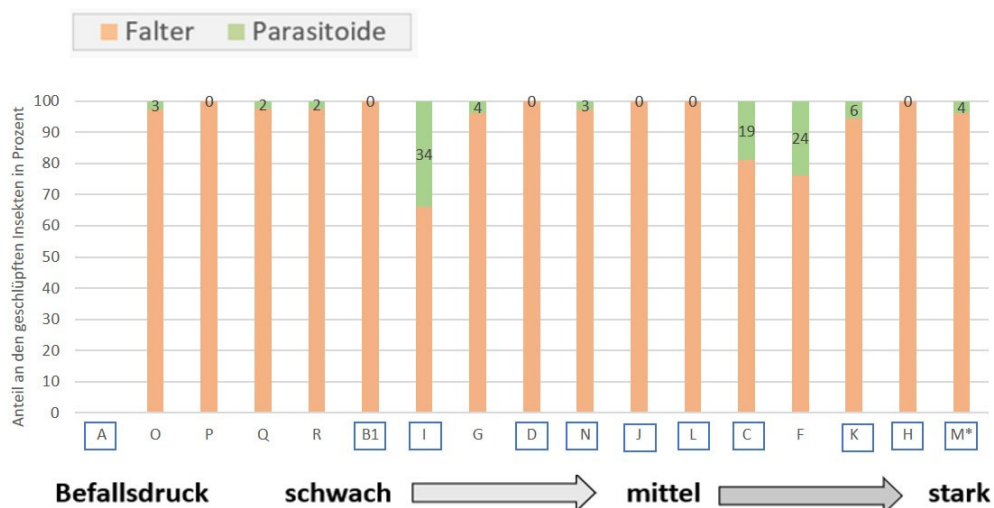


Abbildung 37: Befallsdruck und Parasitierung der im Juli 2021 gesammelten Kokons. In blau markierte Anlagen wurden gegen die Pfennigminiermotte mit NeemAzal® T/S behandelt. *Anlage mit Blühstreifen

Im Juli 2021 wurden von 16 Obstanlagen 7040 Minen gesammelt. Insgesamt war die Parasitierungsrate wie auch im Sommer des Vorjahres im Vergleich zur Wintergeneration mit 0,4 % sehr niedrig. Von allen gesammelten Minen haben sich nur aus 39,8 % Kokons entwickelt. Gemessen an den insgesamt gesammelten Minen haben sich 15,6 % zu Faltern weiterentwickelt. In 25,3 % der Minen wurden abgestorbene Larven der Pfennigminiermotte gefunden. Rund ein Drittel der gesammelten Minen schien bereits verlassen gewesen zu sein.

Der Anteil der Parasitoide an den insgesamt geschlüpften Insekten war in den Anlagen I, C und F mit 34 %, 19 % und 24 % am höchsten. Diese drei Anlagen weisen schon seit mehreren Jahren einen Befall auf. Die Befallsstärke dieser Anlagen war mittel. Anlagen I und C waren im Juni 2021 mit NeemAzal®-T/S behandelt worden. Ein positiver Einfluss des Blühstreifens in Anlage M* auf die Populationsdynamik der Parasitoide konnte nicht beobachtet werden. Diese Anlage hat bis Juli 2022 einen starken Befall entwickelt (Abb. 37).

Insgesamt konnte in Norddeutschland kein Einfluss der Stärke des Befalls auf die Parasitierungsrate beobachtet werden. Allerdings ist die Parasitierungsrate tendenziell in den Anlagen höher, die bereits seit mehreren Jahren einen Befall durch die Pfennigminiermotte aufweisen.

3.4.8.3 Bestimmung der wichtigsten Parasitoidenarten

Die Bestimmung der Parasitoide aus allen Regionen wurde an der Uni Hohenheim von Dr. Alkarrat durchgeführt.

Bestimmt wurden 1448 Parasitoide davon 1182 aus der Region Süd und 266 aus der Region Nord. Die Minen und Kokons aus der Region Nord mussten im Jahr 2021 aufgrund der extremen Witterung bei feuchtem Wetter gesammelt werden. Nach dem Schlupf hatte dies starke Effekte auf die Haltbarkeit der Individuen. Sie waren leider nicht mehr bestimmbar. Daher sind aus der Region Nord nur Exemplare aus dem Jahr 2020 bestimmt.

Tabelle 17: Übersicht über die bestimmten Arten und die vorhandenen Literaturangaben zur Parasitierung der Pfennigminiermotte durch diese Arten

Ordnung	Familie	Gattung	Art	Literaturangaben zu Funden an <i>L. scitella</i>
Hymenoptera	Eulophidae	<i>Baryscapus</i>	<i>Baryscapus</i> sp.	(Balazs, 1997; Szöcs, L. et al. 2015)
		<i>Chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis pentheus</i>	(Balazs, 1997; Szöcs, L. et al. 2015; Cojocar, 2000)
		<i>Pediobus</i>	<i>Pediobus pyrgo</i>	(Ivanov, 1976; Koutinkova and Andreev, 2001; Szöcs, L. et al. 2015)
		<i>Eulophus</i>	<i>Eulophus larvarum</i>	(Gantner, M., 2003, Bouček Z., 1959)
		<i>Pnigalio</i>	<i>Pnigalio pectinicornis</i>	(Balazs, 1997; Szöcs, L. et al. 2015)
		<i>Chrysocharis</i>	<i>Chrysocharis nephereus</i>	(Cojocar, 2000; Balazs, 1997; Szöcs, L. et al. 2015)
		<i>Achrysocharoides</i>	<i>Achrysocharoides</i> sp.	(Askew and Shaw, 1986. Szöcs, L. et al. 2015)
		<i>Entedon</i>	<i>Entedon</i> sp.	(Efremova and Mishchenko, 2008). Nicht <i>L. scitella</i> sondern anderer Blattminierer.
	<i>Aprostocetus</i>	<i>Aprostocetus</i> sp.	(Szöcs, L. et al. 2015; Efremova and Mishchenko, 2008)	
Pteromalidae	Pteromalus	<i>Pteromalus</i> sp.	Lotfalizadeh et al 2015). Nicht <i>L. scitella</i> sondern anderer Blattminierer.	

Die Parasitoide wurden in einem ersten Schritt in 9 morphologisch ähnliche Gruppen eingeteilt. Wenn eine Gruppe definitiv bestimmt war, wurden alle Individuen dieser Gruppe unter dem Binokular morphologisch untersucht, ob sie dieselben Merkmale aufweisen, die für diese Art charakteristisch sind. Bisher haben sich daraus keine weiteren Gruppen ergeben.

Diese Arten wurden morphologisch mit der Hilfe Bestimmungsliteratur und den Bestimmungsschlüsseln: **1:** Burks, R.A. (2003) Key to the Nearctic genera of Eulophidae, subfamilies Entedoninae, Euderinae, and Eulophinae (Hymenoptera Chalcidoidea), **2:** Illustrated key to West-Palaearctic genera of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea), und **3:** <https://keys.lucidcentral.org/keys/v3/Liriomyza> bestimmt.

Die molekulargenetischen Methoden wurden in Kombination mit der morphologischen Bestimmung durchgeführt und erfolgten durch die Sequenzierung der DNA-Abschnitte. Dazu wurde die DNA aus den Proben extrahiert und mittels Polymerasekettenreaktion (PCR) amplifiziert. Die DNA-Sequenz wurde durch die Sequenzierung ausgelesen und ein Barcode für jede Art erstellt. Diese Barcodes werden mit der genetischen Referenzdatenbank NCBI (National Center for Biotechnology Information) für die potenziellen Arten verglichen.

Tabelle 18: Übersicht über die Anteile der wichtigsten Parasitoidenarten an der Parasitierung in den beiden Regionen in den verschiedenen Jahren (Exemplare, die aufgrund von Beschädigungen nicht definitiv bestimmt werden konnten, sind ebenso wie die selteneren Arten unter „andere Arten“ gelistet).

Anteile an der Parasitierung der überwinternden Kokons (in %)									
Re-gion	Jahr	Anzahl Kokons mit Schlupf eines adulten Tieres	Anzahl Parasi-toide	Parasi-tierungs rate	<i>Pediobius pyrgo</i>	<i>Baryscapus sp.</i>	<i>Chrisocharis pentheus</i>	<i>Pteromalus sp.</i>	Andere Arten
	2019	1987	321	16,6	52,02	24,30	15,89	4,67	3,11
Süd	2020	2008	365	18,6	57,81	21,92	6,85	6,30	7,12
	2021	1244	213	17,5	55,40	16,90	15,02	8,45	4,23
Nord	2020	811	248	30,6	69,8	12,5	12,9	0,0	4,8
	Summe/Mittel	6050	1147	20,8	58,8	18,8	12,7	4,9	4,8
Parasitierung der Minen im Sommer (in %)									
	2019	927	120	12,9	50,0	41,7	8,3	0,0	0,0
Süd	2020	685	101	14,7	20,8	40,6	14,9	13,9	9,8
	2021	905	31	3,4	19,3	45,2	16,1	19,4	0,0
Nord	2020	403	18	4,5	5,6	50,0	38,9	0,0	5,6
	Summe/Mittel	2920	270	8,9	23,9	44,6	19,5	8,2	3,8

Es konnten 10 Parasitoidenarten aus zwei Familien bestimmt werden. Davon wurden 5 Arten bis zur Art bestimmt, bei den anderen Arten gelang dies derzeit sicher nur bis zur Gattungsebene (Tab. 18). Es wird noch versucht, von Spezialisten für die jew. Familien eine genaue Artbestimmung zu erreichen.

Die meisten Arten kommen aus der Familie Eulophidae. Die häufigsten Arten waren *Pediobius pyrgo*, *Baryscapus spec.* und *Chrisocharis pentheus*. Alle drei Arten wurden sowohl in den überwinternden Kokons als auch in den Minen im Sommer gefunden. Im Süden waren die Anteile an der Parasitierung über die drei untersuchten Jahre an den Kokons für diese drei Arten relativ ähnlich während bei den Minen ein starker Rückgang für die Anteile von *P. pyrgo* in 2020 und 2021 beobachtet werden konnte. In 2020 wurden an den Kokons mehr Arten gefunden. Im Norden waren *Baryscapus spec.* und *C. pentheus* die wichtigsten Parasitoide.

3.5 Zusatzuntersuchung zu den APs 2 und 4: Untersuchung von Kescherproben in Anlagen mit und ohne Blühstreifen auf Parasitoide von *P. rufipes* und *L. scitella*

In einem Projekt im Rahmen des Bundesprogramms biologische Vielfalt werden Anlagenpaare mit und ohne Blühstreifen in der Fahrgasse untersucht. Da bei der Pfennigminiermotte tendenziell Effekte der Blühstreifen auf die Parasitierung beobachtet wurden und natürlich auch die Frage aufkam, inwiefern für *Trissolcus cultratus* Blühstreifen eine Rolle spielen, wurden die Parasitoide aus den Kescherproben aus dem Jahr 2020 aus den Kontrollparzellen und den Blühstreifenparzellen am Bodensee unter dem Binokular untersucht, ob sich darunter *Trissolcus cultratus* oder Parasitoidenarten befinden, die an der Pfennigminiermotte gefunden wurden. Parasitoide die morphologische Ähnlichkeiten mit einem dieser Parasitoide aufwiesen wurden dann näher bestimmt.

Untersucht wurden insgesamt 24 Proben aus dem Jahr 2020 (3 Termine im Juni, Juli und August 2020, 4 Anlagenpaare) und 2 Proben (einer Kontrolle, einer Blühstreifen) aus dem Jahr 2019.

In 6 Proben aus 2020 und in einer Probe aus 2019 wurden solche Arten gefunden (Tab. 19).

Tabelle 19: Übersicht über die in den Proben gefundenen Arten und die Präsenz der entsprechenden Wirte in der Anlage

Datum	Anlage	Präsenz Wirte	Variante	Parasitoid	Anzahl Parasitoide
24.05.2019	G	keine <i>P. rufipes</i> aber <i>Palomena prasina</i>	Blühstreifen	<i>Trissolcus cultratus</i>	2
08.07.2020	JB	<i>Pentatoma rufipes</i>	Blühstreifen	<i>T. cultratus</i>	2
02.07.2020	JB	sehr geringer Befall Pfennigminiermotte	Kontrolle	<i>Pediobius pyrgo</i>	1
05.08.2020	EK	Schwacher Befall Pfennigminiermotte	Kontrolle	<i>P. pyrgo</i>	1
08.07.2020	EK	Schwacher Befall Pfennigminiermotte Keine <i>P. rufipes</i> aber <i>Palomena prasina</i>	Blühstreifen	<i>T. cultratus</i> , <i>P. pyrgo</i>	je 1
08.07.2020	EK	Schwacher Befall Pfennigminiermotte	Blühstreifen	<i>P. pyrgo</i>	1

Interessant ist, dass *T. cultratus* auch durchaus in Anlagen gefunden wurde, in denen keine Rotbeinige Baumwanzen in den Proben (auch in anderen Jahren als den untersuchten) gefunden wurden. Präsent waren dagegen in der Krautschicht *Palomena prasina* aber auch andere Pentatomiden. Das Auftreten von *T. cultratus* in diesen Anlagen könnte ein Hinweis darauf sein, dass solche Arten als Nebenwirte ggf. interessant sind. In der Anlage JB war 2020 in der Blühstreifenvariante und in der Kontrolle *P. rufipes* erstmals aufgetreten. In 2021 wurde sie dann nur noch in der Kontrolle gefunden wo es auch zu leichten Schäden an den Früchten kam. *Pediobius pyrgo* wurde in den Anlagen mit Blühstreifen und leichtem Befall aber auch in zwei Kontrollparzellen gefunden in der Fahrgassenvegetation gefunden. Dies zeigt, dass diese Art ggf. auch vom Management der Fahrgasse beeinflusst werden kann.

3.6 Erstellung einer Internetseite mit Anleitungen zur Bestimmung der gefundenen Parasitoide

Im Rahmen des Projekts hat es sich als sehr schwierig erwiesen, eine/n Expert/in zu finden, die oder der solche Parasitoidenarten bestimmen kann. Wenn aber das Potential dieser Antagonisten im Rahmen von Strategieentwicklungen genutzt werden soll, muss ihre Biologie zumindest ansatzweise bekannt und eine Artenbestimmung möglich sein. Das im Rahmen des Projekts dazu erarbeitete Wissen wird daher auf einer Internetseite www.obst-parasitoidenbestimmung.de für künftige Arbeiten zur Verfügung gestellt. Diese Seite wird auch auf der homepage der FÖKO e.V. verlinkt, um allen Akteuren aus dem Ökologischen Anbau ohne lange Suche zur Verfügung zu stehen. Die Seite wird gerade noch überarbeitet und soll möglichst von Experten überprüft werden bevor sie online gestellt wird.

4 Diskussion der Ergebnisse

4.1 AP 1: Regulierung der Apfelsägewespe mit entomopathogenen Nematoden (EPN)

Die ersten Versuche zur Apfelsägewespe haben gezeigt, dass die genaue Terminierung der Applikation auf den Schlupfbeginn sehr schwierig ist. Es konnte aber auch gezeigt werden, dass die Nematoden länger im Boden verbleiben so dass die Ausbringung nicht so extrem kurz vor Schlupf der Sägewespen erfolgen muss. Eine hohe Wasseraufwandmenge, die am besten mit dem Jauchefass erreicht werden kann, scheint ebenfalls von Bedeutung.

Enttäuschend ist die weitgehend ausgebliebene Wirkung auch in den Versuchen, in denen eine lang anhaltende Aktivität der EPN im Boden klar nachgewiesen wurde. Es konnte sogar gezeigt werden, dass die adulten Sägewespen in den behandelten Anlagen zum Teil von Nematoden befallen waren. Allerdings waren in den gefundenen Tieren bereits reife Eier vorhanden. Sägewespen sind weitgehend parthenogenetisch, d.h. sie legen fertile Eier ohne vorherige Kopulation ab. Im Allgemeinen erfolgt die erste Eiablage einen Tag nach dem Schlupf, d.h. sehr zeitnah. Es dauert aber einige Zeit bevor die Nematoden das Absterben der befallenen Tiere bewirken. Bei den Mehlwürmern dauerte dies mindestens eine Woche. Wenn die Sägewespen wie in allen Versuchen schlüpfen, wenn bereits die ersten Blüten offen sind und dann sofort die Vollblüte beginnt, ist u.U. ein großer Teil der Eiablage bereits erfolgt bevor die Tiere ggf. absterben. Dies würde die weitgehend ausgebliebene Wirkung erklären.

Da zudem die Entscheidung über eine Applikation auf der Basis des Sekundärbefalls im Vorjahr sehr schwierig ist kann das Verfahren auf der Basis dieser Ergebnisse nicht an die breite Praxis empfohlen werden.

4.2 AP 2: Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze

Sowohl Spruzit® NEU als auch die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte können nach den Ergebnissen der Freilandversuche nur eine gewisse Reduktion der Population bewirken und keine wirklich erfolgreiche Regulierung. Für Spruzit® NEU wurde dies ja bereits von König (2014) nachgewiesen. Die Wirkung ist aber weitgehend vergleichbar. Daher kann die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte als Alternative zur Spruzit® NEU als ein Baustein zur Reduzierung der Population empfohlen werden. In Birnen muss ein Einsatz meist um die Blüte herum erfolgen. Erste Versuche zeigten bisher keine deutlichen phytotoxischen Effekte der Mischung, so dass ein Risiko für einen ausdünnenden Effekt oder stärkere Berostungen derzeit relativ gering erscheint.

Die Kombination von Kantaro® und Neudosan® Neu zeigte eine etwas bessere Wirkung. Allerdings muss hier einerseits ein zu erwartender wesentlich höherer Nebeneffekt auf Nützlinge in Betracht gezogen werden andererseits auch die Zulassungssituation im Hinblick auf die Bienengefährlichkeit. Kantaro® ist als bienengefährlich (B2) eingestuft und kann so nur in den Abendstunden behandelt werden, was bei den Wanzennymphen, die sich abends in ihre Verstecke zurückziehen, wenig erfolgsversprechend erscheint. In Mischung mit einem anderen Insektizid wäre es derzeit als bienengefährlich (B1) einzustufen, dann müssten umfangreiche Vorkehrungen getroffen werden, um die Anlagen von blühenden Pflanzen zu befreien. Sowohl diese Kombination als auch Spruzit® NEU sind daher allenfalls im Herbst sinnvoll, allerdings ist davon auszugehen, dass die Eiparasitoide beeinträchtigt werden. Dies ist nach den bisherigen Beobachtungen sicher, da die Parasitoide im Freiland kurz nach den Wanzennymphen schlüpfen und somit bei der Ausbringung der nicht selektiven Präparate direkt getroffen werden. Für Frühjahrsbehandlungen muss noch untersucht werden, ob die adulten Parasitoide überwintern wie derzeit wahrscheinlich und ob sie dann im Frühjahr bereits wieder unterwegs sind.

Die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte könnte einen Baustein in einer Gesamtstrategie darstellen. Derzeit ist aber nicht klar, ob und wie eine Wiedenzulassung von Trifolio-S-forte erfolgen wird. Im Frühjahr 2022 musste daher in der Praxis die Nebenwirkung von Spruzit® NEU genutzt oder auf eine Regulierung ganz verzichtet werden.

Die Ausbringung des Eiparasitoiden *Trissolcus cultratus* könnte einen zusätzlichen Baustein darstellen und so zu einer erfolgreichen Gesamtstrategie führen. Ein Folgeprojekt zur Erarbeitung eines solchen Verfahrens (gefördert von der DBU, Az37933/01-34/0) ist in Zusammenarbeit mit der Fa. Katz Biotech AG aufbauend auf die ersten Versuche im April 2022 gestartet.

4.3 AP 3: Regulierung des Fruchtschalenwicklers

Vor allem im Norden und Im Süden hat der Schalenwickler an Bedeutung in den letzten Jahren massiv zugenommen. Mit der Kombinationsstrategie aus Verwirrung mit Isomate® CLR MAX TT und Capex® 2 konnte aber ein Verfahren entwickelt werden, das eine sehr gute und schnelle Reduktion auch hoher Populationen erlaubt. Capex® 2 ist allerdings nur gegen *A. orana* wirksam, während die Verwirrung sowohl gegen *A. orana* als auch gegen *P. heparana*, der sporadisch durchaus eine Rolle spielt, wirksam ist. Der rotbraune Knospenwickler *S. orana* kann mit dieser Strategie nicht reguliert werden, bisher ist er aber in keiner Region stärker aufgetreten, so dass die entwickelte Strategie derzeit sehr gut geeignet ist, Schäden durch Schalenwickler zu verhindern.

Parasitoide sind in dieser Strategie vor allem im Süden und Norden ein wichtiger Baustein. Am Bodensee ist das Parasitoidenspektrum allerdings im Vergleich zu Untersuchungen aus den 90er Jahren (Kienzle et al., 1995; 1997) sehr stark auf fast nur eine Art reduziert während im Norden immerhin zwei Arten von Bedeutung sind. Die sehr geringe Parasitierung in den Anlagen im Osten könnte zum Teil auch auf die doch relativ ausgeräumte Landschaft in der Umgebung zurückzuführen sein.

4.4 AP 4 Regulierung der Pfennigminiermotte

Auf der Basis der Versuchsergebnisse kann eine genaue Empfehlung zum Einsatz von NeemAzal®-T/S (NA) zur Regulierung der Pfennigminiermotte gegeben werden. NeemAzal®-T/S hat bei korrekter Anwendung eine gute Wirkung zur Reduktion des Schadens der ersten Generation und eine noch höhere zur Reduktion der Entstehung einer zweiten Generation.

Entscheidend für den Erfolg ist aber eine sehr genaue Terminierung der Spritzung. Diese stellt allerdings eine gewisse Herausforderung dar. Nach den bisherigen Ergebnissen hält die Wirkung einer Behandlung etwa zwei Wochen an. In der dritten Woche ist noch ein Effekt sichtbar, dieser reicht aber nicht für eine signifikante Reduktion der voll entwickelten Minen aus. Gleichzeitig ist keine Wirkung auf die Eientwicklung zu erwarten. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, möglichst kurz vor dem Schlupfhöhepunkt der Larven zu behandeln. Allerdings konnte auch gezeigt werden, dass die Wirkung sehr stark abnimmt, wenn die Larven bereits geschlüpft sind und sich einbohren. Bereits 24 h nach Schlupf war im Halbfreilandversuch kaum noch ein Effekt festzustellen. Allerdings muss auch berücksichtigt werden, dass nach der Spritzung für 6-12 Stunden kein Regen fallen sollte. Die erste Spritzung sollte also so nah an den ersten Schlupfhöhepunkt gelegt werden wie es möglich ist ohne das Risiko einzugehen dass dann witterungsbedingt der Schlupf vor der Spritzung erfolgt. Der Schlupf der Larven kann nur unter dem Binokular durch Kontrolle der Eier auf der Blattunterseite ermittelt werden. Sind kleine Minen sichtbar, ist der Schlupf bereits mehrere Tage her.

Eine zweite Behandlung ist bei starkem Befall angeraten wenn der Schlupf der Larven der ersten Generation länger als 14 Tage dauert oder zwei Wochen nach der ersten Spritzung noch einmal eine sehr starke Schlupfperiode ansteht.

Baufeld & Freyer (1990) beschreiben eine ökonomische Schadschwelle für eine Ertragsreduktion von 0,1 bis 2,5 Minen pro Blatt für die erste Generation. Nur bei sehr gutem Behang wird dies auf 0,1 Minen pro Blatt reduziert. Dies zeigt, dass ein gewisser Befall durchaus toleriert werden kann. Bei korrekter Anwendung von NeemAzal®-T/S kann der Befall mit den ermittelten Wirkungsgraden auch bei starkem Befall auf ein tolerierbares Niveau reduziert werden. Zur Ermittlung der Wirkung muss die Anzahl der voll entwickelten Minen herangezogen werden. Dabei spielt der Zeitpunkt der Kontrolle eine wichtige Rolle.

Die genaue Bestimmung des Schlupfzeitpunktes ist für die Wirkung der Behandlung sehr wichtig. Das Temperatursummenmodell nach Gottwald (1990) kann zwar für eine gewisse Einschätzung genutzt werden, wann mit den visuellen Kontrollen in den Anlagen begonnen werden sollte, es kann aber diese auf keinen Fall ersetzen.

Pilzliche Antagonisten haben in den Jahren der Untersuchung keine wichtige Rolle bei der Reduktion der Population gespielt. Damit haben sich die Beobachtungen von Pitta (1991) über hohe Verpilzungsraten nicht bestätigt. Der Rückgang in Regenjahren scheint eher auf Probleme beim Einbohren der Larven unter schlechten Witterungsbedingungen zurückzuführen zu sein. Inwiefern in diesem Zusammenhang auch Pilze eine Rolle spielen, konnte nicht untersucht werden. Es wurden allerdings viele verschiedene Arten von Pilzen von den toten Larven isoliert, von denen die meisten auch eine hohe Insektenpathogenität aufwiesen.

Parasitoide sind offensichtlich wichtige Gegenspieler der Pfennigminiermotte. Die wichtigen gefundenen Arten sind aus der Literatur als Gegenspieler der Pfennigminiermotte bekannt (Mey, 1993; Balazs, 1997; siehe auch Tab. 17). Das Parasitoidenspektrum ist allerdings weniger artenreich als in diesen Untersuchungen und es gibt nur wenige wichtige Arten. Diese parasitieren alle sowohl die Minen im Sommer als auch die überwinterten Kokons. Im Vergleich zur Studie von Mey (1993) aus dem Havelland aus den 90er Jahren ist die Anzahl der Arten um einiges geringer. Auch in dieser Studie wurden aber hauptsächlich Eulophiden gefunden. *Chrysocharis nitetis*, der damals als wichtigste Art beobachtet wurde, trat überhaupt nicht auf während *Ch. pentheus* damals und in dieser Studie vertreten war. *P. pyrgo* wurde ebenfalls in beiden Studien gefunden während *Baryscapus spec.* damals nur in der Studie von Balazs gefunden wurde.

Es zeigten sich große Schwankungen in der Parasitierungsrate zwischen den Anlagen. Tendenziell war die Parasitierung in Anlagen mit hohem Befall geringer. Im Norden waren

Anlagen, die schon länger Befall aufwiesen, eher stärker parasitiert. In der Praxis wird oft beobachtet, dass der Befall mit Pfennigminiermotte "wandert", d.h. er tritt erst in einer Anlage auf, geht dann stark zurück um sich dann in eine andere nahegelegene Anlage zu verlagern. Inwiefern die Parasitoide bei diesem Phänomen eine Rolle spielen, kann aufgrund dieser Untersuchungen nicht abgeschätzt werden. Es könnte aber sinnvoll sein, in Anlagen mit mittlerem Befall im Frühjahr Kokons zu sammeln und diese in Anlagen, in denen neuer Befall auftritt, auszubringen, um so die Parasitoide einzubringen ehe der Befall sich zu stark etablieren kann. Besonders in relativ ausgeräumten Landschaften, in denen Parasitoide ggf. eher wenig von außen zuwandern, könnte dies sinnvoll sein. Da die wichtigen Arten sowohl Kokons als auch Minen parasitieren, können sie sich gut in der Anlage etablieren. Eine Schonung der Parasitoide ist daher auf jeden Fall ein zentraler Baustein in der Strategie zu einer langfristig tragfähigen Regulierung der Pfennigminiermotte. Der Einsatz von NeemAzal®-T/S dürfte die Parasitierung relativ wenig beeinträchtigen. Die adulten Parasitoide werden davon eher nicht geschädigt. Da die Parasitierung weitgehend in den letzten Larvenstadien erfolgt, dürfte auch das Absterben der Larven in früheren Larvenstadien durch die Anwendung von NeemAzal®-T/S die Parasitierung nicht wesentlich beeinflussen.

Ein Einsatz von Spinosad® zum Schlupftermin der Miniermotten würde dagegen die adulten Parasitoide sehr stark schädigen. Da auch noch viele andere Nützlinge beeinträchtigt würden (u.a. die wichtigsten Gegenspieler der Blutlaus Blutlauszehrwespe und Ohrwurm), ist diese Anwendung für die Strategie im Öko-Obstbau nicht geeignet und wurde daher auch nicht in die Untersuchungen einbezogen.

Besonders *P. pyrgo*, der auch als wichtigster Parasitoid erkannt wurde, wurde in Kescherproben in Blühstreifen in nur gering befallenen Anlagen gefunden. Inwiefern Blühstreifen in der Fahrgasse so dazu führen können, dass Parasitoide ggf. früher in Anlagen einwandern, in denen der Befall mit Pfennigminiermotte beginnt, oder ganz allgemein die Parasitierung fördern, kann aufgrund der wenigen vorliegenden Daten nicht abgeschätzt werden. Eine Einwanderung hängt auch immer von der umgebenden Landschaftsstruktur ab. Gezeigt werden konnte aber, dass Parasitoide

Das Potential des Einbringens von Kokons in Anlagen mit Neubefall als auch der Effekt von Blühstreifen als mögliche Bausteine der Strategie zur Regulierung der Pfennigminiermotte sollte aber noch intensiver untersucht werden.

4.5 Zusatzuntersuchung zu den APs 2 und 4: Untersuchung von Kescherproben in Anlagen mit und ohne Blühstreifen auf Parasitoide von *P. rufipes* und *L. scitella*

Die Datengrundlage ist zu gering, um wirkliche Aussagen zu erlauben. Die Funde von *T. cultratus* und *P. pyrgo* in den Kescherproben zeigen jedoch, dass die Blühstreifen und das Management der Fahrgassenbegrünung im Allgemeinen noch erhebliches Potential für optimierte Strategien der Nützlingsförderung bieten.

5 Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse. Wurden im Projekt praxisrelevante Ergebnisse erzielt?

In AP 1 wurde abgeklärt, inwieweit entomopathogene Nematoden ein Baustein in der Strategie zur Reduktion des Befalls durch die Apfelsägewespe sein können. Es zeigte sich, dass dies weitgehend nicht der Fall ist, was aber eine sehr wichtige Information für die Praxis ist. In AP 2 wurden direkte Empfehlungen für die Strategie zur Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze

erarbeitet, die jetzt Bestandteil der Beratungsempfehlungen sind. Außerdem ist ein spinoff-Projekt zur Freilassung des festgestellten Eiparasitoiden entstanden.

In AP 3 und AP 4 wurden Strategien entwickelt, die jetzt Bestandteil der Beratungsempfehlungen sind.

6 Gegenüberstellung der ursprünglich geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen; Hinweise auf weiterführende Fragestellungen

Unter anderem aufgrund der extremen Witterungsbedingungen in den Jahren 2017 (Totalausfall wegen Frost) und 2018 (z.B. sehr heißes Frühjahr, Hagel in Region Süd) konnten für die APs 2, 3 und 4 Ende 2019 noch keine abschliessenden Aussagen gemacht werden, so dass eine Verlängerung des Projekts beantragt wurde. Die Arbeiten im Labor haben sich teilweise aufgrund der Covid-19-Situation verzögert, konnten jedoch zu Projektende wie geplant abgeschlossen werden. Aus dem Projekt ist als spin-off ein Folgeprojekt zur Erarbeitung eines Verfahrens zur Ausbringung des Eiparasitoiden *T. cultratus* zur Regulierung der Rotbeinigen Baumwanze hervorgegangen (gefördert von der DBU, Az37933/01-34/0, Universität Hohenheim in Zusammenarbeit mit der Fa. Katz Biotech AG, Beginn 4/22).

7 Zusammenfassung

Beim **Einsatz von entomopathogenen Nematoden (EPN)** gegen die aus dem Boden schlüpfenden adulten **Sägewespen (AP 1)** konnte mittels eines selbst entwickelten Biotests gezeigt werden, dass die Nematoden länger im Boden verbleiben so dass eine Ausbringung nicht unbedingt ganz kurz vor Schlupf der Sägewespen erfolgen muss. Eine hohe Wasseraufwandmenge, die am besten mit dem Jauchefass erreicht werden kann, scheint aber von Bedeutung. Der weitgehend ausgebliebene Effekt des Verfahrens auf die Anzahl abgelegter Eier in den Blütenbüscheln auch in den Versuchen, in denen eine lang anhaltende Aktivität der EPN im Boden klar nachgewiesen wurde, könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Tiere erst nach der Eiablage abgestorben sind. In behandelten Anlagen wurden von Nematoden befallene Sägewespen an Weißfallen gefunden. Allerdings waren in diesen Tieren bereits reife Eier vorhanden. Sägewespen sind weitgehend parthenogenetisch, d.h. sie legen fertile Eier ohne vorherige Kopulation ab. Im Allgemeinen erfolgt die erste Eiablage einen Tag nach dem Schlupf, d.h. sehr zeitnah. Es dauert aber einige Zeit bevor die Nematoden das Absterben der befallenen Tiere bewirken. Wenn die Sägewespen wie in allen Versuchen schlüpfen, wenn bereits die ersten Blüten offen sind und dann sofort die Vollblüte beginnt, ist u.U. ein großer Teil der Eiablage bereits erfolgt bevor die Tiere ggf. absterben. Dies würde die weitgehend ausgebliebene Wirkung erklären. Da zudem die Entscheidung über eine Applikation auf der Basis des Sekundärbefalls im Vorjahr sehr schwierig ist kann das Verfahren auf der Basis dieser Ergebnisse nicht an die breite Praxis empfohlen werden.

Im Rahmen des Monitorings in **AP 2** konnte klar nachgewiesen werden, dass die **Rotbeinige Baumwanze** im Bodenseegebiet auch an Äpfeln vermehrt auftritt und seit 2019 massive Fruchtschäden verursacht. Sowohl Spruzit® NEU als auch die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte können nach den Ergebnissen der Freilandversuche nur eine gewisse Reduktion der Population bewirken und keine wirklich erfolgreiche Regulierung. Die Wirkung ist aber weitgehend vergleichbar. Daher kann die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte als Alternative zur Spruzit® NEU als ein Baustein zur Reduzierung der Population empfohlen werden. In Birnen muss ein Einsatz meist um die Blüte herum erfolgen. Erste Versuche zeigten

aber keine deutlichen phytotoxischen Effekte der Mischung. Die Kombination von Kantaro® und Neudosan® Neu zeigte eine etwas bessere Wirkung. Allerdings muss hier einerseits ein zu erwartender wesentlich höherer Nebeneffekt auf Nützlinge in Betracht gezogen werden andererseits auch die Zulassungssituation im Hinblick auf die Bienengefährlichkeit. Kantaro® ist als bienengefährlich (B2) eingestuft und kann so nur in den Abendstunden behandelt werden, was bei den Wanzen nymphen, die sich abends in ihre Verstecke zurückziehen, wenig erfolgsversprechend erscheint. In Mischung mit einem anderen Insektizid wäre es derzeit als bienengefährlich (B1) einzustufen, dann müssten umfangreiche Vorkehrungen getroffen werden, um die Anlagen von blühenden Pflanzen zu befreien. Sowohl diese Kombination als auch Spruzit® NEU sind daher allenfalls im Herbst sinnvoll, allerdings ist davon auszugehen, dass die Eiparasitoide beeinträchtigt werden. Dies ist nach den bisherigen Beobachtungen sicher, da die Parasitoide im Freiland kurz nach den Wanzen nymphen schlüpfen und somit bei der Ausbringung der nicht selektiven Präparate direkt getroffen werden. Für Frühjahrsbehandlungen muss noch untersucht werden, ob die adulten Parasitoide überwintern wie derzeit wahrscheinlich und ob sie dann im Frühjahr bereits wieder unterwegs sind.

Die Mischung Neudosan® Neu//Trifolio S-forte könnte einen Baustein in einer Gesamtstrategie darstellen. Derzeit ist aber nicht klar, ob und wie eine Wiedenzulassung von Trifolio-S-forte erfolgen wird. Im Frühjahr 2022 musste daher in der Praxis die Nebenwirkung von Spruzit® NEU genutzt oder auf eine Regulierung ganz verzichtet werden.

Die Ausbringung des Eiparasitoiden *Trissolcus cultratus* könnte einen zusätzlichen Baustein darstellen und so zu einer erfolgreichen Gesamtstrategie führen. Ein Folgeprojekt zur Erarbeitung eines solchen Verfahrens (gefördert von der DBU, Az37933/01-34/0) ist in Zusammenarbeit mit der Fa. Katz Biotech AG aufbauend auf die ersten Versuche im April 2022 gestartet.

Vor allem im Norden und im Süden hat der **Schalenwickler (AP 3)** an Bedeutung in den letzten Jahren massiv zugenommen. Die derzeit wichtigen Arten *A. orana* und *P. heparana* können mit der entwickelten Kombinationsstrategie aus Verwirrung mit Isomate® CLR MAX TT und Capex® 2 zur zusätzlichen Reduktion von hohen Anfangspopulationen unter Schonung der Parasitoide sehr gut reguliert werden. Das Verfahren ist im Projektverlauf bereits sehr erfolgreich in die Praxis eingeführt worden (Notfallzulassung für Isomate CLR MAX TT ab 2020). Die wichtigsten Parasitoidenarten waren *T. striata* und *M. ictericus*.

Auf der Basis der Versuchsergebnisse in **AP 4** kann eine genaue Empfehlung zum Einsatz von NeemAzal®-T/S (NA) zur Regulierung der **Pfennigminiermotte** gegeben werden. NeemAzal®-T/S hat bei korrekter Anwendung eine gute Wirkung zur Reduktion des Schadens der ersten Generation und eine noch höhere zur Reduktion der Entstehung einer zweiten Generation. Entscheidend für den Erfolg ist aber eine sehr genaue Terminierung der Spritzung. Diese muss möglichst kurz vor dem Schlupf der Larven erfolgen. Eine zweite Behandlung ist bei starkem Befall angeraten wenn der Schlupf der Larven der ersten Generation länger als 14 Tage dauert oder zwei Wochen nach der ersten Spritzung noch einmal eine sehr starke Schlupfperiode ansteht.

Parasitoide spielen für die Regulierung eine wichtige Rolle und können mit der entwickelten Strategie geschont werden. Die drei wichtigsten Arten *P. pyrgo*, *Ch. pentheus* und *Baryscapus spec.* wurden sowohl in den überwinternden Kokons als auch in den Minen im Sommer gefunden und können sich so in der Anlage dauerhaft etablieren. Die Höhe der Parasitierung war anlagenspezifisch sehr unterschiedlich. Das Verbringen von Kokons aus Anlagen mit abnehmendem Befallsdruck in frisch befallenen Anlagen könnte einen interessanten Baustein in der Strategie darstellen. In Blühstreifen wurde vor allem *P. pyrgo* gefunden, die Effekte auf die Parasitierung sollten näher untersucht werden.

Pilzliche Antagonisten spielten in den Untersuchungsjahren eine eher untergeordnete Rolle, es konnten jedoch viele verschiedene Arten von entomopathogenen Pilzen isoliert werden.

8 Literaturverzeichnis

- Andermatt, M. (1989): Die mikrobiologische Bekämpfung des Fruchtschalenwicklers *Adoxophyes orana* F.v.R. mittels Granuloseviren. Diss. ETH Zürich, 1989.
- Askew, R.R., Shaw, M.R., 1986. Parasitoid communities: their size, structure and development. In: Waage J, Greathead D (Eds) *Insect parasitoids*. Academic Press, London, 225-264.
- Balázs, K. (1997) The importance of parasitoids in apple orchards, *Biol. Agric. & Hort.*, 15:1-4, 123-129,
- Baufeld, P. & Freyer, B. (1990): Zur Schadwirkung der Miniermotten im Apfelbau und Schlußfolgerungen für die Bekämpfungsentscheidung. *Nachr.-Bl.* **44**, 173-177.
- Belien, T. (2012): Plagen aanpakken met Nematoden . *Boerenbond, Management & Techniek* **4**, 2.
- Buck, M.; Bathon, H. (1993): Auswirkungen des Einsatzes entomopathogener Nematoden (*Heterorhabditis* sp.) im Freiland auf die Nichtzielfauna, 2. Teil: Diptera. In: *Anz. f. Schädlingsk., Pflanzensch., Umweltsch.* **66**: 84-88.
- Cojocaru, I., 2000. The parasitoid complex of the ringed leafminer *Leucoptera scitella* Zeller (Lepidoptera, Leucopteridae), in Romania. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* **12**: 435-439.
- Efremova, Z. A., Mishchenko, A. V., 2008. The parasitoid complex (Hymenoptera, Eulophidae) of the Lime leafminer *Phyllonorycter issikii* (Lepidoptera, Gracillariidae) from the Middle Volga Basin. *Zoologicheskii Zhurnal*, V. 87, 189-196.
- Figg, D.E., Hall, R.D., Thomas, G.D. (1983) Insect parasites associated with Diptera developing in bovine dung pats on Central Missouri pastures. *Environ. Entomol.*, **1**: 961-966.
- David, W. H., Bhadriraju, S. (2006) *Fundamentals of stored-product entomology*. American Associate of Cereal Chemists International, 151-156.
- De Bruine, A. (2015): Nieuwe en oude plagen bedreigen de fruitteelt. *Fruiteelt* Nr. 20.
- Gantner, M., 2003. Lepidoptera of hazel plants in Poland (part ii). The natural regulation of lepidoptera species in different habitats. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Horticulture*, **6** (2) #3
- Graf B., Höpli H.U., & Höhn H. (1996a) Modelling spring emergence of the apple sawfly *Hoplocampa testudinea*. *Proc. 4th Int. Symp. Comp. Mod. on Fruit Res. Acta Hort.* **416**: 263-271.
- Ehlers, R.U. (2003): *Biocontrol Nematodes*. In: Hokkanen, H.M.T. & Hajek, A.E. (eds): *Environmental impacts of microbial insecticides*, Kluwer Academic Publishers: 177-220.
- Ihara, F., Yaginuma, K., Kobayashi, N., Mishiro, K., Sato, T. (2001): Screening of entomopathogenic fungi against the brown-winged green bug, *Plautia stali* Scott (Hemiptera: Pentatomidae). *Appl. Entomol. Zool.* **36**: 495-500.
- Hansson, C. (2013). Neotropical Eulophidae. in: <http://www.neotropicaeulophidae.com>.
- Happe, S.; Njezic, B.; Ehlers, R.U. (2016): Control of apple sawfly (*Hoplocampa testudinea* Klug) and plum sawflies (*H. flava* L. and *H. minuta* Christ.) with entomopathogenic nematodes. In: *Ecofruit Proceedings 2016*: 258-260.
- Ivanov S, 1976. Leaf-miner moths on fruit-trees in Bulgaria. Dissertation. Fruit-Growing Institute, Plovdiv, Bulgaria.
- Kehrl, P.; Pasquer, D. (2012): Biology and impact of the forest bug *Pentatoma rufipes* L. (Heteroptera, Pentatomidae) in pear and apricot orchards. *Integrated Protection of Fruit Crops. Subgroups „Pome fruit arthropods“ and „Stone fruits“ IOBC/wprs Bulletin* **74**, 33-37
- König, Verena: Möglichkeiten für das Monitoring und die Regulierung der Baumwanze *Pentatoma rufipes* im Ökologischen Obstbau. Master Thesis University of Hohenheim, 2014
- König, Verena: Monitoring der rotbeinigen Baumwanze. In: *Öko-Obstbau 2015*. 18-22.
- Kienzle, J.; Zebitz, C. P. W., Brass, S. & Athanassov, A. (1995): Populationsdynamik von Schalenwicklern und ihrer Parasitoide in ökologisch bewirtschafteten Apfelanlagen 7. *Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau*; 109-113
- Kienzle, J., Zebitz, C. P. W. & Athanassov, A. (1997): Parasitoidenspektrum der Schalenwicklerarten (Lepidoptera, Tortricidae) in Apfelanlagen *Mitt. Dtsch. Ges. allg. angew. Ent.*, **11**; 247-249
- Kienzle, J. & Zebitz, C.P.W. (2015). Parasitoide als Gegenspieler des Fruchtschalenwicklers: Einfluss anderer Schalenwicklerarten und des Begrünungsmanagements. *Öko-Obstbau 1/2015*, 9-13.
- Kienzle, J., Bicking, D., Rau, A.-L. & Zebitz, C.P.W. (2020). Combination strategy of biocontrol measures and antagonists for the control of leafrollers in organic apple orchards in Germany. *EcoFruit Proceedings 2020*, 207-209.
- Kienzle, J.; Zebitz, C.P.W. (2015): Parasitoide als Gegenspieler des Fruchtschalenwicklers: Einfluß anderer Schalenwicklerarten und des Begrünungsmanagements. *Öko-Obstbau 1/2015*: 8-13.

- Koutinkova, H., Andreev, R., 2001. Entomofages of the apple leaf miner, *Leucoptera* (Cemiostoma) *scitella* Zeller (Lepidoptera: Lyonetiidae). Journal of Mountain Agriculture on the Balkans, **4**: 85-93.
- Lotfalizadeh, H., Pourhaji, A., Zargaran, M. R., 2015. Hymenopterous parasitoids (Hymenoptera: Braconidae, Eulophidae, Pteromalidae) of the alfalfa leafminers in Iran and their diversity. Far Eastern Entomologist, **288**, 1–24.
- Mafi, Sh., Ohbayashi, N., (2010). Biology of *Chrysocharis pentheus*, an endoparasitoid wasp of the Citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Stainton. Journal of Agricultural Science and Technology **12**, 145-154.
- Mey W, 1988. The life-cycle, bionomics and population ecology of the pear leaf blister moth *Leucoptera malifoliella* (Costa, 1836) (Insecta, Lepidoptera). Zoologischer Anzeiger, **221**: 319-342.
- Mey, W. (1993): Zur Parasitierung der Pfennigminiermotte *Leucoptera scitella* Costa (Lep., Lyonitiidae) im Havelländischen Obstbaugesbiet. J. Appl. Ento. **115**: 329-341.
- Peusens, G.; Belien, T. (2012): Life cycle and control of the forest bug *Pentatoma rufipes* L. in organically managed pear orchards. Communications in agricultural and applied biological sciences **77**: 663-666.
- Pitta, L. (1991): Untersuchungen zur Populationsdynamik der Pfennigminiermotte und ihrer natürlichen Gegenspieler im Apfelanbau. In: 4. Internationaler Erfahrungsaustausch über Forschungsergebnisse zum Ökologischen Obstbau, 5. und 6. Dezember 1991, Ed. FÖKO: 32.
- Santoro, R., Arzone, A., 1983. Investigations on the natural enemies of *Leucoptera scitella* (Zell.) in Piedmont (Lepidoptera Lyonetiidae). Atti XIII Congresso Nazionale Italiano di Entomologia. Istituto di Entomologia Agraria e Apicoltura, Università di Torino Turin Italy, 221-228.
- Szócs, L., Melika, G., –Thuróczy, C., Csóka, G., 2015. Parasitoid complex of leaf miner *Pyllonorycter comparella* (Lepidoptera, Gracillariidae) in Hungary. Acta Silv. Lign. Hung., **11**: 91–98.
- Trapman, M. C. (2016): The development of a dynamic simulation model for the biology of the Apple Sawfly (*Hoplocampa testudinea*), and the implementation as decision support system. Ed. Foeko e.V., Proceedings of Ecofruit 17th International Conference for Organic Fruitgrowing, Hohenheim, 2017: 60-68.
- Trautmann, M., Wetzler, H. (2010): Die Baumwanze *Pentatoma rufipes* (L.), ein Fruchtschädling in Birnenanlagen des Bodenseegebietes. Obstbau **3**: 130-133.
- Talamas, E., Buffington, M. & Hoelmer, K. (2017). Revision of palearctic *Trissolcus* Ashmead (Hymenoptera, Scelionidae). Journal of Hymenoptera Research **56**: 79-261.

9 Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen zum Projekt

9.1 Vorträge

27.1.2018: Ökologische Obstbautagung in Weinsberg

Zur Regulierung des Schalenwicklers

Bicking, D., Kienzle, J.

27.1.2018: Ökologische Obstbautagung in Weinsberg

Zur Regulierung der Apfelsägewespe

Kienzle, J.

24.10.2018: Gruppentreffen in der Bodenseeregion zum Thema Pfennigminiermotte

Vorstellung der Ergebnisse

Alkarrat, H.; Kienzle, J.

26.1.2019: Ökologische Obstbautagung 2018 in Rheinbach

Zimmer, J.; Adolphi, C.; Kienzle J.; Bicking, D.:

Erste Projektergebnisse zur Regulierung von Sägewespe, Fruchtschalenwickler und Pfennigminiermotte

1.2.2020: Ökologische Obstbautagung 2020 in Weinsberg

- Kienzle, J.: Versuchsergebnisse zur Verwirrung von Apfel- und Schalenwickler
- Al karrat, H. & Kienzle, J.: Erste Ergebnisse zur Regulierung von Wanzen und der Pfennigminiermotte

18.2.2020: Ecofruit Conference in Hohenheim

Three years experience of apple sawfly control with entomopathogenic Nematodes

J. Kienzle

Biology, abundance and control strategy of *Pentatoma rufipes* L. (Hemiptera, Pentatomidae) in organic pome fruit orchards in Germany

H. Al karrat

Is the brown marmorated stink bug parasitoid *Trissolcus japonicus* (Ashmead) already in Germany?

H. Al karrat

Efficacy of different entomopathogenic fungi collected in the field on bugs and codling moth

H. Al karrat

Potential for antagonists and direct tools for a control strategy of *Leucoptera scitella* L. in organic apple orchards in Southern Germany

H. Al karrat

Combination strategy of biocontrol measures and antagonists for the control of leafrollers in organic apple orchards in Germany

J. Kienzle

Poster

How to distinguish the eggs of *Halyomorpha halys* Stål, *Nezara viridula* L., and *Pentatoma rufipes* L.

H. Al karrat, J. Kienzle & C.P.W. Zebitz

Poster als spinoff aus dem Projekt

Efficacy of different entomopathogenic fungi collected in the field on bugs and codling moth

H. Al karrat, E. Aljouri, A. El-Hasan, T. Krahl, J. Kienzle, R. Vögele and C.P.W. Zebitz

28./29.1.2021: Ökologische Obstbautagung 2021 online

Im Rahmen der Ökologischen Obstbautagung wurden **drei Workshops á 1,5 Stunden** zu den Themen Schalenwickler, Wanzen und Pfennigminiermotte veranstaltet.

Die Workshops wurden von Frau Kienzle geleitet und jeweils alle Projektmitarbeiter*innen waren beteiligt. Im Eingang wurden die Ergebnisse aus dem Projekt vorgestellt und anschließend viel Raum für eine Diskussion gelassen. Bei den Wanzen waren auch Experten von der LTZ und aus Südtirol zum Thema „Marmorierte Baumwanze“ an dem Workshop beteiligt. Alle Workshops hatten weit mehr als 100 Teilnehmer und es gab jeweils eine rege Diskussion. Die Resonanz der Teilnehmer war bei allen drei Workshops sehr positiv.

9.2 Veröffentlichungen

- H. Al karrat; G. Esenova; J. Kienzle and C.P.W. Zebitz (2020): Potential for antagonists and direct tools for a control strategy of *Leucoptera scitella* L. in organic apple orchards in Southern Germany. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 34-41.
- H. Al karrat, J Kienzle and C.P.W Zebitz (2020): Biology, abundance and control strategy of *Pentatoma rufipes* L. (Hemiptera, Pentatomidae) in organic pome fruit orchards in Germany. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 111-117
- H. Al karrat, J. Kienzle and C.P.W Zebitz (2020): How to distinguish the eggs of *Halyomorpha halys* Stål, *Nezara viridula* L., and *Pentatoma rufipes* L. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 122-125.
- J. Kienzle, H. Al karrat, D. Bicking, C. Adolphi, B. Benduhn, A.-L. Rau, J. Zimmer, S. Goertz, H. Fadel, and C.P.W. Zebitz (2020): Three years experience of apple sawfly control with entomopathogenic nematodes. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 194-196
- H. Al karrat, J. Kienzle and C.P.W Zebitz (2020): Is the brown marmorated stink bug parasitoid *Trissolcus japonicus* (Ashmead) already in Germany? In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 197-199.
- J. Kienzle, D. Bicking, A.-L. Rau and C.P.W. Zebitz (2020): Combination strategy of biocontrol measures and antagonists for the control of leafrollers in organic apple orchards in Germany. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 208-210.
- J. Kienzle, H. Al karrat, C.P.W. Zebitz (2020): Die Rotbeinige Baumwanze – auch ein Schädling an Apfel? Ökoobstbau 3/2020: S. 4-7.
- J. Kienzle, H. Al karrat, C.P.W. Zebitz, A.L. Rau, B. Benduhn, C. Adolphi (2021): Aktuelles zu Fruchtschalenwickler und Pfennigminiermotte. Ökoobstbau 1/2021
- H. Al Karrat, J. Kienzle and C.P.W. Zebitz (2022): Approaches for a control strategy and biology of *Pentatoma rufipes* L. in organic fruit growing in Southern Germany. In: Proceedings of the 20th international conference on organic fruit growing ecofruit. Ed. Foeko e.V., 2022: 140-147.
- H. Al karrat, A.-L. Rau, C. Adolphi, J. Kienzle and C.P.W. Zebitz (2022): Control of the spotted leaf miner *Leucoptera scitella* L. in organic fruitgrowing in Germany. In: Proceedings of the 20th international conference on organic fruit growing ecofruit. Ed. Foeko e.V.: 152-158.
- H. Al karrat, A.-L. Rau, J. Kienzle and C.P.W. Zebitz (2022): Zur Regulierung der Pfennigminiermotte mit NeemAzal®-T/S. Oekoobstbau 2/2022, in press.

Weitere Publikationen sind in Vorbereitung.

Spinoff aus dem Projekt

- H. Al karrat; E. Aljouri, A. El-Hasan, T. Krahl, J. Kienzle, R. Vögele and C.P.W. Zebitz (2020): Efficacy of different entomopathogenic fungi collected in the field on bugs and codling moth. In Proceedings Ecofruit 2020, Ed. Foeko: 118-121